



Bureau GDA

**Repérage géologique de l'Amiante Environnemental**  
**selon norme NF P94-001 de novembre 2021**  
**Etude géologique des sols et des roches en place avant travaux**  
**Rapport de repérage A0 avec préconisation d'investigations**  
**supplémentaires**

Date d'édition et de transmission	6 février 2023
Commanditaire	Jean Christophe FRUHAUF - DREAL Occitanie
Adresse du commanditaire	FRUHAUF Jean-Christophe DREAL Occitanie/DT/DMORNO 1 rue de la cité administrative CS 80002 - 31074 Toulouse Cedex 9 Direction régionale de l'environnement, de l'aménagement et du logement d'Occitanie Jean-Christophe.Fruhauf@developpement-durable.gouv.fr
Commune	Quie (09400)
Coordonnées GPS	Longitude : 1.59014 Latitude : 42.846395
Superficie	1,44 ha
Géologue opérateur de repérage	Stéphane Lesimple
Vérificateur	Brice Sevin
Type de travaux	Fondations pour tous types de construction (maisons particulières, fondations spécifiques, autres ouvrages...)
Référence des travaux	Zone d'injection (surface)
Conclusion	<b>Présence d'amiante environnemental avérée - Nécessité d'approfondir le repérage A0 par une étude de type A2.</b>



Ce rapport répond aux exigences de la norme NF P94-001 du 20/11/2021 “Repérage amiante environnemental - Etude géologique des sols et des roches en place - Mission et méthodologie” pour un repérage de type A0.

Vous trouverez plus de détails sur l’amiante environnemental sur [bureau-gda.fr](http://bureau-gda.fr).

Bureau GDA décline toute responsabilité concernant la sincérité et la véracité des informations fournies par le commanditaire en vue de l’édition de ce document ainsi que concernant l’interprétation par ce dernier des informations contenues dans la présente attestation. Le présent rapport ne peut être reproduit qu’intégralement.

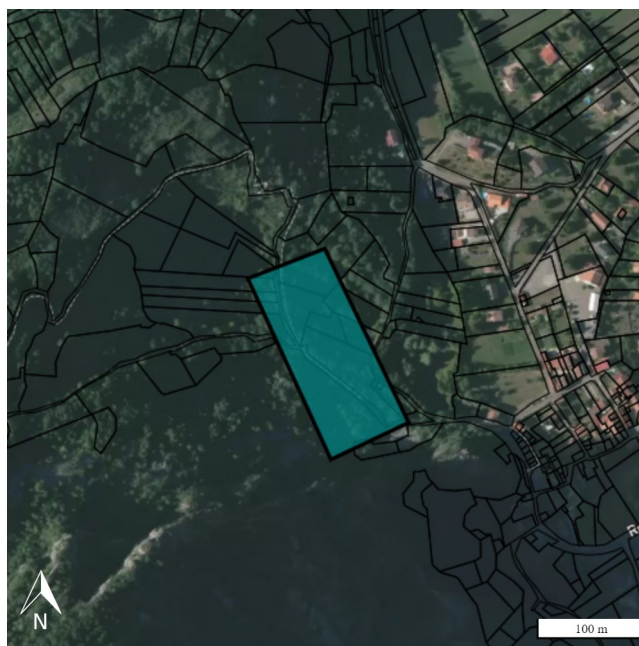


FIG. 1 : Localisation du site étudié

# Table des matières

<b><u>1</u></b>	<b><u>Introduction</u></b>	<b>5</b>
<b><u>2</u></b>	<b><u>Zone de travaux</u></b>	<b>6</b>
2.1	Description du projet et du programme de travaux . . . . .	6
2.2	Plan cadastral . . . . .	6
2.3	Historique de la zone de repérage . . . . .	6
2.4	Environnement de la zone de repérage . . . . .	6
2.5	Histoire géologique de la région . . . . .	6
<b><u>3</u></b>	<b><u>Description des objets géologiques</u></b>	<b>8</b>
3.1	Rapports de repérages antérieurs et/ou étude de la susceptibilité à la présence d'amiante environnemental du BRGM . . . . .	8
3.2	Étude de la susceptibilité à la présence d'amiante environnemental du BRGM . . . . .	8
3.3	Carte géologique au 1/50 000 . . . . .	10
3.4	Description des terrains géologiques . . . . .	10
3.4.1	Roches sédimentaires . . . . .	10
3.5	Phénomènes géologiques . . . . .	11
3.6	Coupe géologique . . . . .	11
3.7	Potentiel amiantifère des objets géologiques rencontrés . . . . .	14
<b><u>4</u></b>	<b><u>Conclusions</u></b>	<b>15</b>
<b><u>5</u></b>	<b><u>Bibliographie</u></b>	<b>16</b>
<b><u>6</u></b>	<b><u>Annexes</u></b>	<b>17</b>
6.1	Logigramme des missions de repérage selon norme NF P94-001 . . . . .	17
6.2	Consistance des reconnaissances amiante environnemental avant travaux - mission A0 selon norme NF P94-001 . . . . .	18
6.3	Tableau des variétés minérales asbestiformes et non asbestiformes . . . . .	19
6.4	Liste des roches susceptibles de contenir de l'amiante environnemental selon norme NF P94-001 . . . . .	20
6.5	Assurance de Bureau GDA . . . . .	22
6.6	CV du géologue opérateur de repérage . . . . .	23
6.7	Diplôme le plus élevé du géologue opérateur de repérage . . . . .	24
6.8	Attestation de formation du géologue opérateur de repérage aux risques liés à l'amiante. . . . .	25
6.9	Pièces jointes . . . . .	26
6.9.1	Rapports de repérages antérieurs et/ou étude de la susceptibilité à la présence d'amiante environnemental . . . . .	26



## Table des figures et tableaux

1	<u>Localisation du site étudié</u>	2
2	<u>Plan cadastral (cadastre.gouv.fr)</u>	6
3	<u>Schéma cartographique de la susceptibilité à la présence d'amiante environnemental à proximité de la zone de repérage</u>	9
4	<u>Zone de repérage</u>	10
5	<u>Coupe géologique interprétative de la zone de repérage.</u>	13
6	<u>Liste (positive et négative) des roches susceptibles de contenir de l'amiante.</u>	14
7	<u>Carte de zonation de l'aléa sur la zone d'étude délimitée en bleu. La zone en hachuré rouge représente la partie avec un aléa amiante positif.</u>	15
8	<u>Logigramme des missions de repérage selon norme NF P94-001</u>	17
9	<u>Consistance des reconnaissances amiante environnemental avant travaux - mission A0 selon norme NF P94-001</u>	18
10	<u>Tableau des variétés minérales asbestiformes et non asbestiformes</u>	19
11	<u>Liste des roches susceptibles de contenir de l'amiante environnemental selon norme NF P94-001 (1/2)</u>	20
12	<u>Liste des roches susceptibles de contenir de l'amiante environnemental selon norme NF P94-001 (2/2)</u>	21
13	<u>Assurance du Bureau GDA</u>	22
14	<u>CV du géologue opérateur de repérage</u>	23
15	<u>Diplôme géologue opérateur de repérage</u>	24
16	<u>Attestation de formation du géologue opérateur de repérage aux risques liés à l'amiante</u>	25





# 1 Introduction

La norme NF P94-001 du 20/11/2021, définit le contenu, la méthodologie et les modalités de réalisation des missions de repérage d'amiante environnemental dans les sols et roches en place, c'est-à-dire n'ayant subi aucune action anthropique, avant travaux (RAT) et à tout moment, en vue de compléter ou de constituer les documents de traçabilité et de cartographie relatifs à la présence d'objets géologiques (susceptibles) de contenir de l'amiante environnemental.

Ce repérage avant travaux, fondé sur la recherche d'objets géologiques susceptibles de contenir de l'amiante environnemental, aboutit à un rapport de repérage qui établit l'absence ou la présence d'amiante environnemental et, en cas de présence, la nature et la localisation de l'amiante environnemental dans les objets géologiques qui en contiennent.

Sont exclus de l'application de cette norme : les matériaux de dragage, de fleuve, de rivière, en mer ; les sols remaniés ; les remblais ; les renouvellements (sans extension) d'arrêté d'autorisation d'exploitation pour les carrières souterraines et à ciel ouvert ainsi que l'exploitation courante de ces carrières.

La norme NF P946001 ne s'applique pas aux repérages de l'amiante dans les immeubles bâtis, les installations industrielles, les navires militaires, marchands, les aéronefs, les véhicules ferroviaires et terrestres dans lesquels l'amiante a pu être utilisé. Elle ne s'applique pas non plus aux infrastructures de transport (hors terrassements jusqu'aux cotes définitives du projet), aux réseaux ni à leurs équipements, ni aux ouvrages d'art et de génie civil (cf. NF X46-102).

Un repérage amiante environnemental est nécessaire pour le périmètre concerné par le présent rapport, démarrant par une mission A0 (Figure 8). Cette mission A0 se base sur la bibliographie existante, les cartes géologiques ainsi que les rapports de repérage déjà réalisés dans ou à proximité de la zone de repérage.



## 2 Zone de travaux

### 2.1 Description du projet et du programme de travaux

Zone de travail pour injections (surface) au droit de la zone de tunnel.

### 2.2 Plan cadastral

La portion de terrain concerné par le repérage est représentée sur le plan cadastral suivant : (Figure 2).

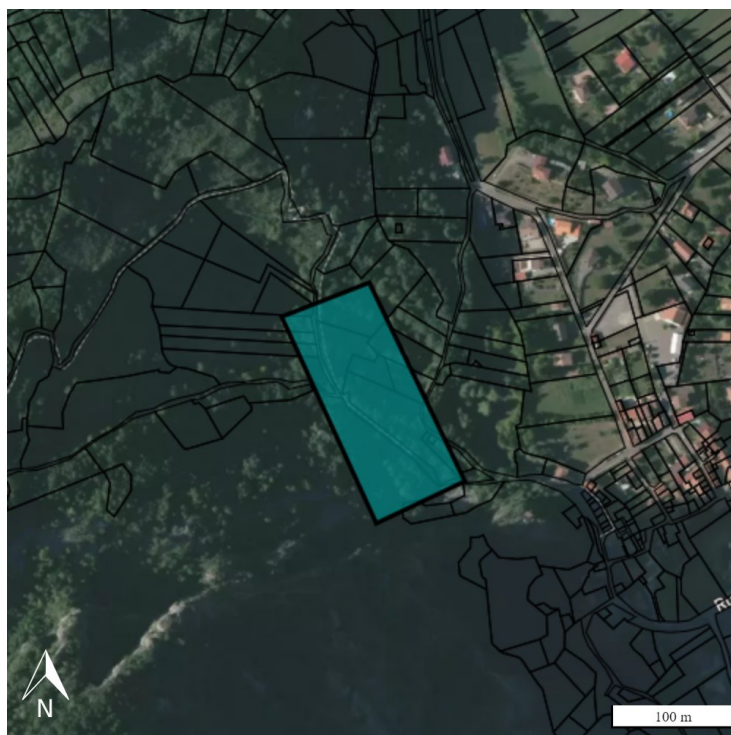


FIG. 2 : Plan cadastral (cadastre.gouv.fr)

### 2.3 Historique de la zone de repérage

La parcelle ne semble pas avoir subi de travaux antérieurs.

### 2.4 Environnement de la zone de repérage

Quié est une commune rurale peu à très peu dense. L'occupation des sols de la commune est marquée par l'importance des forêts et milieux semi-naturels (78,4%), complétée par les zones urbanisées (9,9%), les zones agricoles (6,9%), les zones industrielles et commerciales (3,9%) et enfin les prairies (1%). Les zones urbanisées sont situées au nord-est de la commune (en zone limitrophe de Tarascon sur Ariège), tandis que le reste de la commune reste occupé par des reliefs et forêts inhabités.

### 2.5 Histoire géologique de la région

La zone de repérage se situe sur la carte géologique au 1/50 000 de Foix.

Le texte suivant est issu de la notice associée et décrit brièvement l'histoire géologique de la région :

Concernant l'histoire géologique de la région quatre grands ensembles géologiques peuvent être distingués dans la région de l'Ariège :

- les massifs hercyniens de la Zone nord-pyrénéenne, qui portent les points culminants : massifs des Trois-Seigneurs (pic de la Journalade : 1 945 m), massif du Saint-Barthélémy (mont Fourcat : 2 001 m) et massif de l'Arize (rocher de Batail : 1 716 m) ;
- les dépressions intra-montagneuses nord-pyrénéennes, ménagées dans les terrains mésozoïques de Tarascon, au Sud-Ouest, et de Nalzen, à l'Est. Un dispositif structural complexe, associé à l'intercalation de barres calcaires ou gréseuses leur confère généralement un aspect très accidenté et désordonné ;
- les reliefs structuraux des chaînons calcaires nord-pyrénéens du Pech de Foix et de la crête sous-pyrénéenne de Plantaurel, avec une érosion différentielle particulièrement marquée selon des orientations W-E à NW - SE, culminant à une altitude comprise entre 700 et 1 000 m ;
- les collines molassiques sous-pyrénéennes, armées par des conglomérats, grès, argiles et calcaires de l'Eocène à dispositif structural monocliné ; elle apparaissent à l'extrémité nord-orientale de la feuille avec un modelé de dissection fluviale.

La plus grande partie de la feuille géologique de Foix s'inscrit dans le bassin versant de l'Ariège, rivière qui traverse le territoire du Nord au Sud et qui recoupe les chaînons calcaires du Pech de Foix dans la remarquable cluse de Foix. Ce cours d'eau reçoit divers petits affluents, d'orientation générale transverse, dont les tracés empruntent soit les bassins intra-montagneux mésozoïques (la Courbière, le Saurat, le Sios), soit des dépressions dans les parties les plus sensibles à l'altération des massifs hercyniens (l'Arget, dans les granodiorites de Foix).

Le tracé du tunnel traverse la zone nord-pyrénéenne, dans les terrains mésozoïques de Tarascon. Le contexte est caractéristique du domaine nord-pyrénéen : le bassin de Tarascon se situe au front nord de la haute chaîne primaire représenté par le massif de l'Aston et des Trois Seigneurs au sud. La série sédimentaire mésozoïque apparaît dans deux directions perpendiculaires dans le chaînon du Cap de Couronnes/Lauzet et dans les pentes de Coustarous. Ces deux directions sont séparées d'une bande de Trias Supérieur.

Le dispositif structural du bassin de Tarascon est complexe, associé à l'intercalation de barres calcaires ou gréseuses, ce qui lui confère un aspect très accidenté et désordonné. La morphologie du site de Quié est caractérisé par la dominance des falaises calcaires souvent karstiques, associée à l'existence d'accidents tectoniques cassants responsables de la direction des vallées du secteur. Le Trias supérieur a vraisemblablement joué un rôle structural majeur : il apparaît enserré d'accidents globalement E-W dont les mécanismes sont difficilement interprétables.

Globalement verticales, les séries sédimentaires adoptent des directions perpendiculaires selon leur position nord ou sud du Trias : le Trias marque globalement la direction régionale de la faille nord-pyrénéenne. Intimement lié aux failles, le Trias a permis la propagation en surface d'intrusions volcaniques remontant le long de failles. Ces intrusions volcaniques apparaissent sous forme d'ophite.



### 3 Description des objets géologiques

#### 3.1 Rapports de repérages antérieurs et/ou étude de la susceptibilité à la présence d'amiante environnemental du BRGM

Une étude géologique concernant l'amiante environnemental a été menée antérieurement par le CETU. Cette étude a appliqué le projet de norme NF P94-001 (allant jusqu'à une mission A2) et non la version finale publiée le 17 septembre 2021, bien que peu de choses diffèrent entre ces deux versions.

Au cours de cette étude il a été relevé que l'ophite massive présentait un caractère amiantifère. En effet, des reconnaissances laboratoires ont été effectuées sur deux échantillons prélevés en surface dans la zone d'ophite massive :

- des premiers tests de reconnaissances ont été réalisés, basés sur un protocole de suivi issu d'un autre chantier (Gavet). L'examen binoculaire a permis la classification de l'échantillon dans une échelle à 5 niveaux d'alerte caractérisant le niveau de suspicion de présence d'amiante (1.1, 1.2, 1.3, 2.1, 2.2). Le premier échantillon a un niveau 1.3, le second a un niveau 0 (voir le rapport en annexe du CETU) ;
- des identifications au Microscopie Optique à Lumière Polarisée (MLOP) et Microscopie Electronique à Transmission Analytique (META) ont été menées pour confirmer cette suspicion. La présence d'actinolite-amiante a été confirmée pour le premier échantillon.

A cela s'ajoute l'analyse (MOLP et META) d'échantillons d'éboulis d'ophite prélevés par Bureau GDA (annexe 2) pour le compte du CETU. Plusieurs échantillons ont révélé la présence d'actinolite-amiante et un de chrysotile (le rapport d'analyse est fourni en annexe 3).

Vous retrouverez les repérages antérieurs en Annexe.

#### 3.2 Étude de la susceptibilité à la présence d'amiante environnemental du BRGM<sup>1</sup>

La zone de repérage appartient à une zone étudiée par le BRGM dans le cadre des études de la susceptibilité à la présence d'amiante environnemental.

Soucieux des risques potentiels d'inhalation de fibres asbestiformes pour les populations vivant à proximité d'éventuelles roches naturellement amiantifères, ou pour les travailleurs dans les carrières ou le BTP concernées par ce type de formations géologiques, le BRGM, a procédé à des cartographies de la susceptibilité à la présence d'amiante environnemental.

Ces cartographies réalisées ont permis d'adopter d'une manière définitive les niveaux d'aléas relatifs à la présence d'amiante dans les environnements naturels.

Pour ce faire et afin de permettre une homogénéité des résultats au niveau national, une classification en 4 classes aléas a été adoptée en préalable :

- *La classe d'aléa de niveau 1* correspond à toutes les formations géologiques dans lesquelles aucun indice d'amiante n'est actuellement connu ;
- *La classe d'aléa de niveau 2* correspond aux formations géologiques dans lesquelles des occurrences d'amiante, très localisées et exceptionnelles, sont connues ;
- *La classe d'aléa de niveau 3* regroupe les formations géologiques dans lesquelles les occurrences d'amiante sont plus fréquentes mais encore localisées et non systématiques ;
- *La classe d'aléa de niveau 4* correspond aux formations géologiques dans lesquelles les occurrences d'amiante sont très nombreuses et pour lesquelles la probabilité d'occurrence de minéraux amiantifères est donc forte.

L'étude a été réalisée en suivant une méthodologie en trois phases successives :

- **Phase 1** : La première phase a consisté en une évaluation préliminaire du potentiel amiantifère des unités géologiques du secteur étudié, à partir de l'analyse thématique, par mots-clés, des données numériques associées à la carte géologique harmonisée à 1/50 000 des départements concernés. Les résultats obtenus à l'issue de cette première requête ont été ensuite soumis à une analyse multicritère (lithologie, minéralogie, type de déformation, intensité de la déformation) de telle manière à classer les différentes formations

<sup>1</sup>Bureau de Recherches Géologiques et Minières – Service géologique national.



en quatre niveaux d'aléa prévisionnel de présence d'amiante (Nul à très faible, Faible, Moyen, Fort à très fort).

- **Phase 2** : La deuxième phase a compris deux modules, le premier correspondant aux investigations de terrain et à l'échantillonnage des formations géologiques préalablement classées dans les niveaux « Faible », « Moyen » et « Fort à très fort » et le second aux travaux analytiques réalisés en laboratoire à partir des échantillons prélevés (observations au microscope optique polarisant et analyses chimiques ponctuelles à la microsonde électronique). Cette seconde phase a permis de confirmer ou d'identifier la présence d'amiante dans certaines unités géologiques.
- **Phase 3** : Les phases précédentes aboutissent alors aux quatre niveaux d'aléa préalablement définis

La zone de repérage appartient à une zone étudiée par le BRGM dans le cadre des études de la susceptibilité à la présence d'amiante environnemental.

Les ophites sont affectées d'un aléa consolidé de niveau 3 ("moyen"). Les sédiments carbonatés non métamorphiques (quel que soit leur âge) ne contiennent pas de minéraux asbestiformes.

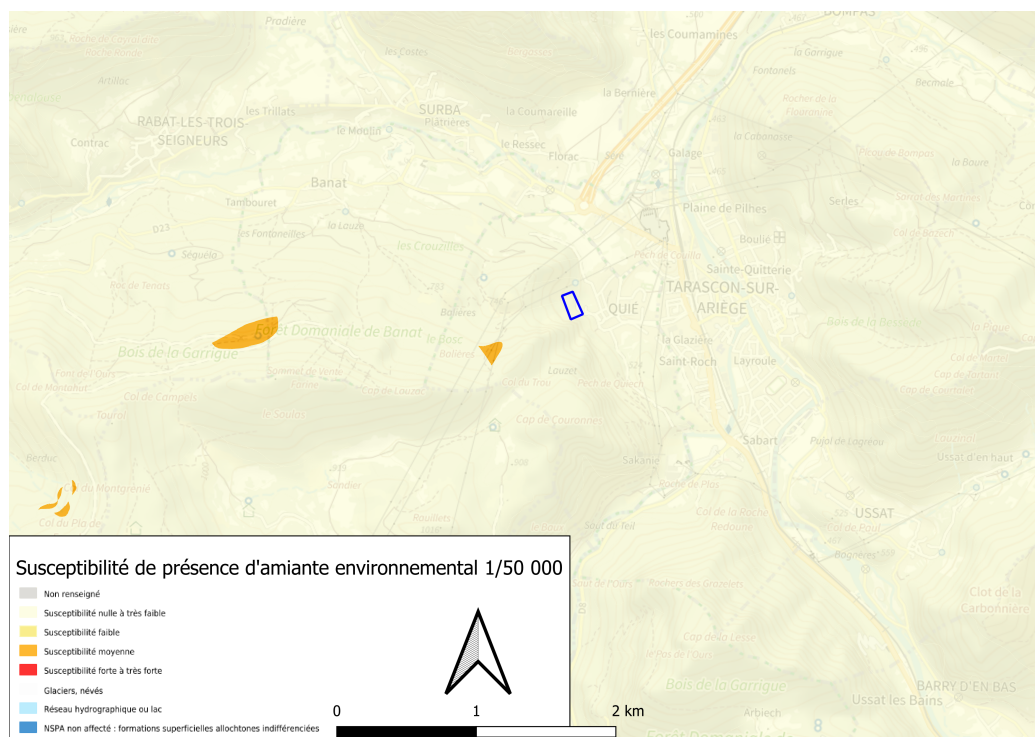


FIG. 3 : Schéma cartographique de la susceptibilité à la présence d'amiante environnemental à proximité de la zone de repérage



### 3.3 Carte géologique au 1/50 000

La zone de repérage retenue se limite strictement à l'emprise représentée ci-dessous (Figure 4).

