



RÉPUBLIQUE
FRANÇAISE

Liberté
Égalité
Fraternité



Géosciences pour une Terre durable

brgm

Document à accès immédiat

Susceptibilité de présence d'amiante dans les formations géologiques des massifs des Maures et du Tanneron (Var, 83)

Rapport final

BRGM/RP-71412-FR

Décembre 2021

Étude réalisée dans le cadre de la subvention annuelle de la Direction Générale de la Prévention des Risques (MTES/DGPR) allouée au BRGM

A. Plunder,

Avec la collaboration de

F. Cagnard, A. Lahfid, G. Wille, F. Boulant

Vérificateur :

Nom : O. Blein

Fonction : Géologue – Chef de projets

Date : 09/12/2021

Signature :

Approbateur :

Nom : D. Lahondère

Fonction Directeur adjoint :

Date : 22/02/2022

Signature :

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

Contact : qualite@brgm.fr

Votre avis nous intéresse

Dans le cadre de notre démarche qualité et de l'amélioration continue de nos pratiques, nous souhaitons mesurer l'efficacité de réalisation de nos travaux.

Aussi, nous vous remercions de bien vouloir nous donner votre avis sur le présent rapport en complétant le formulaire accessible par cette adresse <https://forms.office.com/r/yMgFcU6Ctq> ou par ce code :



Mots-clés : France, Massif des Maures, Massif du Tanneron, Provence-Alpes-Côte d'Azur, Amiante environnemental, Cartographie, Serpentine, Chrysotile, Grunérite, Collobriérite

En bibliographie, ce rapport sera cité de la façon suivante :

A., Plunder, avec la collaboration, **F. Cagnard, A. Lahfid, G. Wille, F. Boulant.** (2021) - Susceptibilité de présence d'amiante dans les formations géologiques des massifs des Maures et du Tanneron (Var, 83). Rapport final. BRGM/RP-71412-FR, 161 p., 67 ill., 5 ann.

Synthèse

L'étude qui fait l'objet de ce rapport final s'inscrit dans le cadre de l'appui du BRGM au Ministère de la Transition Écologique et Solidaire (MTES) dans l'exécution d'études et de travaux relatifs à la prévention des risques liés à l'exposition des populations à l'amiante. Cette étude est en adéquation avec les objectifs du PNSE 1, « *action 1 : Renforcer la prévention et la maîtrise des risques sanitaires liés à l'environnement ; 1.3, Prévenir les pathologies d'origine environnementale et notamment les cancers. Réduire les expositions de la population à l'amiante en maintenant la vigilance sur l'application stricte de la réglementation concernant la prévention du risque amiante en milieu de travail et en population générale* », repris par le PNSE 2 « *action 1 : Réduire les expositions responsables de pathologies à fort impact sur la santé ; 1.5, Réduire l'exposition aux cancérigènes d'origine naturelle présents dans l'environnement. Amiante naturel* ».

Sept zones géographiques distinctes (dont certaines seront rassemblées lors de la rédaction des rapports) ont été définies au début du projet (Illustration 1) et correspondent aux Cévennes, à la partie nord de l'Arc alpin (zone en Haute-Savoie) et à la partie sud de l'Arc alpin (Haute Ubaye, Massif du Mercantour, Massif des Maures et du Tanneron, Corse hercynienne).

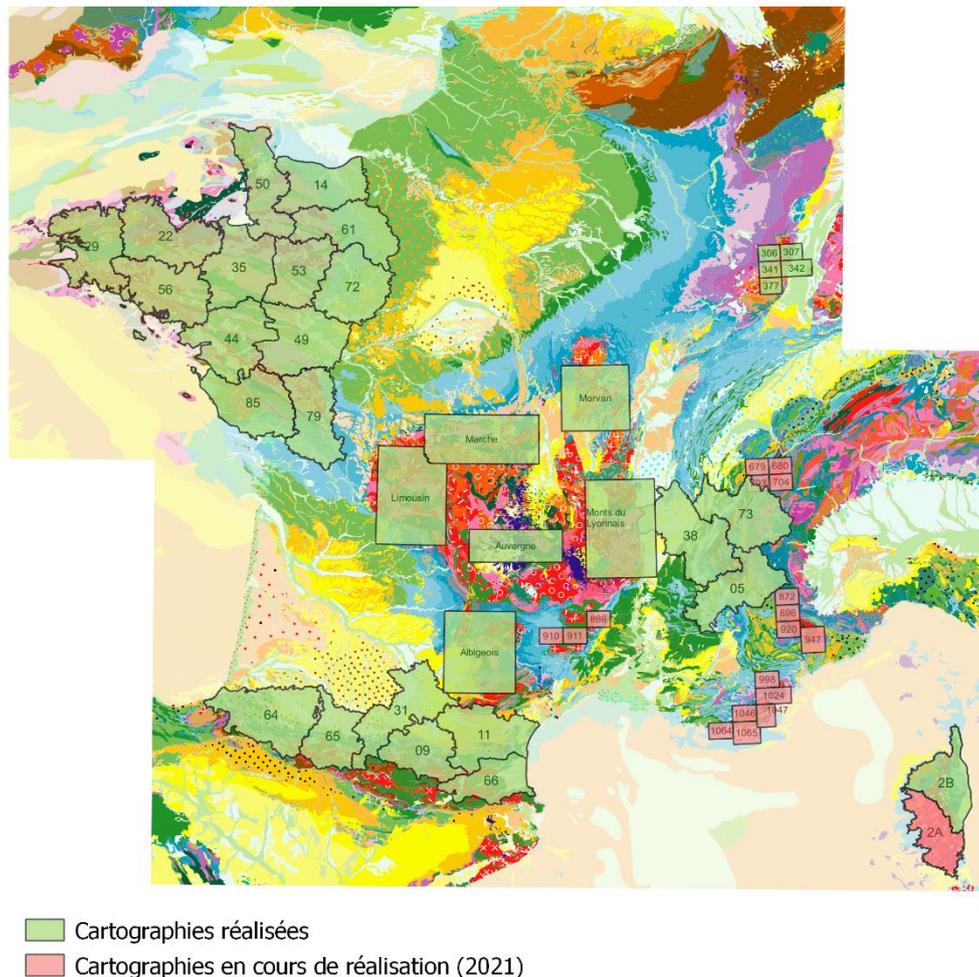


Illustration 1 : Localisation des cartographies de susceptibilité de présence d'amiante déjà réalisées (en vert) et en cours de réalisation (en rose).

La poursuite de la couverture de la carte nationale de susceptibilité de présence d'amiante s'inscrit dans la continuité d'une série d'études ayant concerné : le département des Deux Sèvres (Duron *et al.*, 2020), la zone des Vosges (Duron *et al.*, 2020a), six zones dans le Massif Central (Limousin, Monts du Lyonnais, Morvan, Auvergne, Albigeois, La Marche (Cagnard *et al.*, 2020a, 2020b; Duron *et al.*, 2020f, 2020c, 2020d), les Pyrénées (Cagnard *et al.*, 2015), les départements des Hautes-Alpes et de l'Isère (Lahondère *et al.*, 2012b, 2012a), du Massif Armoricaïn (Béchenec *et al.*, 2013), ainsi que de la Haute-Corse (Lahondère *et al.*, 2010), de la Savoie (Blein *et al.*, 2010) et de la Loire-Atlantique (Béchenec *et al.*, 2010)

Le programme de la présente étude inclut trois phases successives.

La première phase du projet a consisté à réaliser une première évaluation du « potentiel amiantifère » des formations géologiques présentes dans les zones concernées, à partir d'une synthèse des données existantes les plus pertinentes. Cette évaluation a été faite en prenant en compte tous les paramètres favorables à la cristallisation de minéraux asbestiformes, tels que la composition chimique et minéralogique des roches, l'importance des circulations de fluides, la nature des contacts géologiques et les évolutions structurale et métamorphique subies par les roches en question. Au cours de cette synthèse, une attention particulière a été apportée à la recherche de toutes les informations relatives à la présence de minéraux fibreux, et ce pour toutes les formations géologiques préalablement identifiées sur les cartes géologiques correspondantes. Les analyses multicritères (AMC) réalisées ont permis d'attribuer, à l'issue de cette première phase et pour chaque formation identifiée sur la carte géologique harmonisée de la zone des Vosges, une susceptibilité prévisionnelle déclinée en quatre classes (1 : « nul à très faible », 2 : « faible », 3 : « moyen », 4 : « fort à très fort »). Cette carte de susceptibilité prévisionnelle est susceptible d'être modifiée après expertise puis analyses des échantillons prélevés au cours des visites sur une sélection d'affleurements.

La deuxième phase du projet a été découpée en deux modules, avec des développements plus ou moins importants et spécifiques en fonction des connaissances déjà acquises. Le premier module est destiné aux contrôles de terrain, menés prioritairement sur un ensemble de cibles identifiées à l'issue de la première phase. Ces opérations ont permis de reconnaître les principaux sites potentiellement amiantifères, d'établir une typologie de ces sites et de prélever des échantillons à des fins analytiques. Le second module correspond au volet analytique et à l'identification précise des espèces minérales fibreuses, asbestiformes ou potentiellement asbestiformes, collectées sur les principaux sites visités.

La dernière phase du projet a consisté à synthétiser l'ensemble des résultats obtenus, tant sur le terrain qu'en laboratoire, dans le but de produire les cartes de susceptibilité consolidée « amiante ». Le nombre de formations concernées par chacun des niveaux de susceptibilité est présenté ci-dessous de façon synthétique, pour la zone sud de l'arc Alpin concernée par cette étude.

Var	Nombre de formations affectées d'un niveau de susceptibilité prévisionnel à l'issue de l'AMC	Nombre de formations expertisées sur le terrain	Nombre de formations affectées d'un niveau de susceptibilité consolidé à l'issue de l'expertise
« Nul à très faible »	165	1	181
« Faible »	24	10	15
« Moyen »	9	7	2
« Fort à très fort »	1	1	1

Tableau 1 : Synthèse des niveaux de susceptibilité.

Dans ce tableau, les alluvions, les colluvions indifférenciées et les colluvions d'altérites, les dépôts colluviaux et les éboulis ne sont pas pris en compte.

Plusieurs points importants ont été mis en lumière à travers cette étude. Les principaux résultats de cette étude montrent que :

- (1) Les roches ultrabasiques, de type **serpentinites** (péridotites serpentinisées), montrent des occurrences amiantifères quasi-systématiques, visibles principalement sous forme de veines et veinules à chrysotile. Dans les **gabbros**, de l'actinolite présentant des morphologies de fragments de clivages a été observée.
- (2) Les **gneiss à silicates calciques** sont des roches susceptibles de contenir des minéraux asbestiformes et sont donc à considérer. On y trouve des occurrences d'actinolite-amiante.
- (3) La **collobriérite** contient de manière quasi systématique de la grunérite. Cette grunérite d'habitus prismatique se délite en fragments de clivages très fins.
- (4) Les **amphibolites** (au sens de roches basiques métamorphosées dans le faciès des amphibolites) montrent quasi systématiquement des fragments de clivages d'actinolite.
- (5) Les **tonalites** montrent des surcroissances d'amphibole appartenant à la famille amiante ayant des morphologies de particules minérales allongées (fragments de clivages d'actinolite).

NOTA : Les documents cartographiques attachés à la présente étude ont été établis à partir des données des cartes géologiques numériques harmonisées départementales (issues de synthèses des cartes géologiques à 1/50 000 et 1/80 000 préalablement produites dans le cadre du programme national de la Carte Géologique de la France), et/ou directement de cartes géologiques à 1/50 000. Les limites géologiques représentées sur ces cartes, adaptées à cette échelle de restitution, constituent des éléments linéaires dont la précision dépend de la qualité et de la densité des informations géologiques disponibles d'une part et des modalités d'interpolation entre les points d'observation d'autre part. Cette précision peut varier pour une même limite de

quelques mètres à plusieurs dizaines de mètres. En outre, les objets géologiques de largeur et de longueur respectivement inférieure à 50 et 100 m ne sont généralement pas représentés sur les cartes géologiques à 1/50 000. Il est donc important de noter que des passées de roches potentiellement amiantifères peu étendues peuvent ne pas avoir été représentées sur les cartes géologiques utilisées pour établir le document cartographique présent. La responsabilité du BRGM ne saurait être engagée en cas d'utilisation inadaptée ou non conforme aux règles de l'art de ces documents. Compte tenu de l'échelle de travail de cette synthèse, les cartes des niveaux de susceptibilité consolidés produites à ce stade ne dispenseront pas d'études de détail à des échelles plus fines et adaptées, en cas notamment de travaux de terrassement, d'aménagement ou d'extraction susceptibles de recouper des formations potentiellement amiantifères.

Sommaire

1. Contexte de l'étude	13
1.1. INTRODUCTION	13
1.2. DÉFINITIONS DE DIFFÉRENTS TERMES : FIBRES MINÉRALES, AMIANTE, FIBRES ASBESTIFORMES, FIBRES OMS, FRAGMENTS DE CLIVAGE.....	14
1.4. DÉROULEMENT DE L'ÉTUDE.....	18
1.4.1. Phase 1	18
1.4.2. Phase 2	18
1.4.3. Phase 3	19
2. PHASE 1 : Évaluation préalable du potentiel amiantifère.....	21
2.1. MÉTHODOLOGIE.....	21
2.2.1. Résultats de l'analyse par mots-clés :	26
2.2.2. Résultats de l'analyse multicritère.....	26
2.3. IDENTIFICATION DES CIBLES À EXPERTISER ET ÉLABORATION DES FICHES ...	28
3. PHASE 2 : Expertises sur le terrain et travaux de laboratoire.....	29
3.1. PRÉAMBULE.....	29
3.1.1. Terrain	29
3.1.2. Analyses	29
3.2. FORMATION DE SUSCEPTIBILITÉ PRÉVISIONNEL « FORT À TRÈS FORT »	31
3.2.1. Serpentinites et gabbros [384] MTAP036, MTAP038, MTAP039, MTAP047, MTAP053, MTAP054, MTAP045	31
3.3. FORMATIONS DE NIVEAU DE SUSCEPTIBILITÉ PRÉVISIONNEL « MOYEN »	37
3.3.1. Andésites [279] MTAP008, MTAP009, MTAP043, MTAP044.	39
3.3.2. Filons et coulées de spillites métamorphisées en amphibolites (Sainte-Eulalie et Le Fenouillet) [412], MTAP013, MTAP015, MTAP016, MTAP017, MTAP018	41
3.3.3. Amphibolites et leptynites associées [349] MTAP019, MTAP020, MTAP021, MTAP024, MTAP028, MTAP029, MTAP030, MTAP031, MTAP032, MTAP037, MTAP046, MTAP051, MTAP052	45
3.3.4. Collobriérite [393] MTAP033, MTAP034	51
3.3.5. Amphibolites à reliques éclogitiques [325] (MTAP042, MTAP058) et amphibolites [274] (MTAP056)	55
3.3.6. Cipolins et gneiss à silicates calciques [326] MTAP059, MTAP073	58
3.4. LES FORMATIONS DE NIVEAU DE SUSCEPTIBILITÉ PRÉVISIONNEL « FAIBLE » .	60
3.4.1. Schistes verts (Série du Cap Sicié) [375] MTAP001, MTAP002, MTAP003, MTAP004, MTAP005.	61

3.4.2. Basaltes [254] MTAP006, MTAP007, MTAP014, MTAP040	63
3.4.3. Rhyolite [248] MTAP048, MTAP049, MTAP050, MTAP055	66
3.4.4. Rhyolite fluidale (= pyroméride), aphyrique à sphérolites [288], MTAP057.....	67
3.4.5. Coulée de basalte doléritique (Formation d'Ambon) [305] MTAP067, MTAP069, MTAP070.....	69
3.4.6. Filon de basalte doléritique [312] MTAP061 (Formation d'Ambon).....	70
3.4.7. Filon de dolérite [310] MTAP072.....	71
3.4.8. Coulée de basalte calco-alcalin et brèches volcaniques (Formation de l'Avellan) MTAP060 [306].....	73
3.4.9. Tonalites de Prignonet et de Fontcounille [355], MTAP062, MTAP063, MTAP064, MTAP065.....	74
3.5. LES FORMATIONS DE NIVEAU DE SUSCEPTIBILITÉ PRÉVISIONNEL « NUL À TRÈS FAIBLE »	76
4. Établissement de la carte de susceptibilité consolidée.....	79
4.2.1. Présentation générale.....	84
4.2.2. Limites d'utilisation.....	85
5. Bibliographie	89

Liste des figures

Illustration 1 : Localisation des cartographies de susceptibilité de présence d'amiante déjà réalisées (en vert) et en cours de réalisation (en rose).....	3
Illustration 2 : Carte géologique départementale harmonisée du département du Var avec la localisation des coupures 1/50 000 et de la zone d'étude (hachures rouges).	22
Illustration 3 : Définition des classes d'aléa retenues (colonnes de droite)	24
Illustration 4 : Définition des niveaux de susceptibilité retenus	24
Illustration 5 : Carte des niveaux de susceptibilité prévisionnels de présence d'amiante dans les formations géologiques des massifs des Maures et du Tanneron.	27
Illustration 6 : Vues de terrain représentatives des affleurements visités dans le caisson [384].	32
Illustration 7 : Vues de terrain du point d'affleurement MTAP045 dans le ruisseau des Mourgues.	33
Illustration 8 : Vues représentatives au microscope optique (LPnA et LPA) des échantillons prélevés dans le caisson [384]. Les parties plus biréfringentes sont des veines ou des plages de chrysotile	34
Illustration 9 : Images en électrons secondaires de fibres d'amiante (chrysotile) prélevées sur le terrain (MTAP036).	35
Illustration 10 : Vues représentatives au microscope optique de l'échantillon MTAP045B prélevé dans le caisson [384].	36
Illustration 11 : Image en électrons rétrodiffusés de fragments de clivages d'actinolite dans l'échantillon MTAP045B, caisson[384].	37
Illustration 12 : Vues de terrain du caisson [279] MTAP008, vue de La Garde où l'on observe bien les andésites et leur relation avec l'habitat. Détail sur la roche. MTAP043, vue du filon qui recoupe les micaschistes encaissants et détail de la roche en cassure fraîche.	39

Illustration 13 : Photographies représentatives au microscope optique des échantillons du caisson [279].	40
Illustration 14 : Vues de terrain des affleurements visités dans le caisson [412].	42
Illustration 15 : Photographies représentatives au microscope optique des échantillons du caisson [412].	43
Illustration 16 : Images en électrons rétrodiffusés de fragments de clivages d'actinolite dans l'échantillon MTAP017, caisson[412].	44
Illustration 17 : Vues représentatives des affleurements du caisson [349].	46
Illustration 18 : Photographies représentatives au microscope optique de l'échantillon MTAP019, caisson [349].	47
Illustration 19 : Photographies représentatives au microscope optique des échantillons de gneiss amphiboliques MTAP021 et MTAP024, caisson [349].	48
Illustration 20 : Images en électrons rétrodiffusés de fragments de clivages d'actinolite dans l'échantillon MTAP024, caisson[349].	49
Illustration 21 : Photographies représentatives au microscope optique des échantillons d'amphibolites MTAP028A, MTAP037 et MTAP051, caisson [349].	50
Illustration 22 : Vues représentatives des points d'affleurements du caisson [393].	52
Illustration 23 : Photographies représentatives au microscope optique des échantillons de collobriérite, caisson [393].	53
Illustration 24 : Images en électrons rétrodiffusés de fragments de clivages de grunérite dans l'échantillon MTAP034A, caisson[393].	54
Illustration 25 : Image en électrons secondaires de particules de grunérite (échantillon MTAP034A). On note le fort rapport longueur/diamètre (> 20). Les morphologies sont en revanche non conformes aux spécifications des fibres asbestiformes au sens de l'EPA (1993).	55
Illustration 26 : Vues représentatives des localités visitées appartenant aux caissons [274] et [325].	56
Illustration 27 : Photographies représentatives au microscope optique des échantillons MTAP042 et MTAP056, appartenant aux caissons [274] et [325].	57
Illustration 28 : Vues représentatives des localités visitées appartenant au caisson [326].	58
Illustration 29 : Photographies représentatives au microscope optique de l'échantillon MTAP073, caisson [326].	59
Illustration 30 : Images en électrons rétrodiffusés de fragments de clivages d'actinolite et de fibres d'actinolite-amiante (à droite) dans l'échantillon MTAP073, caisson[326].	59
Illustration 31 : Vues représentatives des affleurements du caisson [375].	62
Illustration 32 : Photographies représentatives au microscope optique de l'échantillon MTAP004, caisson [375].	62
Illustration 33 : Vues de terrain représentatives des affleurements du caisson [254].	63
Illustration 34 : Photographies représentatives au microscope optique des échantillons MTAP006 et MTAP007, caisson [254].	64
Illustration 35 : Photographies représentatives au microscope optique des échantillons MTAP014 et MTAP040, caisson [254].	65
Illustration 36 : Vues de terrain représentatives des affleurements du caisson [248].	66
Illustration 37 : Photographies représentatives au microscope optique des échantillons MTAP048 et MTAP055, caisson [254].	67
Illustration 38 : Vue de l'affleurement MTAP057, caisson [288].	68

Illustration 39 : Photographie représentative au microscope optique de l'échantillon MTAP057, caisson [288].	68
Illustration 40 : Vues de terrain des roches du caisson [305].	69
Illustration 41 : Photographies représentatives au microscope optique des échantillons MTAP067 et MTAP069, caisson [305].	70
Illustration 42 : Vues de terrain de l'affleurement MTAP061, caisson [312].	70
Illustration 43 : Photographies représentatives au microscope optique de l'échantillon MTAP061, caisson [305].	71
Illustration 44 : Vues de terrain de l'affleurement MTAP072, caisson [310].	72
Illustration 45 : Photographies représentatives au microscope optique de l'échantillon MTAP072, caisson [310].	72
Illustration 46 : Vue de terrain de l'affleurement MTAP060, caisson [306].	73
Illustration 47 : Photographie représentative au microscope optique de l'échantillon MTAP060, caisson [306].	73
Illustration 48 : Vues de terrain des affleurements MTAP062 et MTAP064, caisson [355].	74
Illustration 49 : Photographies représentatives au microscope optique des échantillons MTAP062 et MTAP064, caisson [355].	75
Illustration 50 : Images en électrons rétrodiffusés d'une amphibole verte montrant des surcroissances d'actinolite présentant une morphologie de fragments de clivages et analyse EDS. Echantillon MTAP062, caisson [355].	76
Illustration 51 : Photographies représentatives au microscope optique des échantillons MTAP011 et MTAP012, caisson [411].	77
Illustration 52 : Carte des niveaux de susceptibilité consolidés de présence d'amiante dans les formations géologiques des massifs des Maures et du Tanneron.	84
Illustration 53 : Valeurs attribuées aux alternatives « Lithologie » (cf. explication dans le texte ci-après).	144
Illustration 54 : Valeurs attribuées aux alternatives « Minéralogie ».	145
Illustration 55 : Valeurs des alternatives « Déformation ».	146
Illustration 56 : Valeurs des alternatives « Intensité de la déformation ».	146
Illustration 57 : Intervalles retenus pour les niveaux de susceptibilité prévisionnels.	147
Illustration 58 : Spectre de chrysotile dans la gamme des basses fréquences.	150
Illustration 59 : Spectre de chrysotile dans la gamme des hautes fréquences.	150
Illustration 60 : Spectre de chrysotile dans la gamme des basses fréquences.	151
Illustration 61 : Spectre de chrysotile dans la gamme des hautes fréquences.	151
Illustration 62 : Spectre de chrysotile dans la gamme des basses fréquences.	152
Illustration 63 : Spectre de chrysotile dans la gamme des hautes fréquences.	152
Illustration 64 : Spectre de chrysotile dans la gamme des basses fréquences.	153
Illustration 65 : Spectre de chrysotile dans la gamme des hautes fréquences.	153
Illustration 66 : Spectre de chrysotile dans la gamme des basses fréquences.	154
Illustration 67 : Spectre de chrysotile dans la gamme des hautes fréquences.	154

Liste des annexes

Annexe 1 : Coordonnées GPS des points d'affleurement	95
Annexe 2 : Fiches de localisation des affleurements expertisés sur le terrain	97
Annexe 3 : Analyse multicritère réalisée pour les formations sélectionnées à l'issue des analyses des mots-clés	143
Annexe 4 : Analyses par spectroscopie Raman	149
Annexe 5 : Analyses microsonde électronique	155

1. Contexte de l'étude

1.1. INTRODUCTION

Les travaux qui ont démontré la réalité des risques sanitaires liés à des expositions professionnelles ou para-professionnelles à l'amiante sont nombreux. Dès le début du siècle dernier, des fibroses pulmonaires liées à l'inhalation d'amiante sont identifiées parmi les ouvriers de filatures (Auribault, 1906). En 1935, le lien entre asbestose et risque de cancer broncho-pulmonaire est identifié. Ces risques ont été établis à partir de cohortes travaillant dans l'industrie de la production et de l'utilisation de l'amiante (Amandus and Wheeler, 1987; Bandli and Gunter, 2006; McDonald *et al.*, 1986, 1980; Scherbakov *et al.*, 2001; Sullivan, 2007; Wozniak *et al.*, 1988; Woźniak *et al.*, 1991). D'autres études ont montré que ces risques existaient également pour des activités professionnelles ou domestiques impliquant une exposition à des matériaux amiantifères.

Des travaux essaient également de caractériser les risques associés à des niveaux d'exposition, *a priori* plus faibles, liés à la présence naturelle d'amiante dans certains environnements géologiques (amiante environnemental ou amiante naturel). Ils concernent notamment la région turque de Diyarbakir aux environs de la ville de Çermik (Yazicioglu *et al.*, 1980, 1978), en Anatolie (Baris, 1991; Baris *et al.*, 1978; Coplu *et al.*, 1996; Metintas *et al.*, 2005) et plus spécifiquement en Cappadoce (Baris, 1991; Baris *et al.*, 1978; Boman *et al.*, 1982; Selçuk *et al.*, 1992)¹. En Grèce, les risques sanitaires mis en évidence pour la population de plusieurs villages sont directement liés à l'utilisation d'une terre (« Luto ») riche en longues fibres de trémolite et utilisée pour blanchir les façades des maisons (Bazas *et al.*, 1985; Constantopoulos *et al.*, 1987, 1985; Langer *et al.*, 1987; Manda-Stachouli *et al.*, 2004; Sichletidis *et al.*, 1992). En Nouvelle-Calédonie, c'est l'utilisation pour blanchir les murs des cases d'habitation d'un matériau (« Pö ») contenant des fibres de trémolite et de chrysotile qui semble à l'origine du nombre élevé de mésothéliome pleural (Goldberg *et al.*, 1995; Luce *et al.*, 1994). D'autres études permettent de connaître la prévalence de plaques pleurales dans des environnements strictement naturels ou proches d'anciennes mines (Luo *et al.*, 2003; Peipens *et al.*, 2003; Zolov *et al.*, 1967).

En France, les pouvoirs publics sont préoccupés par les conséquences sanitaires susceptibles d'être directement liées à la présence d'amiante dans certains environnements naturels et à l'exposition des populations riveraines, mais les études épidémiologiques disponibles sont extrêmement rares. C'est en Haute-Corse, un département dans lequel les massifs de roches amiantifères couvrent des surfaces particulièrement importantes, que ces problèmes associés à une exposition à l'amiante présent naturellement dans l'environnement sont actuellement les mieux documentés. Les travaux concernant la population du village de Murato ont ainsi révélé que plus de 40 % des sujets âgés de plus de 50 ans présentaient des plaques pleurales (Boutin *et al.*, 1989; Rey *et al.*, 1994). L'étude de la charge pulmonaire en amiante chez les patients souffrant de mésothéliome a révélé la présence de fibres de chrysotile et de trémolite à des taux élevés : $1,4 \pm 0,9 \cdot 10^6$ f/gr.p.s.² et $17,2 \pm 17 \cdot 10^6$ f/gr.p.s. respectivement (Rey *et al.*, 1993).

¹ Des fibres d'amiante ont été retrouvées dans les prélèvements réalisés (roches, enduits de maison, poussières de routes, atmosphère). Cependant, la fibre minérale naturelle la plus fréquemment rencontrée appartient à la famille des zéolites (érianite).

² f/gr.p.s. : fibre/gramme de poumon sec.

L'étude qui fait l'objet de ce rapport s'inscrit dans le cadre de l'appui du BRGM au MTES dans l'exécution d'études et de travaux relatifs à la prévention des risques liés à l'exposition des populations à l'amiante naturellement présent dans l'environnement. Cette étude est en adéquation avec les objectifs du PNSE 1, « *action 1 : Renforcer la prévention et la maîtrise des risques sanitaires liés à l'environnement ; 1.3, Prévenir les pathologies d'origine environnementale et notamment les cancers. Réduire les expositions de la population à l'amiante en maintenant la vigilance sur l'application stricte de la réglementation concernant la prévention du risque amiante en milieu de travail et en population générale* », repris par le PNSE 2 « *action 1 : Réduire les expositions responsables de pathologies à fort impact sur la santé ; 1.5, Réduire l'exposition aux cancérigènes d'origine naturelle présents dans l'environnement. Amiante naturel* ».

Cette étude concerne les massifs des Maures et du Tanneron, qui s'étendent sur le département du Var, qui s'étend sur l'emprise de 19 coupures à 1/50 000.

Elle s'inscrit dans la continuité d'une précédente série d'études, ayant concerné le département des Deux Sèvres (Duron *et al.*, 2020), la zone des Vosges (Duron *et al.*, 2020a), six zones dans le Massif Central (Limousin, Monts du Lyonnais, Morvan, Auvergne, Albigeois, La Marche (Cagnard *et al.*, 2020a, 2020b; Duron *et al.*, 2020f, 2020c, 2020d), les Pyrénées (Cagnard *et al.*, 2015), les départements des Hautes-Alpes et de l'Isère (Lahondère *et al.*, 2012b, 2012a), du Massif Armoricaire (Béchenec *et al.*, 2013), ainsi que de la Haute-Corse (Lahondère *et al.*, 2010), de la Savoie (Blein *et al.*, 2010) et de la Loire-Atlantique (Béchenec *et al.*, 2010).

Pour les massifs des Maures et du Tanneron, les objectifs étaient les suivants :

- effectuer un recensement le plus exhaustif possible des sources naturelles (roches, sols) susceptibles de libérer des fibres d'amiante et donc d'induire une exposition des populations ;
- préciser pour chacune des sources identifiées le (ou les) type(s) d'amiante présent(s) ;
- établir une cartographie de la susceptibilité de présence d'amiante dans l'environnement naturel, c'est-à-dire une cartographie de la probabilité de présence d'amiante à la surface et dans le proche sous-sol.

1.2. DÉFINITIONS DE DIFFÉRENTS TERMES : FIBRES MINÉRALES, AMIANTE, FIBRES ASBESTIFORMES, FIBRES OMS, FRAGMENTS DE CLIVAGE

1.2.1. Les fibres minérales

Une fibre minérale est une particule minérale allongée caractérisée par un rapport Longueur/Diamètre (L/D) supérieur à 3 et par des bords parallèles ou subparallèles. La valeur du rapport L/D (> 3) est essentiellement basée sur un consensus établi par les hygiénistes. Les minéralogistes utilisent plutôt un rapport L/D supérieur à 5 ou à 10 pour qualifier une particule minérale fibreuse (INSERM, 1999). Observée dans une section perpendiculaire à son allongement (section basale), une fibre minérale peut présenter une forme circulaire, ovale, losangique, triangulaire ou carrée.

1.2.2. L'amiante

L'amiante est une substance minérale naturelle qui correspond à plusieurs variétés de silicates fibreux. Ces minéraux sont connus depuis l'antiquité sous le nom d'asbeste et ont longtemps été exploités pour leurs propriétés thermo-mécaniques. Ces six silicates appartiennent à deux groupes d'espèces minéralogiques, les serpentines³ et les amphiboles⁴, et correspondent :

- au **chrysotile** (*ou amiante blanc*) - serpentine ;
- à la **crocidolite** (*ou riébeckite-amiante ou amiante bleu*) - amphibole ;
- à l'**amosite** (*ou grunérite-amiante ou amiante brun*) - amphibole ;
- à l'**anthophyllite-amiante** – amphibole ;
- à la **trémolite-amiante** - amphibole ;
- à l'**actinolite-amiante** - amphibole.

Cette liste de six minéraux, limitée aux seules espèces minéralogiques ayant fait ou faisant encore l'objet d'une exploitation industrielle, constitue une définition commerciale de l'amiante⁵. Toutefois, parmi ces six espèces minérales, le chrysotile constitue à lui seul 90 à 95 % de l'amiante produit jusqu'à ce jour, le reste correspondant à des exploitations de crocidolite et d'amosite. En termes de production, l'exploitation de l'anthophyllite-amiante, de la trémolite-amiante et de l'actinolite-amiante peut donc être considérée comme négligeable.

Dans l'environnement naturel, de nombreuses roches possèdent une composition chimique favorable, sous certaines conditions, à la cristallisation de serpentines et/ou d'amphiboles. Toutes ces roches sont donc susceptibles de contenir des formes dérivées fibreuses, parfois asbestiformes (terme défini dans le paragraphe ci-dessous), de ces minéraux. Les minéraux asbestiformes présents dans certaines roches peuvent également être rencontrés dans les sols et dans les sédiments dérivés de l'altération et de l'érosion de ces mêmes roches. La cartographie des formations géologiques potentiellement amiantifères doit donc également s'intéresser et inclure ces produits dérivés dont l'extension en termes de surface peut être importante. Ainsi l'analyse de la susceptibilité de présence d'amiante dans l'environnement naturel doit prendre en considération, de manière graduée, les roches-sources, les voies de transfert (aérienne, entraînement par le ruissellement) et les dépôts naturels secondaires (dépôts de sédiments anciens ou actuels, *pro parte* issus de l'altération et de l'érosion des roches-sources).

1.2.3. Les fibres asbestiformes

Le terme asbestiforme fait référence à une morphologie provenant d'une cristallisation naturelle et unidimensionnelle d'un minéral donnant des fibres ayant l'apparence de cheveux (fibres longues et filiformes). Cette morphologie confère au minéral des caractéristiques particulières dont un rapport d'allongement élevé, et dans certains cas, des propriétés mécaniques accrues (dont la résistance, la flexibilité et la durabilité). Ces fibres sont rassemblées dans des agglomérats ou des faisceaux pouvant facilement se séparer en plus petites fibres (fibrilles). Cet aspect est à la base de la terminologie « polyfilamenteux » qui

³ Les serpentines sont des phyllosilicates, c'est-à-dire des silicates dont les tétraèdres $[\text{SiO}_4]^{4-}$ sont disposés en feuillets monocliniques, de formule chimique $\text{Mg}_3[\text{Si}_2\text{O}_5](\text{OH})_4$.

⁴ Les amphiboles sont des inosilicates en chaîne double, hydroxylés. Le groupe des amphiboles est riche de nombreuses espèces qui se répartissent dans trois grandes familles qui sont les amphiboles calciques, sodiques et ferromagnésiennes.

⁵ Cette liste de six minéraux correspond également au terme « amiante » tel que défini dans la directive 2009/148/CE du Parlement Européen et du Conseil concernant la protection des travailleurs contre les risques liés à une exposition à l'amiante pendant le travail.

correspond à la caractéristique la plus importante de l'amiante (MSHA, 2005). L'Agence américaine de protection de l'environnement (US EPA) a recommandé en 1993 une définition de la morphologie d'un minéral asbestiforme (EPA, 1993). Cette définition est la suivante :

En microscopie optique, la morphologie asbestiforme est généralement reconnue par les caractéristiques suivantes :

- *un rapport d'allongement (longueur/diamètre) qui varie de 20 à 100 (ou supérieur pour des fibres de longueur supérieure à 5 µm). Les rapports d'allongement doivent être déterminés pour les fibres et non pour les faisceaux ;*
- *des fibrilles très fines (diamètre inférieur à 0,5 µm) ;*
- *deux caractéristiques ou plus parmi les suivantes :*
 - *fibres parallèles regroupées en faisceaux ;*
 - *faisceaux de fibres avec des extrémités effilochées ;*
 - *agglomérats de fibres individuelles enchevêtrées ;*
 - *fibres incurvées.*

Cette définition est également reprise dans la norme australienne AS 4964-2004 pour l'identification de l'amiante dans les matériaux et par l'Health and Safety Executive (HSE) au Royaume-Uni.

Toutes les structures constituées ou contenant des fibres asbestiformes d'actinolite, de trémolite, d'anthophyllite, de riébeckite ou de grunérite correspondent à des structures amiantifères. Les fibres de chrysotile correspondent toujours à des fibres d'amiante.

1.2.4. Les fibres OMS

Les fibres OMS correspondent à des particules solides, naturelles ou artificielles, allongées et à bords parallèles, ayant un diamètre inférieur à 3 µm, une longueur supérieure à 5 µm et un rapport d'allongement (L/D) supérieur à 3⁶. Ces fibres peuvent être inhalées et rejoindre les parties les plus profondes du système respiratoire.

1.2.5. Les fragments de clivage

Les fragments de clivages sont des particules minérales issues de la dissociation et/ou de la fragmentation de minéraux fibreux non asbestiformes (par altération naturelle ou action anthropique impliquant par exemple un broyage de la roche-mère). Un fragment de clivage issu de la fracturation d'un cristal d'amphibole non asbestiforme peut avoir les dimensions d'une fibre, telles que définies ci-dessus par l'OMS. De façon générale, les fragments de clivages se différencient des fibres asbestiformes par une longueur plus courte, une largeur plus élevée et des bordures et terminaisons moins régulières, alors que la largeur des fibres d'amiante est relativement constante, quelle que soit la longueur (Siegrist and Wylie, 1980). Lorsque ces fragments de clivages possèdent les caractéristiques dimensionnelles des fibres inhalables au sens de l'OMS, et possèdent la composition chimique de l'une des six espèces réglementées au titre de l'amiante, ils peuvent être assimilés à des fibres d'amiante.

L'utilisation des différents termes dans la suite de ce rapport répondra aux critères définis dans les paragraphes ci-dessus.

⁶ Une application stricte de la norme NF X 43-050 peut conduire à assimiler ces fibres à des fibres d'amiante dès lors que leur composition chimique correspond à l'une ou l'autre des six espèces minérales réglementées au titre de l'amiante (quelle que soit leur morphologie - asbestiforme ou non asbestiforme).

1.3. DONNÉES ANTÉRIEURES

En France métropolitaine, les principales zones amiantifères connues sont localisées dans la chaîne des Alpes occidentales dont la Haute-Corse constitue la terminaison méridionale. Cependant, d'autres domaines ne doivent pas être écartés - comme les massifs cristallins externes des Alpes, le Massif central, les Vosges, le Massif armoricain et la chaîne des Pyrénées - domaines où des affleurements de roches amiantifères sont connus et/ou ont été exploités d'une manière artisanale.

Pour la Haute-Corse, un programme a été mis en œuvre dès 1997 dans le but d'établir une cartographie des roches potentiellement amiantifères. Les documents alors produits ont constitué un premier niveau de précision en termes de repérage des zones potentiellement amiantifères (Cosquéric *et al.*, 1997). En 2005, une première amélioration de cette connaissance a été réalisée à travers l'analyse de la densité de fracturation affectant les roches potentiellement amiantifères de Haute-Corse (Caballero *et al.*, 2005). En 2006, une cartographie plus détaillée relative à la présence naturelle d'amiante dans l'environnement a été réalisée pour la moitié nord du département de la Haute-Corse avec, pour chacune des formations géologiques présentes, l'établissement d'un niveau de susceptibilité de présence d'amiante reposant sur la prise en compte de plusieurs informations (existence avérée de roches amiantifères, types lithologiques principaux, compositions géochimiques, évolution tectonique et métamorphique). Les cinq niveaux considérés étaient « Nul à très faible », « Faible », « Moyen », « Fort à très fort » et « Variable ». Cette cartographie a notamment permis de montrer que la problématique de l'amiante présent naturellement dans l'environnement en Haute-Corse dépassait très largement le cadre des seules roches ultrabasiques et que d'autres types de roches devaient également être pris en considération (Lahondère, 2006).

Dans le cadre d'un partenariat entre la DDASS-2B, l'OEC et le BRGM, une carte géologique détaillée a été établie sur la commune de Murato dans le but de recenser les affleurements potentiellement amiantifères et susceptibles de libérer des fibres d'amiante dans l'air sous les effets de l'érosion naturelle et/ou des activités humaines. Les données recueillies sur le terrain et en laboratoire ont notamment montré que de l'amiante était présent d'une manière presque systématique dans les roches ultrabasiques (serpentinites et périclites ± serpentinisées), mais aussi dans des roches considérées jusqu'alors comme non amiantifères ainsi que dans des formations meubles issues de l'altération supergène des roches ultrabasiques et basiques (Lahondère, 2007). Cet ensemble de travaux relatifs au département de la Haute-Corse s'est poursuivi à travers la réalisation d'une cartographie plus exhaustive des niveaux de susceptibilité de présence d'amiante, couvrant l'ensemble du département (Lahondère *et al.*, 2010). En parallèle, des études ont été menées pour caractériser cette susceptibilité au niveau des communes de Bustanico et Corte (Lahondère *et al.*, 2011a, 2011b), de l'agglomération de Bastia (Lahondère *et al.*, 2013) et de la région du Nebbio (Gutierrez *et al.*, 2016).

Pour ce qui concerne la France continentale, un travail à grande échelle avait été réalisé par le BRGM dès 2005 pour le compte de l'INVS (Dessandier et Spencer, 2005). À l'issue de cette étude, un premier recensement des sites naturels amiantifères et des formations géologiques potentiellement amiantifères avait été établi à l'échelle de la France métropolitaine, à partir d'une étude documentaire bibliographique et cartographique (étude des cartes géologiques, consultation de la BSS⁷, consultation des géologues, carte des gîtes minéraux, dossiers de l'inventaire minier de la France). Les informations recueillies à l'issue de cette étude documentaire, assez disparates et loin d'être exhaustives⁸, ont néanmoins été traitées de telle manière à affecter à chacun des 28 sites naturels amiantifères recensés⁹ un aléa décliné en

⁷ Banque de données du Sous-Sol.

⁸ Il n'est pas impossible que certains gîtes ne soient pas recensés eu égard à la banalité du minéral.

⁹ 19 en France continentale et 9 en Haute-Corse.

cinq classes (de 0 : niveau d'aléa le plus faible à 4 : niveau d'aléa le plus fort). Les visites de terrain réalisées par la suite n'ont concerné que les sites localisés en France continentale (Maton and Colombano, 2007). Depuis, les études réalisées concernent les zones et départements suivants : Loire-Atlantique (Béchenec *et al.*, 2010), Savoie, Isère, Hautes-Alpes (Blein *et al.*, 2010; Lahondère *et al.*, 2012b, 2012a), Massif armoricain (Béchenec *et al.*, 2013), les Pyrénées (Cagnard *et al.*, 2015), six zones dans le Massif Central (Limousin, Monts du Lyonnais, Morvan, Auvergne, Albigeois, La Marche (Cagnard *et al.*, 2020a, 2020b; Duron *et al.*, 2020f, 2020c, 2020d), les Deux Sèvres (Duron *et al.*, 2020), la zone des Vosges (Duron *et al.*, 2020a), pour lesquels des cartographies de la susceptibilité de présence d'amiante dans l'environnement naturel à l'échelle 1/50 000 ont été finalisées.

1.4. DÉROULEMENT DE L'ÉTUDE

Le programme de la présente étude inclut trois phases successives. Les travaux réalisés ont pris comme base de travail les cartes géologiques départementales harmonisées et à défaut, les cartes géologiques au 1/50 000 non harmonisées.

1.4.1. Phase 1

Cette étude s'appuie sur la carte géologique harmonisée à 1/50 000 du département du Var (83) réalisée par le BRGM, ainsi que sur les cartes géologiques à 1/50 000 de Fayence (998), Draguignan (1023), Cannes-Fréjus (1024), Collobrières (1046), Saint-Tropez Cap Lardier (1047), Toulon (1064), et Hyères-Porquerolles (1065).

La première phase du projet consiste à produire une évaluation du « potentiel amiantifère », à partir d'une synthèse des données géologiques pertinentes. Au cours de cette synthèse, une attention particulière a été apportée à la recherche de toutes les informations relatives à la présence de minéraux fibreux, et ce pour toutes les formations géologiques identifiées sur la carte géologique harmonisée de la zone du Massif des Maures et du Tanneron, sujet principal de cette étude. Cette première évaluation a été faite en prenant en compte tous les paramètres favorables à la cristallisation de minéraux asbestiformes, tels que : la composition chimique et minéralogique des roches, l'importance des circulations de fluides, la nature des contacts géologiques et le type d'évolution structurale et métamorphique. Toutes les formations géologiques ont été évaluées, depuis les roches « solides » jusqu'aux formations meubles issues de l'altération et de l'érosion de ces mêmes roches. Une analyse multicritère a été réalisée qui a permis d'attribuer, à l'issue de cette première phase et pour chaque formation géologique de cette carte géologique harmonisée, un niveau de susceptibilité prévisionnel décliné en quatre classes (1 : « nul à très faible », 2 : « faible », 3 : « moyen », 4 : « fort à très fort »). Ce niveau de susceptibilité prévisionnel a été attribué à tous les polygones des cartes géologiques harmonisées de la zone.

1.4.2. Phase 2

La deuxième phase est constituée de deux modules, avec des développements plus ou moins importants et spécifiques en fonction des connaissances déjà acquises.

Le premier module représente les contrôles de terrain et la cartographie géologique. Les opérations de terrain ont été menées prioritairement sur des cibles identifiées à l'issue de la première phase. Ces opérations devaient permettre de reconnaître les principaux sites amiantifères, d'établir une typologie de ces sites et de prélever des échantillons à des fins analytiques. Ces opérations ont permis d'évaluer les lithologies pouvant être amiantifères ainsi que leurs extensions cartographiques. La prise de photographies à différentes échelles (de l'affleurement à l'échantillon) doit permettre à terme de constituer une banque d'images

destinée à être intégrée dans une base de données nationale sur l'amiante présent naturellement dans l'environnemental.

Le second module constitue le volet analytique permettant l'identification précise des espèces minérales fibreuses, potentiellement asbestiformes, collectées sur les principaux sites visités. Les échantillons prélevés au cours des travaux de terrain sont représentatifs de tous les faciès potentiellement amiantifères identifiés sur le terrain, et incluent des faciès « solides » (roches sources peu à pas altérées) et meubles (sols issus de l'altération et de l'érosion des roches sources). Les échantillons ont été la plupart du temps photographiés avant d'être analysés.

Les outils analytiques utilisés sont le microscope optique à lumière polarisé (MOLP), le microscope électronique à balayage (MEB, associé à un dispositif d'analyse chimique ponctuelle) et le spectromètre Raman. Sur des échantillons « rigides » (lames minces), des analyses ponctuelles ont été réalisées à la microsonde électronique dans le but de préciser les compositions chimiques des espèces minérales fibreuses étudiées.

1.4.3. Phase 3

La troisième et dernière phase du projet aboutit à la réalisation des produits contractuels attachés à la présente convention, soit :

- une carte de la susceptibilité de présence d'amiante pour la zone « Maures-Tanneron ». Les niveaux de susceptibilité représentés sur cette carte et affectés à chacune des formations géologiques sont des niveaux de susceptibilité dits « consolidés » car prenant en compte les données de terrain ainsi que les résultats des mesures analytiques. Les données numériques initiales relatives à la géologie sont retraitées de telle manière à générer une nouvelle couche d'informations exclusivement dédiée à la représentation de ces niveaux de susceptibilité consolidés. Les formations détritiques meubles telles que les alluvions, les colluvions et les dépôts colluviaux de pente ne seront pas traitées dans cette étude ;
- un rapport de synthèse dédié aux travaux réalisés, regroupant les résultats du projet dont les travaux analytiques. Les coordonnées GPS des points d'affleurements visités et étudiés ainsi que les fiches de localisation des sites sont présentés en annexes ;
- une base de données réservée aux occurrences naturelles de roches amiantifères, destinée à devenir une base de données nationale, intégrant l'ensemble des informations recueillies sur le terrain et issues des travaux en laboratoire.

En fonction des résultats obtenus, des propositions pourront être faites pour la réalisation de travaux complémentaires dans les communes les plus exposées, à l'image des travaux réalisés en Haute-Corse (Lahondère, 2006; Lahondère *et al.*, 2013, 2011b).

2. PHASE 1 : Évaluation préalable du potentiel amiantifère

La première phase du projet a consisté à l'évaluation préalable du potentiel amiantifère des différentes formations géologiques présentes dans les massifs des Maures et du Tanneron.

Les principaux documents cartographiques pris en compte sont la carte géologique harmonisée du département du Var réalisée par le BRGM (issue des cartes géologiques à 1/50 000 éditées dans le cadre du programme national de la carte géologique de France) ainsi que les cartes géologiques à 1/50 000.

L'évaluation du potentiel amiantifère a été réalisée à partir d'une synthèse et d'une analyse multicritère des différents paramètres favorables à la cristallisation de minéraux fibreux, et ce pour chaque formation géologique identifiée sur la carte départementale harmonisée et sur les cartes à 1/50 000, couvertes totalement ou en partie par la zone d'étude. Ces différents paramètres correspondent à la lithologie et à la chimie des roches les plus représentées dans la formation géologique considérée, à la minéralogie de ces mêmes roches (minéralogie primaire et paragenèses métamorphiques secondaires), à la nature et à l'intensité des déformations éventuellement subies par ces roches au cours de leur évolution géologique, au caractère fragile et/ou ductile de ces déformations ainsi qu'aux caractéristiques de l'altération (importance, nature, produits d'altération). Une recherche bibliographique des indices indiquant l'existence de minéraux fibreux a été réalisée en parallèle. Cette recherche a notamment concerné les carrières et les mines existantes ou ayant existé ainsi que les affleurements remarquables décrits dans des revues minéralogiques spécialisées.

La synthèse des caractéristiques géologiques propres à chacune des formations représentées sur la carte géologique harmonisée et sur les cartes géologiques à 1/50 000, suivie d'une analyse multicritère, a ensuite permis de leur attribuer un niveau de susceptibilité décliné en quatre classes.

2.1. MÉTHODOLOGIE

2.1.1. Documents cartographiques utilisés

Pour attribuer à chaque formation géologique de la carte harmonisée un niveau de susceptibilité prévisionnel, nous nous sommes appuyés sur des documents existants, en particulier : (1) la carte géologique départementale harmonisée existante et (2) les cartes géologiques à 1/50 000.

