



Chantier de Corte (2B) : Étude complémentaire au repérage des roches et des sols amiantifères rue du Colonel Feracci et rue du Professeur Santiaggi

Rapport final

BRGM/RP-68931-FR Mai 2019

.89 3740,46 -625.5







Chantier de CORTE (2B): Étude complémentaire au repérage des roches et des sols amiantifères rue du Colonel Feracci et rue du Professeur Santiaggi

Rapport final

BRGM/RP-68931-FR Mai 2019

Projet AP19BAS006

C. Coutin

Vérificateur :

Nom : Didier Lahondère

Fonction: Expert amiante

Date: 24/05/2019

Signature:

Approbateur:

Nom: Nicolas Frissant

Fonction : Directeur régional du

BRGM en Corse

Date: 28/05/19

Signature:

Le système de management de la qualité et de l'environnement est certifié par AFNOR selon les normes ISO 9001 et ISO 14001.

Contact : qualite@brgm.fr





Mots-clés : Ophiolite, Basalte, Gabbro, Métamorphisme, Amiante, Actinolite, Trémolite, Haute-Corse, Corte.
En bibliographie, ce rapport sera cité de la façon suivante :
Coutin C. (2019) - Chantier de Corte (2B) : Étude complémentaire au repérage des roches et des sols amiantifères, rue du Colonel Feracci et rue du Professeur Santiaggi. Rapport final. BRGM/RP-68931-FR, 116 p., 12 fig., 1 ann.
© BRGM, 2019, ce document ne peut être reproduit en totalité ou en partie sans l'autorisation expresse du BRGM.

Synthèse

a régie de l'eau de la mairie de Corte, Cort'Acqua, fait réaliser des travaux d'enfouissement de canalisations d'adduction d'eau potable pour la population de la ville. Les futurs travaux concernent un linéaire d'environ 2,6 km, le long duquel une tranchée de 80 cm de profondeur sera creusée. Dans le cadre de la préparation de ce chantier, trois études d'identification de présence éventuelle d'amiante ont déjà été menées.

Le premier diagnostic a été réalisé en février 2016 par le bureau d'études ETBS-Ingénierie sollicité par le maître d'œuvre du chantier, le bureau d'études POZZO DI BORGO. Douze prélèvements ont été réalisés à la sondeuse et à la pioche dans l'emprise du futur chantier. Ils n'ont concerné que les premiers centimètres du sol (30 cm au maximum). Chaque sondage a fait l'objet de la prise de deux échantillons, le premier correspondant à la couche supérieure, le second à la couche inférieure. Les vingt-quatre échantillons ont été envoyés pour analyse au laboratoire BJL (92310, Sèvres). Ces analyses ont été réalisées suivant la norme NFX 43-050. Les résultats, présentés sous forme de fiches, indiquent la présence de trémolite-amiante dans la plupart des échantillons étudiés (19/24).

À la suite de cette première étude, la mairie de Corte a sollicité le BRGM pour réaliser une première étude complémentaire sur le même linéaire (~ 2,6 km), pour déterminer si de l'amiante est présent ou non dans les différentes couches de matériau qui seront affectées par la réalisation des futures tranchées, sur une hauteur totale de 80 cm. Cette étude réalisée en mai 2017 a été complétée en juin 2018 par une seconde étude BRGM comprenant trois nouveaux sondages réalisés rue Jean Nicoli. Les onze sondages réalisés au total et sur des profondeurs de 80 cm, ont conduit à délimiter trois secteurs :

Secteur de la citadelle

Ce secteur apparaît particulièrement impacté par la présence de roches et de sols amiantifères. Les occurrences fibreuses susceptibles d'être découvertes par les travaux correspondront pour les unes à des occurrences strictement amiantifères et pour les autres à des occurrences non amiantifères mais capables de se désagréger en particules fibriformes assimilables pour les plus fines et les plus longues d'entre elles à des fibres d'amiante.

Secteur de l'université

L'identification de roches basiques à fibres d'actinolite non asbestiformes dans le secteur a conduit à considérer comme probable la découverte d'occurrences fibreuses potentiellement amiantifères lors de la réalisation de la tranchée si elle venait à recouper les terrains naturels concernés, à savoir des métabasaltes et des métagabbros ophiolitiques.

Les données disponibles lors de l'étude de juin 2017 étaient encore insuffisantes pour se faire une idée précise de la nature des matériaux qui seraient recoupés par la tranchée. Cort'Acqua et le BRGM se sont donc accordés pour la réalisation d'une étude complémentaire permettant de lever le doute sur la présence d'amiante ou non dans les terrains du tronçon concernés par les travaux sur ce secteur. La caractérisation des matériaux présents dans le proche sous-sol est basée sur les observations, prélèvements et analyses effectués dans trois sondages supplémentaires, implantés avenue Jean Nicoli, selon les préconisations écrites dans le précédent rapport BRGM. À l'issue de l'étude, le tronçon du futur chantier situé entre le dispensaire et l'université, investigué avec les sondages 8, 14 et 15, est apparu impacté par la présence de roches et de sols amiantifères.

Secteur médian

Dans l'emprise de ce secteur, les terrains naturels observés ne renferment pas d'amiante et la difficulté est ici liée à l'identification de fibres classées amiante, dans plusieurs échantillons de remblais importés. Ce type de fibres ne présentant pas toutes les caractéristiques des fibres asbestiformes sensu stricto peut résulter de la fragmentation de cristaux tridimensionnels lors du traitement de l'échantillon. Le caractère amiantifère des remblais identifiés dans ce secteur médian n'a donc pas été définitivement établi et le BRGM a préconisé dans son étude des mesures du niveau d'empoussièrement en phase test pour établir un diagnostic fiable sur la capacité de ces remblais à libérer des fibres d'amiante.

Cort'Acqua et le BRGM se sont donc accordés pour la réalisation de 10 sondages complémentaires, dans le secteur médian, rue du Colonel Feracci et rue du professeur Santiaggi qui permettront de compléter les données disponibles. Huit sondages ont pu être réellement forés pour des raisons techniques. Le présent rapport a pour objet de présenter les résultats de ces nouveaux travaux.

La caractérisation des matériaux présents dans le proche sous-sol est basée sur les observations, prélèvements et analyses effectués dans les sondages réalisés qui été implantés rue du Colonel Feracci et rue du Professeur Santiaggi en tenant compte de la position des sondages effectués lors des précédentes études.

Les résultats de cette étude, nous conduident à proposer une subdivision en 2 zones :

- une zone 1, rue du Colonel Feracci, intégrant les sondages 1 à 4 : les fibres d'amiantes détectées semblent la plupart issue de fragments de clivage issue du broyage, ou de rares fibres isolées de chrysotile détectées dans la couche de forme (béton maigre) ;
- une zone 2, partie sud de la rue du Colonel Feracci, et rue du professeur Santiaggi, intégrant les sondages 5 à 8 où les fibres d'amiantes détectées sont présentes dans ¾ des échantillons analysés et présentent une typologie asbestiforme et donc bien assimilable à de l'amiante sensu stricto.

Dans le but de contrôler la capacité des roches et des sols à libérer des fibres d'amiante, le BRGM recommande la réalisation de mesures du niveau d'empoussièrement dans le cadre d'une phase de test impliquant la mise en œuvre des techniques de terrassement susceptibles d'être utilisées lors du chantier (pelle mécanique, brise-roche hydraulique le cas échéant). Les résultats de ces mesures permettront de définir des modes opératoires adéquats pour réduire ou supprimer les envols de poussières et de choisir les équipements de protection collective et de protection individuelle les plus adaptés.

La mise en œuvre d'un système d'aspersion-brumisation devrait permettre à la fois de réduire l'intensité des agressions physiques sur des fractions de roches susceptibles de libérer des fibres (blocs de métabasaltes) et un abattage continu des poussières.

Sommaire

1. Introduction	7
1.1. CONTEXTE	7
1.2. NATURE DE L'ÉTUDE	8
1.3. PRÉSENTATION DE LA ZONE D'ÉTUDE	9
1.3.1.Localisation du tronçon de chantier et des sondages réalisés	
2. Données de terrain	
2.1. MÉTHODOLOGIE APPLIQUÉE	13
2.1.1.Implantation et réalisation des sondages	
2.1.2. Examen et description des terrains	
2.2. RELEVÉS <i>IN SITU</i> ET DESCRIPTIONS MACROSCOPIQUES	14
2.2.1.Sondage n° 1, S1	14
2.2.2.Sondage n° 2, S2	14
2.2.3. Sondage n° 3, S3	15
2.2.4. Sondage n° 4, S4	
2.2.5. Sondage n° 5, S5	
2.2.6. Sondage n° 6, S6	
2.2.7. Sondage n° 7, S7	
2.2.8. Sondage n° 8, S8	19
3. Programme analytique	21
3.1. TECHNIQUES ANALYTIQUES MISES EN ŒUVRE	21
3.2. NORMES SUIVIES	21
3.2.1.Norme NF ISO 22262-1	21
3.2.2. Norme NF X 43-050	22
3.3. ANALYSES AD-LAB	22
3.4. COMMENTAIRES SUR LES RÉSULTATS D'ANALYSES AD-LAB	24
4. Conclusions et recommandations	25
4.1. CONCLUSIONS	25
4.2. CARTE DE SYNTHÈSE	26
4.3 RECOMMANDATIONS	27

Liste des illustrations

Illustration 1:	Localisation des sondages réalisés dans la zone d'emprise du chantier	.10
Illustration 2:	Carte géologique harmonisée de la zone d'étude issue de la carte de Rossi <i>et al.</i> , 1994	.12
Illustration 3:	Photographie de la réalisation d'un sondage	.13
Illustration 4:	Photo du matériau prélevé dans le sondage S1, échantillon 1	.14
Illustration 5:	Photo du matériau prélevé dans le sondage S2, échantillon 2.	.15
Illustration 6:	Photo des matériaux prélevés dans le sondage S3, échantillons 1 et 4	.16
Illustration 7:	Photo des matériaux prélevés dans le sondage S4, échantillons 1 et 3	.16
Illustration 8:	Photo des matériaux prélevés dans le sondage S5, échantillons 1 et 3	.17
Illustration 9:	Photo des matériaux prélevés dans le sondage S6, échantillons 1 et 3	.18
Illustration 10:	Photo des matériaux prélevés dans le sondage S7, échantillons 1 et 3	.19
Illustration 11:	Photo des matériaux prélevés dans le sondage S8, échantillons 1 et 3	.19
Illustration 12:	Carte de synthèse des données.	.26
Liste des ta	ableaux	
Tableau 1 : Tab	oleau de synthèse des résultats d'analyses par sondages	.23
Liste des a	nnexes	
Annexe 1: Rap	pport AD-LAB	.29

1. Introduction

1.1. CONTEXTE

La mairie de Corte fait réaliser des travaux d'enfouissement de canalisations d'adduction d'eau potable pour la population de la ville. Les futurs travaux concernent un linéaire d'environ 2,6 km, le long duquel une tranchée de 80 cm de profondeur sera creusée.

Dans le cadre de la préparation de ce chantier, trois études de détection de présence éventuelle d'amiante ont été menées.

Le premier diagnostic¹ a été réalisé en février 2016 par le bureau d'études ETBS-Ingénierie sollicité par le maître d'œuvre du chantier, le bureau d'études POZZO DI BORGO. Douze prélèvements ont été réalisés à la sondeuse et à la pioche dans l'emprise du futur chantier. Ils n'ont concerné que les premiers centimètres du sol (30 cm au maximum). Chaque sondage a fait l'objet de la prise de deux échantillons, le premier correspondant à la couche supérieure, le second à la couche inférieure. Les vingt-quatre échantillons ont été envoyés pour analyse au laboratoire BJL (92 310, Sèvres). Ces analyses ont été réalisées suivant la norme NFX 43-050². Les résultats, présentés sous forme de fiches, indiquent la présence de trémolite-amiante dans la plupart des échantillons étudiés (19/24).

À la suite de cette première étude, la mairie de Corte a sollicité le BRGM pour réaliser une étude complémentaire sur le même linéaire (~ 2,6 km), pour déterminer si de l'amiante est présent ou non dans les différentes couches de matériau qui seront affectées par la réalisation des futures tranchées, sur une hauteur totale de 80 cm. Cette étude³ réalisée en mai 2017, comprenant huit sondages de 80 cm, a conduit à délimités trois secteurs :

<u>Secteur de la citadelle</u>: ce secteur apparaît particulièrement impacté par la présence de roches et de sols amiantifères. Les occurrences fibreuses susceptibles d'être découvertes par les travaux correspondront pour les unes à des occurrences strictement amiantifères et pour les autres à des occurrences non amiantifères mais capables de se désagréger en particules fibriformes assimilables pour les plus fines et les plus longues d'entre elles à des fibres d'amiante.

<u>Secteur de l'université</u>: l'identification de roches basiques à fibres d'actinolite non asbestiformes dans le campus de l'université et dans les fondations de l'OEC a conduit à considérer comme probable la découverte d'occurrences fibreuses potentiellement amiantifères lors de la réalisation des tranchées si elle venait à recouper les terrains naturels concernés, à savoir métabasaltes et métagabbros ophiolitiques. Les données disponibles lors de l'étude de juin 2017 étaient très fragmentaires et ne permettaient pas de se faire une idée précise de la nature des matériaux qui seraient recoupés par les tranchées. Cort'Acqua et le BRGM se sont donc accordés pour la réalisation d'une étude complémentaire⁴ permettant de

¹ Rapport ETBS n° ED 007-29016 Corte – Sols ville de Corte

² La norme NF X 43-050 (Janvier 1996) décrit une méthode de référence, la microscopie électronique à transmission, permettant de déterminer la concentration en fibres d'amiante dans les atmosphères ambiantes. Ce document décrit les procédures de préparation à mettre en œuvre de manière à concentrer les fibres d'amiante et à éliminer les composantes organiques et hydrosolubles éventuellement présentes dans les échantillons.

³ Lahondère D. (2017) – Chantier de Corte (2B): Repérage des roches et des sols amiantifères. Rapport final. BRGM/RP-66896-FR, 102 p., 23 fig., 2 ann.

⁴ Coutin C., Lahondère D. (2018) – Chantier de Corte (2B) : Etude complémentaire au repérage des roches et des sols amiantifères avenue Jean Nicoli. Rapport final. BRGM/RP-68132-FR, 28 p., 17 fig., 1 ann.

lever le doute sur la présence d'amiante ou non dans les terrains du tronçon concerné par les travaux sur ce dernier secteur.

La caractérisation des matériaux présents dans le proche sous-sol est basée sur les observations, prélèvements et analyses effectués dans trois sondages supplémentaires, implantés avenue Jean Nicoli, selon les préconisations écrites dans le précédent rapport BRGM. À l'issue de l'étude, le tronçon du futur chantier situé entre le dispensaire et l'université, investigué avec les sondages 8, 14 et 15, apparaît impacté par la présence de roches et de sols amiantifères.

<u>Secteur médian</u>: dans l'emprise de ce secteur, les terrains naturels observés ne renferment pas d'amiante et la difficulté est ici liée à l'identification de fibres classées amiante dans plusieurs échantillons de remblais importés. Ce type de fibres ne présentant pas toutes les caractéristiques des fibres asbestiformes *sensu stricto* peut résulter de la fragmentation de cristaux tridimensionnels lors du traitement de l'échantillon. Le caractère amiantifère des remblais identifiés dans ce secteur médian n'a donc pas été définitivement établi et le BRGM a préconisé dans sa son étude des mesures du niveau d'empoussièrement en phase test pour établir un diagnostic fiable sur la capacité de ces remblais à libérer des fibres d'amiante.

La mairie de Corte a donc sollicité le BRGM pour réaliser une étude sur 10 sondages supplémentaires dans ce dernier secteur, réalisés rue du Colonel Feracci et rue du Professeur Santiaggi.

L'objectif est de déterminer si de l'amiante est présent ou non dans les couches de matériau qui seront affectées par la réalisation des futures tranchées. Ces couches sont susceptibles de correspondre à des matériaux superficiels hétérogènes, couche de forme, et à des matériaux plus ou moins homogènes, transportés (remblais) ou non (substratum rocheux plus ou moins altéré).

1.2. NATURE DE L'ÉTUDE

La présente étude concerne la caractérisation amiantifère ou non amiantifère des matériaux présents dans le proche sous-sol. Elle a été effectuée dans les sondages réalisés rue du Colonel Feracci et rue du Professeur Santiaggi, à Corte, dans le secteur médian.

Dans le but de répondre aux attentes exprimées par la Mairie de Corte, le BRGM a défini un protocole d'étude incluant :

- la reconnaissance visuelle du chantier ;
- l'implantation de plusieurs sondages à réaliser à la tarière mécanique (les entreprises de forage locales ne disposant plus de carottier) ;
- la réalisation des sondages ;
- l'examen des cuttings et le prélèvement d'échantillons pertinents ;
- le conditionnement des échantillons et leur expédition à un laboratoire accrédité ;
- le suivi des travaux analytiques et le contrôle des procédures mises en œuvre :
- la synthèse de toutes les informations acquises ;
- la rédaction d'un rapport précisant le potentiel amiantifère des matériaux rencontrés sur le futur chantier.

Cette étude correspond à une étude de type A2 par rapport au guide de prévention édité par l'INRS en 2013. Elle a pour objectif de localiser précisément les terrains amiantifères ou non et consiste à produire un avis s'appuyant sur la réalisation d'un diagnostic visuel et de quelques sondages.

1.3. PRÉSENTATION DE LA ZONE D'ÉTUDE

1.3.1. Localisation du tronçon de chantier et des sondages réalisés

La zone d'étude se situe rue du Colonel Feracci et rue du Professeur Santiaggi, sur la commune de Corte (cf. Illustration 1).

Un plan d'emplacement des sondages a été proposé à Cort'Acqua, en amont. L'emplacement de chacun des points a ensuite été validé sur site, le 13 mars 2019, en présence de l'entreprise de forage et d'un agent de la mairie.

L'ensemble des sondages réalisés sur le tronçon de chantier à investiguer est représenté sur le plan de localisation ci-dessous.

Initialement, 10 sondages devaient être réalisés dans l'emprise du chantier. Un sondage sur la place Gaffory, au bout de la rue Ferraci a finalement été annulé lors de la visite de reconnaissance, les risques de percer un des nombreux réseaux enterrés sous la place étant trop importants.

Le deuxième, situé à l'extrémité de la Rue du Professeur Santiaggi, a été annulé car sa position était hors emprise des futurs travaux.

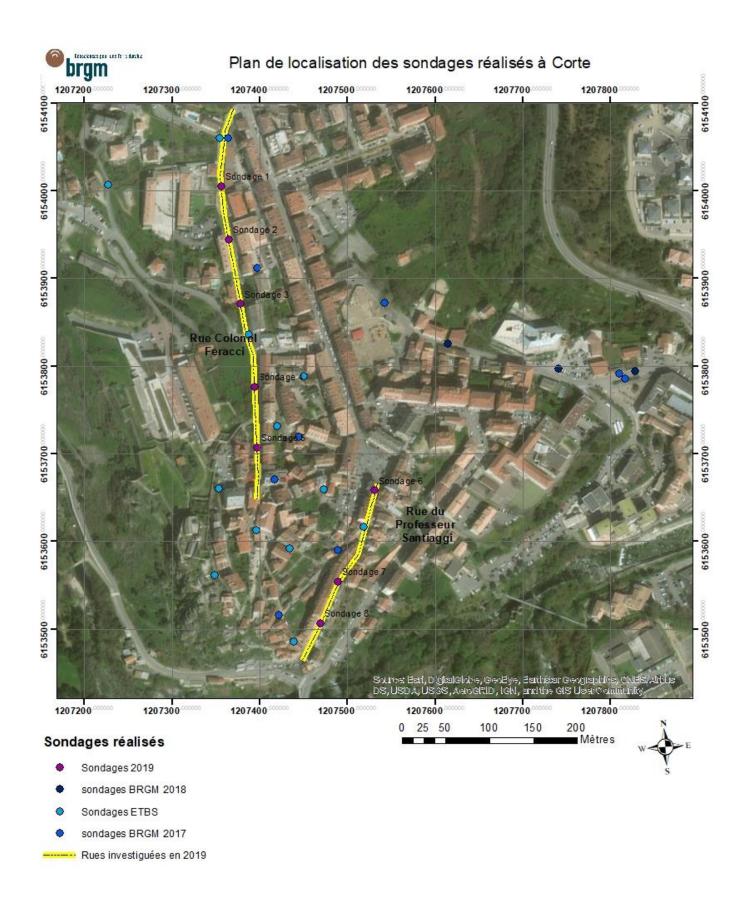


Illustration 1 : Localisation des sondages réalisés dans la zone d'emprise du chantier.

1.3.2. Contexte géologique du secteur

Le contexte géologique est établi sur la base du rapport BRGM, RP-66896-FR, 2017 et des cartes géologiques consultées :

- la carte géologique au 1/50 000 de Corte et sa notice explicative (Rossi et al., 1994)⁵;
- la carte départementale des niveaux de susceptibilité de présence d'amiante (Lahondère et al., 2010);
- le rapport « Cartographie et minéralogie de l'amiante environnemental sur la commune de Corte (Haute-Corse) » (Lahondère et al., 2011⁷).

D'un point de vue géologique, la zone qui encadre le chantier apparaît relativement complexe sur la carte géologique au 1/50 000 de Corte (cf. Illustration 2 : Carte géologique harmonisée de la zone d'étude issue de la carte de Rossi et al., 1994.Illustration 2). En effet, cette zone se caractérise par la présence à l'affleurement d'unités géologiques (écailles tectoniques) issues pour les unes du complexe ophiolitique liguro-piémontais (métagabbros et métabasaltes, noté 137 sur la légende de l'Illustration 2) et de sa couverture sédimentaire (schistes et calcaires, en bleu, notés 266, 267 et 268 sur la légende), et pour les autres d'écailles à matériel sédimentaire d'âge permo-carbonifère à éocène.

Les tronçons étudiés intéressent, du nord au sud, quatre formations géologiques distinctes :

- des éboulis (notés 21 sur l'illustration 2) au nord. Leur composition exacte n'est pas connue mais ils se trouvent en contre-bas de la formation des métabasaltes et des métagabbros indifférenciés (notée 137, sur l'illustration 2) qui présente localement des occurrences amiantifères localisées dans des veines colmatées par des fibres d'amiante. Pour cette raison les éboulis sont notés dans les cartes de susceptibilité de présence d'amiante, en classe 2 (probabilité d'occurrence faible à moyenne);
- l'Éocène détritique, décrit dans la notice de la carte géologique comme étant composé de grès calcaires parfois arkosiques, à grains variés, passant à des pélites. La base de la formation serait à conglomérats polygéniques à granites, rhyolites et calcaires du Trias-Lias et Cuisien. Le haut de la formation serait plutôt représenté par des pélites micacées à blocs dolomitiques et calcaires liasiques.