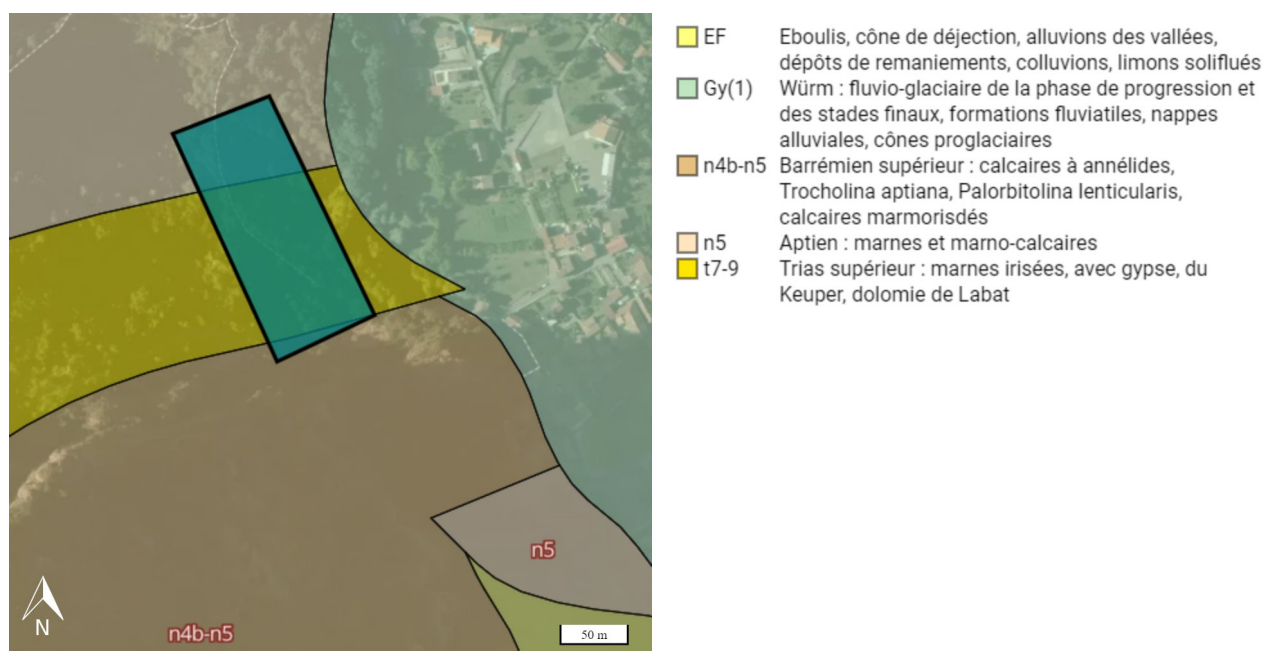


FIG. 4 : Zone de repérage

### 3.4 Description des terrains géologiques

#### 3.4.1 Roches sédimentaires

**Symbologie :** n5

**Nom :** Aptien : marnes et marno-calcaires

**Niveau d'alea :** Nul

**Description :** Suivant généralement les calcaires à Annélides, les marnes d'Ussat ne se développent que dans la partie sud de la feuille Foix, au sein des unités commingeoises et ultra-commingeoises de ce que l'on appelait autrefois le "bassin de Tarascon". La dénomination de marnes d'Ussat recouvre en fait deux formations successives, les marnes à Deshayesites (Bédoulien pro parte) à la base et les calcschistes intermédiaires (Gargasien inférieur) au sommet, qu'il est souvent difficile de différencier sur le terrain en l'absence de coupe continue.

Ces marnes d'Ussat ont été identifiées dans l'écaille de la forêt de Larse; elles se poursuivent jusque dans le lambeau du col de Port. On les retrouve sans fossiles mais dans leur position géométrique habituelle (malgré quelques failles de détail) entre le Barrémien et le Clansayésien calcaire dans l'écaille synclinale de Rabat (route de Rabat à la Freyte) et, tout au Sud, dans l'écaille frontale du Lauzinal - Cap de Tartrant et dans l'unité chevauchante d'Ussat.

**Symbologie :** n4b – n5

**Nom :** Barrémien supérieur : calcaires à annélides, Trocholina aptiana, Palorbitolina lenticularis, calcaires marmorisés

**Niveau d'alea :** Nul

**Description :** Une lentille métrique de calcaires urgo-barrémiens s'intercale entre les dolomies jurassiques et les calcaires clansayésiens sus-jacents près de Bédailhac, sur le flanc sud de l'écaille du Roc de Sédour. Il s'agit de calcaires du Barrémien inférieur. Le Barrémien est également présent dans les unités commingeoises qui encadrent structuralement le Roc de Sédour. Dans l'écaille de la forêt de Larse - col de Port, le Barrémien semble complet dans les lambeaux de Larse - Aynat et d'Uslades où, sur le Jurassique, viennent 100 m de calcaires et présentant plus haut le faciès des calcaires à Annélides.

Cette dernière formation est seule représentée au col de Port. Dans l'écaille synclinale de Rabat, le Barrémien affleure le long de la route de Rabat à la Freyte où il butte par faille contre les dolomies jurassiques. Il comporte

10 m de calcaires urgo-barrémiens à biophase du Barrémien inférieur et, au-dessus, 10 m de calcaires à Annélides. Plus au Sud, dans la sous-zone ultra-commingeoise, le Barrémien se développe considérablement. Sur la feuille Vicdessos, il atteint 400 m d'épaisseur et constitue les hautes falaises du Quié de Lujat (unité chevauchante d'Ussat) qui dominent la vallée de l'Ariège entre Tarascon et les Cabanes. Sur la feuille Foix, il forme une partie de l'écaille frontale du Lauzinal - Cap de Tartant et se retrouve en rive gauche au-dessus du Néocomien de Sabart.

**Symbologie : t7 – 9**

**Nom :** Trias supérieur : marnes irisées, avec gypse, du Keuper, dolomie de Labat

**Niveau d'alea :** Faible

**Description :** Marnes irisées, argiles bariolées de couleur vive, rouge, verte, ou blanche, avec de nombreux quartz bipyramidés, souvent accompagnées de cargneules et de calcaires dolomitiques blancs ou jaune chamois. Les plus vastes affleurements de Keuper de la feuille se situent sur la bordure septentrionale du massif de l'Arize (entre Montels et Saint-Martin-de-Caralp), dans le chaînon du Pech de Foix (Soula, Leychert, Coulzonne en bordure sud, Baragne, Restoul en bordure nord).

Le Keuper affleure aussi très largement dans le bassin de Tarascon-sur-Ariège (cœur de l'anticlinal du bois de la Garrigue, Bédeilhac et Arnave) et aussi sur le front du massif du Saint-Barthélémy (Labat, Freychenet, Armentières) ; ce terrain a certainement joué un rôle tectonique important dans les décollements de couverture.

Le Trias supérieur a vraisemblablement joué un rôle structural majeur : il apparaît enserré d'accidents globalement E-W dont les mécanismes sont difficilement interprétables. Globalement verticales, les séries sédimentaires adoptent des directions perpendiculaires selon leur position nord ou sud du Trias : le Trias marque globalement la direction régionale de la faille nord-pyrénéenne. Intimement lié aux failles, le Trias a permis la propagation en surface d'intrusions volcaniques remontant le long de fractures. Ces intrusions volcaniques apparaissent sous forme d'ophite.

Une étude du CETU de 2020 redéfinit de manière fine la carte géologique dans le secteur de la zone d'étude. Il est important de noter que dans cette étude, ces formations du Trias sont décrites au niveau de la zone d'étude comme recouvertes par des formations superficielles de type fluvio-glacières ou colluvions (nommés éboulis Balières). Des éléments d'ophites ont été reconnus par le CETU dans ces « éboulis Balières » qui sont rencontrés juste au nord de la falaise de calcaire dans le vallon de Balières. Les affleurements sont multiples et montrent des densités d'ophite variables (de 0 à 70 %). La présence d'ophite n'est pas établie dans tous les éboulis. Les zones d'ophite sont limitées dans l'espace à des zones de 5-10 m de diamètre avec une diffusion en aval. Les éboulis d'ophite se présentent sous forme d'éléments de granulométrie hétérogène (5 mm à 200 mm). Il n'est pas noté de pointements massifs sous-jacents, ni à l'affleurement, ni géomorphologiquement.

Par ailleurs, on ne note pas de présence d'ophite dans les terrains fluvio-glaciaires FGy.

Ces éboulis à ophite sont illustrées dans le rapport d'échantillonnage fourni en annexe 2.

### 3.5 Phénomènes géologiques

*Métamorphisme :* La zone de repérage est partiellement constituée de roches métamorphiques et plus précisément des ophites sous forme d'éboulis. Ces ophites sont des dolérites hydrothermalisées et métamorphisées dans le faciès des schistes verts, elles peuvent présenter des faciès à actinolite-amiante.

*Déformation tectonique :* Les contacts entre les formations géologiques semblent être francs et recouper les courbes topographiques ce indiquerait des contacts verticaux et donc tectoniques. Les ophites sont incluses dans le Trias à la faveur de ces accidents tectoniques.

### 3.6 Coupe géologique

La coupe choisie recoupe les 3 unités géologiques de la zone d'étude perpendiculairement aux contacts. Ces contacts sont très pentés, l'unité du Trias étant pincée tectoniquement entre les deux unités calcaires. Cette coupe est importante, car elle explique comment les ophites (qui sont décrites comme remontant au sein des marnes triasiques à la faveur des contacts faillés, ou de failles internes à l'unité) peuvent être présentes en une certaine quantité dans les éboulis qui recouvrent les marnes triasique au cœur de la dépression topographique. Ces blocs sont probablement issus de la zone escarpée, au sud, qui forme le contact entre les calcaires du barrémien et les marnes. Il est à noter que ces formations superficielles de type éboulis n'ont pas été cartographiées par le



BRGM, mais sont décrites dans l'étude géologique antérieure du CETU, fournie en annexe 1. La coupe issue de l'étude du CETU montre clairement la localisation des éboulis à ophite (nommés éboulis de Balière, Eb sur la coupe, couleur beige) qui doivent être traités comme une formation potentiellement amiantifère.





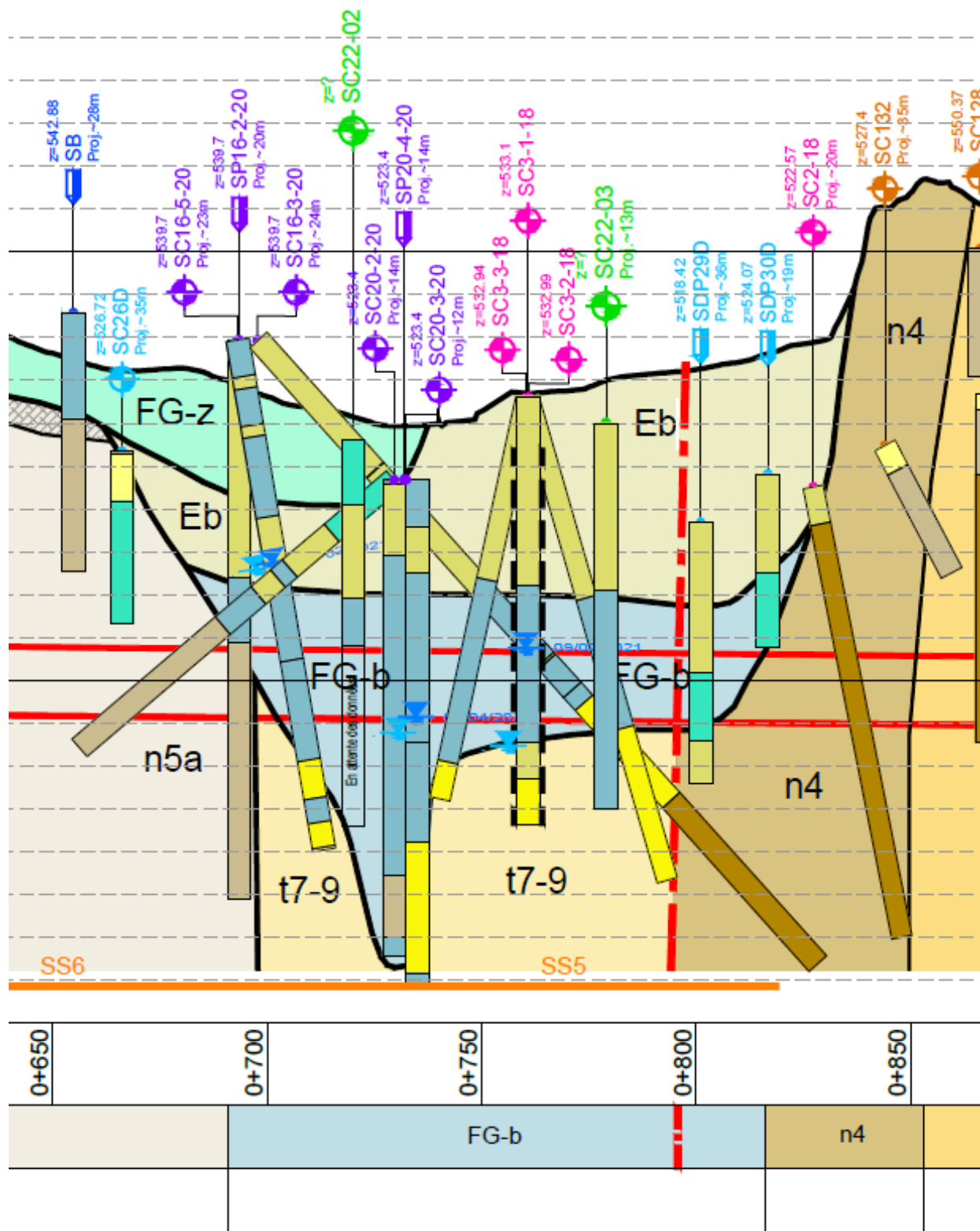


FIG. 5 : Coupe géologique interprétative de la zone de repérage.

### 3.7 Potentiel amiantifère des objets géologiques rencontrés

Dans ce tableau (Figure 6), est présentée la classe d'aléa défini par le BRGM lors de l'étude de la susceptibilité à la présence d'amiante environnemental. Est également présentée la probabilité d'occurrence de détection d'amiante environnemental en fonction de la nature lithologique des objets géologiques, telle que définie dans la norme NF P94-001.

Symbole	Objets géologiques rencontrés dans la zone de repérage	Classe d'aléa selon les études BRGM	Susceptibilité de contenir de l'amiante environnemental selon la norme NF P94-001
<i>n5</i>	Aptien : marnes et marno-calcaires	Niveau 1	Nul
<i>n4b – n5</i>	Barrémien supérieur : calcaires à annélides, Trocholina aptiana, Palorbitolina lenticularis, calcaires marmorisés	Niveau 1	Nul
<i>t7 – 9</i>	Trias supérieur : marnes irisées, avec gypse, du Keuper, dolomie de Labat	Niveau 2	Faible

FIG. 6 : Liste (positive et négative) des roches susceptibles de contenir de l'amiante.



## 4 Conclusions

Au vu des informations transmises par le donneur d'ordre, de l'analyse bibliographique des données géologiques existantes et des cartes géologiques au 1/50 000, nous pouvons conclure que :

**Dans le cadre de la mission A0 objet du présent rapport, la présence d'objets géologiques susceptibles de contenir de l'amiante environnemental (voir ci-dessous) est avérée, le passage au niveau de reconnaissance supérieur A2 (selon NF P94-001 - (Figure 8)) est nécessaire.**

Les objets géologiques susceptibles de contenir de l'amiante environnemental sont :

- *t7 – 9* : Trias supérieur : marnes irisées, avec gypse, du Keuper, dolomie de Labat

Des études de détail ont permis de mieux décrire la géologie du site, à savoir le recouvrement des formations Trias en place par des éboulis. Dans ces éboulis, il est fréquent de trouver des blocs d'ophite, une roche intrusive associée très localement aux marnes du Trias. Plusieurs analyses ont conclu à la présence de minéraux amiantifères dans ces ophites (principalement actinolite-amiante).

**De fait, la zone à considérer comme amiantifère est identifiée comme “Eboulis Balière” (jaune à motifs verts) sur la carte fournie en annexe 4, issue des travaux du CETU. Cette zonation est reprise dans la carte ci-dessous, en hachuré rouge.**

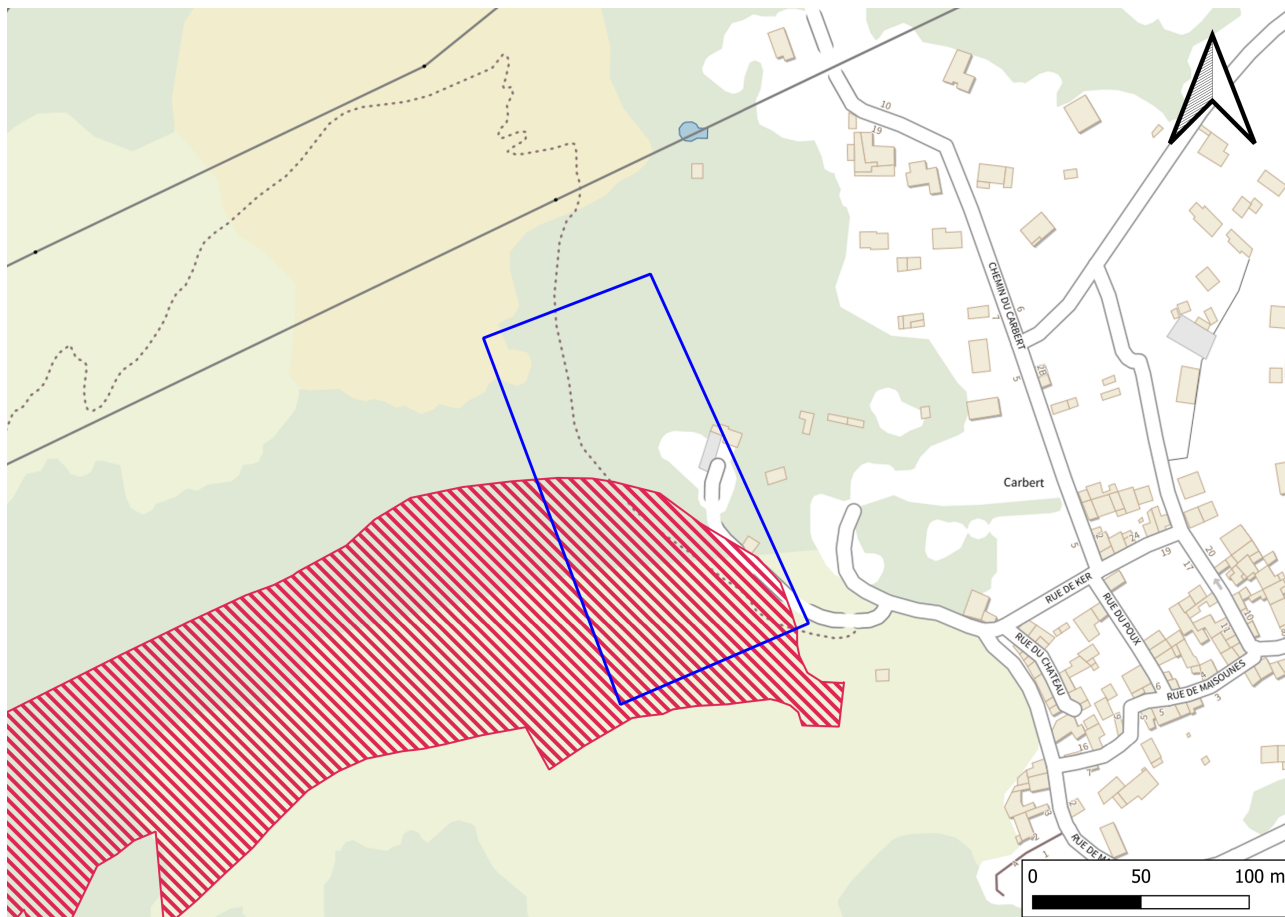


FIG. 7 : Carte de zonation de l'aléa sur la zone d'étude délimitée en bleu. La zone en hachuré rouge représente la partie avec un aléa amiante positif.

## 5 Bibliographie

- AFNOR - Norme NF P94-001 - Repérage amiante environnemental - Etude géologique des sols et des roches en place - Mission et méthodologie. Publiée le 20/11/2021.
- INRS - Guide ED 6142 v2020 - Travaux en terrain amiantifère. Opérations de génie civil de bâtiment et de travaux publics. 120 pages. Guide de prévention.
- Bilotte, M., Casteras, M. Peybernès, B., Rey, J., Soula, J.C., Taillefer, F.(1988) Feuille de Foix (1075) Carte Géologique de la France 1/50000. Edition BRGM.
- Cagnard, F., Le Bayon, B., Lahondère, D., Duron, D., Bouroullec, I., Caritg-Monnot, S., Allanic, C.(2015) – Cartographie de l'aléa amiante environnemental dans les Pyrénées. Rapport final. BRGM/RP-65249-FR, 344 p., 191 ill., 7 ann., 1 ann. analytique hors-texte.
- Kasperski J. (2020) - Tunnel de Quié, Note amiante & reconnaissances. CETU ; 21p., 3 ann.