Une carte géologique départementale harmonisée est réalisée à partir des cartes géologiques existantes à l'échelle du 1/50 000 et en constitue donc un produit dérivé. La surface de chaque département français est recouverte par environ une vingtaine de cartes géologiques au 1/50 000. Le travail d'harmonisation à l'échelle départementale consiste à rendre cohérentes entre elles les coupures couvrant un département et donc à fournir une cartographie géologique homogène et continue sur l'ensemble d'un département. Ce travail a été fait uniquement à partir des données cartographiques existantes, sans nouvelle intervention sur le terrain. Lors de la phase d'harmonisation, les entités cartographiques (désignées par « formations ») équivalentes mais notées ou nommées différemment d'une carte à 1/50 000 à l'autre, sont corrélées entre elles à partir des légendes et des descriptions des différentes notices. Une légende générale est établie qui résulte de la synthèse des légendes des différentes cartes à 1/50 000 utilisées et des regroupements effectués. Ce travail

d'harmonisation rend compte de l'état actuel de la cartographie dans le département considéré et se fait à partir de cartes à 1/50 000 de qualité et de fiabilité variables : l'harmonisation réalisée efface et adapte les hétérogénéités observées en limite de cartes mais n'oblitére pas les hétérogénéités existantes d'une carte à l'autre en dehors de ces zones de limites.

Remarque : Une carte géologique départementale harmonisée est réalisée à partir des cartes géologiques existantes à 1/50 000. Cette échelle constitue donc l'échelle de référence de cette synthèse. Si la version numérique de la carte harmonisée départementale (fichiers pdf ou SIG) permet effectivement de « zoomer » et de visualiser un secteur précis à une échelle beaucoup plus fine que celle du 1/50 000, la précision attendue demeurera celle d'une carte à 1/50 000. Sur une carte géologique à 1/50 000, la précision des limites représentées dépend des conditions d'affleurement sur le terrain. Cette précision peut varier de quelques mètres à plusieurs dizaines de mètres.

2.1.2. La carte géologique harmonisée du département du Var et la zone d'étude

Le département du Var s'étend sur 19 coupures 1/50 000 et correspond à une carte géologique départementale harmonisée (83, Illustration 2). L'utilisation de la carte départementale harmonisée permet un traitement SIG efficace. La zone d'étude s'étend sur 7 coupures au 1/50 000 (Illustration 2).

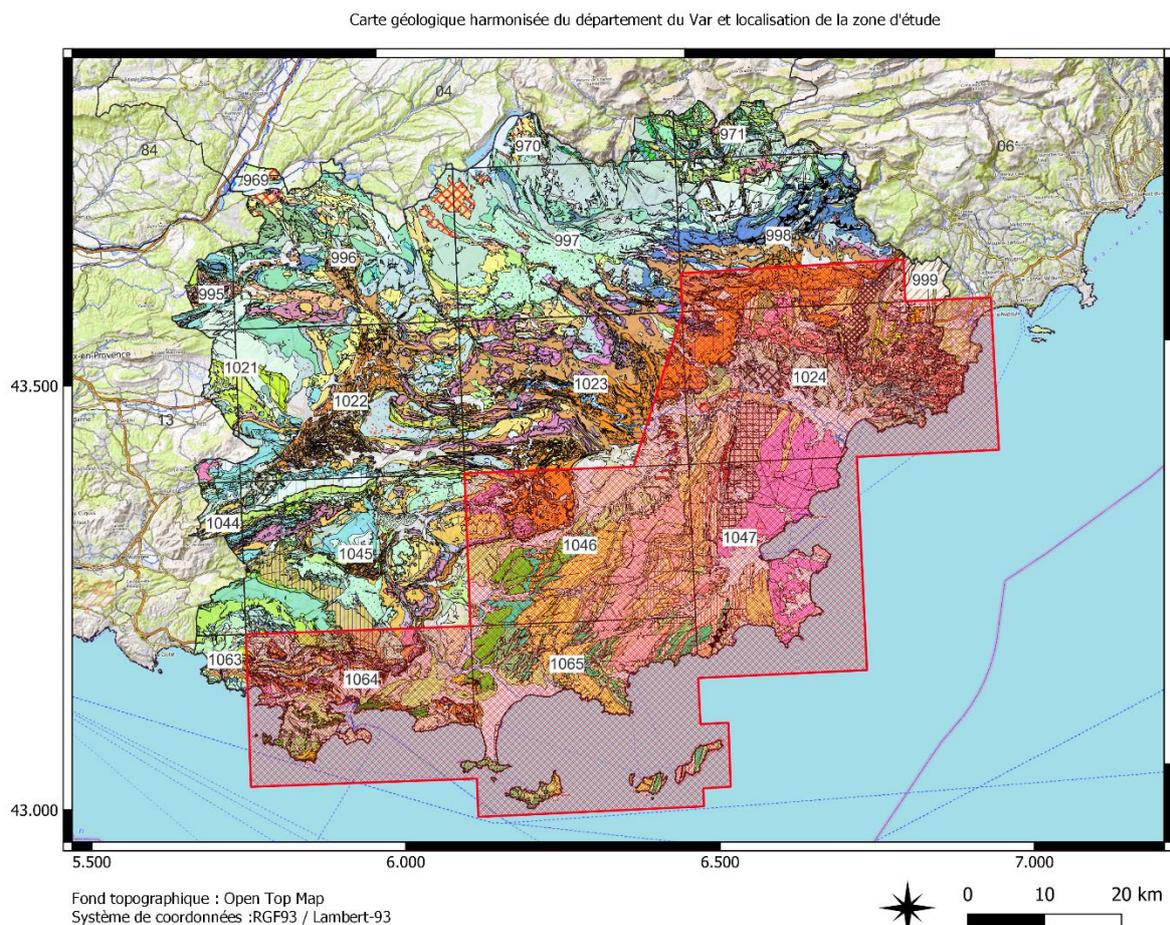


Illustration 2 : Carte géologique départementale harmonisée du département du Var avec la localisation des coupures à 1/50 000 et de la zone d'étude (hachures rouges).

Des niveaux de susceptibilité prévisionnels de présence d'amiante puis des niveaux de susceptibilité consolidés sont attribués aux formations géologiques de cette carte.

D'un point de vue géologique, la zone d'étude se situe essentiellement dans les massifs des Maures et du Tanneron qui constituent le socle varisque de la chaîne Provençale. Les caissons qui se situent en dehors de ces massifs de socle sont en général des sédiments mésozoïques à récents.

Certaines lithologies constituant les terrains de socle sont susceptibles de contenir de l'amiante et seront expertisées. Le reste de la zone d'étude est constitué de sédiments mésozoïques à récents, lesquels ne sont pas ou peu concernés par les problématiques amiante. Ces formations sédimentaires n'ont pas fait l'objet d'expertise de terrain.

2.1.3. Niveaux de susceptibilité considérés

Dans leur étude relative au « *recensement et au classement des sites naturels amiantifères et des formations géologiques potentiellement amiantifères en France* », Dessandier et Spencer (2005) avaient défini 5 classes d'aléa de présence d'amiante dans les formations géologiques, numérotées de 0 (niveau d'aléa le plus faible) à 4 (niveau d'aléa le plus fort). Cette définition a été reprise dans le rapport de Daniau *et al.* (2008) relatif à « *l'exposition environnementale à l'amiante chez les personnes riveraines d'affleurements de roches amiantifères en France continentale* ». Dans cette classification, les formations géologiques de type « serpentinites », classiquement porteuses d'amiante, sont dotées d'un aléa 3 (« *Forte probabilité de présence de minéraux amiantifères* ») et les anciennes exploitations et affleurements avérés d'amiante dotés d'un aléa 4 (« *Présence avérée de minéraux amiantifères* »).

Dans le cadre de l'établissement de la première phase de cartographie de l'aléa amiante environnemental en Haute-Corse, (Lahondère, 2006) a proposé la prise en compte de 5 classes d'aléa sensiblement différentes de celles proposées auparavant (Dessandier and Spencer, 2005). Les cartographies de l'aléa réalisées en 2010 en Savoie (Blein *et al.*, 2010), en Haute-Corse (Lahondère *et al.*, 2010) et en Loire-Atlantique (Béchenec *et al.*, 2010) ont permis d'adopter d'une manière définitive les niveaux d'aléas relatifs à la présence d'amiante dans les environnements naturels (Illustration 3 **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**).

La classe de susceptibilité de niveau 1 correspond aux formations géologiques dans lesquelles aucun indice d'amiante n'est actuellement connu et pour lesquelles la probabilité d'occurrence de minéraux amiantifères est nulle à très faible.

La classe de susceptibilité de niveau 2 correspond aux formations géologiques dans lesquelles des occurrences d'amiante très localisées et exceptionnelles sont connues.

La classe de susceptibilité de niveau 3 correspond aux formations géologiques dans lesquelles les occurrences d'amiante sont plus fréquentes mais encore localisées et non systématiques.

La classe de susceptibilité 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 forte.

Ces quatre classes sont celles qui ont été prises en compte dans cette étude. Cependant, le terme aléa, retenu dans les premières études, a été remplacé par la notion de susceptibilité de présence (Illustration 4).

Cartographie de l'aléa Amiante environnemental en Haute-Corse		Recensement et classement des sites naturels et formations géologiques potentiellement amiantifères en France. Phase 2 : diagnostics de 20 sites		Cartographie de l'aléa Amiante environnemental dans les départements de la Haute-Corse, de la Loire-Atlantique et de la Savoie	
Lahondère (2006)		Maton et al. (2007)		Lahondère et al. (2010) Blein et al. (2010) Béchenneq et al. (2010)	
Classe d'aléa	Définition de la classe d'aléa	Classe d'aléa	Définition de la classe d'aléa	Classe d'aléa	Définition de la classe d'aléa
1	Nul à très faible	0	Absence d'occurrence de minéraux amiantifères	1	Absence d'occurrence de minéraux amiantifères
2	Faible	1	Faible probabilité d'occurrence de minéraux amiantifères	2	Faible probabilité d'occurrence de minéraux amiantifères
3	Moyen	2	Probabilité moyenne d'occurrence de minéraux amiantifères	3	Probabilité moyenne d'occurrence de minéraux amiantifères
4	Fort à très fort	3	Forte probabilité d'occurrence de minéraux amiantifères	4	Forte probabilité d'occurrence de minéraux amiantifères
5	Variable	4	Présence avérée de minéraux amiantifères		

Illustration 3 : Définition des classes d'aléa retenues (colonnes de droite)

Cartographie de la susceptibilité de présence d'amiante dans le Massif Central	
Duron et al. (2020) Cagnard et al. (2020)	
Niveau de susceptibilité	Définition du niveau de susceptibilité
1	Absence d'occurrence de minéraux amiantifères
2	Faible probabilité d'occurrence de minéraux amiantifères
3	Probabilité moyenne d'occurrence de minéraux amiantifères
4	Forte probabilité d'occurrence de minéraux amiantifères

Illustration 4 : Définition des niveaux de susceptibilité retenus

2.1.4. Analyse par mots-clés des données extraites des cartes géologiques harmonisées départementales et des coupures géologiques à 1/50 000

De nombreuses études ont montré que les occurrences d'amiante étaient abondantes dans les roches ultrabasiques (ex : lherzolites, péridotites ± serpentinisées, serpentinites, ...) plus ou moins métamorphiques. Néanmoins, des fibres d'amiante peuvent également être présentes dans des roches magmatiques basiques à intermédiaires plus ou moins métamorphiques (gabbros, basaltes, andésites, ophites, etc.), dans des dolomies et des calcaires magnésiens métamorphiques, dans des formations rubanées riches en fer

(« *Banded Iron Formation* ») et, d'une manière plus anecdotique, dans des intrusions alcalines ou des carbonatites (Hendrickx, 2009 ; Lahondère *et al.*, 2010)

Des fibres d'amiante peuvent également être observées dans des formations meubles associées au démantèlement et à l'altération supergène des lithologies citées précédemment.

Aussi, en première approche, une recherche par mots-clés a été réalisée à partir de la notice explicative de la carte géologique départementale harmonisée à 1/50 000 et des notices explicatives des coupures géologiques à 1/50 000, de façon à obtenir une première sélection des formations potentiellement amiantifères.

Les mots-clés utilisés pour la zone d'étude sont indiqués ci-dessous (Tableau 2 : Principaux mots-clés utilisés dans l'analyse multicritère Tableau 2).

	Maures Tanneron		Maures Tanneron
Adjectifs	basique	Phases minérales	actinolite
	ultrabasique		actinote
	méta-carbonaté		trémolite
	méta-dolomitique		amphibole
	serpentinisé		crossite
	fibreux		crocidolite
	ophiolitique		serpentine
Faciès pétrographiques	gabbro		lizardite
	basalte		antigorite
	lamprophyre		chrysotile
	roche volcanique		grunérite
	tuf		amosite
	marbre		riébeckite
	méta-carbonate		anthophyllite
	cipolin		talcschiste
	andésite		Termes
	serpentinite		génériques
	talcschiste		amiante
	skarn		asbeste
	péridotite		
	ophiolite		
	amphibolite		
	éclogite		
	chloritoschiste		
	épisyérite		
	dolérite		
	ophicalcite		

Tableau 2 : Principaux mots-clés utilisés dans l'analyse multicritère.

Une analyse multicritère a été réalisée pour les formations sélectionnées à l'issue de l'analyse des mots-clés. La méthodologie appliquée est détaillée en Annexe 3 de ce rapport.

2.2. RÉSULTATS DE L'ANALYSE

2.2.1. Résultats de l'analyse par mots-clés :

À l'issue de l'analyse par mots-clés, vingt-quatre (24) formations de la zone d'étude ont été identifiées comme contenant au moins un de ces mots-clés. Ces 24 formations géologiques sont considérées comme susceptibles de contenir des occurrences fibreuses asbestiformes. Ces formations, ainsi que les formations non identifiées comme contenant au moins un mot clé, ont été soumises à l'analyse multicritère.

2.2.2. Résultats de l'analyse multicritère

L'analyse multicritère a été réalisée sur la base d'un croisement entre des fichiers spatiaux (type QGIS) et de tableaux de données (fichiers xls). Nous avons utilisé une partie de la carte géologique harmonisée du département du Var correspondant à la zone d'étude présentée sur l'illustration 2. Cette analyse conduit aux résultats suivants :

- **Cent soixante-cinq (165)** formations géologiques ont été dotées d'un niveau de susceptibilité prévisionnel « nul à très faible » ;
- **Vingt-quatre (24)** formations géologiques ont été dotées d'un niveau de susceptibilité prévisionnel « faible » ; Ce sont principalement (i) des formations volcaniques ou sub-volcaniques type rhyolite, brèches rhyolitiques, tufs volcaniques, basaltes, dolérites ; (ii) des schistes verts ; (iii) des tonalites ;
- **Neuf (9)** formations géologiques ont été dotées d'un niveau de susceptibilité prévisionnel « moyen » ; Ce sont principalement des amphibolites, des amphibolites et leptynites associées, des amphibolites à reliques éclogitiques, des filons et coulées de spilites métamorphisées en amphibolites ; On note également des cipolins et gneiss-à-silicates-calciques ainsi que des andésites ;
- **Une (1)** formation géologique a été dotée d'un niveau de susceptibilité prévisionnel « fort à très fort ». Elle correspond à des serpentinites.

L'analyse multicritère a permis de produire une carte prévisionnelle des niveaux de susceptibilité de l'amiante dans l'environnement naturel. Les polygones caractérisés par un niveau de susceptibilité « faible à très faible », « faible », « moyen », et « fort à très fort » sont respectivement représentés sur cette carte prévisionnelle en gris, jaune, orange et rouge (Illustration 5). Cette carte est susceptible d'être modifiée après expertises et analyses des affleurements et des échantillons prélevés au cours des visites.

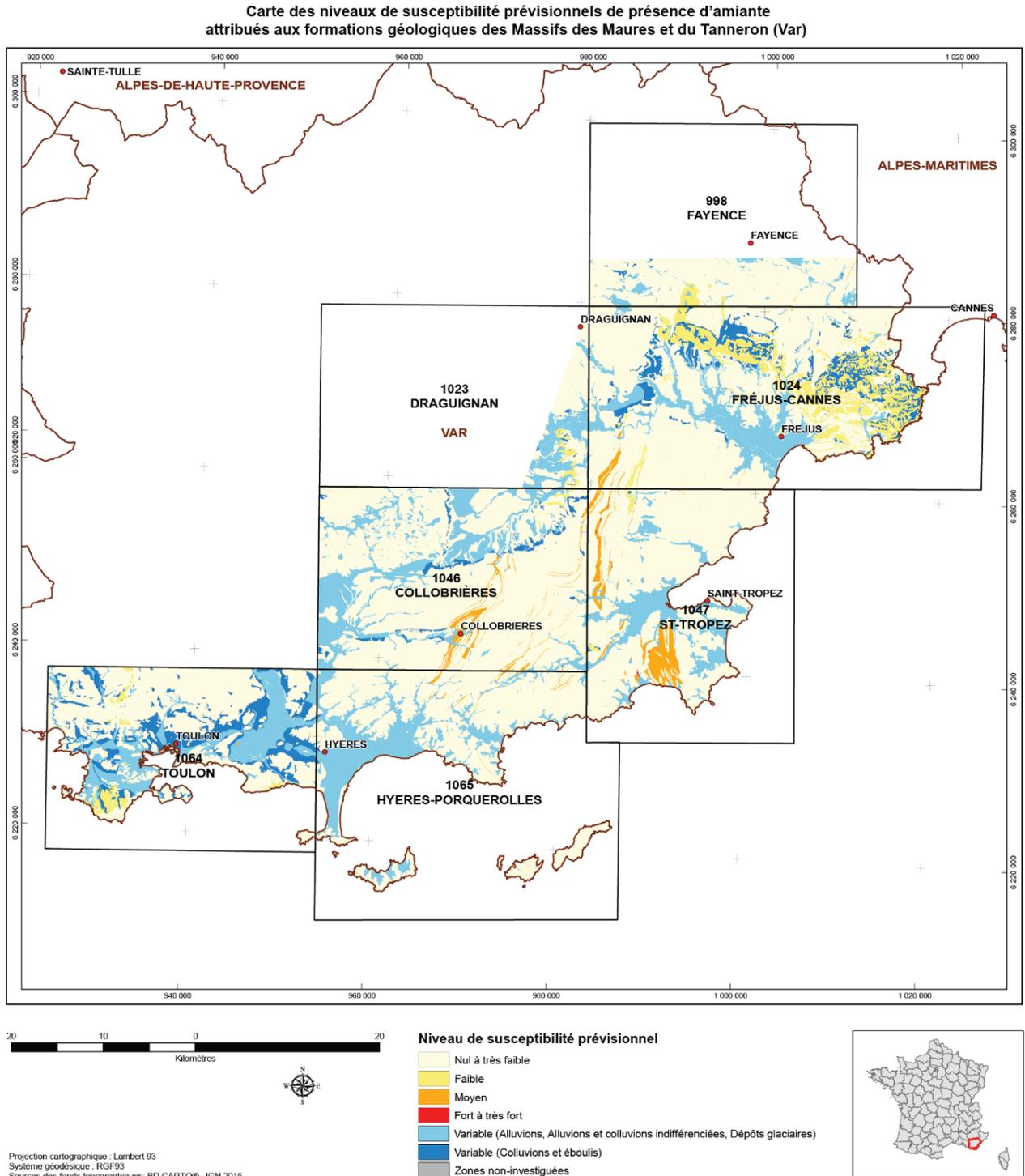


Illustration 5 : Carte des niveaux de susceptibilité prévisionnels de présence d'amiante dans les formations géologiques des massifs des Maures et du Tanneron.

2.3. IDENTIFICATION DES CIBLES À EXPERTISER ET ÉLABORATION DES FICHES

La préparation des missions sur le terrain a donné lieu à l'établissement de fiches descriptives pour les cibles géologiques identifiées. Chaque fiche comporte la localisation de la cible sur une carte superposant la carte IGN et la carte géologique harmonisée du département concerné.

La localisation de cette fiche sur l'emprise du département concerné est également représentée. Ces fiches de travail ont par la suite été mises à jour pour présenter dans leur version définitive la localisation des sites visités et expertisés dans le cadre de l'étude. Ces fiches sont présentées dans leur intégralité en annexe 2 du présent rapport final pour les massifs des Maures et du Tanneron.

Les expertises de terrain ont donc été préparées de telle manière à permettre la reconnaissance d'une majorité des formations géologiques potentiellement amiantifères, et également de valider les différents niveaux de susceptibilité prévisionnels - « nul à très faible », « faible », « moyen », ou « fort à très fort » - préalablement affectés aux différentes formations de la carte présentée ci-dessus (Illustration 5).

3. PHASE 2 : Expertises sur le terrain et travaux de laboratoire.

3.1. PRÉAMBULE

3.1.1. Terrain

Les contrôles de terrain ont été assurés par A. Plunder se sont déroulés du 20 au 22 novembre 2019 puis du 22 au 27 mars 2021.

La formation géologique présentant un niveau de susceptibilité prévisionnel « fort à très fort » a été expertisée sur le terrain. Les formations de niveau de susceptibilité « moyen » ont toute été visité sauf deux qui sont anecdotiques en terme de représentation spatiale. Une grande partie des formations caractérisées par un niveau de susceptibilité prévisionnel « faible » ont également fait l'objet d'expertises. Enfin, une formation de niveau de susceptibilité « faible à très faible » a fait l'objet de contrôle terrain car elle était à proximité de formation de niveau de susceptibilité supérieure. Au cours de cette mission de terrain, 73 sites ont été visités et géoréférencés (coordonnées GPS en Annexe 1 du présent rapport).

3.1.2. Analyses

Les analyses ont toutes été réalisées dans les laboratoires du BRGM.

Les analyses par microsonde électronique (MSE) ont été réalisées sur une microsonde CAMECA SXFive à canon tungstène, équipée de 5 spectromètres à sélection d'énergie (WDS). Les analyses ont été réalisées à 15 kV / 12nA. Le silicium (Si), l'aluminium (Al), le sodium (Na) et le magnésium (Mg) ont été analysés sur des cristaux TAP. Le potassium (K), le titane (Ti), le calcium (Ca) et le chrome (Cr) ont été analysés sur des cristaux PET. Le fer (Fe) et le manganèse (Mg) ont été analysés sur un cristal LiF. Tous les éléments ont été analysés en raie La, temps de comptage 10 sec / pic et 5 sec/fond continu.

Les analyses par microscopie électronique à balayage (MEB), couplées à une microanalyse élémentaire EDS (Energy Dispersive X-ray Spectroscopy), ont été effectuées en utilisant un MEB TESCAN MIRA XMU et les microanalyses par spectrométrie de rayons X un EDS EDAX TEAM, à HV = 25 kV. Des images en électrons secondaires (SE) et/ou en électrons rétrodiffusés (BSE) ont été prises pour chaque échantillon étudié.

Les analyses par spectrométrie Raman ont été effectuées en utilisant un Raman Renishaw InVia Reflex utilisant trois sources d'excitation laser à 514,5; 632,8 et 785 nm. Des spectres en mode « *static* » ont été réalisés en utilisant une gamme spectrale centrée à 1 000 cm⁻¹ environ couvrant les basses fréquences de 100 à 2 000 cm⁻¹ et une gamme centrée à 3 200 cm⁻¹ couvrant les hautes fréquences de 2 500 à 4 000 cm⁻¹.

Les principales formations susceptibles de contenir des fibres asbestiformes ont été échantillonnées à des fins analytiques. La synthèse des analyses réalisées est indiquée dans le Tableau 3.

Lame Mince	Code	MEB LM	MEB Fibres	MSE	Raman
MTAP004	375				
MTAP006	254				
MTAP007	254			x	x
MTAP008	279			x	
MTAP009	279			x	
MTAP011	411				
MTAP012	411				
MTAP013A	412	x		x	
MTAP013B	412	x		x	
MTAP014	254				
MTAP017	412	x		x	
MTAP018	412	x		x	
MTAP019	349				
MTAP021	349			x	
MTAP024	349	x		x	
MTAP028A	349			x	
MTAP028B	349				
MTAP028C	349				
MTAP033	393			x	
MTAP034A	393	x	x	x	
MTAP034B	393	x		x	
MTAP034C	393				
MTAP036	384		x	x	x
MTAP037	349			x	
MTAP038A	384				x
MTAP038B	384				x
MTAP039	384				x
MTAP040	254	x		x	
MTAP042	325			x	
MTAP043	279				
MTAP045A	349			x	
MTAP045B	349	x		x	
MTAP048	248				
MTAP051	349		x	x	
MTAP055	248				
MTAP056	325			x	
MTAP057	288			x	
MTAP059	326			x	
MTAP060	306			x	
MTAP061	312			x	x
MTAP062	355	x		x	
MTAP064	355			x	
MTAP067	305			x	
MTAP069	305				
MTAP072	310				
MTAP073	326	x		x	

Tableau 3 : Tableau récapitulatif des analyses réalisées à partir des échantillons prélevés.

Quarante-six (46) lames minces ont été réalisées et étudiées en microscopie optique à lumière polarisée (MOLP). Vingt-neuf (29) ont été sélectionnées pour faire l'objet d'analyses à la microsonde électronique et onze (11) ont été observées au MEB. Trois (3) échantillons de fibres ont été étudiés au MEB et six (6) lames minces ont été étudiées au spectromètre Raman. La totalité de ces résultats d'analyse est présentée ci-dessous. Les spectres Raman et les analyses microsondes sont présentées en annexes 4 et 5, respectivement.

3.2. FORMATION DE SUSCEPTIBILITÉ PRÉVISIONNEL « FORT À TRÈS FORT »

Dans la zone d'étude, une seule formation a été affectée d'un niveau de susceptibilité prévisionnel fort à très fort. Il s'agit de serpentinites [384]. La liste des points d'affleurement se trouve dans le Tableau 4.

Code	Notation	Description	Niveau de susceptibilité prévisionnel	Affleurement
384	ô	Serpentine	4	MTAP036, MTAP038, MTAP039, MTAP047, MTAP045, MTAP053, MTAP054

Tableau 4 : Affleurements visités correspondant aux formations géologiques des massifs des Maures et du Tanneron affectées d'un niveau de susceptibilité prévisionnel « fort à très fort ».

3.2.1. Serpentinites et gabbros [384] MTAP036, MTAP038, MTAP039, MTAP047, MTAP053, MTAP054, MTAP045

Terrain

Ce caisson géologique a été contrôlé en 7 localités. Le point d'observation MTAP053 montre des serpentinites à l'affleurement qui ne sont pas cartographiées. Cela nous rappelle que l'échelle de la carte (1/50 000) ne permet pas de représenter tous les objets géologiques visibles sur le terrain.

Des serpentinites ont été observées dans les lieux suivants :

- ancienne carrière de serpentinite de La Mole, au lieu-dit « Gorbrière » (MTAP036) ;
- non loin de l'ancienne carrière de serpentinites de la Carrade autrefois exploitée pour ses chromites. Les abords de la carrière montrent de nombreux fragments de serpentinites (MTAP038). Il est important de noter qu'un camping est construit sur une partie de l'emprise du polygone de serpentinites de la carte géologique à 1/50 000 ;
- sur le territoire de la commune de La Croix Valmer, aux alentours du lieu-dit « La Vernatelle » (MTAP039) ;
- sur la piste qui se situe dans le hameau de La Mourre (MTAP047) ;
- le long de la piste qui conduit au-dessus du hameau des bas Oliviers, au départ de la D12, au niveau de l'ancienne mine de Vaucron (MTAP053 ; MTAP054).

Sur le terrain, on observe assez invariablement une péridotite très serpentinisée (Illustration 6). On retrouve rarement la texture magmatique grenue où l'on peut distinguer des fantômes de pyroxènes. La roche est souvent parcourue des veinules blanchâtres de chrysotile, montrant des cristaux fibreux qui poussent perpendiculairement aux épontes. Dans le cas de la localité MTAP038, il n'a pas été possible de visiter l'ancienne carrière de la Carrade (commune de Cavalaire-sur-Mer), celle-ci étant située sur un terrain privé clos et non habité. Toutefois, les abords montrent de nombreux fragments de péridotites serpentinisées (Illustration 6), avec des veines ayant l'apparence de chrysotile et qui ont été prélevées pour analyses.



Illustration 6 : Vues de terrain représentatives des affleurements visités dans le caisson [384].

Des amphibolites / gabbros amphibolitisés ont été observés au point d'affleurement MTAP045 qui se trouve dans le ruisseau des Mourgues, à l'intérieur d'une châtaigneraie, une centaine de mètres en contrebas de la D75 (Illustration 7). On observe une roche déformée, constituée de plagioclase et d'amphibole. Aux alentours, on retrouve des volantes de roches grenues (gabbros) présentant la même paragenèse.



Illustration 7 : Vues de terrain du point d'affleurement MTAP045 dans le ruisseau des Mourgues.

Analyses

Les échantillons **MTAP036**, **MTAP038A**, **MTAP038B**, **MTAP039** correspondent à des péridotites serpentinisées. L'état de serpentinitisation est très fort et il est difficile de retrouver la texture initiale de la roche. La roche est constituée essentiellement de serpentines dont les textures « mesh (en réseau) » laissent deviner les anciennes olivines ou les anciens pyroxènes. Une partie de ces serpentines correspond optiquement à du chrysotile (Illustration 8). On observe également de la chlorite et des minéraux opaques (magnétite ?). On note parfois la présence de carbonates.

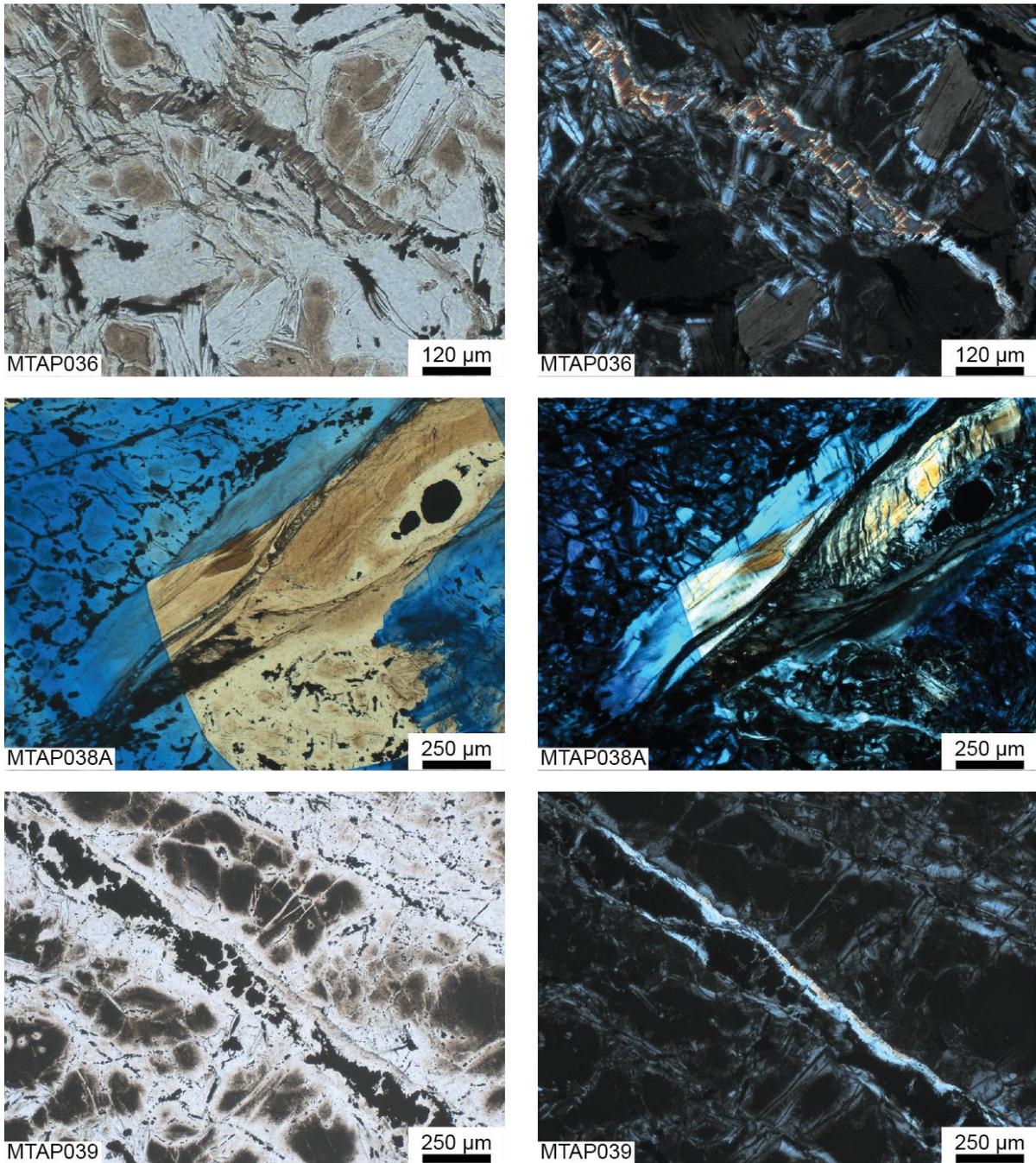


Illustration 8 : Vues représentatives au microscope optique (LPnA et LPA) des échantillons prélevés dans le caisson [384]. Les parties plus biréfringentes sont des veines ou des plages de chrysotile.

Les analyses effectuées au Raman confirment la présence de chrysotile dans ces trois échantillons (Annexe 4). Un prélèvement de fibres montre des caractéristiques dimensionnelles et morphologiques de fibres d'amiante (Illustration 9) au sens de l'EPA (1993).

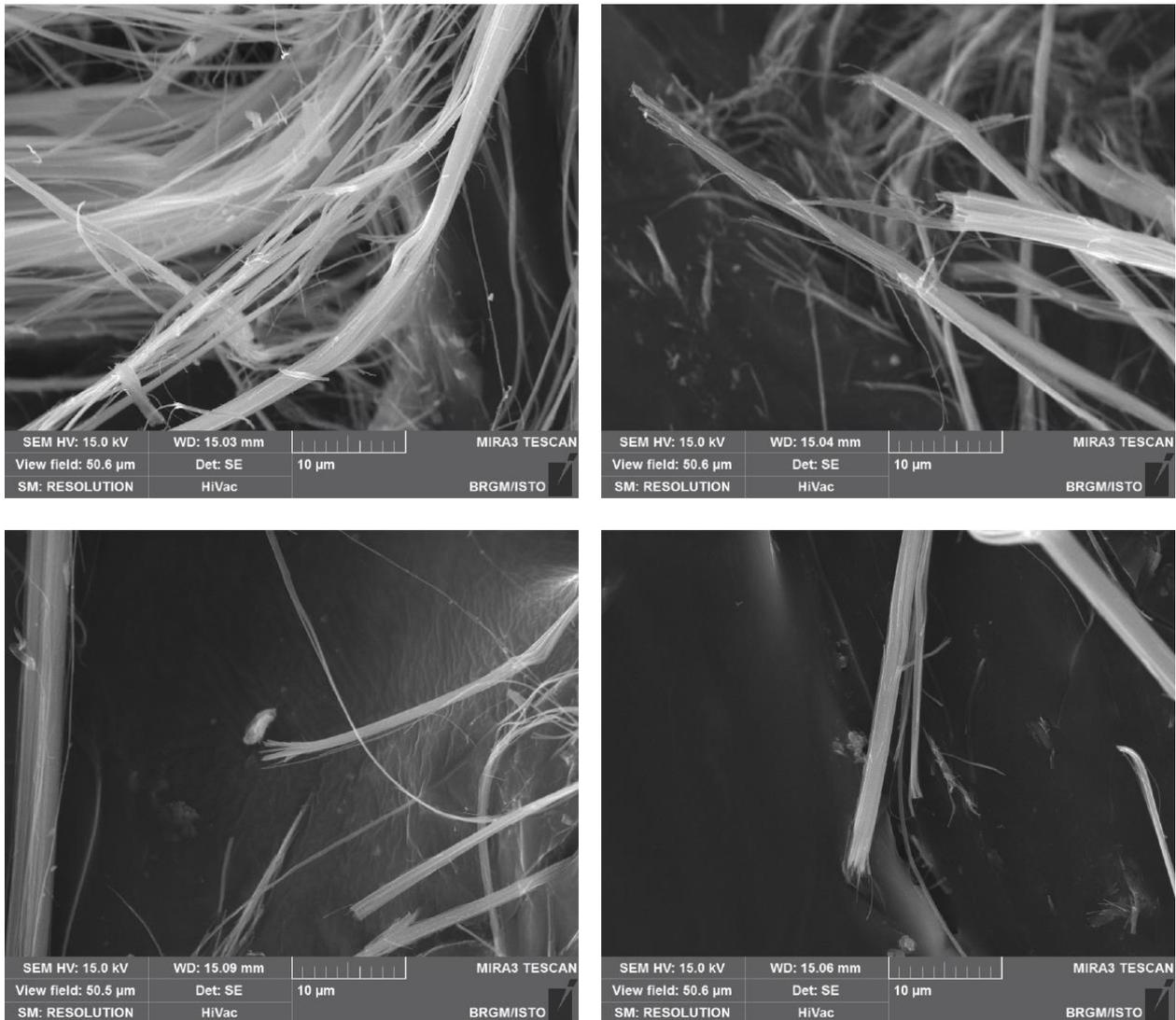


Illustration 9 : Images en électrons secondaires de fibres d'amiante (chrysotile) prélevées sur le terrain (MTAP036).

Remarque (MTAP036) :

- Des serpentines ont été observées dans cette lame mince et correspondent, du moins pro parte, à du chrysotile.
- Aucune amphibole n'a été observée dans cette lame mince.
- Conclusion : Échantillon **amiantifère** (chrysotile).

Remarque (MTAP038A) :

- Des serpentines ont été observées dans cette lame mince et correspondent, du moins pro parte, à du chrysotile.
- Aucune amphibole n'a été observée dans cette lame mince.
- Conclusion : Échantillon **amiantifère** (chrysotile).

Remarque (MTAP039) :

- Des serpentines ont été observées dans cette lame mince et correspondent, du moins pro parte, à du chrysotile.
- Aucune amphibole n'a été observée dans cette lame mince.
- Conclusion : Échantillon **amiantifère** (chrysotile).

L'échantillon **MTAP045A** est une amphibolite. On y observe de l'amphibole verte, du plagioclase, du quartz, de l'épidote, ainsi que des minéraux accessoires comme du sphène de l'ilménite, du rutile, de l'apatite. La foliation, quand elle existe, est bien marquée par l'alignement de cristaux d'amphibole. L'amphibole verte est prismatique. Les rares veines sécantes à la foliation contiennent du quartz et ne montrent pas d'amphibole néoformée.

Remarque (MTAP0045A) :

- *Aucune serpentine n'a été observée dans cette lame mince.*
- *Des amphiboles sont présentes dans cette lame mince. Aucune analyse n'a été réalisée à la microsonde électronique mais les caractéristiques optiques de ces amphiboles semblent correspondre davantage à des hornblendes qu'à l'une ou l'autre des cinq amphiboles réglementées au titre de l'amiante. De plus, elles ne présentent ni les caractéristiques dimensionnelles des fibres asbestiformes au sens de l'EPA (1992) ni celles des fibres inhalables au sens de l'OMS.*
- *Conclusion : Échantillon **non amiantifère**.*

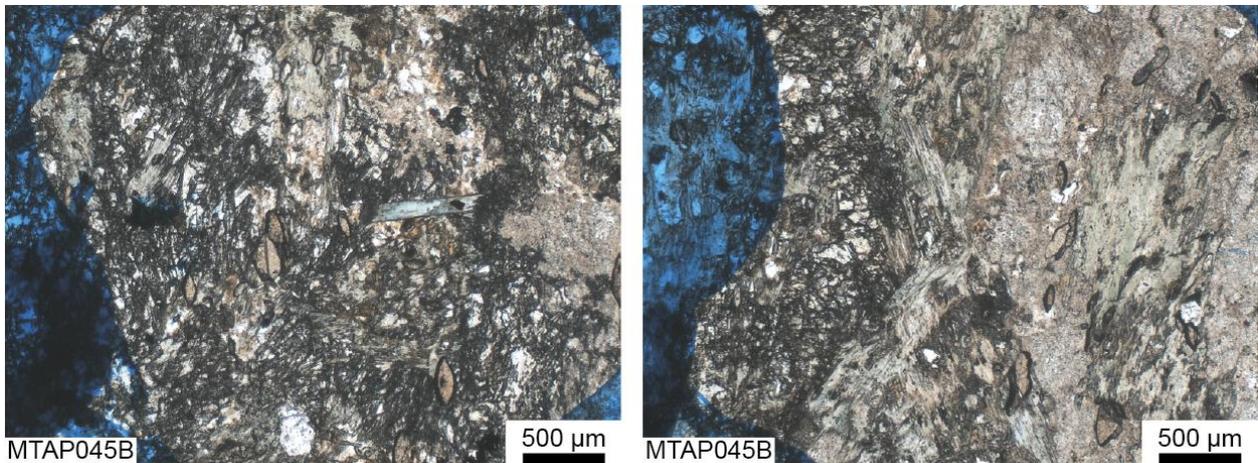


Illustration 10 : Vues représentatives au microscope optique de l'échantillon MTAP045B prélevé dans le caisson [384].

L'échantillon **MTAP045B** est un ancien gabbro. La texture est gneissique, avec des lits leucocrates et mélanocrates. On y trouve du pyroxène, de l'amphibole, du plagioclase partiellement altéré ainsi que du quartz, de l'épidote et du sphène (Illustration 10). Cet échantillon est caractérisé par une forte rétomorphose dans les conditions du faciès des schistes verts. Les pyroxènes sont partiellement remplacés par de l'amphibole verte qui montre des terminaisons aciculaires (Illustration 11).

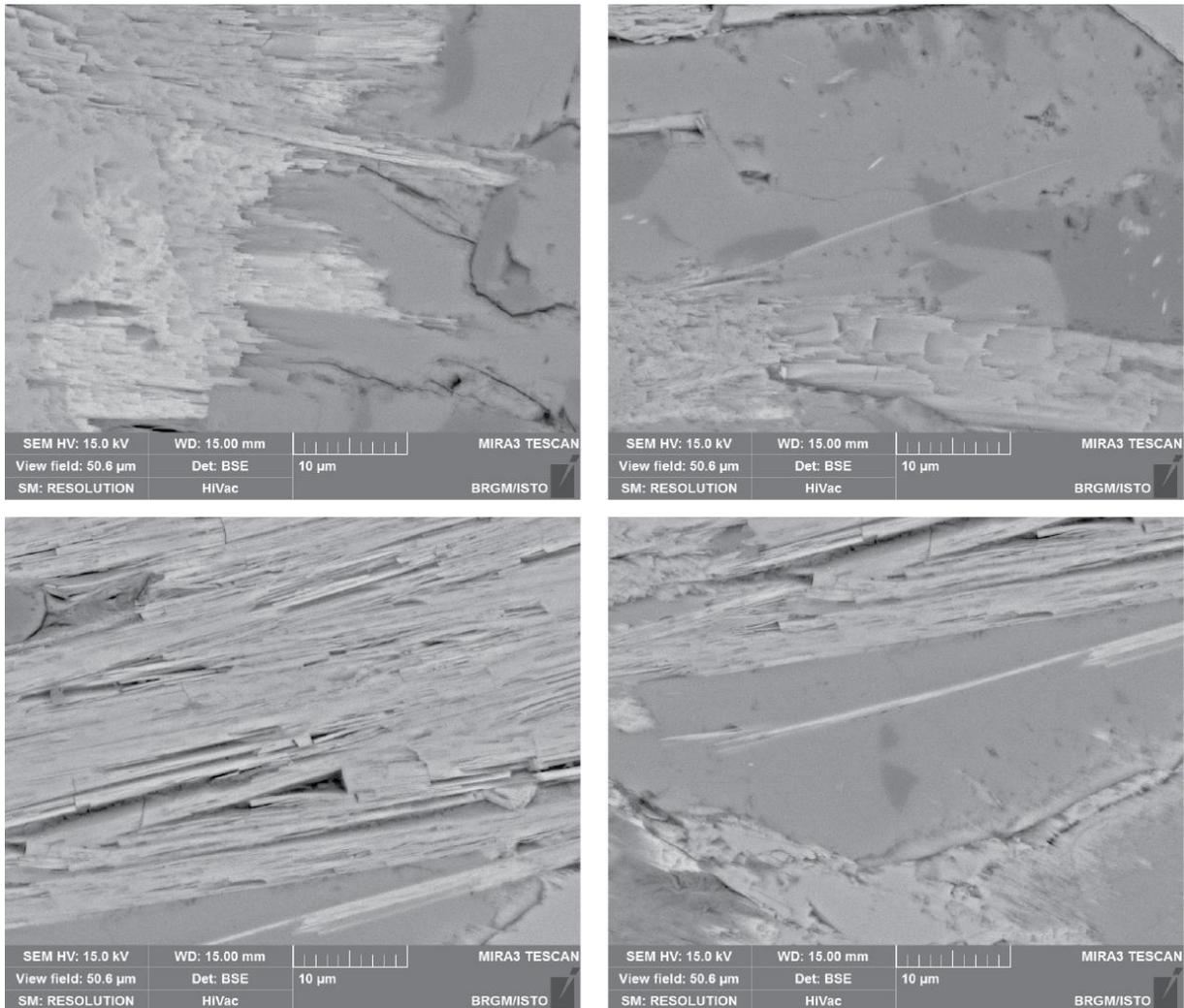


Illustration 11 : Image en électrons rétrodiffusés de fragments de clivages d'actinolite dans l'échantillon MTAP045B, caisson [384].

Remarque (MTAP0045B):

- Aucune serpentine n'a été observée dans cette lame mince.
- Des amphiboles sont présentes dans cette lame mince. Leur composition chimique (actinolite) correspond à l'une des cinq espèces d'amphiboles réglementées au titre de l'amiante mais leurs caractéristiques dimensionnelles ne sont pas celles des fibres asbestiformes au sens de l'EPA (1993).
- Conclusion : Échantillon **non amiantifère** mais susceptible de libérer des fragments de clivages d'amphibole (actinolite) en cas d'agression mécanique. Ces fragments de clivages sont susceptibles de correspondre à des fibres inhalables au sens de l'OMS et être assimilés à des fibres d'amiante.

3.3. FORMATIONS DE NIVEAU DE SUSCEPTIBILITÉ PRÉVISIONNEL « MOYEN »

Les 9 formations de la zone d'étude affectées d'un niveau de susceptibilité prévisionnel « moyen » sont listées ci-dessous. La liste des points d'affleurement correspondant se trouve dans le Tableau 5 :

- (i) des andésites [279] et la porphyrite du Lavendou [435],

- (ii) des filons et coulée de spilites métamorphisées en amphibolites [412],
- (iii) des amphibolites et leptynites associées [349] ainsi que leur équivalent mylonitique [405],
- (iv) des amphibolites à reliques éclogitiques [325] et des amphibolites [274],
- (v) de la collobriérite [393],
- (vi) des cipolins et gneiss à silicates calciques [326].

Le caisson [435] est divisé en uniquement deux polygones qui n'ont pas pu être identifiés sur le terrain. Le caisson [405] contient un unique polygone qui n'a pas pu être identifié sur le terrain. Le caisson [456] est en réalité constitué de gneiss œillés (erreur d'harmonisation).

Code	Notation	Description	Niveau de susceptibilité prévisionnel	Affleurement
274	ä	Amphibolites	3	MTAP056
279	á	Andésite	3	MTAP008, MTAP009, MTAP043, MTAP044
325	ä11ü(1)	Amphibolites à reliques éclogitiques	3	MTAP042, MTAP058
326	Cæ8(1)	Cipolins et gneiss-à-silicates-calciques	3	MTAP059, MTAP073
349	ä11í3	Amphibolites et leptynites associées	3	MTAP019, MTAP020, MTAP021, MTAP024, MTAP028, MTAP029, MTAP030, MTAP031, MTAP032, MTAP037, MTAP046, MTAP051, MTAP052
393	ñä1	Collobriérite	3	MTAP022, MTAP0223, MTAP033, MTAP034
405	myl/ñä	Mylonites d'amphibolites et de leptynites associées	3	non visité
412	äs	filons et coulées de spilites métamorphisées en amphibolites (Ste-Eulalie et Le Fenouillet)	3	MTAP013, MTAP015, MTAP016, MTAP017, MTAP018,
435	á1	Porphyrite du Lavadou (andésite altérée) invisible sur fond de gneiss	3	non visité

Tableau 5 : Affleurements visités correspondant aux formations géologiques des massifs des Maures et du Tanneron affectées d'un niveau de susceptibilité prévisionnel « moyen ».

3.3.1. Andésites [279] MTAP008, MTAP009, MTAP043, MTAP044.

Terrain

Les andésites ont été observées sur le promontoire rocheux de La Garde (Illustration 12) et sur la route qui mène du Plan de la Tour au col de Vignon. Le contexte structural ne peut pas être établi pour la première localité. Pour la seconde, on voit que les andésites sont intrusives dans les micaschistes du socle (Illustration 12). Dans les deux cas, on observe une roche volcanique à phénocristaux de minéraux ferro-magnésiens altérés (clinopyroxène, biotite et amphibole).



Illustration 12 : Vues de terrain du caisson [279] MTAP008, vue de La Garde où l'on observe bien les andésites et leur relation avec l'habitat. Détail sur la roche MTAP009. MTAP043, vue du filon qui recoupe les micaschistes encaissants et détail de la roche en cassure fraîche.

Analyses

L'échantillon **MTAP008** montre une roche magmatique volcanique à texture microlithique porphyrique, qui s'apparente à une andésite. On note une forte altération des phénocristaux de clinopyroxène et d'amphibole. Ils s'altèrent en argiles et en magnétite respectivement.

Remarque (MTAP008) :

- Des serpentines ont été observées dans cette lame mince mais ces serpentines ne correspondent pas à du chrysotile.
- Des amphiboles sont présentes dans cette lame mince. Ces amphiboles n'ont ni la composition chimique (édénite) de l'une ou l'autre des cinq amphiboles réglementées

au titre de l'amiante, ni les caractéristiques dimensionnelles des fibres asbestiformes au sens de l'EPA (1993).

- Conclusion : Échantillon **non amiantifère**.