Aucune occurrence d'amiante n'a été identifiée dans cette formation détritique ;

- les calcaires plus ou moins marmorisés à blocs de socles. Aucune occurrence d'amiante n'a été identifiée dans ces calcaires ;
- la formation d'alternance de schistes à bancs de calcaires.

Les trois dernières formations sont considérées comme des matériaux non susceptibles de renfermer des minéraux amiantifères.

_

⁵ Carte géologique de la France au 1/50 000, feuille Corte (1110). Orléans, BRGM.

⁶ Rapport BRGM/RP-58847-FR

⁷ Rapport BRGM/RP-59981-FR

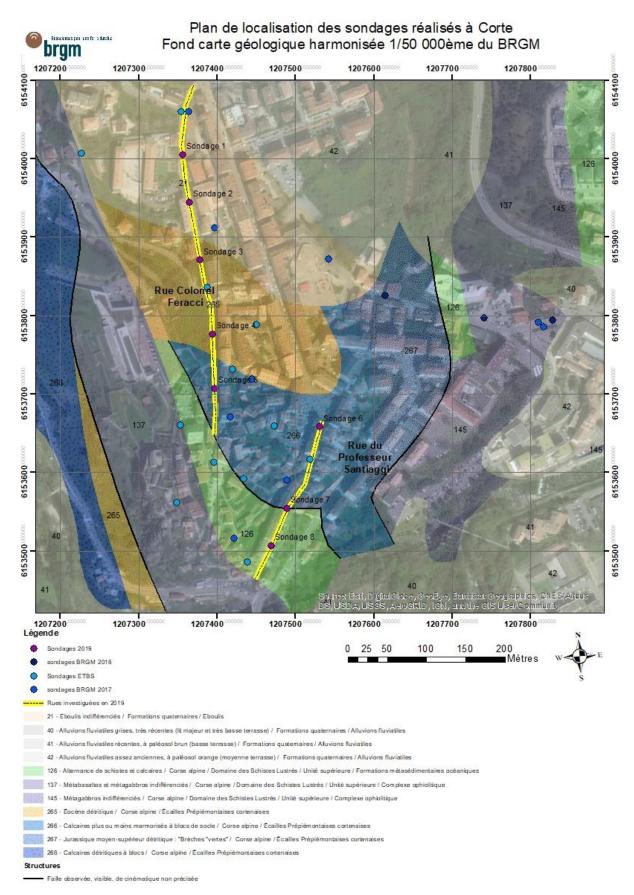


Illustration 2 : Carte géologique harmonisée de la zone d'étude issue de la carte de Rossi et al., 1994.

2. Données de terrain

2.1. MÉTHODOLOGIE APPLIQUÉE

2.1.1. Implantation et réalisation des sondages

L'emplacement des sondages a été déterminé de manière à prendre en compte les résultats obtenus à l'issue des deux premières phases de reconnaissance.

Préalablement à la réalisation des sondages, le BRGM a réalisé des déclarations de projet de travaux afin d'obtenir les plans de localisation des réseaux enterrés des différents exploitants présents dans le secteur.

L'emplacement de chacun des points a ensuite été validé sur site, le 13 mars 2019, en présence de l'entreprise de forage et d'un agent de la mairie.

Les huit sondages validés ont été réalisés à l'aide d'une tarière diamètre 115 mm, montée sur une foreuse Socomafor 35. C'est une machine de petite dimension qui est adaptée aux rues étroites de la ville de Corte.



Illustration 3 : Photographie de la réalisation d'un sondage.

2.1.2. Examen et description des terrains

Il a été convenu de prélever quatre échantillons en moyenne par sondage.

Les prélèvements ont été adaptés sur place en fonction des observations :

- si la fouille présentait des couches différenciées, chaque entité a été prélevée de manière distincte;
- si un seul type de terrain était présent, les prélèvements ont été réalisés par rainurage vertical sur la hauteur de la fouille.

Les fragments de sol extraits à la tarière (cuttings) ont été examinés dans le but de préciser la nature, la composition et l'épaisseur des différentes couches présentes.

L'échantillonnage a été concentré sur les matériaux fibreux, suspectés ou avérés, lorsqu'ils ont pu être identifiés.

Des photographies des sondages et des échantillons prélevés ont été prises.

2.2. RELEVÉS IN SITU ET DESCRIPTIONS MACROSCOPIQUES

2.2.1. Sondage n° 1, S1

Le sondage a été foré jusqu'à 90 cm de profondeur.

Il se situe géologiquement sur la formation des éboulis indifférenciés, formations superficielles quaternaires. L'ensemble hétérogène regroupe tous les dépôts gravitaires amont.

Les matériaux remontés à la tarière sont identiques sur la hauteur du sondage. Ils correspondent à un limon sableux ocre dans lequel sont visibles des grains de quartz, feldspaths et éléments fins rocheux non identifiables macroscopiquement.

Les observations réalisées sur ces matériaux fragmentés n'ont pas permis d'identifier visuellement, la présence de faisceau de fibres pouvant correspondre à des minéraux amiantifères.

Quatre échantillons ont donc été prélevés à l'aveugle sur la hauteur de colonne de la tarière pour vérification au laboratoire.



Illustration 4 : Photo du matériau prélevé dans le sondage S1, échantillon 1.

2.2.2. Sondage n° 2, S2

Le sondage a été foré jusqu'à 105 cm de profondeur.

Il se situe géologiquement sur la formation des éboulis indifférenciés, formations superficielles quaternaires. L'ensemble hétérogène regroupe tous les dépôts gravitaires amont.

Les matériaux remontés à la tarière sont identiques sur la hauteur du sondage. Ils correspondent à des limons sableux beige à graviers de schistes noirs quartzeux et de carbonates. Les éléments sont anguleux à cassures irrégulières. La fraction fine réagit à l'acide chlorhydrique HCL, elle est donc carbonatée.

Les 10 derniers centimètres sont remontés humides.

Les matériaux semblent plutôt correspondre à des remblais.

Les observations réalisées sur ces matériaux fragmentés n'ont pas permis d'identifier visuellement, la présence de faisceau de fibres pouvant correspondre à des minéraux amiantifères.

Quatre échantillons ont donc été prélevés à l'aveugle sur la hauteur de colonne de la tarière pour vérification au laboratoire.



Illustration 5 : Photo du matériau prélevé dans le sondage S2, échantillon 2.

2.2.3. Sondage n° 3, S3

Le sondage a été foré jusqu'à 100 cm de profondeur.

Il se situe géologiquement sur la formation de l'Éocène détritique composé de grès calcaires parfois arkosiques, de grains variés, passant à des pélites. La base est formée de conglomérats polygéniques à granites, rhyolites et calcaires du Trias-Lias et Cuisien. Le haut de la formation par des pélites micacées à blocs de dolomities et de calcaires liasiques.

De 0 à 10 cm, les matériaux remontés correspondent à des fragments de béton maigre composé d'un mélange de fraction fine beige grise réagissant à l'acide, HCL, ainsi que de fragments centimétriques rocheux polygéniques, anguleux mélangés à du bitume.

De 10 à 100 cm les matériaux remontés correspondent à du sable limoneux beige-marron dont la réaction à l'acide est positive. La matrice limoneuse est accompagnée de fragments infra-centimétriques rocheux polygéniques.

Les observations réalisées sur ces matériaux fragmentés n'ont pas permis d'identifier visuellement, la présence de faisceau de fibres pouvant correspondre à des minéraux amiantifères.

Quatre échantillons ont donc été prélevés sur la hauteur de colonne de la tarière pour vérification au laboratoire. Le premier correspondant à la couche de forme.





Illustration 6 : Photo des matériaux prélevés dans le sondage S3, échantillons 1 et 4.

2.2.4. Sondage n° 4, S4

Le sondage a été foré jusqu'à 100 cm de profondeur.

Il se situe géologiquement sur la formation de l'Éocène détritique composé de grès calcaires parfois arkosiques, de grains variés, passant à des pélites. La base est formée de conglomérats polygéniques à granites, rhyolites et calcaires du Trias-Lias et Cuisien. Le haut de la formation par des pélites micacées à blocs de dolomies et de calcaires liasiques.

De 0 à 10 cm, les matériaux remontés correspondent à des fragments de béton maigre composé d'un mélange de fraction fine beige grise réagissant à l'acide, HCL, ainsi que de fragments centimétriques rocheux polygéniques, anguleux mélangés à du bitume. Une odeur de bitume se dégage de l'échantillon.

De 10 à 100 cm les matériaux remontés correspondent à du sable limoneux ocre, foncé dont la réaction à l'acide est positive, mais très légère. La matrice limoneuse est accompagnée de fragments centimétriques de grès à grains polygéniques.

Les matériaux semblent plutôt correspondre à des remblais.

Les observations réalisées sur ces matériaux fragmentés n'ont pas permis d'identifier visuellement, la présence de faisceau de fibres pouvant correspondre à des minéraux amiantifères.

Quatre échantillons ont donc été prélevés sur la hauteur de colonne de la tarière pour vérification au laboratoire. Le premier correspondant à la couche de forme.





Illustration 7 : Photo des matériaux prélevés dans le sondage S4, échantillons 1 et 3.

2.2.5. Sondage n° 5, S5

Le sondage a été foré jusqu'à 100 cm de profondeur. La rotation a été difficile, les terrains étaient plus durs que dans les autres sondages.

Il se situe géologiquement sur la formation des calcaires gris-bleu marmorisés à blocs de socle.

De 0 à 10 cm, les matériaux remontés correspondent à des fragments de béton maigre composé d'un mélange de fraction fine beige grise réagissant à l'acide, HCL, ainsi que de fragments centimétriques rocheux polygéniques, anguleux mélangés à du bitume. Une odeur de bitume se dégage de l'échantillon.

De 10 à 100 cm les matériaux remontés correspondent à du limon argileux gris foncé à fragments d'environ 0,5 cm de schistes noir et de quartz. La réaction à l'acide HCL est positive.

Les matériaux semblent plutôt correspondre à des remblais.

Les observations réalisées sur ces matériaux fragmentés n'ont pas permis d'identifier visuellement, la présence de faisceau de fibres pouvant correspondre à des minéraux amiantifères.

Quatre échantillons ont donc été prélevés sur la hauteur de colonne de la tarière pour vérification au laboratoire. Le premier correspondant à la couche de forme.





Illustration 8 : Photo des matériaux prélevés dans le sondage S5, échantillons 1 et 3.

2.2.6. Sondage n° 6, S6

Le sondage a été foré jusqu'à 100 cm de profondeur.

Il se situe géologiquement sur la formation des calcaires gris-bleu marmorisés à blocs de socle.

De 0 à 10 cm, les matériaux remontés correspondent à des fragments de béton maigre composé d'un mélange de fraction fine grise foncée réagissant à l'acide, HCL, ainsi que de fragments centimétriques rocheux polygéniques, anguleux mélangés à du bitume. Une odeur de bitume se dégage de l'échantillon.

De 10 à 100 cm les matériaux remontés correspondent à des sables argileux de couleur brique dont la réaction à l'acide est positive. Ils sont accompagnés de rares fragments infracentimétrique rocheux polygéniques, anguleux.

Les matériaux semblent plutôt correspondre à des remblais.

Les observations réalisées sur ces matériaux fragmentés n'ont pas permis d'identifier visuellement, la présence de faisceau de fibres pouvant correspondre à des minéraux amiantifères.

Trois échantillons ont été prélevés sur la hauteur de colonne de la tarière pour vérification au laboratoire. Le premier correspondant à la couche de forme.





Illustration 9 : Photo des matériaux prélevés dans le sondage S6, échantillons 1 et 3.

2.2.7. Sondage n° 7, S7

Le sondage a été foré jusqu'à 100 cm de profondeur.

Il se situe géologiquement entre la formation des calcaires gris-bleu marmorisés à blocs de socle et celle des Schistes et Calcaires.

De 0 à 10 cm, les matériaux remontés correspondent à des fragments de béton maigre composé d'un mélange de fraction fine beige grise réagissant à l'acide, HCL, ainsi que de fragments centimétriques rocheux polygéniques, anguleux mélangés à du bitume. Une odeur de bitume se dégage de l'échantillon.

De 10 à 100 cm les matériaux remontés correspondent à sable limoneux à grains grossier hétérogènes et fragments centimétriques. La matrice limoneuse est accompagnée de fragments d'éléments schisteux et de fraction carbonatée.

Les matériaux décrits semblent plus correspondre à la formation des schistes et calcaires, ou à des remblais.

Les observations réalisées sur ces matériaux fragmentés n'ont pas permis d'identifier visuellement, la présence de faisceau de fibres pouvant correspondre à des minéraux amiantifères.

Quatre échantillons ont été prélevés sur la hauteur de colonne de la tarière pour vérification au laboratoire. Le premier correspondant à la couche de forme.





Illustration 10 : Photo des matériaux prélevés dans le sondage S7, échantillons 1 et 3.

2.2.8. Sondage n° 8, S8

Le sondage a été foré jusqu'à 100 cm de profondeur.

Il se situe géologiquement sur la formation de l'Éocène détritique composé de grès calcaires parfois arkosiques, de grains variés, passant à des pélites. La base est formée de conglomérats polygéniques à granites, rhyolites et calcaires du Trias-Lias et Cuisien. Le haut de la formation par des pélites micacées à blocs dolomitiques et calcaires liasiques.

De 0 à 10 cm, les matériaux remontés correspondent à des fragments de béton maigre composé d'un mélange de fraction fine beige grise réagissant à l'acide, HCL ainsi que de fragments centimétriques rocheux polygéniques, anguleux mélangés à du bitume. Une odeur de bitume se dégage de l'échantillon.

De 10 à 100 cm, les matériaux remontés correspondent à de l'argile sableuse humide brune à ocre. Elle présente des grains grossiers hétérogènes et des fragments centimétriques composés d'éléments schisteux et de fraction carbonatée. Les terrains ont été mélangés à des morceaux de bois écrasé.

Les matériaux correspondent plus à des remblais.

Les observations réalisées sur ces matériaux fragmentés n'ont pas permis d'identifier visuellement, la présence de faisceau de fibres pouvant correspondre à des minéraux amiantifères.

Quatre échantillons ont été prélevés sur la hauteur de colonne de la tarière pour vérification au laboratoire. Le premier correspondant à la couche de forme. Quatre échantillons ont été prélevés sur la hauteur de colonne de la tarière.





Illustration 11 : Photo des matériaux prélevés dans le sondage S8, échantillons 1 et 3.

3. Programme analytique

3.1. TECHNIQUES ANALYTIQUES MISES EN ŒUVRE

Plusieurs techniques analytiques ont été mises en œuvre pour caractériser le potentiel amiantifère des roches et des sols identifiés dans la zone d'intervention. Le choix des techniques utilisées a été fait en fonction de la nature même de l'échantillon. Huit échantillons ont fait l'objet d'analyses par microscopie électronique à transmission (META) par le laboratoire AD-LAB.

Le protocole de préparation des échantillons suivi par le laboratoire AD-LAB inclut :

- une observation préalable à la loupe binoculaire (stéréomicroscope) ;
- le prélèvement d'un sous-échantillon ;
- le traitement du sous-échantillon (grattage au scalpel, écrasement à la spatule ou broyage mécanique au mortier, en fonction de l'échantillon) ;
- une étude du sous-échantillon traité au microscope optique à lumière polarisée (MOLP) ;
- la mise en eau des particules les plus fines, un passage aux ultrasons et la mise en goutte sur des grilles de microscopie électronique pré-carbonées ;
- une analyse au microscope électronique à transmission équipé d'un système d'analyse ponctuelle (META).

Le protocole de préparation des échantillons suivi dans les laboratoires du BRGM comprend :

- une observation préalable à la loupe binoculaire (stéréomicroscope) ;
- le prélèvement d'un sous-échantillon ;
- la dispersion manuelle du sous-échantillon sur un adhésif conducteur ;
- la pose d'un dépôt conducteur par évaporation de carbone ;
- une analyse au microscope électronique à balayage équipé d'un système d'analyse ponctuelle⁸ (MEBA), avec prise d'images à des grandissements adaptés et enregistrement d'analyses EDS.

3.2. NORMES SUIVIES

3.2.1. Norme NF ISO 22262-1

La norme NF ISO 22262-1 (Août 2012) spécifie les méthodes d'échantillonnage de matériaux solides et d'identification de l'amiante dans les matériaux solides d'origine commerciale. Les procédures de préparation de l'échantillon et d'identification de l'amiante par microscopie optique à lumière polarisée (MOLP) et dispersion de coloration sont précisées. Cette norme précise également que l'identification de l'amiante peut se faire à travers l'utilisation d'un microscope électronique à balayage (MEB) ou d'un microscope électronique à transmission équipé d'un dispositif d'analyse ponctuelle (META).

 $^{^{8}}$ L'équipement utilisé est un MEB JEOL JSM-6100 équipé d'un système de microanalyse par spectrométrie de rayons X (EDS NORAN QUEST), à HV = 25 kV.

La norme NF ISO 22262-1 rappelle (p. 15) qu'il « est parfois impossible d'identifier l'amiante dans les matériaux solides en raison de l'interférence des autres constituants, soit du fait d'une faible fraction massique d'amiante, soit du fait de la répartition tellement inhomogène de l'amiante qu'une grande quantité de l'échantillon devrait être étudiée pour détecter de manière fiable l'amiante présent. Dans ce cas, plusieurs méthodes de préparation chimique ou physique peuvent être utilisées, avant examen microscopique, pour éliminer une grande proportion des constituants autres que l'amiante, ce qui facilite la détection de l'amiante dans la plus petite quantité de matériau restante ».

Les critères morphologiques à prendre en considération sont les suivants (p. 24) :

- a) présence de fibres présentant un rapport d'allongement (Longueur/Diamètre) supérieur à 20 ou plus pour les fibres de longueur supérieure à 5 μm;
- b) capacité de fissuration longitudinale en fibrilles très minces (D < 0,5 μm);
- c) existence de fibres parallèles les unes aux autres, organisées en faisceaux ;
- d) présence de faisceaux de fibres s'évasant à leur extrémité ;
- e) observation de fibres sous la forme de fines aiguilles ;
- f) observation de masses constituées de fibres emmêlées ;
- g) observation de fibres incurvées.

3.2.2. Norme NF X 43-050

La norme NF X 43-050 (Janvier 1996) décrit une méthode de référence, la microscopie électronique à transmission, permettant de déterminer la concentration en fibres d'amiante dans les atmosphères ambiantes. Ce document décrit les procédures de préparation à mettre en œuvre de manière à concentrer les fibres d'amiante et à éliminer les composantes organiques et hydrosolubles éventuellement présentes dans les échantillons.

Il est rappelé dans le texte (p. 4 de la norme) que la méthode présentée ne permet pas « de différencier les fibres individuelles issues d'amphiboles asbestiformes de celles issues d'autres variétés du même minéral amphibole ». Autrement dit, pour une amphibole donnée (ex. : actinolite), cette méthode ne permet pas de différencier les particules minérales allongées correspondant à des fragments de clivage d'actinolite des fibres d'actinolite asbestiforme (actinolite-amiante).

Les caractéristiques morphologiques des fibres comptabilisées sont les suivantes : i) Longueur de la fibre > 0,5 μ m; ii) Diamètre de la fibre < 3 μ m et iii) Rapport d'allongement (Longueur/Diamètre) supérieur à 3. La fibre est définie dans la norme comme « toute particule ayant des bords parallèles sur une partie de sa longueur ou étagés, une longueur minimum de 0,5 μ m et un rapport L/I d'au moins 3... » (p. 24).

3.3. ANALYSES AD-LAB

Les rapports complets rédigés par AD-LAB sont annexés au présent document, Cf. Annexe 1.