## 6 Annexes

### 6.1 Logigramme des missions de repérage selon norme NF P94-001

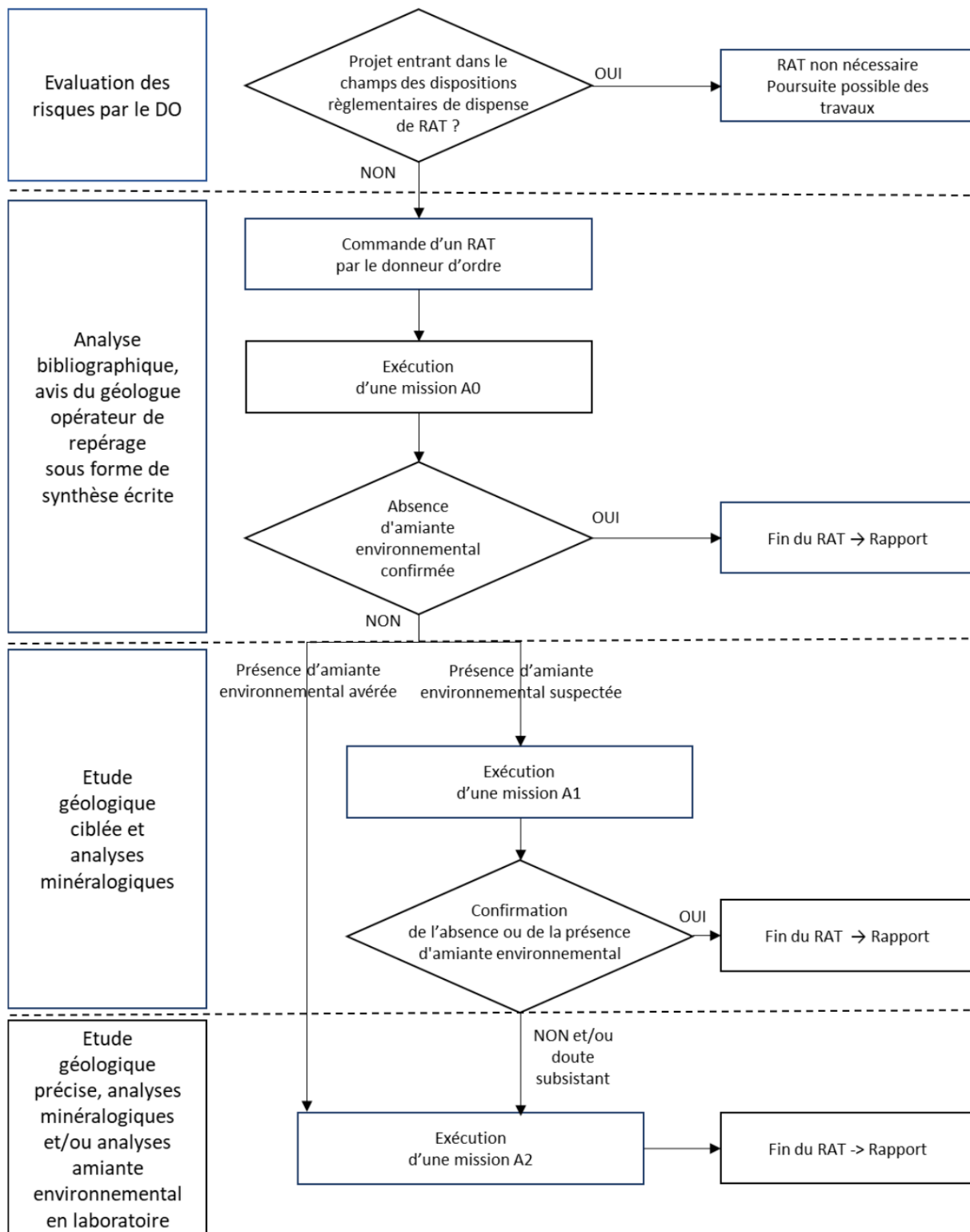


FIG. 8 : Logigramme des missions de repérage selon norme NF P94-001

## 6.2 Consistance des reconnaissances amiante environnemental avant travaux - mission A0 selon norme NF P94-001

Consistance minimale	Moyens	Parties prenantes	Documents associés Documents à fournir	Conclusion
Niveau de reconnaissance et objectif de la mission : A0 - Recherche d'objet géologique susceptible de contenir de l'amiante environnemental				
<p>La mission A0 a pour objectif de déterminer si le site est impacté par la présence d'objets géologiques susceptible de contenir de l'amiante environnemental sur la base d'informations d'ordre documentaire ou bibliographique.</p> <p>Analyse détaillée du positionnement du projet au regard du contexte géologique local par un géologue opérateur de repérage.</p> <p>La réflexion du géologue opérateur de repérage doit être formellement étayée (analyse de carte, coupes géologique et/ou structurale si nécessaire).</p> <p>Le géologue opérateur de repérage doit en particulier porter une attention particulière aux contextes géologiques en marge de bassins sédimentaires et en marge de zones présumées hors aléa amiante environnemental (par exemple zones de discordance sédimentaire sur formation du socle).</p> <p>Une attention particulière doit également être apportée aux manifestations tectoniques sévères (zones faillées, brèches,...) et aux zones de circulation et altération hydrothermales.</p> <p>Dans le cadre de la mission A0, une visite sur le terrain n'est pas obligatoire.</p> <p>Elle relève de la seule responsabilité du géologue opérateur de repérage qui justifiera par écrit sa décision).</p>	<p>Carte de localisation du projet (la plus précise possible selon le stade de l'étude).</p> <p>Cartes géologiques les plus détaillées possibles (BRGM, ...).</p> <p>Base Info-terre.</p> <p>Etudes antérieures environnantes.</p> <p>Listes positives et négatives des roches susceptibles de contenir de l'amiante environnemental, en Annexe A.</p>	<p>Géologue opérateur de repérage.</p> <p>Donneur d'ordre.</p>	<p>Liste des éléments bibliographiques consultés.</p> <p>Carte avec localisation précise de l'ouvrage ou de la parcelle (plan de masse, plan cadastral).</p> <p>Description de la nature des travaux projetés.</p> <p>Description des sols et roches concernés par l'ouvrage ou la parcelle.</p> <p>Coupe géologique interprétative à l'échelle de la carte géologique ou autre carte pertinente.</p> <p>Tous rapports ou pré-rapports antérieurs ayant été conduits sur tout ou partie ou à proximité du périmètre de repérage.</p> <p>Interprétation argumentée du géologue opérateur de repérage.</p> <p>En cas de nécessité de poursuivre vers une reconnaissance A1, le géologue opérateur de repérage doit justifier et expliquer par écrit sa décision au donneur d'ordre.</p>	<p>Absence d'objet géologique susceptible de contenir de l'amiante environnemental et donc absence d'amiante environnemental</p> <p>Ou</p> <p>Présence suspectée d'objets géologiques susceptibles de contenir de l'amiante environnemental (→A1)</p> <p>Ou</p> <p>Présence avérée d'objet géologique contenant de l'amiante environnemental (→A2)</p>

FIG. 9 : Consistance des reconnaissances amiante environnemental avant travaux - mission A0 selon norme NF P94-001



### 6.3 Tableau des variétés minérales asbestiformes et non asbestiformes

VARIÉTÉS ASBESTIFORMES (amiante)	FORMULE CHIMIQUE	VARIÉTÉS NON ASBESTIFORMES
<b>GROUPE DE LA SERPENTINE</b>		
Chrysotile (ou amiante blanc)	$Mg_3Si_2O_5(OH)_4$	Antigorite/Lizardite
<b>GROUPE DES AMPHIBOLES</b>		
Trémolite-amiante	$Ca_2Mg_5Si_8O_{22}(OH)_2$	Trémolite
Actinolite-amiante	$Ca_2(Mg_5, Fe_5)Si_8O_{22}(OH)_2$	Actinolite
Anthophyllite-amiante	$(Mg, Fe^{2+})_7Si_8O_{22}(OH)_2$	Anthophyllite
Amosite (ou grunérite-amiante ou amiante brun)	$Fe_7Si_8O_{22}(OH)_2$	Grunérite
Crocidolite (ou riebeckite-amiante ou amiante bleu)	$Na_2(Fe^{2+}, Mg)_3Fe^{3+}_2Si_8O_{22}(OH)_2$	Riebeckite
	$NaCa_2Mg_5Si_7AlO_{22}(OH)_2$	Fluoro-édénite
	$(Na, Ca)(Mg_4Al)Si_8O_{22}(OH)_2$	Winchite
	$Na(Na, Ca)Mg_5Si_8O_{22}(OH)_2$	Richtérite
<b>GROUPE DES ZÉOLITES - CHABAZITES</b>		
	$(Na_2, K_2, Ca, Mg)_4, 5Al_5Si_{27}O_{72} \cdot 27H_2O$	Érionite

FIG. 10 : Tableau des variétés minérales asbestiformes et non asbestiformes



## 6.4 Liste des roches susceptibles de contenir de l'amiante environnemental selon norme NF P94-001

Extrait de l'annexe A à portée informative de la norme NF P94-001.

Ce tableau ne doit pas être utilisé seul mais conjointement avec les autres documents de la norme NF P94-001.

Ce tableau ne prétend pas à l'exhaustivité.

Probabilité d'occurrence de détection d'amiante environnemental :

- Vert : Nulle
- Jaune : Très faible à faible
- Orange : Moyen
- Rouge : Fort à très fort

Groupe	Types pétrographiques →		← Dérivés métamorphiques	
	Les roches sont-elles susceptibles de contenir des fibres d'amiantes ?			
Roches carbonatées ou évaporitiques	calcaires, calcaires argileux, calcaires crayeux, calcaires gréseux, dolomies, calcaires dolomitiques, marnes, marno-calcaires, gypses, cargneules, travertins, faluns...	Non	Non	calcaires marmoréens, dolomies marmoréennes, marbres purs...
			Oui	marbres à minéraux, cornéennes, skarns...
Roches détritiques consolidées	grès, grès calcaires, siltites, flysch ardoisier, flysch calcaréo-gréseux, flysch gréseux, pélites, cherts...	Non	Non	quartzites, quartzites calcaires, métapélites, schistes, micaschistes, calcschistes, paragneiss / paragneiss migmatitiques <u>sans amphibole</u> ...
	grès et arkoses lithiques, conglomérats, molasses, brèches, poudingues*...	Oui	Oui	quartzites conglomératiques, méta-arkoses, méta-conglomérats*...
Roches plutoniques I	syénites, tonalites, granites, syénogranites, monzogranites, granodiorites...	Non	Non	métatonalites/orthogneiss tonalitiques <u>sans amphibole</u> , métagranites/orthogneiss granitiques <u>sans amphibole</u> , métasyénogranites/orthogneiss syénogranitiques <u>sans amphibole</u> , métamonzogranites/orthogneiss monzogranitiques <u>sans amphibole</u> , métagranodiorites, orthogneiss granodioritiques <u>sans amphibole</u> , leptynites <u>sans amphibole</u> , orthogneiss migmatitiques <u>sans amphibole</u> ...
			Oui	métatonalites/orthogneiss tonalitiques <u>à amphibole</u> , métagranites/orthogneiss granitiques <u>à amphibole</u> , métasyénogranites/orthogneiss syénogranitiques <u>à amphibole</u> , métamonzogranites/orthogneiss monzogranitiques <u>à amphibole</u> , métagranodiorites/orthogneiss granodioritiques <u>à amphibole</u> , leptynites <u>à amphibole</u> ...
	granites alcalins à amphibole sodique (riébeckite), syénites alcalines à amphiboles sodiques (arfvedsonite, riébeckite), plagiogranites...	Oui	Oui	métagranites alcalins/orthogneiss granitiques alcalins, métasyénites alcalines/orthogneiss alcalins syénogranitiques, métaplagiogranites/orthogneiss plagiogranitiques...
Roches plutoniques II	monzonites, monzodiorites, monzogabbros, diorites, gabbros, lamprophyres, teschenites, dolérites, ophites...	Possible**	Oui	métasyénites, métamonzonites, métamonzodiorites, métamonzogabbros, métadiorites, métagabbros, métalamprophyres, métateschenites, métadolérites, métaophites, amphibolites, édogites rétrotransformées...
Roches plutoniques III	péridotites, orthopyroxénites, cortlandites, amphibololites...	Possible**	Oui	métapéridotites, serpentinites, métaproxénites, métacortlandites, talcschistes, ophicalcites...

FIG. 11 : Liste des roches susceptibles de contenir de l'amiante environnemental selon norme NF P94-001 (1/2)



Roches volcaniques I	rhyolites, dacites, andésites quartziques...	Non	Non	métarhyolites/orthogneiss rhyolitiques <u>sans amphibole</u> , métadacites <u>sans amphibole</u> , métaandésites quartziques <u>sans amphibole</u> ...
	rhyolites alcalines à amphibole sodique (riébeckite)...	Oui	Oui	métarhyolites/orthogneiss rhyolitiques <u>à amphibole</u> , métadacites <u>à amphibole</u> , métaandésites quartziques <u>à amphibole</u> ...
Roches volcaniques II	trachyandésites, trachybasaltes, andésites, basaltes...	Non	Non	métarhyolites alcalines/orthogneiss alcalins rhyolitiques...
	trachytes alcalins à amphibole sodique (arfvedsonite)...	Oui	Oui	métatrachyandésites <u>sans amphibole</u> , métaandésites <u>sans amphibole</u> ...
Roches magmatiques volcaniques III	picrites...	Non	Oui	métatrachyandésites <u>à amphibole</u> , métaandésites <u>à amphibole</u> , metabasaltes, prasinites, spilites...
			Oui	métatrachytes alcalins...
Roches détritiques non consolidées	alluvions, moraines, colluvions, éboulis*...	Possible*	Oui	métapicrites serpentinisées...
			Oui	métapicrites serpentinisées...
Sols	gores, altérites, limons...	Possible***		

\* quand les éléments détritiques proviennent de massifs contenant des roches amiantifères

\*\* dans ce type de roche, contrôler l'absence de recrystallisations tardi-magmatiques et/ou hydrothermales

\*\*\* quand la roche mère est susceptible de contenir de l'amiante (altérites ou régolite autochtone) ou quand les sols sont dérivés de l'érosion de massifs, plus ou moins lointains, contenant des roches amiantifères (régolite allochtone)

FIG. 12 : Liste des roches susceptibles de contenir de l'amiante environnemental selon norme NF P94-001 (2/2)

## 6.5 Assurance de Bureau GDA



Assurance et Banque

### ATTESTATION D'ASSURANCE

Je soussigné SARL GALEY-LABAUTHE ASSURANCES, AXA FRANCE, certifie que la société BUREAU GDA ETUDES est assurée pour sa responsabilité civile auprès de notre agence par contrat n° 10975358804 et ce à effet du 01/01/23.

Les activités garanties sont :

- Repérages de l'amiante environnemental (amiante naturellement présent dans certaines roches et sols en place) avant travaux, selon la norme NF P94-001 de novembre 2021
- Repérages sur des matériaux rocheux constitutifs d'ouvrages d'art ou d'infrastructure (selon la NF X46-102 qui renvoie à la NF P946001 en la matière) ainsi que des expertises géologiques sur des matériaux naturels non couverts par une norme (notamment remblais ou granulats).
- Etudes géologiques classiques (cartographie et caractérisation des formations géologiques)
- Formations géologiques, en particulier sur l'amiante environnemental et l'application de la réglementation en vigueur concernant l'amiante environnemental
- Prestations d'accompagnement d'entreprises ou d'organisation à la prise en compte du risque amiante environnemental dans leurs systèmes de prévention des risques à l'exclusion de toute mission d'IPRP (intervenant en prévention en risques professionnels) déclaré auprès de la DIRECCTE

La présente attestation ne peut engager la compagnie en dehors des limites précisées par les clauses et conditions du contrat auquel elle se réfère.

Fait à Toulouse le 20 décembre 2022  
Pour valoir ce que de droit

**SARL GALEY-LABAUTHE ASSURANCES**

SARL GALEY-LABAUTHE ASSURANCES  
21, place Dauphine - 31000 TOULOUSE  
☎ 05 67 21 09 09 - Fax 05 61 83 42 43  
email : galey@galey-labauthe-axa.fr  
N° ORIAS 10 053 214

FIG. 13 : Assurance du Bureau GDA



## 6.6 CV du géologue opérateur de repérage

# STEPHANE LESIMPLE

Ingénieur Géologue

Né le 26 septembre 1983

5 rue Edmond Caillard, VDC  
98800 Nouméa  
NOUVELLE-CALÉDONIE  
stephane.lesimple@gouv.nc  
(+687) 95 26 73



### EXPERIENCE PROFESSIONNELLE

**Bureau GDA - Géologie & Diagnostic Amiante**  
**Consultant - septembre 2020 - actuel**

Études de repérage d'amiante environnemental (de A0 à A4) réalisées dans le cadre de la norme AFNOR (PR NF P94-001).

**Service de la Géologie, Direction de l'Industrie, des Mines et de l'Energie de Nouvelle-Calédonie (DIMENC)**

**Ingénieur géologue - 2009 - actuel**

Missions ou tâches réalisées : cartographie géologique, gestion de la thématique amiante environnemental, référent du programme matériaux, conservation et valorisation du patrimoine géologique de la Nouvelle-Calédonie.

**Service de la Géologie, Direction de l'Industrie, des Mines et de l'Energie de Nouvelle-Calédonie (DIMENC)**

**Géologue en Volontariat Civil à l'Aide Technique - 2008 -2009**

Cartographie géologique pour l'aménagement du territoire et la reconnaissance de l'aléa "amiante environnemental".

**Le Règne Minéral (Revue minéralogique)**

**Rédacteur scientifique - 2007 -2008**

Rédaction d'articles sur la géologie et la minéralogie à destination du grand public.

**BRGM via ADRAC (BRGM Bretagne)**

**Géologue - Cartographie géologique - 2005 - 2007**

Cartographie géologique (Bretagne). Réalisation, numérisation, édition de carte géologique. Feuille 314, Loudéac (1: 50 000). Programme et réalisation d'une campagne de forage.



### FORMATION

**Master 2 - Université du Québec à Montréal (UQAM) & Université d'Orléans**

**Montréal, Canada; Orléans, France - 2004 - 2005**

Exploration et Gestion des Ressources Minérales (EGERM)



### LANGUES

Français (langue maternelle), Anglais (courant).



### DIVERS

**Formateur/Intervenant**

Formateur pour l'IFAP (Institut de Formation de l'Administration Publique) pour la « Formation Amiante des Cadres » en 2012.

Formateur « Géologie de l'amiante en Nouvelle-Calédonie » pour plusieurs sociétés minières (SLN en 2015, SMT en 2019), bureaux d'études (Geo.Impact en 2014, A2EP en 2018) et administrations (Service des mines et Carrières, Service Energie de la DIMENC).

Intervenant sur le sujet de l'amiante environnemental lors du séminaire « Santé et Sécurité au Travail » organisées par la DTE (Direction du Travail et de l'Emploi) en 2010. Intervenant à l'Université de Nouvelle-Calédonie sur le sujet « Amiante environnemental en Nouvelle-Calédonie : évaluation de l'aléa et mitigation » en 2012.

Consulté lors de la rédaction de la Délibération n° 82 du 25 août 2010 relative à la protection des travailleurs contre les poussières issues de terrains amiantifères dans les activités extractives, de bâtiment et de travaux publics.

Président de la sous-commission Amiante du Référentiel Construction de la Nouvelle-Calédonie (RCNC) depuis 2019.

### Formation/Compagnonnage

Compagnonnage avec D. Lahondère (référént amiante environnemental du BRGM) en Corse et dans le Limousin en 2013.

Compagnonnage au BRGM sur les techniques analytiques (Microscope électronique à balayage, spectroscopie RAMAN) en 2014.

Compagnonnage en Australie (Orange City, New South Wales) au sein des services concernés par les problématiques d'amiante environnemental, dans le cadre des échanges internationaux de la CPS en 2013

### Diagnostics et travaux

Maîtrise d'ouvrage des « inventaires communaux des sites aménagés potentiellement amiantifères » de 15 communes de Nouvelle-Calédonie.

Réalisation des « inventaires communaux des sites aménagés potentiellement amiantifères » de 4 communes.

Réalisation de cartes d'aléa de la présence d'amiante sur piste par détection électromagnétique sur l'ensemble des routes publiques non revêtues de Nouvelle-Calédonie.

Réalisation de diagnostics amiante environnemental pour:

- La DITTT, pour la rénovation de la Route Territoriale 1 au niveau de la plaine des Gaïac (12 km)
- Le STAC, pour la réfection des routes communales de Paola, ouanache et Tiaoué (20 km)
- La DITTT, pour la construction du Collège de Dumbéa
- La commune de Paita, pour l'aménagement des écoles de la commune
- La commune de Koumac, pour ses projets de valorisation de son actif foncier



### LOISIRS & ACTIVITES



Minéralogie



Voyage



Volcan



Randonnée



**Bureau GDA**  
Géologie & Diagnostic Amiante

FIG. 14 : CV du géologue opérateur de repérage



## 6.7 Diplôme le plus élevé du géologue opérateur de repérage



FIG. 15 : Diplôme géologue opérateur de repérage

## 6.8 Attestation de formation du géologue opérateur de repérage aux risques liés à l'amiante.

SS4-1606-7141-2022



### ATTESTATION DE COMPÉTENCES

Interventions sur des matériaux, des équipements, des matériels ou des articles susceptibles de provoquer l'émission de fibres amiantes : Sous-section 4 - Formation préalable - Cumul de fonction

*Référentiel : Arrêté du 23 février 2012 définissant les modalités de formation des travailleurs à la prévention des risques liés à l'amiante*

Amaxteo est un organisme de formation certifié par I.Cert pour les formations des travailleurs à la prévention des risques liés à l'amiante. Amaxteo est enregistré auprès du Préfet de Bretagne sous le n°53290813329 en date du 23 juin 2006.