L'échantillon **MTAP009** correspond à une roche magmatique volcanique. La texture est microlithique porphyrique et la roche correspond à une andésite fortement altérée. On observe une mésostase constituée de feldspaths plagioclase, et de minéraux opaques. Les phénocristaux de clinopyroxène sont souvent altérés en chlorite (Illustration 13). Ces chlorites se présentent parfois en amas fibroradiés avec des teintes de polarisation dans la fin du premier ordre. L'amphibole n'est suspectée que par des pseudomorphoses. On observe également des vacuoles dont le remplissage est fait successivement d'une phase fine (argile), de quartz et de calcite.

Remarque (MTAP009) :

- Aucune serpentine n'a été observée dans cette lame mince.
- Aucune amphibole n'a été observée dans cette lame mince.
- Conclusion : Échantillon **non amiantifère**.

L'échantillon **MTAP043** est une roche volcanique à texture microlithique porphyrique. Il est globalement très altéré. Les phénocristaux sont entièrement remplacés par de la chlorite.

Remarque (MTAP043) :

- Aucune serpentine n'a été observée dans cette lame mince.
- Aucune amphibole n'a été observée dans cette lame mince.
- Conclusion : Échantillon **non amiantifère**.

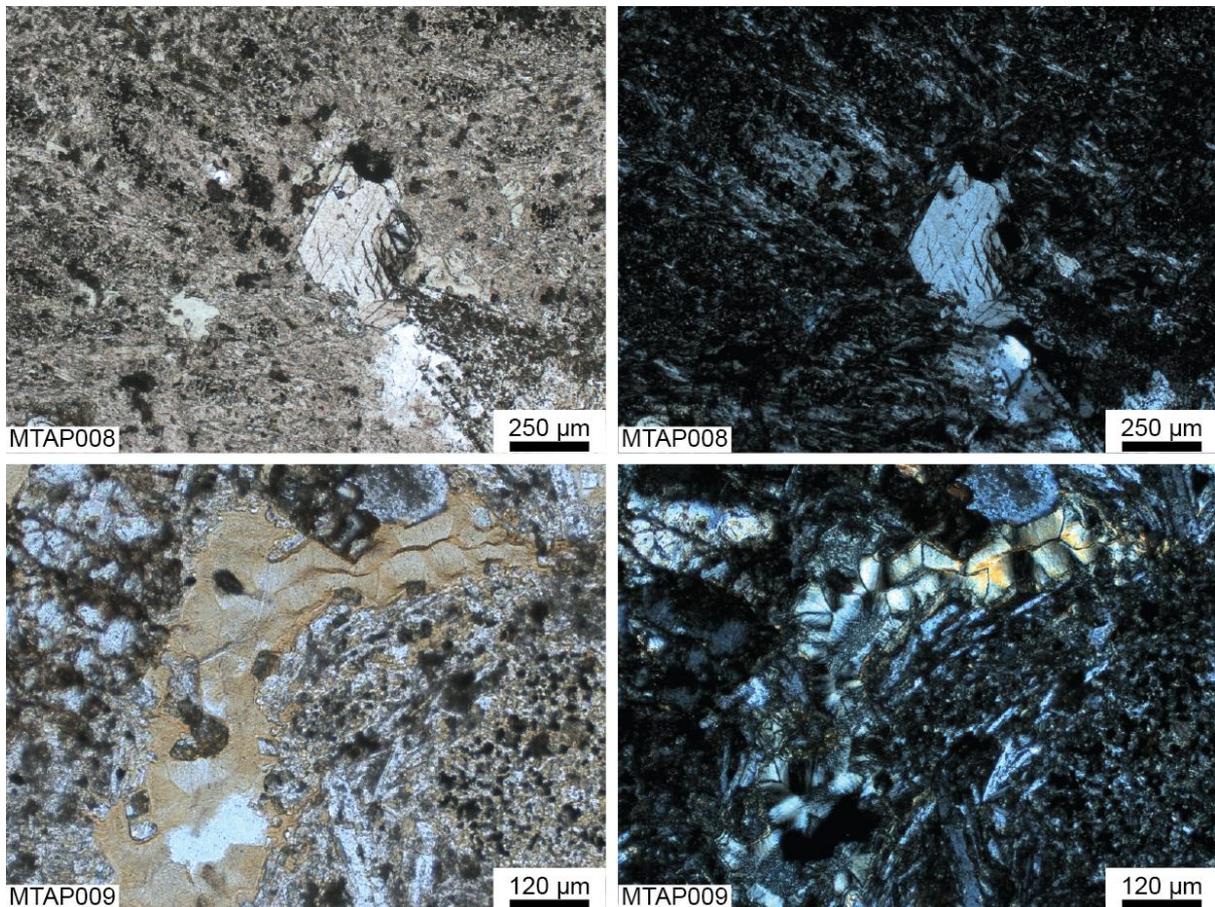


Illustration 13 : Photographies représentatives au microscope optique des échantillons du caisson [279].

3.3.2. Filons et coulées de spilites métamorphisées en amphibolites (Ste-Eulalie et Le Fenouillet) [412], MTAP013, MTAP015, MTAP016, MTAP017, MTAP018

Terrain

Ce caisson montre invariablement des amphibolites typiques (amphibole verte, feldspath, quartz). Ces amphibolites, quand on peut les observer correctement, se trouvent sous forme de bancs de puissance métrique intercalés dans la série métamorphique des Maures. On les retrouve dans le massif du Fenouillet au voisinage des accidents tectoniques. Nous les avons observés le long de talus routiers (ou de pistes forestières). Ces amphibolites sont altérées, tectonisées (parfois même cataclasées de par la proximité aux accidents tectoniques), et montrent parfois une foliation frustrée (Illustration 14; MTAP017) parallèle à la foliation observée dans les métasédiments encaissants (Phyllades bleues du Real Martin ou quartzites). Le degré métamorphique de l'amphibolite (assemblage à amphibole verte, épidote et plagioclase) ainsi que celui des schistes encaissants (à chloritoïde et muscovite) laisse supposer que les conditions du métamorphisme sont favorables pour le développement d'espèces asbestiformes sans qu'il ne soit possible d'en observer sur le terrain.

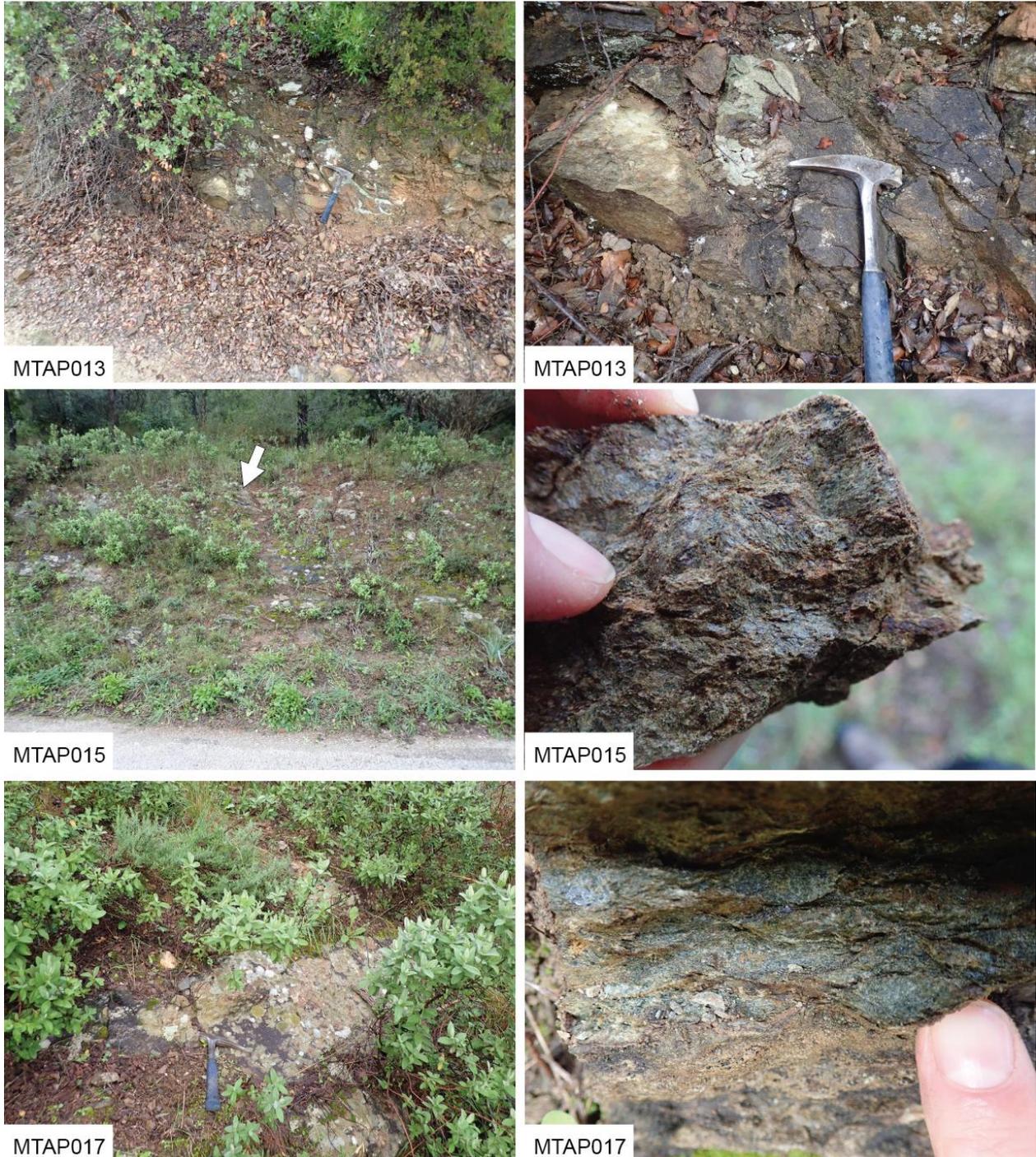


Illustration 14 : Vues de terrain des affleurements visités dans le casson [412].

Analyses

Les échantillons **MTAP013A** et **MTAP13B**, **MTAP017** correspondent à des amphibolites. Le degré de métamorphisme est faible (schistes verts, comme attesté par la minéralogie des phyllites encaissantes : chloritoïde, micas blancs). On y observe de l'amphibole verte, du quartz, du plagioclase, parfois de l'épidote et du sphène ou de l'ilménite (Illustration 15). L'amphibole est parfois transformée en chlorite. Certaines terminaisons de cristaux prismatiques d'amphibole sont aciculaires. On note également la présence de cristaux entremêlés (Illustration 16).

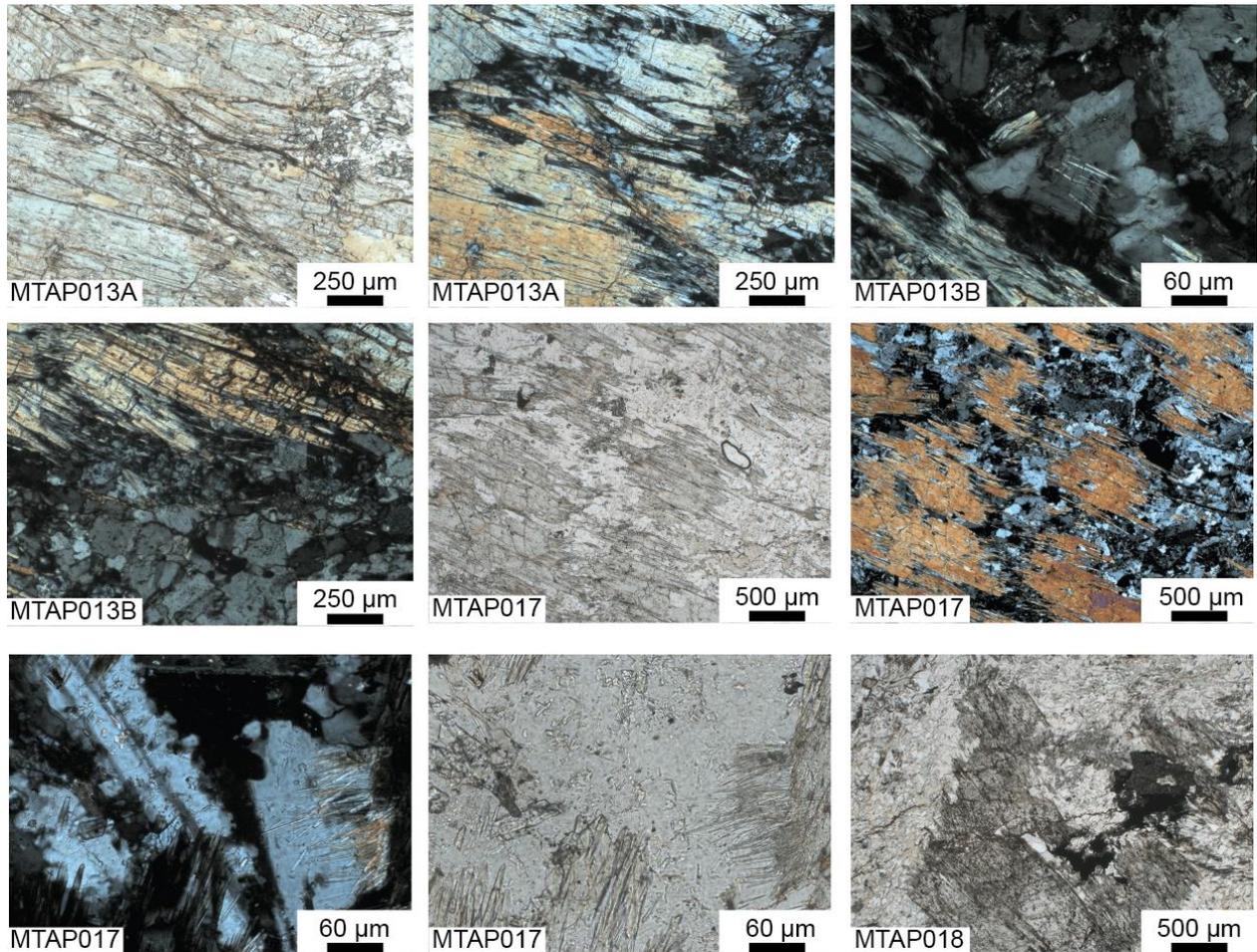


Illustration 15 : Photographies représentatives au microscope optique des échantillons du caisson [412].

Remarque (MTAP013A) :

- Aucune serpentine n'a été observée dans cette lame mince.
- Des amphiboles sont présentes dans cette lame mince. Leur composition chimique (actinolite) correspond à l'une des cinq espèces d'amphiboles réglementées au titre de l'amiante mais leurs caractéristiques dimensionnelles ne sont pas celles des fibres asbestiformes au sens de l'EPA (1993).
- Conclusion : Échantillon **non amiantifère** mais susceptible de libérer des fragments de clivages d'amphibole (actinolite) en cas d'agression mécanique. Ces fragments de clivages sont susceptibles de correspondre à des fibres inhalables au sens de l'OMS et être assimilés à des fibres d'amiante.

Remarque (MTAP013B) :

- Aucune serpentine n'a été observée dans cette lame mince.
- Des amphiboles sont présentes dans cette lame mince. Leur composition chimique (actinolite) correspond à l'une des cinq espèces d'amphiboles réglementées au titre de l'amiante mais leurs caractéristiques dimensionnelles ne sont pas celles des fibres asbestiformes au sens de l'EPA (1993).
- Conclusion : Échantillon **non amiantifère** mais susceptible de libérer des fragments de clivages d'amphibole (actinolite) en cas d'agression mécanique. Ces fragments de clivages sont susceptibles de correspondre à des fibres inhalables au sens de l'OMS et être assimilés à des fibres d'amiante.

Remarque (MTAP017) :

- Aucune serpentine n'a été observée dans cette lame mince.
- Des amphiboles sont présentes dans cette lame mince. Leur composition chimique (actinolite) correspond à l'une des cinq espèces d'amphiboles réglementées au titre de l'amiante mais leurs caractéristiques dimensionnelles ne sont pas celles des fibres asbestiformes au sens de l'EPA (1993).
- Conclusion : Échantillon **non amiantifère** mais susceptible de libérer des fragments de clivages d'amphibole (actinolite) en cas d'agression mécanique. Ces fragments de clivages sont susceptibles de correspondre à des fibres inhalables au sens de l'OMS et être assimilés à des fibres d'amiante.

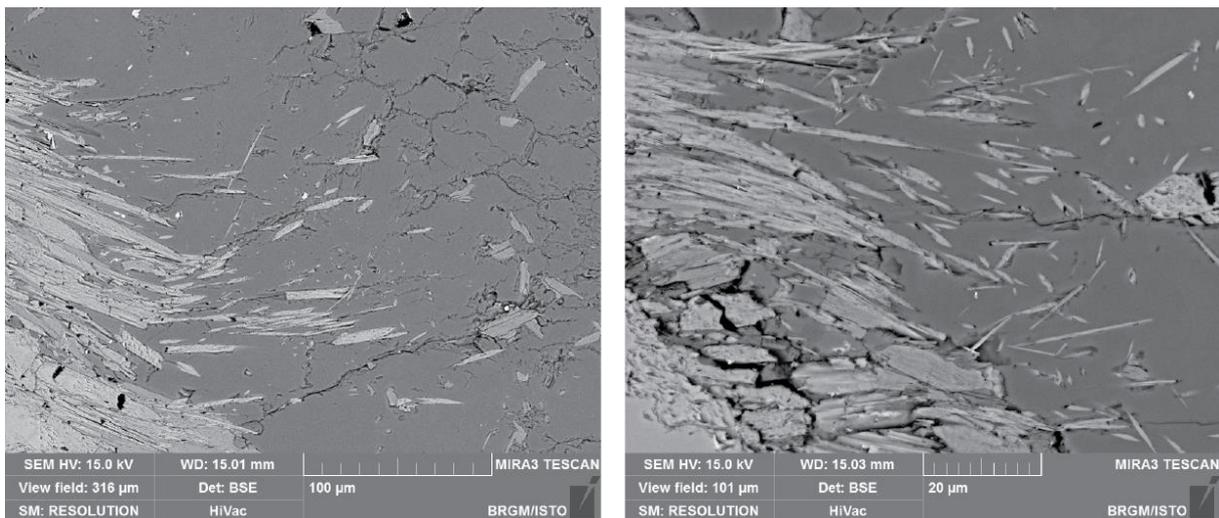


Illustration 16 : Images en électrons rétrodiffusés de fragments de clivages d'actinolite dans l'échantillon MTAP017, caisson [412].

L'échantillon **MTAP018** est une roche magmatique métamorphisée dans le faciès des amphibolites. On observe de gros cristaux d'amphibole verte dans une matrice fine faite majoritairement de quartz, de chlorite, de sphène, d'épidote, de minéraux opaques (ilménite ?) et d'amphibole vert-bleue.

Remarque (MTAP018) :

- Aucune serpentine n'a été observée dans cette lame mince.
- Des amphiboles sont présentes dans cette lame mince. Leur composition chimique (actinolite) correspond à l'une des cinq espèces d'amphiboles réglementées au titre de l'amiante mais leurs caractéristiques dimensionnelles ne sont pas celles des fibres asbestiformes au sens de l'EPA (1993).
- Conclusion : Échantillon **non amiantifère** mais susceptible de libérer des fragments de clivages d'amphibole (actinolite) en cas d'agression mécanique. Ces fragments de clivages sont susceptibles de correspondre à des fibres inhalables au sens de l'OMS et être assimilés à des fibres d'amiante.

3.3.3. Amphibolites et leptynites associées [349] MTAP019, MTAP020, MTAP021, MTAP024, MTAP028, MTAP029, MTAP030, MTAP031, MTAP032, MTAP037, MTAP046, MTAP051, MTAP052

Terrain

Les amphibolites et leptynites associées se trouvent en alternances dans les micaschistes ou autres formations métasédimentaires de la série des Maures. Cartographiquement, elles se trouvent sous forme d'amphibolites massives (parfois plusieurs centaines de mètres d'épaisseur) ou sous forme de bancs métriques, pouvant parfois devenir centimétriques (notamment dans la partie sud de la zone d'étude (carte 1065)). Nous les avons observés soit au niveau d'affleurements naturels, soit le long des routes, les talus routiers offrant parfois de bonnes coupes. Les affleurements du sud (**MTAP019, MTAP020**) ne sont pas satisfaisants en terme de lithologie (pas d'amphibolite observées, ou pas de roche avec une fraction mafique franche). En remontant vers le nord, au col de Grateloup (**MTAP021**), le caractère mafique s'exprime un peu mieux (Illustration 17). Le long de la D41, en allant vers Collobrières, on recoupe plusieurs fois ces amphibolites qui sont localement massives (**MTAP024** ; Illustration 17). Au départ de Collobrières et en allant vers le nord, sur la D39, le talus routier offre de nombreuses possibilités d'observer les amphibolites (**MTAP028, MTAP029, MTAP030**, Illustration 17). Quand elles ne sont pas altérées, elles montrent en cassure fraîche une roche contenant de l'amphibole verte, du feldspath plagioclase et du quartz. Dans les environs du village des Mayons, les deux localités visitées (**MTAP031, MTAP032**) n'ont pas montré d'amphibolites sensu stricto, mais plutôt des gneiss amphiboliques comme ceux du point d'affleurement du col de Grateloup (MTAP021).



Illustration 17 : Vues représentatives des affleurements du caisson [349].

Au nord de la Garde Freinet, l'affleurement de rivière (**MTAP051**, Illustration 17), en contrebas de la D72, montre des amphibolites rubanées à grains pluri-millimétriques d'amphiboles. Certains niveaux sont composés quasi uniquement d'amphibole verte. D'autres montrent une plus grande proportion de quartz et de feldspath plagioclase. On note ici que la roche est globalement très fraîche et que l'on n'observe pas de rétro-morphose. Les deux autres localités (**MTAP046**, **MTAP052**) montrent des amphibolites associées à des leptynites en alternances de bancs décimétriques.

Analyses

L'échantillon **MTAP019** est un micaschiste à muscovite et biotite (Illustration 18). On y observe une foliation bien marquée par les micas et la chlorite. La biotite est en partie rétro-morphosée en chlorite. On observe du rutile, des oxydes de fer. Apatite, tourmaline, et zircon ou monazite sont des phases accessoires.

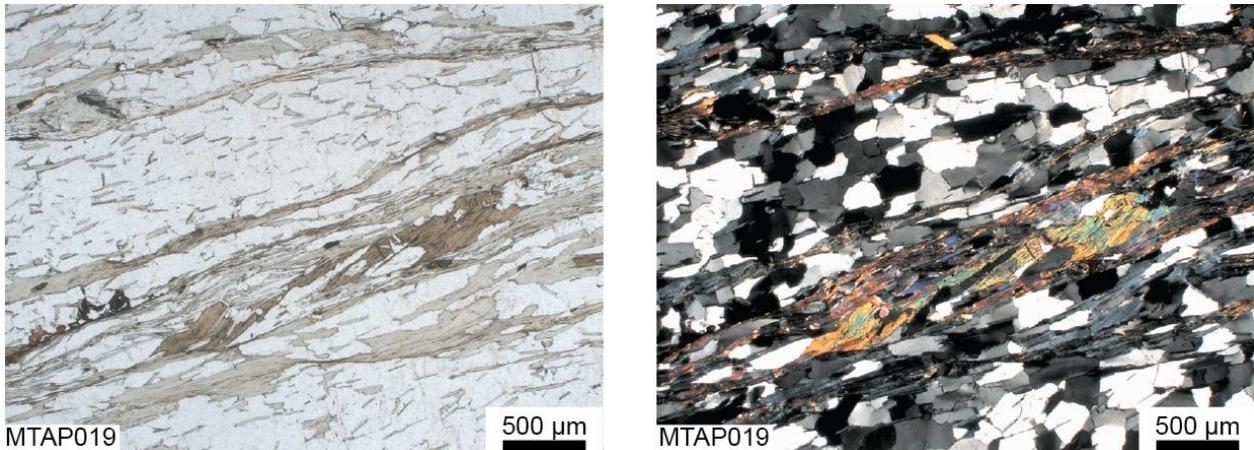


Illustration 18 : Photographies représentatives au microscope optique de l'échantillon MTAP019, caisson [349].

Remarque (MTAP019) :

- Aucune serpentine n'a été observée dans cette lame mince.
- Aucune amphibole n'a été observée dans cette lame mince.
- Conclusion : Échantillon **non amiantifère**.

L'échantillon **MTAP021** est un gneiss amphibolique (Illustration 19). On y trouve du quartz, du feldspath, de la biotite, de l'amphibole verte, du sphène. La foliation est marquée par l'allongement des amphiboles et des biotites. L'échantillon ne montre pas d'altération. Les amphiboles sont prismatiques.

L'échantillon **MTAP024** est un gneiss amphibolique (Illustration 19). On y trouve du quartz, du feldspath, de la biotite, de l'amphibole verte, de l'épidote, de la chlorite et un minéral opaque (ilménite ?). L'échantillon montre une altération modérée. L'amphibole forme de grands cristaux verts, de forme prismatique, qui s'altèrent parfois en chlorite. On observe quelques cristaux avec des terminaisons aciculaires (Illustration 20).

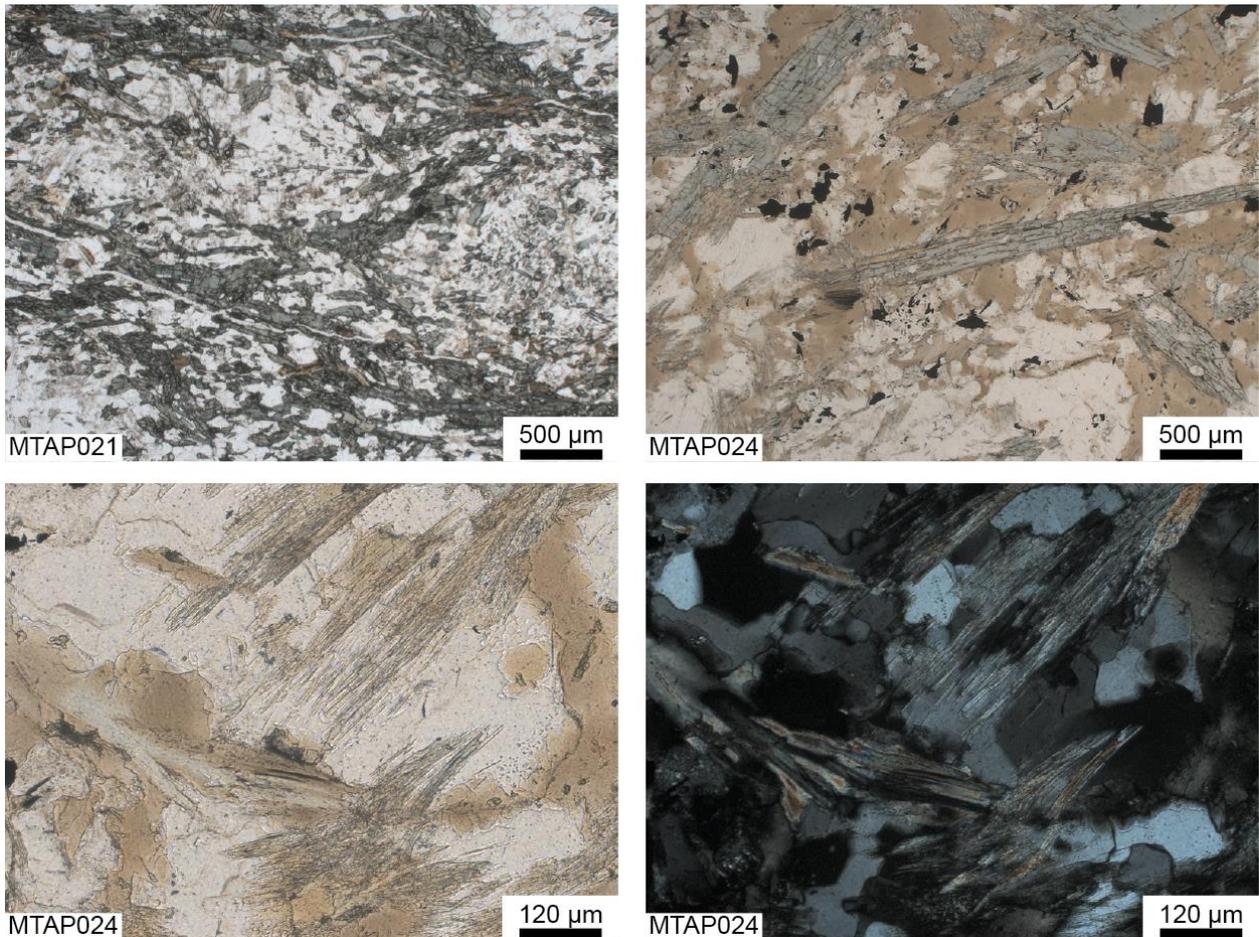


Illustration 19 : Photographies représentatives au microscope optique des échantillons de gneiss amphiboliques MTAP021 et MTAP024, caisson [349].

Remarque (MTAP021) :

- Aucune serpentine n'a été observée dans cette lame mince.
- Des amphiboles sont présentes dans cette lame mince. Ces amphiboles n'ont ni la composition chimique (magnésio-hornblende, magnésio-ferri-hornblende) de l'une ou l'autre des cinq amphiboles réglementées au titre de l'amiante, ni les caractéristiques dimensionnelles des fibres asbestiformes au sens de l'EPA (1993).
- Conclusion : Échantillon **non amiantifère**.

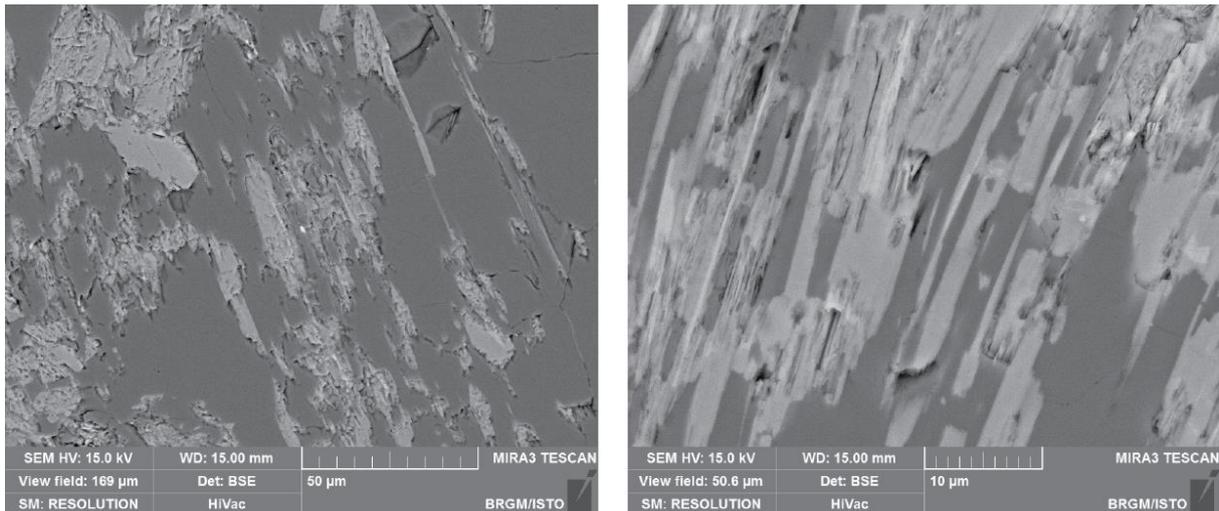


Illustration 20 : Images en électrons rétrodiffusés de fragments de clivages d'actinolite dans l'échantillon MTAP024, caisson [349].

Remarque (MTAP024) :

- *Aucune serpentine n'a été observée dans cette lame mince.*
- *Des amphiboles sont présentes dans cette lame mince. Leur composition chimique (actinolite) correspond à l'une des cinq espèces d'amphiboles réglementées au titre de l'amiante mais leurs caractéristiques dimensionnelles ne sont pas celles des fibres asbestiformes au sens de l'EPA (1993).*
- *Conclusion : Échantillon **non amiantifère** mais susceptible de libérer des fragments de clivages d'amphibole (actinolite) en cas d'agression mécanique. Ces fragments de clivages sont susceptibles de correspondre à des fibres inhalables au sens de l'OMS et être assimilés à des fibres d'amiante.*

Les échantillons **MTAP028A**, **MTAP028B** et **MTAP028C**, **MTAP037** sont des amphibolites (Illustration 21). On y observe de l'amphibole verte, du plagioclase, du quartz, de l'épidote, ainsi que des minéraux accessoires comme du sphène de l'ilménite, du rutile, de l'apatite. La foliation, quand elle existe, est bien marquée par l'alignement de cristaux d'amphibole. L'échantillon **MTAP028B** montre une altération prononcée. L'amphibole verte est prismatique. Les rares veine sécantes à la foliation ne montrent pas d'amphibole néoformée. Parmi ceux qui ont été prélevés à la localité MTAP028, uniquement un échantillon (représentatif) a été analysé à la microsonde (MTAP028A).

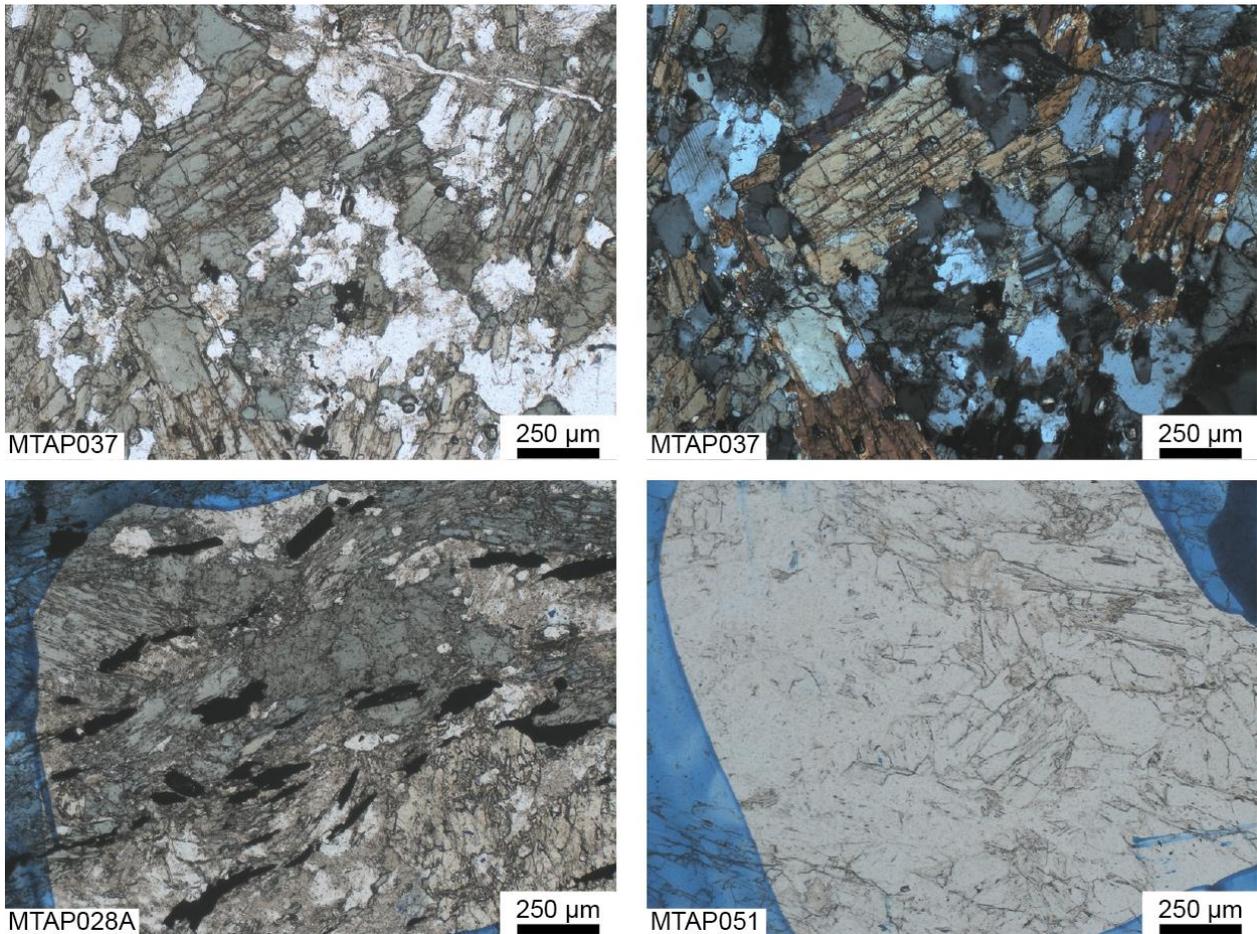


Illustration 21 : Photographies représentatives au microscope optique des échantillons d'amphibolites MTAP028A, MTAP037 et MTAP051, caisson [349].

Remarque (MTAP028A) :

- Aucune serpentine n'a été observée dans cette lame mince.
- Des amphiboles sont présentes dans cette lame mince. Ces amphiboles n'ont ni la composition chimique (ferro-tschemakite) de l'une ou l'autre des cinq amphiboles réglementées au titre de l'amiante, ni les caractéristiques dimensionnelles des fibres asbestiformes au sens de l'EPA (1993).
- Conclusion : Échantillon **non amiantifère**.

Remarque (MTAP028B) :

- Aucune serpentine n'a été observée dans cette lame mince.
- Des amphiboles sont présentes dans cette lame mince. Aucune analyse n'a été réalisée à la microsonde électronique mais les caractéristiques optiques de ces amphiboles semblent correspondre davantage à des tschemakites qu'à l'une ou l'autre des cinq amphiboles réglementées au titre de l'amiante. De plus, elles ne présentent ni les caractéristiques dimensionnelles des fibres asbestiformes au sens de l'EPA (1992) ni celles des fibres inhalables au sens de l'OMS.
- Conclusion : Échantillon **non amiantifère**.

Remarque (MTAP028C) :

- Aucune serpentine n'a été observée dans cette lame mince.
- Des amphiboles sont présentes dans cette lame mince. Aucune analyse n'a été réalisée à la microsonde électronique mais les caractéristiques optiques de ces amphiboles semblent correspondre davantage à des tschemakites qu'à l'une ou l'autre des cinq amphiboles réglementées au titre de l'amiante. De plus, elles ne présentent ni les

caractéristiques dimensionnelles des fibres asbestiformes au sens de l'EPA (1992) ni celles des fibres inhalables au sens de l'OMS.

- *Conclusion : Échantillon **non amiantifère**.*

Remarque (MTAP037) :

- *Aucune serpentine n'a été observée dans cette lame mince.*
- *Des amphiboles sont présentes dans cette lame mince. Ces amphiboles n'ont ni la composition chimique (magnésio-ferri-hornblende, magnésio-hornblende) de l'une ou l'autre des cinq amphiboles réglementées au titre de l'amiante, ni les caractéristiques dimensionnelles des fibres asbestiformes au sens de l'EPA (1993).*
- *Conclusion : Échantillon **non amiantifère**.*

L'échantillon **MTAP051** est une amphibolite massive. On y trouve essentiellement de l'amphibole, du plagioclase saussurité et du quartz.

Remarque (MTAP051) :

- *Aucune serpentine n'a été observée dans cette lame mince.*
- *Des amphiboles sont présentes dans cette lame mince. Ces amphiboles n'ont ni la composition chimique (magnésio-hornblende) de l'une ou l'autre des cinq amphiboles réglementées au titre de l'amiante, ni les caractéristiques dimensionnelles des fibres asbestiformes au sens de l'EPA (1993).*
- *Conclusion : Échantillon **non amiantifère**.*

3.3.4. Collobriérite [393] MTAP033, MTAP034

Terrain

Sur le terrain, la collobriérite est difficilement observable. Plusieurs localités ont été visitées avant de pouvoir l'observer. La localité **MTAP033** dans le vallon de la Gayouflière draine les localités MTAP022 et MTAP023 où nous n'avons pas trouvé la collobriérite. Nous avons ici trouvé une volante de grenatite (Illustration 22). Ce faciès est souvent décrit aux alentours des niveaux de collobriérite sensu stricto. La localité **MTAP034** permet d'observer les débris de la mine de 4 chemins dans le vallon de Vaubarnier où plusieurs tentatives d'exploitation de la collobriérite comme minerai de fer ont été tentées (Lacroix, 1917). Il est à noter que cet auteur décrit des fibres asbestiformes de grunérite dans des veinules. Ces veinules n'ont pu être observées. L'entrée de l'ancienne mine se trouve dans une chênaie, environ 70 m au nord du chemin qui part du lieu-dit les quatre chemins (Illustration 22). L'ancienne galerie est rebouchée par un éboulement rocheux. L'entrée se trouve dans les micaschistes à grenat que l'on trouve dans les environs (MTAP026). Les débris autour de la mine sont constitués de roches très denses qui renferment du grenat, de la magnétite et une amphibole blanchâtre précédemment identifiée comme de la grunérite. Ces cristaux sont prismatiques à aciculaires à la loupe.



Illustration 22 : Vues représentatives des points d'affleurements du caisson [393].

Analyses

L'échantillon **MTAP033** correspond à une grenatite. Ce faciès montre essentiellement des grenats imbriqués. On trouve de nombreuses inclusions de quartz. On observe également de la chlorite aux interfaces entre les cristaux de grenat ainsi que dans des fentes tardives. L'apatite est présente en inclusions dans le grenat.

Remarque (MTAP033) :

- Aucune serpentine n'a été observée dans cette lame mince.
- Aucune amphibole n'a été observée dans cette lame mince.
- Conclusion : Échantillon **non amiantifère**.

Les échantillons MTAP034A, MTAP034B, MTAP034C correspondent à différents faciès de collobriérite (Illustration 23). On y trouve du grenat, de la magnétite, parfois du quartz et de la chlorite. Une amphibole dont les caractéristiques optiques correspondent à de la grunérite est également présente. Elle est parfois prismatique parfois en amas de fibres très fines. L'imagerie en électrons rétrodiffusés montre que les amphiboles sont parfois intercalées avec des chlorites. Ces images révèlent également que la grunérite forme des particules minérales allongées (Illustration 24) avec un très fort rapport longueur / diamètre (> 20). Les morphologies ne s'apparentent pas strictement en revanche à celles requises par l'EPA (1993) pour définir des fibres asbestiformes (Illustration 25).

Pas identifié de structures anbs (entremêlées, certaines fibres répondent critère EPA mais pas organisées en faisceaux, etc)

Remarque (MTAP034A) :

- *Aucune serpentine n'a été observée dans cette lame mince.*
- *Des amphiboles sont présentes dans cette lame mince. Leur composition chimique (grunérite) correspond à l'une des cinq espèces d'amphiboles réglementées au titre de l'amiante mais leurs caractéristiques dimensionnelles ne sont pas celles des fibres asbestiformes au sens de l'EPA (1993).*
- *Conclusion : Échantillon **non amiantifère** mais susceptible de libérer des fragments de clivages d'amphibole (grunérite) en cas d'agression mécanique. Ces fragments de clivages sont susceptibles de correspondre à des fibres inhalables au sens de l'OMS et être assimilés à des fibres d'amiante.*

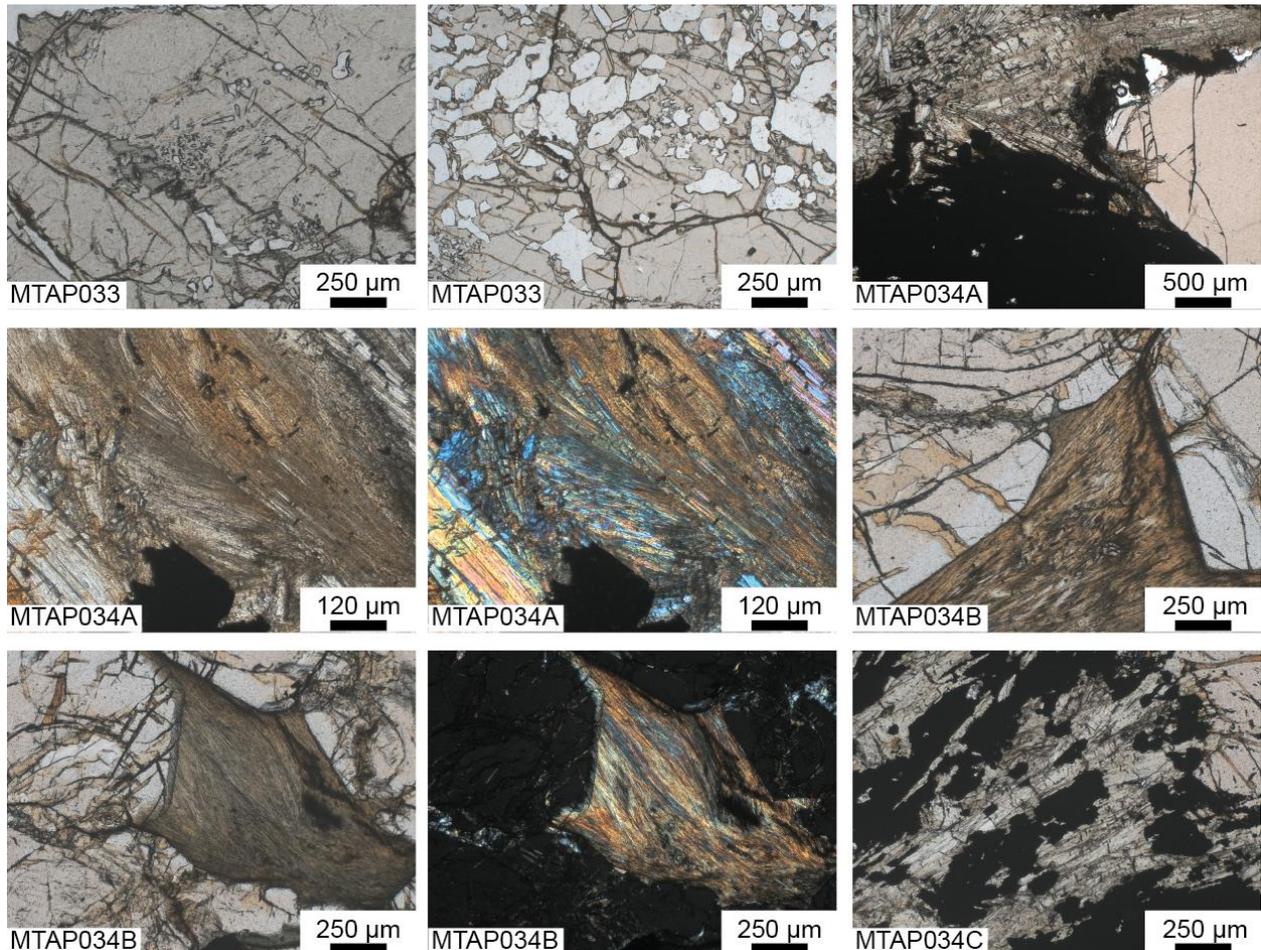


Illustration 23 : Photographies représentatives au microscope optique des échantillons de collobriérite, caisson [393].

Remarque (MTAP034B) :

- *Aucune serpentine n'a été observée dans cette lame mince.*
- *Des amphiboles sont présentes dans cette lame mince. Leur composition chimique (grunérite) correspond à l'une des cinq espèces d'amphiboles réglementées au titre de l'amiante mais leurs caractéristiques dimensionnelles ne sont pas celles des fibres asbestiformes au sens de l'EPA (1993).*
- *Conclusion : Échantillon **non amiantifère** mais susceptible de libérer des fragments de clivages d'amphibole (grunérite) en cas d'agression mécanique. Ces fragments de clivages sont susceptibles de correspondre à des fibres inhalables au sens de l'OMS et être assimilés à des fibres d'amiante.*

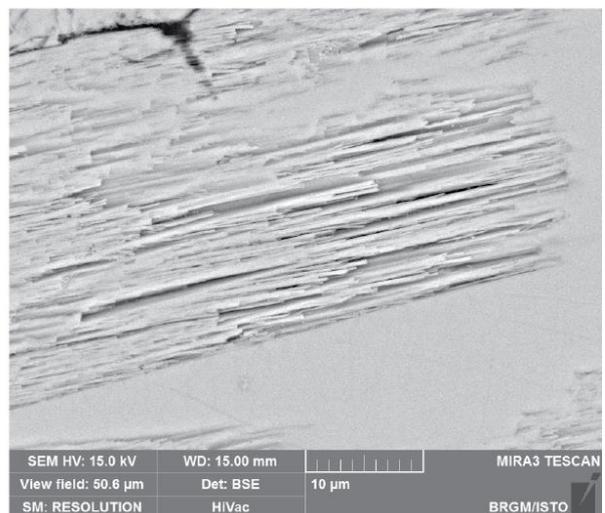
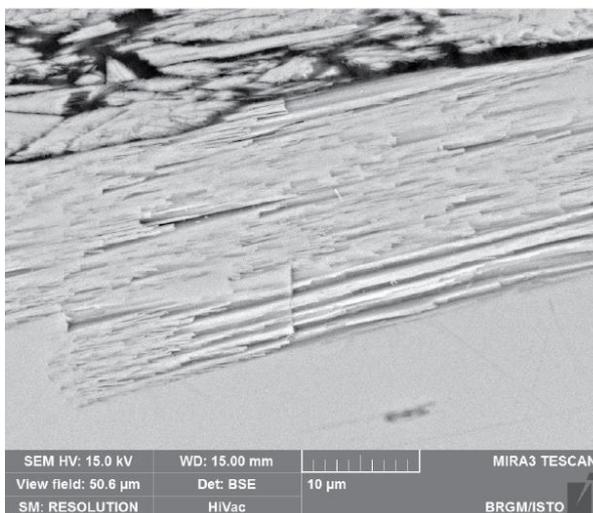
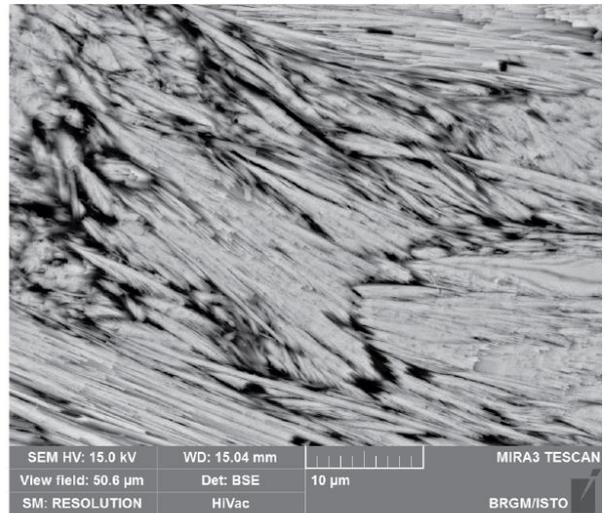
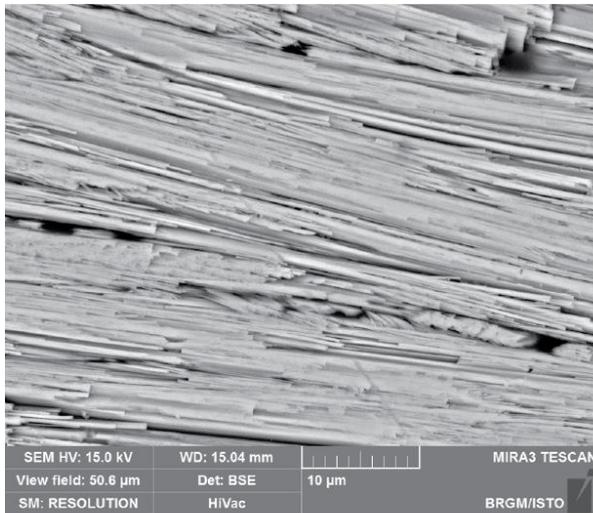
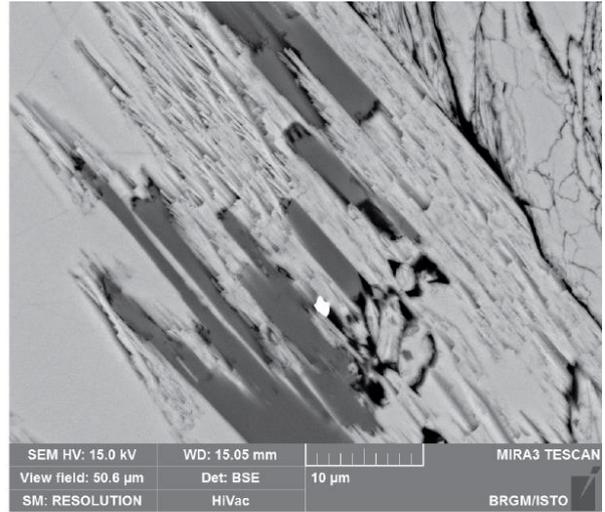
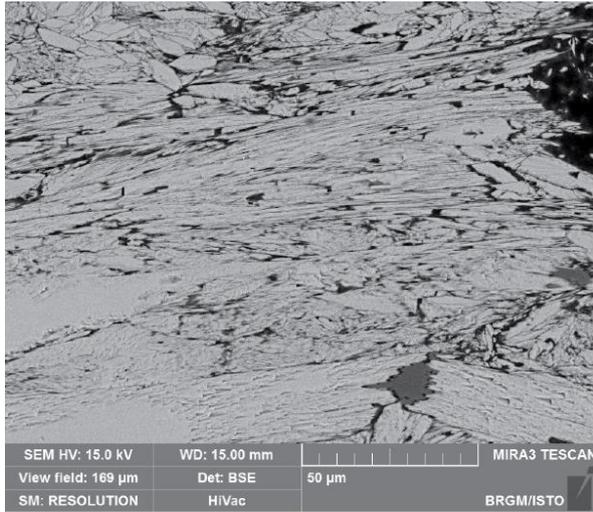


Illustration 24 : Images en électrons rétrodiffusés de fragments de clivages de grunerite dans l'échantillon MTAP034A, caisson [393].