Les principaux résultats sont synthétisés dans le tableau ci-après.

n° du			Hauteur	Numéro de	Substratum géologique		Description des matériaux remontés		Résultats des an	alyses Ad-Lab								
ondage	Rue	Emplacement	de fouille cm	l'échantillon	Observé	Supposé (carte géologique)	à la tarière	Amiante détecté	Nature	Туре	Forme	Rapport d'allongement*	Quantité exprimé	Commentaires				
				S1-1			Limon sableux ocre dans lequel sont	Non	-	-	-							
				S1-2			visibles des grains de quartz,	Non	-	-	-							
S1	Rue du colonnel Feracci	Devant l'école	95	S1-3	Non	Eboulis indifférenciés	feldspaths et éléments fins rocheux non identifiables.	Oui	Actinote- amiante	f	semi- asbestiforme	>20	rares fibres	fragments de clivages				
				S1-4			Pas de réaction à l'acide	Non	-	-	-							
				S1-5				Non	-	-	-							
				S2-1			Limons sableux beige à graviers de	Oui	Chrysotile	f	Fibreuse	NA	rares fibres					
	Rue du colonnel			S2-2			schistes noirs quartzeux et de carbonate. Les éléments sont	Non	-	-	-							
S2	Feracci		100	S2-3	Non	Eboulis indifférenciés	anguleux à cassures irrégulières	Non	-	-	-							
				S2-4			La fraction fine réagit à l'acide -> elle est carbonatée	Oui	Trémolite- amiante	f	semi- asbestiforme	14,3	rares fibres	fragments de clivages				
				S3-1			Couche de forme et béton maigre	Non	-	-	-			structures fibri-formes d'actinote - pas d'amiante s.s.				
	Rue du colonnel			S3-2			Sable limoneux beige-marron,	Non										
S3	Feracci		103	S3-3	Non	Eocène détritique	carbonaté. Fragments infra-	Non										
				\$3-4	-		centimétriques rocheux polygéniques.	Oui	Trémolite- amiante	f	semi- asbestiforme	12,5	1 fibre	fragment de clivage				
				S4-1			Couche de forme et béton maigre	Oui	Chrysotile	f	Fibreuse	NA	rares fibres					
	Rue du colonnel			S4-2			sable limoneux ocre foncé – réaction à	Non	-	-	-							
S4	Feracci			98	S4-3	Non	Eocène détritique	l'acide positive mais légère. Fragments centimétriques de grès à	Non	-	-	-						
				S4-4			grains polygéniques.	Non	-	-	-							
				S5-1	S5-1	Non	5-2 Non		Couche de forme et béton maigre	Oui	Trémolite- amiante	f	semi- asbestiforme	10 et au moins 1>20	rares fibres			
	Rue du colonnel			S5-2	Non			Calcaires plus ou moins marmorisés à blocs de socle	on marmorisés à blocs de	Limon argileux gris foncé à fragments - 0.5 cm de schistes noir et quartz. Réaction à l'acide positive.	Non	-	-	-				
S 5	Feracci		100	S5-3							Oui	Trémolite- amiante	g	asbestiforme	16	1 fibre	fragment de clivage	
				S5-4			Reaction a Lacide positive.	Oui	Trémolite- amiante	g	asbestiforme	25	rares fibres	fibres allongées, asbestes				
				S6-1			Couche de forme et béton maigre	Non	-	-	-							
S6	Rue du professeur		102	S6-2	Non	Non	Non	Calcaires plus ou moins marmorisés à blocs de		Matériaux sablo-argileux couleur brique - Réaction à l'acide positive.	Non	-	-	-				
	Santiaggi			S6-3		socle	Rares Fragments infra-centimétrique rocheux polygéniques, anguleux	Oui	Actinote- amiante	g	asbestiforme	30	1 fibre					
				S7-1			Couche de forme et béton maigre	Oui	Trémolite- amiante	g	asbestiforme	24	rares fibres	fines aiguilles, fibres allongées				
								S7-2				Non	-	-	-			
S7	Rue du professeur Santiaggi		100	S7-3	Non	Calcaires plus ou moins marmorisés à blocs de socle	marmorisés à blocs de	marmorisés à blocs de socle hétéro centimétriq	Sable limoneux a grains grossier	Oui	Trémolite- amiante	g	asbestiforme	19	1 fibre	fine aiguille		
				S7-4	-		et il delion carbonatee	Oui	Trémolite- amiante	g	asbestiforme	47,7		Fibre allongée, asbestes				
			S8-1		Couche de forme et béton maigre	Non	-	-	-									
				S8-2				Oui	Trémolite- amiante	f	semi- asbestiforme	8 et >20	rares fibres	fragments de clivage				
\$8	Rue du professeur Santiaggi		100	\$8-3	Non	Alternance schistes et calcaires	Argile sableuse humide brune à ocre. Grains grossiers hétérogènes et fragments centimétriques. Eléments schisteux et fraction carbonatée.	Oui	Trémolite- amiante	g	asbestiforme	31	plusieurs	fines aiguilles, fibres allongées, asbes				
					-		somstean of naction carbonatee.	Oui	Actinote- amiante	g	asbestiforme	37,5	rares fibres	fines aiguilles, fibres allongées, asbestes				

* particules fibriformes issues de la fragmentation de cristaux initialement tridimensionnels

^{*} amiante s.s.

Repérage amiantifère dans les rues : Colonel Ferraci et Professeur Santiaggi – ville de Corte

3.4. COMMENTAIRES SUR LES RÉSULTATS D'ANALYSES AD-LAB

Les données analytiques acquises à partir des échantillons prélevés dans les huit sondages confirment la présence, rare mais régulière, de fibres d'actinolite et de trémolite. Les fibres observées sont assimilables à des fibres d'amiante d'après les critères de la norme NFX 43-050.

La difficulté réside ici dans le fait que quelle que soit leur morphologie initiale, les cristaux d'amphibole, lorsqu'ils sont broyés, peuvent se fragmenter en particules fibriformes dont une fraction peut être assimilée à des fibres d'amiante selon la norme NFX 43-050.

Pour la présente étude, l'utilisation d'une technique d'analyse plus poussée, effectuée sur roche, permet d'apporter des informations complémentaires sur la morphologie des particules identifiées.

Les observations et les analyses réalisées par AD-LAB à partir de échantillons prélevés sur les différents sondages montrent que ces fibres d'amiantes sont extrêmement rares dans les préparations étudiées. Sur quatres des échantillons, une seule fibre a été détectée.

D'autre part, les rares fibres observées ne présentent pas toutes les caractéristiques des fibres asbestiformes au sens de l'EPA (1993). Les rares fibres observées ne sont pas regroupées en faisceaux, ni en masse emmêlées, et ne présentent pas toute la morphologie asbestiforme (cf. tableau 1).

Ces fibres correspondent plutôt à des particules fibriformes issues de la fragmentation de cristaux initialement tridimensionnels, prismatiques ou aciculaires (fragments de clivage), et non pas à des fibres d'amiante (s.s.).

Cela nous conduit à proposer une division des tronçons en 2 zones :

- une zone 1, rue du Colonel Feracci, intégrant les sondages 1 à 4 : les fibres classées amiante détectées correspondent pour la plupart à des fragments de clivage issus du broyage, ou à de rares fibres isolées de chrysotile détectées dans la couche de forme (béton maigre);
- une zone 2, partie sud de la rue du Colonel Feracci, et rue du professeur Santiaggi, intégrant les sondages 5 à 8 où les fibres détectées sont présentes dans ¾ des échantillons analysés et possèdentune morphologie clairement asbestiforme (amiante sensu stricto).

4. Conclusions et recommandations

4.1. CONCLUSIONS

Le contexte environnemental du secteur, fortement urbanisé, induit d'une part un remaniement des premiers mètres de terrain pour les formations géologiques en place, et d'autre part un import probable de matériaux dont l'origine est difficilement traçable.

Hormis la couche de forme qui semble de composition homogène sur l'ensemble des tronçons étudiés, chaque sondage a ensuite recoupé des terrains de composition différente et dont les descriptions correspondent vraisemblablement plus à des déblais-remblais, voire à des terrains importés, qu'aux terrains naturels sous-jacents.

Les observations réalisées sur ces matériaux fragmentés n'ont pas permis d'identifier visuellement la présence de faisceaux de fibres pouvant correspondre à des minéraux amiantifères.

Les échantillons ont donc été prélevés à l'aveugle de manière systématique et régulière sur la hauteur forée en dissociant la couche de forme des terrains sous-jacents.

Les données analytiques acquises à partir des échantillons prélevés dans les huit sondages confirment la présence, rare mais régulière, de fibres d'actinolite et de trémolite. Les fibres observées sont assimilables à des fibres d'amiante d'après les critères de la norme NFX 43-050.

Cela nous conduit à proposer une division des tronçons en 2 zones :

- une zone 1, rue du Colonel Feracci, intégrant les sondages 1 à 4 : les fibres assimilées à des fibres d'amiante semblent correspondre pour la plupart à des fragments de clivage issus du broyage, ou à de rares fibres isolées de chrysotile détectées dans la couche de forme (béton maigre);
- une zone 2, partie sud de la rue du Colonel Feracci, et rue du professeur Santiaggi, intégrant les sondages 5 à 8 où les fibres détectées sont présentes dans ¾ des échantillons analysés et présentent une typologie asbestiforme et seront donc bien de l'amiante sensu stricto.

4.2. CARTE DE SYNTHÈSE

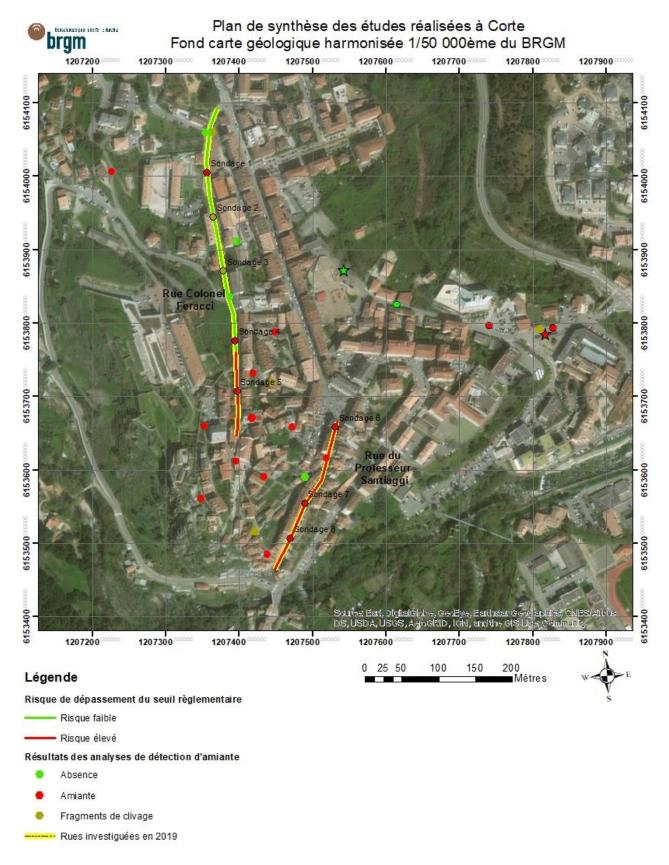


Illustration 12 : Carte de synthèse des données.

4.3. RECOMMANDATIONS

Le tronçon 1 situé rue du Colonel Feracci présentent des fibres qui ne possèdent pas toutes les caractéristiques morphologiques des fibres asbestiformes. Ces fibres apparaissent plutôt issues de la fragmentation de cristaux initialement tridimensionnels, non asbestiformes, lesquels ont d'ailleurs été observés au stéréomicroscope dans les deux échantillons.

Compte tenu de ces éléments, le caractère amiantifère des remblais identifiés dans ce secteur ne peut pas être considéré comme définitivement établi ou susceptible de dépasser le seuil réglementaire.

Le BRGM recommande que des mesures du niveau d'empoussièrement soient faites dans le cadre d'une phase de test impliquant la mise en œuvre des techniques de terrassement susceptibles d'être utilisées lors du chantier.

Ces mesures permettront d'établir un diagnostic fiable sur la capacité de ces remblais à libérer des fibres d'amiante et/ou assimilables à des fibres d'amiante. Si cette capacité est démontrée, il appartiendra au maître d'œuvre de définir des modes opératoires adéquats et de s'assurer que les équipements de protection collective et individuelle sont adaptés au niveau de risque encouru.

Le tronçon 2 situé partie sud de la rue du Colonel Feracci et rue du professeur Santiaggi apparaît donc impacté par la présence régulière de fibres identifiées comme asbestiformes.

Les fibres d'actinolite-amiante et de trémolite-amiante sont décrites comme rares mais sont présentes de manière systématique dans chacun des échantillons prélevés dans cette portion des travaux. Pour ces futurs travaux, la difficulté du chantier réside dans l'évaluation de la proportion de fibres susceptible d'être libérée.

Une phase de test, conduite dans le respect des recommandations précisées dans le guide de prévention (INRS, 2013), permettrait de contrôler la capacité des matériaux à libérer des fibres et à générer des pollutions aériennes significatives.

Le BRGM recommande la réalisation de mesures du niveau d'empoussièrement pour chaque processus de travail. Les résultats permettront d'une part de définir des modes opératoires adéquats pour réduire ou supprimer l'envol de poussières, et d'autre part de choisir les équipements de protection collective et de protection individuelle les plus adaptés.

La mise en œuvre d'un système d'aspersion-brumisation devrait permettre à la fois de réduire l'intensité des agressions physiques sur des fractions de roches susceptibles de libérer des fibres (blocs de métabasaltes) et un abattage continu des poussières.

Annexe 1

Rapport AD-LAB



RapportRoche poussé 19-02a Dossier B2019 04 053V4 (1 sur 3)

Client : Direction régionale du BRGM en Corse Immeuble Agostini Zone Industrielle de Furiani

20 600 BASTIA

Attention: Charlène COUTIN Fax /Email: c.coutin@brgm.fr

Analyse de roche pour la recherche d'amiante réglementaire et autres fibres inorganiques Spécification des trémolite/actinote Microscopie Optique à Lumière Polarisée (MOLP) Microscopie Electronique à Transmission Analytique (META)

Commande client : Cde 216794 **Devis Nº:** A19ADL0030

Réf. client / site de prélèvement : Chantier à Corte

N° dossier d'analyse : B2019 04 053V3 (1 sur 3)

NC2019-04-18: modification du destinataire et de l'adresse Client. NC2019-05-04: correction de la référence de l'échantillon B2019 04 053-32 NC2019-05-10: modifications des résultats dans le tableau 6 de l'échantillon B2019 04 053-20.

A / Objectif

La trémolite-amiante, l'actinote-amiante, l'anthophyllite-amiante, l'amosite et la crocidolite sont des amphiboles amiante.

Ce rapport a pour objectif principal de caractériser, le plus précisément possible, les particules classées comme amphibole amiante si elles sont présentes dans les échantillons, ou d'apporter des informations complémentaires sur les particules allongées qui pourraient être confondues avec des amphiboles amiante. Il s'agit de l'analyse de roches naturelles.

Le laboratoire garantit de donner un résultat positif pour les fibres recherchées si leur teneur dans l'échantillon est supérieure ou égale à 0.1% en masse, selon un intervalle de confiance à 95 %.

Les échantillons ont été prélevés par le client.

Page 1/27 émis le **16/05/19**



RapportRoche poussé 19-02a Dossier B2019 04 053V4 (1 sur 3)

B / Vérification de la nature des particules allongées d'amphibole

Les amphiboles existent dans la nature sous différentes formes : <u>prismatique</u>, <u>aciculaire</u> (en aiguille) et <u>asbestiforme</u>; c'est le cas notamment de la trémolite/actinote (appelée trémolite-amiante / actinote-amiante sous sa forme amiante), la grunérite (appelée grunérite-amiante ou amosite sous forme amiante), la riebeckite (appelée riebeckite-amiante ou crocidolite sous sa forme amiante), l'anthophyllite (appelée anthophyllite-amiante sous sa forme amiante). La classification d'une amphibole comme étant de l'amiante est différente selon que l'on soit carrier géologue, hygiéniste ou médecin. Pour les carriers qui produisent des granulats, seule l'amphibole asbestiforme (classe (c) ou (c') du tableau 1) est considérée comme de l'amiante. Bien que non classées amiante en France, d'autres amphiboles peuvent se rencontrer sous le faciès asbestiformes dans les roches naturelles et peuvent être reconnues comme cancérigènes : il s'agit notamment de l'édénite, la richtérite et la winchite.

La difficulté est que, quel que soit le facies initial, une fois broyées, ces différentes formes d'amphiboles peuvent être classées ou non comme de l'amiante en fonction des méthodes analytiques recommandées par la réglementation du pays. La conséquence est qu'un produit vendu comme ne contenant pas d'amiante peut être classé comme amiantifère après préparation / analyse.

En France la seule méthode de référence de l'identification d'amiante au Microscope Electronique à Transmission Analytique (META) est la <u>norme NF X 43-050</u>. Une observation attentive des particules allongées devrait permettre d'éliminer les particules prismatiques (classe (d) du tableau 1) issues du broyage des amphiboles, en sélectionnant seulement les particules qui ont des bords nettement parallèles ou étagés (norme NF X 43 050 § 3.17). <u>Donc les particules prismatiques ne doivent pas être classées comme amiante en France</u>.

Par contre, il n'est pas possible de différencier seulement avec la norme NF X 43-050 les particules allongées (classe (e) du tableau 1) issues de la fragmentation d'amphibole en général aciculaire, des particules allongées issues d'amphibole semi-asbestiforme et asbestiforme (classe (f) et (g) du tableau 1). En ajoutant les critères de la norme ISO 22262-1 (MOLP et META), les critères pertinents de Van Orden D. R. (« Differentiating Amphibole Asbestos from Non-Asbestos in a complex Mineral Environment » : Indoor and Built Environment », Vol 17, pp 58-68, 2007) et les critères de Langer A.M. (« Electron Microscopical Investigation of Asbestos Fibers », Vol 9, pp 63-80, 1974), il est alors possible dans la plupart des cas de les discriminer.

Les roches peuvent être analysées au MOLP, cependant les fibres les plus fines ne sont pas détectées. La morphologie et la nature des fibres observées sont analysées conformément aux critères de HSG 248 et de l'ISO 22262-1. Si l'analyse est négative ou non concluante au MOLP, l'analyse est poursuivie au META.

Enfin, les analyses sont effectuées selon la procédure interne « ROCHES NATURELLES » et les modes opératoires internes « ROCHES NATURELLES / Analyse MOLP » et « ROCHES NATURELLES / Préparation en vue de leur analyse META ».



RapportRoche poussé 19-02a Dossier B2019 04 053V4 (1 sur 3)

Observation après broyage	Fragment de clivage (d) à bords approximativement parallèles	Fin fragment de clivage fin (e) à bords particllement parallèles	Fibre fine (f) à bords parallèles	Fibre très fine et très longue (g) à bords parallèle
Correspondance avec classification sur la base de l'avis de l'ANSES de décembre 2015 et avril 2017 (PMAI : Particule minérale allongée d'intérêt)	PMAI avec des dimensions OMS*, non fibreuse selon la NF X43-050 et qui est un fragment de clivage, notée fibriforme	PMAI avec des dimensions OMS*, fibreuse selon la NF X43-050 et qui est un fragment de clivage (amiante réglementaire)	PMAI avec des dimensions OMS*, fibreuse selon la NF X43-050 et qui est semi-asbestiforme (amiante réglementaire)	PMAI avec des dimensions OMS*, fibreuse selon la NF X43-050 et qui est asbestiforme (amiante réglementaire)
Origine probable des formes d'amphiboles amiante dans les roches naturelles	Prismatique (a)	Aciculaire (ou en aiguille) (b)	Semi-asbestiforme	Asbestiforme (c)

<u>Tableau 1</u>: Classement des particules selon les observations de M. GERMINE, 1986, Asbestiform and non-asbestiform amphiboles, cadmium, and zinc in quarry samples of marble from Franklin and Sparta, Sussex County, New Jersey: New Jersey Geological Survey Geologic Report 15, 19 p.

C / Préparation des échantillons

Les échantillons sont des *roches naturelles*. Le protocole de la préparation est succinctement décrit cidessous :

- Observation au stéréomicroscope,
- Prélèvement d'un sous-échantillon de roche,
- Broyage manuel mortier-pilon
- Analyse au MOLP (microscope optique à lumière polarisée),
- Mise en eau des particules les plus fines, passage aux ultra-sons et mise en goutte sur des grilles de microscopie électronique pré-carbonées.
- Analyse en META (microscope électronique à transmission équipé d'un analyseur chimique).

Page 3/27

émis le 16/05/19

^{*}Dimensions OMS : Longueur > 5 μ m, diamètre < 3 μ m, rapport longueur/largeur > 3



RapportRoche poussé 19-02a Dossier B2019 04 053V4 (1 sur 3)

D / Analyse

La dimension des particules minérales allongées a été déterminée en microscope électronique à transmission analytique (META). La longueur et la largeur des structures sont données à titre indicatif et ne sont pas systématiquement représentatives de la dimension réelle des fibres dans l'échantillon. En effet, la préparation des échantillons en vue de leur analyse au META inclut une phase de destruction mécanique produisant une fragmentation des fibres et minéraux prismatiques.

La nature fibreuse ou non fibreuse des structures observées, est déterminée conformément aux critères de la norme NF X 43-050. Par conséquent, est classée comme fibre une structure qui répond à la définition suivante : « particule allongée qui a des cotés parallèles ou étagés, ayant un rapport L/l égal ou supérieur à 3 et une longueur minimale de 0,5µm » §3.17. En META, toute autre structure répondant aux critères dimensionnels mais ne présentant pas la morphologie requise est dite fibriforme.

La résistance à la traction et la souplesse des fibres ne peuvent pas être mesurées au META. Ces critères ne sont pas pris en compte.

Seules les fibres citées dans la norme NFX-43 050 sont classées en tant qu'amiante (Chrysotile, trémolite-amiante, actinote-amiante, amosite, crocidolite, anthophyllite-amiante). Cette norme ne prend pas en compte les autres fibres naturelles qui pourraient être dangereuses.

L'IMA (International Mineralogical Association) a publié une classification des amphiboles en 1997, puis en 2004 et 2012. Le classement des fibres en trémolite / actinote est effectué selon l'IMA 12. Néanmoins, la partition dans le diagramme Si apfu versus Mg/(Mg+Fe²⁺), proposée dans l'IMA 78 (mieux adaptée à notre activité) a été préférée pour reporter les compositions chimiques ponctuelles mesurées.

Concernant les spectres ré-équilibrés, il s'agit de la composition chimique de l'amphibole théorique, chimiquement la plus proche de la fibre observée. Cette composition est déterminée à l'aide de la composition chimique brut rentrée dans le logiciel de Locock IMA 12 et ajustée, élément par élément, en fonction des incertitudes de mesure.



RapportRoche poussé 19-02a Dossier B2019 04 053V4 (1 sur 3)

Numéro d'analyse : B 2019 04 053-01

Date d'analyse : 09/04/2019



F	Référence échantillon client	Type d'analyse	Description macroscopique	Détection de l'amiante réglementaire
	S1-1	MOLP+META Broyage manuel mortier-pilon	Fragments de roche millimétriques à centimétriques marron.	Pas d'amiante détecté.

Analyse MOLP:

Pas de structure d'actinote et de trémolite allongée de morphologie prismatique, aciculaire ou fibreuse observée sur les lames minces préparées à partir du broyat d'un sous échantillon (parties pertinentes de l'échantillon sélectionnées sous stéréo-microscope). Pas de fibres de chrysotile observées.

Analyse META: Pas d'amiante détecté. Pas de structures fibreuses et fibriformes de trémolite et actinote observées. Pas d'autres fibres minérales observées.

Page 5/27 émis le 16/05/19



RapportRoche poussé 19-02a Dossier B2019 04 053V4 (1 sur 3)

Numéro d'analyse : B 2019 04 053-02

Date d'analyse : 09/04/2019



Référence échantillon client	Type d'analyse	Description macroscopique	Détection de l'amiante réglementaire
S1-2	MOLP+META Broyage manuel mortier-pilon	Fragments de roche millimétriques à centimétriques marron.	Pas d'amiante détecté.

Analyse MOLP:

Pas de structure d'actinote et de trémolite allongée de morphologie prismatique, aciculaire ou fibreuse observée sur les lames minces préparées à partir du broyat d'un sous échantillon (parties pertinentes de l'échantillon sélectionnées sous stéréo-microscope). Pas de fibres de chrysotile observées.

Analyse META : Pas d'amiante détecté. De rares structures fibriformes de trémolite observées. Pas d'autres fibres minérales observées.