**Délivrée à : M. Stéphane Lesimple né le 26/09/1983**

**Sous-section 4 - Formation préalable - Cumul de fonction**

DATE DE FORMATION	LIEU DE FORMATION
08/08/2022 au 12/08/2022, soit 35 heures	Amaxteo Paris MLV 7 avenue Jacques Cartier - 77600 Bussy Saint Georges

M. Benjamin JACQ, agissant en qualité de Directeur Général, pour le compte de la SAS Amaxteo, dont le siège est situé : 80 rue Johannes Kepler 29200 Brest, inscrite au SIREN sous le n° Siret 50148508000011.

**Certifie par la présente et sur l'honneur que : M. Stéphane Lesimple né le 26/09/1983**

A suivi avec assiduité la formation dispensée par M. Alexandre Prentignac (Formateur)

**Et a passé avec succès les évaluations pratique et théorique.**

**A Bussy Saint Georges, le 12 août 2022**

**Formateur Responsable : Alexandre Prentignac**

**Délivrée par le Directeur Général : Benjamin JACQ**

*Signature et cachet*

**AMAXTEO FORMATION**  
Brest - Paris - Maine La Vallée - Bordeaux - Lyon  
Tél. 01 64 27 07 89 - Fax 01 60 35 12 95  
contact@amaxteo.com  
www.amaxteo.com

**Cette attestation de compétences a une validité de 36 mois à compter de sa délivrance.**

**Ce document est remis en un exemplaire au stagiaire et à l'entreprise. Il ne sera pas remis de duplicata.**



**Amaxteo Formation et Conseil – Prévention des risques**

Tél. : 0164270789 – Fax. : 0160351295 – contact@amaxteo.com – www.amaxteo.com  
80, rue Johannes Kepler – 29200 BREST / 7 avenue Jacques Cartier – 77600 BUSSY-SAINT-GEORGES / 6 rue Thalès – 33700 MÉRIGNAC / 44 rue de Corbas – 69200 VÉNISSIEUX  
FOR 48 SS4.E  
Page 1 sur 3



FIG. 16 : Attestation de formation du géologue opérateur de repérage aux risques liés à l'amiante



## 6.9 Pièces jointes

### 6.9.1 Rapports de repérages antérieurs et/ou étude de la susceptibilité à la présence d'amiante environnemental

-  [2020-09-14\\_1723\\_QUIE\\_Note-18\\_Amiante\\_IndF.pdf](#)
-  [B202108038 DREAL OCCITANIE V1 + Annexes.pdf](#)
-  [Echantillonnage éboulis ophites GDA.pdf](#)



Bureau GDA

# ANNEXE **1**



# Tunnel de Quié

*Note amiante & reconnaissances*  
*14 septembre 2020*



MINISTÈRE  
DE LA TRANSITION  
ÉCOLOGIQUE  
ET SOLIDAIRE

Centre d'Études des Tunnels

[www.cetu.developpement-durable.gouv.fr](http://www.cetu.developpement-durable.gouv.fr)



Affaire suivie par :

<b>Johan KASPERSKI – pôle GGD</b>
Tél. : 04 72 14 34 68
Courriel : johan.kasperski@developpement-durable.gouv.fr

Ind.	Date	Etabli par	Vérifié par	Validé par	Commentaires
A	20/12/19	J. KASPERSKI	D. SUBRIN	J. KASPERSKI	Version initiale
B	18/02/20	J. KASPERSKI	D. SUBRIN	J. KASPERSKI	Prise en compte du contrôle extérieur du CEREMA (17/01/20) et de la cartographie en surface d'ophite (rapport GEOTEC du 17/02/20) : <ul style="list-style-type: none"> <li>§5.2.3 modifié</li> <li>§6 modifié</li> </ul>
C	03/06/20	J. KASPERSKI	Communication en version provisoire		- Changement du programme de reconnaissances - Proposition d'adaptation de protocole pour prise en compte du risque amiante
D	08/06/20	J. KASPERSKI	D. SUBRIN	J. KASPERSKI	- Prise en compte des résultats des sondages SC16-5-20 et SC20-3-20 : modification du modèle géologique, rencontre d'ophite massive (risque R2) réévaluée à la hausse
E	03/07/20	J. KASPERSKI	D. SUBRIN	J. KASPERSKI	- Prise en compte des remarques du contrôle extérieur CEREMA (avis n°4 du 23/06/20)
F	14/09/20	J. KASPERSKI	D. SUBRIN C. GAILLARD	J. KASPERSKI	- Prise en compte des reconnaissances en cours pour modification du modèle géologique. - Modification des sections SS4 des sondages SC19-3 et SC19-4 - Chapitres modifiés : §5.2.1, §5.2.2.2, §5.2.3, §6.2.4

# Tunnel de Quié

*Note amiante & reconnaissances*

*14 septembre 2020*

## **AVERTISSEMENT**

Le présent rapport a été établi pour les commanditaires de l'étude. Son contenu leur appartient et ne peut être communiqué à des tiers sans leur accord et/ou celui du CETU. Les résultats obtenus ne sont valables que dans le contexte de cette étude.

### **Centre d'Études des Tunnels**

25, avenue François Mitterrand

69674 BRON - FRANCE

Tél. : 33 (0)4 72 14 34 00 – Fax : 33 (0)4 72 14 34 30

[cetu@developpement-durable.gouv.fr](mailto:cetu@developpement-durable.gouv.fr)

[www.cetu.developpement-durable.gouv.fr](http://www.cetu.developpement-durable.gouv.fr)

# TABLE DES MATIÈRES

<b>1</b>	<b>OBJET DE LA NOTE.....</b>	<b>6</b>
<b>2</b>	<b>DONNÉES PRISES EN COMPTE DANS CETTE NOTE.....</b>	<b>6</b>
<b>3</b>	<b>DÉFINITIONS DU RISQUE AMIANTE.....</b>	<b>6</b>
3.1	Aspects minéralogiques.....	6
3.2	Amiante environnemental.....	7
3.3	Repérage avant travaux.....	7
<b>4</b>	<b>TUNNEL DE QUIÉ.....</b>	<b>8</b>
4.1	Définition des secteurs d'étude.....	8
4.2	Contexte géologique général.....	8
4.3	Terrains rencontrés.....	8
4.4	Caractéristiques des variantes tunnel.....	10
4.4.1	Tracés des tunnels.....	10
4.4.2	Reconnaitances géologiques.....	10
4.4.3	Profil en long géologique des tunnels.....	10
<b>5</b>	<b>ÉVALUATION DE LA PRÉSENCE D'AMIANTE.....</b>	<b>11</b>
5.1	Identification et sectorisation du risque.....	11
5.1.1	Carte aléa amiante BRGM.....	11
5.1.2	Description lithologique.....	11
5.1.3	Reconnaitances effectuées pour caractériser l'aléa amiante.....	11
5.2	Modèle géologique amiante du secteur « Balières ».....	11
5.2.1	Modèle géologique et présence d'ophite.....	12
5.2.2	Éboulis d'ophite.....	16
5.2.3	Terrains potentiellement contaminés.....	18
<b>6</b>	<b>RECONNAISSANCES GÉOLOGIQUES CONSIDÉRANT LE RISQUE AMIANTE</b>	<b>19</b>
6.1	Objectifs des reconnaitances.....	19
6.2	Prise en compte en amont du risque amiante.....	19
6.2.1	Phasage des reconnaitances.....	19
6.2.2	Traitement du chemin d'accès : test et mesures d'empoussièrement.....	19
6.2.3	Geophysique : pas de tirs dans les zones d'éboulis d'ophite.....	20
6.2.4	Sondages : définition des zones de rencontre d'ophite.....	20
<b>7</b>	<b>LISTE DES PLANCHES.....</b>	<b>21</b>
<b>8</b>	<b>ANNEXES.....</b>	<b>22</b>
8.1	Annexe A : fiche de levé de terrain F11.....	22
8.2	Annexe B : détection amiante de 2 échantillons d'ophite massive.....	26
8.3	Annexe C : identifications par MOLP et META de 2 échantillons d'ophite massive.....	29

## Index des figures

Figure 1: Colonne litho-stratigraphique des terrains traversés par le tunnel de Quié.....	9
Figure 2 : Extrait sur la zone Balières de la planche QUIE_TUN_CETU_EPOA_160-320_B_Modele_geol_hydro_VAR-B.....	13
Figure 3 : SC16-5-20 (65 m – 67 m), faciès argileux puis tectonisé gris.....	14
Figure 4 : SC16-5-20 (67 m – 68 m), faciès tectonisé gris, ensuite argileux, bleu marneux puis faciès noir fracturé reconnu comme ophite massive en toute fin de sondage.....	14
Figure 5 : SC20-3-20 (45,5 m – 48,5 m), argile orange.....	15
Figure 6 : SC20-3-20 (48,5 m – 51,5 m), argile orange puis grise.....	15
Figure 7 SC20-3-20 (51,5 m – 54,5 m), faciès tectonisé grisâtre et blanc sous-jacent aux argiles.....	16
Figure 8 : SC20-3-20 (51,5 m – 54,5 m), faciès tectonisé grisâtre et blanc.....	16

## Index des tableaux

Tableau 1 : Densités d'ophite dans les « éboulis Balières ».....	17
Tableau 2 : sondages restant à réaliser et présence d'ophite.....	20
Tableau 3 : liste des planches de la note.....	21

# 1 OBJET DE LA NOTE

La DREAL Occitanie a sollicité le CETU pour une Étude Préalable d'Ouvrage d'Art (au sens de l'Instruction Gouvernementale du 29/04/2014 – EPOA) du tunnel de Quié sur la déviation de la R.N. 20 à Tarascon sur Ariège. Les reconnaissances géologiques réalisées en vue de cet EPOA ont mis en évidence la présence de roches potentiellement amiantifères au droit du tunnel.

L'objet de la présente note est de :

- faire le bilan des connaissances concernant le risque amiante sur les zones concernées par les reconnaissances ;
- décrire les actions entreprises et les choix réalisés durant les reconnaissances ;

La note présente d'abord le risque amiante puis le contexte géologique du tunnel de Quié, et enfin la susceptibilité de présence d'amiante en fonction des reconnaissances prévues.

Cette note constitue le rapport d'une mission A2 selon le projet de norme NF P94 001 (Cf. §3.3). Elle récapitule également les précédentes actions menées s'apparentant aux missions A0 et A1 du même projet de norme.

# 2 DONNÉES PRISES EN COMPTE DANS CETTE NOTE

Les données prises en compte pour l'établissement de cette note sont :

- les cartes géologiques du BRGM ;
- le site infoterre (aléa amiante) ;
- les reconnaissances géologiques et géotechniques de 2018 pour l'EPOA du tunnel de Quié ;
- les premiers résultats des reconnaissances géologiques en cours de réalisation (reconnaissance géophysique, sondages SC16-5, SC20-3 notamment) ;
- le rapport GEOTEC du 17/02/2020 portant sur la reconnaissance en surface des éboulis d'ophite ;
- les résultats provisoires des sondages carottés de la campagne 2020.

# 3 DÉFINITIONS DU RISQUE AMIANTE

Ce chapitre rappelle les aspects minéralogiques de l'amiante, définit l'amiante environnemental et présente l'organisation du repérage avant travaux telle qu'en cours de normalisation.

## 3.1 Aspects minéralogiques

Le terme d'amiante (ou asbeste) est utilisé pour identifier un groupe de six minéraux silicatés à habitus fibreux (asbestiforme) exploités pour leurs propriétés thermomécaniques : chrysotile, crocidolite, amosite, anthophyllite-amiante, trémolite-amiante et actinolite-amiante.

Ces six silicates appartiennent à deux groupes d'espèces minérales que sont les serpentines et les amphiboles. En théorie, n'importe quelle roche possédant une composition chimique permettant la cristallisation de serpentines et/ou d'amphiboles est susceptible de contenir des formes dérivées fibreuses de ces minéraux. Cependant, le plus souvent, ces minéraux se présentent sous un habitus non asbestiforme.

En plus d'une composition chimique favorable, l'environnement doit être également favorable à la cristallisation de minéraux asbestiformes dans les roches. Ces environnements correspondent à des domaines géologiques très déformés et/ou caractérisés par des circulations de fluides importantes : failles, zones de cisaillement, limites géologiques tectonisées, auréoles métamorphiques. Cette mise en place s'opère généralement dans le faciès "des schistes verts" dans le cadre d'un métamorphisme régional (basse température et basse pression)

## 3.2 Amiante environnemental

La présence naturelle d'amiante dans les sols ou certaines roches induit un risque lorsque ces sols ou roches sont remaniés : on parle alors d'amiante environnemental. En effet, lorsque les sols ou les roches sont remaniés, les poussières émises sont susceptibles de contenir des fibres amiante se diffusant alors dans l'air ambiant.

Le BRGM a défini quatre classes d'aléa amiante environnemental :

- la classe d'aléa de niveau 1 correspond à toutes les formations géologiques dans lesquelles aucun indice d'amiante n'est actuellement connu. La probabilité d'occurrence de minéraux amiantifères dans ces formations est considérée comme nulle ou pratiquement nulle.
- la classe d'aléa de niveau 2 correspond aux formations géologiques dans lesquelles des occurrences d'amiante très localisées et exceptionnelles, sont connues.
- la classe d'aléa de niveau 3 regroupe les formations géologiques dans lesquelles les occurrences d'amiante sont plus fréquentes mais encore localisées et non systématiques.
- la classe d'aléa de niveau 4 correspond aux formations géologiques dans lesquelles les occurrences d'amiante sont très nombreuses à systématiques et pour lesquelles la probabilité d'occurrence de minéraux amiantifères est donc forte à très forte.

## 3.3 Repérage avant travaux

Le repérage de l'amiante environnemental est en cours de normalisation (projet de norme NF P94-001). Ce projet de norme définit « *plusieurs étapes progressives que doit suivre le géologue opérateur de repérage* :

- *mission A0 : il s'enquiert de la présence ou de l'absence de roches susceptibles de contenir de l'amiante environnemental dans la zone de repérage au moyen des documents dont il dispose (carte de l'annexe A, carte géologique à 1/50 000, rapports de repérages déjà réalisés dans ou à proximité de la zone de repérage...) ;*
- *mission A1 : s'il n'a pas pu conclure à l'absence de roche susceptible de contenir de l'amiante environnemental au cours de la mission A0, il :*
  - *recherche et identifie les objets géologiques constitutifs de la zone de repérage ;*
  - *détermine la structure et l'agencement des différents objets géologiques dans le périmètre de repérage ;*
  - *identifie parmi les objets géologiques recensés ceux qui sont susceptibles de contenir de l'amiante environnemental (présence de minéraux précurseurs et/ou affectés par des processus géologiques compatibles avec la présence d'amiante environnemental) et détermine leurs caractéristiques géologiques (dimension, orientation, fréquence, persistance, etc.) ;*
- *mission A2 : s'il n'a pas pu conclure à l'issue des missions précédentes à l'absence d'objet géologique susceptible de contenir de l'amiante environnemental, il :*
  - *détermine pour chaque objet géologique susceptible de contenir de l'amiante environnemental ses caractéristiques géologiques et minéralogiques précises (prélèvements d'échantillons, composition minéralogique, et analyses de laboratoire) ;*
  - *conclut sur la présence ou l'absence d'amiante environnemental ;*
  - *précise la localisation, la nature, la géométrie et l'extension des objets géologiques contenant de l'amiante environnemental. »*

## 4 TUNNEL DE QUIÉ

Après la définition des secteurs d'études, le contexte géologique général est présenté ainsi que les terrains rencontrés. Les caractéristiques générales des variantes tunnel sont décrites pour décliner leurs profils en long géologiques.

### 4.1 Définition des secteurs d'étude

Plusieurs secteurs sont définis pour segmenter les études des variantes, du nord au sud :

- le secteur « Coustarous » englobe les têtes nord des variantes tunnel et le passage de la croupe de Coustarous ;
- le secteur « Balières » est centré sur la grande combe descendant sur Quié à partir du col du Trou ;
- le secteur « Horloge » est centré sur le piton de Quié ;
- le secteur « Lauzet » est centré sur les grandes falaises et pentes qui descendent du Cap de Couronnes vers Quié ;
- le secteur « Pech de Quiech » est centré sur la butte éponyme.

Ces secteurs sont définis sur la planche QUIE-TUN-CETU-EPOA-020-A.

### 4.2 Contexte géologique général

La cartographie géologique du BRGM figure sur la planche QUIE-TUN-CETU-EPOA-110.

Le tracé du tunnel traverse la zone nord-pyrénéenne, dans les terrains mésozoïques de Tarascon. Le contexte est caractéristique du domaine nord-pyrénéen : le bassin de Tarascon se situe au front nord de la haute chaîne primaire représenté par le massif de l'Aston et des Trois Seigneurs au sud. La série sédimentaire mésozoïque apparaît dans deux directions perpendiculaires dans le chaînon du Cap de Couronnes/Lauzet et dans les pentes de Coustarous. Ces deux directions sont séparées d'une bande de Trias Supérieur.

Le dispositif structural du bassin de Tarascon est complexe, associé à l'intercalation de barres calcaires ou gréseuses, ce qui lui confère un aspect très accidenté et désordonné. La morphologie du site de Quié est caractérisé par la dominance des falaises calcaires souvent karstiques, associée à l'existence d'accidents tectoniques cassants responsables de la direction des vallées du secteur.

Le Trias supérieur a vraisemblablement joué un rôle structural majeur : il apparaît enserré d'accidents globalement E-W dont les mécanismes sont difficilement interprétables. Globalement verticales, les séries sédimentaires adoptent des directions perpendiculaires selon leur position nord ou sud du Trias : le Trias marque globalement la direction régionale de la faille nord-pyrénéenne. Intimement lié aux failles, le Trias a permis la propagation en surface d'intrusions volcaniques remontant le long de failles. Ces intrusions volcaniques apparaissent sous forme d'ophite.

### 4.3 Terrains rencontrés

Les terrains rencontrés par les variantes tunnel sont les suivants (Fig. 1) :

- secteur « Coustarous » : des éboulis, des colluvions et des cônes de déjection (Ec) recouvre les marnes noires albiennes de Coustarous ( $n_{7a}$ ) et les marnes schisteuses noires aptiennes ( $n_5$ ). L'ensemble de ces marnes est altéré en partie supérieure ;
- secteur « Balières » : des terrains fluvio-glaciaires d'âges différents ( $FG_x$ ,  $FG_y$ ,  $FG_z$ ) ainsi que des éboulis (Eb) provenant de la falaise du massif du Lauzet sont susjacent à des terrains triasiques. Les terrains triasiques sont composés de marnes irisées, d'argiles bariolées avec des quartz bipyramidés accompagnées de cargneules et de calcaires dolomitiques, de gypse du Keuper et de dolomie. Dans ces terrains triasiques, on note des inclusions d'ophite au droit des accidents tectoniques ;

- secteur « Horloge » : dans sa partie ouest, ce secteur est composé de calcaire massif urgo-barrémien (n<sub>4</sub>) à pâte fine semi-cristalline grise-claire. La karstification est avérée. Dans sa partie est, le calcaire barrémien est récifal : il constitue la butte de Quié ;
- secteur « Lauzet » : des éboulis (El) provenant de la falaise recouvre les calcaires barrémiens (n<sub>4</sub>) et un probable sillon glaciaire (FG<sub>x</sub>) ;
- secteur « Pech de Quiéch » : la butte est constituée de marnes schisteuses noires (n<sub>5</sub>).