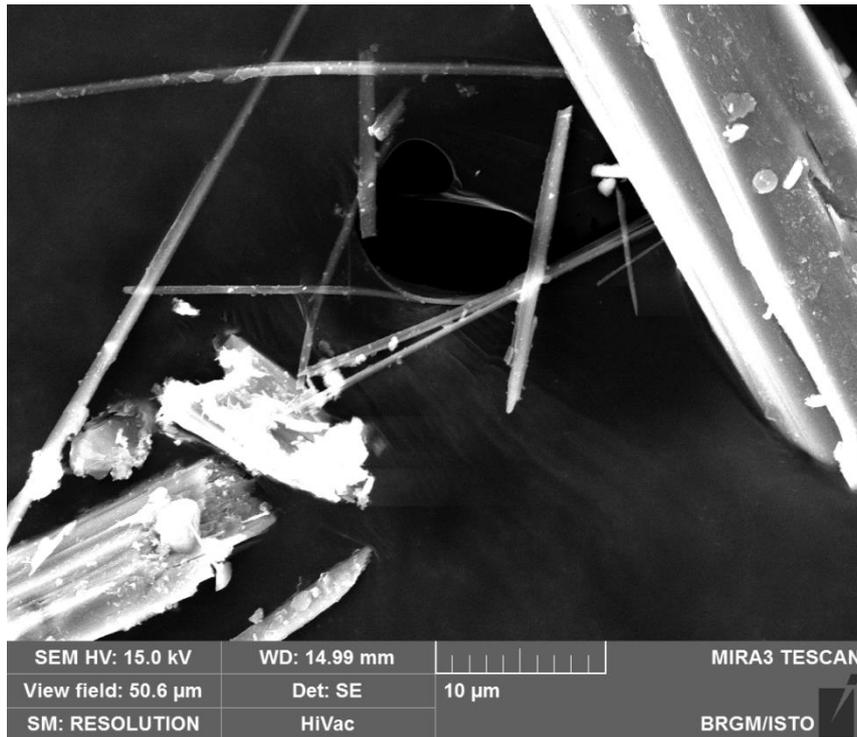


Illustration 25 : Image en électrons secondaires de particules de grunérite (échantillon MTAP034A). On note le fort rapport longueur/diamètre (> 20). Les morphologies sont en revanche non conformes aux spécifications des fibres asbestiformes au sens de l'EPA (1993).

3.3.5. Amphibolites à reliques éclogitiques [325] (MTAP042, MTAP058) et amphibolites [274] (MTAP056)

Terrain

Les amphibolites à reliques éclogitiques et les amphibolites se trouvent dans les gneiss de la région de Saint-Tropez / Sainte-Maxime. On les trouve par exemple à l'extrémité nord de la plage de Tahiti. À l'affleurement, elles sont massives et sombres. Quand elle est présente, la foliation est concordante avec celle des gneiss ou des micaschistes encaissants (**MTAP042**). On distingue bien les grenats, parfois entourés d'une auréole claire qui remplace parfois totalement le grenat (plagioclase probable, **MTAP042**, **MTAP056**, **MTAP058** ; Illustration 26). Elles sont constituées d'une amphibole sombre, prismatique. Ces roches ne montrent pas de métamorphisme rétrograde en-dessous du faciès des amphibolites et sont très peu altérées.



Illustration 26 : Vues représentatives des localités visitées appartenant aux caissons [274] et [325].

Analyses

Les lames **MTAP042** et **MTAP056** montrent des amphibolites composées majoritairement d'amphibole vert-brun, de plagioclase, de quartz, d'ilménite, de sphène et de rutile (Illustration 27). La proportion de grenat, épidote et clinopyroxène est variable d'un échantillon à l'autre. Ce sont ces trois dernières phases et plus particulièrement le grenat et le clinopyroxène qui sont interprétées comme des reliques éclogitiques. Dans la lame **MTAP056**, le grenat contient de nombreuses inclusions (quartz, amphibole). Le sphène forme des couronnes autour de l'ilménite ou du rutile qu'il remplace parfois totalement. Le plagioclase est parfois saussuritisé. La foliation est marquée par l'alignement des amphiboles. Les amphiboles ne montrent pas de signes d'altération et sont prismatiques.

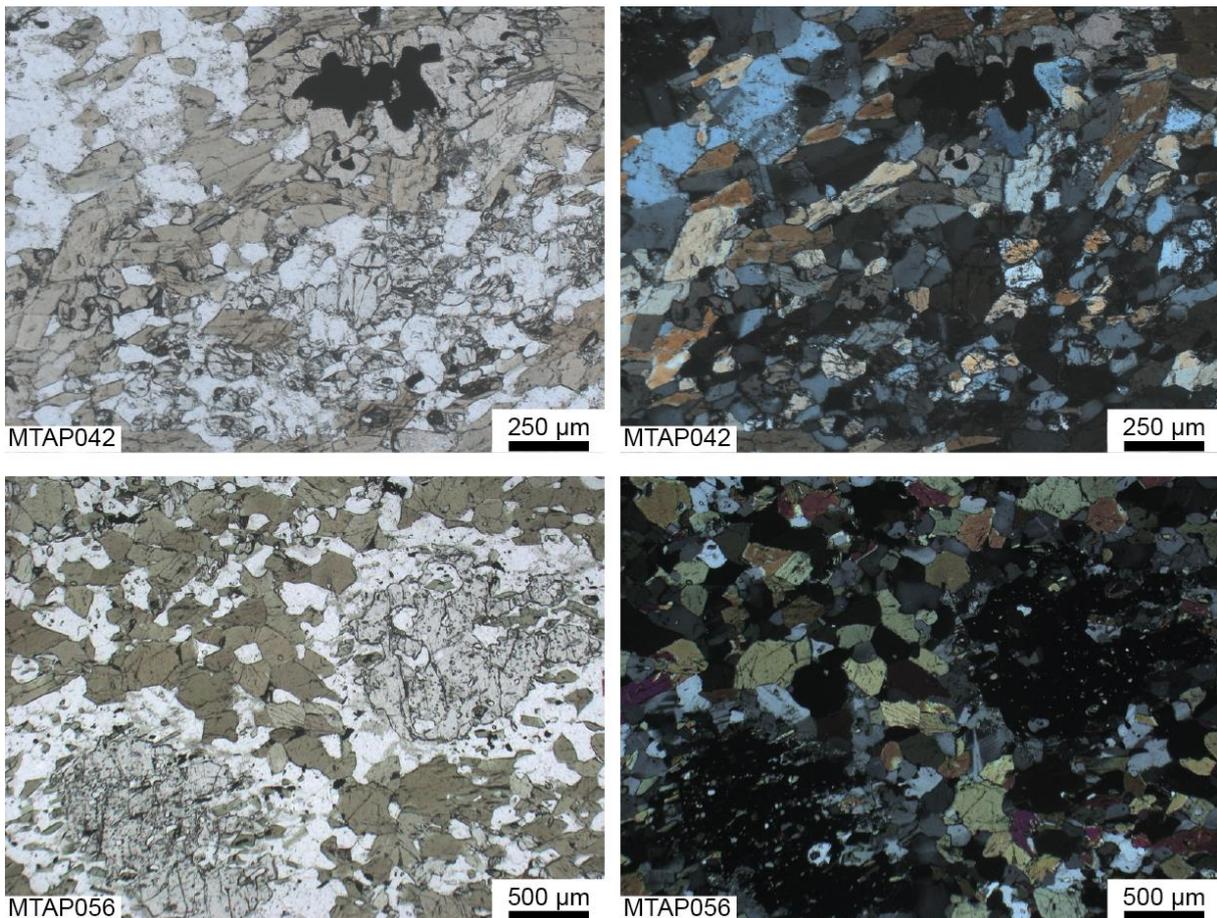


Illustration 27 : Photographies représentatives au microscope optique des échantillons MTAP042 et MTAP056, appartenant aux caissons [274] et [325].

Remarque (MTAP042) :

- Aucune serpentine n'a été observée dans cette lame mince.
- Des amphiboles sont présentes dans cette lame mince. Ces amphiboles n'ont ni la composition chimique (magnésio-hornblende, ferro-pargasite) de l'une ou l'autre des cinq amphiboles réglementées au titre de l'amiante, ni les caractéristiques dimensionnelles des fibres asbestiformes au sens de l'EPA (1993).
- Conclusion : Échantillon **non amiantifère**.

Remarque (MTAP056) :

- Aucune serpentine n'a été observée dans cette lame mince.

- Des amphiboles sont présentes dans cette lame mince. Ces amphiboles n'ont ni la composition chimique (magnésio-hornblende, magnésio-ferri-hornblende) de l'une ou l'autre des cinq amphiboles réglementées au titre de l'amiante, ni les caractéristiques dimensionnelles des fibres asbestiformes au sens de l'EPA (1993).
- Conclusion : Échantillon **non amiantifère**.

3.3.6. Cipolins et gneiss à silicates calciques [326] MTAP059, MTAP073

Terrain

Sur le terrain, on retrouve des bancs métriques à pluri-métriques de cipolins et/ou de gneiss à silicates calciques intercalés dans des gneiss plagioclasiques (MTAP059) ou des gneiss à sillimanite (MTAP073). Les affleurements naturels sur les bords du lac de l'Avellan (MTAP059) permettent d'observer les relations entre les deux lithologies, ici intimement mélangées (Illustration 28). Non loin de la piste du Vernet (MTAP073), les relations de terrain sont plus difficiles à établir, mais les gneiss à silicates calciques forment des niveaux compétents qui affleurent dans les pentes. Les cipolins renferment des lentilles de gneiss parfois à diopside ou amphibole verte.



Illustration 28 : Vues représentatives des localités visitées appartenant au caisson [326].

Analyses

Au microscope, les deux échantillons prélevés pour réalisation de lames mince montrent les deux faciès du caisson (Illustration 29). La lame MTAP059 est un marbre impur avec quelques occurrences de quartz. La lame mince MTAP073 est un gneiss essentiellement constitué de

quartz et de feldspath. On trouve également des amas d'amphiboles relativement fins et des sphères. Les amphiboles présentent des morphologies aciculaires à fibreuses. Les analyses au MEB révèlent des fibres dont la composition (actinolite), les dimensions et la morphologie sont compatibles avec la définition des fibres asbestiformes au sens de l'EPA (1993) (Illustration 30).

Remarque (MTAP059) :

- Aucune serpentine n'a été observée dans cette lame mince.
- Aucune amphibole n'a été observée dans cette lame mince.
- Conclusion : Échantillon **non amiantifère**.

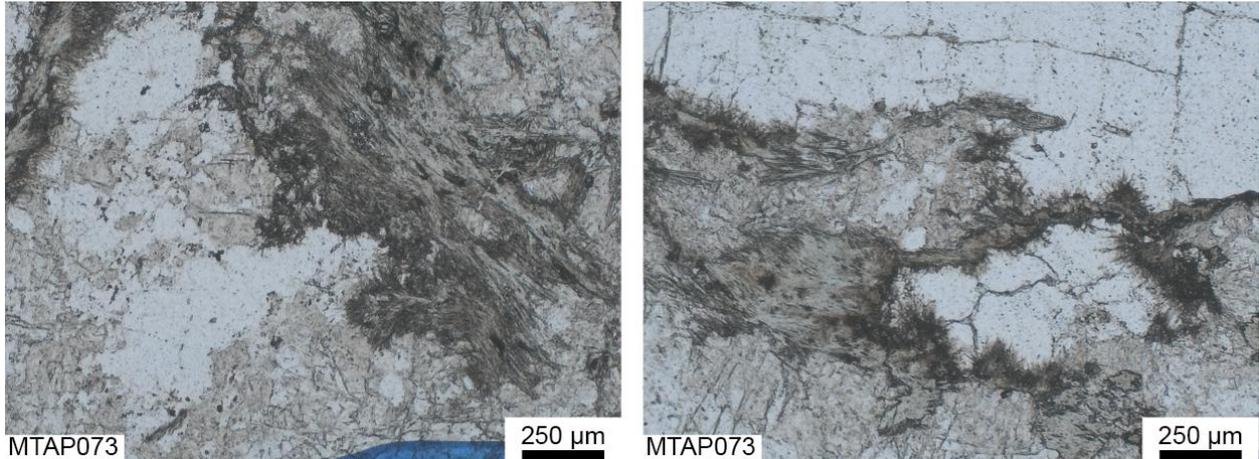


Illustration 29 : Photographies représentatives au microscope optique de l'échantillon MTAP073, caisson [326].

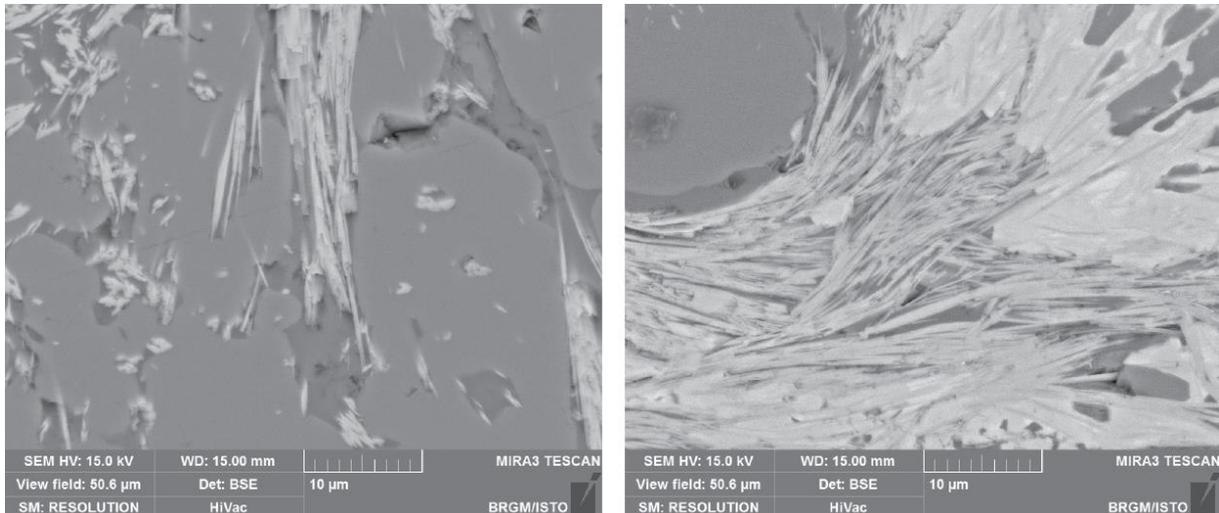


Illustration 30 : Images en électrons rétrodiffusés de fragments de clivages d'actinolite et de fibres d'actinolite-amiante (à droite) dans l'échantillon MTAP073, caisson [326].

Remarque (MTAP073) :

- Aucune serpentine n'a été observée dans cette lame mince.
- Des amphiboles sont présentes dans cette lame mince. Leur composition chimique (actinolite) correspond à l'une ou l'autre des cinq espèces d'amphiboles réglementées au titre de l'amiante et leurs caractéristiques dimensionnelles sont celles des fibres asbestiformes au sens de l'EPA (1993), du moins pour une fraction d'entre-elles.
- Conclusion : Échantillon **amiantifère (actinolite-amiante)**.

3.4. LES FORMATIONS DE NIVEAU DE SUSCEPTIBILITÉ PRÉVISIONNEL « FAIBLE »

Dans la zone d'étude, 24 formations ont reçu un niveau de susceptibilité prévisionnel de niveau « faible ». La liste des formations et les points d'affleurement de celles qui ont été visités se trouvent dans le Tableau 6. Ces formations sont de natures diverses. On trouve des formations :

- (i) volcaniques à chimisme acide comme des rhyolites [248] (et les différentes sous divisions qui ont été faites, [257,288,289,291,294,295,298] pour l'essentiel dans le massif du Tanneron),
- (ii) volcaniques à chimisme basique comme des basaltes [254], et les différentes sous divisions qui ont pu être faites comme les caissons [256,299,301,305,306,309,310,311,312,313,378],
- (iii) des roches magmatiques comme la Tonalite de Prignonet et de Fontcounille [355]),
- (iv) appartenant à des séries métasédimentaires (sous division de la série du cap Sicié, ou des Maures, caissons [362, 373, 375]).

Toutes les formations citées n'ont pas été visitées de par leur nature très similaire ou de par leur faible représentation sur les cartes. Certaines se trouvent également dans des zones qui sont maintenant urbanisées et par conséquent peu accessibles (propriétés privées).

Code	Notation	Description	Niveau de susceptibilité prévisionnel	Affleurement
248	hó	Rhyolite	2	MTAP048, MTAP049, MTAP050, MTAP055
254	â	Basaltes	2	MTAP006, MTAP007, MTAP014, MTAP040, MTAP041
257	ró	Brèches rhyolitiques	2	non visité
287	12ó	Rhyolite fluidale (= pyroméride), à sphérophyses	2	non visité
288	11ó	Rhyolite fluidale (= pyroméride), aphyrique à sphérolites	2	MTAP057
289	10ó	Piperno rhyolitique à nombreuses flammes	2	non visité
291	8ó	Coulée de rhyolite	2	non visité
294	6ó	Filons et lambeaux de coulée de rhyolite fluidale, à faciès d'agglomérat	2	non visité
295	5ó	Coulée de rhyolite ignimbritique	2	MTAP066, MTAP068, MTAP071
298	ó	Filons de rhyolite aphyrique sans position stratigraphique définie	2	non visité
299	4H	Lambeaux de coulée d'hawaïite à labrador	2	non visité
301	3áM	Coulée de mugéarite	2	non visité
305	1ä	Coulée de basalte doléritique (Formation d'Ambon)	2	MTAP067, MTAP069, MTAP070
306	1â3-br	Coulée de basalte calco-alcalin et brèches volcaniques (Formation de l'Avellan)	2	MTAP060
309	4 F	Filon de Trachy-dolérite (Formation des Pradineaux)	2	non visité
310	3 F	Filon de dolérite	2	MTAP072
311	2 F	Filon-couche de basalte doléritique (Formation d'Ambon)	2	non visité
312	1 F	Filon de basalte doléritique (Formation d'Ambon)	2	MTAP061
313	F-â	Filons et autres roches basiques indifférenciés et non situés stratigraphiquement	2	non visité
355	ë2	Tonalites de Prignonet et de Fontcounille	2	MTAP062, MTAP063, MTAP064, MTAP065
362	xlp	Phtanites (Série des Maures - Groupe du Fenouillet)	2	non visité
373	Tá	Tufs basiques métamorphiques (Série du Cap Sicié)	2	non visité
375	x1	Schistes verts (Série du Cap Sicié)	2	MTAP001, MTAP002, MTAP003, MTAP004, MTAP005
378	Eâ2	Éboulis à éléments basaltiques (terrains volcaniques)	2	non visité

Tableau 6 : Affleurements visités correspondant aux formations géologiques des massifs des Maures et du Tanneron Var affectées d'un niveau de susceptibilité prévisionnel « faible ».

3.4.1. Schistes verts (Série du Cap Sicié) [375] MTAP001, MTAP002, MTAP003, MTAP004, MTAP005.

Terrain

Sur le terrain, nous avons visité des affleurements pour l'essentiel de bord de route (Illustration 31). On observe des schistes chloriteux, avec une foliation (S1) bien marquée, parfois reprise par une seconde phase de déformation (S2, crénulation). On retrouve quelques variations lithologiques, avec un matériel tantôt plus micacé, tantôt plus riche en quartz.



Illustration 31 : Vues représentatives des affleurements du caisson [375].

Analyses

Au microscope, l'échantillon MTAP004 correspond à une phyllite. L'analyse de la lame mince montre, essentiellement du mica blanc et du quartz (Illustration 32). On observe un plan de schistosité bien défini, et quelques veines de quartz perpendiculaires à la schistosité.

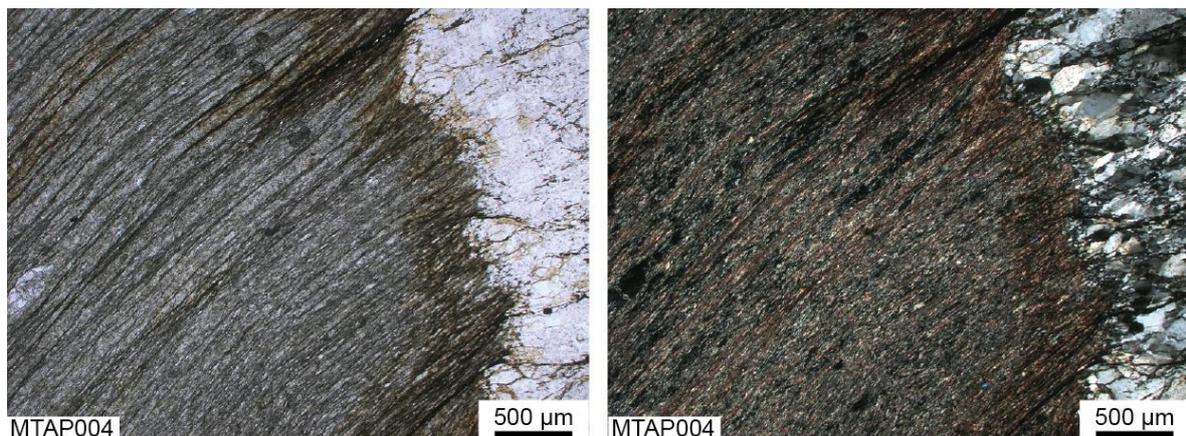


Illustration 32 : Photographies représentatives au microscope optique de l'échantillon MTAP004, caisson [375].

Remarque(MTAP004) :

- Aucune amphibole n'a été observée dans cette lame mince.
- Aucune serpentine n'a été observée dans cette lame mince.
- Conclusion : Échantillon non amiantifère.

3.4.2. Basaltes [254] MTAP006, MTAP007, MTAP014, MTAP040

Terrain

Sur le terrain, nous avons observé les basaltes en plusieurs localités. Les basaltes d'Évenos (MTAP006, MTAP007, probablement du Pliocène) forment un promontoire rocheux sur lequel est construit le village d'Évenos. On trouve de nombreux affleurements dans le village (Illustration 33). Ces basaltes sont probablement analogues à ceux de Maravielle (MTAP040) que nous avons observé au Cap du Pinet (Saint-Tropez) le long de la côte (Illustration 33). Sur le terrain, on observe un basalte à phénocristaux d'olivine, soit en coulées sub-horizontales (Évenos) soit en filons dans les gneiss du socle (Cap du Pinet). Les filons du Cap du Pinet montrent une texture subvolcanique, avec peu de cristaux facilement identifiables (plagioclase).

Les basaltes de la Colle Noire sont intercalés dans les séries sédimentaires du Permien. Au niveau de la localité où nous les avons observés (plage de Coupereau), ils sont, intimement liés avec les sédiments et forment des coulées ou des coulées bréchifiées dans la stratification (Illustration 33). On observe le plagioclase (probablement rétomorphosé) en cristaux visibles à l'œil nu. L'olivine est rare et altérée.



Illustration 33 : Vues de terrain représentatives des affleurements du caisson [254].

Analyses

Les lames minces **MTAP006** et **MTAP007** montrent un basalte microlithique porphyrique à olivine (Illustration 34). La matrice est faite de fins cristaux de feldspath plagioclase, de clinopyroxène et d'ilménite. Ce basalte montre également des vacuoles. Les cristaux d'olivine sont iddingsitisés (altération de l'olivine par des agrégats cryptocristallins rougeâtre).

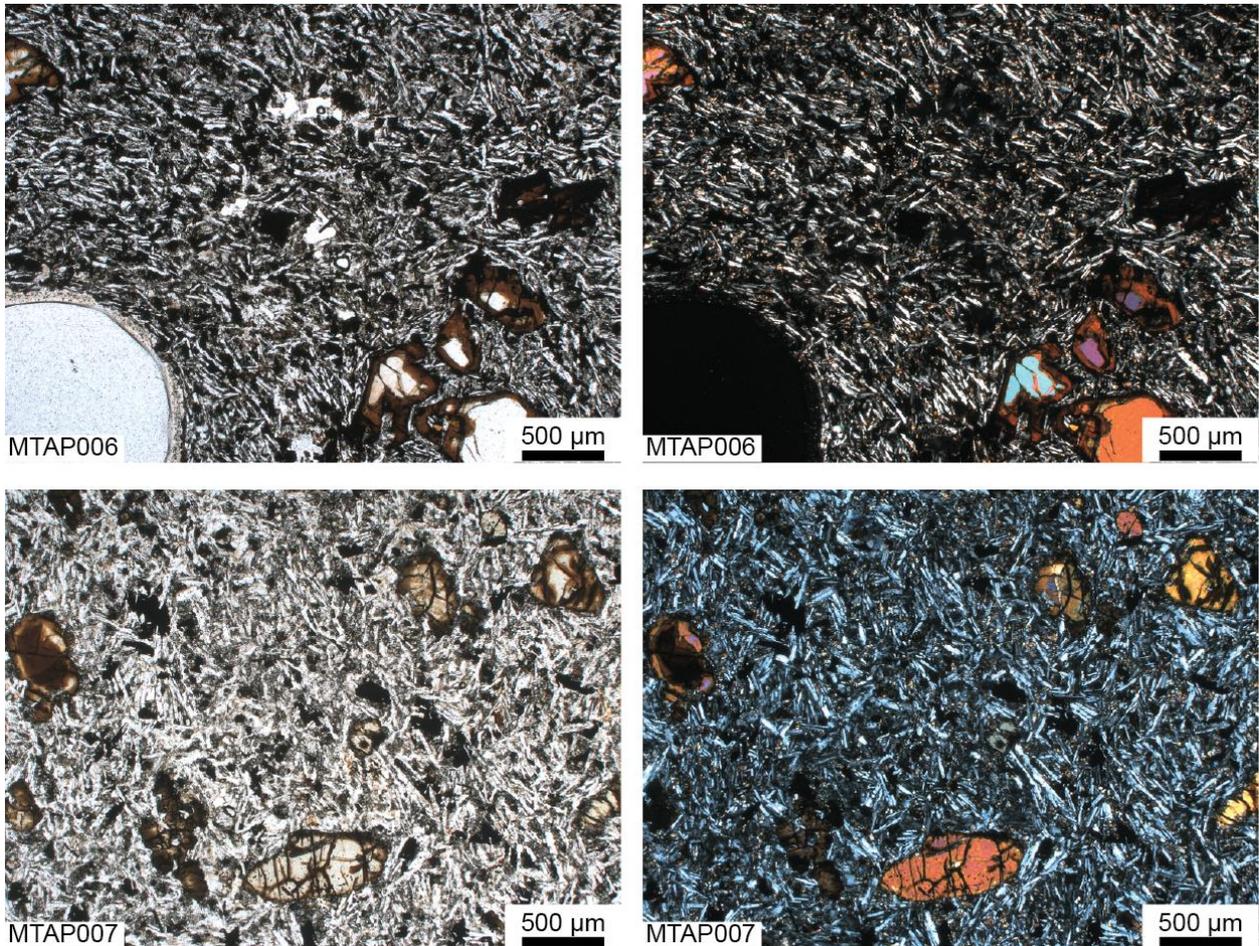


Illustration 34 : Photographies représentatives au microscope optique des échantillons MTAP006 et MTAP007, caisson [254].

Remarque (**MTAP006**) :

- Aucune amphibole n'a été observée dans cette lame mince.
- Aucune amphibole n'a été observée dans cette lame mince.
- Conclusion : Échantillon non amiantifère.

Remarque (**MTAP007**) :

- Aucune amphibole n'a été observée dans cette lame mince.
- Aucune amphibole n'a été observée dans cette lame mince.
- Conclusion : Échantillon non amiantifère.

L'échantillon **MTAP014** montre un basalte à olivine fortement altéré (Illustration 35). Les cristaux d'olivine sont iddingsitisés. Le plagioclase d'origine est complètement altéré et n'est identifiable qu'en terme de texture. On observe des minéraux opaques (hématite) et de la calcite.

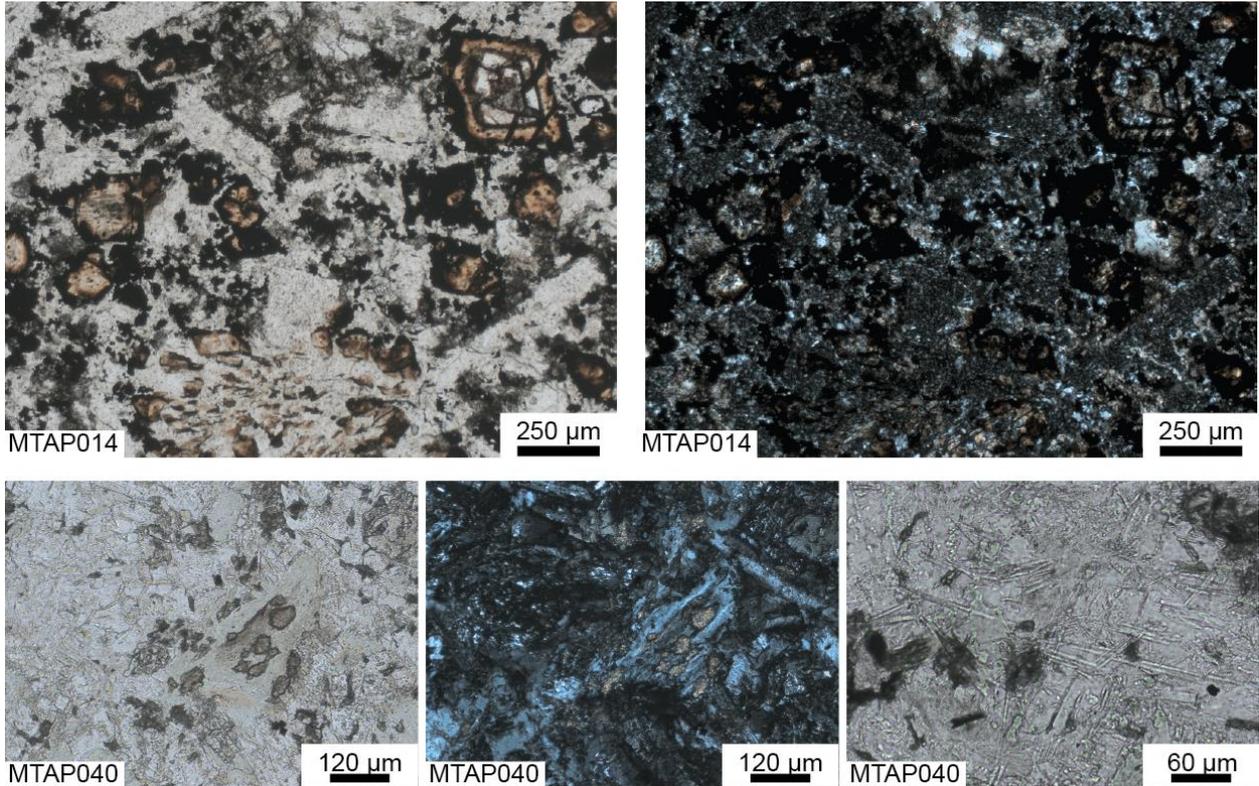


Illustration 35 : Photographies représentatives au microscope optique des échantillons MTAP014 et MTAP040, caisson [254].

Remarque (MTAP014) :

- Aucune amphibole n'a été observée dans cette lame mince.
- Aucune amphibole n'a été observée dans cette lame mince.
- Conclusion : Échantillon non amiantifère.

L'échantillon **MTAP040** montre un basalte à texture subvolcanique (Illustration 35). On distingue de grandes lattes de feldspath plagioclase et des cristaux de pyroxène qui correspondent à la paragenèse primaire. La paragenèse secondaire est caractérisée par de la chlorite, du sphène et le développement de fins agrégats d'albite et de micas blancs en remplacement des plagioclases. On note également des cristaux d'apatite relativement aciculaires (Illustration 35).

Remarque (MTAP040) :

- Aucune serpentine n'a été observée dans cette lame mince.
- Aucune amphibole n'a été observée dans cette lame mince.
- Conclusion : Échantillon non amiantifère.

3.4.4. Rhyolite [248] MTAP048, MTAP049, MTAP050, MTAP055

Terrain

Cette formation a été expertisée sur des affleurements naturels et de bord de route. On observe une roche claire, parfois rougeâtre, dans laquelle on distingue bien des cristaux de feldspaths (plagioclases *et alcalins*), de quartz et de biotite (Illustration 36). Aucune amphibole n'est observable à l'affleurement.



MTAP048



MTAP055



MTAP050



MTAP050

Illustration 36 : Vues de terrain représentatives des affleurements du caisson [248].

Analyses

En lame mince, les rhyolites **MTAP048** et **MTAP055** montrent une roche volcanique à phénocristaux de feldspaths et de quartz (Illustration 37). La mésostase est parfois abondante (MTAP048) ou parfois quasi inexistante (MTAP055). De manière générale, seul le quartz est bien préservé. On observe de la biotite, qui est systématiquement chloritisée et quelques minéraux opaques (ilménite probable). On note de rares cristaux de muscovite et quelques zircons.

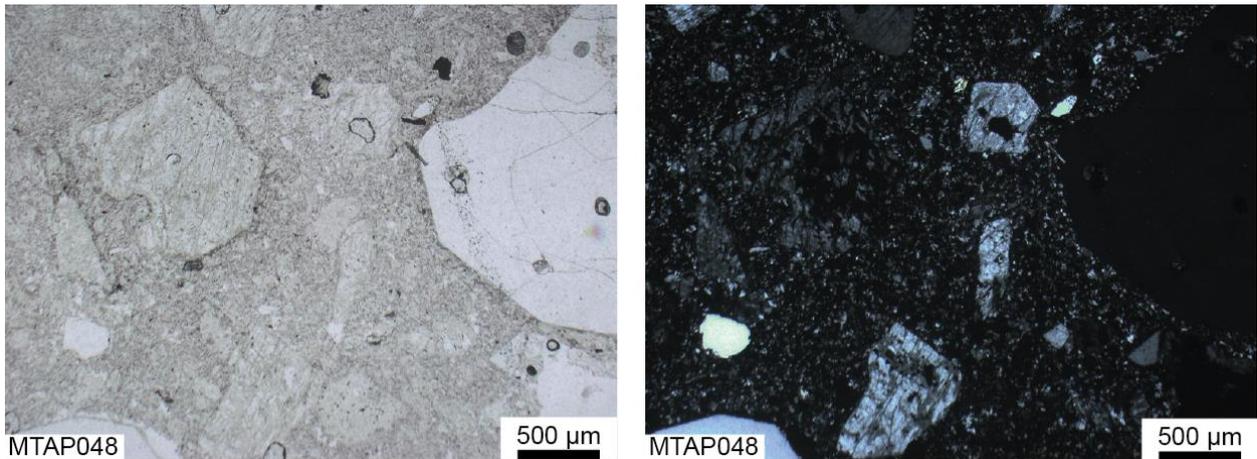


Illustration 37 : Photographies représentatives au microscope optique des échantillons MTAP048 et MTAP055, caisson [254].

Remarque (MTAP048) :

- Aucune amphibole n'a été observée dans cette lame mince.
- Aucune amphibole n'a été observée dans cette lame mince.
- Conclusion : Échantillon non amiantifère.

Remarque (MTAP055) :

- Aucune amphibole n'a été observée dans cette lame mince.
- Aucune amphibole n'a été observée dans cette lame mince.
- Conclusion : Échantillon non amiantifère.

3.4.5. Rhyolite fluidale (= pyroméride), aphyrique à sphérolites [288], MTAP057

Terrain

Ces roches, observées sur un affleurement de bord de route montrent une stratification. La roche est brune en surface, blanche en cassure fraîche (Illustration 38). On distingue du quartz et du feldspath dans une mésostase qui constitue plus de 90 % de la roche. À l'affleurement, il est possible de voir des minéraux verts indéterminés.



Illustration 38 : Vue de l'affleurement MTAP057, caisson [288].

Analyses

Sous le microscope, on observe une roche dont la texture montre une certaine fluidalité, certains niveaux montrant des plis (Illustration 39). L'essentiel des phénocristaux est composé de quartz. On note quelques minéraux opaques. Les minéraux verts observés à l'affleurement sont des chlorites.



Illustration 39 : Photographie représentative au microscope optique de l'échantillon MTAP057, caisson [288].

Remarque (MTAP057) :

- Aucune amphibole n'a été observée dans cette lame mince.
- Aucune amphibole n'a été observée dans cette lame mince.
- Conclusion : Échantillon non amiantifère.

3.4.6. Coulée de basalte doléritique (Formation d'Ambon) [305] MTAP067, MTAP069, MTAP070

Terrain

Ces coulées de basaltes ont été observées sous forme d'affleurements naturels ou de talus routiers. Les basaltes ont un aspect massif et une patine brune (Illustration 40). Il est possible d'observer sur les talus routiers la stratification de la coulée. En cassure fraîche, ces basaltes ont une texture volcanique typique avec une mésostase très fine et quelques cristaux d'olivine altérés (Illustration 40).



Illustration 40 : Vues de terrain des roches du caisson [305].

Analyses

Au microscope les échantillons **MTAP067** et **MTAP069** révèlent des roches à texture volcanique (Illustration 41). L'altération est globalement très forte. Le plagioclase est le minéral le plus facilement reconnaissable. On trouve de l'olivine très fortement iddingsitisée (il ne reste quasiment plus de parties fraîches). Les minéraux opaques sont un mélange d'ilménite et d'hématite. On trouve en plus de ces minéraux de la calcite et de la chlorite qui remplacent la mésostase. Dans l'échantillon MTAP067, on observe de nombreuses vacuoles qui sont remplies par du quartz, un minéral opaque et des phyllosilicates (argiles).

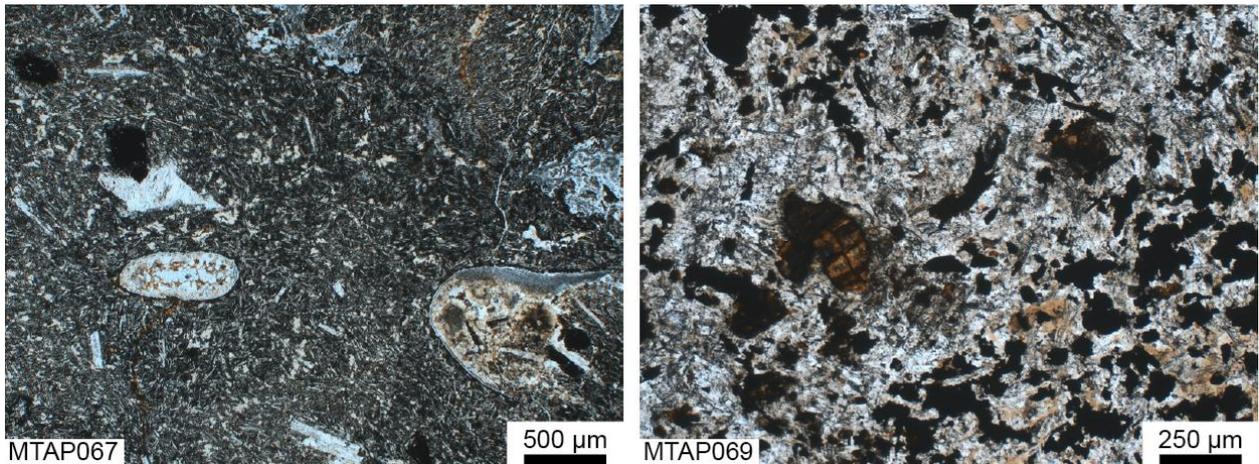


Illustration 41 : Photographies représentatives au microscope optique des échantillons MTAP067 et MTAP069, caisson [305].

Remarque (MTAP067) :

- Aucune amphibole n'a été observée dans cette lame mince.
- Aucune amphibole n'a été observée dans cette lame mince.
- Conclusion : Échantillon non amiantifère.

Remarque (MTAP069) :

- Aucune amphibole n'a été observée dans cette lame mince.
- Aucune amphibole n'a été observée dans cette lame mince.
- Conclusion : Échantillon non amiantifère.

3.4.7. Filon de basalte doléritique [312] MTAP061 (Formation d'Ambon)

Terrain

Vers le col du logis de Paris, on trouve le long de la piste un talus fait d'une roche à patine brune. La texture est microlithique avec des cristaux de plagioclase et d'olivine (altérée) relativement bien visibles à la loupe. La cassure fraîche montre essentiellement le feldspath et une mésostase très fine (Illustration 42).



Illustration 42 : Vues de terrain de l'affleurement MTAP061, caisson [312].

Analyse

Au microscope optique, on observe une roche subvolcanique à texture doléritique (Illustration 43). Le feldspath plagioclase et le l'orthopyroxène sont remarquablement bien préservés. On note quelques plages de chlorite secondaire, et de rares cristaux aciculaires d'apatite.

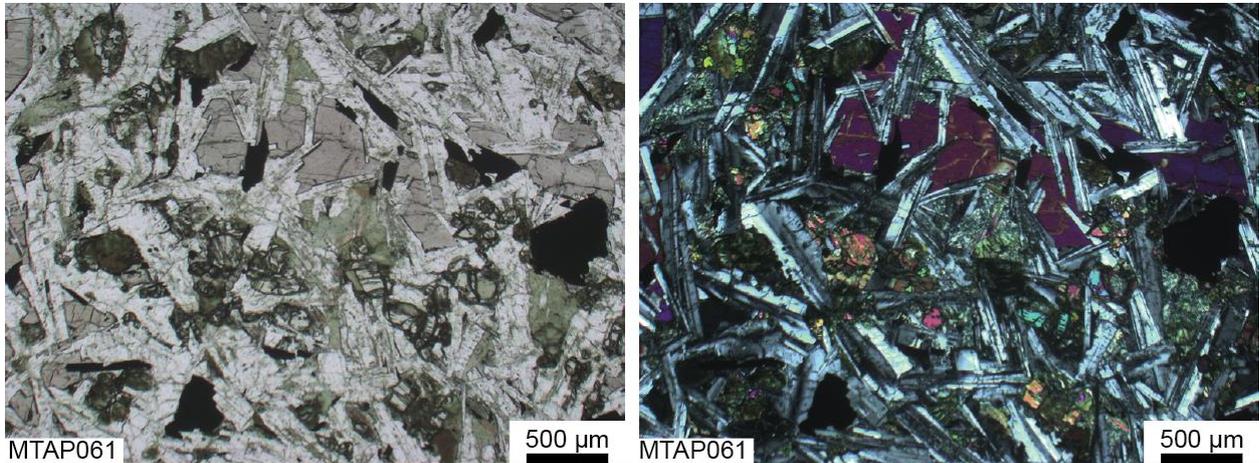


Illustration 43 : Photographies représentatives au microscope optique de l'échantillon MTAP061, caisson [305].

Remarque (MTAP061) :

- Aucune amphibole n'a été observée dans cette lame mince.
- Aucune amphibole n'a été observée dans cette lame mince.
- Conclusion : Échantillon non amiantifère.

3.4.8. Filon de dolérite [310] MTAP072

Terrain

En bord de ruisseau, en contrebas de l'A8, on remarque des roches sombres, à texture volcanique à subvolcanique, dans lesquelles il est possible d'observer du feldspath et de l'olivine (altérée) en phénocristaux (Illustration 44). On remarque également des vacuoles remplies de carbonates.



Illustration 44 : Vues de terrain de l'affleurement MTAP072, caisson [310].

Analyse

La lame MTAP072 montre un basalte à texture microlithique porphyrique. Les phénocristaux sont du feldspath plagioclase et de l'olivine iddingsitisée (Illustration 45). La mésostase est constituée de fines aiguilles de feldspath plagioclase ainsi que de phases d'altération (argiles / chlorites).

Remarque (**MTAP072**) :

- Aucune amphibole n'a été observée dans cette lame mince.
- Aucune amphibole n'a été observée dans cette lame mince.
- Conclusion : Échantillon non amiantifère.

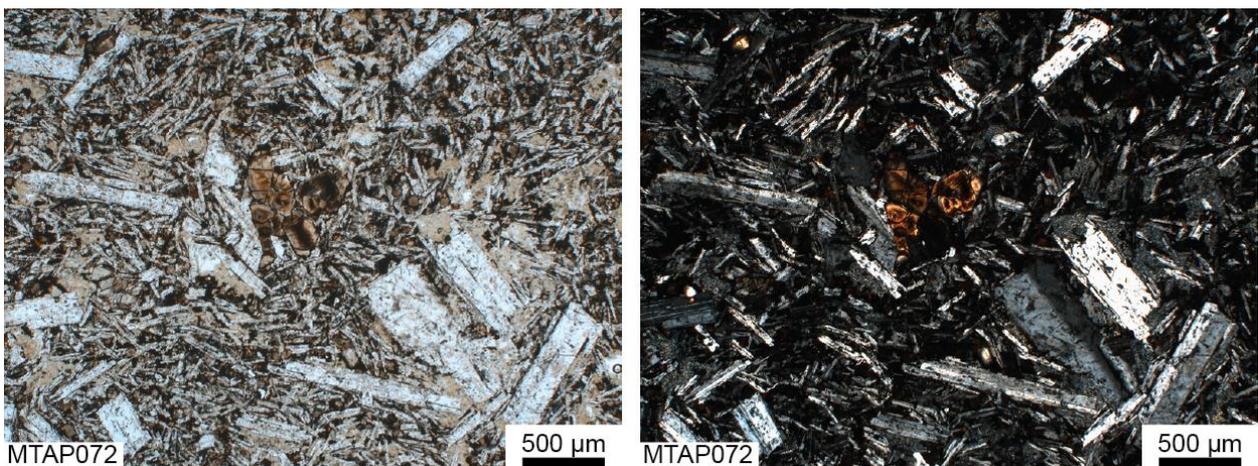


Illustration 45 : Photographies représentatives au microscope optique de l'échantillon MTAP072, caisson [310].

3.4.9. Coulée de basalte calco-alcalin et brèches volcaniques (Formation de l'Avellan) MTAP060 [306]

Terrain

Sur la piste qui contourne le lac de l'Avellan, on retrouve une coulée de matériel volcanique bréchiq ue (Illustration 46). Les fragments sont de taille variable (millimétriques à pluri-décimétriques). On observe une roche fine, dans laquelle il est possible de distinguer des cristaux de plagioclase.



Illustration 46 : Vue de terrain de l'affleurement MTAP060, caisson [306].

Analyses

En lame mince, l'échantillon MTAP060 montre un basalte à texture subvolcanique (Illustration 47). La roche est caractérisée par l'alignement des cristaux de feldspath plagioclase et la faible proportion de minéraux ferromagnésiens, qui sont le plus souvent des phases secondaires (chlorite en déstabilisation d'un ancien pyroxène ?).



Illustration 47 : Photographie représentative au microscope optique de l'échantillon MTAP060, caisson [306].

Remarque (MTAP060) :

- Aucune serpentine n'a été observée dans cette lame mince.
- Aucune amphibole n'a été observée dans cette lame mince.
- Conclusion : Échantillon non amiantifère.

3.4.10. Tonalites de Prignonet et de Fontcounille [355], MTAP062, MTAP063, MTAP064, MTAP065**Terrain**

Les tonalites ont été visitées en 4 localités, sous forme d'affleurements naturels (Illustration 48). On y observe à chaque fois une roche massive, grenue, ne montrant pas de déformation. La composition est à dominante quartzo-feldspathique avec de nombreux cristaux d'amphibole et de biotite.