RapportRoche poussé 19-02a Dossier B2019 04 053V4 (1 sur 3)

Numéro d'analyse : B 2019 04 053-03

Date d'analyse : 09/04/2019



Référence échantillon client	Type d'analyse	Description macroscopique	Détection de l'amiante réglementaire
S1-3	MOLP+META Broyage manuel mortier-pilon	Fragments de roche millimétriques à centimétriques marron.	Présence de structures classées en Actinote-Amiante selon la norme NF X 43-050 Origine semi-asbestiforme probable (type f) selon la norme ISO 22262- l et certains critères complémentaires de Van Orden D.R. et Langer A.M.

Analyse MOLP :

Pas de structure d'actinote et de trémolite allongée de morphologie prismatique, aciculaire ou fibreuse observée sur les lames minces préparées à partir du broyat d'un sous échantillon (parties pertinentes de l'échantillon sélectionnées sous stéréo-microscope). Pas de fibres de chrysotile observées.

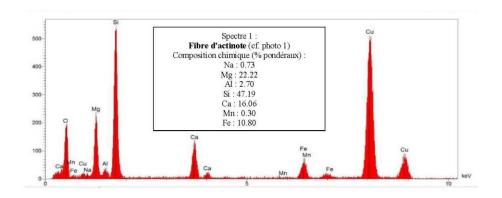
Analyse META: Une fibre d'actinote (Cf. Spectre 1, Photo 1, figure 1 en annexe et §E figure 3) a été détectée. De rares structures fibriformes d'actinote observées.

Pas d'autres fibres minérales observées.

Page 7/27 émis le 16/05/19



RapportRoche poussé 19-02a Dossier B2019 04 053V4 (1 sur 3)



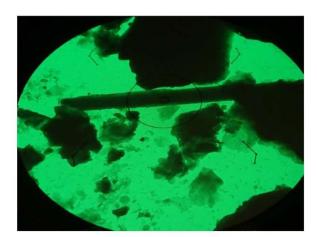


Photo 1 : Fibre d'actinote, vue en META (Grand cercle $5.05\mu m$, petit cercle $0.63\mu m$)

	Critères morphologiques é	tudiés en ¹ MOLP/ ² META
	oui	non
¹ Présence de fibres ayant un rapport L/1>20		X
¹ Découpage en fibrilles		X
¹ Fibres parallèles en faisceaux		x
¹ Faisceaux de fibres s'évasant à leur extrémité		X
¹ Fibres sous la forme de fines aiguilles		X
¹ Masses emmêlées de fibres individuelles		X
¹ Fibres incurvées.		x
2 Au moins une fibre de plus de 5 μ m a un rapport L/1 ≥ 20	x	
² Au moins une fibre de largeur < 0,5μm		X
² Plus de 50% des fibres > 5 μ m ont un rapport L/1 > 5	N	IP

<u>Tableau 2</u> : Critères selon la norme ISO 22262-1. « oui » signifie que le critère a été observé au moins une fois.

Page 8/27



RapportRoche poussé 19-02a Dossier B2019 04 053V4 (1 sur 3)

	Critères complémentaires META *Van Orden D.R.; ** Langer A.M.	
	oui	non
Les deux terminaisons sont perpendiculaires*	X	
Le diagramme de diffraction montre des figures de maclage *		X
Les fibres ont des bords francs et diffractants *		x
Les fibres ont des sous structures obliques opaques aux électrons**		NP

NP = non probant

Tableau 3 : Critères complémentaires. « oui » signifie que le critère a été observé au moins une fois.

D'après les critères de la norme ISO 22262-1 (tableau 2, ci-dessus) et certains critères complémentaires (cf. tableau 3, ci-dessus), les fibres de trémolite observées ont probablement une origine semi-asbestiforme.



RapportRoche poussé 19-02a Dossier B2019 04 053V4 (1 sur 3)

Numéro d'analyse : B 2019 04 053-04

Date d'analyse : 09/04/2019



Référence échantillon client	Type d'analyse	Description macroscopique	Détection de l'amiante réglementaire
S1-4	MOLP+META Broyage manuel mortier-pilon	Fragments de roche millimétriques à centimétriques marron.	Pas d'amiante détecté.

Analyse MOLP:

Pas de structure d'actinote et de trémolite allongée de morphologie prismatique, aciculaire ou fibreuse observée sur les lames minces préparées à partir du broyat d'un sous échantillon (parties pertinentes de l'échantillon sélectionnées sous stéréo-microscope). Pas de fibres de chrysotile observées.

Analyse META: Pas d'amiante détecté. Pas de structures fibreuses et fibriformes de trémolite et actinote observées. Pas d'autres fibres minérales observées.



RapportRoche poussé 19-02a Dossier B2019 04 053V4 (1 sur 3)

Numéro d'analyse : B 2019 04 053-05

Date d'analyse : 09/04/2019



Référence échantillon client	Type d'analyse	Description macroscopique	Détection de l'amiante réglementaire
S1-5	MOLP+META Broyage manuel mortier-pilon	Fragments de roche millimétriques à centimétriques marron.	Pas d'amiante détecté.

Analyse MOLP:

Pas de structure d'actinote et de trémolite allongée de morphologie prismatique, aciculaire ou fibreuse observée sur les lames minces préparées à partir du broyat d'un sous échantillon (parties pertinentes de l'échantillon sélectionnées sous stéréo-microscope). Pas de fibres de chrysotile observées.

Analyse META: Pas d'amiante détecté. Pas de structures fibreuses et fibriformes de trémolite et actinote observées. Pas d'autres fibres minérales observées.

Page 11/27 émis le 16/05/19



RapportRoche poussé 19-02a Dossier B2019 04 053V4 (1 sur 3)

Numéro d'analyse : B 2019 04 053-06

Date d'analyse : 09/04/2019



Référence échantillon client	Type d'analyse	Description macroscopique	Détection de l'amiante réglementaire
S2-1	MOLP+META Broyage manuel mortier-pilon	Fragments de roche millimétriques à centimétriques gris.	Présence de structures classées en Chrysotile selon la norme NF X 43-050

Analyse MOLP:

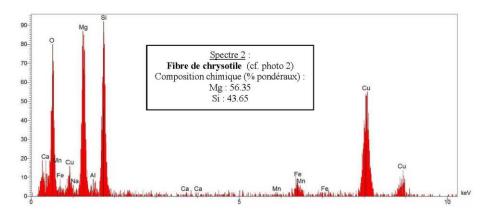
Pas de structure d'actinote et de trémolite allongée de morphologie prismatique, aciculaire ou fibreuse observée sur les lames minces préparées à partir du broyat d'un sous échantillon (parties pertinentes de l'échantillon sélectionnées sous stéréo-microscope). Pas de fibres de chrysotile observées.

Analyse META: De rares fibres de chrysotile (Cf. Spectre 2, Photo 2) ont été détectées. Pas de trémolites/actinotes fibreuses ou fibriformes observées.

Pas d'autres fibres minérales observées.



RapportRoche poussé 19-02a Dossier B2019 04 053V4 (1 sur 3)



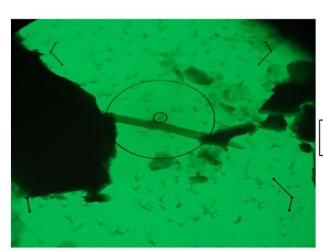


Photo 2 : Fibre de chrysotile, vue en META (Grand cercle 3.06 μm , petit cercle 0.38 μm

Page 13/27 émis le **16/05/19**



RapportRoche poussé 19-02a Dossier B2019 04 053V4 (1 sur 3)

Numéro d'analyse : B 2019 04 053-07

Date d'analyse : 09/04/2019



Référence échantillon client	Type d'analyse	Description macroscopique	Détection de l'amiante réglementaire
S2-2	MOLP+META Broyage manuel mortier-pilon	Fragments de roche millimétriques à centimétriques gris.	Pas d'amiante détecté.

Analyse MOLP:

Pas de structure d'actinote et de trémolite allongée de morphologie prismatique, aciculaire ou fibreuse observée sur les lames minces préparées à partir du broyat d'un sous échantillon (parties pertinentes de l'échantillon sélectionnées sous stéréo-microscope). Pas de fibres de chrysotile observées.

Analyse META: Pas d'amiante détecté. Pas de structures fibreuses et fibriformes de trémolite et actinote observées. Pas d'autres fibres minérales observées.



RapportRoche poussé 19-02a Dossier B2019 04 053V4 (1 sur 3)

Numéro d'analyse : B 2019 04 053-08

Date d'analyse : 09/04/2019



Référence échantillon client	Type d'analyse	Description macroscopique	Détection de l'amiante réglementaire
S2-3	MOLP+META Broyage manuel mortier-pilon	Fragments de roche millimétriques à centimétriques marron.	Pas d'amiante détecté.

Analyse MOLP:

Pas de structure d'actinote et de trémolite allongée de morphologie prismatique, aciculaire ou fibreuse observée sur les lames minces préparées à partir du broyat d'un sous échantillon (parties pertinentes de l'échantillon sélectionnées sous stéréo-microscope). Pas de fibres de chrysotile observées.

Analyse META: Pas d'amiante détecté. Pas de structures fibreuses et fibriformes de trémolite et actinote observées. Pas d'autres fibres minérales observées.

Page 15/27 émis le 16/05/19



RapportRoche poussé 19-02a Dossier B2019 04 053V4 (1 sur 3)

Numéro d'analyse : B 2019 04 053-09





Référence échantillon client	Type d'analyse	Description macroscopique	Détection de l'amiante réglementaire
S2-4	MOLP+META Broyage manuel mortier-pilon	Fragments de roche millimétriques à centimétriques noirs.	Présence de structures classées en Trémolite-Amiante selon la norme NF X 43-050 Origine semi-asbestiforme probable (type f) selon la norme ISO 22262- 1 et certains critères complémentaires de Van Orden D.R. et Langer A.M.

Analyse MOLP:

Pas de structure d'actinote et de trémolite allongée de morphologie prismatique, aciculaire ou fibreuse observée sur les lames minces préparées à partir du broyat d'un sous échantillon (parties pertinentes de l'échantillon sélectionnées sous stéréo-microscope). Pas de fibres de chrysotile observées.

Analyse META: Une fibre de trémolite (Cf. Spectre 3, Photo 3, figure 1 en annexe et §E figure 3) a été détectée Pas de structures fibriformes d'actinote ou de trémolite observées.

Pas d'autres fibres minérales observées.



RapportRoche poussé 19-02a Dossier B2019 04 053V4 (1 sur 3)

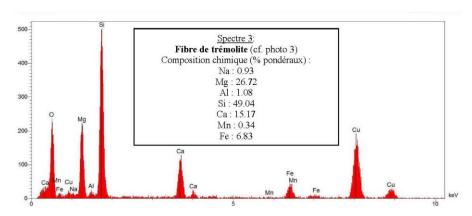




Photo 3 : **Fibre de trémolite**, vue en META Longueur 10 μm, largeur 0.7 μm (Grand cercle 3.84 μm, petit cercle 0.48 μm

	Critères morphologiques étudiés en ¹ MOLP/ ² MET.	
	oui	non
¹ Présence de fibres ayant un rapport L/1 >20		X
¹ Découpage en fibrilles		x
¹ Fibres parallèles en faisceaux		X
¹ Faisceaux de fibres s'évasant à leur extrémité		X
¹ Fibres sous la forme de fines aiguilles		X
¹ Masses emmêlées de fibres individuelles		X
¹ Fibres incurvées.		X
2 Au moins une fibre de plus de 5 μ m a un rapport L/1 ≥ 20	X	
² Au moins une fibre de largeur < 0,5μm	х	
² Plus de 50% des fibres > 5μm ont un rapport L/l > 5	ì	NP

<u>Tableau 4</u> : Critères selon la norme ISO 22262-1. « oui » signifie que le critère a été observé au moins une fois.

Page 17/27



RapportRoche poussé 19-02a Dossier B2019 04 053V4 (1 sur 3)

	Critères complémentaires META *Van Orden D.R.; ** Langer A.M.	
	oui	non
Les deux terminaisons sont perpendiculaires*	х	
Le diagramme de diffraction montre des figures de maclage *		x
Les fibres ont des bords francs et diffractants *		x
Les fibres ont des sous structures obliques opaques aux électrons**	•	NP

NP = non probant

 $\underline{Tableau\ 5}: Critères\ complémentaires.\ «\ oui\ »\ signifie\ que\ le\ critère\ a\ été\ observé\ au\ moins\ une\ fois.$

D'après les critères de la norme ISO 22262-1 (tableau 4, ci-dessus) et certains critères complémentaires (cf. tableau 5, ci-dessus), les fibres de trémolite observées ont probablement une origine semi-asbestiforme.



RapportRoche poussé 19-02a Dossier B2019 04 053V4 (1 sur 3)

Numéro d'analyse : B 2019 04 053-10

Date d'analyse : 09/04/2019



Référence échantillon client	Type d'analyse	Description macroscopique	Détection de l'amiante réglementaire
S3-1	MOLP+META Broyage manuel mortier-pilon	Fragments de roche millimétriques à centimétriques gris.	Pas d'amiante détecté.

Analyse MOLP:

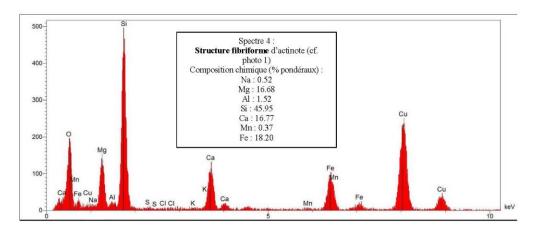
Pas de structure d'actinote et de trémolite allongée de morphologie prismatique, aciculaire ou fibreuse observée sur les lames minces préparées à partir du broyat d'un sous échantillon (parties pertinentes de l'échantillon sélectionnées sous stéréo-microscope). Pas de fibres de chrysotile observées.

Analyse META: Pas d'amiante détecté. De rares structures fibriformes d'actinote observées (Cf. Spectre 4, Photo 4).

Pas d'autres fibres minérales observées.



RapportRoche poussé 19-02a Dossier B2019 04 053V4 (1 sur 3)



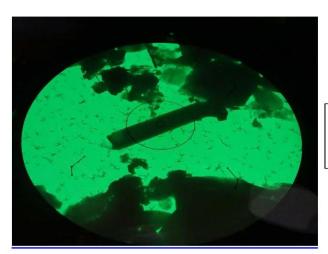


Photo 4 : Structure fibriforme d'actinote, vue en META Longueur 5.1 μ m, largeur 0.9 μ m (Grand cercle 3.06 μ m, petit cercle 0.38 μ m

Page 20/27



RapportRoche poussé 19-02a Dossier B2019 04 053V4 (1 sur 3)

Numéro d'analyse : B 2019 04 053-11

Date d'analyse : 09/04/2019



Référence échantillon client	Type d'analyse	Description macroscopique	Détection de l'amiante réglementaire
S3-2	MOLP+META Broyage manuel mortier-pilon	Fragments de roche millimétriques à centimétriques marron.	Pas d'amiante détecté.

Analyse MOLP:

Pas de structure d'actinote et de trémolite allongée de morphologie prismatique, aciculaire ou fibreuse observée sur les lames minces préparées à partir du broyat d'un sous échantillon (parties pertinentes de l'échantillon sélectionnées sous stéréo-microscope). Pas de fibres de chrysotile observées.

Analyse META: Pas d'amiante détecté. Pas de structures fibreuses et fibriformes de trémolite et actinote observées. Pas d'autres fibres minérales observées.

Page 21/27 émis le 16/05/19



RapportRoche poussé 19-02a Dossier B2019 04 053V4 (1 sur 3)

Numéro d'analyse : B 2019 04 053-12

Date d'analyse : 09/04/2019



Référence échantillon client	Type d'analyse	Description macroscopique	Détection de l'amiante réglementaire
S3-3	MOLP+META Broyage manuel mortier-pilon	Fragments de roche millimétriques à centimétriques marron.	Pas d'amiante détecté.

Analyse MOLP:

Pas de structure d'actinote et de trémolite allongée de morphologie prismatique, aciculaire ou fibreuse observée sur les lames minces préparées à partir du broyat d'un sous échantillon (parties pertinentes de l'échantillon sélectionnées sous stéréo-microscope). Pas de fibres de chrysotile observées.

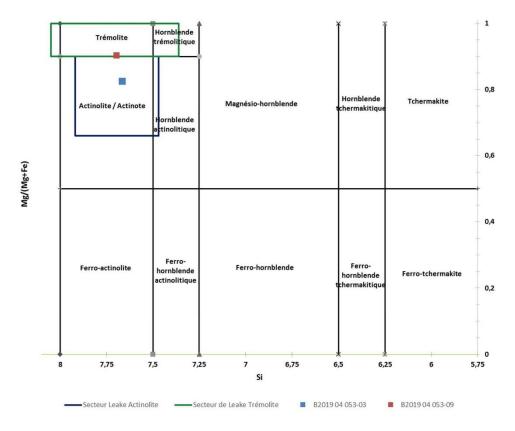
Analyse META: Pas d'amiante détecté. Pas de structures fibreuses et fibriformes de trémolite et actinote observées. Pas d'autres fibres minérales observées.

Page 22/27 émis le 16/05/19



RapportRoche poussé 19-02a Dossier B2019 04 053V4 (1 sur 3)

ANNEXE:



<u>Figure 1</u>: Diagramme de classification chimiques des amphiboles, avec Si en fonction de Mg/(Mg+Fe), IMA 97. Les noms des minéraux « Hornblende trémolitique », « Hornblende actinolitique » et « Ferro-hornblende actinolitique » de l'IMA 78 ont été conservés car mieux adaptés à notre activité.

En rouge figure la moyenne des mesures sur un standard **NIST SRM 1867** d'actinote-amiante et d'un standard de trémolite-amiante analysés sur le(s) microscope(s) électronique(s) à transmission utilisé(s) à l'analyse.

Les secteurs en bleu et vert ont été déterminés à partir de mesures effectuées sur un standard **NIST SRM 1867** d'actinote-amiante et d'un standard **NIST SRM 1867** de trémolite-amiante analysés sur le(s) microscope(s) électronique(s) à transmission utilisé(s) à l'analyse.

Seules les fibres analysées présentant les mêmes éléments chimiques que la trémolite / actinote ont été reportées.

<u>NB</u>: Attention, les calculs ont été faits comme si les particules étaient des amphiboles, alors que ce n'est peut-être pas le cas pour toutes les particules. Aussi, lorsqu'on est en dehors du champ de la trémolite ou de l'actinote, le nom du minéral correspondant au secteur dans lequel est situé le point de la particule observée n'est pas à prendre en compte.

Page 23/27 émis le 16/05/19



RapportRoche poussé 19-02a Dossier B2019 04 053V4 (1 sur 3)

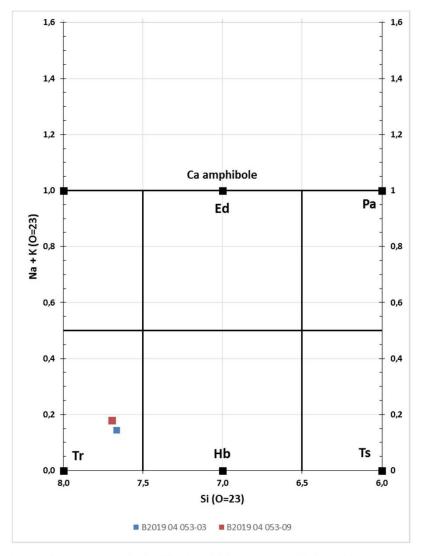


Figure 2 : Diagramme de classification chimique des amphiboles calciques contenant du sodium, $ED = p\hat{o}$ le édénite.

Page 24/27



RapportRoche poussé 19-02a Dossier B2019 04 053V4 (1 sur 3)

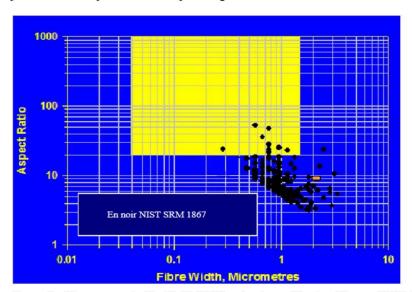
E / Positionnement dans le diagramme de Chatfield

• L'échantillon B2019 04 053-03 a produit des fibres classées comme actinote-amiante selon la norme NF X 43 050. La largeur et le rapport longueur/largeur des fibres d'amiante observées ont été reportés dans le diagramme de Chatfield (2008, cf. figure 3 ci-dessous).

On constate que:

1/ L'échantillon B2019 04 053-03 présente une fibre d'actinote-amiante qui tombe soit dans le champ couvert par les points en noir du standard d'actinote-amiante NIST SRM 1867, soit dans le prolongement de ce champ.

2/ La fibre d'actinote-amiante observée dans l'échantillon B2019 04 053-03 ne tombe pas dans la zone jaune caractéristique des fibres les plus dangereuses.



<u>Figure 3</u>: Diagramme de Chatfield (2008), selon le modèle de référence NIST SRM 1867 concernant l'actinote-amiante

Echantillon B2019 04 053-03



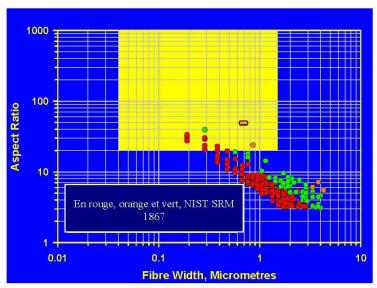
RapportRoche poussé 19-02a Dossier B2019 04 053V4 (1 sur 3)

• L'échantillon B2019 04 053-09 a produit une fibre classée comme trémolite-amiante selon la norme NF X 43 050. La largeur et le rapport longueur/largeur des fibres d'amiante observées ont été reportés dans le diagramme de Chatfield (2008, cf. figure 3 ci-dessous).

On constate que:

1/ Les échantillons B2019 04 053-09 présente une fibre de trémolite-amiante qui tombe soit dans le champ couvert par les points en rouge, vert et orange du standard de trémolite-amiante NIST SRM 1867, soit dans le prolongement de ce champ.

2/ La fibre de trémolite-amiante observée dans l'échantillon B2019 04 053-21 tombe dans la zone jaune caractéristique des fibres les plus dangereuses.



<u>Figure 4</u>: Diagramme de Chatfield (2008), selon le modèle de référence NIST SRM 1867 concernant la trémolite-amiante

Echantillon B2019 04 053-09



RapportRoche poussé 19-02a Dossier B2019 04 053V4 (1 sur 3)

Conclusion

L'échantillon B2019 04 053-03 a libéré après broyage une fibre classée comme de l'actinote-amiante selon la norme NFX 43-050.

L'échantillon B2019 04 053-09 a libéré après broyage une fibre classée comme de la trémolite-amiante selon la norme NFX 43-050.