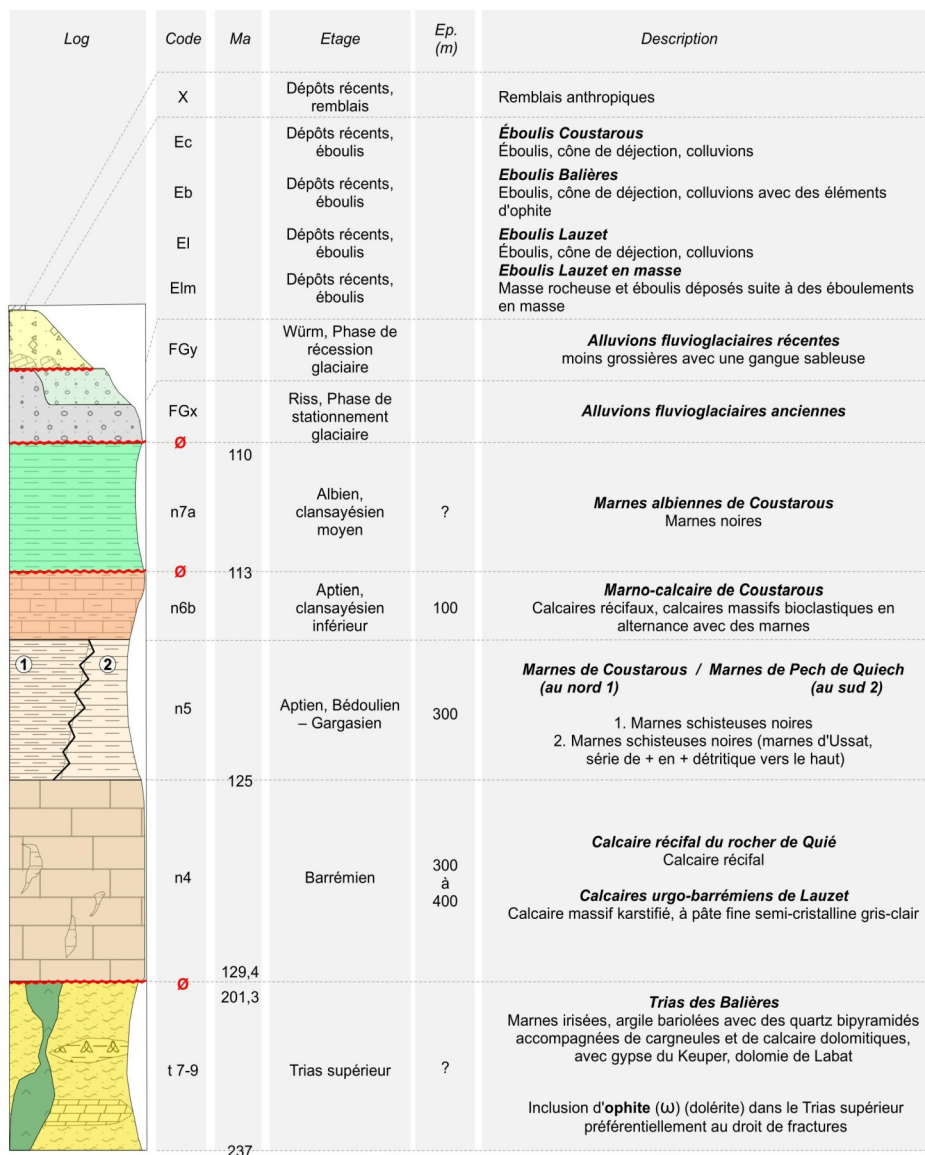


Figure 1: Colonne litho-stratigraphique des terrains traversés par le tunnel de Quié.



## 4.4 Caractéristiques des variantes tunnel

### 4.4.1 Tracés des tunnels

De nombreuses variantes tunnel ont été envisagées depuis le début des études de la déviation en commençant par un unique tunnel sous l'Horloge de Quié en passant par l'ajout de tranchées couvertes pour aboutir aux deux variantes retenues et étudiées actuellement.

La planche QUIE-TUN-CETU-EPOA-020-A situe les deux variantes.

Les deux variantes tunnel étudiées sont envisagées en creusement souterrain. Elles diffèrent par leur positionnement plus ou moins profond dans le massif, notamment dans le secteur « Balières » qui est à l'origine de ces deux variantes. De manière schématique :

- la variante A pénètre de manière biaise dans le massif de Coustarous en restant à faible profondeur dans ce premier secteur. Dans le secteur « Balières », sa profondeur est modérée pour devenir importante une fois dans le secteur Horloge ;
- la variante B pénètre franchement dans le massif de Coustarous pour aller rapidement profondément dans le massif et notamment dans le secteur « Balières » afin de le rester jusque la fin du secteur « Lauzet ».

Passé le secteur « Horloge », les deux variantes ont un tracé quasiment similaire pour franchir un petit col séparant la falaise du Lauzet du Pech de Quiech et traverser intégralement ce dernier.

### 4.4.2 Reconnaissances géologiques

Sans détailler leurs résultats, les différentes reconnaissances géologiques disponibles consistent en :

- des levés de terrains réalisés par le CETU ;
- des profils géophysiques (archives et 2020) ;
- des sondages carottés, destructifs, pressiomètres (archives, campagne 2018, premiers éléments de la campagne 2020 – SC16-5-20, SC20-3-20 –).

Ces reconnaissances sont représentées sur la planche QUIE-TUN-CETU-EPOA-150-C.

### 4.4.3 Profil en long géologique des tunnels

Le modèle géologique des terrains traversé révèle une grande complexité de part le nombre de terrains différents traversés et leur organisation spatiale. Dans le cadre de la présente note, seul le secteur « Balières » est précisé puisqu'il est le seul concerné par le risque amiante.

La modélisation géologique du secteur « Balières » comporte :

- au nord de la zone, les marnes de Coustarous ( $n_5$ ) ;
- au sud de la zone, le Barrémien ( $n_4$ ) ;
- au centre de la zone, les terrains du Trias ( $t_{7-9}$ ) à une profondeur d'environ 40 m, surmontés de plusieurs terrains :
  - des terrains fluvio-glaciaires ( $FG_x$ ) issus des glaciers descendant du col du Trou ;
  - des éboulis issus de la falaise de Barrémien formant les « éboulis de Balières » ;
  - des terrains fluvio-glaciaires ( $FG_y$ ) également issus des glaciers descendant du col du Trou mais plus récents avec une puissance glaciaire moindre cantonnant le glacier au nord des éboulis.

Ainsi, dans le secteur « Balières », les profils en long géologique des deux variantes sont sensiblement différents :

1. la variante A traverse des terrains fluvio-glaciaires quasiment sur l'ensemble de la section transversale, avec des terrains triasiques en radier (planche QUIE\_TUN\_CETU\_EPOA\_160-VarianteA).

2. la variante B ne traverse que des terrains triasiques sans s'approcher des terrains fluvioglaciaires sus-jacents (planche QUIE\_TUN\_CETU\_EPOA\_160-VarianteB).

## 5 ÉVALUATION DE LA PRÉSENCE D'AMIANTE

### 5.1 Identification et sectorisation du risque

La carte aléa amiante a été utilisée en première approche. Le risque amiante vient de la présence d'ophites. Des reconnaissances spécifiques ont été réalisées sur des échantillons ciblés d'ophite massive.

#### 5.1.1 Carte aléa amiante BRGM

La cartographie aléa amiante environnemental du BRGM figure sur la planche QUIE-TUN-CETU-EPOA-170-A.

Dans le secteur étudié, des zones d'aléa de niveau 3 ont été cartées. Elles correspondent à « des occurrences d'amiante connues et fréquentes, localisées mais non systématiques ». Ces zones prennent place dans des terrains caractérisés comme des ophites prenant place dans les terrains du Trias (**w1** à **w4**).

Les pointements d'ophite situés dans les terrains triasiques sont localisés au droit de contacts tectoniques (**w1**, **w2**) mais pas forcément (**w3**, **w4**).

Il n'est pas certain que les pointements d'ophite soient seulement en place uniquement au droit d'accidents : les intrusions ont pu utiliser l'hétérogénéité des terrains pour remonter ailleurs, à la faveur de zones propices.

**À partir de la cartographie aléa amiante environnemental du BRGM pour le projet de tunnel de Quié, l'aléa amiante est circonscrit uniquement au secteur « Balières ».**

#### 5.1.2 Description lithologique

Les ophites sont des dolérites particulières : ce sont des roches magmatiques subvolcaniques dont la cristallisation croisée entre plagioclases et pyroxènes caractérise la texture doléritique. Ces roches rencontrent souvent des phénomènes de métamorphisation ou d'altération intense durant lesquelles une recristallisation asbestiforme peut se mettre en place.

#### 5.1.3 Reconnaissances effectuées pour caractériser l'aléa amiante

Des reconnaissances laboratoires ont été effectuées sur des échantillons sur deux échantillons prélevés en surface (point d'affleurement **F11**) dans la zone d'ophite massive (**w2**) :

- des premiers tests de reconnaissances ont été réalisés, basés sur un protocole de suivi issu d'un autre chantier (Gavet). L'examen binoculaire permet la classification de l'échantillon dans une échelle à 5 niveaux d'alerte caractérisant le niveau de suspicion de présence d'amiante (1.1, 1.2, 1.3, 2.1, 2.2). Le premier échantillon a un niveau 1.3, le second a un niveau 0 (annexe B) ;
- des identifications au Microscopie Optique à Lumière Polarisée (MLOP) et Microscopie Electronique à Transmission Analytique (META) ont été menées pour confirmer cette suspicion. La présence d'actinote-amiante est confirmée pour l'échantillon 1 (annexe C).

**En conclusion, il est retenu que l'ophite massive présente un caractère amiantifère.**

### 5.2 Modèle géologique amiante du secteur « Balières »

Le risque amiante apparaît avec la présence d'ophite :

- ophite massive et ses faciès d'altération ;
- éboulis d'ophite ;
- terrains pouvant être contaminés par des fibres d'amiante issues de faciès altérés d'ophite.

### 5.2.1 **Modèle géologique et présence d'ophite**

Le secteur Balières est très complexe : des terrains fluvioglaciaires et des colluvions recouvre des terrains triasiques avec une présence possible d'ophites mises en place tardivement.

Due à cette complexité, l'interprétation géologique dans ce secteur a évolué à plusieurs reprises notamment avec la réalisation des sondages SC16-5-20 et SC20-3-20.

#### ➤ Interprétation initiale

Avant la réalisation des sondages carottés, le modèle de rencontre de l'ophite massive n'était qu'hypothétique :

- le secteur « Balières » est recouvert de terrains fluvio-glaciaires (FGy e FGx en deux épisodes) et de colluvions (Eb) venant de la falaise Sud Barrémienne ;
- les argiles orange rencontrées dans les sondages SC3-1 à SC3-3 étaient attribués à un faciès Triasiques de marnes bariolées dont on n'aurait vu qu'un faciès argileux ;
- l'ophite massive était suspectée au contact des failles uniquement ou en intrusion imprévue dans le Trias, non reconnu.

#### ➤ Seconde interprétation

Dans un second temps, les premières observations et interprétations des sondages ont été réalisées. Ainsi, le sondage SC16-5-20 a rencontré de l'ophite massive dans les terrains du Trias après une épaisseur de marnes bariolées de quelques mètres (Fig. 3 à 4). Le sondage SC20-3-20 a également traversé des marnes bariolées (terrains argileux) avant des terrains tectonisés grisâtres alors interprétés comme ophite massive (Fig. 5 à 8).

Ces faciès argileux orange puis gris ont également été rencontrés également dans les sondages SC3-1, SC3-2 et SC3-3 réalisés à partir de la zone « d'éboulis Balières » en 2018, sans que l'ophite massive ait été rencontrée.

Les faciès marneux bariolés sont alors interprétés comme un faciès d'altération des ophites massives.

À partir de ces éléments, le modèle géologique du secteur Balières a été révisé pour celui-ci :

- le secteur « Balières » est recouvert de terrains fluvio-glaciaires (FGy e FGx en deux épisodes) et de colluvions (Eb) venant de la falaise Sud Barrémienne ;
- les argiles orange puis grises forment le faciès d'altération des terrains ophitiques qui prennent la place de l'ensemble des terrains Triasiques. L'intrusion ophitique est interprétée comme majeure, avec un remplacement des terrains triasiques sur l'ensemble de la zone dans laquelle les variantes tunnels prennent place. Sur les coupes longitudinales (QUIE\_TUN\_CETU\_EPOA\_160-320\_A\_Modele\_geol\_hydro\_VAR-A & QUIE\_TUN\_CETU\_EPOA\_160-320\_A\_Modele\_geol\_hydro\_VAR-B), les terrains identifiés comme triasiques (t7-9) sont considérés comme ophitiques, dans les mêmes dimensions, avec environ 5 m de faciès d'altération de ces mêmes terrains, sous forme d'argiles orange et grises.

#### ➤ Troisième interprétation (modèle géologique actuel)

Depuis l'élaboration de ce second modèle, les connaissances ont continué à évoluer. Les éléments suivants modifient notamment l'interprétation :

- il est établi que minéralogiquement l'altération de l'ophite massive ne peut pas mener à un faciès argileux. Les faciès marneux notamment observés au-dessus de l'ophite massive reconnue en fin de sondage SC16-5-20 ne peuvent pas être des terrains ophitiques altérés comme considéré auparavant. Par contre, la mise en place tardive de l'ophite au sein du Trias a pu mener à une cuisson de l'encaissant, rendant ces terrains encaissants pulvérulents à la cassure ;
- la mise en place tardive de l'ophite amène à la considérer exempte de toute modification d'origine tectonique. Les terrains observés en fin de sondage SC20-3-20 (Fig. 7&8), tectonisés gris et blanc,

pulvérulents seraient plutôt à attribuer au Trias, voire Trias cuit par une mise en place sous-jacente d'ophite ;

- le sondage SC19-1-20 n'a pas rencontré de terrains triasiques ;
- le sondage SC19-2-20 rencontre des terrains fluvio-glaciaires et colluvionnaires en gros blocs jusqu'à 48 m ;
- un granoclassement sud nord est observé dans les colluvions : les gros blocs barrémiens s'éloignent de la falaise quand les plus petits éboulis restent proches. La cartographie de surface des ophites montre un lien avec la proximité de la falaise. Ainsi, les éboulis d'ophite ont une granulométrie moindre que celle des blocs barrémiens : dans le faciès Eb, les zones traversées par le sondage SC19-4-20 ne sont pas susceptibles de rencontrer des ophites en éboulis ;
- le contact entre les terrains triasiques et barrémiens se fait par une faille régionale décalée vers le Nord par rapport à la falaise observée aujourd'hui.

Le modèle géologique du secteur Balières est révisé pour celui-ci :

- le secteur « Balières » est recouvert de terrains fluvio-glaciaires (FGy e FGx en deux épisodes) et de colluvions (Eb) venant de la falaise Sud Barrémienne ;
- les terrains triasiques sont rencontrés sous forme principalement d'argiles orange puis grises (marnes barriolées), parfois d'éléments gypseux et de faciès tectonisés altérés qui ne peuvent être de l'ophite. La coupe longitudinale de la variante B (QUIE\_TUN\_CETU\_EPOA\_160-320\_B\_Modelé\_geol\_hydro\_VAR-B, révisée ind. B) dispose de nouvelles cotes pour les terrains triasiques ainsi qu'un décalage vers le Nord de la faille formant le contact entre le Barrémien et le Trias.
- une intrusion ophitique est possible, seulement rencontrée en fin de sondage SC16-5-20. Il est considéré qu'une rencontre d'ophite est possible dès que les sondages traversent les terrains du Trias.

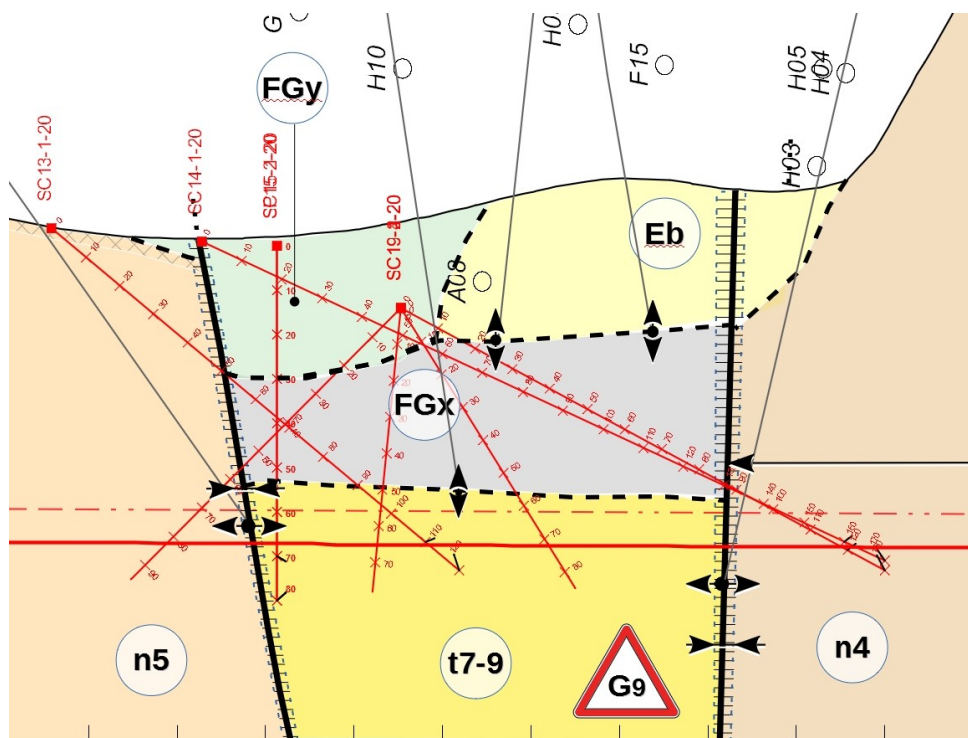


Figure 2 : Extrait sur la zone Balières de la planche QUIE\_TUN\_CETU\_EPOA\_160-320\_B\_Modelé\_geol\_hydro\_VAR-B.





Figure 3 : SC16-5-20 (65 m – 67 m), faciès argileux puis tectonisé gris.



Figure 4 : SC16-5-20 (67 m – 68 m), faciès tectonisé gris, ensuite argileux, bleu marneux puis faciès noir fracturé reconnu comme ophite massive en toute fin de sondage.



Figure 5 : SC20-3-20 (45,5 m – 48,5 m), argile orange.





Figure 6 : SC20-3-20 (48,5 m – 51,5 m), argile orange puis grise.

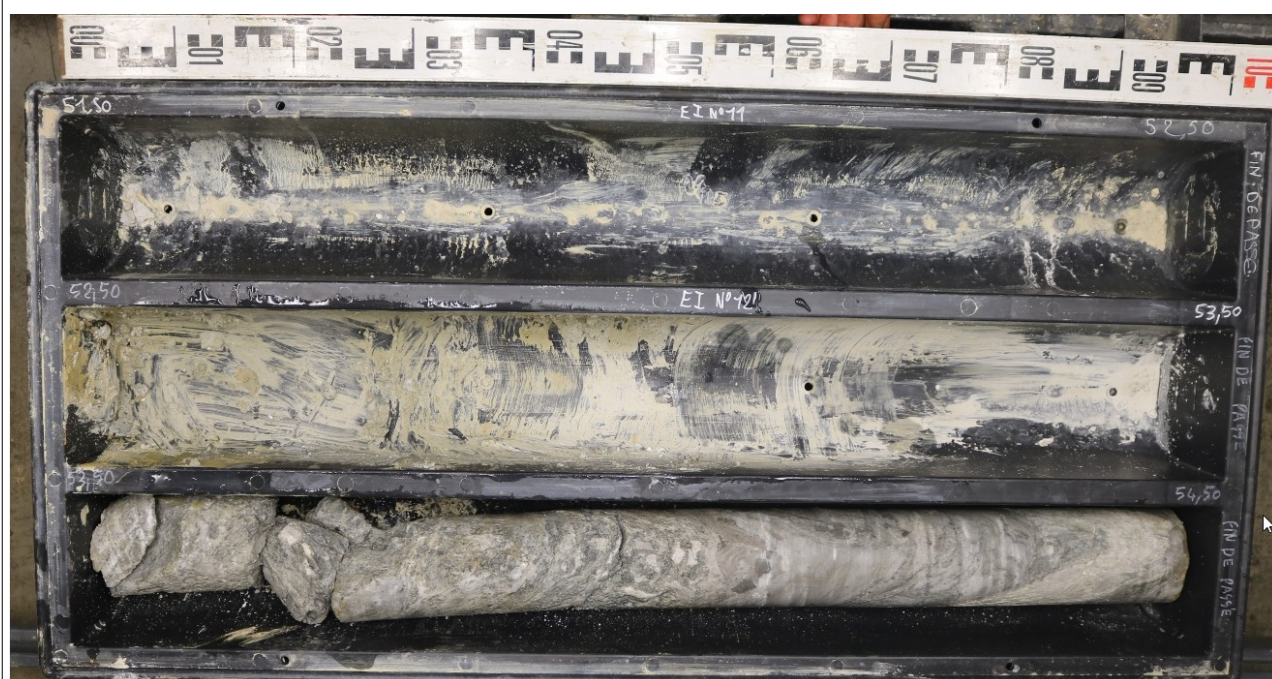


Figure 7 SC20-3-20 (51,5 m – 54,5 m), faciès tectonisé grisâtre et blanc sous-jacent aux argiles.





Figure 8 : SC20-3-20 (51,5 m – 54,5 m), faciès tectonisé grisâtre et blanc.

## 5.2.2 Éboulis d'ophite

Les éboulis d'ophite massive sont à considérer comme potentiellement amiantifères.

### 5.2.2.1 Occurrences géographiques des éboulis d'ophite

Lors des parcours de terrain, les colluvions (Eb) issus de la falaise Barrémienne se sont montrés mixtes calcaires/ophites. Le secteur « Balières » a fait l'objet d'un parcours de terrain approfondi avec pour objet la reconnaissance de ces éboulis d'ophite (planche QUIE-TUN-CETU-EPOA-144-A).

Les ophites ont été reconnues sur le terrain :

- les affleurements d'ophite massive ne sont pas légions. Un seul affleurement est probant (**F11**) (fiche de levé en annexe A). On note la présence proche du faciès désormais reconnu comme le faciès d'altération des ophites, interprété au départ lors de la visite de terrain comme des marnes attribuées au Trias ;
- des zones d'éboulis d'ophite sont présentes dans les « éboulis Balières » qui sont rencontrés juste au nord de la falaise de calcaire dans le vallon de Balières. Les affleurements sont multiples et montrent des densités d'ophite variables. C'est en **F12** que la densité a été observée maximale (Cf. tableau I et annexe A), elle est moindre ailleurs (Cf. tableau I). La présence d'ophite n'est pas établie dans tous les éboulis. Les zones d'ophite sont limitées dans l'espace à des zones de 5-10 m de diamètre avec une diffusion en aval. Les éboulis d'ophite se présentent sous forme d'éléments de granulométrie hétérogène (5 mm à 200 mm). Il n'est pas noté de pointements massifs sous-jacents, ni à l'affleurement, ni géomorphologiquement.

Par ailleurs, on ne note pas de présence d'ophite dans les terrains fluvio-glaciaires FGy.

En conclusion, et compte tenu du modèle géologique, il est retenu que les éboulis d'ophite sont cantonnés à la zone « d'éboulis Balières ».