Illustration 48 : Vues de terrain des affleurements MTAP062 et MTAP064, caisson [355].

Analyses

Les lames minces MTAP062 et MTAP064 montrent deux roches similaires. On y observe du quartz et du feldspath qui constituent la grande majorité de la roche (Illustration 49). On trouve également de la biotite plus ou moins altérée en chlorite ainsi qu'une amphibole. L'amphibole est verte et prismatique. On remarque des surcroissances d'une seconde amphibole verte dont les terminaisons sont parfois aciculaires (Illustration 50).

Remarque (MTAP064) :

- Aucune serpentine n'a été observée dans cette lame mince.
- Des amphiboles sont présentes dans cette lame mince. Ces amphiboles n'ont ni la composition chimique (magnésio-ferri-hornblende) de l'une ou l'autre des cinq amphiboles réglementées au titre de l'amiante, ni les caractéristiques dimensionnelles des fibres asbestiformes au sens de l'EPA (1993).
- Conclusion : Échantillon non amiantifère.

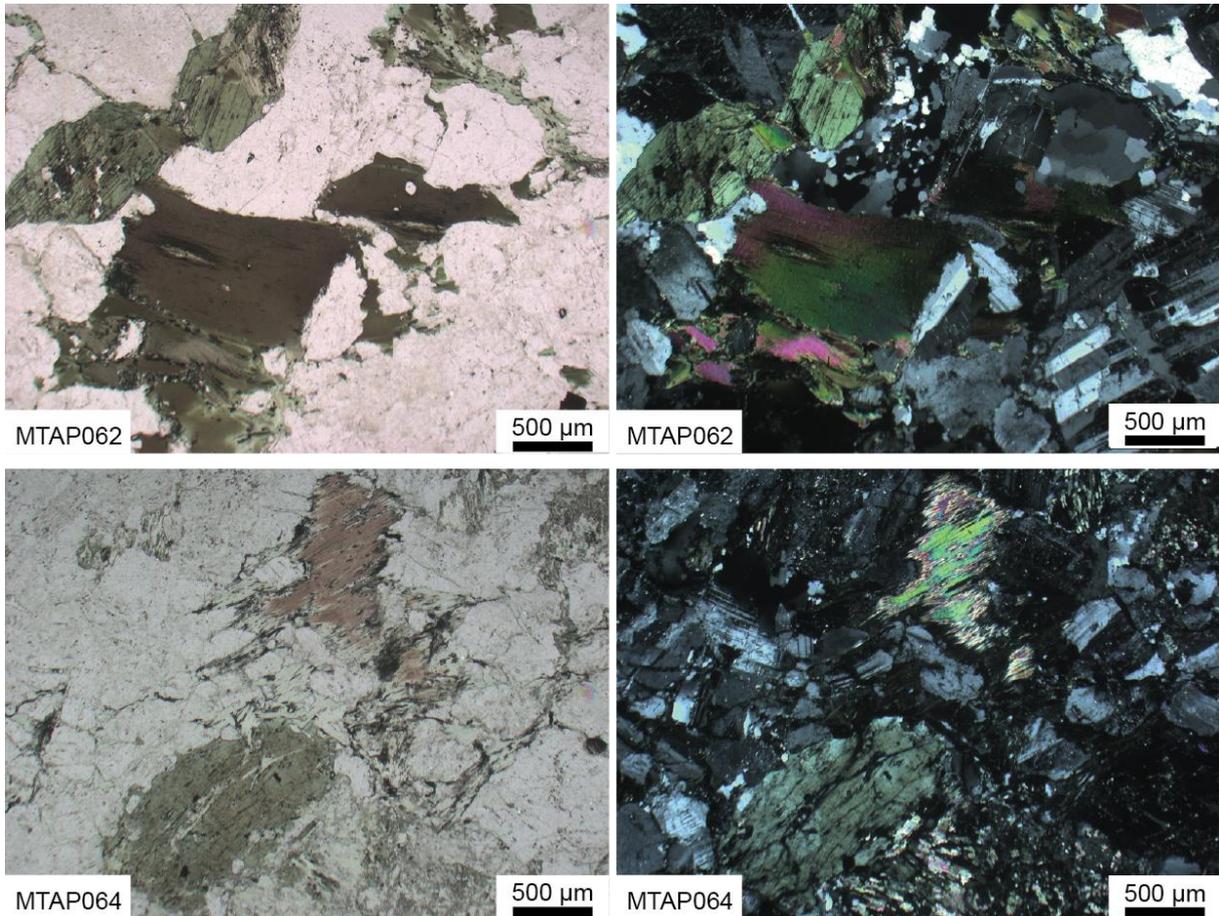


Illustration 49 : Photographies représentatives au microscope optique des échantillons MTAP062 et MTAP064, caisson [355].

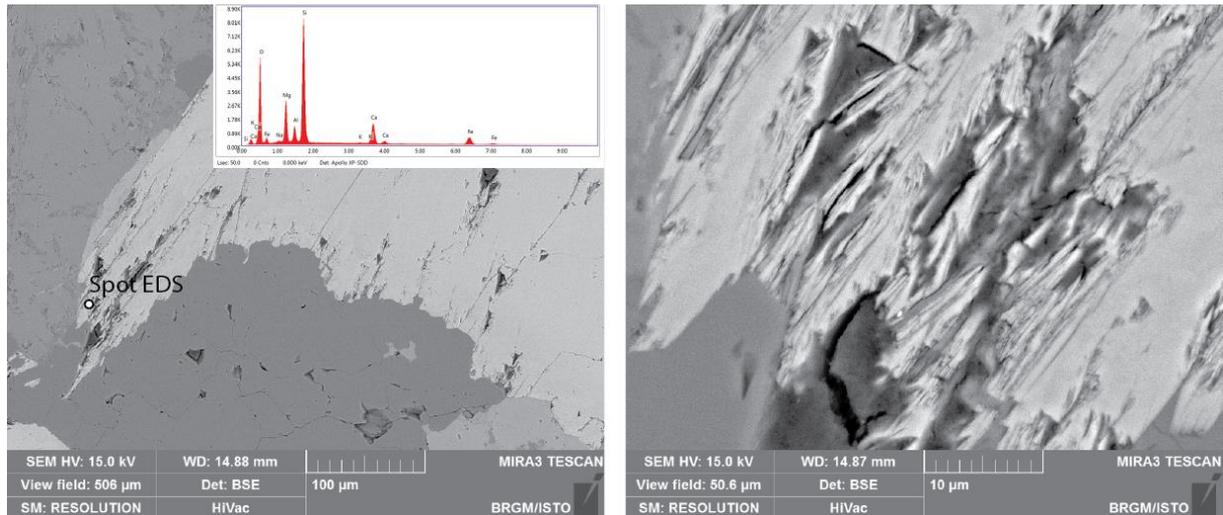


Illustration 50 : Images en électrons rétrodiffusés d'une amphibole verte montrant des surcroissances d'actinolite présentant une morphologie de fragments de clivages et analyse EDS. Echantillon MTAP062, caisson [355].

Remarque (MTAP062) :

- Aucune serpentine n'a été observée dans cette lame mince.
- Des amphiboles sont présentes dans cette lame mince. Leur composition chimique (actinolite) correspond à l'une des cinq espèces d'amphiboles réglementées au titre de l'amiante mais leurs caractéristiques dimensionnelles ne sont pas celles des fibres asbestiformes au sens de l'EPA (1993).
- Conclusion : Échantillon **non amiantifère** mais susceptible de libérer des fragments de clivages d'amphibole (actinolite) en cas d'agression mécanique. Ces fragments de clivages sont susceptibles de correspondre à des fibres inhalables au sens de l'OMS et être assimilés à des fibres d'amiante.

3.5. LES FORMATIONS DE NIVEAU DE SUSCEPTIBILITE PREVISIONNEL « NUL A TRES FAIBLE »

Dans le cadre des investigations de terrain, nous avons visité deux localités de niveau de susceptibilité « nul à très faible ». Ces deux localités, (MTAP011, MTAP012) se situent dans les phyllades détritiques de Camaures [411] à proximité des filons et coulées de spilites [412] aux environs de la localité MTAP013. Sur le terrain, on observe des roches contenant du chloritoïde sous forme de rosettes, associées à de la chlorite.

Les lames minces MTAP011 et MTAP012 montrent une roche métamorphique quartzopélitique (Illustration 51). On observe une foliation bien marquée par l'alignement de micas blancs (MTAP011) ou de lits de quartz de taille homogènes et de lits de chlorite (MTAP012). On observe des cristaux prismatiques et en rosettes de chloritoïde, du quartz, du rutile et de la chlorite.

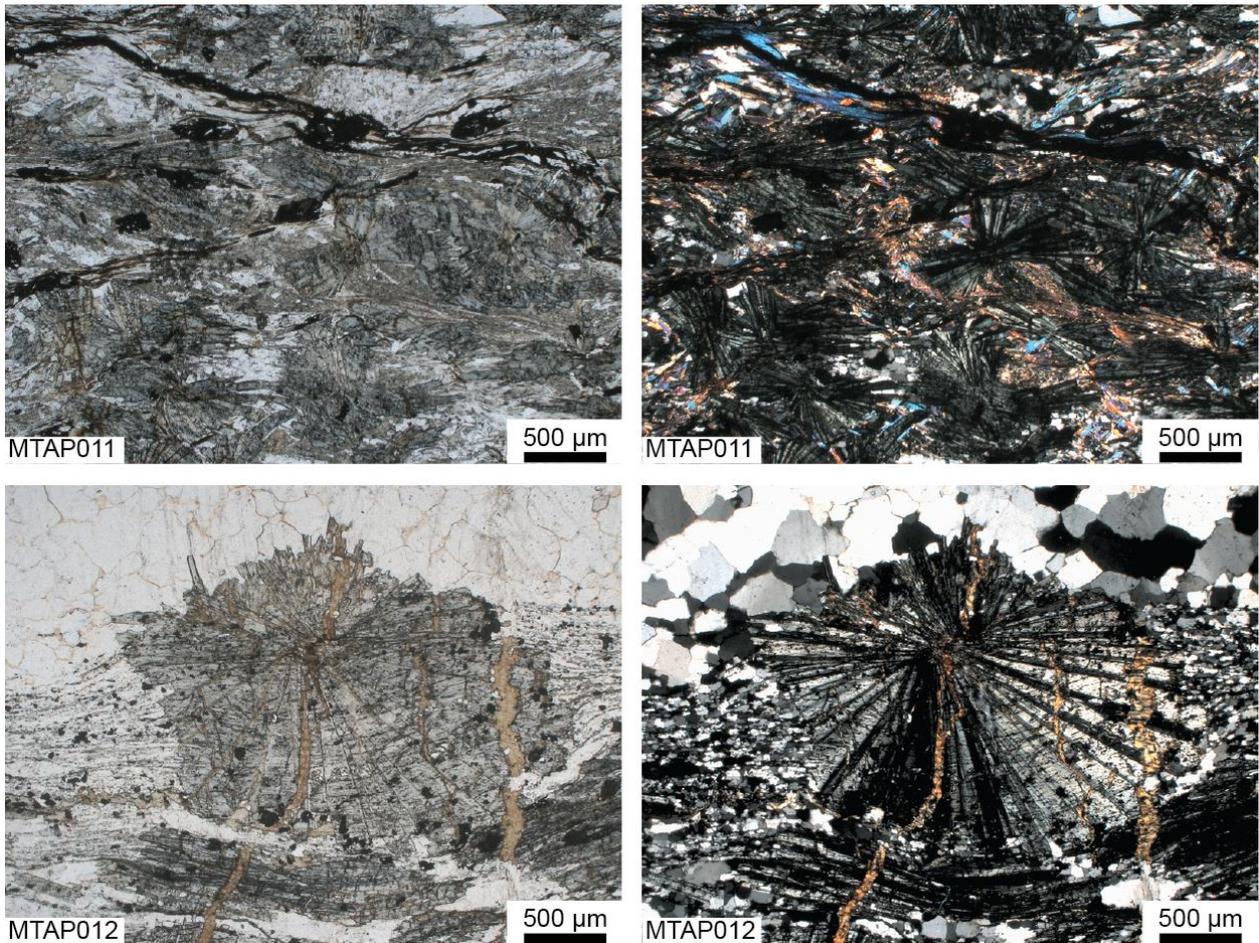


Illustration 51 : Photographies représentatives au microscope optique des échantillons MTAP011 et MTAP012, caisson [411].

Remarque (MTAP011) :

- Aucune amphibole n'a été observée dans cette lame mince.
- Aucune serpentine n'a été observée dans cette lame mince.
- Conclusion : Échantillon non amiantifère.

Remarque (MTAP012) :

- Aucune amphibole n'a été observée dans cette lame mince.
- Aucune serpentine n'a été observée dans cette lame mince.
- Conclusion : Échantillon non amiantifère.

4. Établissement de la carte de susceptibilité consolidée

La phase 3 a vu la réalisation des produits contractuels attachés à la convention, soit :

- une carte de la susceptibilité de présence d'amiante pour les formations géologiques des massifs des Maures et du Tanneron ;
- un rapport de synthèse correspondant aux travaux réalisés, pour la zone étudiée.

4.1. DÉTERMINATION DES NIVEAUX DE SUSCEPTIBILITÉ CONSOLIDÉS

Les niveaux de susceptibilité représentés sur la carte finale, affectés à chacune des formations géologiques, sont des niveaux de susceptibilité dits « consolidés » qui prennent en compte les données de terrain et les résultats des analyses faites en laboratoire. Les données géologiques numériques utilisées correspondant à la zone des massifs des Maures et du Tanneron (à l'échelle 1/50 000) ont été retraitées de façon à générer une nouvelle couche d'information dédiée à la représentation de cette susceptibilité de présence d'amiante consolidée.

Dans les massifs des Maures et du Tanneron, **une (1)** formation est affectée d'un niveau de susceptibilité consolidée de niveau 4 (« fort à très fort » ; Tableau 7). Il s'agit des serpentinites ou gabbros. Cette formation a conservé un niveau de susceptibilité consolidé de niveau 4 en raison de la présence quasi systématique de minéraux asbestiformes (chrysotile), sous forme de veines ou de veinules. Il est à noter que la carte départementale harmonisée utilisée comme document de base a été corrigée pour intégrer des polygones initialement représentés sur les cartes géologiques à 1/50 000.

Code	Notation	Description	Niveau de susceptibilité prévisionnel	Niveau de susceptibilité consolidé	Affleurement
384	ô	Serpentinites ou gabbros	4	4	MTAP036, MTAP038, MTAP039, MTAP047, MTAP053, MTAP054

Tableau 7 : Formations géologiques des massifs des Maures et du Tanneron affectées d'un niveau de susceptibilité consolidé « fort à très fort ».

Deux (2) formations géologiques sont affectées d'une susceptibilité consolidée de niveau 3 (« moyen » ; Tableau 8). Il s'agit des cipolins et gneiss à silicates calciques [326] et de la Collobriérite [393]. Ces 2 formations, préalablement dotées d'un niveau de susceptibilité prévisionnel « moyen » (3), ont conservé un niveau de susceptibilité consolidé 3. Les raisons ayant amené à ce niveau de susceptibilité consolidé sont :

- la présence d'actinolite amiante dans un échantillon prélevé dans le caisson [326], plus particulièrement dans un gneiss à silicates calciques ;
- la présence importante de fragments de clivages de minéraux appartenant à une espèce d'amphibole potentiellement amiantifère (grunérite) pour le caisson [393]. Ces fragments de clivages sont susceptibles de correspondre à des fibres inhalables au sens de l'OMS et être assimilés à des fibres d'amiante. D'autre part, il est mentionné dans la littérature qu'il existe des morphologies asbestiformes de grunérite associées à des carbonates dans des veines secondaires (Lacroix, 1917).

Code	Notation	Description	Niveau de susceptibilité prévisionnel	Niveau de susceptibilité consolidé	Affleurement
326	Cæ8(1)	Cipolins et gneiss-à-silicates-calciques	3	3	MTAP059, MTAP073
393	ñä1	Collobriérite	3	3	MTAP022, MTAP0223, MTAP033, MTAP034

Tableau 8 : Formations géologiques des massifs des Maures et du Tanneron affectées d'un niveau de susceptibilité consolidé « moyen ».

Quinze (15) formations géologiques sont affectées d'un niveau de susceptibilité consolidé 2 (« faible » ; Tableau 9). Il s'agit :

- (i) D'une partie des formations basiques, celles à texture doléritique, du massif du Tanneron [305,309,310,311,312,313]. Ces formations conservent leur niveau de susceptibilité prévisionnel de niveau 2 malgré l'absence d'amphibole dans les échantillons prélevés. En effet, il est connu que les dolérites peuvent localement contenir des fibres d'actinolite-amiante.
- (ii) La formation des Tonalites de Prignonet et de Fontcounille [355] conserve son niveau de susceptibilité prévisionnel de 2 en raison de la présence de surcroissances plus ou moins fibreuses d'actinolite.
- (iii) Les roches basiques métamorphisées dans le faciès des amphibolites montrant ou non des reliques écolitiques [274,325,349,405,412] sont déclassées du niveau 3 vers un niveau de susceptibilité consolidé 2. En effet, malgré la présence de quelques amphiboles appartenant à l'une des cinq amphiboles réglementées au titre de l'amiante (actinolite) et se présentant sous la forme de fragments de clivages très fins, notamment dans les caissons [349,412], ces caractères ne sont pas suffisamment récurrents pour justifier un niveau de susceptibilité élevé. La formation [405] n'a pas été visitée (très faible emprise géographique et très mauvaises conditions d'affleurement) mais est décrite dans les notices des cartes géologiques comme un équivalent déformé de la formation [349]. Elle est donc considérée de manière équivalente.
- (iv) Les tufs basiques métamorphiques (Série du Cap Sicié) [379] n'ont pas été visités car ils présentent une très faible emprise géographique, majoritairement dans des jardins de particuliers. Cette formation conserve son niveau de susceptibilité de 2 sur la base des informations présentes dans la notice de la carte géologique 1064 (présence d'actinolite).
- (v) Les andésites [279] et la Porphyrite du Lavandou (andésite altérée) invisible sur fond de gneiss [345] sont déclassées du niveau 3 vers un niveau de susceptibilité consolidé 2. Ce déclassement se justifie par les expertises de terrain et de laboratoire effectuées sur les roches de cette formation géologique et les connaissances que nous avons des andésites sur le territoire métropolitain. Il est à noter que si le caisson [345] n'a pas été formellement visité, la notice de la carte géologique 1065 le considère comme équivalent aux andésites présentes sur les coupures voisines.

Code	Notation	Description	Niveau de susceptibilité prévisionnel	Niveau de susceptibilité consolidé	Affleurement
310	3 F	Filon de dolérite	2	2	MTAP072
311	2 F	Filon-couche de basalte doléritique (Formation d'Ambon)	2	2	non visité
312	1 F	Filon de basalte doléritique (Formation d'Ambon)	2	2	MTAP061
313	F-â	Filons et autres roches basiques indifférenciés et non situés stratigraphiquement	2	2	non visité
355	ë2	Tonalites de Prignonet et de Fontcounille	2	2	MTAP062, MTAP063, MTAP064, MTAP065
373	Tá	Tufs basiques métamorphiques (Série du Cap Sicié)	2	2	non visité
274	ä	Amphibolites	3	2	MTAP056
279	á	Andésite	3	2	MTAP008, MTAP009, MTAP043, MTAP044
325	ä11ü(1)	Amphibolites à reliques écloitiques	3	2	MTAP042, MTAP058
349	ä11í3	Amphibolites et leptynites associées	3	2	MTAP019, MTAP020, MTAP021, MTAP024, MTAP028, MTAP029, MTAP030, MTAP031, MTAP032, MTAP037, MTAP046, MTAP051, MTAP052
405	myl/ñä	Mylonites d'amphibolites et de leptynites associées	3	2	non visité
412	äs	Filons et coulées de spilites métamorphisées en amphibolites (Ste-Eulalie et Le Fenouillet)	3	2	MTAP013, MTAP015, MTAP016, MTAP017, MTAP018,
435	á1	Porphyrite du Lavandou (andésite altérée) invisible sur fond de gneiss	3	2	non visité
305	1ä	Coulée de basalte doléritique (Formation d'Ambon)	2	2	MTAP067, MTAP069, MTAP070
309	4 F	Filon de Trachy-dolérite (Formation des Pradineaux)	2	2	non visité

Tableau 9 : Formations géologiques des massifs des Maures et du Tanneron affectées d'un niveau de susceptibilité consolidé « faible ».

Enfin, pour terminer, **seize (16)** formations sont affectées d'un niveau de susceptibilité consolidé de 1 (« nul à très faible » ; Tableau 10. Ces 16 formations ont vu leur niveau de susceptibilité prévisionnel être déclassé de 2 vers 1. Il s'agit de :

- (i) Des roches acides intrusives (principalement des rhyolites) dans le massif du Tanneron correspondant aux caissons [248,257,287,288,289,291,294,295,298]. Ces formations ont vu leur niveau de susceptibilité prévisionnel être déclassé de 2 vers un niveau consolidé de 1. Ces déclassements sont justifiés par les observations de terrain, et les analyses de laboratoire qui montrent une absence de minéraux asbestiformes ou potentiellement asbestiformes au sein de ces formations. Les caissons non visités sont traités par analogie, leur lithologie et histoire géologique étant similaires.
- (ii) Des roches basiques effusives [254,299,301,306] et leurs équivalents sous forme d'éboulis à éléments basaltiques (terrains volcaniques) [378] ont vu leur niveau de susceptibilité prévisionnel être déclassé de 2 vers un niveau consolidé de 1. Ces déclassements sont justifiés par les observations de terrain, et les analyses de laboratoire qui montrent une absence de minéraux asbestiformes ou potentiellement asbestiforme au sein de ces formations.
- (iii) Des schistes verts (Série du Cap Sicié) [375]. Le déclassement de niveau 2 vers le niveau 1 se justifie par la lithologie dominante de cette formation, les observations de terrain et les analyses en microscopie optique. Nous notons toutefois que de rares filons de roches mafiques sont décrits dans cette formation, mais non cartographiés à l'échelle de la présente étude. Ces filons sont susceptibles de contenir des minéraux potentiellement asbestiformes.
- (iv) Des phanites (Série des Maures - Groupe du Fenouillet). Le déclassement de niveau 2 vers le niveau 1 se justifie par les informations présentes dans la notice de la carte 1064.

Une formation dotée d'un niveau de susceptibilité prévisionnel de 1 a été visitée. Elle a vu son niveau de susceptibilité consolidé rester identique. Il s'agit des phyllades détritiques de Camaures [411].

Code	Notation	Description	Niveau de susceptibilité prévisionnel	Niveau de susceptibilité consolidé	Affleurement
248	hó	Rhyolite	2	1	MTAP048, MTAP049, MTAP050, MTAP055
254	â	Basaltes	2	1	MTAP006, MTAP007, MTAP014, MTAP040, MTAP041
257	ró	Brèches rhyolitiques	2	1	non visité
287	12ó	Rhyolite fluidale (= pyroméride), à sphérophyses	2	1	non visité
288	11ó	Rhyolite fluidale (= pyroméride), aphyrique à sphérolites	2	1	MTAP057
289	10ó	Piperno rhyolitique à nombreuses flammes	2	1	non visité
291	8ó	Coulée de rhyolite	2	1	non visité
294	6ó	Filons et lambeaux de coulée de rhyolite fluidale, à faciès d'agglomérat	2	1	non visité
295	5ó	Coulée de rhyolite ignimbrétique	2	1	MTAP066, MTAP068, MTAP071
298	ó	Filons de rhyolite aphyrique sans position stratigraphique définie	2	1	non visité
299	4H	Lambeaux de coulée d'hawaiite à labrador	2	1	non visité
301	3áM	Coulée de mugéarite	2	1	non visité
306	1â3-br	Coulée de basalte calco-alcalin et brèches volcaniques (Formation de l'Avellan)	2	1	MTAP060
362	xlp	Phtanites (Série des Maures - Groupe du Fenouillet)	2	1	non visité
375	x1	Schistes verts (Série du Cap Sicié)	2	1	MTAP001, MTAP002, MTAP003, MTAP004, MTAP005
378	Eâ2	Éboulis à éléments basaltiques (terrains volcaniques)	2	1	non visité

Tableau 10 : Formations géologiques des Alpes-de-Haute-Provence affectées d'un niveau de susceptibilité consolidé « nul à très faible ».

4.2. PRÉSENTATION DE LA CARTE DE LA ZONE MAURES-TANNERON

4.2.1. Présentation générale

La cartographie de la susceptibilité de présence d'amiante dans les massifs des Maures et du Tanneron établie dans le cadre de la présente étude, est présentée ici (Illustration 52).

Cette carte présente les limites des différentes plages géologiques de niveaux de susceptibilité consolidé 1, 2, 3 et 4 sur un fond topographique de l'IGN (IGN 2008 - SCAN 25®).

Les informations structurales issues du fichier numérique de la carte harmonisée ont également été reportées sur ces cartes.

Carte des niveaux de susceptibilité consolidés de présence d'amiante attribués aux formations géologiques des Massifs des Maures et du Tanneron (Var)

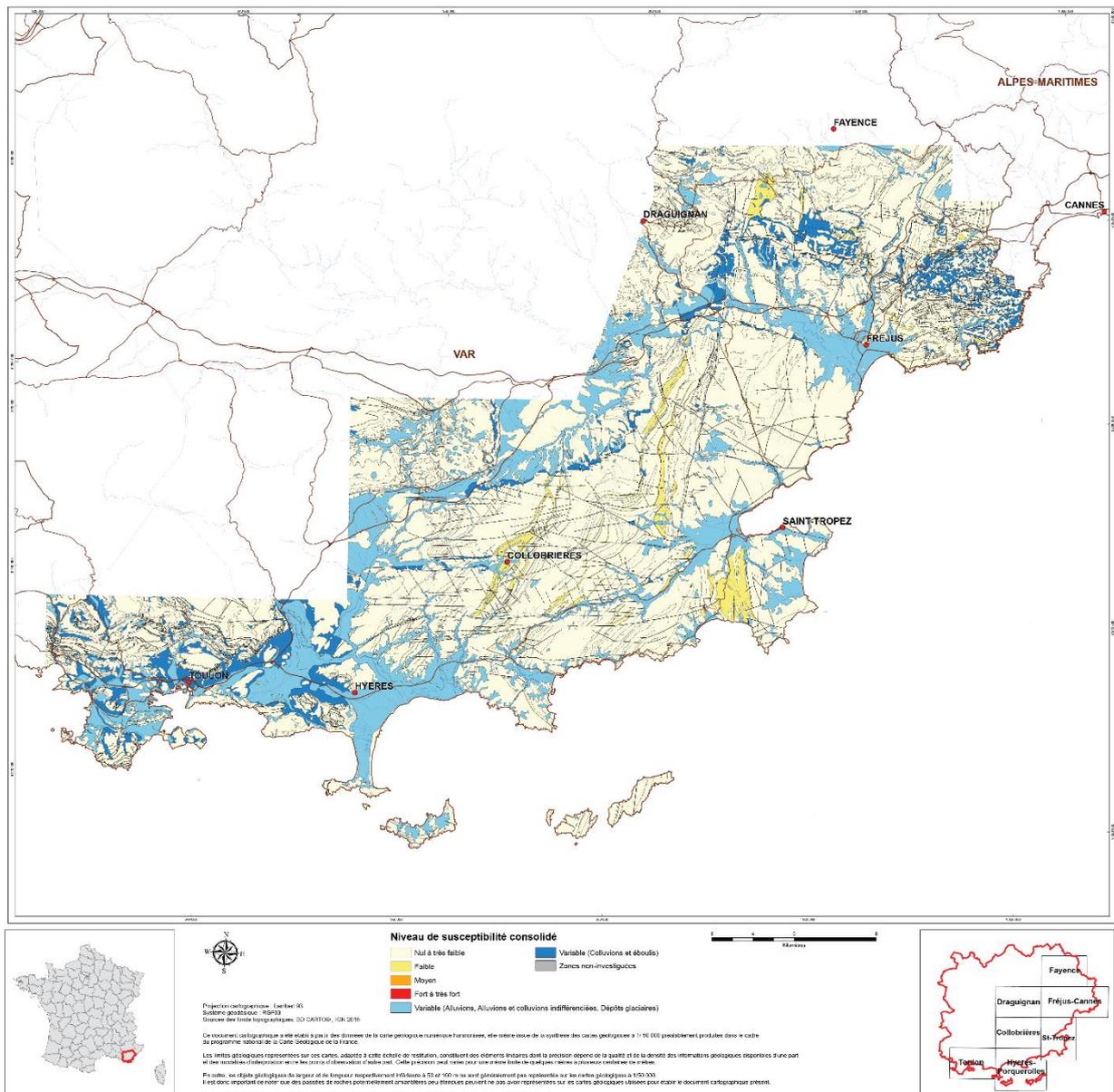


Illustration 52 : Carte des niveaux de susceptibilité consolidés de présence d'amiante dans les formations géologiques des massifs des Maures et du Tanneron.

4.2.2. Limites d'utilisation

La carte géologique régulière de la France, à l'échelle 1/50 000, offre une information condensée où 1 mm sur la carte représente 50 m sur le terrain. Cette carte géologique à 1/50 000 constitue aujourd'hui le document le plus précis et le plus pertinent en termes d'évaluation et de caractérisation du risque amiantifère. À ce titre, elle doit être consultée d'une manière systématique dès lors que des travaux sont envisagés au niveau d'une formation potentiellement amiantifère du substrat rocheux.

Le BRGM attire spécialement l'attention sur l'utilisation qui sera faite des extraits agrandis des cartes géologiques à 1/50 000, notamment en ce qui concerne la précision des limites géologiques représentées sur ces cartes. Ces limites constituent des éléments linéaires dont la précision est directement liée à la qualité et à la densité des informations géologiques disponibles à la surface. La précision varie pour une même limite de quelques mètres (secteurs avec affleurements nombreux) à plusieurs dizaines de mètres (zones avec affleurements peu nombreux et substratum masqué par des dépôts superficiels). En tout état de cause, lors de l'établissement d'une carte à 1/50 000, le pas d'échantillonnage, cohérent avec cette échelle, est de l'ordre de la cinquantaine à la centaine de mètres. Une limite contenue dans une bande de 50 m de largeur (soit 1 mm sur la carte géologique à l'échelle 1/50 000) peut être considérée comme une limite « précise ». Dans la plupart des cas cependant, cette bande sera plus large (entre 100 et 200 m, soit 2 à 4 mm sur la carte géologique à 1/50 000). Une limite géologique contenue dans une bande de 4 mm sur la carte géologique à 1/50 000 sera contenue dans une bande de 4 cm dans le cas d'un document agrandi à 1/5 000 et de 20 cm dans le cas d'un agrandissement à 1/1 000.

Par ailleurs, la cartographie à l'échelle 1/50 000 ne permet pas, en théorie, de représenter les objets géologiques d'épaisseur et de longueur respectivement inférieure à 50 et 100 m (correspondant sur la carte à une enveloppe de 1 x 2 mm). Dans la pratique, un tel objet géologique est parfois représenté quand les auteurs de la carte estiment qu'il présente un intérêt particulier et/ou quand il permet une meilleure compréhension du document. Mais dans le cas général, les petits objets sans intérêt particulier ne sont pas représentés. Il est donc important de noter que des passées de roches potentiellement amiantifères peuvent ne pas avoir été représentées sur la carte géologique car de taille trop petite. Cartographier les objets géologiques dans un but de caractériser leur potentiel à émettre des fibres amiantifères nécessiterait de travailler à une échelle très petite, de l'ordre du 1/1 000 (1 mm sur la carte représentant 1 m sur le terrain). Quand bien même ce travail serait entrepris et achevé, la carte finale ne vaudrait que pour les zones affleurantes et directement accessibles à l'observation, et ne concernerait pas les secteurs dans lesquels le substratum potentiellement amiantifère est masqué par une pellicule superficielle plus ou moins épaisse, d'origine naturelle (sols, éboulis, colluvions, alluvions, etc.) ou anthropique (cas des remblais), susceptible d'être entièrement décapée à l'occasion de travaux. De plus, cette information n'intéresserait que la surface observable des affleurements et ne préjugerait pas de l'existence ou non, sous quelques mètres voire quelques centimètres de profondeur, de passées amiantifères non détectées car non présentes en surface. Le bref résumé suivant rappelle ce qu'est une carte géologique, son intérêt mais aussi ses limites.

Une carte géologique (2D) représente la projection sur un plan de l'intersection des formations géologiques (3D) avec la surface topographique (3D). Elle se définit géométriquement comme un ensemble de courbes fermées qui délimitent les aires de répartition des formations identifiées, chaque formation étant affectée d'une couleur symbolisant sa nature lithologique et/ou son âge.

L'intégration, au sein d'une courbe fermée, des points de caractéristiques identiques qui résultent d'observations de terrain, nécessite de les relier entre eux malgré le caractère discontinu des possibilités d'observation, dû au recouvrement superficiel qui masque en partie les affleurements rocheux. Il est donc nécessaire de formuler des hypothèses pour relier entre eux les points de caractères identiques en argumentant cette liaison, notamment sur la base de raisonnements géologiques mais aussi à partir de l'interprétation de données géophysiques, géochimiques ou satellitaires.

La recherche des limites entre les différentes formations se solde généralement par la mise en évidence de zones au niveau desquelles la probabilité de présence des discontinuités recherchées est la plus grande, sans que ces dernières ne soient directement observables par manque d'affleurement propice. Les rapports géométriques des contacts entre formations avec la topographie, ainsi que les caractéristiques géologiques et structurales intrinsèques des formations, permettent d'extrapoler les formes des volumes rocheux en trois dimensions sur une profondeur qui est fonction de la maille et de la densité des informations collectées en surface.

Par sa nature même, toute carte géologique impose une démarche réductrice et donc sélective. On ne peut pas en effet représenter sur la surface d'une feuille de papier ou d'un écran, le contenu en vraie grandeur de ce que contient un terrain de dimension 50 000 fois supérieure (cas de la carte régulière de la France à 1/50 000). La conception même de la carte impose donc un processus mental « d'élagage » et de regroupement synthétique des données dans lequel intervient nécessairement un concept organisateur dominant.

La carte géologique, instrument indispensable à toute approche du terrain, constitue donc une synthèse cohérente de toutes les observations et mesures faites par les géologues, mais reste un document interprétatif.

4.2.3. Proposition de travaux complémentaires

Les évolutions réglementaires faisant suite à la publication du décret n° 2017-899 relatif au repérage de l'amiante avant certaines opérations concernent six domaines d'activité, dont l'un concerne les terrains naturels. Ces évolutions se sont traduites par la mise en place d'une commission de normalisation (Repérage avant travaux Amiante – Sols et Infrastructures) et par la rédaction d'une norme relative au « Repérage avant travaux de l'amiante – Immeubles non bâtis tels que terrains, ouvrages de génie civil et infrastructures de transport » (norme NF P94-001). L'application de cette nouvelle réglementation nécessite d'établir des cartographies détaillées des objets géologiques contenant ou susceptibles de contenir des structures amiantifères et d'établir des diagnostics analytiques fiables et précis, s'agissant de la présence ou non d'amiante dans les matériaux naturels cohérents (roches) soumis à investigations.

Dans ce cadre, certaines zones, et notamment les communes appartenant à la communauté de communes du Golfe de Saint Tropez pourraient faire l'objet d'études plus précises. Les études de terrain ont notamment montré la présence de roches amiantifères (serpentinites) non cartographiées sur les cartes géologiques à l'échelle 1/50 000 et intimement liées à des amphibolites, des micaschistes ou des gneiss migmatitiques qui composent l'essentiel du territoire des communes la communauté de communes du Golfe de Saint-Tropez.

5. Conclusion et perspectives

L'étude qui fait l'objet de ce rapport s'inscrit dans le cadre de l'appui du BRGM au MTES dans l'exécution d'études et de travaux relatifs à la prévention des risques liés à l'exposition des populations à l'amiante naturellement présent dans l'environnement. Cette étude est en adéquation avec les objectifs du PNSE 1, « *action 1 : Renforcer la prévention et la maîtrise des risques sanitaires liés à l'environnement ; 1.3, Prévenir les pathologies d'origine environnementale et notamment les cancers. Réduire les expositions de la population à l'amiante en maintenant la vigilance sur l'application stricte de la réglementation concernant la prévention du risque amiante en milieu de travail et en population générale* », repris par le PNSE 2 « *action 1 : Réduire les expositions responsables de pathologies à fort impact sur la santé ; 1.5, Réduire l'exposition aux cancérigènes d'origine naturelle présents dans l'environnement. Amiante naturel* ».

Cette étude portant sur les massifs des Maures et du Tanneron s'inscrit dans le cadre d'un ensemble de projets ayant concerné la cartographie des roches susceptibles de contenir de l'amiante, dans les Vosges (Duron *et al.*, 2020a), le département des deux Sèvres (Duron *et al.*, 2020) six zones dans le Massif Central (la zone « Limousin » : Duron *et al.*, 2020 ; la zone « Monts du Lyonnais » : Duron *et al.*, 2020a ; la zone Auvergne : Duron *et al.*, 2020b ; la zone « Morvan » : Duron *et al.*, 2020d ; la zone « Albigeois » : Cagnard *et al.*, 2020 ; la zone « La Marche » (Cagnard *et al.*, 2020), les Pyrénées (Cagnard *et al.*, 2015), les départements de l'Isère (Lahondère *et al.*, 2012b), des Hautes-Alpes (Lahondère *et al.*, 2012b) et du Massif Armoricaire (Béchenec *et al.*, 2013), ainsi que de la Haute-Corse (Lahondère *et al.*, 2010), de la Savoie (Blein *et al.*, 2010) et de la Loire-Atlantique (Béchenec *et al.*, 2010).

Cette étude a été menée dans le cadre d'une convention entre le MTES/DGPR et le BRGM. Le programme de la présente étude inclut trois phases successives.

La première phase du projet a permis l'évaluation du « potentiel amiantifère » des formations géologiques présentes dans la zone concernée, à partir d'une synthèse de données bibliographiques et cartographiques pertinentes. Cette évaluation a été faite en prenant en compte tous les paramètres favorables à la cristallisation de minéraux asbestiformes, tels que la composition chimique et minéralogique des roches, l'importance des circulations de fluides, la nature des contacts géologiques et les évolutions structurales et métamorphiques subies par les roches en question. Des analyses multicritères (AMC) ont été réalisées qui ont permis d'attribuer, à l'issue de cette première phase et pour chaque formation identifiée sur la carte géologique harmonisée départementale, un niveau de susceptibilité prévisionnel décliné en quatre classes (1 : « nul à très faible », 2 : « faible », 3 : « moyen », 4 : « fort à très fort »).

La seconde phase du projet comporte deux modules. Le premier module est destiné aux contrôles de terrain, menés prioritairement sur un ensemble de cibles identifiées à l'issue de la première phase. Ces opérations ont permis de reconnaître les principaux sites amiantifères, d'établir une typologie de ces sites et de prélever des échantillons à des fins analytiques.

Le second module correspond à un volet analytique au laboratoire et à l'identification précise des espèces minérales fibreuses, asbestiformes ou potentiellement asbestiformes, collectées sur les principaux sites visités.

La dernière phase du projet a permis de synthétiser l'ensemble des résultats obtenus sur le terrain et en laboratoire pour réaliser la carte de susceptibilité consolidée de présence d'amiante, qui est restituée sur CD-ROM.

Les principaux résultats de cette étude montrent que :

- (1) Les roches ultrabasiqes, de type **serpentinites** (péridotites serpentinisées), montrent des occurrences amiantifères quasi-systématiques, visibles principalement sous forme de veines et veinules à chrysotile. Dans les **gabbros**, de l'actinolite présentant des morphologies de fragments de clivages a été observée.
- (2) Les **gneiss à silicates calciques** sont des roches susceptibles de contenir des minéraux asbestiformes et sont donc à considérer. On y trouve des occurrences d'actinolite-amiante.
- (3) La **collobriérite** contient de manière quasi systématique de la grunérite. Cette grunérite d'habitus prismatique se délite en fragments de clivages très fins.
- (4) Les **amphibolites** (au sens de roches basiques métamorphisées dans le faciès des amphibolites) montrent quasi systématiquement des fragments de clivages d'actinolite.
- (5) Les **tonalites** montrent des surcroissances d'amphibole appartenant à la famille amiante ayant des morphologies de particules minérales allongées (fragments de clivages d'actinolite).
- (6) Les communes appartenant à la communauté de communes du Golfe de Saint Tropez pourraient faire l'objet d'études plus précises en raison de la présence de roches amiantifère (serpentinites) non cartographiables à l'échelle 1/50 000.

6. Bibliographie

Amandus, H.E., Wheeler, R., (1987). Morbidity and mortality of vermiculite miners and millers exposed to tremolite-actinolite. *Am. J. Ind. Med.* 11, 15–26.

Auribault, M., (1906). Note sur l'hygiène et la sécurité des ouvriers dans les filatures et tissages d'amiante. *Bull. l'inspection du Trav.* 120–132.

Bandli, B.R., Gunter, M.E., (2006). A Review of Scientific Literature Examining the Mining History, Geology, Mineralogy, and Amphibole Asbestos Health Effects of the Rainy Creek Igneous Complex, Libby, Montana, USA. *Inhal. Toxicol.* 18, 949–962. <https://doi.org/10.1080/08958370600834982>

Baris, Y.I., (1991). Fibrous zeolite (erionite)-related diseases in Turkey, in: *Am. Med. J. Ind.* 19, pp. 374–378.

Baris, Y.I., Sahin, A.A., Ozesmi, M., Kerse, I., Ozen, E., Kolacan, B., Altinors, M., Goktepel, A., (1978). An outbreak of pleural mesothelioma and chronic fibrosing pleurisy in the village of Krainr Ügüp in Anatolia. *Thorax* 33, 181–192.

Bazas, T., Oakes, D., Gilson, J.C., Bazas, B., McDonald, J.C., (1985). Pleural calcification in northwest Greece. *Environ. Res.* 38, 239–247. [https://doi.org/10.1016/0013-9351\(85\)90088-X](https://doi.org/10.1016/0013-9351(85)90088-X)

Béchenec, F., Aertgeerts, G., Lahondère, D., (2013). Cartographie de l'aléa amiante environnemental dans les départements du Massif armoricain. *Rapp. Final BRGM/RP- 62079 - FR*, 182 pages + Annex.

Béchenec, F., Aertgeerts, G., Lahondère, D., Cagnard, F., Berthier, H., Noel, S., (2010). Cartographie de l'aléa « amiante environnemental » dans le département de la Loire-Atlantique. *Rapp. Final BRGM/RP-59108-FR*, 116 pages + Annex.

Blein, O., Cagnard, F., Lahondère, D., Zammit, C., Berthier, H., (2010). Cartographie de l'aléa « amiante environnemental » dans le département de la Savoie. *Rapp. Final BRGM/RP-59101-FR*, 89 pages + Annex.

Boman, G., Schubert, V., Svane, B., Westerholm, P., Bolinder, E., Rohl, A.N., Fishbein, A., (1982). Malignant mesothelioma in Turkish immigrants in Sweden. *Scand. J. Work Environ. Heal.* 8, 108–112.

Boutin, G., Viallat, J.R., Steinbauer, J., Dufour, G., Gaudichet, A., (1989). Bilateral pleural plaques in Corsica : a marker of non-occupational asbestos exposure, in: Bignon, J., Peto, J., Saracci, R. (Eds.), *Non Occupational Exposure to Mineral Fibers*. Lyon, IARC, pp. 406–410.

Caballero, Y., Bodéré, G., Nay, K.M.M., (2005). Cartographie de la densité de fracturation des roches potentiellement amiantifères en Haute-Corse. Répartition communale. *Rapport final. BRGM/RP-54341-FR*, 19p., 5 ill., 1 ann. *Rapp. Final. BRGM/RP-54341-FR*, 19p., 5 ill., 1 ann.

Cagnard, F., Lahondère, D., Duron, J., avec la collaboration de, :, Wille G., Lahfid, A., Alleki, M., Berthier, H., (2020). a. Susceptibilité de présence d'amiante dans les formations géologiques du Massif central. La zone « Albigeois ». *Rapp. Final. BRGM/RP-67735-FR*, 188 p., 70 ill., 3 ann.

Cagnard, F., Lahondère, D., Duron, J., avec la collaboration de :, Wille, G., Duee, C., Alleki, M., Berthier, H., (2020) b. Susceptibilité de présence d'amiante dans les formations géologiques du Massif central. La zone « La Marche ». Rapp. Final. BRGM/RP-68939-FR, 152 p., 81 ill., 3 ann.

Cagnard, F., Le Bayon, B., Lahondère, D., Duron, J., 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.

Constantopoulos, S.H., Goudevenos, J.A., Saratzis, N., Langer, A.M., Selikoff, I.J., Moutsopoulos, H.M., (1985). Metsovo lung: pleural calcification and restrictive lung function in Northwestern Greece. Environmental exposure to mineral fiber as etiology. Environ. Res 38, 319–331.

Constantopoulos, S.H., Saratzis, N., Kontogiannis, D., Karantanas, A., Goudevenos, J.A., Katsiotis, P., (1987). Tremolite whitewashing and pleural calcifications in the Ophiolite belts of Greece. Chest 99, 1158–1161.

Coplu, L., Dumortier, P., Demir, A.U. col., (1996). An epidemiological study in an Anatolian village in Turkey environmentally exposed to tremolite asbestos. J. Environ. Pathol. Toxicol. Oncol 15, 177–182.

Cosquéric, M., Juncy, G., Hervé, J.Y.Y., Lamy, N., Le Bars, P., (1997). Nature et distribution des roches potentiellement amiantifères en Corse. Rapport BRGM R39354. Rapp. BRGM R39354.

Daniau, C., Cosson, J., Dor, F., (2008). Exposition environnementale à l'amiante chez les personnes riveraines d'affleurements de roches amiantifères en France continentale. Rapport final. Saint-Maurice Inst. Veill. Sanit. 73 p.

Dessandier, D., Spencer, C., (2005). Recensement et classement des sites naturels amiantifères et des formations géologiques potentiellement amiantifères en France. Rapp. BRGM/RP-53599-FR, 59 p., 12 fig., 3 tab., 3 ann.

Duron, J., avec la collaboration de :, C.F., Lahondère, D., Berthier, H., Wille, G., Duee, C., Alleki, M., (2020) a. Susceptibilité de présence d'amiante dans les formations géologiques du département des Deux-Sèvres. Rapp. Final. BRGM/RP-69837-FR, 153p., 73 ill., 4 ann.

Duron, J., Baptiste, J., avec la collaboration de :, Lahondère, D., Cagnard, F., Berthier, H., Wille, G., Duee, C., Maubec, N., (2020) b. Susceptibilité de présence d'amiante dans les formations géologiques des Vosges. Rapp. Final BRGM/RP-69935-FR, 182 pages, 98 ill. 3 ann.

Duron, J., Cagnard, F., Lahondère, D., avec la collaboration de :, G., W., Duee, C., Alleki, M., Berthier, H., (2020) c. Susceptibilité de présence d'amiante dans les formations géologiques du Massif central: La zone « Monts du Lyonnais ». Rapp. Final. BRGM/RP-67799-FR, 284 p., 125 ill., 3 ann.

Duron, J., Cagnard, F., Lahondère, D., avec la collaboration de :, G., W., Duee, C., Alleki, M., Berthier, H., (2020) d. Susceptibilité de présence d'amiante dans les formations géologiques du Massif central. La zone « Auvergne ». Rapp. Final. BRGM/RP-68602-FR, 200 p., 104 ill., 3 ann.

Duron, J., Lahondère, D., F., C., avec la collaboration de, :, Wille G., Duee, C., Alleki, M., Berthier, H., (2020) e. Susceptibilité de présence d'amiante dans les formations géologiques du Massif central. La zone « Morvan ». Rapp. Final. BRGM/RP6859-2-FR, 172 p., 68 ill., 3 ann.

EPA, (1993). (Environmental Protection Agency). Test method : method for determination of asbestos in bulk building materials. EPA/600/R-93/116.

Goldberg, P., Luce, D., Billon-Galland, M.A., Quenel, P., Salomon-Nekiriai, C., Nicolau, J., Brochard, P., Goldberg, M., (1995). Rôle potentiel de l'exposition environnementale et domestique à la trémolite dans le cancer de la plèvre en Nouvelle-Calédonie. Rev. Epidemiol. Santé Publique 43, 444–450.

Gutierrez, T., Lahondere, D., Cagnard, F., (2016). Reconnaissance des zones naturelles amiantifères sur neuf communes de la région du Nebbio (Haute-Corse). Rapport final. BRGM/RP-66345-FR, 185 pages, 125 Fig. 1CD.

Hendrickx, M., (2009). Naturally occurring asbestos in eastern Australia: a review of geological occurrence, disturbance and mesothelioma risk. Environ. Geol. 57, 909–926. <https://doi.org/10.1007/s00254-008-1370-5>

INSERM, (1999). Effets sur la santé des fibres de substitution à l'amiante (expertise collective). Rapport établi à la demande de la Direction Générale de la Santé et de la Direction des Relations du Travail (Ministère de l'Emploi et de la solidarité).

Lacroix, A., (1917). Sur un nouveau type ferrifère des schistes cristallins (collobriérite). Bull. la Société française Minéralogie 40, 62–69. <https://doi.org/10.3406/bulmi.1917.3671>

Lahondère, D., (2007). Cartographie et minéralogie de l'amiante environnemental sur la commune de Murato (Haute-Corse). Rapp. BRGM/RP-55142-FR, 63 pages.

Lahondère, D., (2006). Cartographie de l'aléa Amiante environnemental en Haute-Corse. Rapp. BRGM/RP-55119-FR, 57 pages.

Lahondère, D., Blein, O., Cagnard, F., (2012) a. Cartographie de l'aléa « amiante environnemental » dans le département de l'Isère. Rapp. BRGM/RP-61438-FR, 198 pages, 101 ill.

Lahondère, D., Cagnard, F., Blein, O., (2012) b. Cartographie de l'aléa « amiante environnemental » dans le département des Hautes-Alpes. Rapp. BRGM/RP-61294-FR, 196 pages, 117 ill.