Aux vues des observations réalisées de façon microscopique sous stéréo-microscope, en MOLP et META, et selon la norme NF ISO 22262-1, les critères complémentaires de Van Orden D.R., de Langer A.M et le classement selon l'IMA 97, nous nous trouvons probablement :

- Dans le cas f (voir Figure 1) pour les échantillons B2019 04 053-03 et -09, c'est-à-dire en présence de fibres d'actinote et de trémolite d'origine semi-asbestiforme.

L'échantillon B2019 04 053-06 présente des fibres classées comme chrysotile selon la norme NF X43-050.

Analyste MOLP : Yann LAPEYRE

Analyste META: Eileen GUTTLER p. O. M

L'accréditation du COFRAC atteste de la compétence des laboratoires pour les seuls essais couverts par l'accréditation. Le résultat concerne uniquement l'échantillon soumis à essais. La reproduction de ce rapport d'essai n'est autorisée que sous sa forme intégrale.

ACCREDITATION 1-6025 PORTEE DISPONIBLE SUR WWW.COFRAC.FR



Page 27/27 émis le 16/05/19



RapportRoche poussé 19-02a Dossier B2019 04 053V4 (2 sur 3)

Client : Direction régionale du BRGM en Corse Immeuble Agostini Zone Industrielle de Furiani 20 600 BASTIA

Attention: Charlène COUTIN Fax /Email: c.coutin@brgm.fr

Analyse de roche pour la recherche d'amiante réglementaire et autres fibres inorganiques Spécification des trémolite/actinote Microscopie Optique à Lumière Polarisée (MOLP) Microscopie Electronique à Transmission Analytique (META)

Commande client : Cde 216794 **Devis N°:** A19ADL0030

Réf. client / site de prélèvement : Chantier à Corte

N° dossier d'analyse : B2019 04 053V3 (2 sur 3)

NC2019-04-18: modification du destinataire et de l'adresse Client. NC2019-05-04: correction de la référence de l'échantillon B2019 04 053-32 NC2019-05-10: modifications des résultats dans le tableau 6 de l'échantillon B2019 04 053-20.

A / Objectif

La trémolite-amiante, l'actinote-amiante, l'anthophyllite-amiante, l'amosite et la crocidolite sont des amphiboles amiante.

Ce rapport a pour objectif principal de caractériser, le plus précisément possible, les particules classées comme amphibole amiante si elles sont présentes dans les échantillons, ou d'apporter des informations complémentaires sur les particules allongées qui pourraient être confondues avec des amphiboles amiante. Il s'agit de l'analyse de roches naturelles.

Le laboratoire garantit de donner un résultat positif pour les fibres recherchées si leur teneur dans l'échantillon est supérieure ou égale à 0.1% en masse, selon un intervalle de confiance à 95 %.

Les échantillons ont été prélevés par le client.

Page 1/27 émis le 16/05/2019



RapportRoche poussé 19-02a Dossier B2019 04 053V4 (2 sur 3)

B / Vérification de la nature des particules allongées d'amphibole

Les amphiboles existent dans la nature sous différentes formes : <u>prismatique</u>, <u>aciculaire</u> (en aiguille) et <u>asbestiforme</u>; c'est le cas notamment de la trémolite/actinote (appelée trémolite-amiante / actinote-amiante sous sa forme amiante), la grunérite (appelée grunérite-amiante ou amosite sous forme amiante), la riebeckite (appelée riebeckite-amiante ou crocidolite sous sa forme amiante), l'anthophyllite (appelée anthophyllite-amiante sous sa forme amiante). La classification d'une amphibole comme étant de l'amiante est différente selon que l'on soit carrier géologue, hygiéniste ou médecin. Pour les carriers qui produisent des granulats, seule l'amphibole asbestiforme (classe (c) ou (c') du tableau 1) est considérée comme de l'amiante. Bien que non classées amiante en France, d'autres amphiboles peuvent se rencontrer sous le faciès asbestiformes dans les roches naturelles et peuvent être reconnues comme cancérigènes : il s'agit notamment de l'édénite, la richtérite et la winchite.

La difficulté est que, quel que soit le facies initial, une fois broyées, ces différentes formes d'amphiboles peuvent être classées ou non comme de l'amiante en fonction des méthodes analytiques recommandées par la réglementation du pays. La conséquence est qu'un produit vendu comme ne contenant pas d'amiante peut être classé comme amiantifère après préparation / analyse.

En France la seule méthode de référence de l'identification d'amiante au Microscope Electronique à Transmission Analytique (META) est la <u>norme NF X 43-050</u>. Une observation attentive des particules allongées devrait permettre d'éliminer les particules prismatiques (classe (d) du tableau 1) issues du broyage des amphiboles, en sélectionnant seulement les particules qui ont des bords nettement parallèles ou étagés (norme NF X 43 050 § 3.17). <u>Donc les particules prismatiques ne doivent pas être classées comme amiante</u> en France.

Par contre, il n'est pas possible de différencier seulement avec la norme NF X 43-050 les particules allongées (classe (e) du tableau 1) issues de la fragmentation d'amphibole en général aciculaire, des particules allongées issues d'amphibole semi-asbestiforme et asbestiforme (classe (f) et (g) du tableau 1). En ajoutant les critères de la norme ISO 22262-1 (MOLP et META), les critères pertinents de Van Orden D. R. (« Differentiating Amphibole Asbestos from Non-Asbestos in a complex Mineral Environment » : Indoor and Built Environment », Vol 17, pp 58-68, 2007) et les critères de Langer A.M. (« Electron Microscopical Investigation of Asbestos Fibers », Vol 9, pp 63-80, 1974), il est alors possible dans la plupart des cas de les discriminer.

Les roches peuvent être analysées au MOLP, cependant les fibres les plus fines ne sont pas détectées. La morphologie et la nature des fibres observées sont analysées conformément aux critères de HSG 248 et de l'ISO 22262-1. Si l'analyse est négative ou non concluante au MOLP, l'analyse est poursuivie au META.

Enfin, les analyses sont effectuées selon la procédure interne «ROCHES NATURELLES » et les modes opératoires internes «ROCHES NATURELLES / Analyse MOLP » et «ROCHES NATURELLES / Préparation en vue de leur analyse META ».

Page 2/27 émis le 16/05/2019



RapportRoche poussé 19-02a Dossier B2019 04 053V4 (2 sur 3)

Observation après broyage	Fragment de clivage (d) à bords approximativement parallèles	Fin fragment de clivage fin (e) à bords partiellement parallèles	Fibre fine (f) à bords parallèles	Fibre très fine et très longue (g) à bords parallèle
Correspondance avec classification sur la base de l'avis de l'ANSES de décembre 2015 et avril 2017 (PMAI : Particule minérale allongée d'intérêt)	PMAI avec des dimensions OMS*, non fibreuse selon la NF X43-050 et qui est un fragment de clivage, notée fibriforme	PMAI avec des dimensions OMS*, fibreuse selon la NF X43-050 et qui est un fragment de clivage (amiante réglementaire)	PMAI avec des dimensions OMS*, fibreuse selon la NF X43-050 et qui est semi-asbestiforme (amiante réglementaire)	PMAI avec des dimensions OMS*, fibreuse <u>selon la NF X43-050</u> et qui est asbestiforme (amiante réglementaire)
Origine probable des formes d'amphiboles amiante dans les roches naturelles	Prismatique (a)	Aciculaire (ou en aiguille) (b)	Semi-asbestiforme	Asbestiforme (c)

<u>Tableau 1</u>: Classement des particules selon les observations de M. GERMINE, 1986, Asbestiform and non-asbestiform amphiboles, cadmium, and zinc in quarry samples of marble from Franklin and Sparta, Sussex County, New Jersey: New Jersey Geological Survey Geologic Report 15, 19 p.

C / Préparation des échantillons

Les échantillons sont des roches naturelles. Le protocole de la préparation est succinctement décrit cidessous :

- Observation au stéréomicroscope,
- Prélèvement d'un sous-échantillon de roche,
- Broyage manuel mortier-pilon
- Analyse au MOLP (microscope optique à lumière polarisée),
- Mise en eau des particules les plus fines, passage aux ultra-sons et mise en goutte sur des grilles de microscopie électronique pré-carbonées.
- Analyse en META (microscope électronique à transmission équipé d'un analyseur chimique).

^{*}Dimensions OMS : Longueur > 5 μ m, diamètre < 3 μ m, rapport longueur/largeur > 3



RapportRoche poussé 19-02a Dossier B2019 04 053V4 (2 sur 3)

D / Analyse

La dimension des particules minérales allongées a été déterminée en microscope électronique à transmission analytique (META). La longueur et la largeur des structures sont données à titre indicatif et ne sont pas systématiquement représentatives de la dimension réelle des fibres dans l'échantillon. En effet, la préparation des échantillons en vue de leur analyse au META inclut une phase de destruction mécanique produisant une fragmentation des fibres et minéraux prismatiques.

La nature fibreuse ou non fibreuse des structures observées, est déterminée conformément aux critères de la norme NF X 43-050. Par conséquent, est classée comme fibre une structure qui répond à la définition suivante : « particule allongée qui a des cotés parallèles ou étagés, ayant un rapport L/l égal ou supérieur à 3 et une longueur minimale de 0,5µm » §3.17. En META, toute autre structure répondant aux critères dimensionnels mais ne présentant pas la morphologie requise est dite fibriforme.

La résistance à la traction et la souplesse des fibres ne peuvent pas être mesurées au META. Ces critères ne sont pas pris en compte.

Seules les fibres citées dans la norme NFX-43 050 sont classées en tant qu'amiante (Chrysotile, trémolite-amiante, actinote-amiante, amosite, crocidolite, anthophyllite-amiante). Cette norme ne prend pas en compte les autres fibres naturelles qui pourraient être dangereuses.

L'IMA (International Mineralogical Association) a publié une classification des amphiboles en 1997, puis en 2004 et 2012. Le classement des fibres en trémolite / actinote est effectué selon l'IMA 12. Néanmoins, la partition dans le diagramme Si apfu versus Mg/(Mg+Fe²⁺), proposée dans l'IMA 78 (mieux adaptée à notre activité) a été préférée pour reporter les compositions chimiques ponctuelles mesurées.

Concernant les spectres ré-équilibrés, il s'agit de la composition chimique de l'amphibole théorique, chimiquement la plus proche de la fibre observée. Cette composition est déterminée à l'aide de la composition chimique brut rentrée dans le logiciel de Locock IMA 12 et ajustée, élément par élément, en fonction des incertitudes de mesure.

Page 4/27 émis le 16/05/2019



RapportRoche poussé 19-02a Dossier B2019 04 053V4 (2 sur 3)

Numéro d'analyse : B 2019 04 053-13

Date d'analyse : 09/04/2019



Référence échantillon client	Type d'analyse	Description macroscopique	Détection de l'amiante réglementaire
S3-4	MOLP+META Broyage manuel mortier-pilon	Fragments de roche millimétriques à centimétriques gris.	Présence de structures classées en Trémolite-Amiante selon la norme NF X 43-050 Origine semi-asbestiforme probable (type f) selon la norme ISO 22262- 1 et certains critères complémentaires de Van Orden D.R. et Langer A.M.

Analyse MOLP:

Pas de structure d'actinote et de trémolite allongée de morphologie prismatique, aciculaire ou fibreuse observée sur les lames minces préparées à partir du broyat d'un sous échantillon (parties pertinentes de l'échantillon sélectionnées sous stéréo-microscope). Pas de fibres de chrysotile observées.

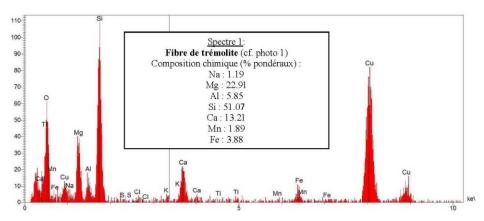
Analyse META:

Une fibre de trémolite (Cf. Spectre 1, Photo 1, figure 1 en annexe et §E figure 3) a été détectée. Pas de structures fibreuses et fibriformes de trémolite et actinote observées. Pas d'autres fibres minérales observées.

Page 5/27



RapportRoche poussé 19-02a Dossier B2019 04 053V4 (2 sur 3)



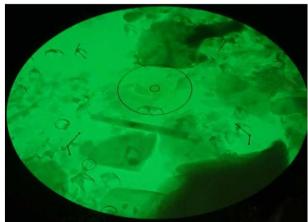


Photo 1 : Fibre de trémolite, vue en META Longueur 2.5 μ m, largeur 0.2 μ m (Grand cercle 3.84 μ m, petit cercle 0.48 μ m

	Critères morphologiques étudiés en ¹ MOLP/ ² ME	
	oui	non
¹ Présence de fibres ayant un rapport L/1 >20		X
¹ Découpage en fibrilles		X
¹ Fibres parallèles en faisceaux		X
¹ Faisceaux de fibres s'évasant à leur extrémité		X
¹ Fibres sous la forme de fines aiguilles		X
¹ Masses emmêlées de fibres individuelles		X
Fibres incurvées.		X
2 Au moins une fibre de plus de 5 μ m a un rapport L/1 ≥ 20		X
² Au moins une fibre de largeur < 0,5μm		X
² Plus de 50% des fibres > 5μm ont un rapport L/l > 5	N	NP

<u>Tableau 2</u> : Critères selon la norme ISO 22262-1. « oui » signifie que le critère a été observé au moins une fois.

Page 6/27



RapportRoche poussé 19-02a Dossier B2019 04 053V4 (2 sur 3)

	Critères complémentaires META *Van Orden D.R.; ** Langer A.M.	
	oui	non
Les deux terminaisons sont perpendiculaires*	х	
Le diagramme de diffraction montre des figures de maclage *		x
Les fibres ont des bords francs et diffractants *	x	
Les fibres ont des sous structures obliques opaques aux électrons**		NP

NP = non probant

<u>Tableau 3</u>: Critères complémentaires. « oui » signifie que le critère a été observé au moins une fois.

D'après les critères de la norme ISO 22262-1 (tableau 2, ci-dessus) et certains critères complémentaires (cf. tableau 3, ci-dessus), les fibres de trémolite observées ont probablement une origine semi-asbestiforme.



RapportRoche poussé 19-02a Dossier B2019 04 053V4 (2 sur 3)

Numéro d'analyse : B 2019 04 053-14

Date d'analyse: 09/04/2019



Référence échantillon client	Type d'analyse	Description macroscopique	Détection de l'amiante réglementaire
S4-1	MOLP+META Broyage manuel mortier-pilon	Fragments de roche millimétriques à centimétriques marron.	Présence de structures classées en Chrysotile selon la norme NF X 43-050

Analyse MOLP : Chrysotile détecté.

Pas de structure d'actinote et de trémolite allongée de morphologie prismatique, aciculaire ou fibreuse observée sur les lames minces préparées à partir du broyat d'un sous-échantillon (parties pertinentes de l'échantillon sélectionnées sous stéréo-microscope).

Environ 0,1% de fibres de chrysotile a été observé.

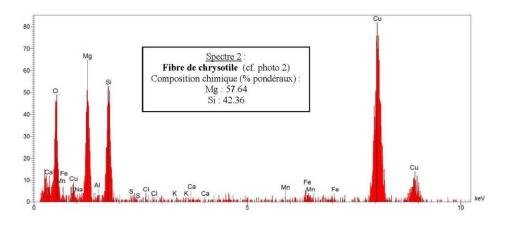
Analyse META: De rares fibres de chrysotile (Cf. Spectre 2, Photo 2) ont été détectées. Pas de trémolites/actinotes fibreuses ou fibriformes observées.

Pas d'autres fibres minérales observées.

Page 8/27 émis le 16/05/2019



RapportRoche poussé 19-02a Dossier B2019 04 053V4 (2 sur 3)



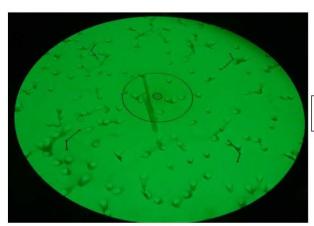


Photo 2 : Fibre de chrysotile, vue en META (Grand cercle 3.06 μm , petit cercle 0.38 μm

Page 9/27



RapportRoche poussé 19-02a Dossier B2019 04 053V4 (2 sur 3)

Numéro d'analyse : B 2019 04 053-15

Date d'analyse : 09/04/2019



Référence échantillon client	Type d'analyse	Description macroscopique	Détection de l'amiante réglementaire
S4-2	MOLP+META Broyage manuel mortier-pilon	Fragments de roche millimétriques à centimétriques marron.	Pas d'amiante détectée.

Analyse MOLP:

Pas de structure d'actinote et de trémolite allongée de morphologie prismatique, aciculaire ou fibreuse observée sur les lames minces préparées à partir du broyat d'un sous échantillon (parties pertinentes de l'échantillon sélectionnées sous stéréo-microscope). Pas de fibres de chrysotile observées.

Analyse META: Pas d'amiante détecté. Pas de structures fibreuses et fibriformes de trémolite et actinote observées. Pas d'autres fibres minérales observées.

Page 10/27 émis le 16/05/2019



RapportRoche poussé 19-02a Dossier B2019 04 053V4 (2 sur 3)

Numéro d'analyse : B 2019 04 053-16

Date d'analyse: 09/04/2019



Référence échantillon client	Type d'analyse	Description macroscopique	Détection de l'amiante réglementaire
S4-3	MOLP+META Broyage manuel mortier-pilon	Fragments de roche millimétriques à centimétriques marron.	Pas d'amiante détectée.

Analyse MOLP:

Pas de structure d'actinote et de trémolite allongée de morphologie prismatique, aciculaire ou fibreuse observée sur les lames minces préparées à partir du broyat d'un sous échantillon (parties pertinentes de l'échantillon sélectionnées sous stéréo-microscope). Pas de fibres de chrysotile observées.

Analyse META: Pas d'amiante détecté. Pas de structures fibreuses et fibriformes de trémolite et actinote observées. Pas d'autres fibres minérales observées.

Page 11/27 émis le 16/05/2019



RapportRoche poussé 19-02a Dossier B2019 04 053V4 (2 sur 3)

Numéro d'analyse : B 2019 04 053-17

Date d'analyse : 09/04/2019



Référence échantillon client	Type d'analyse	Description macroscopique	Détection de l'amiante réglementaire
S4-4	MOLP+META Broyage manuel mortier-pilon	Fragments de roche millimétriques à centimétriques marron.	Pas d'amiante détecté.

Analyse MOLP:

Pas de structure d'actinote et de trémolite allongée de morphologie prismatique, aciculaire ou fibreuse observée sur les lames minces préparées à partir du broyat d'un sous échantillon (parties pertinentes de l'échantillon sélectionnées sous stéréo-microscope). Pas de fibres de chrysotile observées.

Analyse META: Pas d'amiante détecté. Pas de structures fibreuses et fibriformes de trémolite et actinote observées. Pas d'autres fibres minérales observées.

Page 12/27 émis le 16/05/2019



RapportRoche poussé 19-02a Dossier B2019 04 053V4 (2 sur 3)

Numéro d'analyse: B 2019 04 053-18

Date d'analyse : 09/04/2019



Référence échantillon client	Type d'analyse	Description macroscopique	Détection de l'amiante réglementaire
S5-1	MOLP+META Broyage manuel mortier-pilon	Fragments de roche millimétriques à centimétriques gris.	Présence de structures classées en Trémolite-Amiante sclon la norme NF X 43-050 Origine semi-asbestiforme probable (type f) sclon la norme ISO 22262- l et certains critères complémentaires de Van Orden D.R. et Langer A.M.

Analyse MOLP:

Pas de structure d'actinote et de trémolite allongée de morphologie prismatique, aciculaire ou fibreuse observée sur les lames minces préparées à partir du broyat d'un sous échantillon (parties pertinentes de l'échantillon sélectionnées sous stéréo-microscope). Pas de fibres de chrysotile observées.

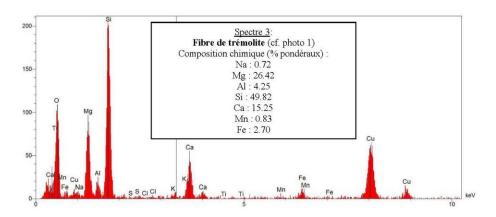
Analyse META: De rares fibres de trémolite (Cf. Spectre 3, Photo 3, figure 1 en annexe et §E figure 3) ont été détectées. De rares structures fibriformes d'actinote ont été observées.

Pas d'autres fibres minérales observées.

Page 13/27



RapportRoche poussé 19-02a Dossier B2019 04 053V4 (2 sur 3)



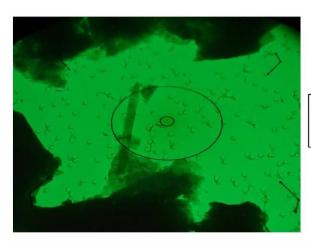


Photo 3 : Fibre de trémolite, vue en META Longueur 3.5 μ m, largeur 0.35 μ m (Grand cercle 3.06 μ m, petit cercle 0.38 μ m

	Critères morphologiques étudiés en ¹ MOLP/ ² META	
	oui	non
¹ Présence de fibres ayant un rapport L/1 >20		x
¹ Découpage en fibrilles		x
¹ Fibres parallèles en faisceaux		X
¹ Faisceaux de fibres s'évasant à leur extrémité		x
Fibres sous la forme de fines aiguilles		X
Masses emmêlées de fibres individuelles		X
Fibres incurvées.		X
2 Au moins une fibre de plus de $5\mu m$ a un rapport $L/l \ge 20$	X	
² Au moins une fibre de largeur < 0,5μm	X	
² Plus de 50% des fibres > 5μ m ont un rapport L/l > 5	NP	

 $\underline{Tableau\ 4}: Critères\ selon\ la\ norme\ ISO\ 22262-1.\ «\ oui\ »\ signifie\ que\ le\ critère\ a\ été\ observé\ au\ moins\ une\ fois.$

Page 14/27



RapportRoche poussé 19-02a Dossier B2019 04 053V4 (2 sur 3)

	Critères complémentaires META *Van Orden D.R.; ** Langer A.M.	
	oui	non
Les deux terminaisons sont perpendiculaires*	X	
Le diagramme de diffraction montre des figures de maclage *		X
Les fibres ont des bords francs et diffractants *	X	
Les fibres ont des sous structures obliques opaques aux électrons**		NP

NP = non probant

<u>Tableau 5</u>: Critères complémentaires. « oui » signifie que le critère a été observé au moins une fois.