Tableau 1 : Densités d'ophite dans les « éboulis Balières ».



Affleurement **F12**. Densité maximale d'ophite (80%).



Affleurement **H3**. Taux d'ophites 15 %.



Affleurement **H4**. Taux d'ophite 0 %.



Affleurement **H5**. Taux d'ophite 60 %.



Affleurement **H9**. Taux d'ophite 0 %.

### 5.2.2.2 Scénario de mise en place des éboulis d'ophite

L'origine de la présence d'ophite dans les éboulis n'est pas clairement établie :

- leur présence dans les éboulis ainsi que leur répartition dans le secteur « Balières » n'est pas homogène, dans les colluvions issus de la falaise, l'ophite elle est plus souvent rencontrée en zone proche de la-dit falaise ;



- cette présence ne semble pas liée à un pointement local ;
- l'ophite apparaît en surface dans les éboulis : ces éléments ophitiques sont donc rapportés par le haut ;
- le pointement d'ophite massive (**w2**) ne montre pas d'affleurements nets pouvant expliquer des apports importants d'ophite dans les éboulis en aval ;
- la granulométrie relativement fine des éléments d'ophite peut s'expliquer par une gélifraction ou une libération initiale fine.

De ces éléments, et considérant le niveau de connaissance actuel, il est retenu que la présence d'ophite dans les éboulis est possiblement dû à des affleurements d'ophite massive le long de failles (**F3, LN018, LN020, LN021, LN022, LN023, LN025, LN035, LN036, LN038, LN050**) mettant en contact les terrains du Trias ( $t_{7-9}$ ) avec le Barrémien ( $n_4$ ).

Il est à noter que de tels affleurements en falaise n'ont pas été confirmés : l'accessibilité nécessiterait une intervention acrobatique non mise en œuvre. Ainsi ce scénario n'est pas validé par des observations de terrain.

### **5.2.3 Terrains potentiellement contaminés**

Une contamination des terrains par une altération de l'ophite a été envisagée dans la version précédente de cette note (Ind. E).

Aujourd'hui, ayant étant établi que l'altération de l'ophite ne peut pas mener à un faciès argileux, qu'aucune altération n'est observée en surface ni en profondeur (observation d'ophite en fin de sondage SC16-5-20), il est exclu d'une part que les ophites soient altérées dans le secteur prospecté et que d'autre part une contamination par altération d'ophite soit possible.

## **6 RECONNAISSANCES GÉOLOGIQUES CONSIDÉRANT LE RISQUE AMIANTE**

### **6.1 Objectifs des reconnaissances**

Les reconnaissances ont pour objectif de consolider les connaissances géologiques, hydrogéologiques et géotechniques.

La complexité des terrains sur le projet de tunnel amène à de nombreuses incertitudes générant autant de risques. Le niveau de ces risques ne permet pas de statuer sur la faisabilité de l'ouvrage.

Les reconnaissances sont ciblées sur les deux risques principaux : la traversée des terrains du secteur « Balières » (fluvio-glaciaires pour la variante A, du Trias pour la variante B) et la traversée du sillon glaciaire.

Ces reconnaissances consistent en :

- une cartographie des zones contenant de l'ophite dans les éboulis sur l'emprise des profils sismiques définis ci-dessous, afin de permettre leur réalisation ainsi que sur la piste d'accès.
- des prospections géophysiques par sismique réfraction pour permettre de consolider en première approche le modèle géologique retenu ;
- des sondages carottés pour définir précisément l'organisation des terrains et en faire la caractérisation géomécanique. De manière opportune, les sondages sont équipés de piézomètres afin de préciser le modèle hydrogéologique.

Dans la présente note, seules les reconnaissances du secteur « Balières » sont considérées.

## 6.2 Prise en compte en amont du risque amiante

La prise en compte du risque amiante avant la réalisation des reconnaissances est assurée par le phasage de ces reconnaissances et l'évitement des zones à risques.

### 6.2.1 Phasage des reconnaissances

Le phasage des reconnaissances consiste à réaliser :

1. une cartographie des zones d'ophite sur le chemin d'accès et sur l'emprise des profils sismiques ;
2. des prospections géophysiques. La sismique réfraction est en mesure de discriminer les zones d'ophites massives (vitesses de propagation des ondes sismiques supérieures à 3 000 m/s) des terrains fluvio-glaciaires et éboulis (vitesses de propagation des ondes sismiques inférieures à 2 000 m/s) ;
3. des sondages carottés et destructifs en sous-section IV<sup>1</sup> dans les secteurs susceptibles d'être amiantifères.

### 6.2.2 Traitement du chemin d'accès : test et mesures d'empoussièrement

La cartographie d'ophite réalisée par GEOTEC du 17/02/2020 met en évidence une très faible proportion d'ophite sur le chemin d'accès.

Un test d'émission a été réalisé en faisant circuler un engin de terrassement sur cette piste durant une heure et en mesurant l'empoussièrement afin de détecter une éventuelle émission de fibre. Le rapport JC Consultant (rapport RF-20JC0115-03 en date du 13/03/2020) conclut à l'absence de fibre d'amiante durant ce test.

**À partir de ce test, il est conclu du caractère non-émissif des éboulis d'ophite soumis au roulement des engins. Le risque amiante est considéré traité concernant les éboulis d'ophite présents sur la piste d'accès.**

### 6.2.3 Géophysique : pas de tirs dans les zones d'éboulis d'ophite

La densité des zones d'éboulis d'ophite est faible. Une cartographie fine des occurrences d'ophite sur les layons nécessaires aux prospections géophysiques (rapport GEOTEC du 17/02/2020) a montré que seul le profil S3-20 a des ophites sur une longueur de 20 m.

Sur cette zone, afin d'éviter toute action mécanique sur les éboulis et sans protection particulière considérant le risque amiante :

- seul le déplacement pédestre a été réalisé ;
- le dispositif de mesure des ondes (capteurs) a pu être disposé à même le sol ;
- aucun tir n'a été réalisé.

Les reconnaissances géophysiques ont ainsi pu être réalisées les 27 et 28 février 2020.

### 6.2.4 Sondages : définition des zones de rencontre d'ophite

Les sondages qui restent à réaliser à la date du 14 septembre 2020 figurent dans le tableau 2.

Dans les sondages restant (SC19-3-20 et SC19-4-20), il subsiste une unique risques de rencontre de matériaux potentiellement amiantifères quand le sondage SC19-3-20 traversera le Trias. Les autres risques de présence d'ophite sont écartés par les reconnaissances déjà réalisées induisant une modification du modèle géologique.

1 Le Code du Travail impose aux employeurs dont les employés peuvent, de par leur activité et quel que soit leur corps de métier, se trouver en contact avec de matériaux amiantés, à dispenser ou faire dispenser à ces salariés une formation aux risques amiante. Cette formation, dite « formation sous section 4 », est moins poussée que celle dont doivent bénéficier les « salariés de l'amiante » (ceux dont le métier consiste à procéder au retrait ou au confinement de matériaux amiantés).

Référence du sondage	Type de sondage - Variante	Géologie des terrains traversés	Traversée de terrains potentiellement amiantifères ?	Remarques
SC19-3-20	Carotté Variante B	FGy (0-10m) FGx (30-55m) <b>t7-9 (55-85m)</b>	<b>Oui</b> t7-9 (55-85m)	
SC19-4-20	Carotté Variante B	FGy (0-10m) Eb (10-18m) FGx (18-88m) n4 (88-130m)	Non	

Tableau 2 : sondages restant à réaliser et présence d'ophite.

## 7 LISTE DES PLANCHES

Les planches fournies avec cette note sont listées dans le tableau 4.

Tableau 3 : liste des planches de la note.

Référence	Ind.	Titre	Echelle	Commentaires
QUIE-TUN-CETU-EPOA-020	A	Plan général	5000	Localisation des secteurs
QUIE-TUN-CETU-EPOA-110	A	Cartes géologiques du BRGM centrées sur le projet – Légendes associées	20000	
QUIE-TUN-CETU-EPOA-144	A	Reconnaitances 2020 & levés de terrain – Secteur « Balières »	2000	
QUIE-TUN-CETU-EPOA-150	D	Carte géologique de surface	2000	Carte géologique Ensemble des reconnaissances réalisées
QUIE_TUN_CETU_EPOA_160-VarianteA	A	Coupe géologique longitudinale de la variante A		
QUIE_TUN_CETU_EPOA_160-VarianteB	B	Coupe géologique longitudinale de la variante B		
QUIE-TUN-CETU-EPOA-170	A	Carte aléa amiante environnemental BRGM	10000	

## **8 ANNEXES**

### **8.1 Annexe A : fiche de levé de terrain F11**

2 Affleurement, panorama, point d'observation hydrologique, autres



Type et numéro de levé	Affleurement	F11
Ophites		
Ophites		



Type et numéro de levé	Affleurement	F11
Marne argileuse grise blanche : Keuper juste à coté des ophites.		
Marne argileuse grise blanche : Keuper juste à coté des ophites.		



## 8.2 Annexe B : détection amiante de 2 échantillons d'ophite massive

B2018 10 201-01 et 02 DREAL OCCITANIE  
DT/DMORNO – Cité administrative – 2 Bd A. Duportal  
31074 Toulouse Cedex 09  
A l'attention de :  
[jean-christophe.fruhaufi@developpement-durable.gouv.fr](mailto:jean-christophe.fruhaufi@developpement-durable.gouv.fr)  
[nicolas.mery@developpement-durable.gouv.fr](mailto:nicolas.mery@developpement-durable.gouv.fr)

### RESULTATS D'ANALYSE CARACTÉRISATION DU MARIN Expression du résultat en contexte de creusement

Dans un contexte de creusement le récapitulatif de l'analyse MOLP est reporté dans un tableau qui est transmis aux responsables qui gèrent les travaux, aux maîtres d'ouvrage et aux éventuels géologues et/ou experts qui suivent les travaux. La fréquence de transmission est définie avec les utilisateurs du résultat de l'analyse en fonction de l'usage des résultats.

Une cotation des niveaux d'alerte peut être utilisée pour la gestion du marin mais également pour la gestion des moyens de protection à mettre en œuvre lors du creusement

Selon le mode d'évacuation du marin (tapis transporteur, camions...) une référence est portée devant chaque ligne d'analyse. Ceci permet d'identifier les lots de marin et ainsi de définir au plus vite la destination du marin (réemploi, enfouissement sur le site même, centre de traitement de déchet...)

Vous trouverez ci-après un exemple de tableau avec la reprise des résultats des échantillons B2018 10 201-01 et B2018 10 201-02, un exemple de cotation des niveaux d'alerte déjà utilisée dans des opérations de creusement et une explication des niveaux d'alerte utilisés dans cet exemple.



## Document de Travail

B2018 10 201 DREAL OCCITANIE-1

Opérateur : MF  
Date : 31/10

Poste : ☐ Matin

Après-midi

☐ Nuit

☐ Journée

Type d'échantillon : ☒ Marinage

☐ Parement☐ Sondage Carotté☐ Sondage Destructif[illegible]

02/11/2018

AD-LAB  
Z.A. du Plat du Pin 69690 BRUSSIEUX

Page : 1/2



ZA du Plat du Pin  
69690 Brussieu  
Tel : 04 72 66 00 40

Page 2 sur 5

Les cinq niveaux d'alerte ont été définis sur la base des éléments défini ci-dessous :

- 1- Les niveaux de vigilance et d'alerte ci-après ont été établis suite à l'expérience acquise lors de chantiers de contrôle et de chantiers tests réalisés en galeries  
Dans des chloritoschistes à amphiboles en juillet 2015  
Dans des amphibolites en décembre 2015  
Dans des amphibolites en mai 2016.  
Dans des amphibolites en décembre 2016
- 2- les pourcentages de fibres indiqués dans ce document ne correspondent pas à un pourcentage massique ou volumique. Il s'agit seulement de pourcentages de fibres observables en microscopie optique en lumière polarisée, rapportés à la totalité des particules observées sur la lame. Ces pourcentages sont à utiliser comme des éléments permettant de caractériser le matériel traversé par comparaison avec des observations faites dans des conditions similaires à celles de chantier test. En aucun cas ces % ne peuvent se substituer aux mesures quantitatives résultant d'une analyse META.
- 3- Les fibres OMS ( $L/D > 3$ ,  $D < 3 \mu m$ ,  $L > 5 \mu m$ ) incluent les fragments de clivages. Le potentiel de production de fragments de clivage d'une formation soumise à différents processus de creusement a été testé lors d'un chantier de contrôle de juillet 2015.
- 4- En s'appuyant sur l'observation des broyats d'un chantier test de mai 2016 la détermination des niveaux d'alerte prend en compte la présence :
  - de fibres d'actinote ou trémolite asbestiforme très fines (**TF**) dont les caractéristiques sont les suivantes : fibres à bords parallèles, **très fines**, optiquement observables, d'un rapport d'allongement  $> 10$ , d'un diamètre inférieur à  $3 \mu m$  et d'une longueur supérieure à  $5 \mu m$  (ces caractéristiques sont établies à partir des résultats de l'exercice d'intercomparaison pour l'identification de fibres d'amiantes actinolites, détaillé dans le paragraphe § 9.3 du rapport de l'ANSES de décembre 2015 et compte tenu des conditions et du temps d'analyse spécifiques au suivi in situ),
  - de fibres plus épaisses nommées dans ce document « actinotes ou trémolites d'aspect fibreux ». Considérées comme précurseur de la présence de fibres TF. Leurs caractéristiques sont les suivantes : fibres à bords parallèles avec un rapport d'allongement supérieur à 10 (d/L) et un diamètre compris entre 3 et 8  $\mu m$ .



ZA du Plat du Pin  
69690 Brussieu  
Tel : 04 72 66 00 40

Page 3 sur 5

Avant le **niveau 1.1**, La roche étant pauvre en amphibole, la probabilité de développement de veines contenant des fibres est extrêmement faible.

**1.1** Plus de 5 hornblendes ou 5 actinotes ou trémolites prismatiques et moins de 5 actinotes ou trémolites aciculaires et/ou moins de 2 actinotes ou trémolites d'aspect fibreux dans toute la lame.

Ce niveau a été établi après un chantier de contrôle mené en juillet 2015 sur la problématique des fragments de clivage. La roche encaissante était composée de chloritoschistes à amphibole. Les processus testés en galeries (creusement, boulonnage, percement avec du matériel électroportatif) n'ont pas montré d'émission de PMAI ni de fibres d'amiante. Ces résultats ont été confortés par de nombreuses analyses d'empoussièrement.

**1.2** Présence de plus de 50 % de morceaux de roches sombres dans l'échantillon primaire. Les amphiboles sont un constituant majeur dans la lame (Hornblende / actinote ou trémolites prismatique > 50 dans toute la lame).

De nombreuses mesures d'empoussièrement faites lors de creusements n'ont pas montré d'émission de PMAI ni de fibres d'amiante.

**1.3** Présence de plus de 5 actinotes ou trémolites aciculaires et/ou plus de 5 actinotes ou trémolites d'aspect fibreux, dans toute la lame.

Ce niveau a été établi après un chantier tests mené en décembre 2015 réalisé en galerie. La roche encaissante était composée d'une amphibolite. Les processus testés en galeries (creusement, boulonnage, percement avec du matériel électroportatif, n'ont pas montré d'émission de PMAI ni de fibres d'amiante. Le processus de transport testé ensuite n'a pas montré d'émission de PMAI ni de fibres d'amiante. Les processus de raise boring a montré des empoussièrement < à 5f/litre. Le largage sur une grande hauteur (>100m) de matériaux à l'aide d'une chargeuse a montré des empoussièrement inférieurs à 40f/l. Dans ce niveau l'essentielle des fibres observées (classée comme amiantes étaient des PMAI).

**2.1** Plus de 6% de fibres d'actinotes ou trémolites d'aspect fibreux ou 2% de fibres d'actinotes ou trémolites très fines TF

Ce niveau a été établi après un chantier tests mené en mai 2016 réalisé en galerie. La roche encaissante était composée d'une amphibolite. La roche concernée est en fonction des différents processus potentiellement émissive en PMAI et aussi en fibre d'amiante.



Page 4 sur 5

**2.2** Plus de 15% de fibres d'actinotes ou trémolites d'aspect fibreux ou 6% d'actinotes ou trémolites très fines TF le niveau d'alerte est confirmé si 2 analyses sur 3 effectuées sur des sous-échantillons prélevés dans le sachet de départ sont positives.

Ce niveau a été établi après un chantier tests mené en mai 2016 réalisé en galerie. La roche encaissante était composée d'une amphibolite. La roche concernée est en fonction des différents processus potentiellement émissive en fibre d'amiante (<100 f/l).

**3** 1 un faisceau de fibre observé dans la coupelle sous la loupe binoculaire.

Ce niveau a été établi après un chantier tests mené en décembre 2016 réalisé en galerie. La roche encaissante était composée d'une amphibolite. La roche concernée est en fonction des différents processus potentiellement émissive en fibre d'amiante (<900 f/l).

Maxime MISSERI  
Géologue,  
2/11/2018  
Avis 20181101



Page 5 sur 5

## 8.3 Annexe C : identifications par MOLP et META de 2 échantillons d'ophite massive



ZA du Plat du Pin  
69690 Brussieu  
Tél : 04 72 66 00 40

analyse amiante roche classique 16-03a  
B2018 10 201-01

Client :	DREAL OCCITANIE
Attention :	-
Adresse :	DT/DMORNO - Cité Administrative - 2 Bd A. Duportal 31074 TOULOUSE cedex 09
Fax / Mail :	developpement-durable.gouv.fr, dominique.saury@det

### Rapport d'analyse d'amiante dans les roches

Identification par Microscopie Optique à Lumière Polarisée (MOLP)  
et par Microscopie Electronique à Transmission Analytique (META)

Commande client : Offre A18ADL0195

Réf. Client / site de prélèvement : CETU - 16/10/2018

Localisation du prélèvement : -

Référence prélèvement : Echantillon 1

Echantillon prélevé par : DREAL OCCITANIE

ANALYSE DE L'ECHANTILLON			
Type de broyage mécanique effectué lors de la préparation : Broyage mécanique au mortier			
Numéro d'analyse	Description macroscopique	Détection de fibres d'Amiante	
		oui / non	Nature si détectées
B201810201-01 A	Roche solide beige et grise.	oui	Actinote-amiante
Observations	Une faible quantité d'amiante a été détectée.		

Analyste MOLP : M. Fairon

Analyste META : E. Guttler

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  
1-5606  
PORTEE  
DISPONIBLE SUR  
WWW.COFAC.FR



Date d'analyse : 29/10/2018  
Date d'émission : 29/10/2018

Page 2 sur 2





ZA du Plat du Pin  
69690 Brussieu  
Tél : 04 72 66 00 40

analyse amiante roche classique 16-03a  
B2018 10 201-02

Client :	DREAL OCCITANIE
Attention :	-
Adresse :	DT/DMORNO - Cité Administrative - 2 Bd A. Duportal 31074 TOULOUSE cedex 09
Fax / Mail :	veloppement-durable.gouv.fr, dominique.saury@dev

### Rapport d'analyse d'amiante dans les roches

Identification par Microscopie Optique à Lumière Polarisée (MOLP)  
et par Microscopie Electronique à Transmission Analytique (META)

Commande client : Offre A18ADL0195

Réf. Client / site de prélèvement : CETU - 16/10/2018

Localisation du prélèvement : -

Référence prélèvement : Echantillon 2

Echantillon prélevé par : DREAL OCCITANIE

ANALYSE DE L'ECHANTILLON			
Type de broyage mécanique effectué lors de la préparation : Broyage mécanique au mortier			
Numéro d'analyse	Description macroscopique	Détection de fibres d'Amiante	
		oui / non	Nature si détectées
B201810201-02 A	Roche solide verte et grise.	non	
Observations	/		

Analyste MOLP : M. Fairon

Analyste META : E. Guttler

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.



Date d'analyse : 29/10/2018  
Date d'émission : 29/10/2018

Page 2 sur 2



**Centre d'Études des Tunnels**

25, avenue François Mitterrand  
69674 BRON – FRANCE

Tél. 33 (0)4 72 14 34 00  
Fax. 33 (0)4 72 14 34 30  
[cetu@developpement-durable.gouv.fr](mailto:cetu@developpement-durable.gouv.fr)





Bureau GDA

# ANNEXE **2**





Bureau GDA

**ÉCHANTILLONNAGE  
DES OPHITES DANS LES ÉBOULIS DE QUIÉ**

**RAPPORT FINAL**

Centre d'Études des Tunnels



Indice	Date	Nb. De pages	Rédacteur	Vérificateur	Modifications/ Observations
0	03/08/2021	8	B. SEVIN	V. PERIN	1 <sup>ère</sup> diffusion

## SOMMAIRE

1. INTRODUCTION	3
2. ÉCHANTILLONNAGE	3
3. PLANCHES PHOTOGRAPHIQUES	5

## LISTE DES FIGURES

Figure 1 - Localisation des points GPS. ....	4
--	---

## LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 - Liste des échantillons d'ophites. ....	3
--	---

## 1. INTRODUCTION

Suite à la demande du 2 juillet 2021 par le Centre d'Études des Tunnels (CETU), nous avons réalisé **une visite de terrain le 3 août 2021** sur le site de Quié en Ariège.

La demande consistait en échantillonnage sur le site de Quié dans le cadre de l'étude du futur tunnel. Le CETU souhaitait obtenir un échantillonnage de surface des éboulis d'ophite mélangés à des éboulis calcaire. En effet, les ophites renferment très souvent des actinolites et il paraît important de vérifier si ces actinolites sont des actinolites-amiante ou non.