Lahondère, D., Cagnard, F., Maton, D., (2013). Reconnaissance des zones naturelles amiantifères sur huit communes de la région de Bastia. Rapp. BRGM/RP-62198-FR, 202 pages, 195 ill.

Lahondère, D., Cagnard, F., Maton, D., (2011) a. Cartographie et minéralogie de l'amiante environnemental sur la commune de Corte (Haute-Corse). Rapp. BRGM/RP-59981-FR, 134 pages, 117 ill.

Lahondère, D., Cagnard, F., Maton, D., (2011) b. Cartographie et minéralogie de l'amiante environnemental sur la commune de Bustanico (Haute-Corse). Rapp. BRGM/RP-60356-FR, 136 pages, 116 ill.

- Lahondère, D., Cagnard, F., Zammit, C., Berthier, H.,** (2010). Cartographie de l'aléa « amiante environnemental » dans le département de la Haute Corse. Rapp. BRGM RP-58847-FR, 162 pages.
- Langer, A.M., Nolann, R.P., Costantopoulos, S.H., Mousopoulos, H.M.,** (1987). Association of Metsovo lung and pleural mesothelioma with exposure to tremolite containing white wash. *Lancet* 1, 965–967.
- Luce, D., Brochard, P., Quenel, P., Salomon-Nekiriai, C., Goldberg, P., Billon-Galland, M., A. Goldberg, M.,** (1994). Malignant pleural mesothelioma associated with exposure to tremolite. *Lancet* 344, 1777.
- Luo, S., Liu, X., Mu, S., Tsai, S.P., Wen, C.P.,** (2003). Asbestos related diseases from environmental exposure to crocidolite in Dao-yao, China. *Int. Review of exposure and epidemiological data. Occup. Environ. Med* 60, 35–42.
- Manda-Stachouli, C., Dalavanga, Y., Daskalopoulos, G., Leontaridi, C., Vassiliou, M., Constantopoulos, S.H.,** (2004). Decreasing prevalence of pleural calcifications among Metsovites with nonoccupational asbestos exposure. *Chest* 126, 617–621.
- Maton, D., Colombano, S.,** (2007). Propositions de réduction du risque lié à la présence de zones d'affleurement de roches amiantifères et de dépôts de déblais sur la commune de Murato (Haute-Corse). BRGM/RP-55425-FR, 68 p., 1 fig., 1 tabl., 5 ann.
- McDonald, J.C., Liddell, F.D.K., Gibbs, G.W. coll.,** (1980). Dust exposure and mortality in chrysotile mining, 1910-1975. *Br. J. Ind. Med.* 37, 11–24.
- McDonald, J.C., McDonald, A.D., Armstrong, B., Sébastei, P.,** (1986). Cohort study of mortality of vermiculite miners exposed to tremolite. *Br. J. Ind. Med.* 43, 436–444.
- Metintas, M., Metintas, S., Hillerdal, G., Ucgun, I., Erginel, S., Alatas, F., Yildirim, H.,** (2005). Nonmalignant pleural lesions due to environmental exposure to asbestos: a field-based, cross-sectional study, *Eur. Respir. J.* 26, 875–880.
- MSHA,** (2005). (Mine Safety and Health Administration). Asbestos exposure limit ; proposed rule. Fed Reg. July 29 : 43950-43989 Date accessed : June 30, 2008.
- Peipens, L.A., Lewin, M., Campolucci, S., Lybarger, J.A., Miller, A., Middleton, D., Weis, C., Spence, M., Black, B., Kapil, V.,** (2003). Radiographic abnormalities and exposure to asbestos-contaminated vermiculite in the community of Libby Montana. *Environ. Heal. Perspect.* 111, 1753–1759.
- Rey, F., Boutin, C., Viallat, J.R., Steinbauer, J., Alessandrini, P., Jutisz, P., Giambattista, D., D., B., M. A., H., P., D., P. De Vuyst, P.,** (1994). Environmental asbestotic pleural plaques in Northeast Corsica: correlations with airborne and pleural mineralogic analysis. *Environ. Heal. Persp.* 102.
- Rey, F., Viallat, J.R., Boutin, C., Farisse, P., Billon-Galland, M.A., Hereng, P., Dumortier, P., De Vuysts, P.,** (1993). Les mésothéliomes environnementaux en Corse du Nord-Est. *Rev. Mal. Respir.* 10, 339–345.

Scherbakov, S. V, Kashansky, S., Domnin, S.G., Kogan, F.M., Kozlov, V., Kochelayev, V.A., Nolan, R.P., (2001). The health effects of mining and milling chrysotile: the Russian experience, in: *The Health Effects of Chrysotile Asbestos: Contribution of Science to Risk-Management Decisions*. Can. Mineral, Spec. Publ. 5, pp. 187–198.

Selçuk, Z.T., Coplu, L., Emri, S., Kalyoncy, A.F., Sahin, A.A., Baris, Y.I., (1992). Malignant pleural mesothelioma due to environmental mineral fiber exposure in turkey. Analysis of cases. *Chest* 135, 790–796.

Sichletidis, L., Daskalopoulou, E., Tsarou, V., Pnevmatikos, I., Chloros, D., Vamvalis, C., (1992). Five cases of pleural mesothelioma with endemic pleural calcifications in a rural area in Greece. *Med. Lav.* 83, 326–329.

Siegrist, H.G., Wylie, A.G., (1980). Characterizing and discriminating the shape of asbestos particles. *Environ. Res.* 23, 348–361. [https://doi.org/10.1016/0013-9351\(80\)90070-5](https://doi.org/10.1016/0013-9351(80)90070-5)

Sullivan, P.A., (2007). Vermiculite, Respiratory Disease, and Asbestos Exposure in Libby, Montana: Update of a Cohort Mortality Study. *Environ. Health Perspect.* 115, 579–585. <https://doi.org/10.1289/ehp.9481>

Woźniak, H., Wiecek, E., Dobrucka, D., Pelc, W., Maciejewska, A., Bielichowska, G., Opalska, B., (1991). [Evaluation of occupational exposure of workers engaged in mining of rock raw materials in the Sleza massif]. *Med. Pr.* 42, 411–7.

Wozniak, H., Wiecek, E., Stetkiewicz, J., (1988). Fibrogenic and carcinogenic effects of antigorite. *Pol. J. Occup. Med. Environ. Health* 1, 192–202.

Yazicioglu, S., Ilcayto, R., Balci, K., Sayli, B.S., Yorulmaz, B., (1980). Pleural calcification, pleural mesotheliomas, and bronchial cancers caused by tremolite dust. *Thorax* 35, 564–569. <https://doi.org/10.1136/thx.35.8.564>

Yazicioglu, S., Oktem, K., Ilcayto, R., Balci, K., Sayli, B.S., (1978). Association between Malignant Tumors of the Lungs and Pleurae and Asbestosis. *Chest* 73, 52–56. <https://doi.org/10.1378/chest.73.1.52>

Zolov, C., Bourilkov, T., Babadjov, L., (1967). Pleural asbestosis in agricultural workers. *Environ. Res* 1, 287–292.

Annexe 1**Coordonnées GPS des points d'affleurement**

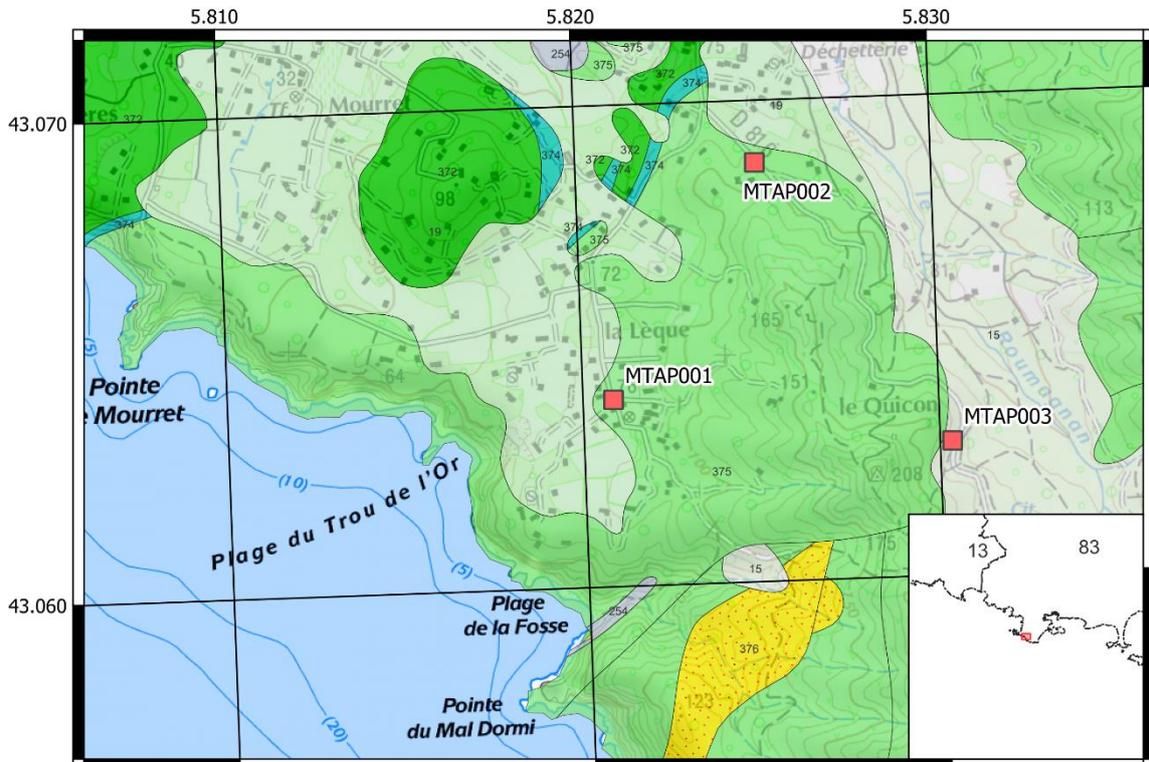
Nom Affleurement	Long (WGS84)	Lat (WGS84)
MTAP001	5.820862	43.063885
MTAP002	5.825056	43.068712
MTAP003	5.830351	43.062793
MTAP004	5.839206	43.058396
MTAP005	5.845858	43.060896
MTAP006	5.847288	43.162446
MTAP007	5.866948	43.197233
MTAP008	6.013012	43.124697
MTAP009	6.013750	43.126067
MTAP010	6.107048	43.137456
MTAP011	6.106714	43.136977
MTAP012	6.106673	43.137044
MTAP013	6.107642	43.136547
MTAP014	6.057281	43.082782
MTAP015	6.119312	43.134625
MTAP016	6.120534	43.134443
MTAP017	6.122685	43.132346
MTAP018	6.172949	43.146834
MTAP019	6.291031	43.143028
MTAP020	6.282725	43.153110
MTAP021	6.331511	43.171398
MTAP022	6.313875	43.199081
MTAP023	6.310037	43.203063
MTAP024	6.294167	43.210598
MTAP025	6.330191	43.230157
MTAP026	6.330021	43.226289
MTAP027	6.341552	43.239697
MTAP028	6.329918	43.253526
MTAP029	6.321277	43.260027
MTAP030	6.320721	43.263710
MTAP031	6.357128	43.311505
MTAP032	6.352105	43.294681
MTAP033	6.287768	43.189316
MTAP034	6.330054	43.224092
MTAP035	6.328494	43.225694
MTAP036	6.459341	43.229456
MTAP037	6.563711	43.206575

MTAP038	6.546859	43.197263
MTAP039	6.559404	43.220202
MTAP040	6.676772	43.245257
MTAP041	6.674205	43.244990
MTAP042	6.672232	43.245444
MTAP043	6.517769	43.337513
MTAP044	6.516434	43.337772
MTAP045	6.497178	43.332978
MTAP046	6.490308	43.343705
MTAP047	6.491440	43.343631
MTAP048	6.446090	43.366563
MTAP049	6.447555	43.370383
MTAP050	6.454750	43.396405
MTAP052	6.504628	43.371638
MTAP053	6.502995	43.368928
MTAP054	6.503039	43.362569
MTAP055	6.538061	43.373436
MTAP056	6.672600	43.368799
MTAP057	6.771325	43.475776
MTAP058	6.793093	43.509043
MTAP059	6.790032	43.512222
MTAP060	6.790576	43.512795
MTAP061	6.809636	43.512831
MTAP062	6.608731	43.576669
MTAP063	6.619035	43.576775
MTAP064	6.638020	43.580945
MTAP065	6.656621	43.566270
MTAP066	6.695084	43.530324
MTAP067	6.696206	43.530250
MTAP068	6.710362	43.530202
MTAP069	6.710174	43.529231
MTAP070	6.727475	43.522128
MTAP071	6.705355	43.503880
MTAP072	6.717089	43.464197
MTAP073	6.652285	43.421881

Annexe 2

Fiches de localisation des affleurements expertisés sur le terrain

Susceptibilité de présence d'amiante dans les formations géologiques de la zone des massifs des Maures et du Tanneron



Fond topographique Scan 1/25 000 IGN
 Système de coordonnées : RGF93 / Lambert-93



Légende

Failles

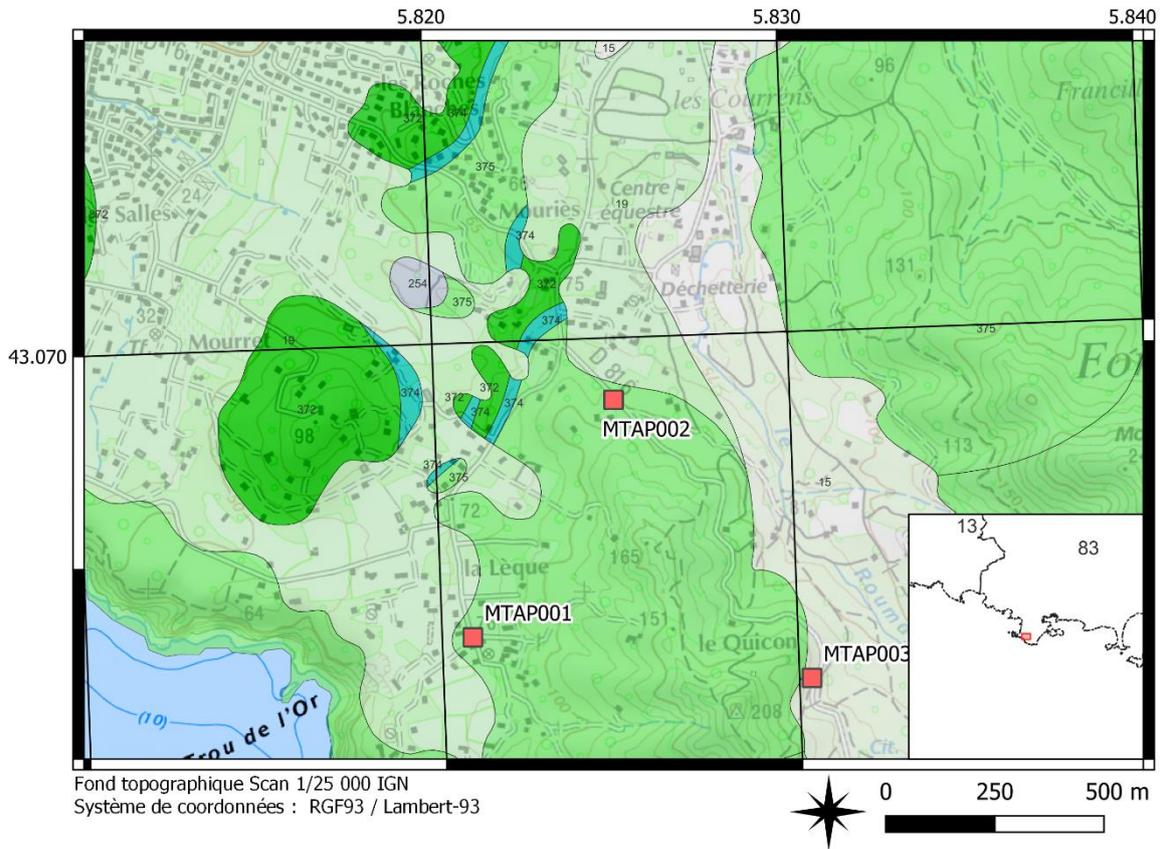
— 1, Faille observée

Géologie

- Py, W_{vrm} : épandages locaux, colluvions, cailloutis, limons - 15
- Fx, Riss : alluvions de la moyenne terrasse (cailloutis et graviers) - 18
- β, Basaltes - 253

- x4, Phyllades inférieures de Six-Fours (Série du Cap Sicié) - 371
- x3, Phanites (Série du Cap Sicié) - 373
- x1, Schistes verts (Série du Cap Sicié) - 374
- x2, Poudingues intraformationnels (Série du Cap Sicié) - 375

Susceptibilité de présence d'amiante dans les formations géologiques de la zone des massifs des Maures et du Tanneron



Légende

Failles

— 1, Faille observée

Géologie

Py, W_{vrm} : épandages locaux, colluvions, cailloutis, limons - 15

Fx, Riss : alluvions de la moyenne terrasse (cailloutis et graviers) - 18

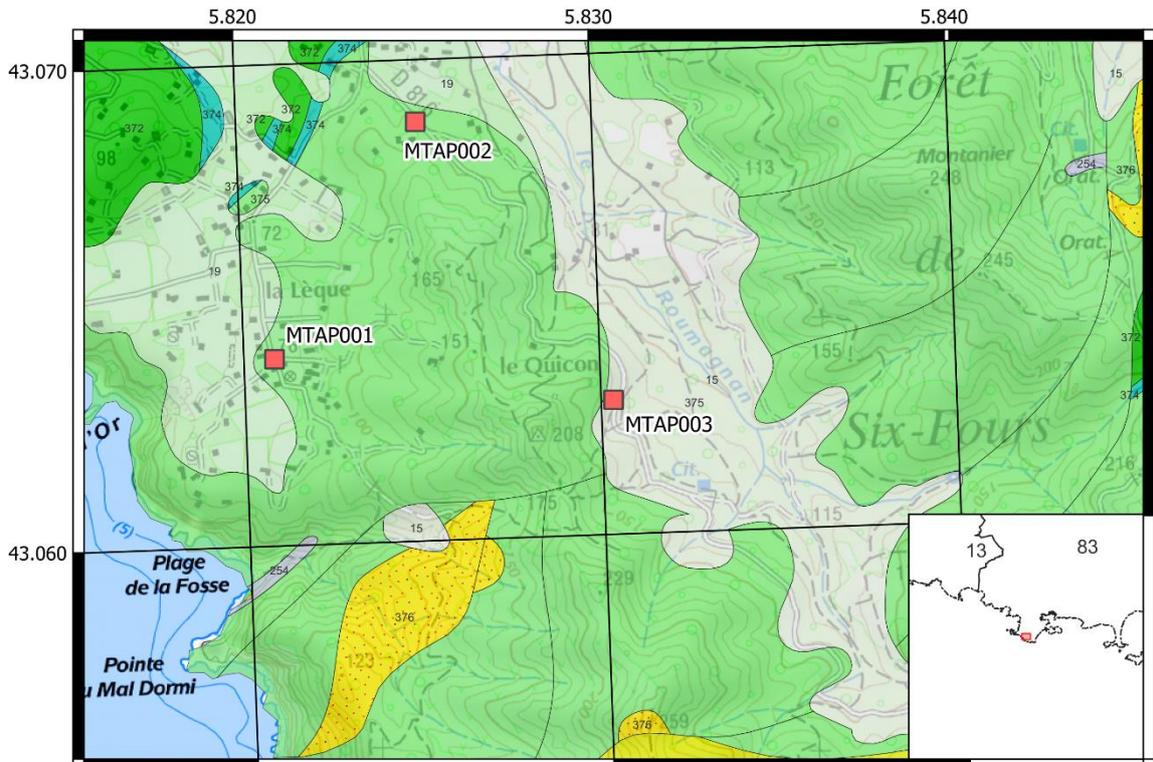
β, Basaltes - 253

x4, Phyllades inférieures de Six-Fours (Série du Cap Sicié) - 371

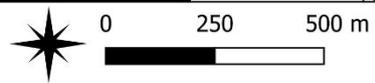
x3, Phtanites (Série du Cap Sicié) - 373

x1, Schistes verts (Série du Cap Sicié) - 374

Susceptibilité de présence d'amiante dans les formations géologiques de la zone des massifs des Maures et du Tanneron



Fond topographique Scan 1/25 000 IGN
Système de coordonnées : RGF93 / Lambert-93



Légende

Failles

— 1, Faille observée

Géologie

Py, Wvrm : épandages locaux, colluvions, cailloutis, limons - 15

Fx, Riss : alluvions de la moyenne terrasse (cailloutis et graviers) - 18

β, Basaltes - 253

x9, Série de Fabrègas : Phyllades et quartzophyllades (Série du Cap Sicié) - 375

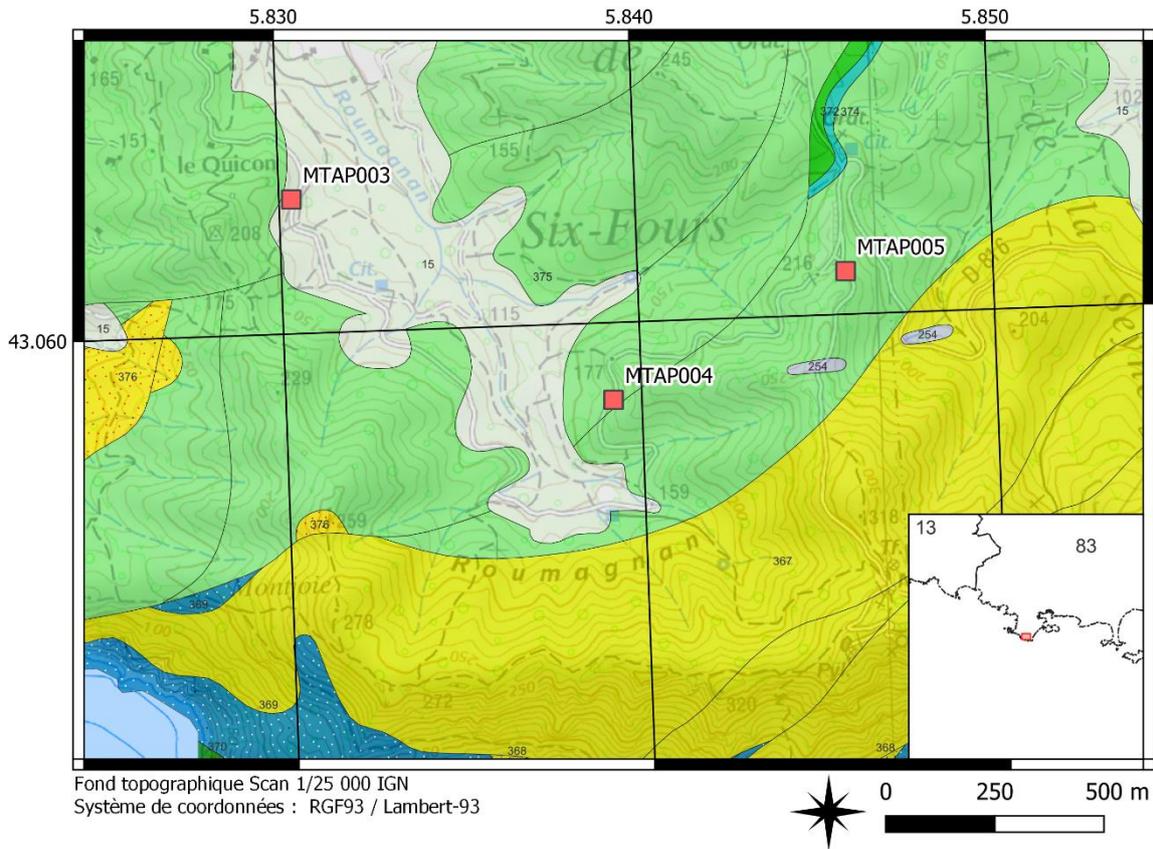
x4, Phyllades inférieures de Six-Fours (Série du Cap Sicié) - 371

x3, Phtanites (Série du Cap Sicié) - 373

x1, Schistes verts (Série du Cap Sicié) - 374

x2, Poudingues intraformationnels (Série du Cap Sicié) - 375

Susceptibilité de présence d'amiante dans les formations géologiques de la zone des massifs des Maures et du Tanneron



Légende

Failles

— 1, Faille observée

Géologie

Py, Wvrm : épandages locaux, colluvions, cailloutis, limons - 15

β, Basaltes - 253

x9, Série de Fabrègas : Phyllades et quartzophyllades (Série du Cap Sicié) - 366

x8, Phyllades noires (Série du Cap Sicié) - 367

x7, Arkoses (Série du Cap Sicié) - 368

x6, Phyllades supérieures de Six-Fours (Série du Cap Sicié) - 369

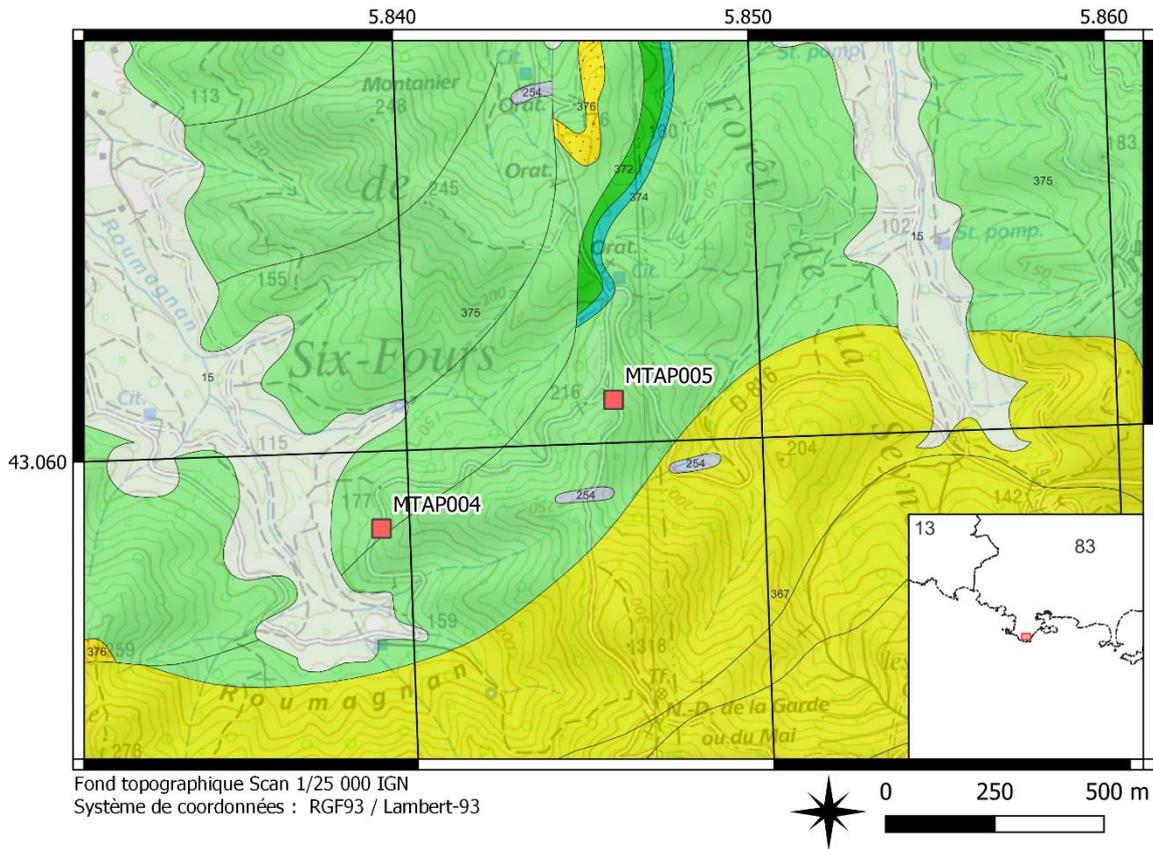
x4, Phyllades inférieures de Six-Fours (Série du Cap Sicié) - 371

x3, Phtanites (Série du Cap Sicié) - 373

x1, Schistes verts (Série du Cap Sicié) - 374

x2, Poudingues intraformationnels (Série du Cap Sicié) - 375

Susceptibilité de présence d'amiante dans les formations géologiques de la zone des massifs des Maures et du Tanneron



Légende

Failles

— 1, Faille observée

Géologie

Py, W_{vm} : épandages locaux, colluvions, cailloutis, limons - 15

β, Basaltes - 253

x9, Série de Fabrègas : Phyllades et quartzophyllades (Série du Cap Sicié) - 366

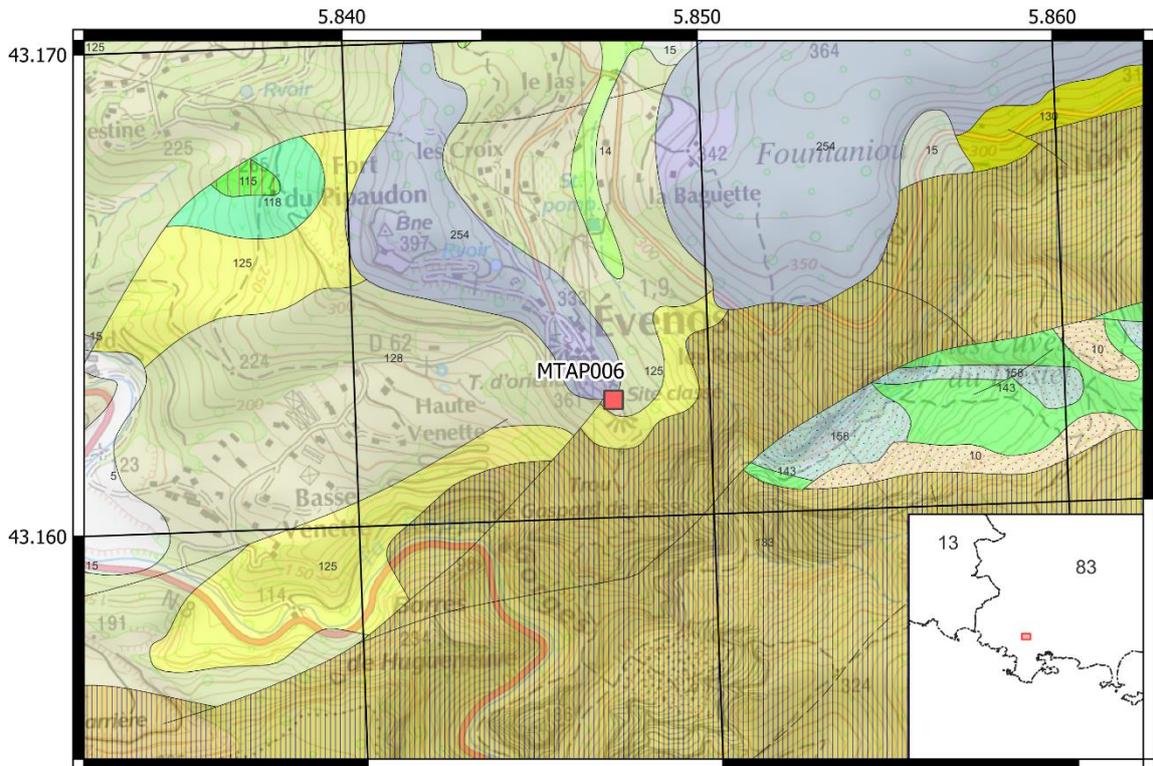
x4, Phyllades inférieures de Six-Fours (Série du Cap Sicié) - 371

x3, Phtanites (Série du Cap Sicié) - 373

x1, Schistes verts (Série du Cap Sicié) - 374

x2, Poudingues intraformationnels (Série du Cap Sicié) - 375

Susceptibilité de présence d'amiante dans les formations géologiques de la zone des massifs des Maures et du Tanneron



Fond topographique Scan 1/25 000 IGN
Système de coordonnées : RGF93 / Lambert-93



Légende

Failles

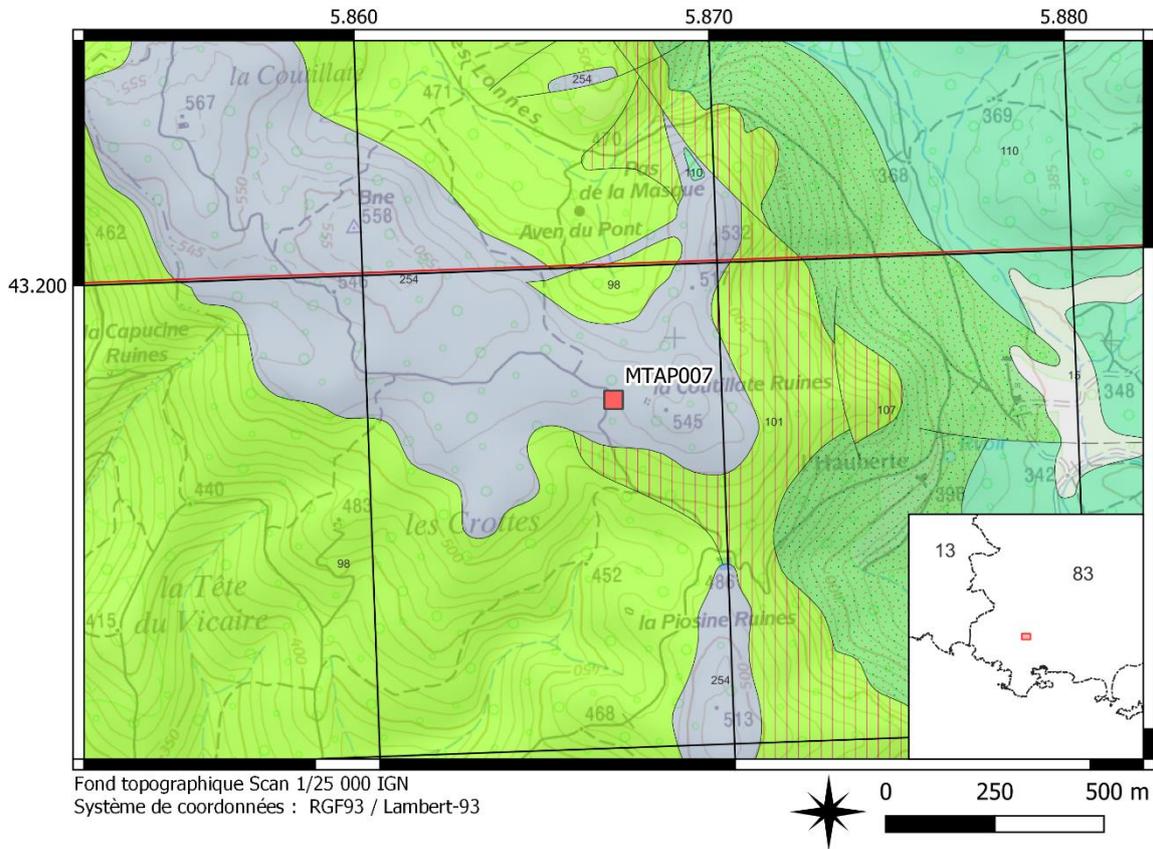
- 1, Faille observée
- - - 2, Faille supposée

Géologie

- Fz, Quaternaire : alluvions fluviales récentes (sables, limons, graviers, galets) - 5
- Ez, Ebouils récents - 10
- Fy, Wurm : cailloutis, graviers, sables - 14
- Px, Würm : épandages locaux, colluvions, cailloutis, limons - 15
- c1_R, Cénomaniens : calcaires à Rudistes, calcaires argileux - 114

- c1a, Cénomaniens inférieurs : grès et sables, calcaires gréseux, marnes - 115
- n5b-6_cs, Clansayésien - Albien : calcaires gréséo-glaucosés - 124
- n5b_1, Aptien supérieur (Gargasien) : marnes - 127
- n5a, Aptien inférieur (Bédoulien) : calcaires et calcaires marneux siliceux - 125
- n4_UR, Barrémien : calcaires à Rudistes (faciès urgonien), dolomites - 128
- n2-3, Valanginien-Hauteriviens indifférenciés - 142
- j5-7_D, Jurassique supérieur indifférencié dolomitique - 153
- j7, Tithonien (Portlandien) : calcaires blancs - 157
- β, Basaltes - 253

Susceptibilité de présence d'amiante dans les formations géologiques de la zone des massifs des Maures et du Tanneron



Légende

Failles

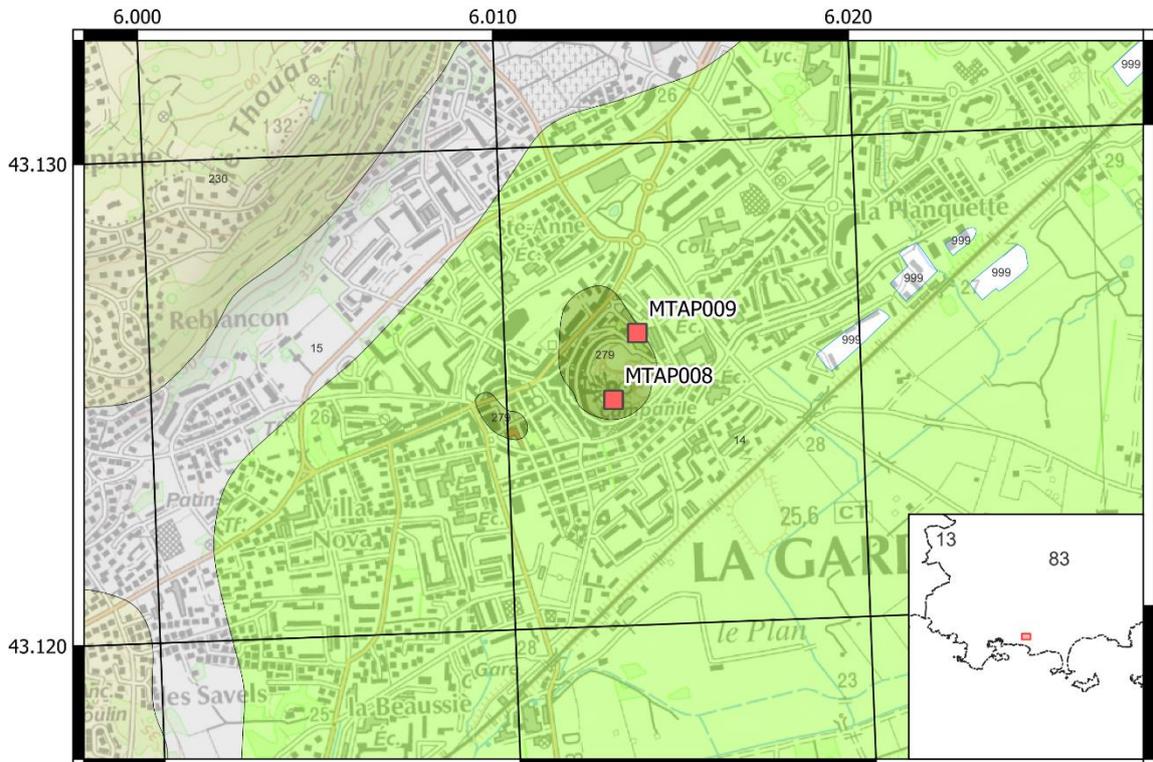
- 1, Faille observée
- - - 2, Faille supposée

Géologie

- Py, Wvym : épanchages locaux, colluvions, cailloutis, limons - 15
- c3_gB, Coniacien : grès - 97

- c3_cR, Conacien : calcaires à Rudistes - 100
- c2c-3a_g, Turonien supérieur et Coniacien inférieur : grès glauconieux et marnes sableuses - 106
- c2c, Turonien supérieur : calcaires à Rudistes - 109
- β, Basaltes - 253

Susceptibilité de présence d'amiante dans les formations géologiques de la zone des massifs des Maures et du Tanneron



Fond topographique Scan 1/25 000 IGN
Système de coordonnées : RGF93 / Lambert-93

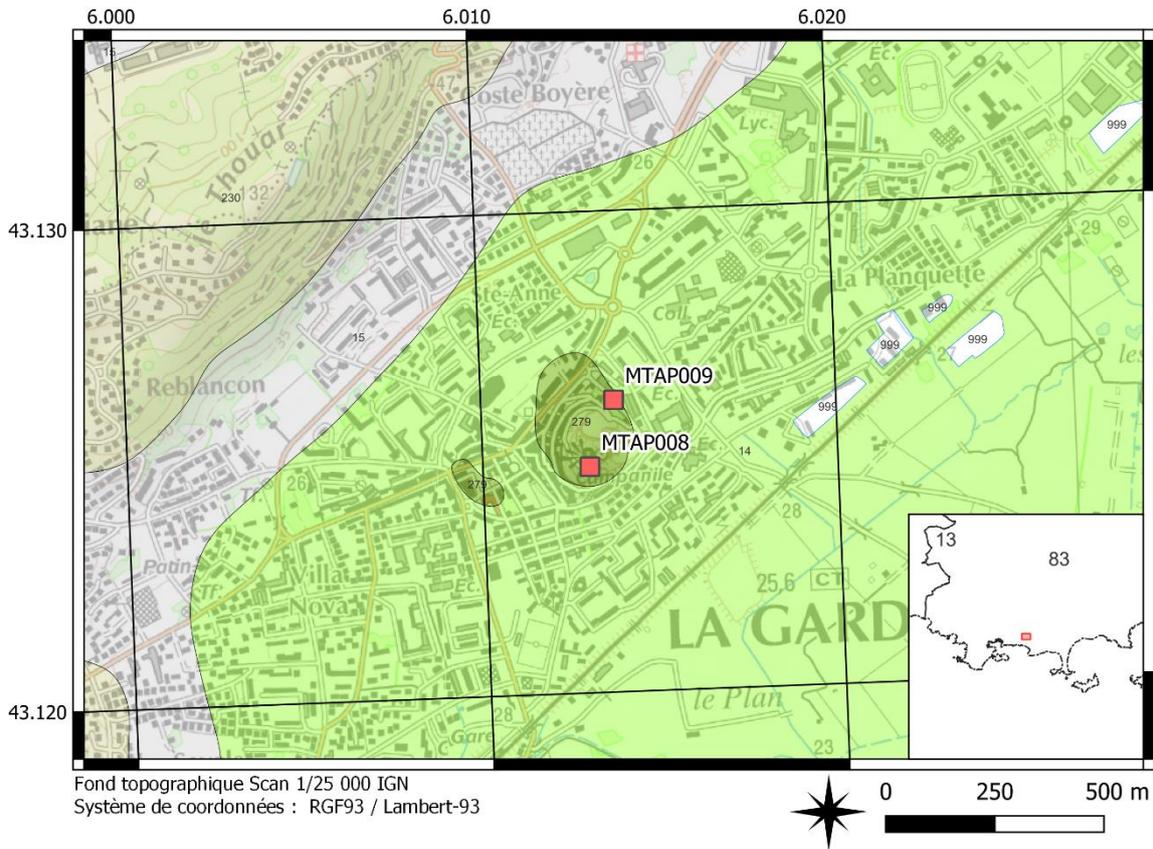


Légende

Géologie

- | | |
|--|--|
|  Fy, Wurm : cailloutis, graviers, sables - 14 |  r. Permien : pélites rouges à rares intercalations conglomératiques, grès grossier à la base - 229 |
|  Py, Wurm : épandages locaux, colluvions, cailloutis, limons - 15 |  α, Andésite - 278 |
| |  hydro, Réseau hydrologique - 466 |

Susceptibilité de présence d'amiante dans les formations géologiques de la zone des massifs des Maures et du Tanneron

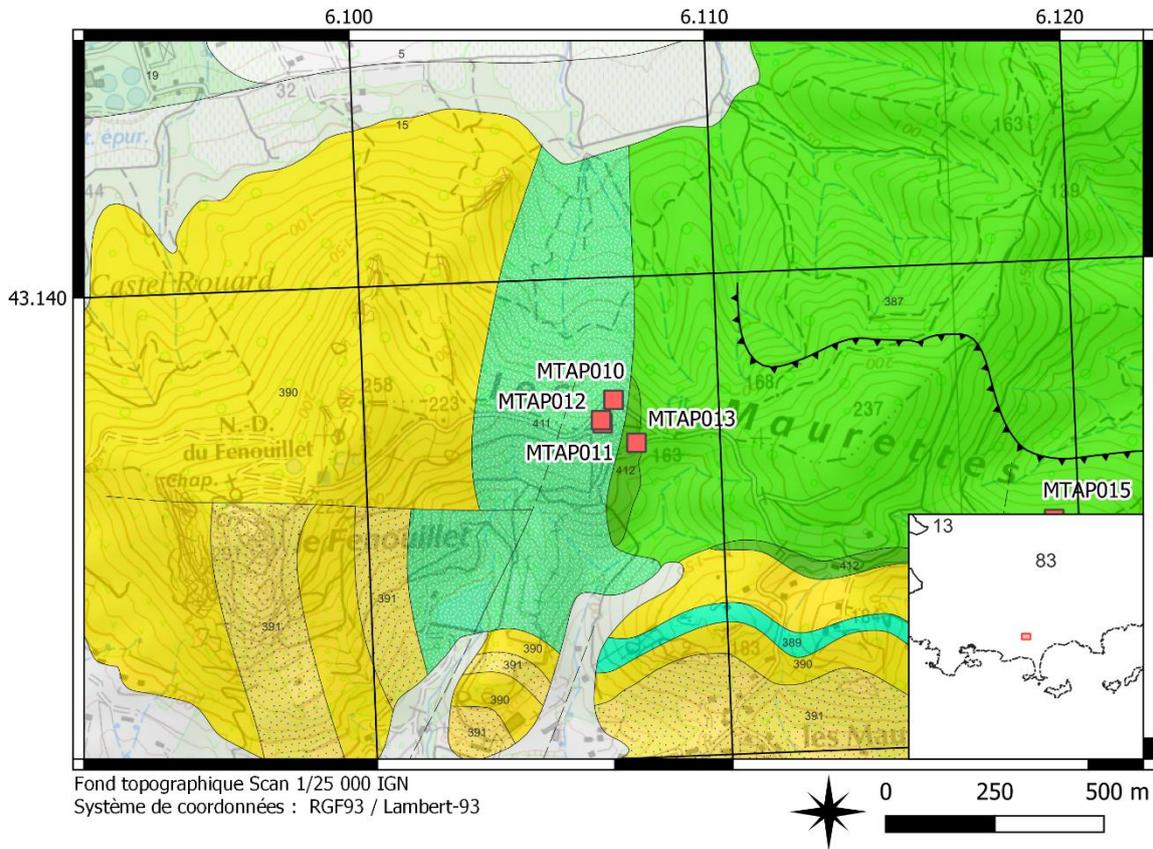


Légende

Géologie

- Fy, Wurm : cailloutis, graviers, sables - 14
- Py, Wurm : épandages locaux, colluvions, cailloutis, limons - 15
- r, Permien : pélites rouges à rares intercalations conglomératiques, grès grossier à la base - 229
- α, Andésite - 278
- hydro, Réseau hydrologique - 466

Susceptibilité de présence d'amiante dans les formations géologiques de la zone des massifs des Maures et du Tanneron



Légende

Faillles

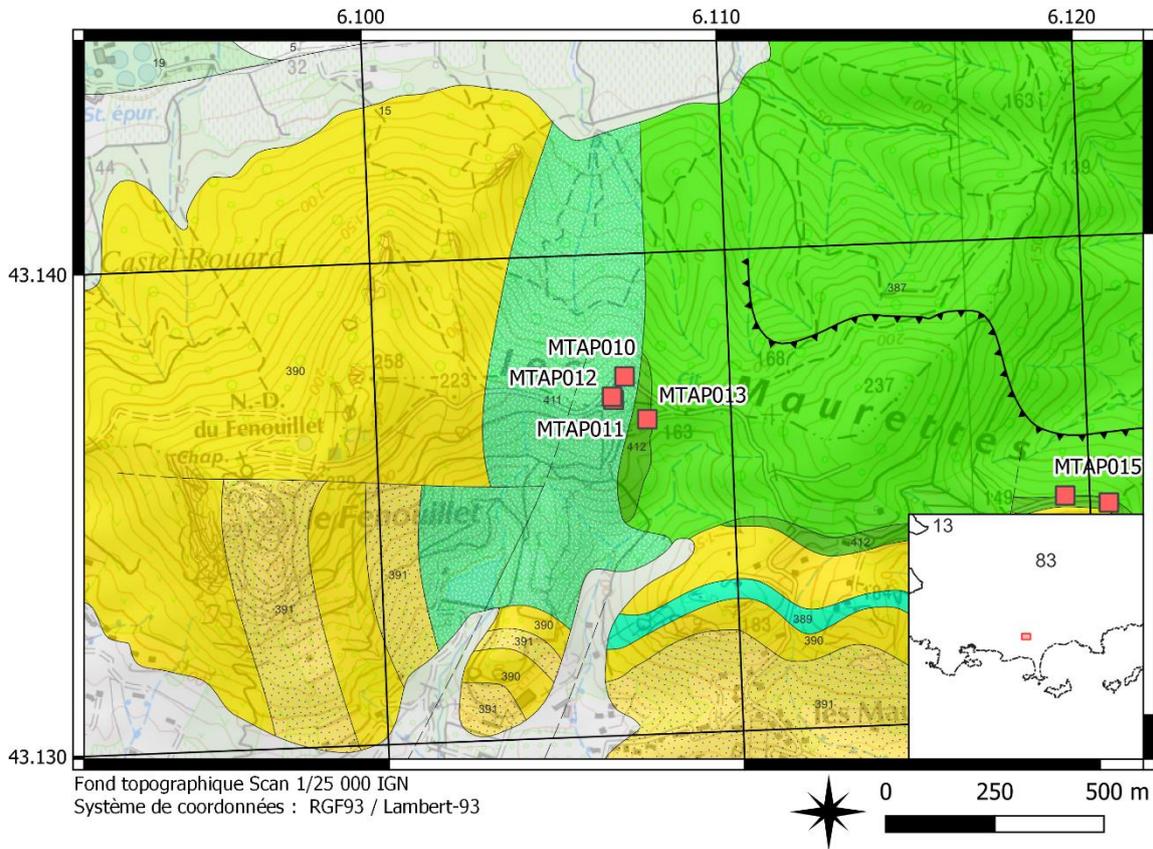
- 1, Faille observée
- - - 2, Faille supposée
- ▲▲▲ 3, Chevauchement

Géologie

- Fz, Quaternaire : alluvions fluviales récentes (sables, limons, graviers, galets) - 5
- Py, Wvrm : épandages locaux, colluvions, cailloutis, limons - 15
- Fx, Riss : alluvions de la moyenne terrasse (cailloutis et graviers) - 18