D'après les critères de la norme ISO 22262-1 (tableau 4, ci-dessus) et certains critères complémentaires (cf. tableau 5, ci-dessus), les fibres de trémolite observées ont probablement une origine semi-asbestiforme.



RapportRoche poussé 19-02a Dossier B2019 04 053V4 (2 sur 3)

Numéro d'analyse : B 2019 04 053-19

Date d'analyse : 09/04/2019



Référence échantillon client	Type d'analyse	Description macroscopique	Détection de l'amiante réglementaire
S5-2	MOLP+META Broyage manuel mortier-pilon	Fragments de roche millimétriques à centimétriques noirs.	Pas d'amiante détecté.

Analyse MOLP:

Pas de structure d'actinote et de trémolite allongée de morphologie prismatique, aciculaire ou fibreuse observée sur les lames minces préparées à partir du broyat d'un sous échantillon (parties pertinentes de l'échantillon sélectionnées sous stéréo-microscope). Pas de fibres de chrysotile observées.

Analyse META: Pas d'amiante détecté. Pas de structures fibreuses et fibriformes de trémolite et actinote observées. Pas d'autres fibres minérales observées.

Page 16/27 émis le 16/05/2019



RapportRoche poussé 19-02a Dossier B2019 04 053V4 (2 sur 3)

Numéro d'analyse : B 2019 04 053-20

Date d'analyse : 09/04/2019



Référence échantillon client	Type d'analyse	Description macroscopique	Détection de l'amiante réglementaire
S5-3	MOLP+META Broyage manuel mortier-pilon	Fragments de roche millimétriques à centimétriques marron.	Présence de structures classées en Trémolite-Amiante selon la norme NF X 43-050 Origine asbestiforme probable (type g) selon la norme ISO 22262- 1 et certains critères complémentaires de Van Orden D.R. et Langer A.M.

Analyse MOLP:

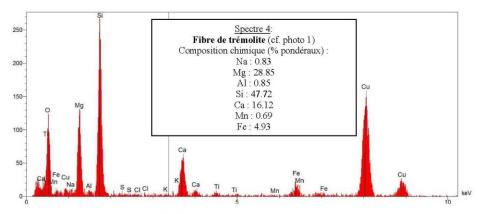
Pas de structure d'actinote et de trémolite allongée de morphologie prismatique, aciculaire ou fibreuse observée sur les lames minces préparées à partir du broyat d'un sous échantillon (parties pertinentes de l'échantillon sélectionnées sous stéréo-microscope). Pas de fibres de chrysotile observées.

Analyse META: Une fibre de trémolite (Cf. Spectre 4, Photo 4, figure 1 en annexe et §E figure 3) a été détectée. Pas de structures fibreuses et fibriformes de trémolite et actinote observées. Pas d'autres fibres minérales observées.

Page 17/27 émis le 16/05/2019



RapportRoche poussé 19-02a Dossier B2019 04 053V4 (2 sur 3)



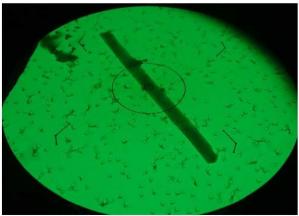


Photo 4 : Fibre de trémolite, vue en META Longueur 8 μ m, largeur 0.5 μ m (Grand cercle 3.06 μ m, petit cercle 0.38 μ m

	Critères morphologiques étudiés en ¹ MOLP/ ² MI	
	oui	non
¹ Présence de fibres ayant un rapport L/1 >20		x
¹ Découpage en fibrilles		X
¹ Fibres parallèles en faisceaux		X
¹ Faisceaux de fibres s'évasant à leur extrémité		X
¹ Fibres sous la forme de fines aiguilles		X
¹ Masses emmêlées de fibres individuelles		X
¹ Fibres incurvées.		X
$^2 Au$ moins une fibre de plus de $5 \mu m$ a un rapport $L/l \geq 20$		X
² Au moins une fibre de largeur < 0,5 μm		X
2Plus de 50% des fibres $\geq 5\mu m$ ont un rapport L/1 ≥ 5	1	NP

 $\underline{Tableau\ 6}: Critères\ selon\ la\ norme\ ISO\ 22262-1.\ «\ oui\ »\ signifie\ que\ le\ critère\ a\ été\ observé\ au\ moins\ une\ fois.$

Page 18/27



RapportRoche poussé 19-02a Dossier B2019 04 053V4 (2 sur 3)

	Critères complémentaires META *Van Orden D.R.; ** Langer A.M.	
	oui	non
Les deux terminaisons sont perpendiculaires*	X	
Le diagramme de diffraction montre des figures de maclage *		X
Les fibres ont des bords francs et diffractants *	X	
Les fibres ont des sous structures obliques opaques aux électrons**		NP

NP = non probant

Tableau 7 : Critères complémentaires. « oui » signifie que le critère a été observé au moins une fois.

D'après les critères de la norme ISO 22262-1 (tableau 6, ci-dessus) et certains critères complémentaires (cf. tableau 7, ci-dessus), les fibres de trémolite observées ont probablement une origine asbestiforme.



RapportRoche poussé 19-02a Dossier B2019 04 053V4 (2 sur 3)

Numéro d'analyse : B 2019 04 053-21

Date d'analyse : 09/04/2019



Référence échantillon client	Type d'analyse	Description macroscopique	Détection de l'amiante réglementaire
S5-4	MOLP+META Broyage manuel mortier-pilon	Fragments de roche millimétriques à centimétriques noirs.	Présence de structures classées en Trémolite-Amiante selon la norme NF X 43-050 Origine asbestiforme probable (type g) selon la norme ISO 22262- 1 et certains critères complémentaires de Van Orden D.R. et Langer A.M.

Analyse MOLP:

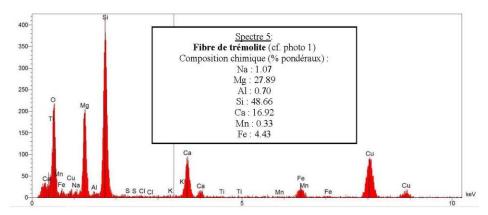
Pas de structure d'actinote et de trémolite allongée de morphologie prismatique, aciculaire ou fibreuse observée sur les lames minces préparées à partir du broyat d'un sous échantillon (parties pertinentes de l'échantillon sélectionnées sous stéréo-microscope). Pas de fibres de chrysotile observées.

Analyse META: De rares fibres de trémolite (Cf. Spectre 5, Photo 5, figure 1 en annexe et §E figure 3) ont été détectées. Pas de structures fibreuses et fibriformes de trémolite et actinote observées. Pas d'autres fibres minérales observées.

Page 20/27 émis le 16/05/2019



RapportRoche poussé 19-02a Dossier B2019 04 053V4 (2 sur 3)



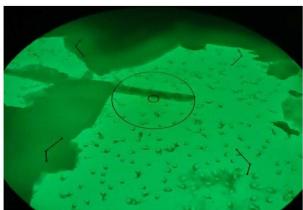


Photo 5 : Fibre de trémolite, vue en META Longueur 9.3 μ m, largeur 0.37 μ m (Grand cercle 3.06 μ m, petit cercle 0.38 μ m

	Critères morphologiques étudiés en ¹ MOLP/ ² ME	
	oui	non
¹ Présence de fibres ayant un rapport L/1 >20		x
¹ Découpage en fibrilles		X
¹ Fibres parallèles en faisceaux		X
¹ Faisceaux de fibres s'évasant à leur extrémité		x
¹ Fibres sous la forme de fines aiguilles		X
¹ Masses emmêlées de fibres individuelles		X
¹ Fibres incurvées.		X
2 Au moins une fibre de plus de 5 μ m a un rapport L/1 ≥ 20	X	
² Au moins une fibre de largeur < 0,5μm	Х	7 0
² Plus de 50% des fibres $> 5 \mu m$ ont un rapport L/1 > 5	N	JP

<u>Tableau 8</u>: Critères selon la norme ISO 22262-1. « oui » signifie que le critère a été observé au moins une fois.

Page 21/27



RapportRoche poussé 19-02a Dossier B2019 04 053V4 (2 sur 3)

	Critères complémentaires META *Van Orden D.R.; ** Langer A.M.	
	oui	non
Les deux terminaisons sont perpendiculaires*		X
Le diagramme de diffraction montre des figures de maclage *		X
Les fibres ont des bords francs et diffractants *	X	
Les fibres ont des sous structures obliques opaques aux électrons**		NP

NP = non probant

Tableau 9 : Critères complémentaires. « oui » signifie que le critère a été observé au moins une fois.

D'après les critères de la norme ISO 22262-1 (tableau 8, ci-dessus) et certains critères complémentaires (cf. tableau 9, ci-dessus), les fibres de trémolite observées ont probablement une origine asbestiforme.



RapportRoche poussé 19-02a Dossier B2019 04 053V4 (2 sur 3)

Numéro d'analyse : B 2019 04 053-22

Date d'analyse : 09/04/2019



Référence échantillon client	Type d'analyse	Description macroscopique	Détection de l'amiante réglementaire
S6-1	MOLP+META Broyage manuel mortier-pilon	Fragments de roche millimétriques à centimétriques gris.	Pas d'amiante détecté.

Analyse MOLP:

Pas de structure d'actinote et de trémolite allongée de morphologie prismatique, aciculaire ou fibreuse observée sur les lames minces préparées à partir du broyat d'un sous échantillon (parties pertinentes de l'échantillon sélectionnées sous stéréo-microscope). Pas de fibres de chrysotile observées.

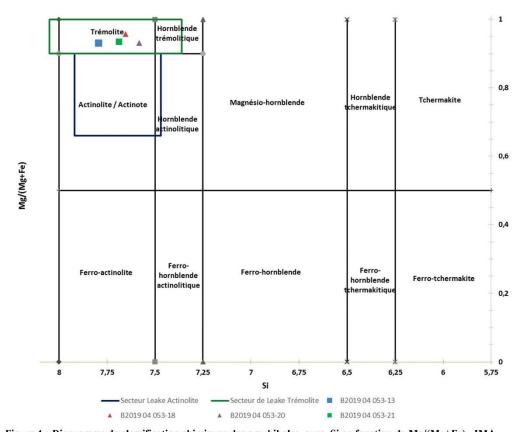
Analyse META: Pas d'amiante détecté. Pas de structures fibreuses et fibriformes de trémolite et actinote observées. Pas d'autres fibres minérales observées.

Page 23/27 émis le 16/05/2019



RapportRoche poussé 19-02a Dossier B2019 04 053V4 (2 sur 3)

ANNEXE:



<u>Figure 1</u>: Diagramme de classification chimiques des amphiboles, avec Si en fonction de Mg/(Mg+Fe), IMA 97. Les noms des minéraux « Hornblende trémolitique », « Hornblende actinolitique » et « Ferro-hornblende actinolitique » de l'IMA 78 ont été conservés car mieux adaptés à notre activité.

En rouge figure la moyenne des mesures sur un standard $\overline{\textbf{NIST}}$ $\overline{\textbf{SRM}}$ $\overline{\textbf{1867}}$ d'actinote-amiante et d'un standard de trémolite-amiante analysés sur le(s) microscope(s) électronique(s) à transmission utilisé(s) à l'analyse.

Les secteurs en bleu et vert ont été déterminés à partir de mesures effectuées sur un standard **NIST SRM 1867** d'actinote-amiante et d'un standard **NIST SRM 1867** de trémolite-amiante analysés sur le(s) microscope(s) électronique(s) à transmission utilisé(s) à l'analyse.

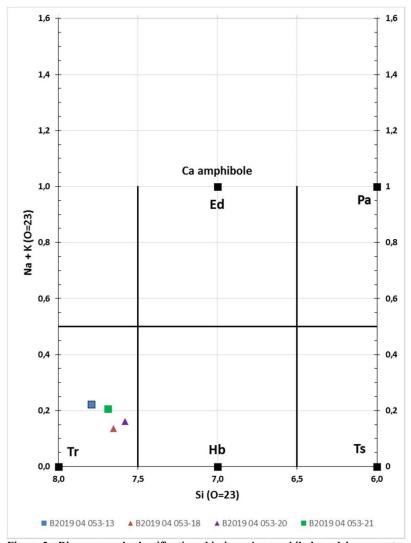
Seules les fibres analysées présentant les mêmes éléments chimiques que la trémolite / actinote ont été reportées.

NB: Attention, les calculs ont été faits comme si les particules étaient des amphiboles, alors que ce n'est peut-être pas le cas pour toutes les particules. Aussi, lorsqu'on est en dehors du champ de la trémolite ou de l'actinote, le nom du minéral correspondant au secteur dans lequel est situé le point de la particule observée n'est pas à prendre en compte

Page 24/27



RapportRoche poussé 19-02a Dossier B2019 04 053V4 (2 sur 3)



 $\frac{Figure\ 2}{ED} : Diagramme\ de\ classification\ chimique\ des\ amphiboles\ calciques\ contenant\ du\ sodium, \\ ED = pôle\ \acute{e}d\acute{e}nite.$

Page 25/27



RapportRoche poussé 19-02a Dossier B2019 04 053V4 (2 sur 3)

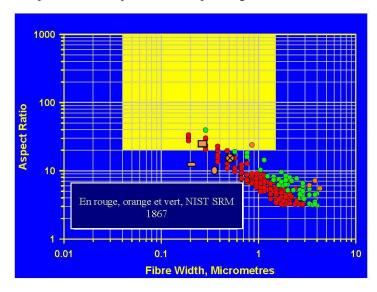
E / Positionnement dans le diagramme de Chatfield

• Les échantillons B2019 04 053-13, -18, -20 et -21 ont produit des fibres classées comme trémoliteamiante selon la norme NF X 43 050. La largeur et le rapport longueur/largeur des fibres d'amiante observées ont été reportés dans le diagramme de Chatfield (2008, cf. figure 3 ci-dessous).

On constate que:

1/ Les échantillons B2019 04 053-20 et -21 présentent des fibres de trémolite-amiante qui tombent soit dans le champ couvert par les points en rouge, vert et orange du standard de trémolite-amiante NIST SRM 1867, soit dans le prolongement de ce champ.

2/ Toutes les fibres de trémolite-amiante observées dans l'échantillon B2019 04 053-21 tombent dans la zone jaune caractéristique des fibres les plus dangereuses.



<u>Figure 3</u> : Diagramme de Chatfield (2008), selon le modèle de référence NIST SRM 1867 concernant la trémolite-amiante

- Echantillon B2019 04 053-13
- Echantillon B2019 04 053-18
- 8 Echantillon B2019 04 053-20
- Echantillon B2019 04 053-21

Page 26/27



RapportRoche poussé 19-02a Dossier B2019 04 053V4 (2 sur 3)

Conclusion

Les échantillons B2019 04 053-13, -18, 20 et -21 ont libéré après broyage de nombreuses fibres classées comme de la trémolite-amiante selon la norme NFX 43-050.

Aux vues des observations réalisées de façon microscopique sous stéréo-microscope, en MOLP et META, et selon la norme NF ISO 22262-1, les critères complémentaires de Van Orden D.R., de Langer A.M et le classement selon l'IMA 97, nous nous trouvons probablement :

- Dans le cas f (voir tableau 1) pour les échantillons B2019 04 053-13 et -18, c'est-à-dire en présence de fibres de trémolite d'origine semi-asbestiforme.
- Dans le cas g (voir tableau 1) pour les échantillons B2019 04 053-20 et -21, c'est-à-dire en présence de fibres de trémolite d'origine asbestiforme.

L'échantillon B2019 04 053-14 présente des fibres classées comme chrysotile selon la norme NF X43-050.

Analyste MOLP: Yann LAPEYRE

Analyste META : Eileen GUTTLER p. O.

L'accréditation du COFRAC atteste de la compétence des laboratoires pour les seuls essais couverts par l'accréditation. Le résultat concerne uniquement l'échantillon soumis à essais. La reproduction de ce rapport d'essai n'est autorisée que sous sa forme intégrale.





Page 27/27 émis le 16/05/2019



RapportRoche poussé 19-02a Dossier B2019 04 053V4 (3 sur 3)

Client : Direction régionale du BRGM en Corse Immeuble Agostini Zone Industrielle de Furiani 20 600 BASTIA

Attention : Charlène COUTIN

Fax /Email: c.coutin@brgm.fr

Analyse de roche pour la recherche d'amiante réglementaire et autres fibres inorganiques Spécification des trémolite/actinote Microscopie Optique à Lumière Polarisée (MOLP) Microscopie Electronique à Transmission Analytique (META)

Commande client : Cde 216794 **Devis Nº:** A19ADL0030

Réf. client / site de prélèvement : Chantier à Corte

N° dossier d'analyse : B2019 04 053V3 (3 sur 3)

NC2019-04-18: modification du destinataire et de l'adresse Client. NC2019-05-04: correction de la référence de l'échantillon B2019 04 053-32 NC2019-05-10: modifications des résultats dans le tableau 6 de l'échantillon B2019 04 053-20.

A / Objectif

La trémolite-amiante, l'actinote-amiante, l'anthophyllite-amiante, l'amosite et la crocidolite sont des amphiboles amiante.

Ce rapport a pour objectif principal de caractériser, le plus précisément possible, les particules classées comme amphibole amiante si elles sont présentes dans les échantillons, ou d'apporter des informations complémentaires sur les particules allongées qui pourraient être confondues avec des amphiboles amiante. Il s'agit de l'analyse de roches naturelles.

Le laboratoire garantit de donner un résultat positif pour les fibres recherchées si leur teneur dans l'échantillon est supérieure ou égale à 0.1% en masse, selon un intervalle de confiance à 95 %.

Les échantillons ont été prélevés par le client.

Page 1/33 émis le 16/052019



RapportRoche poussé 19-02a Dossier B2019 04 053V4 (3 sur 3)

B / Vérification de la nature des particules allongées d'amphibole

Les amphiboles existent dans la nature sous différentes formes : <u>prismatique</u>, <u>aciculaire</u> (en aiguille) et <u>asbestiforme</u>; c'est le cas notamment de la trémolite/actinote (appelée trémolite-amiante / actinote-amiante sous sa forme amiante), la grunérite (appelée grunérite-amiante ou amosite sous forme amiante), la riebeckite (appelée riebeckite-amiante ou crocidolite sous sa forme amiante), l'anthophyllite (appelée anthophyllite-amiante sous sa forme amiante). La classification d'une amphibole comme étant de l'amiante est différente selon que l'on soit carrier géologue, hygiéniste ou médecin. Pour les carriers qui produisent des granulats, seule l'amphibole asbestiforme (classe (c) ou (c') du tableau 1) est considérée comme de l'amiante. Bien que non classées amiante en France, d'autres amphiboles peuvent se rencontrer sous le faciès asbestiformes dans les roches naturelles et peuvent être reconnues comme cancérigènes : il s'agit notamment de l'édénite, la richtérite et la winchite.

La difficulté est que, quel que soit le facies initial, une fois broyées, ces différentes formes d'amphiboles peuvent être classées ou non comme de l'amiante en fonction des méthodes analytiques recommandées par la réglementation du pays. La conséquence est qu'un produit vendu comme ne contenant pas d'amiante peut être classé comme amiantifère après préparation / analyse.

En France la seule méthode de référence de l'identification d'amiante au Microscope Electronique à Transmission Analytique (META) est la <u>norme NF X 43-050</u>. Une observation attentive des particules allongées devrait permettre d'éliminer les particules prismatiques (classe (d) du tableau 1) issues du broyage des amphiboles, en sélectionnant seulement les particules qui ont des bords nettement parallèles ou étagés (norme NF X 43 050 § 3.17). <u>Donc les particules prismatiques ne doivent pas être classées comme amiante</u> en France.

Par contre, il n'est pas possible de différencier seulement avec la norme NF X 43-050 les particules allongées (classe (e) du tableau 1) issues de la fragmentation d'amphibole en général aciculaire, des particules allongées issues d'amphibole semi-asbestiforme et asbestiforme (classe (f) et (g) du tableau 1). En ajoutant les critères de la norme ISO 22262-1 (MOLP et META), les critères pertinents de Van Orden D. R. (« Differentiating Amphibole Asbestos from Non-Asbestos in a complex Mineral Environment » : Indoor and Built Environment », Vol 17, pp 58-68, 2007) et les critères de Langer A.M. (« Electron Microscopical Investigation of Asbestos Fibers », Vol 9, pp 63-80, 1974), il est alors possible dans la plupart des cas de les discriminer.

Les roches peuvent être analysées au MOLP, cependant les fibres les plus fines ne sont pas détectées. La morphologie et la nature des fibres observées sont analysées conformément aux critères de HSG 248 et de l'ISO 22262-1. Si l'analyse est négative ou non concluante au MOLP, l'analyse est poursuivie au META.

Enfin, les analyses sont effectuées selon la procédure interne «ROCHES NATURELLES » et les modes opératoires internes «ROCHES NATURELLES / Analyse MOLP » et «ROCHES NATURELLES / Préparation en vue de leur analyse META ».

Page 2/33 émis le 16/052019



RapportRoche poussé 19-02a Dossier B2019 04 053V4 (3 sur 3)

Observation après broyage	Fragment de clivage (d) à bords approximativement parallèles	Fin fragment de clivage fin (e) à bords partiellement parallèles	Fibre fine (f) à bords parallèles	Fibre très fine et très longue (g) à bords parallèle
Correspondance avec classification sur la base de l'avis de l'ANSES de décembre 2015 et avril 2017 (PMAI : Particule minérale allongée d'intérêt)	PMAI avec des dimensions OMS*, non fibreuse selon la NF X43-050 et qui est un fragment de clivage, notée fibriforme	PMAI avec des dimensions OMS*, fibreuse selon la NF X43-050 et qui est un fragment de clivage (amiante réglementaire)	PMAI avec des dimensions OMS*, fibreuse selon la NF X43-050 et qui est semi-asbestiforme (amiante réglementaire)	PMAI avec des dimensions OMS*, fibreuse selon la NF X43-050 et qui est asbestiforme (amiante réglementaire)
Origine probable des formes d'amphiboles amiante dans les roches naturelles	Prismatique (a)	Aciculaire (ou en aiguille) (b)	Semi-asbestiforme	Asbestiforme (c)

<u>Tableau 1</u>: Classement des particules selon les observations de M. GERMINE, 1986, Asbestiform and non-asbestiform amphiboles, cadmium, and zinc in quarry samples of marble from Franklin and Sparta, Sussex County, New Jersey: New Jersey Geological Survey Geologic Report 15, 19 p.