La mission d'échantillonnage a commencé par un repérage d'aval en amont puis par un échantillonnage équipé en sous-section 4 d'amont en aval. Comme souhaité, l'échantillonnage présente une bonne répartition géographique afin d'améliorer la représentativité des prélèvements. **Douze échantillons ont été prélevés.**

Les échantillons ont été immédiatement transmis au laboratoire Ad-Lab qui déterminera la présence ou l'absence d'actinolite-amiante.

## 2. ÉCHANTILLONNAGE

Les échantillons portent le nom des points GPS associés. Lorsqu'il y a eu deux prélèvements les échantillons sont indexés a et b.

Voici la liste des échantillons (Tableau 1) :

*Tableau 1 - Liste des échantillons d'ophites.*

Nom échantillon	Commentaires
BS_2021_084	Proche de G14
BS_2021_085	Proche de G15
BS_2021_086	
BS_2021_087	
BS_2021_088a	Légèrement au dessus de H07
BS_2021_088b	Légèrement au dessus de H07
BS_2021_089	
BS_2021_090a	Ressemble aux photos du H05
BS_2021_090b	Ressemble aux photos du H05
BS_2021_091	
BS_2021_092a	
BS_2021_092b	

Leur emplacement (Figure 1) :



*Figure 1 - Localisation des points GPS.*



### 3. PLANCHES PHOTOGRAPHIQUES







Environnement BS\_2021\_087



BS\_2021\_087



Environnement BS\_2021\_088



BS\_2021\_088a



Environnement BS\_2021\_088









Environnement BS\_2021\_091



Environnement BS\_2021\_092



BS\_2021\_092a



BS\_2021\_092b





Bureau GDA

# ANNEXE **3**

## RAPPORT DE SYNTHÈSE D'ANALYSES D'AMIANTE DANS LES MATÉRIAUX ET PRODUITS BRUTS

### Analyse par Microscopie Optique à Lumière Polarisée (MOLP) et/ou Microscopie Electronique à Transmission Analytique (META)

Réf. client : EJ: 1510347938  
Site client : QUIE

Client : DREAL OCCITANIE  
Contact : -

Adresse : DT/DMORNO - Cité Administrative - Bât C - 1 rue de la Cité  
Administrative 31074 TOULOUSE cedex 09

Date de réception : 05/08/2021

Mail : quie.cetu@developpement-durable.gouv.fr, Jean-  
Christophe.Fruhauf@developpement-durable.gouv.fr

Réf. dossier AD-LAB : B202108038

N° analyse échantillon	Réf. échantillon client	Localisation/description client	N° analyse couche ± composant	Description analytique	Type de broyage manuel utilisé en préparation	Type d'Analyse	Nbre lames MOLP	Nbre prép* META	Nbre grilles META	Fibres d'amiante détectées ?	Type d'amiante	Observations
B202108038-01	BS-2021-84	Ophite - Quié	B202108038-01 , 1	Roche massive et micro grenue verte avec grains foncés verdâtres	Broyage au mortier / pilon	MOLP + META	3	3	6	Non détectées	/	
B202108038-02	BS-2021-85	Ophite - Quié	B202108038-02 , 1	Roche massive et micro grenue verte avec grains foncés verdâtres	Broyage au mortier / pilon	MOLP + META	3	3	6	Non détectées	/	
B202108038-03	BS-2021-86	Ophite - Quié	B202108038-03 , 1	Roche massive et micro grenue verte avec grains foncés verdâtres	Broyage au mortier / pilon	MOLP + META	3	3	6	Non détectées	/	
B202108038-04	BS-2021-87	Ophite - Quié	B202108038-04 , 1	Roche massive et micro grenue verte avec grains foncés verdâtres	Broyage au mortier / pilon	MOLP + META	3	3	6	Non détectées	/	
B202108038-05	BS-2021-88a	Ophite - Quié	B202108038-05 , 1	Roche massive et micro grenue verte avec grains foncés verdâtres	Broyage au mortier / pilon	MOLP + META	3	3	6	OUI	Chrysotile + Actinolite-Amiante	Amiante détecté en traces
B202108038-06	BS-2021-88b	Ophite - Quié	B202108038-06 , 1	Roche massive et micro grenue verte avec grains foncés verdâtres	Broyage au mortier / pilon	MOLP + META	3	3	6	OUI	Actinolite-amiante	Amiante détecté en traces
B202108038-07	BS-2021-89	Ophite - Quié	B202108038-07 , 1	Roche massive et micro grenue verte avec grains foncés verdâtres	Broyage au mortier / pilon	MOLP + META	3	3	6	Non détectées	/	
B202108038-08	BS-2021-90a	Ophite - Quié	B202108038-08 , 1	Roche massive et micro grenue verte avec grains foncés verdâtres	Broyage au mortier / pilon	MOLP + META	3	3	6	OUI	Actinolite-amiante	
B202108038-09	BS-2021-90b	Ophite - Quié	B202108038-09 , 1	Roche massive et micro grenue verte avec grains foncés verdâtres	Broyage au mortier / pilon	MOLP + META	3	3	6	OUI	Actinolite-amiante	
B202108038-10	BS-2021-91	Ophite - Quié	B202108038-10 , 1	Roche massive et micro grenue verte avec grains foncés verdâtres	Broyage au mortier / pilon	MOLP + META	3	3	6	OUI	Actinolite-amiante	Amiante détecté en traces
B202108038-11	BS-2021-92a	Ophite - Quié	B202108038-11 , 1	Roche massive et micro grenue verte avec grains foncés verdâtres	Broyage au mortier / pilon	MOLP + META	3	3	6	OUI	Actinolite-amiante	
B202108038-12	BS-2021-92b	Ophite - Quié	B202108038-12 , 1	Roche massive et micro grenue verte avec grains foncés verdâtres	Broyage au mortier / pilon	MOLP + META	3	3	6	Non détectées	/	

\* Préparations

Observations générales : Ce rapport contient des annexes.

La recherche d'amiante au Microscopie Optique à Lumière Polarisée (MOLP) est effectuée selon le guide HSG 248 (annexe 2) et la norme NF ISO 22262-1 (parties utiles).

L'observation visuelle et sous stéréomicroscope permet de décrire l'échantillon, dont l'analyse est réalisée par composant dissociable.

L'analyse au MOLP ne permet de détecter que les fibres optiquement observables, c'est-à-dire celles de diamètre supérieur à 0,2 µm. Un résultat négatif au MOLP, c'est à dire avec amiante non détecté, signifie que l'échantillon ne renferme pas de fibres d'amiante optiquement observables à une teneur supérieure à la limite de détection garantie.

Un résultat négatif en MOLP doit obligatoirement être confirmé par une analyse en META.

La préparation en vue de l'analyse MOLP est obligatoire. Un résultat négatif est conclu après un minimum de trois préparations MOLP par composant dissociable.

#### Méthode de préparation :

La préparation est effectuée selon le mode opératoire interne "ROCHES NATURELLES / Préparation en vue de leur analyse META". Les principales étapes de la préparation sont : broyage manuel (grattage au scalpel, écrasement à la spatule ou broyage avec mortier/pilon), passage aux ultra-sons (sauf pour la recherche d'antigorite si demandée), mise en goutte et séchage sur des grilles de microscopie en vue de l'analyse META.

Pour chaque couche dissociable, au moins trois préparations sont réalisées par composant dissociable.

#### Recherche d'amiante au Microscopie Electronique à Transmission Analytique (META) :

Les fibres d'amiante sont identifiées en META (morphologie, chimie, diffraction) selon la norme NF X 43-050 (parties utiles), ainsi que selon les principes pétrographiques et de classification minéralogique de l'IMA (International Mineralogical Association) pour la chimie des amphiboles.

Les particules minérales allongées prises en compte lors de l'analyse sont celles répondant à la définition de fibre selon la norme NFX 43-050, c'est à dire "toute particule ayant des bords parallèles sur une partie de sa longueur ou étagés, une longueur minimum de 0,5 µm et un rapport longueur/largeur d'au moins 3". La résistance à la traction et la souplesse des fibres ne pouvant pas être mesurées en META, ces critères ne sont pas pris en compte.

L'analyse META prend en compte toutes les fibres classées en tant qu'amiante selon la norme NF X 43-050 (chrysotile, amosite, crocidolite, trémolite-amiante, actinote-amiante, anthophyllite-amiante).

Un résultat négatif en META, c'est à dire avec amiante non détecté, signifie que l'échantillon peut renfermer une teneur inférieure à la limite de détection garantie.

Un résultat négatif en META est conclu après l'observation d'au moins deux grilles par préparation META et après compilation des résultats de l'ensemble des préparations réalisées le cas échéant.



Les analyses sont réalisées conformément à l'arrêté du 1er octobre 2019, relatif aux modalités de réalisation des analyses de matériaux et produits susceptibles de contenir de l'amiante, aux conditions de compétences du personnel et d'accréditation des organismes procédant à ces analyses.

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 %.

Le cas échéant, l'observation "autres fibres minérales observées" signifie que des fibres minérales autres que celles recherchées ont été détectées. Ces fibres ne répondent pas aux critères d'identification (morphologie, cristallographie, chimie) des fibres recherchées.

NB : AD-LAB n'est pas responsable du choix de l'emplacement du prélèvement.

Les données transmises par le client ne sauraient engager la responsabilité du laboratoire.

Analyste MOLP : F. SOLER   
Analyste META : E. GÜTTLER 

Date d'analyse MOLP : 06/08/2021  
Date d'analyse META : 09/08/2021  
Date d'émission : 09/08/2021

## Annexe META au rapport d'analyse

**B2021 08 038**

**Echantillon : B2021 08 038 -05**

**N° couche : 1**

**Type d'amiante : Actinolite-amiante**

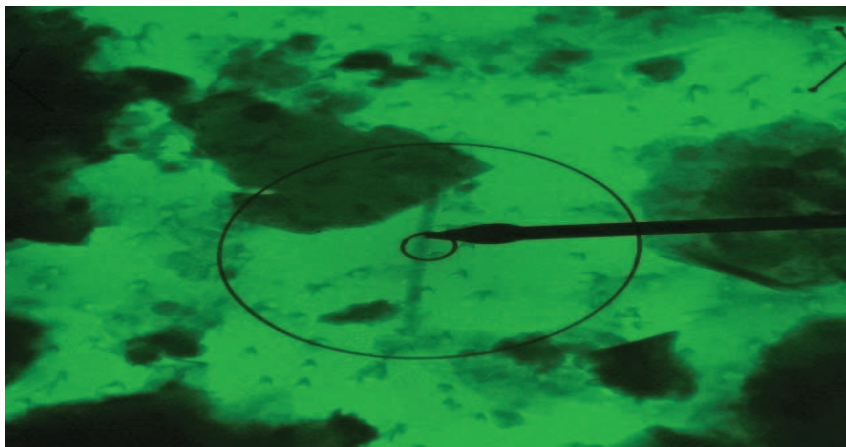


Image 1 : Observation au META (Taille du grand cercle / petit cercle : 2,96  $\mu$ m / 0,37  $\mu$ m)

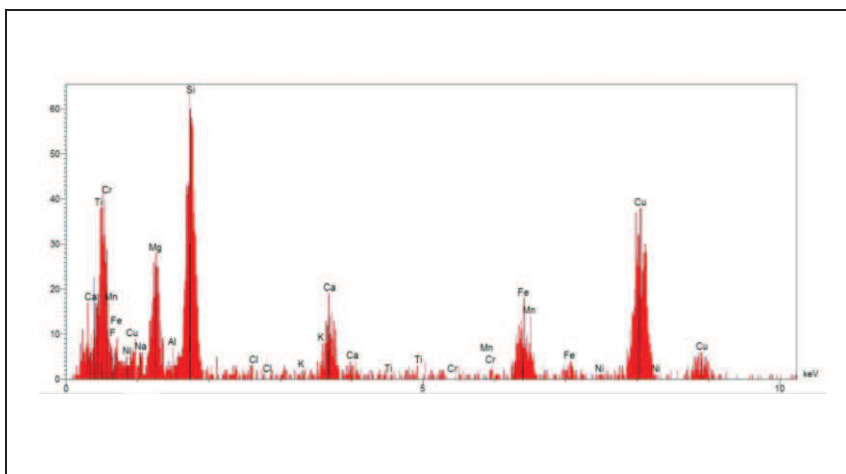


Image 2 : Spectre d'analyse chimique

Eléments	% massique
Na	1,54
Mg	17,48
Al	0,98
Si	46,89
Ca	11,09
Mn	3,05
Fe	18,97

## Annexe META au rapport d'analyse B2021 08 038

**Echantillon :** B2021 08 038 -05

**N° couche :** 1

**Type d'amiante :** Chrysotile

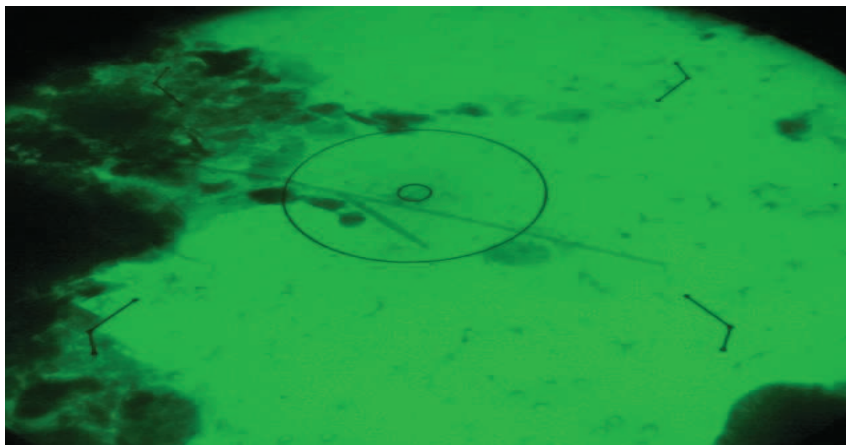
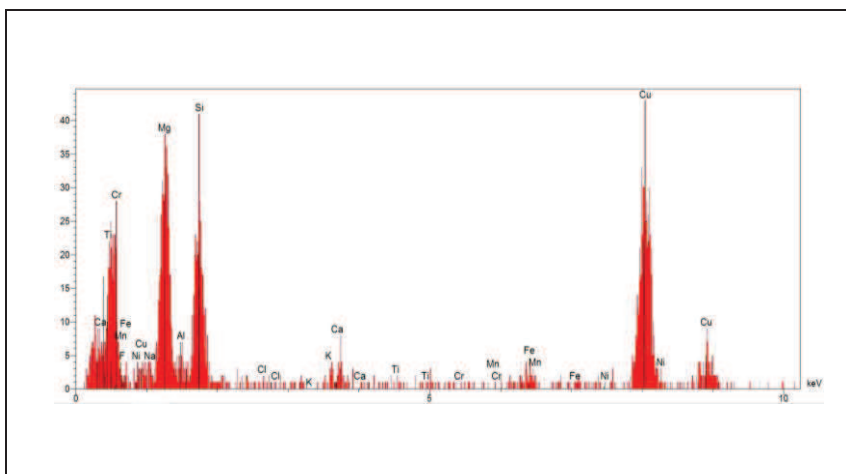


Image 1 : Observation au META (Taille du grand cercle / petit cercle : 2,96  $\mu\text{m}$  / 0,37  $\mu\text{m}$ )



Eléments	% massique
Mg	50,05
Si	49,95

Image 2 : Spectre d'analyse chimique

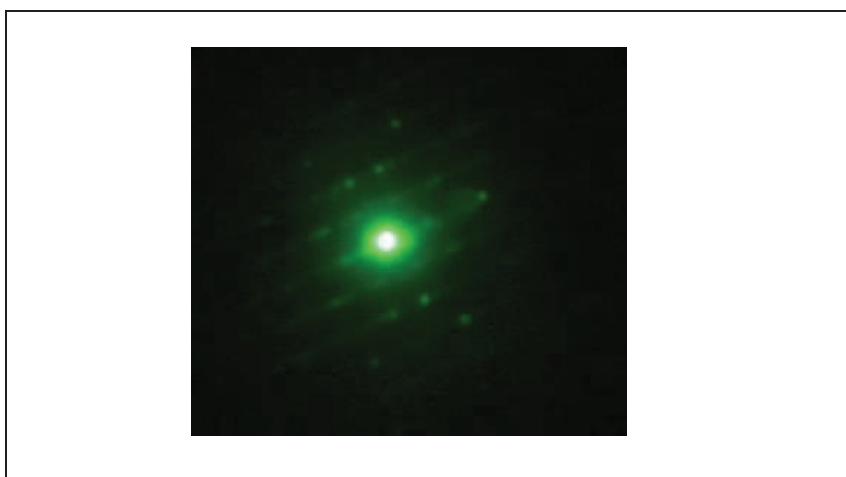


Image 3 : Diffraction

## Annexe MOLP au rapport d'analyse B2021 08 038

**Echantillon :** B2021 08 038 -06

**N° couche :** 1

**Type d'amiante :** Actinolite-amiante

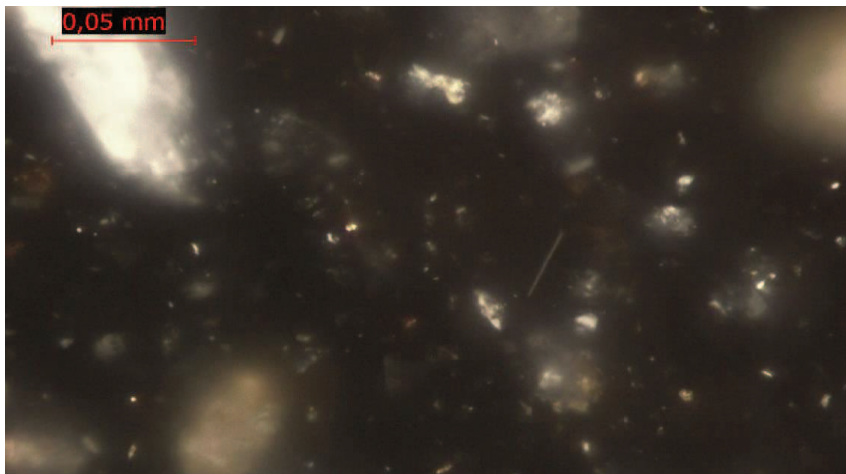


Photo 1 : Lumière polarisée analysée (LPA)

**Type d'amiante :** Actinolite-amiante

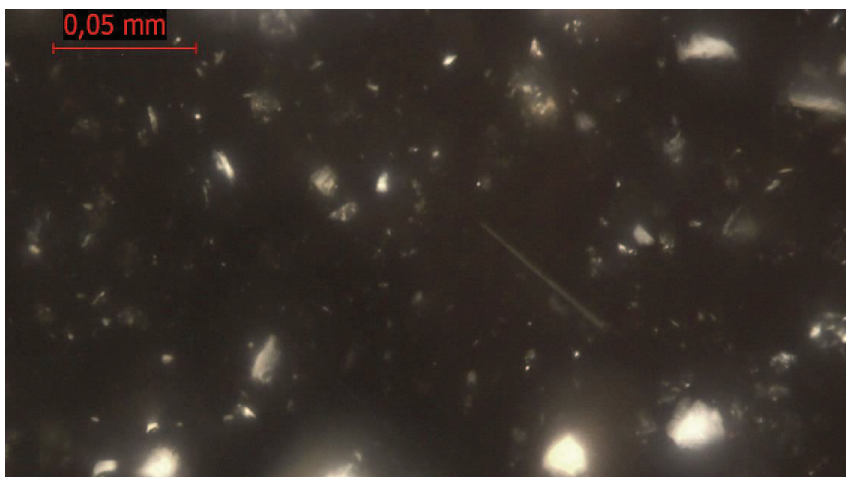


Photo 2 : Lumière polarisée analysée (LPA)



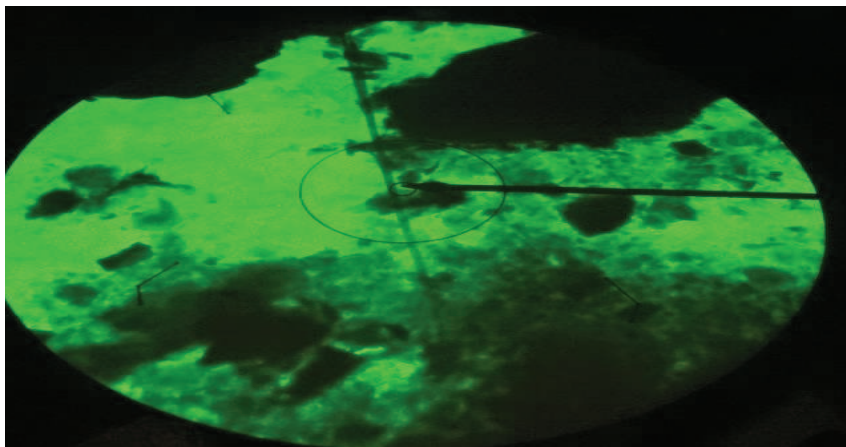
## Annexe META au rapport d'analyse

**B2021 08 038**

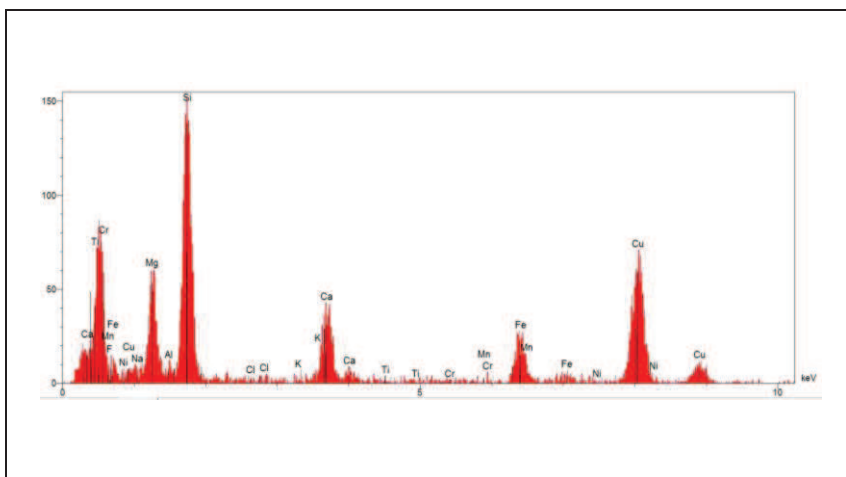
**Echantillon : B2021 08 038 -06**

**N° couche : 1**

**Type d'amiante : Actinolite-amiante**



**Image 1 :** Observation au META (Taille du grand cercle / petit cercle : 2,96 µm / 0,37 µm)



Eléments	% massique chimie rééquilibrée
Na	0,9
Mg	17,21
Al	1,02
Si	45,98
Ca	16,49
Mn	1,17
Fe	17,21

**Image 2 :** Spectre d'analyse chimique

NB : 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 brute rentrée dans le logiciel de Locock IMA 12 et ajustée, élément par élément, en fonction des incertitudes de mesure.