- xm, Phyllades bleues du Real Martin - 386
- xa, Phyllades bleues de N.D. des Anges - 388
- xq, Quartzites - 389
- xs, Phyllades détritiques des Sauvettes - 390
- Sc, Phyllades détritiques de Camaures - 407
- rs, filons et coulées de spilites métamorphisées en amphibolites (Ste-Eulalie et Le Fenouillet) - 408

Susceptibilité de présence d'amiante dans les formations géologiques de la zone des massifs des Maures et du Tanneron



Légende

Failles

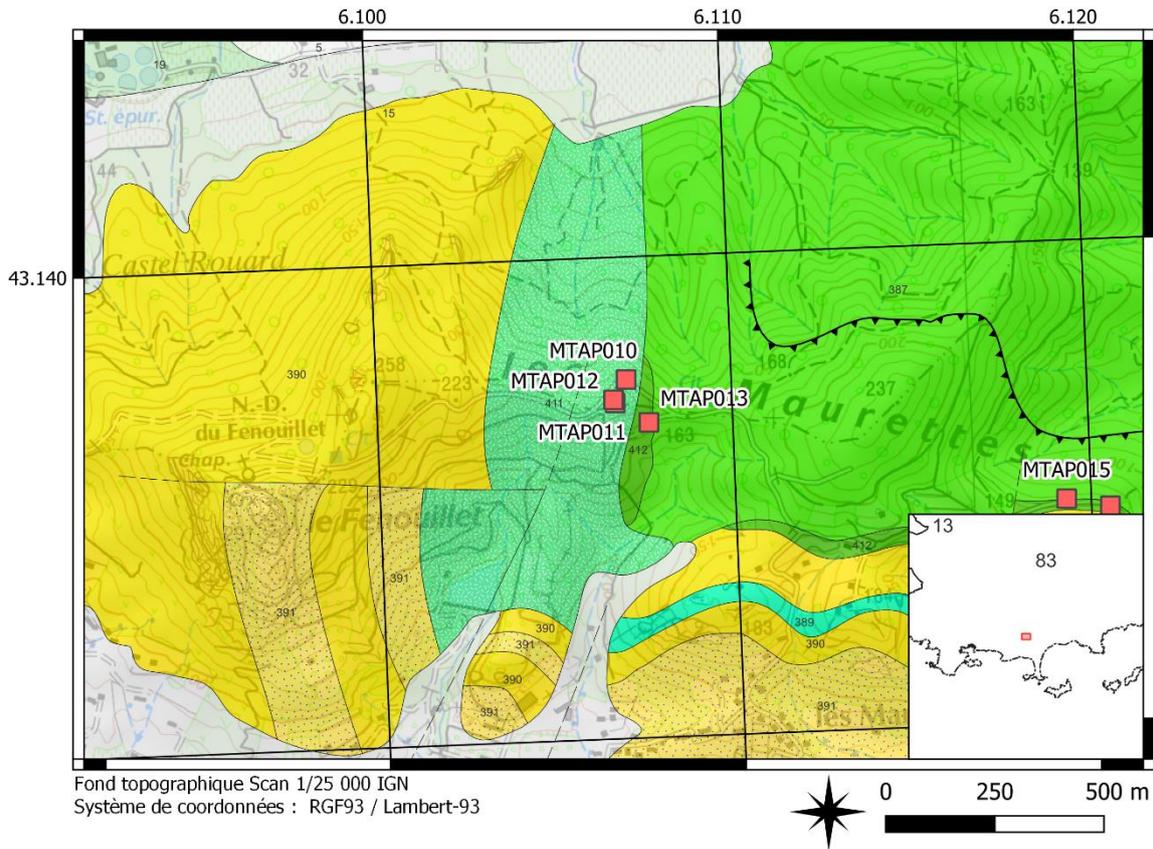
- 1, Faille observée
- - - 2, Faille supposée
- ▲▲▲ 3, Chevauchement

Géologie

- Fz, Quaternaire : alluvions fluviales récentes (sables, limons, graviers, galets) - 5
- Fy, Würm : cailloutis, graviers, sables - 14
- Px, Würm : épandages locaux, colluvions, cailloutis, limons - 15

- Fx, Riss : alluvions de la moyenne terrasse (cailloutis et graviers) - 18
- xm, Phyllades bleues du Real Martin - 386
- xa, Phyllades bleues de N.D. des Anges - 388
- xq, Quartzites - 389
- xs, Phyllades détritiques des Sauvettes - 390
- Sc, Phyllades détritiques de Camaures - 407
- rs, filons et coulées de spilites métamorphosées en amphibolites (Ste-Eulalie et Le Fenouillet) - 408

Susceptibilité de présence d'amiante dans les formations géologiques de la zone des massifs des Maures et du Tanneron



Légende

Failles

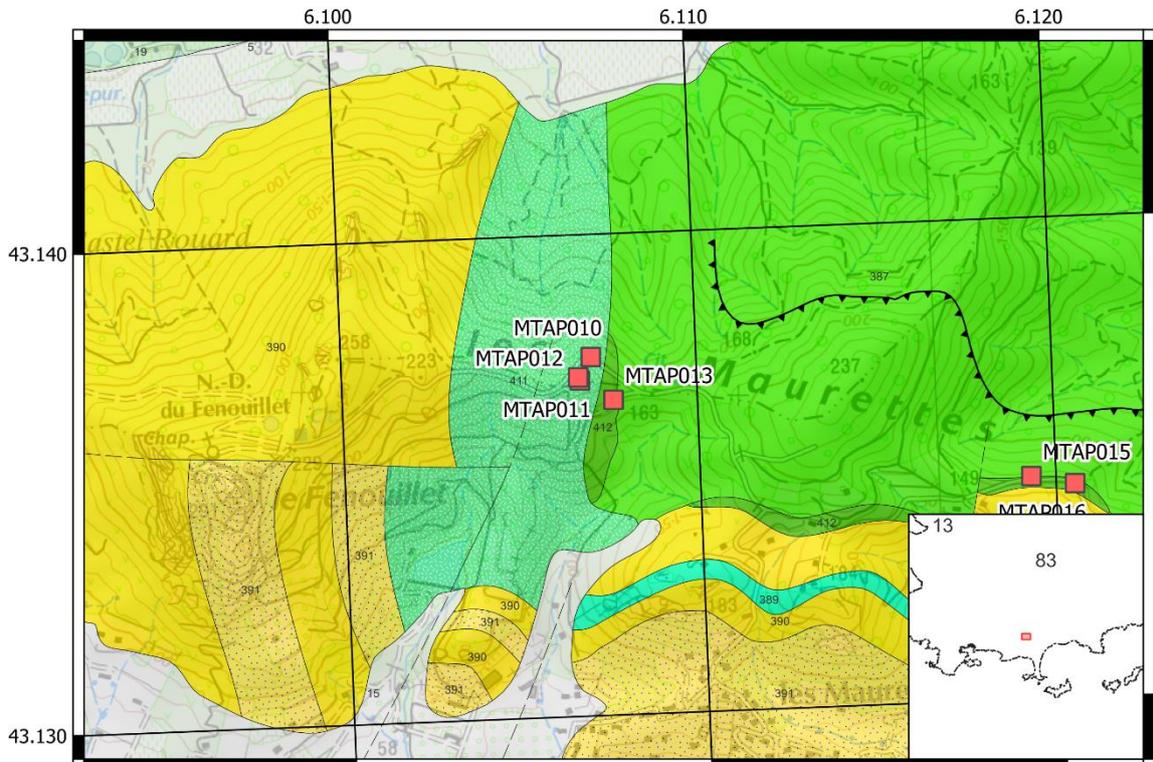
- 1, Faille observée
- - - 2, Faille supposée
- ▲▲▲ 3, Chevauchement

Géologie

- Fz, Quaternaire : alluvions fluviales récentes (sables, limons, graviers, galets) - 5
- Fy, Wurm : cailloutis, graviers, sables - 14
- Py, Würm : épandages locaux, colluvions, cailloutis, limons - 15

- Fx, Riss : alluvions de la moyenne terrasse (cailloutis et graviers) - 18
- xm, Phyllades bleues du Real Martin - 386
- xa, Phyllades bleues de N.D. des Anges - 388
- xq, Quartzites - 389
- xs, Phyllades détritiques des Sauvettes - 390
- Sc, Phyllades détritiques de Camaures - 407
- ös, filons et coulées de spilites métamorphosées en amphibolites (Ste-Eulalie et Le Fenouillet) - 408

Susceptibilité de présence d'amiante dans les formations géologiques de la zone des massifs des Maures et du Tanneron



Fond topographique Scan 1/25 000 IGN
Système de coordonnées : RGF93 / Lambert-93



Légende

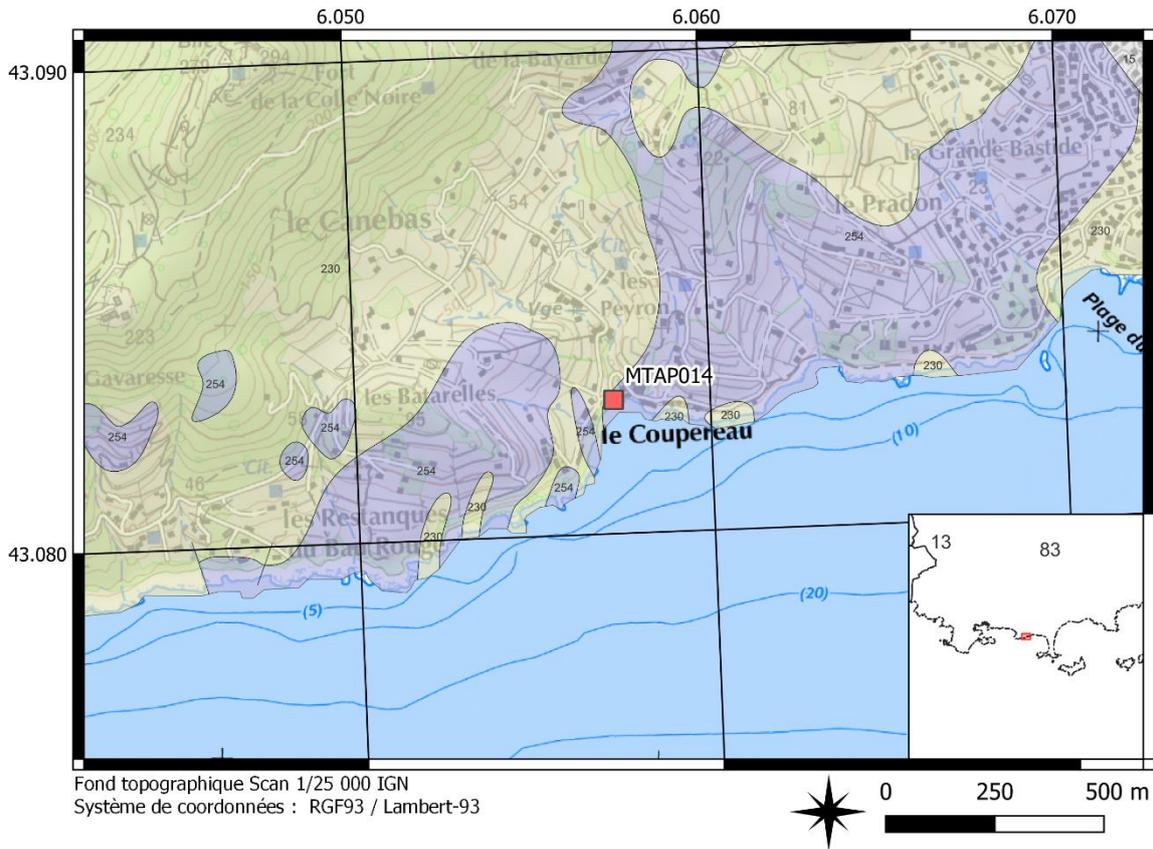
Failles

- 1, Faille observée
- - - 2, Faille supposée
- ▲▲▲ 3, Chevauchement

Géologie

<ul style="list-style-type: none"> Fz, Quaternaire : alluvions fluviales récentes (sables, limons, graviers, galets) - 5 Fy, Wurm : cailloutis, graviers, sables - 14 Px, Würm : épandages locaux, colluvions, cailloutis, limons - 15 	<ul style="list-style-type: none"> Fx, Riss : alluvions de la moyenne terrasse (cailloutis et graviers) - 18 xm, Phyllades bleues du Real Martin - 386 xa, Phyllades bleues de N.D. des Anges - 388 xq, Quartzites - 389 xs, Phyllades détritiques des Sauvettes - 390 Sc, Phyllades détritiques de Camaures - 407 rs, filons et coulées de spilites métamorphisées en amphibolites (Ste-Eulalie et Le Fenouillet) - 408
---	---

Susceptibilité de présence d'amiante dans les formations géologiques de la zone des massifs des Maures et du Tanneron



Légende

Failles

— 1, Faille observée

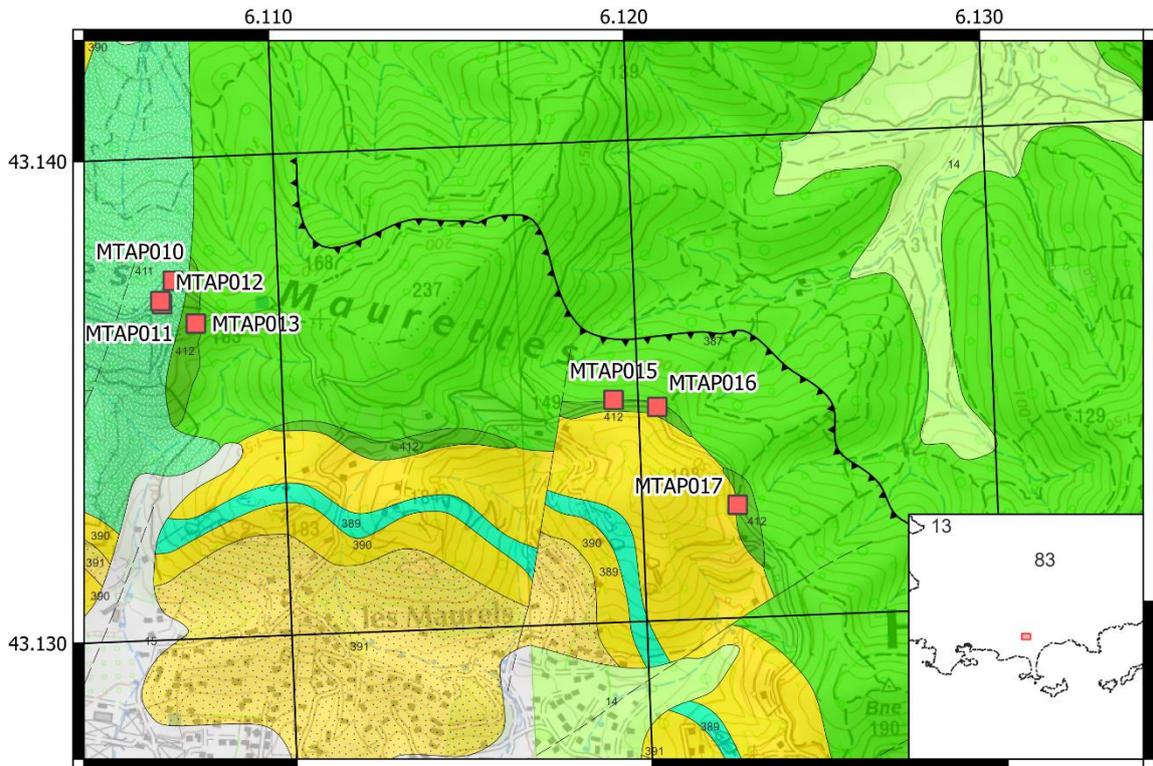
Géologie

Py, W_{vm} : épandages locaux, colluvions, cailloutis, limons - 15

r, Permien : pélites rouges à rares intercalations conglomératiques, grès grossier à la base - 229

β, Basaltes - 253

Susceptibilité de présence d'amiante dans les formations géologiques de la zone des massifs des Maures et du Tanneron



Fond topographique Scan 1/25 000 IGN
Système de coordonnées : RGF93 / Lambert-93



Légende

Failles

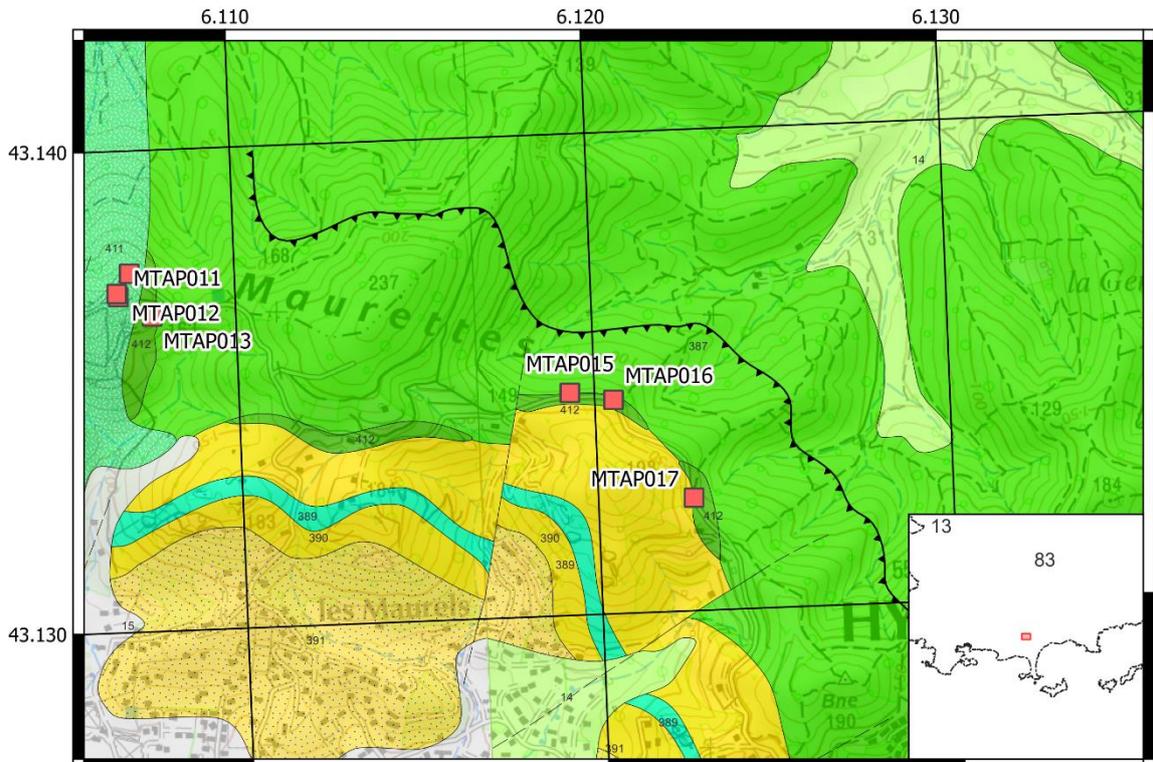
- 1, Faille observée
- - - 2, Faille supposée
- ▲▲▲ 3, Chevauchement

Géologie

- Fy, Wurm : cailloutis, graviers, sables - 14
- Py, Wurm : épandages locaux, colluvions, cailloutis, limons - 15

- xm, Phyllades bleues du Real Martin - 386
- xa, Phyllades bleues de N.D. des Anges - 388
- xq, Quartzites - 389
- xs, Phyllades détritiques des Sauvettes - 390
- Sc, Phyllades détritiques de Camaures - 407
- ös, filons et coulées de spilites métamorphisées en amphibolites (Ste-Eulalie et Le Fenouillet) - 408

Susceptibilité de présence d'amiante dans les formations géologiques de la zone des massifs des Maures et du Tanneron



Fond topographique Scan 1/25 000 IGN
Système de coordonnées : RGF93 / Lambert-93



Légende

Failles

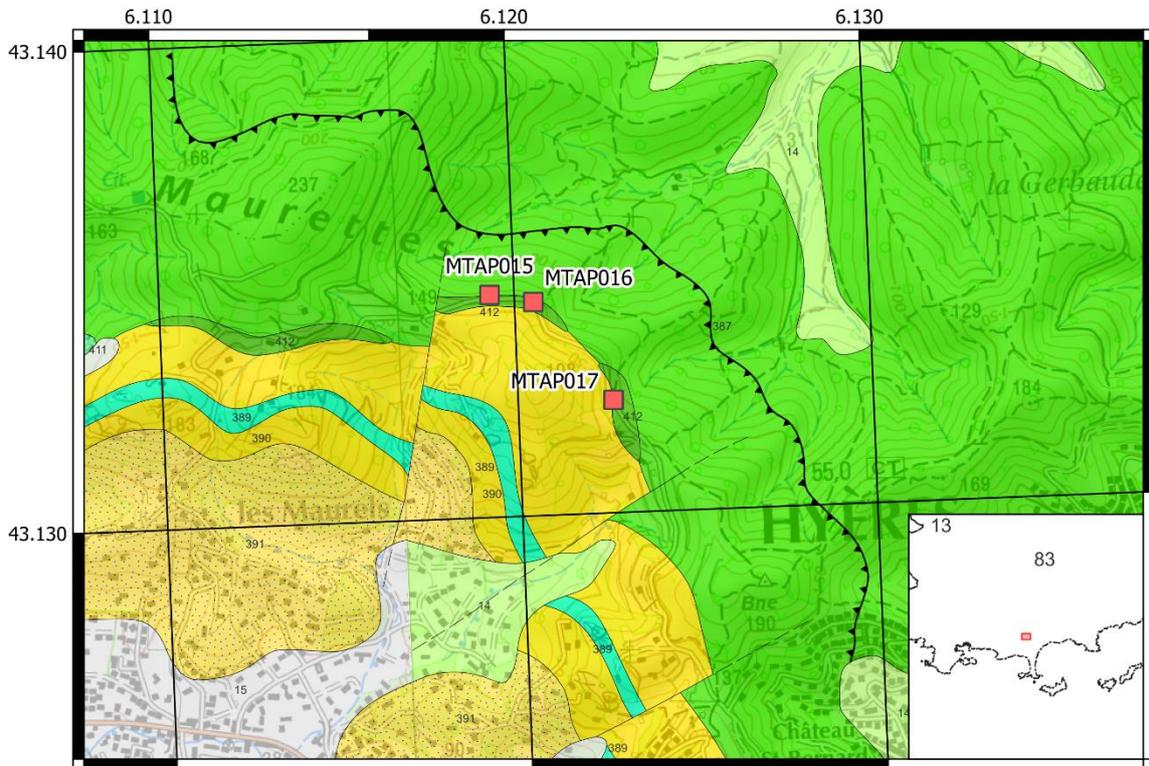
- 1, Faille observée
- - - 2, Faille supposée
- ▲▲▲ 3, Chevauchement

Géologie

- Fy, Wurm : cailloutis, graviers, sables - 14
- Py, W_{py}rm : épandages locaux, colluvions, cailloutis, limons - 15

- xm, Phyllades bleues du Real Martin - 386
- xa, Phyllades bleues de N.D. des Anges - 388
- xq, Quartzites - 389
- xs, Phyllades détritiques des Sauvettes - 390
- Sc, Phyllades détritiques de Camaures - 407
- ös, filons et coulées de spilites métamorphisées en amphibolites (Ste-Eulalie et Le Fenouillet) - 408

Susceptibilité de présence d'amiante dans les formations géologiques de la zone des massifs des Maures et du Tanneron



Fond topographique Scan 1/25 000 IGN
Système de coordonnées : RGF93 / Lambert-93



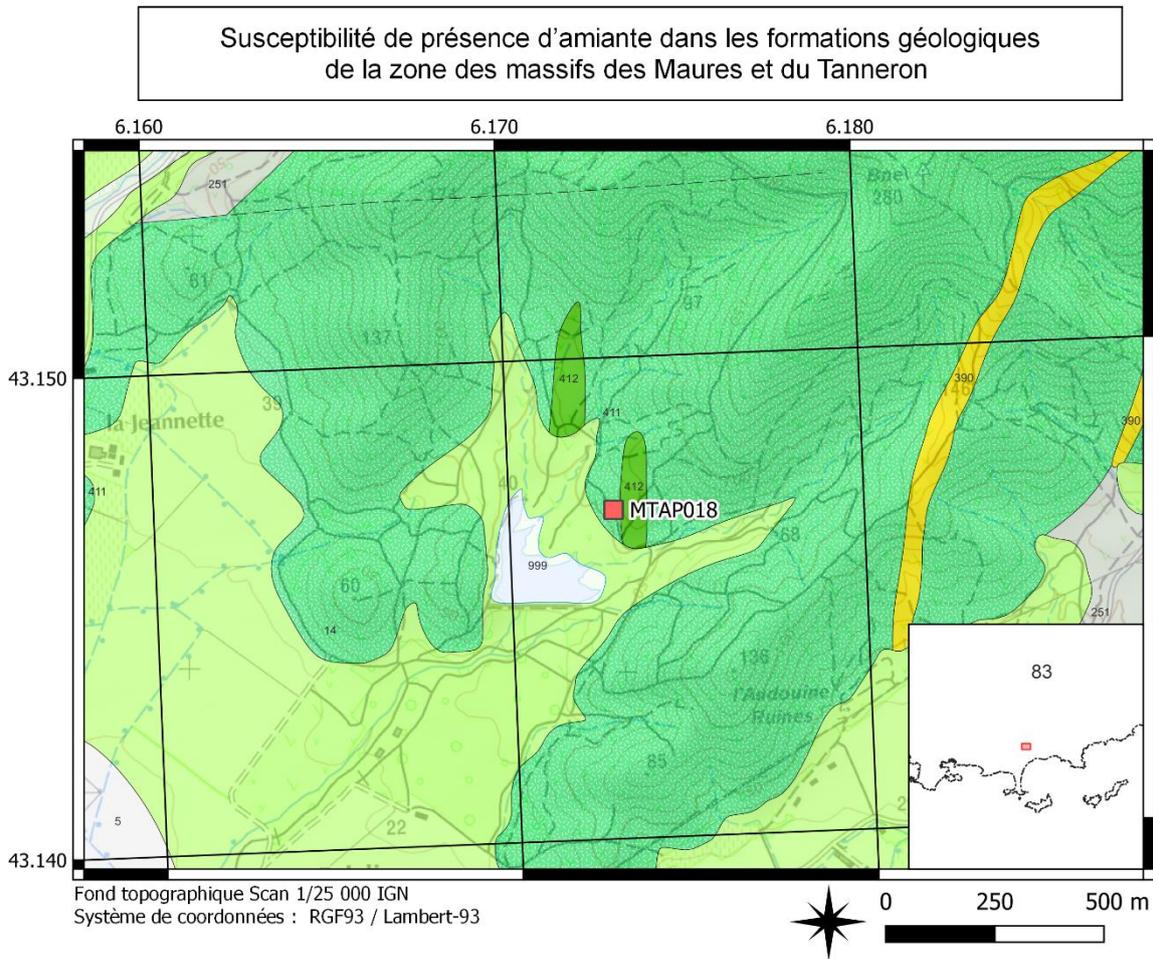
Légende

Failles

- 1, Faille observée
- - - 2, Faille supposée
- ▲▲▲ 3, Chevauchement

Géologie

- Fy, Wurm : cailloutis, graviers, sables - 14
- Py, W_{py}m : épandages locaux, colluvions, cailloutis, limons - 15
- xm, Phyllades bleues du Real Martin - 386
- xa, Phyllades bleues de N.D. des Anges - 388
- xq, Quartzites - 389
- xs, Phyllades détritiques des Sauvettes - 390
- Sc, Phyllades détritiques de Camaures - 407
- ös, filons et coulées de spilites métamorphosées en amphibolites (Ste-Eulalie et Le Fenouillet) - 408



Légende

Failles

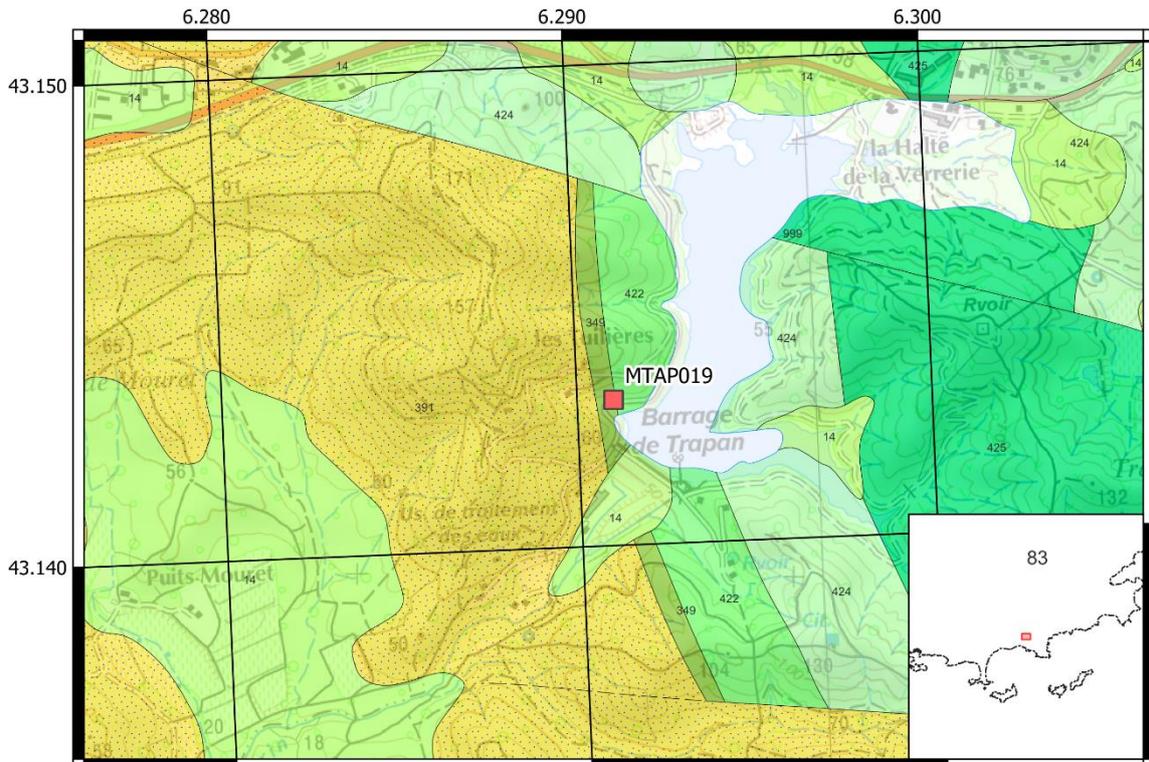
- 1, Faille observée
- - - 2, Faille supposée

Géologie

- Fz, Quaternaire : alluvions fluviales récentes (sables, limons, graviers, galets) - 5
- Fy, Wurm : cailloutis, graviers, sables - 14

- h, Carbonifère : calcaires et schistes - 250
- xq, Quartzites - 389
- Sc, Phyllades détritiques de Camaures - 407
- is, filons et coulées de spilites métamorphosées en amphibolites (Ste-Eulalie et Le Fenouillet) - 408
- hydro, Réseau hydrologique - 466

Susceptibilité de présence d'amiante dans les formations géologiques de la zone des massifs des Maures et du Tanneron



Fond topographique Scan 1/25 000 IGN
Système de coordonnées : RGF93 / Lambert-93



Légende

Failles

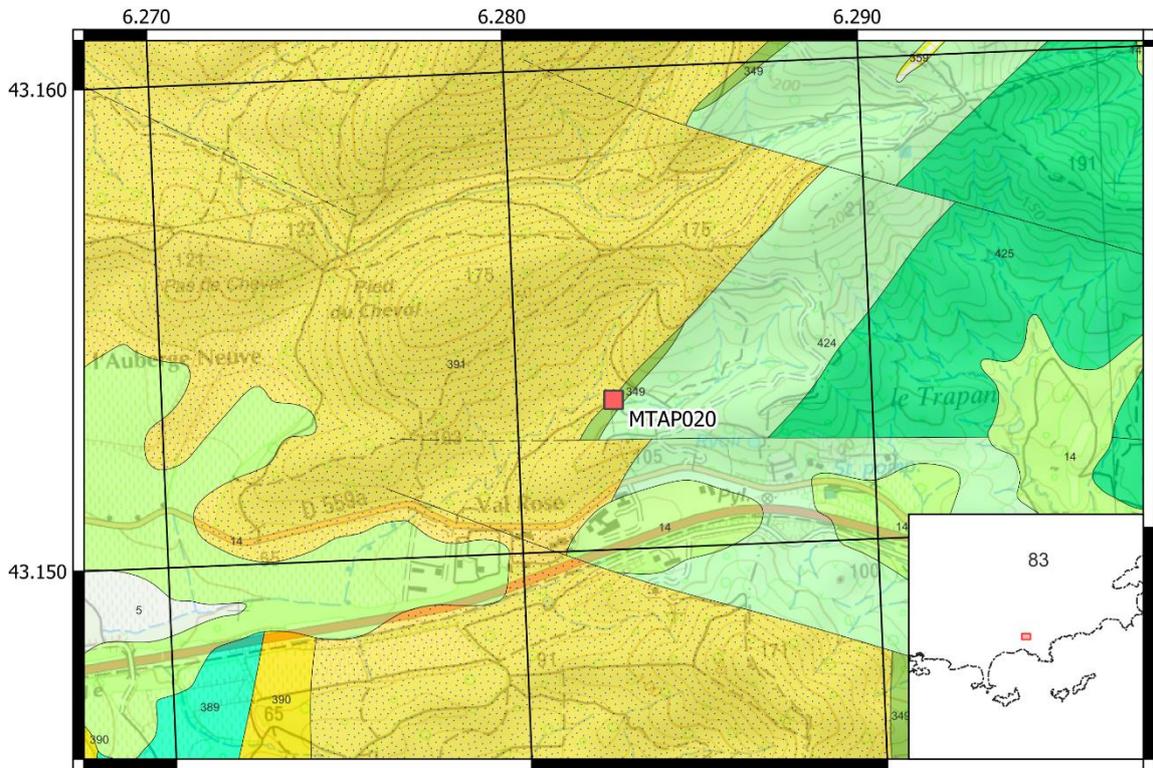
- 1, Faille observée
- - - 2, Faille supposée

Géologie

- Fy, Wurm : cailloutis, graviers, sables - 14
- δ11.3, Amphibolites et leptynites associées - 348

- xs, Phyllades détritiques des Sauvettes - 390
- ē, Micaschistes stratigraphiquement indifférenciés - 418
- ēD, Micaschistes détritiques à faciès de gneiss - 420
- ēsg, Micaschistes à minéraux, staurotite et grenat - 421
- hydro, Réseau hydrologique - 466

Susceptibilité de présence d'amiante dans les formations géologiques de la zone des massifs des Maures et du Tanneron



Fond topographique Scan 1/25 000 IGN
Système de coordonnées : RGF93 / Lambert-93



Légende

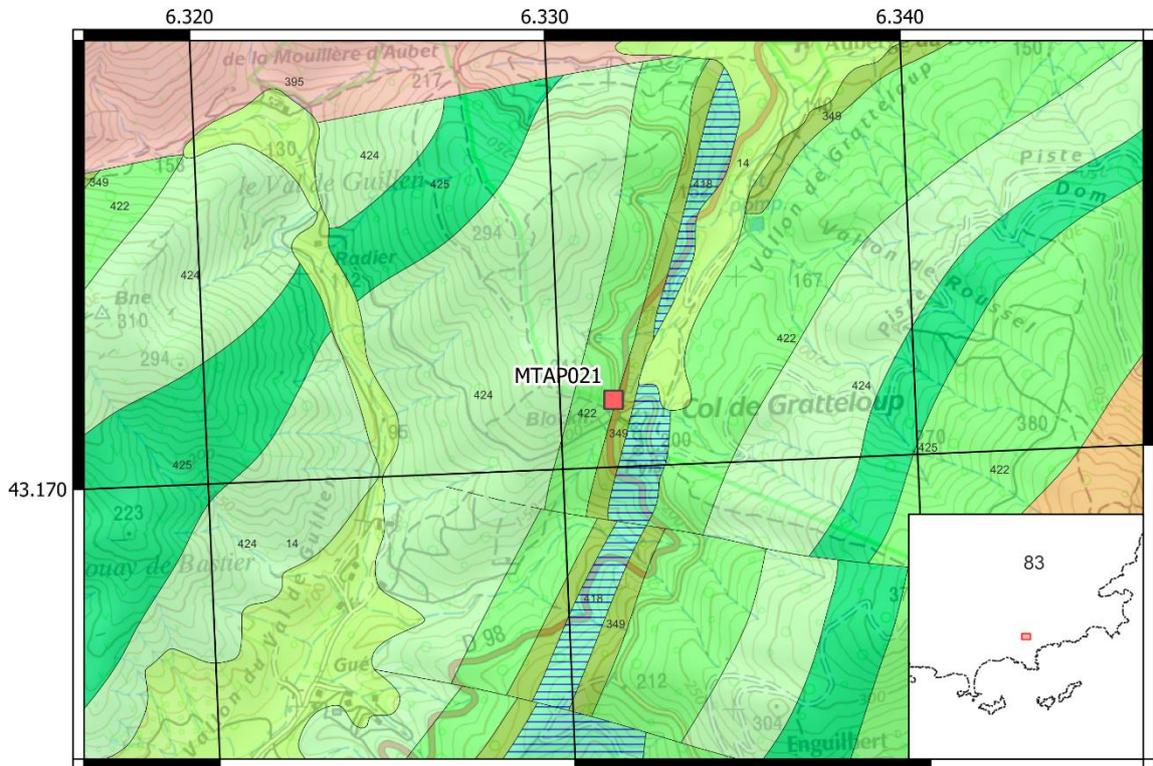
Failles

- 1, Faille observée
- - - 2, Faille supposée

Géologie

- Fz, Quaternaire : alluvions fluviales récentes (sables, limons, graviers, galets) - 5
- Fy, Wurm : cailloutis, graviers, sables - 14
- 111.3, Amphibolites et leptynites associées - 348
- Q, Quartz - 358
- xa, Phyllades bleues de N.D. des Anges - 388
- xq, Quartzites - 389
- xs, Phyllades détritiques des Sauvettes - 390
- z, Micaschistes stratigraphiquement indifférenciés - 418
- zD, Micaschistes détritiques à faciès de gneiss - 420
- zsg, Micaschistes à minéraux, staurolite et grenat - 421
- hydro, Réseau hydrologique - 466

Susceptibilité de présence d'amiante dans les formations géologiques de la zone des massifs des Maures et du Tanneron



Fond topographique Scan 1/25 000 IGN
Système de coordonnées : RGF93 / Lambert-93



Légende

Failles

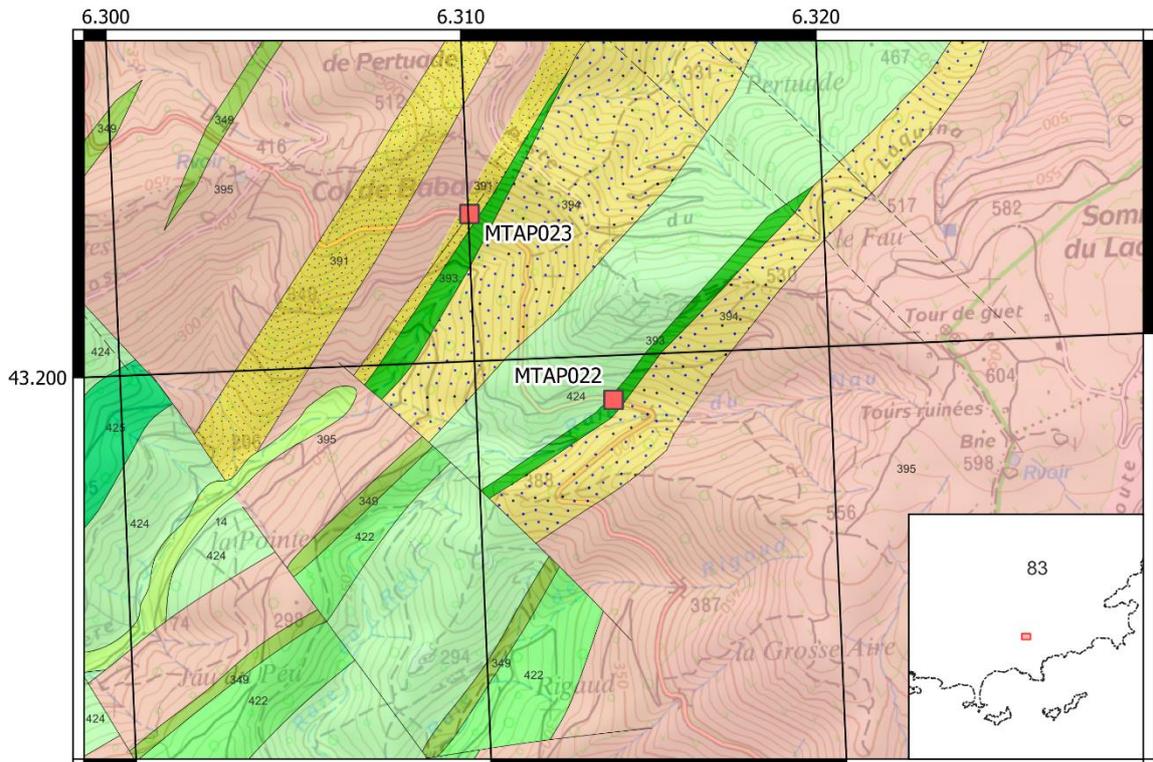
- 1, Faille observée
- - - 2, Faille supposée

Géologie

- Fy, Wurm : cailloutis, graviers, sables - 14
- δ11\3, Amphibolites et leptynites associées - 348
- γm, Gneiss migmatitiques (Gneiss de Bormes) - 394

- Ss bis, Faciès micaschisteux sur le flanc occidental de l'anticlinal de Bormes - 414
- ε, Micaschistes stratigraphiquement indifférenciés - 418
- δ, Micaschistes détritiques à faciès de gneiss - 420
- εsg, Micaschistes à minéraux, staurotide et grenat - 421
- γt, Gneiss en dalles, à tourmaline - 424

Susceptibilité de présence d'amiante dans les formations géologiques de la zone des massifs des Maures et du Tanneron



Fond topographique Scan 1/25 000 IGN
Système de coordonnées : RGF93 / Lambert-93



Légende

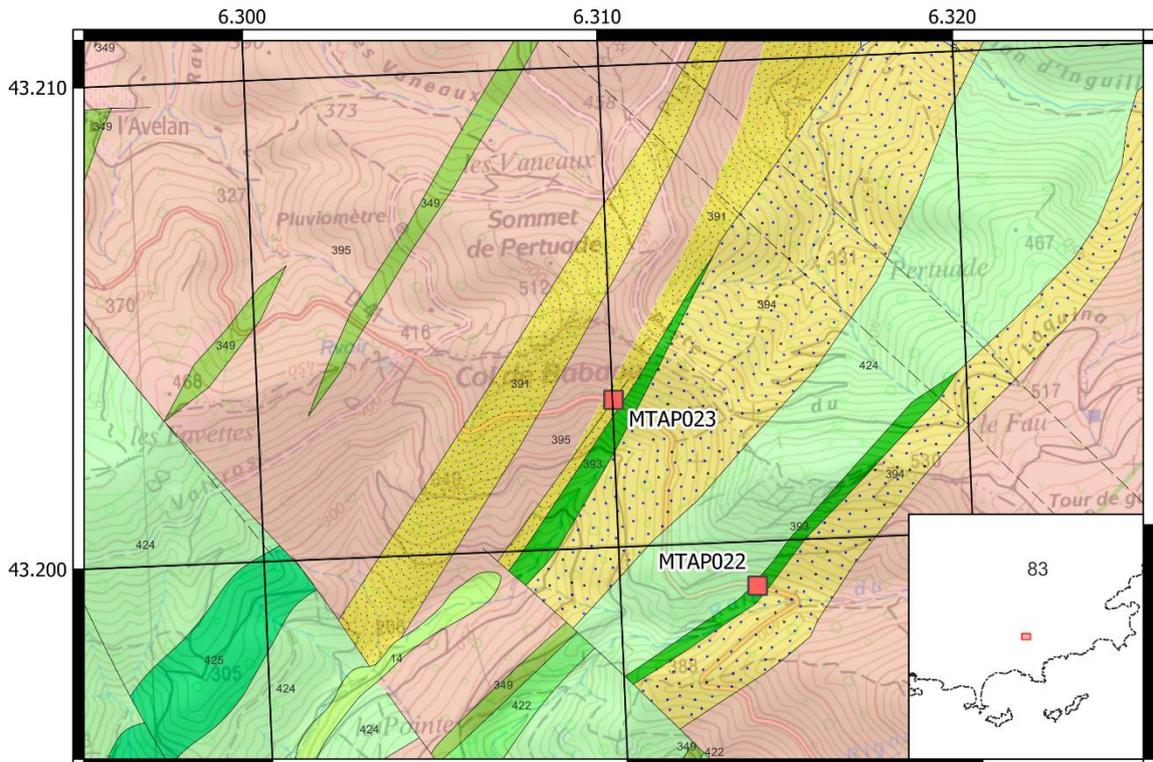
Failles

- 1, Faille observée
- - - 2, Faille supposée

Géologie

- Fy, Wurm : cailloutis, graviers, sables - 14
- δ11λ3, Amphibolites et leptynites associées - 348
- Q, Quartz - 358
- xs, Phyllades détritiques des Sauvettes - 390
- εδ1, Collobrièrite - 392
- εi, Micaschistes à grenats - 393
- εm, Gneiss migmatitiques (Gneiss de Bormes) - 394
- εs, Micaschistes stratigraphiquement indifférenciés - 418
- εD, Micaschistes détritiques à faciès de gneiss - 420
- εsg, Micaschistes à minéraux, staurotite et grenat - 421

Susceptibilité de présence d'amiante dans les formations géologiques de la zone des massifs des Maures et du Tanneron



Fond topographique Scan 1/25 000 IGN
Système de coordonnées : RGF93 / Lambert-93



Légende

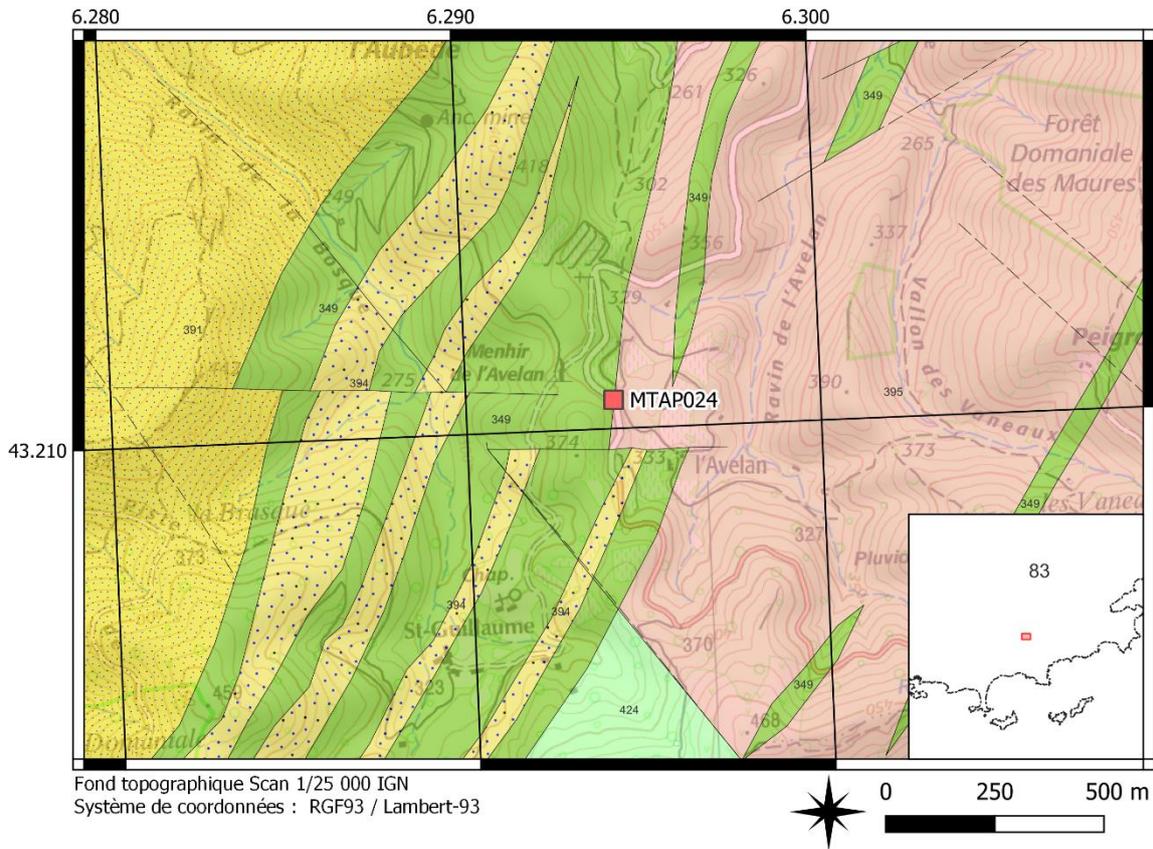
Failles

- 1, Faille observée
- - - 2, Faille supposée

Géologie

- Fz, Quaternaire : alluvions fluviales récentes (sables, limons, graviers, galets) - 5
- Fy, Wurm : cailloutis, graviers, sables - 14
- ø11.3, Amphibolites et leptynites associées - 348
- xs, Phyllades détritiques des Sauvettes - 390
- øø1, Collobrierte - 392
- øj, Micaschistes à grenats - 393
- øm, Gneiss migmatitiques (Gneiss de Bormes) - 394
- ø, Micaschistes stratigraphiquement indifférenciés - 418
- øD, Micaschistes détritiques à faciès de gneiss - 420
- øsg, Micaschistes à minéraux, staurolite et grenat - 421

Susceptibilité de présence d'amiante dans les formations géologiques de la zone des massifs des Maures et du Tanneron