C / Préparation des échantillons

Les échantillons sont des roches naturelles. Le protocole de la préparation est succinctement décrit cidessous :

- Observation au stéréomicroscope,
- Prélèvement d'un sous-échantillon de roche,
- Broyage manuel mortier-pilon
- Analyse au MOLP (microscope optique à lumière polarisée),
- Mise en eau des particules les plus fines, passage aux ultra-sons et mise en goutte sur des grilles de microscopie électronique pré-carbonées.
- Analyse en META (microscope électronique à transmission équipé d'un analyseur chimique).

Page 3/33 émis le 16/052019

^{*}Dimensions OMS : Longueur > 5 μ m, diamètre < 3 μ m, rapport longueur/largeur > 3



RapportRoche poussé 19-02a Dossier B2019 04 053V4 (3 sur 3)

D / Analyse

La dimension des particules minérales allongées a été déterminée en microscope électronique à transmission analytique (META). La longueur et la largeur des structures sont données à titre indicatif et ne sont pas systématiquement représentatives de la dimension réelle des fibres dans l'échantillon. En effet, la préparation des échantillons en vue de leur analyse au META inclut une phase de destruction mécanique produisant une fragmentation des fibres et minéraux prismatiques.

La nature fibreuse ou non fibreuse des structures observées, est déterminée conformément aux critères de la norme NF X 43-050. Par conséquent, est classée comme fibre une structure qui répond à la définition suivante : « particule allongée qui a des cotés parallèles ou étagés, ayant un rapport L/l égal ou supérieur à 3 et une longueur minimale de 0,5µm » §3.17. En META, toute autre structure répondant aux critères dimensionnels mais ne présentant pas la morphologie requise est dite fibriforme.

La résistance à la traction et la souplesse des fibres ne peuvent pas être mesurées au META. Ces critères ne sont pas pris en compte.

Seules les fibres citées dans la norme NFX-43 050 sont classées en tant qu'amiante (Chrysotile, trémolite-amiante, actinote-amiante, amosite, crocidolite, anthophyllite-amiante). Cette norme ne prend pas en compte les autres fibres naturelles qui pourraient être dangereuses.

L'IMA (International Mineralogical Association) a publié une classification des amphiboles en 1997, puis en 2004 et 2012. Le classement des fibres en trémolite / actinote est effectué selon l'IMA 12. Néanmoins, la partition dans le diagramme Si apfu versus Mg/(Mg+Fe²⁺), proposée dans l'IMA 78 (mieux adaptée à notre activité) a été préférée pour reporter les compositions chimiques ponctuelles mesurées.

Concernant les spectres ré-équilibrés, il s'agit de la composition chimique de l'amphibole théorique, chimiquement la plus proche de la fibre observée. Cette composition est déterminée à l'aide de la composition chimique brut rentrée dans le logiciel de Locock IMA 12 et ajustée, élément par élément, en fonction des incertitudes de mesure.



RapportRoche poussé 19-02a Dossier B2019 04 053V4 (3 sur 3)

Numéro d'analyse : B 2019 04 053-23

Date d'analyse : 10/04/2019



Référence échantillon client	Type d'analyse	Description macroscopique	Détection de l'amiante réglementaire
S6-2	MOLP+META Broyage manuel mortier-pilon	Fragments de roches centimétriques gris.	Pas d'amiante détecté.

Analyse MOLP:

Pas de structure d'actinote et de trémolite allongée de morphologie prismatique, aciculaire ou fibreuse observée sur les lames minces préparées à partir du broyat d'un sous échantillon (parties pertinentes de l'échantillon sélectionnées sous stéréo-microscope). Pas de fibres de chrysotile observées.

Analyse META: Pas d'amiante détecté. Pas de structures fibreuses et fibriformes de trémolite et actinote observées. Pas d'autres fibres minérales observées.

Page 5/33 émis le 16/052019



RapportRoche poussé 19-02a Dossier B2019 04 053V4 (3 sur 3)

Numéro d'analyse : B 2019 04 053-24

Date d'analyse: 10/04/2019



Référence échantillon client	Type d'analyse	Description macroscopique	Détection de l'amiante réglementaire
S 6-3	MOLP+META Broyage manuel mortier-pilon	Fragments de roches millimétriques à centimétriques marron.	Présence de structures classées en Actinote-Amiante selon la norme NF X 43-050 Origine asbestiforme probable (type g) selon la norme ISO 22262- 1 et certains critères complémentaires de Van Orden D.R. et Langer A.M.

Analyse MOLP:

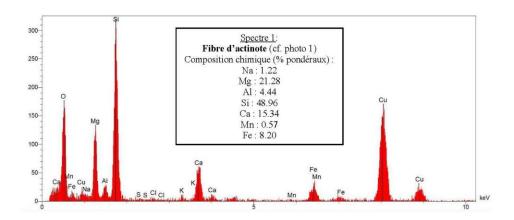
Pas de structure d'actinote et de trémolite allongée de morphologie prismatique, aciculaire ou fibreuse observée sur les lames minces préparées à partir du broyat d'un sous échantillon (parties pertinentes de l'échantillon sélectionnées sous stéréo-microscope). Pas de fibres de chrysotile observées.

Analyse META: Une fibre d'actinote (Cf. Spectre 1, Photo 1, figure 1 en annexe et §E figure 3) a été détectée. Pas de structures fibreuses et fibriformes de trémolite et actinote observées. Pas d'autres fibres minérales observées.

Page 6/33 émis le 16/052019



RapportRoche poussé 19-02a Dossier B2019 04 053V4 (3 sur 3)



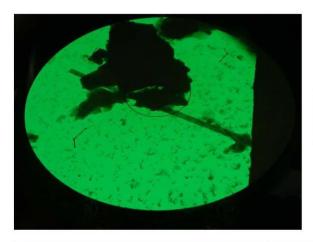


Photo 1 : **Fibre d'actinote**, vue en META Longueur 15 μm, largeur 0.5 μm (Grand cercle 5.05 μm, petit cercle 0.63 μm)

	Critères morphologiques étudiés en ¹ MOLP/ ² META	
	oui	non
1 Présence de fibres ayant un rapport L/1 \geq 20		x
¹ Découpage en fibrilles		X
¹ Fibres parallèles en faisceaux		X
¹ Faisceaux de fibres s'évasant à leur extrémité		X
¹ Fibres sous la forme de fines aiguilles		X
¹ Masses emmêlées de fibres individuelles		X
¹ Fibres incurvées.		X
2Au moins une fibre de plus de $5\mu m$ a un rapport L/1 ≥ 20	X	
² Au moins une fibre de largeur < 0,5μm	X	
2 Plus de 50% des fibres $> 5 \mu m$ ont un rapport L/1 > 5	NF)

 $\underline{Tableau\ 2}: Critères\ selon\ la\ norme\ ISO\ 22262-1.\ «\ oui\ »\ signifie\ que\ le\ critère\ a\ été\ observé\ au\ moins\ une\ fois.$

Page 7/33



RapportRoche poussé 19-02a Dossier B2019 04 053V4 (3 sur 3)

	Critères complémentaires META *Van Orden D.R.; ** Langer A.M.	
	oui	non
Les deux terminaisons sont perpendiculaires*	х	
Le diagramme de diffraction montre des figures de maclage *		x
Les fibres ont des bords francs et diffractants *		x
Les fibres ont des sous structures obliques opaques aux électrons**	NP	

NP = non probant

<u>Tableau 3</u>: Critères complémentaires. « oui » signifie que le critère a été observé au moins une fois.

D'après les critères de la norme ISO 22262-1 (tableau 2, ci-dessus) et certains critères complémentaires (cf. tableau 3, ci-dessus), les fibres de trémolite observées ont probablement une origine asbestiforme.



RapportRoche poussé 19-02a Dossier B2019 04 053V4 (3 sur 3)

Numéro d'analyse : B 2019 04 053-25

Date d'analyse: 10/04/2019



Référence échantillon client	Type d'analyse	Description macroscopique	Détection de l'amiante réglementaire
S7-1	MOLP+META Broyage manuel mortier-pilon	Fragments de roches millimétriques à centimétriques gris.	Présence de structures classées en Trémolite-Amiante sclon la norme NF X 43-050 Origine asbestiforme probable (type g) sclon la norme ISO 22262- l et certains critères complémentaires de Van Orden D.R. et Langer A.M.

Analyse MOLP:

De rares particules allongées ont été observées (< 0.1%) sur les lames minces préparées à partir du broyat d'un sous-échantillon (parties pertinentes de l'échantillon sélectionnées sous stéréo-microscope). Leurs morphologies et proportions peuvent être décrites de la manière suivante :

- Environ 0.1% de particules allongées de morphologie aciculaire.

Leur caractérisation a été effectuée avec de l'huile d'indice de réfraction 1,605.

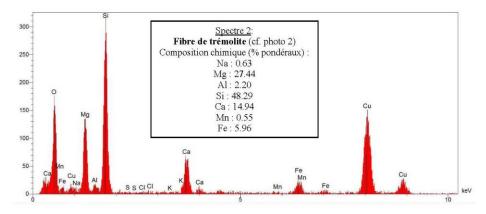
- 1) Les particules allongées de morphologie aciculaire.
- En lumière polarisée non analysée ces particules présentent un relief faible à nul, elles sont incolores. Les particules présentent un pléochroïsme allant de l'incolore au vert pâle.
- En lumière polarisée analysée, elles présentent une extinction oblique (8 à 12°) avec des teintes de polarisation du premier ordre. Leur signe d'allongement est positif.
- Les couleurs MC Crone pourraient être caractéristiques de la trémolite.

Ces particules allongées correspondent à de la trémolite aciculaire.



RapportRoche poussé 19-02a Dossier B2019 04 053V4 (3 sur 3)

Analyse META: De rares fibres de trémolite (Cf. Spectre 2, Photo 2, figure 1 en annexe et §E figure 4) ont été détectées. De rares structures fibreuses et fibriformes d'actinote observées. Pas d'autres fibres minérales observées.



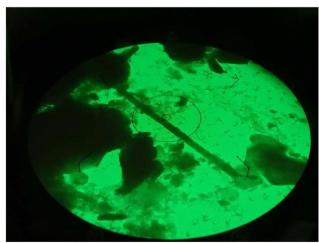


Photo 2 : **Fibre de trémolite**, vue en META Longueur 9 μm, largeur 0.37 μm (Grand cercle 3.06 μm, petit cercle 0.38 μm)

Page 10/33



RapportRoche poussé 19-02a Dossier B2019 04 053V4 (3 sur 3)

	Critères morphologiques étudiés en ¹ MOLP/ ² META		
	oui	non	
$^{1}\mathrm{Pr\acute{e}sence}$ de fibres ayant un rapport L/I >20	x		
¹ Découpage en fibrilles		X	
¹ Fibres parallèles en faisceaux		X	
¹ Faisceaux de fibres s'évasant à leur extrémité		X	
¹ Fibres sous la forme de fines aiguilles	X		
¹ Masses emmêlées de fibres individuelles		x	
¹ Fibres incurvées.		X	
$^2 Au$ moins une fibre de plus de $5 \mu m$ a un rapport $L/l \! \geq \! 20$	x		
² Au moins une fibre de largeur < 0,5μm	X		
$^2 Plus$ de 50% des fibres $> 5 \mu m$ ont un rapport L/l > 5	NP		

Tableau 4 : Critères selon la norme ISO 22262-1. « oui » signifie que le critère a été observé au moins une fois.

	Critères complémentaires META *Van Orden D.R.; ** Langer A.M.	
	oui	non
Les deux terminaisons sont perpendiculaires*	х	
Le diagramme de diffraction montre des figures de maclage *		X
Les fibres ont des bords francs et diffractants *	х	
Les fibres ont des sous structures obliques opaques aux électrons**	NP	

NP = non probant

 $\underline{\text{Tableau 5}}: \text{Critères complémentaires.} \\ \text{ « oui » signifie que le critère a été observé au moins une fois.}$

D'après les critères de la norme ISO 22262-1 (tableau 4, ci-dessus) et certains critères complémentaires (cf. tableau 5, ci-dessus), les fibres de trémolite observées ont probablement une origine asbestiforme.



RapportRoche poussé 19-02a Dossier B2019 04 053V4 (3 sur 3)

Numéro d'analyse : B 2019 04 053-26

Date d'analyse: 10/04/2019



Référence échantillon client	Type d'analyse	Description macroscopique	Détection de l'amiante réglementaire
S7-2	MOLP+META Broyage manuel mortier-pilon	Fragments de roches millimétriques à centimétriques gris et marron.	Pas d'amiante détecté.

Analyse MOLP:

Pas de structure d'actinote et de trémolite allongée de morphologie prismatique, aciculaire ou fibreuse observée sur les lames minces préparées à partir du broyat d'un sous échantillon (parties pertinentes de l'échantillon sélectionnées sous stéréo-microscope). Pas de fibres de chrysotile observées.

Analyse META: Pas d'amiante détecté. Pas de structures fibreuses et fibriformes de trémolite et actinote observées. Pas d'autres fibres minérales observées.



RapportRoche poussé 19-02a Dossier B2019 04 053V4 (3 sur 3)

Numéro d'analyse : B 2019 04 053-27

Date d'analyse : 10/04/2019



Référence échantillon client	Type d'analyse	Description macroscopique	Détection de l'amiante réglementaire
S7-3	MOLP+META Broyage manuel mortier-pilon	Fragments de roches millimétriques à centimétriques gris et marron.	Présence de structures classées en Trémolite-Amiante selon la norme NF X 43-050 Origine asbestiforme probable (type g) selon la norme ISO 22262- l et certains critères complémentaires de Van Orden D.R. et Langer A.M.

Analyse MOLP:

De rares particules allongées ont été observées (< 1%) sur les lames minces préparées à partir du broyat d'un sous-échantillon (parties pertinentes de l'échantillon sélectionnées sous stéréo-microscope). Leurs morphologies et proportions peuvent être décrites de la manière suivante :

- Environ 0.5% de particules allongées de morphologie aciculaire.
 Leur caractérisation a été effectuée avec de l'huile d'indice de réfraction 1,605.
- 1) Les particules allongées de morphologie aciculaire.
- En lumière polarisée non analysée ces particules présentent un relief faible à nul, elles sont incolores. Les particules présentent un pléochroïsme allant de l'incolore au vert pâle.
- En lumière polarisée analysée, elles présentent une extinction oblique (9 à 14°) avec des teintes de polarisation du premier ordre. Leur signe d'allongement est positif.

Page 13/33 émis le 16/052019

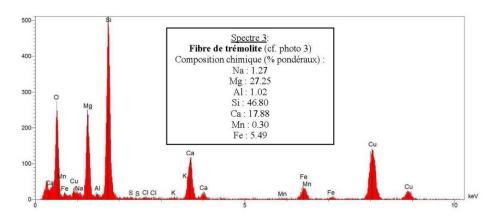


RapportRoche poussé 19-02a Dossier B2019 04 053V4 (3 sur 3)

- Les couleurs MC Crone pourraient être caractéristiques de la trémolite.

Ces particules allongées correspondent à de la trémolite aciculaire.

Analyse META: Une fibre d'actinote (Cf. Spectre 3, Photo 3, figure 1 en annexe et §E figure 4) a été détectée. De rares structures fibreuses et fibriformes d'actinote observées. Pas d'autres fibres minérales observées.



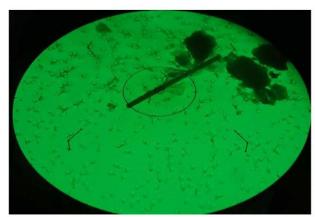


Photo 3 : Fibre de trémolite, vue en META Longueur 5.8 μ m, largeur 0.3 μ m (Grand cercle 3.06 μ m, petit cercle 0.38 μ m)

Page 14/33



RapportRoche poussé 19-02a Dossier B2019 04 053V4 (3 sur 3)

	Critères morphologiques étudiés en ¹ MOLP/ ² META	
	oui	non
$^{1}\mathrm{Pr\acute{e}sence}$ de fibres ayant un rapport L/l >20	x	
¹ Découpage en fibrilles		X
¹ Fibres parallèles en faisceaux		X
¹ Faisceaux de fibres s'évasant à leur extrémité		X
¹ Fibres sous la forme de fines aiguilles	X	
¹ Masses emmêlées de fibres individuelles		x
¹ Fibres incurvées.		X
$^2 Au$ moins une fibre de plus de $5 \mu m$ a un rapport $L/l \! \geq \! 20$	x	
² Au moins une fibre de largeur < 0,5μm	X	
$^2 Plus$ de 50% des fibres $> 5 \mu m$ ont un rapport L/l > 5	N	P

Tableau 6 : Critères selon la norme ISO 22262-1. « oui » signifie que le critère a été observé au moins une fois.

	Critères complémentaires META *Van Orden D.R. ; ** Langer A.M.	
	oui	non
Les deux terminaisons sont perpendiculaires*		x
Le diagramme de diffraction montre des figures de maclage *		x
Les fibres ont des bords francs et diffractants *	x	
Les fibres ont des sous structures obliques opaques aux électrons**	NP	

NP = non probant

<u>Tableau 7</u>: Critères complémentaires. « oui » signifie que le critère a été observé au moins une fois.

D'après les critères de la norme ISO 22262-1 (tableau 6, ci-dessus) et certains critères complémentaires (cf. tableau 7, ci-dessus), les fibres de trémolite observées ont probablement une origine asbestiforme.



RapportRoche poussé 19-02a Dossier B2019 04 053V4 (3 sur 3)

Numéro d'analyse : B 2019 04 053-28

Date d'analyse: 10/04/2019



Référence échantillon client	Type d'analyse	Description macroscopique	Détection de l'amiante réglementaire
S7-4	MOLP+META Broyage manuel mortier-pilon	Fragments de roches millimétriques à centimétriques marron.	Présence de structures classées en Trémolite-Amiante selon la norme NF X 43-050 Origine asbestiforme probable (type g) selon la norme ISO 22262- l et certains critères complémentaires de Van Orden D.R. et Langer A.M.

Analyse MOLP:

Pas de structure d'actinote et de trémolite allongée de morphologie prismatique, aciculaire ou fibreuse observée sur les lames minces préparées à partir du broyat d'un sous échantillon (parties pertinentes de l'échantillon sélectionnées sous stéréo-microscope). Pas de fibres de chrysotile observées.

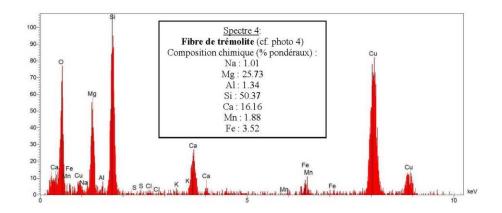
Analyse META:

Une fibre de trémolite (Cf. Spectre 4, Photo 4, figure 1 en annexe et §E figure 4) a été détectée. Pas de structures fibreuses et fibriformes d'actinote et de trémolite observées. Pas d'autres fibres minérales observées.

Page 16/33



RapportRoche poussé 19-02a Dossier B2019 04 053V4 (3 sur 3)



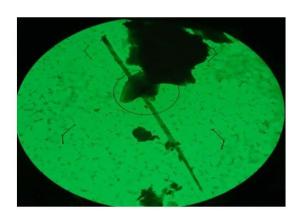


Photo 4: **Fibre de trémolite**, vue en META Longueur 16.7 μm, largeur 0.35 μm (Grand cercle 5.05 μm, petit cercle 0.63 μm)

	Critères morphologiques étudiés en ¹ MOLP/ ² META	
	oui	non
¹ Présence de fibres ayant un rapport L/1 >20		X
¹ Découpage en fibrilles		X
¹ Fibres parallèles en faisceaux		X
¹ Faisceaux de fibres s'évasant à leur extrémité		X
¹ Fibres sous la forme de fines aiguilles		X
¹ Masses emmêlées de fibres individuelles		X
¹ Fibres incurvées.		X
2 Au moins une fibre de plus de $5\mu m$ a un rapport $L/l \ge 20$	X	
² Au moins une fibre de largeur < 0,5μm	x	
² Plus de 50% des fibres > 5μm ont un rapport L/l > 5	NP	

Tableau 8 : Critères selon la norme ISO 22262-1. « oui » signifie que le critère a été observé au moins une fois.

Page 17/33



RapportRoche poussé 19-02a Dossier B2019 04 053V4 (3 sur 3)

	Critères complémentaires META *Van Orden D.R.; ** Langer A.M.	
	oui	non
Les deux terminaisons sont perpendiculaires*		X
Le diagramme de diffraction montre des figures de maclage *		x
Les fibres ont des bords francs et diffractants *	X	
Les fibres ont des sous structures obliques opaques aux électrons**		NP

NP = non probant

<u>Tableau 9</u>: Critères complémentaires. « oui » signifie que le critère a été observé au moins une fois.

D'après les critères de la norme ISO 22262-1 (tableau 8, ci-dessus) et certains critères complémentaires (cf. tableau 9, ci-dessus), les fibres de trémolite observées ont probablement une origine asbestiforme.



RapportRoche poussé 19-02a Dossier B2019 04 053V4 (3 sur 3)

Numéro d'analyse: B 2019 04 053-29

Date d'analyse: 10/04/2019



Référence échantillon client	Type d'analyse	Description macroscopique	Détection de l'amiante réglementaire
S8-1	MOLP+META Broyage manuel mortier-pilon	Fragments de roches millimétriques à centimétriques noirs.	Pas d'amiante détecté.

Analyse MOLP:

Pas de structure d'actinote et de trémolite allongée de morphologie prismatique, aciculaire ou fibreuse observée sur les lames minces préparées à partir du broyat d'un sous échantillon (parties pertinentes de l'échantillon sélectionnées sous stéréo-microscope). Pas de fibres de chrysotile observées.

Analyse META: Pas d'amiante détecté. Pas de structures fibreuses et fibriformes de trémolite et actinote observées. Pas d'autres fibres minérales observées.

Page 19/33 émis le 16/052019



RapportRoche poussé 19-02a Dossier B2019 04 053V4 (3 sur 3)

Numéro d'analyse : B 2019 04 053-30

Date d'analyse: 10/04/2019



Référence échantillon client	Type d'analyse	Description macroscopique	Détection de l'amiante réglementaire
S8-2	MOLP+META Broyage manuel mortier-pilon	Fragments de roches millimétriques à centimétriques marron.	Présence de structures classées en Trémolite-Amiante selon la norme NF X 43-050 Origine semi-asbestiforme probable (type f) selon la norme ISO 22262- 1 et certains critères complémentaires de Van Orden D.R. et Langer A.M.