## Annexe MOLP au rapport d'analyse B2021 08 038

**Echantillon :** B2021 08 038 -08

**N° couche :** 1

**Type d'amiante :** Actinolite-amiante

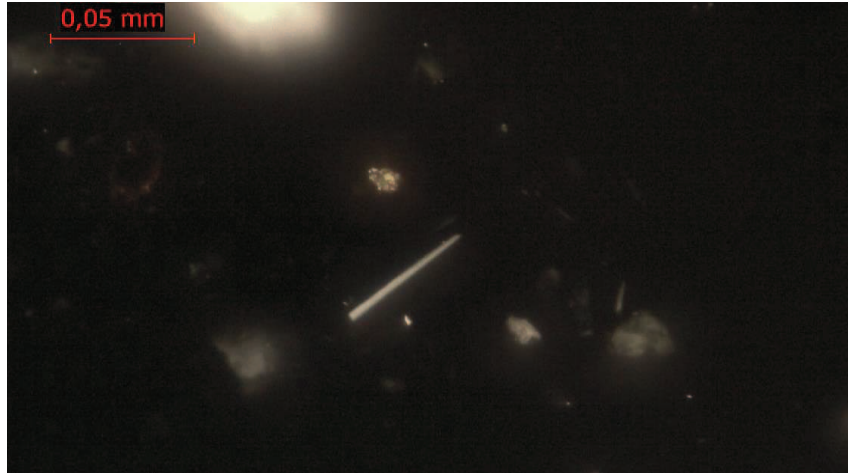


Photo 1 : Lumière polarisée analysée (LPA)

**Type d'amiante :** Actinolite-amiante

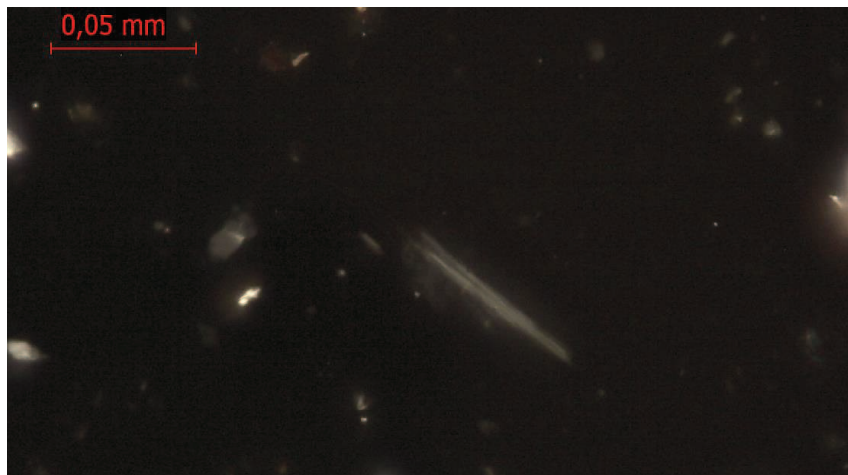


Photo 2 : Lumière polarisée analysée (LPA)

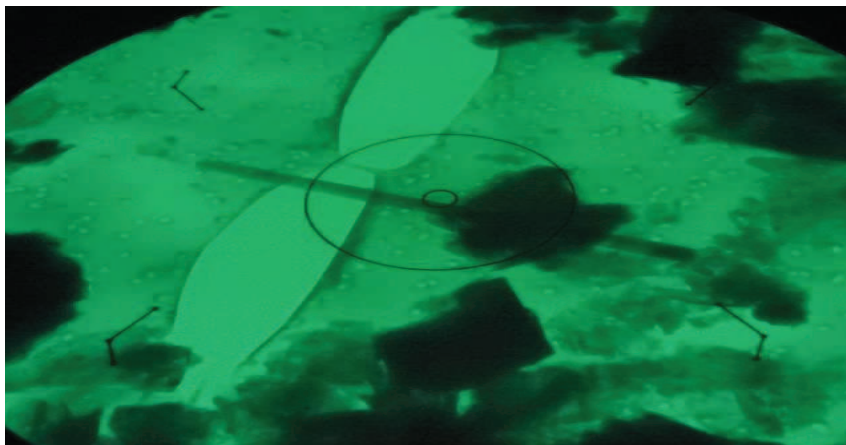
## Annexe META au rapport d'analyse

**B2021 08 038**

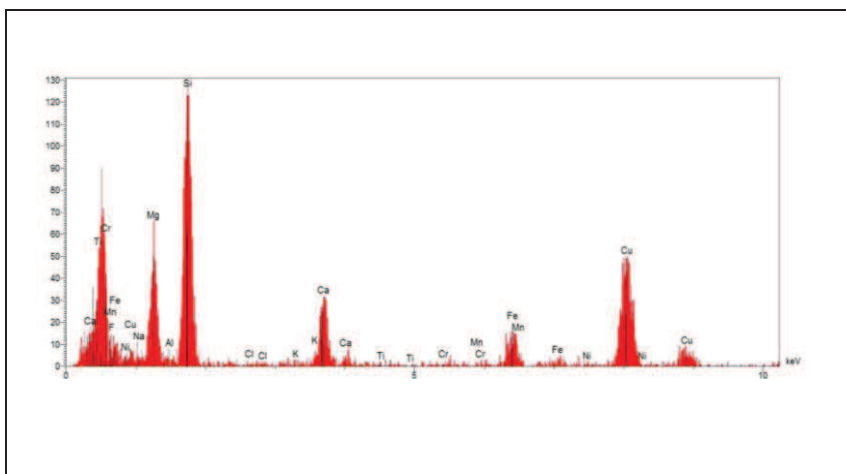
**Echantillon : B2021 08 038 -08**

**N° couche : 1**

**Type d'amiante : Actinolite-amiante**



**Image 1 :** Observation au META (Taille du grand cercle / petit cercle : 2,96  $\mu\text{m}$  / 0,37  $\mu\text{m}$ )



Eléments	% massique chimie rééquilibrée
Na	0,75
Mg	20,34
Al	0,67
Si	49,01
Ca	15,87
Mn	1,37
Fe	11,95

**Image 2 :** Spectre d'analyse chimique

*NB : 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 brute rentrée dans le logiciel de Locock IMA 12 et ajustée, élément par élément, en fonction des incertitudes de mesure.*

## Annexe META au rapport d'analyse

**B2021 08 038**

**Echantillon : B2021 08 038 -09**

**N° couche : 1**

**Type d'amiante : Actinolite-amiante**

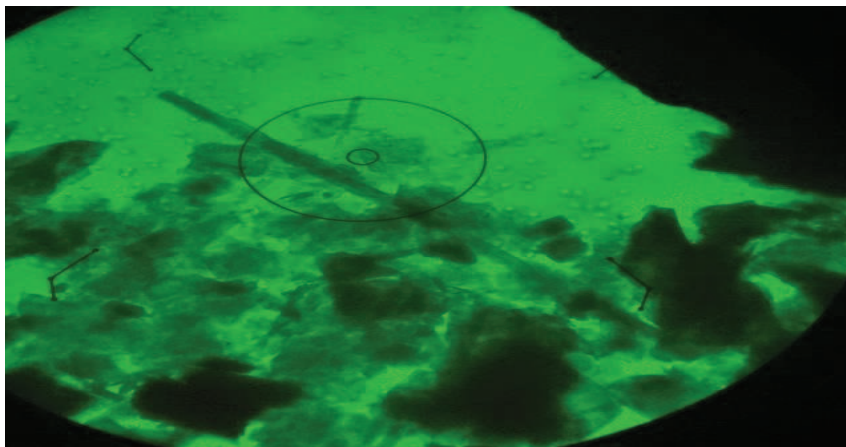
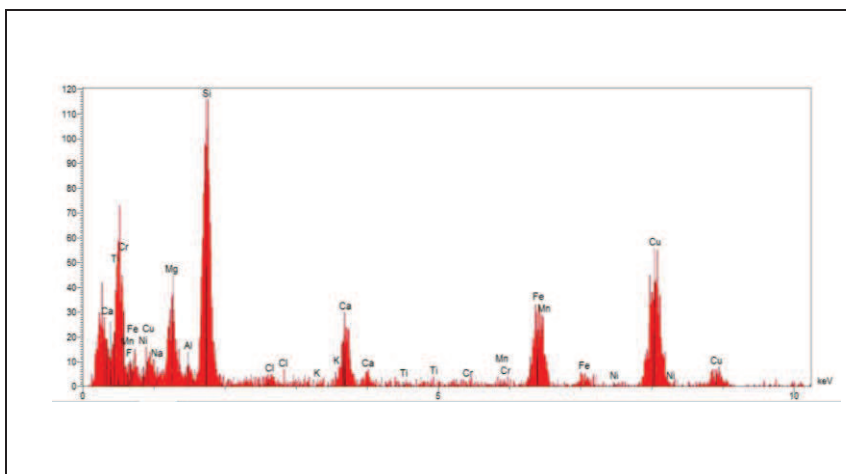


Image 1 : Observation au META (Taille du grand cercle / petit cercle : 2,96 µm / 0,37 µm)



Eléments	% massique
Na	0,86
Mg	11,61
Al	1,22
Si	44,22
Ca	11,71
Mn	1,84
Fe	28,54

Image 2 : Spectre d'analyse chimique

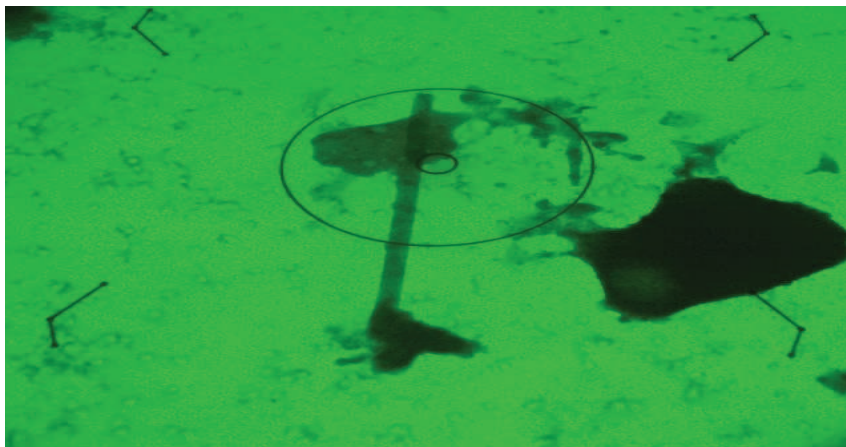
## Annexe META au rapport d'analyse

**B2021 08 038**

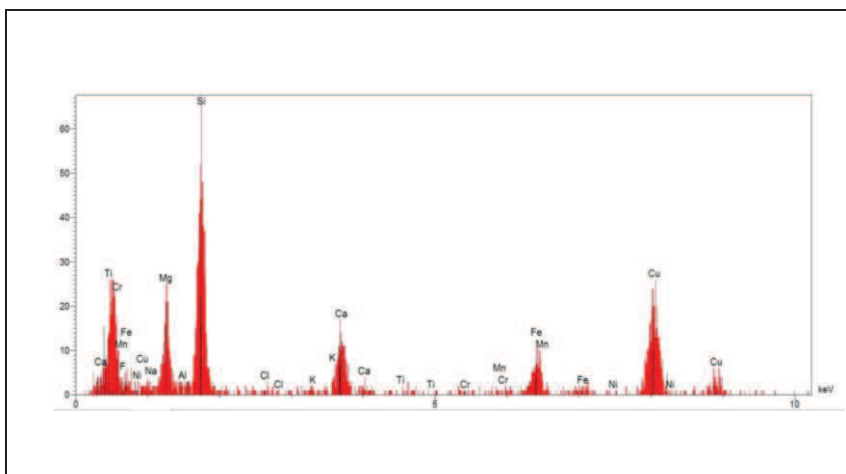
**Echantillon : B2021 08 038 -10**

**N° couche : 1**

**Type d'amiante : Actinolite-amiante**



**Image 1 :** Observation au META (Taille du grand cercle / petit cercle : 2,96 µm / 0,37 µm)



Eléments	% massique chimie rééquilibrée
Na	1,41
Mg	14,1
Al	1,32
Si	45,65
Ca	14,6
Mn	3,94
Fe	18,95

**Image 2 :** Spectre d'analyse chimique

*NB : 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 brute rentrée dans le logiciel de Locock IMA 12 et ajustée, élément par élément, en fonction des incertitudes de mesure.*



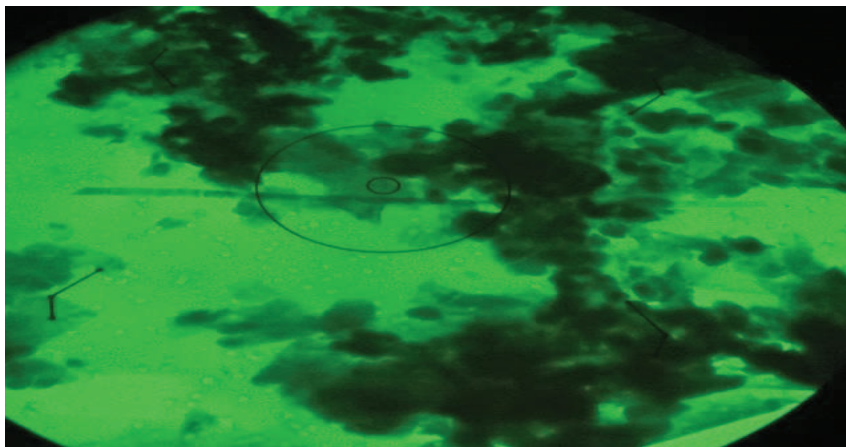
## Annexe META au rapport d'analyse

**B2021 08 038**

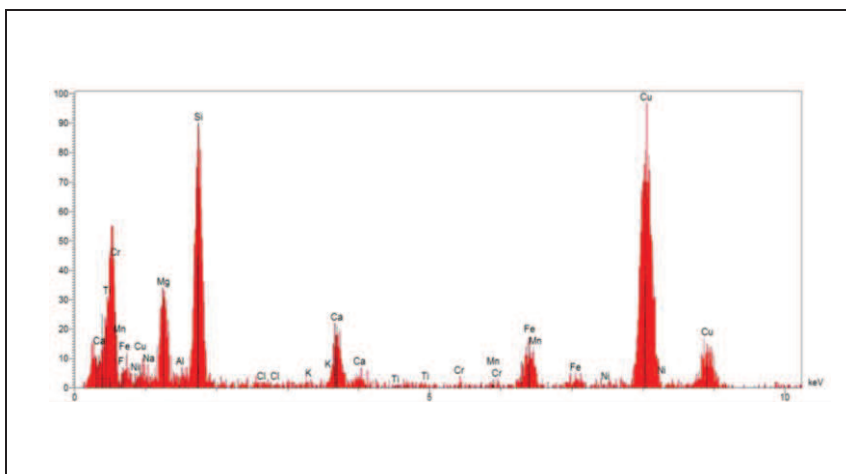
**Echantillon : B2021 08 038 -11**

**N° couche : 1**

**Type d'amiante : Actinolite-amiante**



**Image 1 :** Observation au META (Taille du grand cercle / petit cercle : 2,96 µm / 0,37 µm)



Eléments	% massique chimie rééquilibrée
Na	0,96
Mg	18,04
Al	0,83
Si	47,49
Ca	12,43
Mn	2,75
Fe	17,46

**Image 2 :** Spectre d'analyse chimique

NB : 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 brute rentrée dans le logiciel de Locock IMA 12 et ajustée, élément par élément, en fonction des incertitudes de mesure.



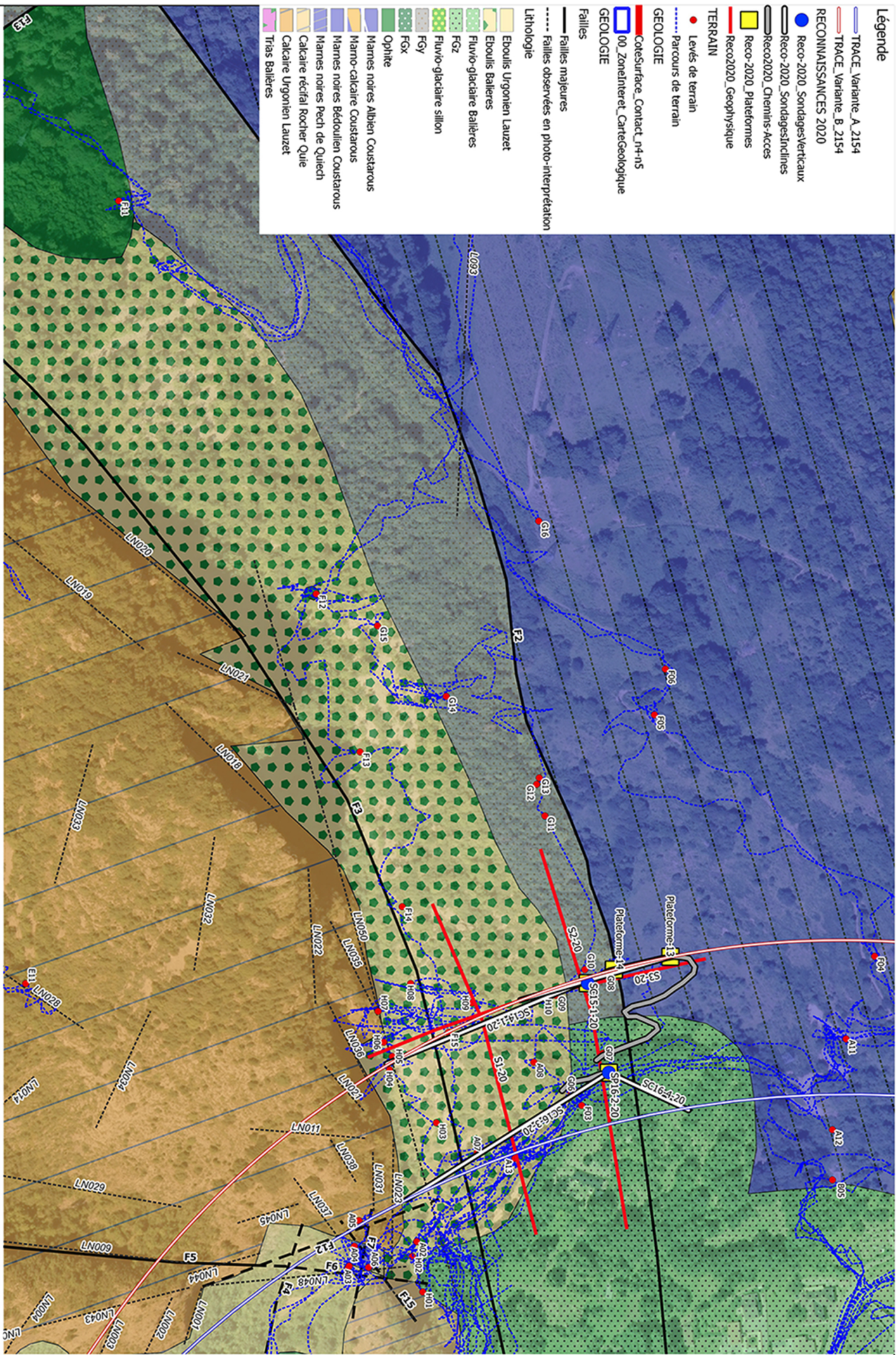
Bureau GDA

# ANNEXE **4**



# Légende

- TRACE\_Variante\_A\_2154
- TRACE\_Variante\_B\_2154
- RECONNAISSANCES 2020
- Reco-2020\_SondagesVerticaux
- Reco-2020\_SondagesInclines
- Reco-2020\_Oreminis-Acces
- Reco-2020\_Plateformes
- Reco2020\_Geophysique
- TERRAIN
- Levés de terrain
- Parcours de terrain
- GEOLOGIE
- Cotesurface\_Contact\_n4-n5
- 00\_ZoneInteret\_CarteGeologique
- GEOLOGIE
- Faillies
- Faillies majeures
- Faillies observées en photo-interprétation
- Lithologie
- Eboulis Urgonien Lauzet
- Eboulis Balterres
- Fluvio-glaciaire Balterres
- FG2
- Fluvio-glaciaire sillon
- FGy
- FGx
- Ophtite
- Marnes noires Albien Coustarous
- Marno-calcaire Coustarous
- Marnes noires Bédoulien Coustarous
- Marnes noires Pech de Quiech
- Calcaire réticulé Rocher Quiech
- Calcaire Urgonien Lauzet
- Trias Balterres



ECH. 0 20 40 m  
1/2000

OUIE  
TUN  
CETU  
EPOA 144  
A

Index Date Echéance  
A 18/12/19 JK Modifications  
Première émission

TUNNEL DE QUIE (09)

Reconnaissances 2020 & levés de terrain  
Secteur "Balterres"