Analyse MOLP:

De rares particules allongées ont été observées (0.5%) sur les lames minces préparées à partir du broyat d'un sous-échantillon (parties pertinentes de l'échantillon sélectionnées sous stéréo-microscope). Leurs morphologies et proportions peuvent être décrites de la manière suivante :

- Environ 0.1% de particules allongées de morphologie prismatique.
- Environ 0.4% de particules allongées de morphologie aciculaire.

Leur caractérisation a été effectuée avec de l'huile d'indice de réfraction 1.605.

- 1/ Les particules allongées de morphologies prismatique.
- En lumière polarisée non analysée ces particules présentent un relief faible à nul, elles sont incolores. Les particules ne présentent pas de pléochroïsme.
- En lumière polarisée analysée, elles présentent une extinction oblique (13 à 15°) avec des teintes de polarisation du premier ordre. Leur signe d'allongement est positif.

Page 20/33



RapportRoche poussé 19-02a Dossier B2019 04 053V4 (3 sur 3)

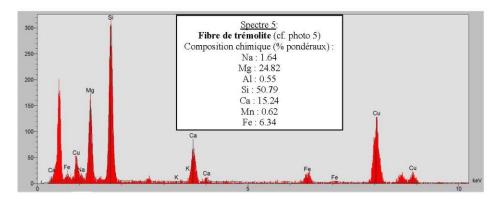
- Les couleurs MC Crone sont caractéristiques de la trémolite dans l'huile d'indice de réfraction 1.605.

Ces particules allongées correspondent à de la trémolite prismatique.

- 2/ Les particules allongées de morphologie aciculaire.
- En lumière polarisée non analysée ces particules présentent un relief nul, elles sont incolores. Les particules ne présentent pas de pléochroïsme.
- En lumière polarisée analysée, elles présentent une extinction oblique $(7-10^\circ)$ avec des teintes de polarisation du premier ordre. Leur signe d'allongement est positif.
- Les couleurs MC Crone sont caractéristiques de la trémolite dans l'huile d'indice de réfraction 1.605.

Ces particules allongées correspondent à de la trémolite aciculaire.

Analyse META: De rares fibres de trémolite (Cf. Spectre 5, Photo 5, figure 1 en annexe et §E figure 4) ont été détectées. De rares structures fibreuses et fibriformes d'actinote observées. Pas d'autres fibres minérales observées.



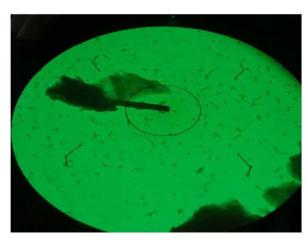


Photo 5 : **Fibre de trémolite**, vue en META Longueur 3 μm, largeur 0.37 μm (Grand cercle 3.06 μm, petit cercle 0.38 μm)

Page 21/33 émis le 16/052019



RapportRoche poussé 19-02a Dossier B2019 04 053V4 (3 sur 3)

	Critères morphologiques étudiés en ¹ MOLP/ ² META	
	oui	non
$^{1}\mathrm{Pr\acute{e}sence}$ de fibres ayant un rapport L/I >20	x	
¹ Découpage en fibrilles		X
¹ Fibres parallèles en faisceaux	X	
¹ Faisceaux de fibres s'évasant à leur extrémité		x
¹ Fibres sous la forme de fines aiguilles		X
¹ Masses emmêlées de fibres individuelles		x
¹ Fibres incurvées.		X
$^2 Au$ moins une fibre de plus de $5 \mu m$ a un rapport $L/l \! \geq \! 20$	x	
² Au moins une fibre de largeur < 0,5μm	Х	
$^2 Plus$ de 50% des fibres $> 5 \mu m$ ont un rapport L/l > 5	NP	

<u>Tableau 10</u> : Critères selon la norme ISO 22262-1. « oui » signifie que le critère a été observé au moins une fois.

	Critères complémentaires META *Van Orden D.R.; ** Langer A.M.	
	oui	non
Les deux terminaisons sont perpendiculaires*		x
Le diagramme de diffraction montre des figures de maclage *		X
Les fibres ont des bords francs et diffractants *	х	
Les fibres ont des sous structures obliques opaques aux électrons**	NP	

NP = non probant

<u>Tableau 11</u> : Critères complémentaires. « oui » signifie que le critère a été observé au moins une fois.

D'après les critères de la norme ISO 22262-1 (tableau 10, ci-dessus) et certains critères complémentaires (cf. tableau 11, ci-dessus), les fibres de trémolite observées ont probablement une origine asbestiforme.



RapportRoche poussé 19-02a Dossier B2019 04 053V4 (3 sur 3)

Numéro d'analyse : B 2019 04 053-31

Date d'analyse: 10/04/2019



Référence échantillon client	Type d'analyse	Description macroscopique	Détection de l'amiante réglementaire
S8-3	MOLP+META Broyage manuel mortier-pilon	Fragments de roches millimétriques à centimétriques marron.	Présence de structures classées en Trémolite-Amiante selon la norme NF X 43-050 Origine asbestiforme probable (type g) selon la norme ISO 22262- 1 et certains critères complémentaires de Van Orden D.R. et Langer A.M.

Analyse MOLP:

Plusieurs particules allongées ont été observées (25%). Leurs morphologies et proportions peuvent être décrites de la manière suivante :

- Environ 20% de particules allongées de morphologie aciculaire.
- Environ 5% de particules allongées de morphologie asbestiforme.

Leur caractérisation a été effectuée avec de l'huile d'indice de réfraction 1.605.

1/ Les particules allongées de morphologie aciculaire.

- En lumière polarisée non analysée ces particules présentent un relief nul, elles sont incolores. Les particules ne présentent pas de pléochroïsme.
- En lumière polarisée analysée, elles présentent une extinction oblique (10-14°) avec des teintes de polarisation du premier ordre. Leur signe d'allongement est positif.
- Les couleurs MC Crone sont caractéristiques de la trémolite dans l'huile d'indice de réfraction 1.605.

Ces particules allongées correspondent à de la trémolite aciculaire.

Page 23/33 émis le 16/052019

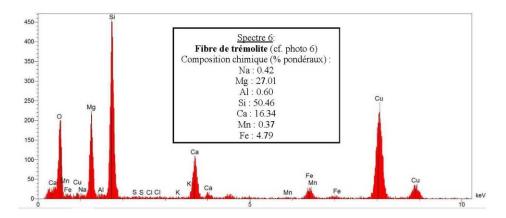


RapportRoche poussé 19-02a Dossier B2019 04 053V4 (3 sur 3)

- 2/ Les particules allongées de morphologie asbestiforme.
- En lumière polarisée non analysée ces particules présentent un relief faible à nul, elles sont incolores. Les particules ne présentent pas de pléochroïsme.
- En lumière polarisée analysée, elles présentent une extinction quasi-droite avec des teintes de polarisation du premier ordre. Leur signe d'allongement est positif.
- Les couleurs MC Crone sont caractéristiques de la trémolite dans l'huile d'indice de réfraction 1.605.

Ces particules allongées correspondent à de la trémolite asbestiforme.

Analyse META: Plusieurs fibres de trémolite (Cf. Spectre 6, Photo 6, figure 1 en annexe et §E figure 4) ont été détectées. De rares structures fibreuses et fibriformes d'actinote et de trémolite observées. Pas d'autres fibres minérales observées.



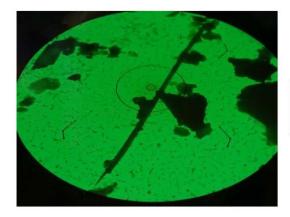


Photo 6: **Fibre de trémolite**, vue en META Longueur 20 μm, largeur 0.64 μm (Grand cercle 6.71 μm, petit cercle 0.84 μm)

Page 24/33



RapportRoche poussé 19-02a Dossier B2019 04 053V4 (3 sur 3)

	Critères morphologiques étudiés en ¹ MOLP/ ² META	
	oui	non
$^{1}\mathrm{Pr\acute{e}sence}$ de fibres ayant un rapport L/1 > 20	x	
¹ Découpage en fibrilles		X
¹ Fibres parallèles en faisceaux	X	
¹ Faisceaux de fibres s'évasant à leur extrémité		X
¹ Fibres sous la forme de fines aiguilles	X	
¹ Masses emmêlées de fibres individuelles		X
¹ Fibres incurvées.		X
2 Au moins une fibre de plus de $5\mu m$ a un rapport $L/l \ge 20$	x	
² Au moins une fibre de largeur < 0,5μm	х	
2 Plus de 50% des fibres $> 5 \mu m$ ont un rapport L/1 > 5	Oui	

Tableau 12 : Critères selon la norme ISO 22262-1. « oui » signifie que le critère a été observé au moins une fois.

	Critères complémentaires META *Van Orden D.R.; ** Langer A.M.	
	oui	non
Les deux terminaisons sont perpendiculaires*		x
Le diagramme de diffraction montre des figures de maclage *		X
Les fibres ont des bords francs et diffractants *	х	
Les fibres ont des sous structures obliques opaques aux électrons**		NP

NP = non probant

<u>Tableau 13</u>: Critères complémentaires. « oui » signifie que le critère a été observé au moins une fois.

D'après les critères de la norme ISO 22262-1 (tableau 12, ci-dessus) et certains critères complémentaires (cf. tableau 13, ci-dessus), les fibres de trémolite observées ont probablement une origine asbestiforme.



RapportRoche poussé 19-02a Dossier B2019 04 053V4 (3 sur 3)

Numéro d'analyse : B 2019 04 053-32

Date d'analyse: 10/04/2019



Référence échantillon client	Type d'analyse	Description macroscopique	Détection de l'amiante réglementaire
S8-4	MOLP+META Broyage manuel mortier-pilon	Fragments de roches millimétriques à centimétriques marron.	Présence de structures classées en Actinote-Amiante selon la norme NF X 43-050 Origine asbestiforme probable (type g) selon la norme ISO 22262- l et certains critères complémentaires de Van Orden D.R. et Langer A.M.

Analyse MOLP:

Quelques particules allongées ont été observées (5.5%). Leurs morphologies et proportions peuvent être décrites de la manière suivante :

- Environ 5% de particules allongées de morphologie aciculaire.
- Environ 0.5% de particules allongées de morphologie asbestiformes.

Leur caractérisation a été effectuée avec de l'huile d'indice de réfraction 1.64.

1/ Les particules allongées de morphologie aciculaire.

- En lumière polarisée non analysée ces particules présentent un relief nul, elles sont incolores. Les particules ne présentent pas de pléochroïsme.
- En lumière polarisée analysée, elles présentent une extinction oblique (11-15°) avec des teintes de polarisation du premier ordre. Leur signe d'allongement est positif.
- Les couleurs MC Crone sont caractéristiques de l'actinote dans l'huile d'indice de réfraction 1.64.

Page 26/33 émis le 16/052019



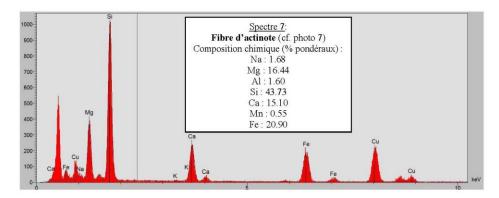
RapportRoche poussé 19-02a Dossier B2019 04 053V4 (3 sur 3)

Ces particules allongées correspondent à de l'actinote aciculaire.

- 2/ Les particules allongées de morphologie asbestiforme.
- En lumière polarisée non analysée ces particules présentent un relief faible à nul, elles sont incolores. Les particules ne présentent pas de pléochroïsme.
- En lumière polarisée analysée, elles présentent une extinction oblique (3 à 7°) avec des teintes de polarisation du premier ordre. Leur signe d'allongement est positif.
- Les couleurs MC Crone sont caractéristiques de l'actinote dans l'huile d'indice de réfraction 1.64.

Ces particules allongées correspondent à de l'actinote asbestiforme.

Analyse META: De rares fibres d'actinote (Cf. Spectre 7, Photo 7, figure 1 en annexe et §E figure 3) ont été détectées. Quelques structures fibreuses et fibriformes d'actinote observées. Pas d'autres fibres minérales observées.



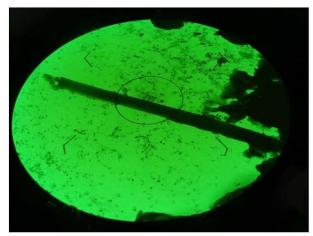


Photo 7 : **Fibre de trémolite**, vue en META Longueur 22.5 μm, largeur 0.6 μm (Grand cercle 3.43 μm, petit cercle 0.43 μm)

Page 27/33



RapportRoche poussé 19-02a Dossier B2019 04 053V4 (3 sur 3)

	Critères morphologiques étudiés en ¹ MOLP/ ² META	
	oui	non
$^{1}\mathrm{Pr\acute{e}sence}$ de fibres ayant un rapport L/1 > 20	x	
¹ Découpage en fibrilles		x
¹ Fibres parallèles en faisceaux	X	
¹ Faisceaux de fibres s'évasant à leur extrémité		X
¹ Fibres sous la forme de fines aiguilles	X	
¹ Masses emmêlées de fibres individuelles		X
¹ Fibres incurvées.		X
$^2 Au$ moins une fibre de plus de $5 \mu m$ a un rapport $L/l \! \geq \! 20$	x	
² Au moins une fibre de largeur < 0,5μm	Х	
$^2 Plus$ de 50% des fibres > 5 μm ont un rapport L/l > 5	Oui	

Tableau 14 : Critères selon la norme ISO 22262-1. « oui » signifie que le critère a été observé au moins une fois.

	Critères complémentaires META *Van Orden D.R.; ** Langer A.M.	
	oui	non
Les deux terminaisons sont perpendiculaires*	х	
Le diagramme de diffraction montre des figures de maclage *		X
Les fibres ont des bords francs et diffractants *	х	
Les fibres ont des sous structures obliques opaques aux électrons**		NP

NP = non probant

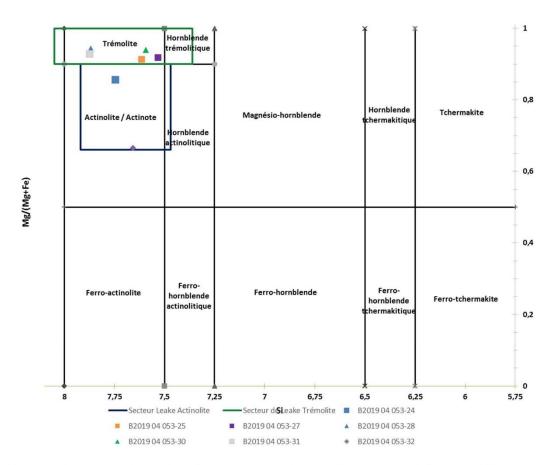
 $\underline{Tableau\ 15}: Critères\ complémentaires.\ «\ oui\ »\ signifie que le critère\ a\ été\ observé\ au\ moins\ une\ fois.$

D'après les critères de la norme ISO 22262-1 (tableau 14, ci-dessus) et certains critères complémentaires (cf. tableau 15, ci-dessus), les fibres de trémolite observées ont probablement une origine asbestiforme.



RapportRoche poussé 19-02a Dossier B2019 04 053V4 (3 sur 3)

ANNEXE:



<u>Figure 1</u>: Diagramme de classification chimiques des amphiboles, avec Si en fonction de Mg/(Mg+Fe), IMA 97. Les noms des minéraux « Hornblende trémolitique », « Hornblende actinolitique » et « Ferro-hornblende actinolitique » de l'IMA 78 ont été conservés car mieux adaptés à notre activité.

En rouge figure la moyenne des mesures sur un standard **NIST SRM 1867** d'actinote-amiante et d'un standard de trémolite-amiante analysés sur le(s) microscope(s) électronique(s) à transmission utilisé(s) à l'analyse.

Les secteurs en bleu et vert ont été déterminés à partir de mesures effectuées sur un standard **NIST SRM 1867** d'actinote-amiante et d'un standard **NIST SRM 1867** de trémolite-amiante analysés sur le(s) microscope(s) électronique(s) à transmission utilisé(s) à l'analyse.

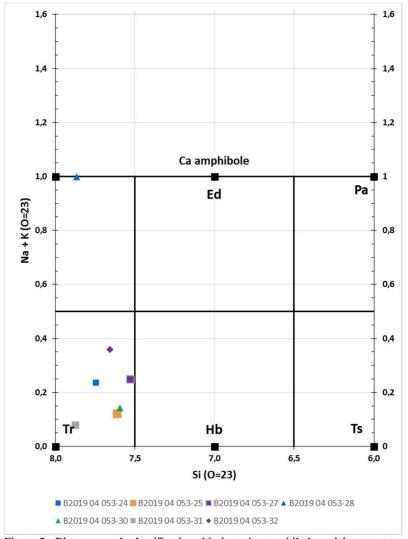
Seules les fibres analysées présentant les mêmes éléments chimiques que la trémolite / actinote ont été reportées.

NB: Attention, les calculs ont été faits comme si les particules étaient des amphiboles, alors que ce n'est peut-être pas le cas pour toutes les particules. Aussi, lorsqu'on est en dehors du champ de la trémolite ou de l'actinote, le nom du minéral correspondant au secteur dans lequel est situé le point de la particule observée n'est pas à prendre en compte

Page 29/33



RapportRoche poussé 19-02a Dossier B2019 04 053V4 (3 sur 3)



 $\frac{Figure\ 2}{ED=p\^{o}le\ \acute{e}d\acute{e}nite}.$ Diagramme de classification chimique des amphiboles calciques contenant du sodium, $ED=p\^{o}le\ \acute{e}d\acute{e}nite.$

Page 30/33



RapportRoche poussé 19-02a Dossier B2019 04 053V4 (3 sur 3)

E / Positionnement dans le diagramme de Chatfield

• Les échantillons B2019 04 053-24 et -32 ont produit des fibres classées comme actinote-amiante selon la norme NF X 43 050. La largeur et le rapport longueur/largeur des fibres d'amiante observées ont été reportés dans le diagramme de Chatfield (2008, cf. figure 3 ci-dessous).

On constate que:

1/ Les échantillons B2019 04 053-24 et -32 présentent des fibres d'actinote-amiante qui tombent soit dans le champ couvert par les points en noir du standard d'actinote-amiante NIST SRM 1867, soit dans le prolongement de ce champ.

2/ Toutes les fibres d'actinote-amiante observées dans les échantillons B2019 04 053-24 et -32 tombent dans la zone jaune caractéristique des fibres les plus dangereuses.

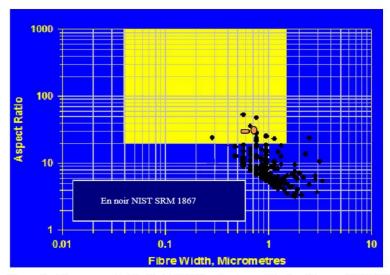


Figure 3 : Diagramme de Chatfield (2008), selon le modèle de référence NIST SRM 1867 concernant l'actinote-amiante

- Echantillon B2019 04 053-24
- Echantillon B2019 04 053-32



RapportRoche poussé 19-02a Dossier B2019 04 053V4 (3 sur 3)

• Les échantillons B2019 04 053-25, -27, -28, -30 et -31 ont produit des fibres classées comme trémolite-amiante selon la norme NF X 43 050. La largeur et le rapport longueur/largeur des fibres d'amiante observées ont été reportés dans le diagramme de Chatfield (2008, cf. figure 4 ci-dessous).

On constate que:

1/ Les échantillons B2019 04 053-25, -27, -28 et -31 présentent des fibres de trémolite-amiante qui tombent soit dans le champ couvert par les points en rouge, vert et orange du standard de trémolite-amiante NIST SRM 1867, soit dans le prolongement de ce champ.

2/ Les fibres de trémolite-amiante observées dans les échantillons B2019 04 053-25, -28, et -31 tombent dans la zone jaune caractéristique des fibres les plus dangereuses.

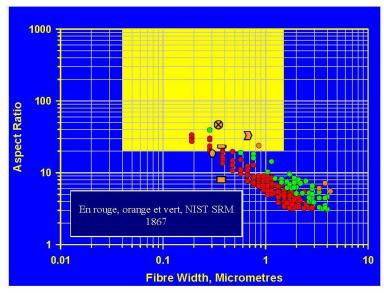


Figure 4 : Diagramme de Chatfield (2008), selon le modèle de référence NIST SRM 1867 concernant la trémolite – amiante

- Echantillon B2019 04 053-25
- Echantillon B2019 04 053-27
- ⊗ Echantillon B2019 04 053-28
- Echantillon B2019 04 053-30
- **Echantillon** B2019 04 053-31

Page 32/33



RapportRoche poussé 19-02a Dossier B2019 04 053V4 (3 sur 3)

F. Conclusion

Les échantillons B2019 04 053-24 et -32 ont libéré après broyage de nombreuses fibres classées comme de l'actinote-amiante selon la norme NFX 43-050.

Les échantillons B2019 04 053-25, -27, -28, -30 et -31 ont libéré après broyage de nombreuses fibres classées comme de la trémolite-amiante selon la norme NFX 43-050.

Aux vues des observations réalisées de façon microscopique sous stéréo-microscope, en MOLP et META, et selon la norme NF ISO 22262-1, les critères complémentaires de Van Orden D.R., de Langer A.M et le classement selon l'IMA 97, nous nous trouvons probablement :

- Dans le cas f (voir tableau 1) pour l'échantillon B2019 04 053-30, c'est-à-dire en présence de fibres d'actinote et de trémolite d'origine semi-asbestiforme.
- Dans le cas g (voir tableau 1) pour les échantillons B2019 04 053-24, -25, -27, -28 et -31, c'est-à-dire en présence de fibres d'actinote et de trémolite d'origine asbestiforme.

Analyste MOLP: Yann LAPEYRE

Analyste META : Eileen GUTTLER p. O.

L'accréditation du COFRAC atteste de la compétence des laboratoires pour les seuls essais couverts par l'accréditation. Le résultat concerne uniquement l'échantillon soumis à essais. La reproduction de ce rapport d'essai n'est autorisée que sous sa forme intégrale. ACCREDITATION 1-6025 PORTEE DISPONIBLE SUR WWW.COFRAC.FR



Page 33/33 émis le 16/052019



Centre scientifique et technique 3, avenue Claude-Guillemin

BP 36009 45060 – Orléans Cedex 2 – France Tél. : 02 38 64 34 34 - www.brgm.fr Direction régionale du BRGM en Corse

Immeuble Agostini Zone industrielle de Furiani 20600 – Bastia – France Tél. : 04 95 58 04 33