Légende

Failles

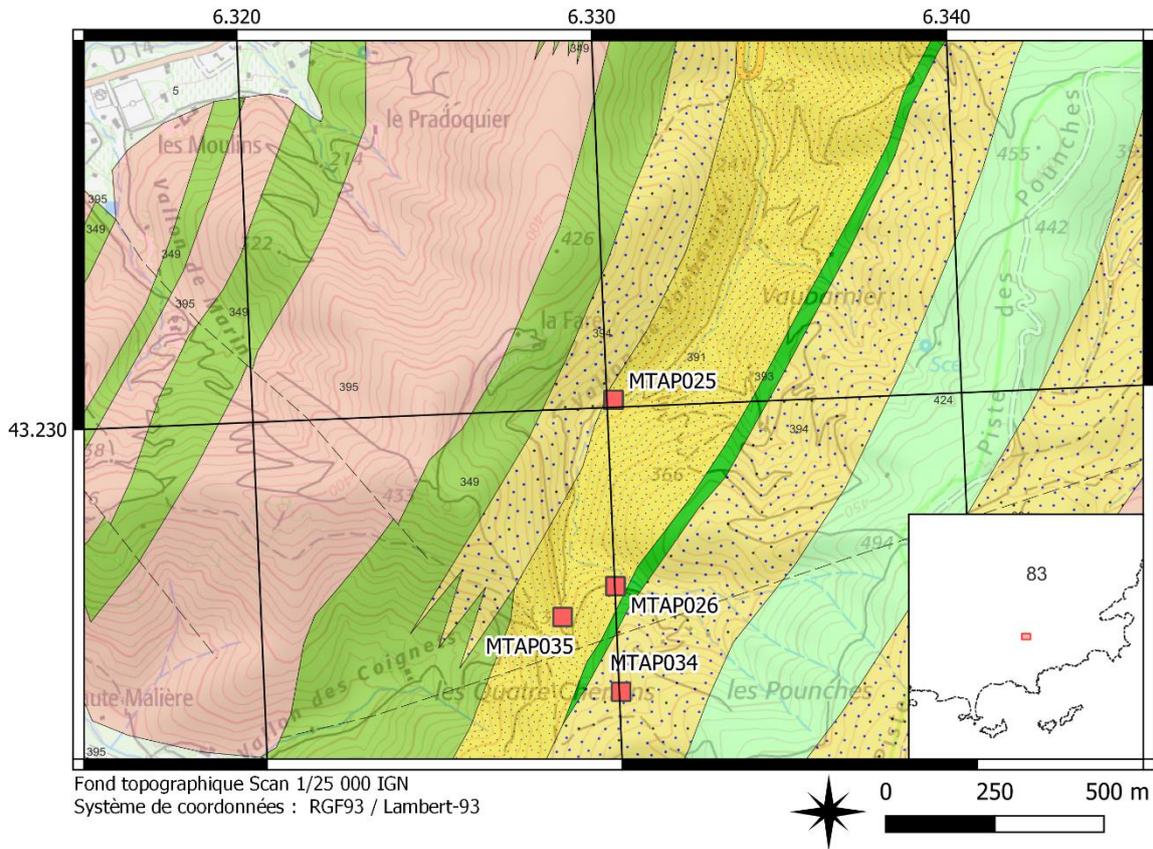
- 1, Faille observée
- - - 2, Faille supposée

Géologie

- 811.3, Amphibolites et leptynites associées - 348

- xs, Phyllades détritiques des Sauvettes - 390
- sj, Micaschistes à grenats - 393
- jm, Gneiss migmatitiques (Gneiss de Bormes) - 394
- jD, Micaschistes détritiques à faciès de gneiss - 420

Susceptibilité de présence d'amiante dans les formations géologiques de la zone des massifs des Maures et du Tanneron



Légende

Failles

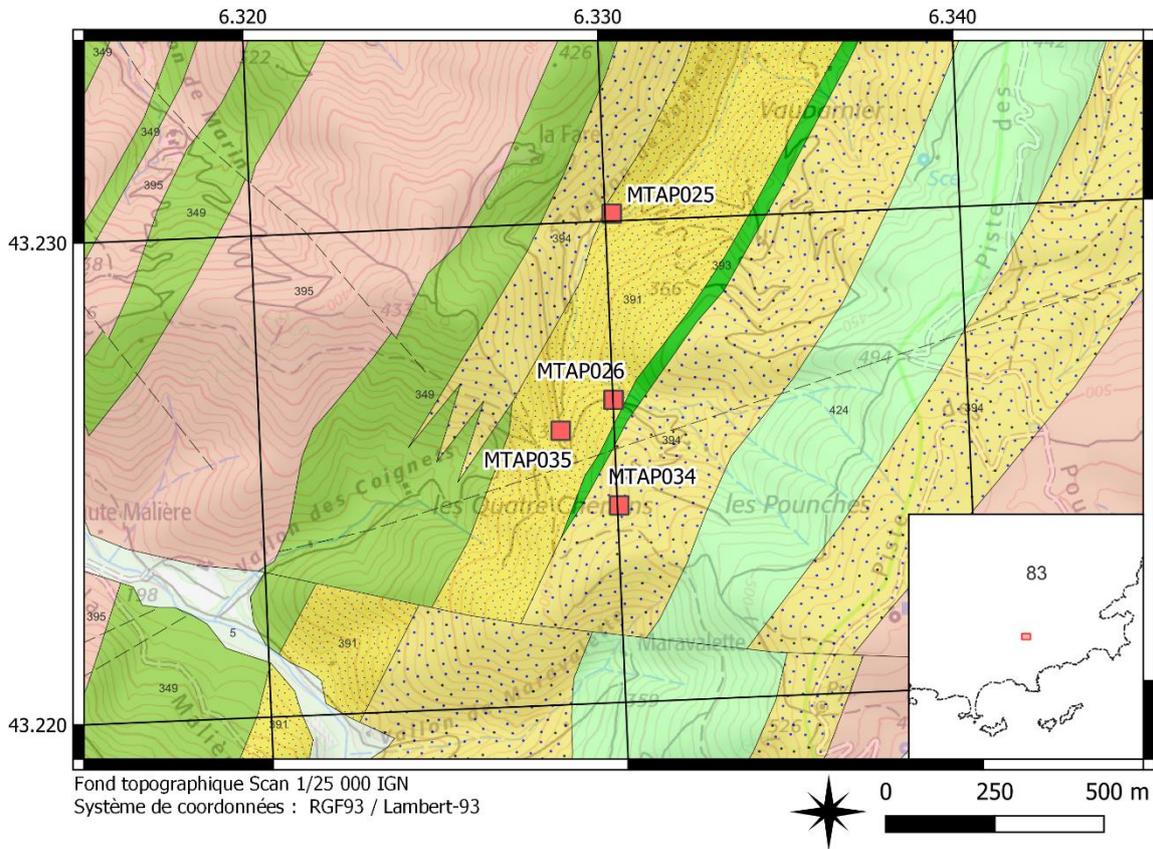
- 1, Faille observée
- - - 2, Faille supposée

Géologie

Fz, Quaternaire : alluvions fluviales récentes (sables, limons, graviers, galets) - 5

- 811.3, Amphibolites et leptynites associées - 348
- xs, Phyllades détritiques des Sauvettes - 390
- 881, Collobrièrite - 392
- 8j, Micaschistes à grenats - 393
- 8m, Gneiss migmatitiques (Gneiss de Bormes) - 394
- 8D, Micaschistes détritiques à faciès de gneiss - 420

Susceptibilité de présence d'amiante dans les formations géologiques de la zone des massifs des Maures et du Tanneron



Légende

Failles

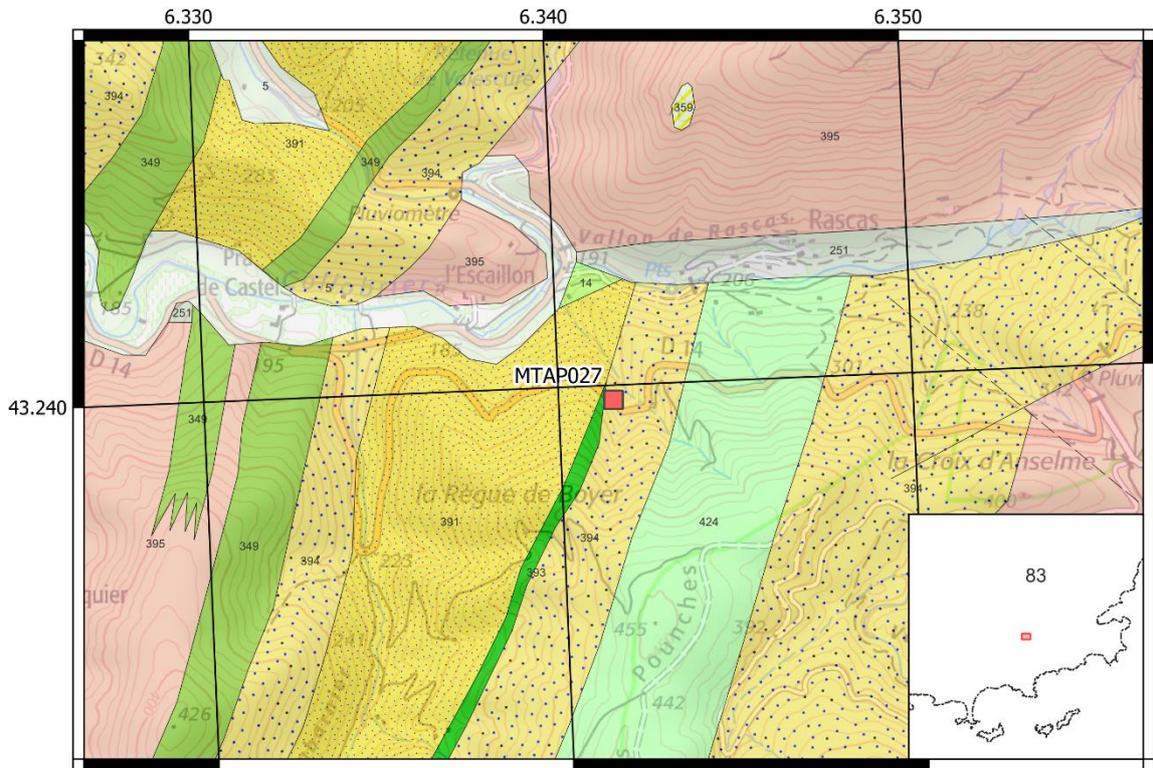
- 1, Faille observée
- - - 2, Faille supposée

Géologie

Fz, Quaternaire : alluvions fluviales récentes (sables, limons, graviers, galets) - 5

- δ11λ3, Amphibolites et leptynites associées - 348
- xs, Phyllades détritiques des Sauvettes - 390
- δδ1, Collobriérite - 392
- δj, Micaschistes à grenats - 393
- δm, Gneiss migmatitiques (Gneiss de Bormes) - 394
- δD, Micaschistes détritiques à faciès de gneiss - 420

Susceptibilité de présence d'amiante dans les formations géologiques de la zone des massifs des Maures et du Tanneron



Fond topographique Scan 1/25 000 IGN
Système de coordonnées : RGF93 / Lambert-93



Légende

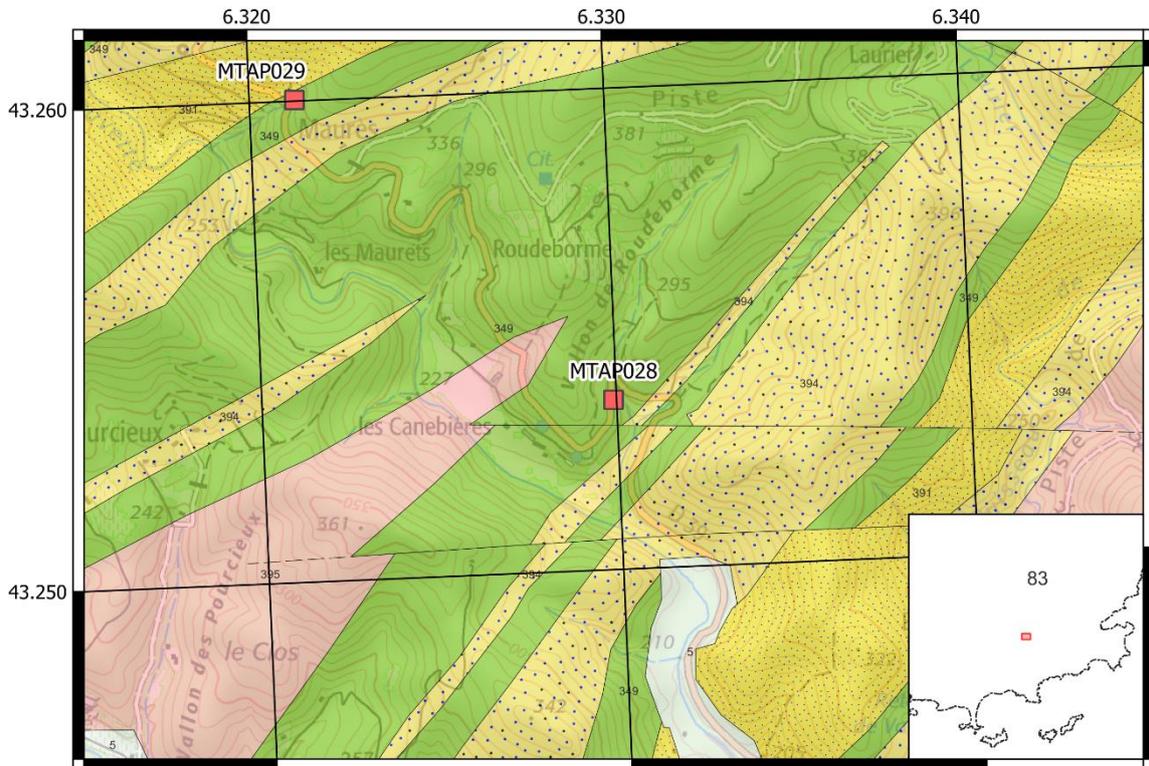
Failles

- 1, Faille observée
- - - 2, Faille supposée

Géologie

- Fz, Quaternaire : alluvions fluviales récentes (sables, limons, graviers, galets) - 5
- Fy, Wurm : cailloutis, graviers, sables - 14
- h, Carbonifère : calcaires et schistes - 250
- ø11\3, Amphibolites et leptynites associées - 348
- Q, Quartz - 358
- xs, Phyllades détritiques des Sauvettes - 390
- øø1, Collobriérite - 392
- øj, Micaschistes à grenats - 393
- øm, Gneiss migmatitiques (Gneiss de Bormes) - 394
- øD, Micaschistes détritiques à faciès de gneiss - 420

Susceptibilité de présence d'amiante dans les formations géologiques de la zone des massifs des Maures et du Tanneron



Fond topographique Scan 1/25 000 IGN
Système de coordonnées : RGF93 / Lambert-93



Légende

Failles

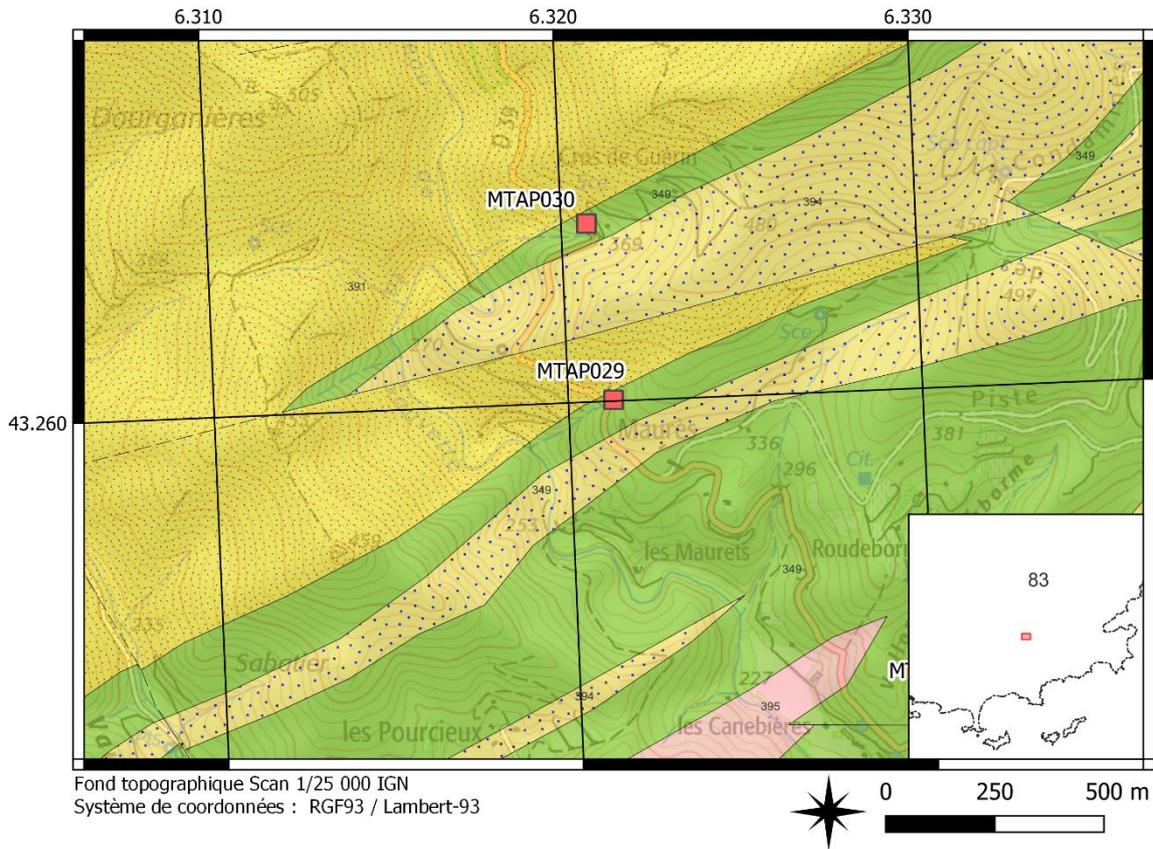
- 1, Faille observée
- - - 2, Faille supposée

Géologie

- Fz, Quaternaire : alluvions fluviales récentes (sables, limons, graviers, galets) - 5
- δ11λ3, Amphibolites et leptynites associées - 348

- Q, Quartz - 358
- xs, Phyllades détritiques des Sauvettes - 390
- sj, Micaschistes à grenats - 393
- cm, Gneiss migmatitiques (Gneiss de Bormes) - 394

Susceptibilité de présence d'amiante dans les formations géologiques de la zone des massifs des Maures et du Tanneron



Légende

Failles

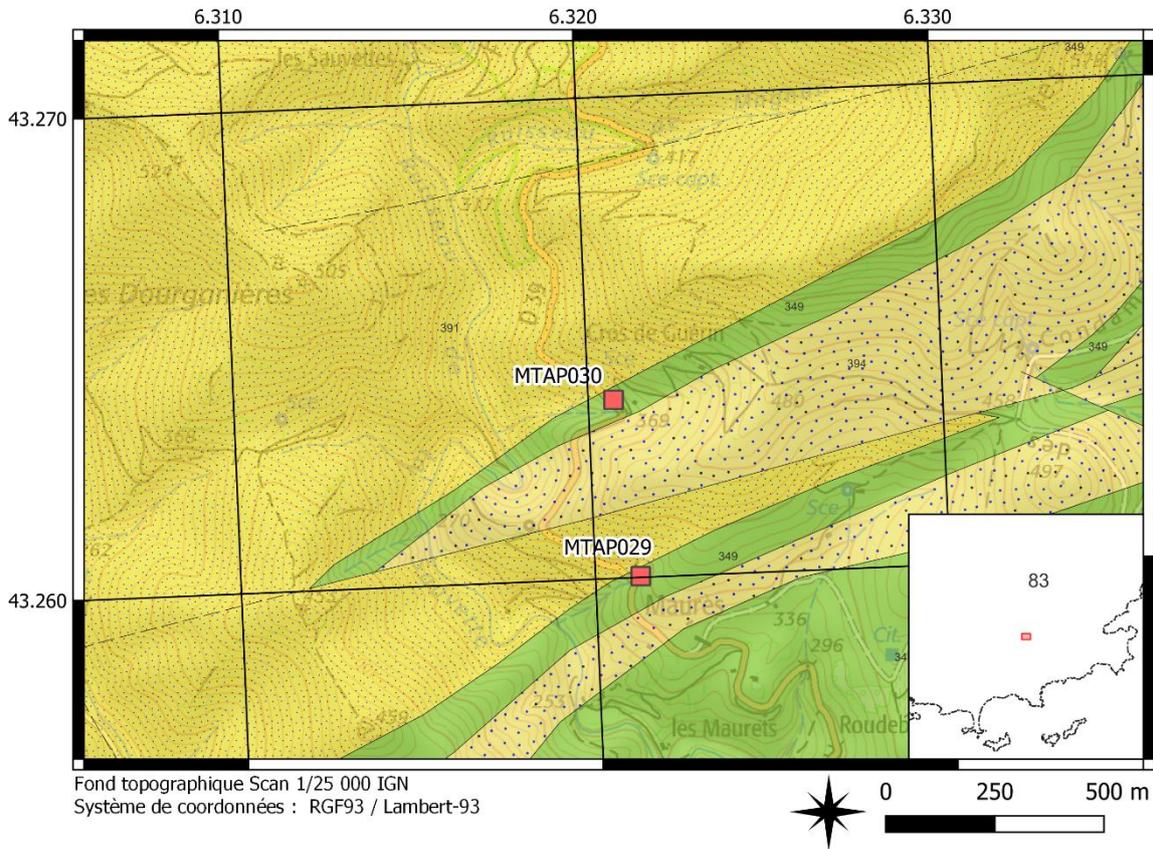
- 1, Faille observée
- - - 2, Faille supposée

Géologie

- 811.3, Amphibolites et leptynites associées - 348

- xs, Phyllades détritiques des Sauvettes - 390
- sj, Micaschistes à grenats - 393
- sm, Gneiss migmatitiques (Gneiss de Bormes) - 394

Susceptibilité de présence d'amiante dans les formations géologiques de la zone des massifs des Maures et du Tanneron



Légende

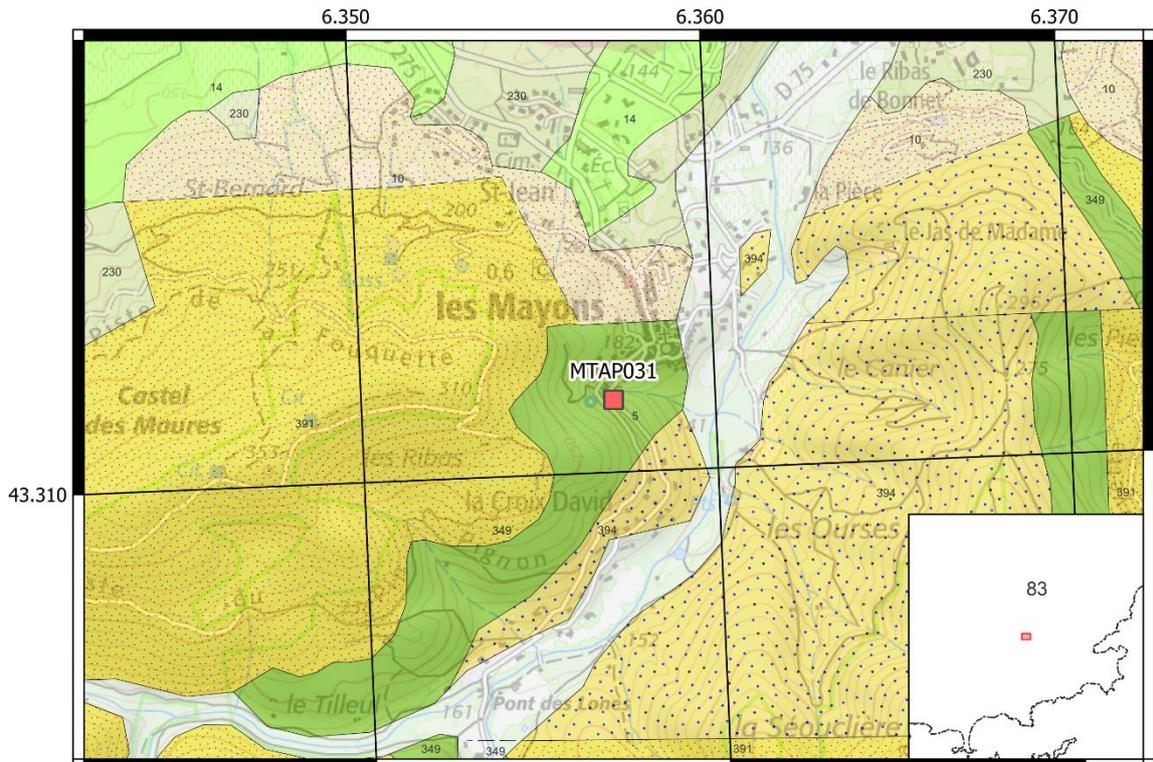
Failles

- 1, Faille observée
- - 2, Faille supposée

Géologie

- δ11/3, Amphibolites et leptynites associées - 348
- xs, Phyllades détritiques des Sauvettes - 390
- sj, Micaschistes à grenats - 393

Susceptibilité de présence d'amiante dans les formations géologiques de la zone des massifs des Maures et du Tanneron



Fond topographique Scan 1/25 000 IGN
Système de coordonnées : RGF93 / Lambert-93



Légende

Failles

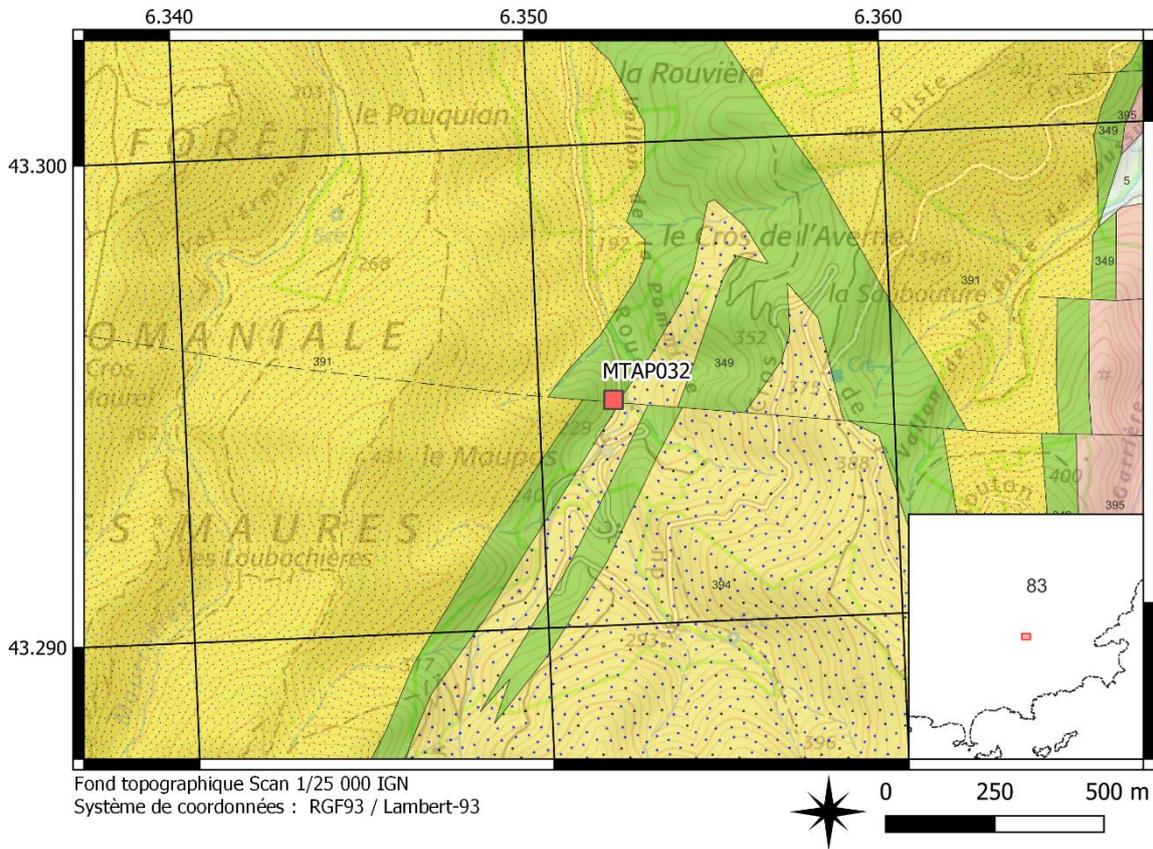
- 1, Faille observée
- - - 2, Faille supposée

Géologie

- Fz, Quaternaire : alluvions fluviales récentes (sables, limons, graviers, galets) - 5
- Ez, Eboulis récents - 10

- Fy, Wurm : cailloutis, graviers, sables - 14
- r, Permien : pélites rouges à rares intercalations conglomératiques, grès grossier à la base - 229
- δ11λ3, Amphibolites et leptynites associées - 348
- xs, Phyllades détritiques des Sauvettes - 390
- sj, Micaschistes à grenats - 393

Susceptibilité de présence d'amiante dans les formations géologiques de la zone des massifs des Maures et du Tanneron



Légende

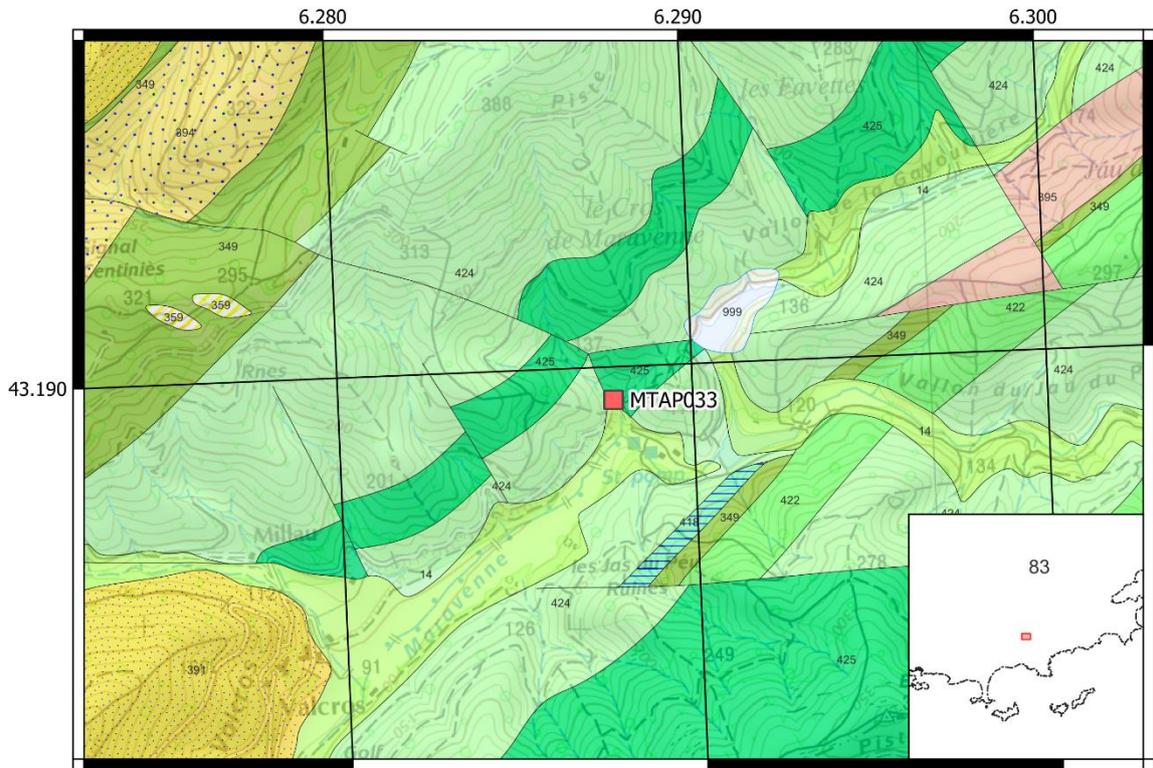
Failles

- 1, Faille observée
- - - 2, Faille supposée

Géologie

- Fz, Quaternaire : alluvions fluviales récentes (sables, limons, graviers, galets) - 5
- s11.3, Amphibolites et leptynites associées - 348
- xs, Phyllades détritiques des Sauvettes - 390
- sj, Micaschistes à grenats - 393
- cm, Gneiss migmatitiques (Gneiss de Bormes) - 394

Susceptibilité de présence d'amiante dans les formations géologiques de la zone des massifs des Maures et du Tanneron



Fond topographique Scan 1/25 000 IGN
Système de coordonnées : RGF93 / Lambert-93



Légende

Failles

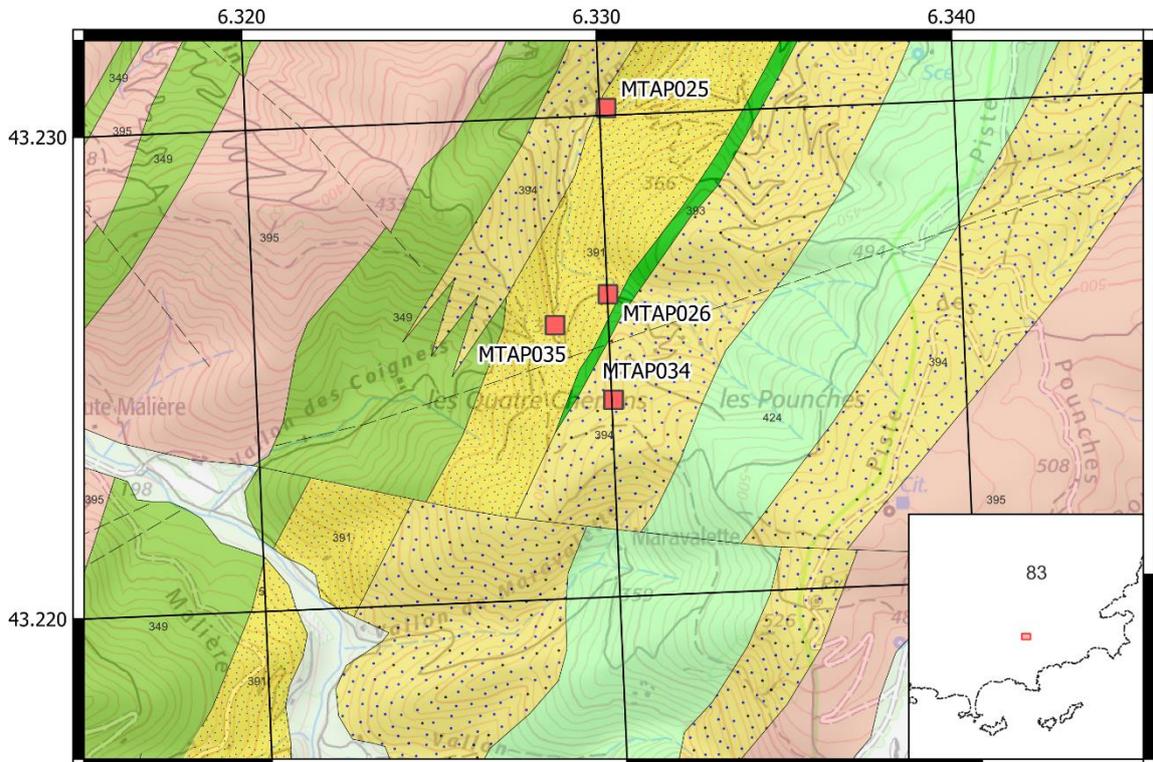
— 1, Faille observée

Géologie

- Fy, Wurm : cailloutis, graviers, sables - 14
- 113, Amphibolites et leptynites associées - 348
- Q, Quartz - 358
- xs, Phyllades détritiques des Sauvettes - 390
- sj, Micaschistes à grenats - 393

- jn, Gneiss migmatitiques (Gneiss de Bormes) - 394
- Ss bis, Faciès micaschisteux sur le flanc occidental de l'anticlinal de Bormes - 414
- 418, Micaschistes stratigraphiquement indifférenciés - 418
- 420, Micaschistes détritiques à faciès de gneiss - 420
- 421, Micaschistes à minéraux, staurotide et grenat - 421
- hydro, Réseau hydrologique - 466

Susceptibilité de présence d'amiante dans les formations géologiques de la zone des massifs des Maures et du Tanneron



Fond topographique Scan 1/25 000 IGN
Système de coordonnées : RGF93 / Lambert-93



Légende

Failles

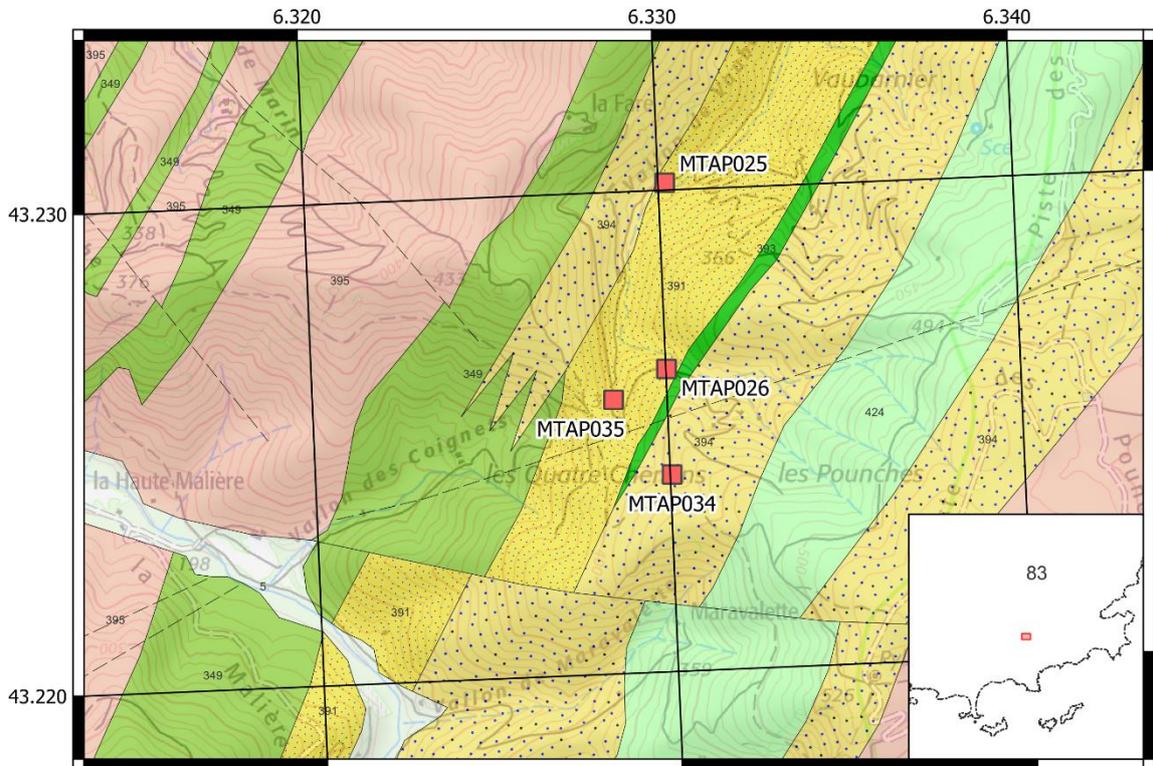
- 1, Faille observée
- - - 2, Faille supposée

Géologie

Fz, Quaternaire : alluvions fluviales récentes (sables, limons, graviers, galets) - 5

- δ11λ3, Amphibolites et leptynites associées - 348
- xs, Phyllades détritiques des Sauvettes - 390
- δδ1, Collobriérite - 392
- δj, Micaschistes à grenats - 393
- δm, Gneiss migmatitiques (Gneiss de Bormes) - 394
- δD, Micaschistes détritiques à faciès de gneiss - 420

Susceptibilité de présence d'amiante dans les formations géologiques de la zone des massifs des Maures et du Tanneron



Fond topographique Scan 1/25 000 IGN
Système de coordonnées : RGF93 / Lambert-93



Légende

Failles

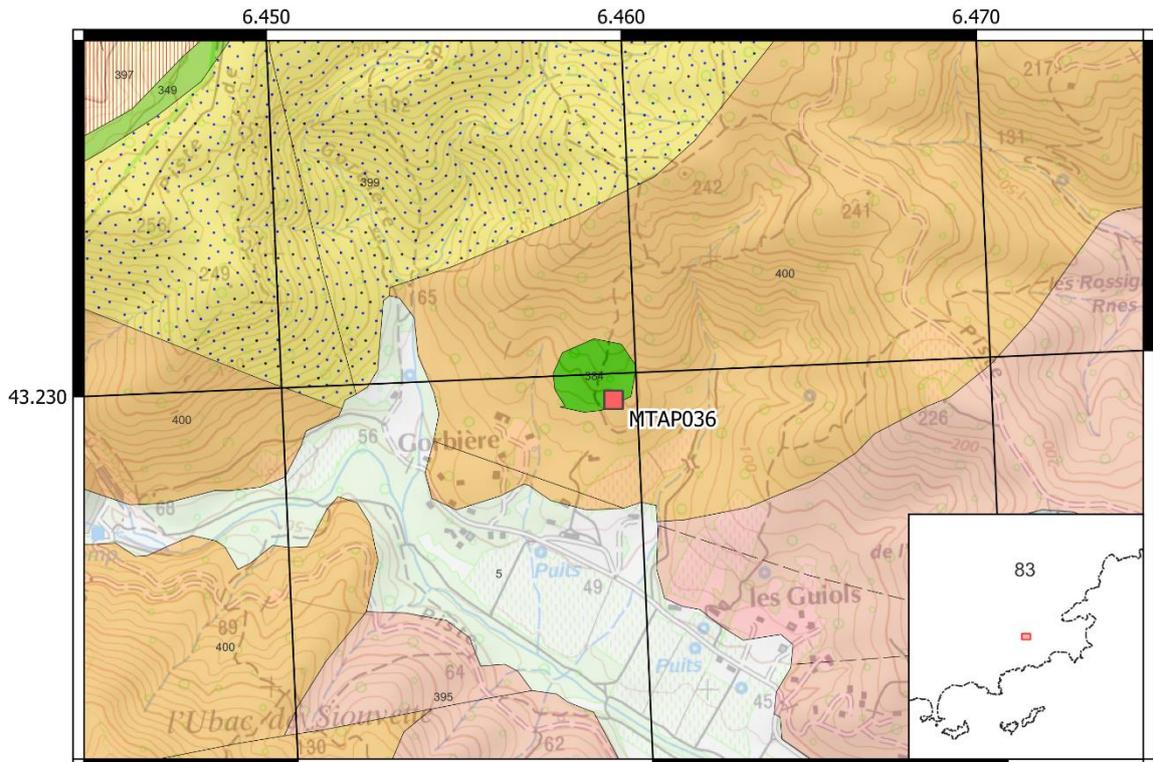
- 1, Faille observée
- - - 2, Faille supposée

Géologie

Fz, Quaternaire : alluvions fluviales récentes (sables, limons, graviers, galets) - 5

- 811.3, Amphibolites et leptynites associées - 348
- xs, Phyllades détritiques des Sauvettes - 390
- 881, Collobriérite - 392
- 8j, Micaschistes à grenats - 393
- 8m, Gneiss migmatitiques (Gneiss de Bormes) - 394
- 8D, Micaschistes détritiques à faciès de gneiss - 420

Susceptibilité de présence d'amiante dans les formations géologiques de la zone des massifs des Maures et du Tanneron



Fond topographique Scan 1/25 000 IGN
Système de coordonnées : RGF93 / Lambert-93



Légende

Failles

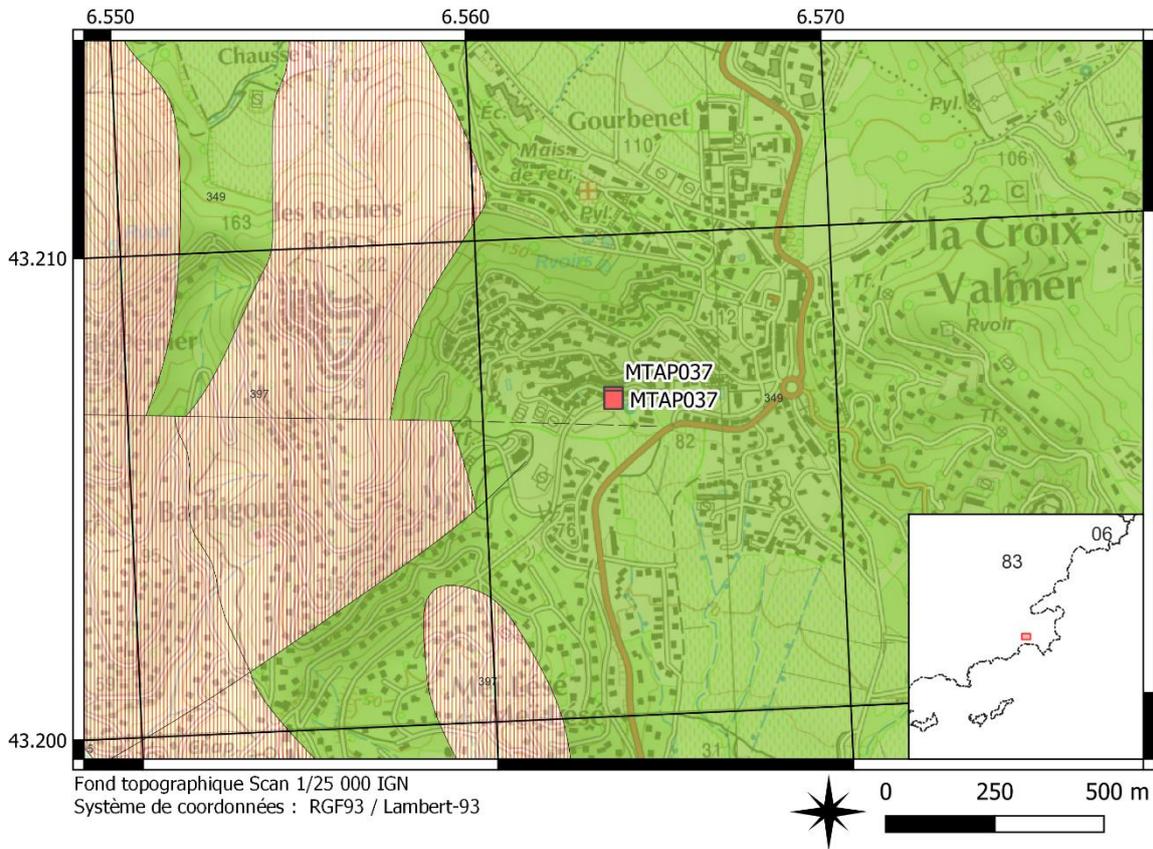
- 1, Faille observée
- - - 2, Faille supposée

Géologie

- Fz, Quaternaire : alluvions fluviales récentes (sables, limons, graviers, galets) - 5
- β, Basaltes - 253

- δ11λ3, Amphibolites et leptynites associées - 348
- σ, Serpentine - 383
- γm, Gneiss migmatitiques (Gneiss de Bormes) - 394
- ξs, Micaschistes - 395
- ξ(1), Micaschistes à grenats et staurotide fréquente - 396
- ζa, Para-gneiss souvent albitiques - 397
- γe, Granite de l'Hermitan - 398

Susceptibilité de présence d'amiante dans les formations géologiques de la zone des massifs des Maures et du Tanneron



Légende

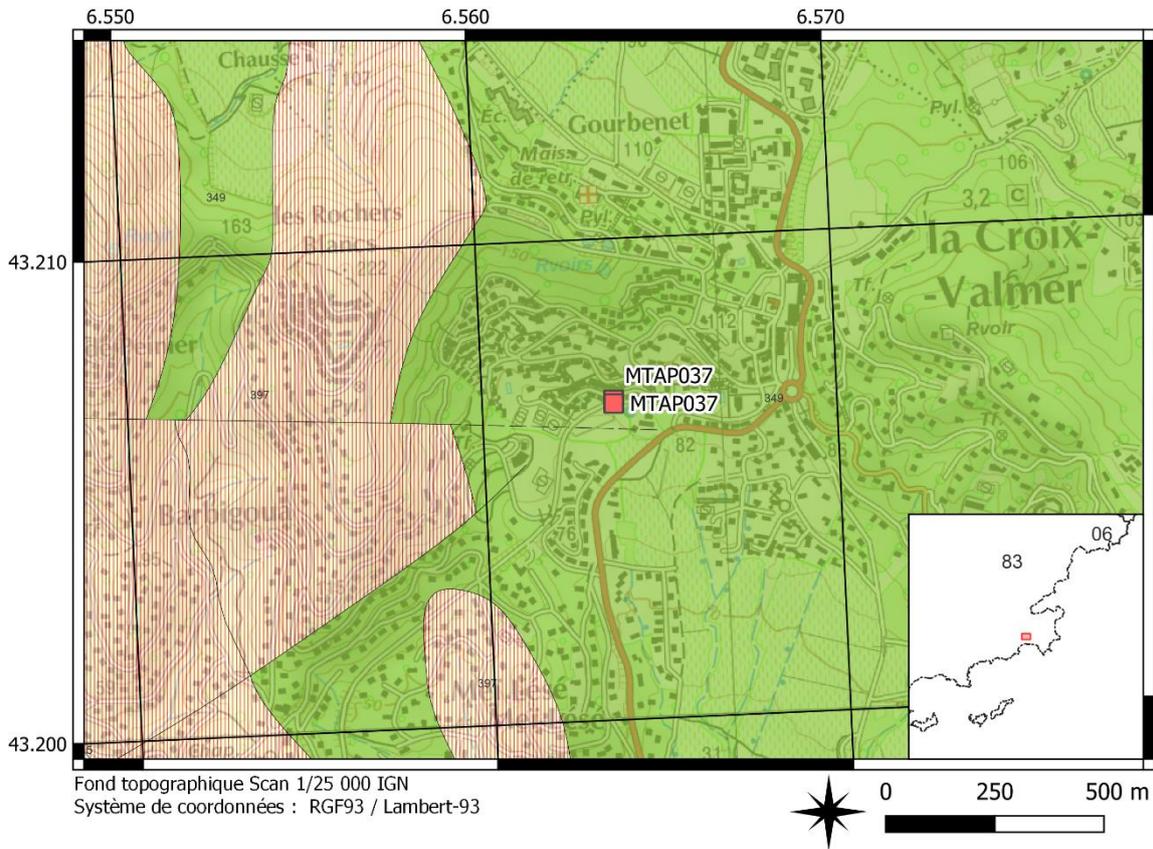
Failles

- 1, Faille observée
- - - 2, Faille supposée

Géologie

- Fz, Quaternaire : alluvions fluviales récentes (sables, limons, graviers, galets) - 5
- δ11λ3, Amphibolites et leptynites associées - 348
- δs, Micaschistes - 395

Susceptibilité de présence d'amiante dans les formations géologiques de la zone des massifs des Maures et du Tanneron



Légende

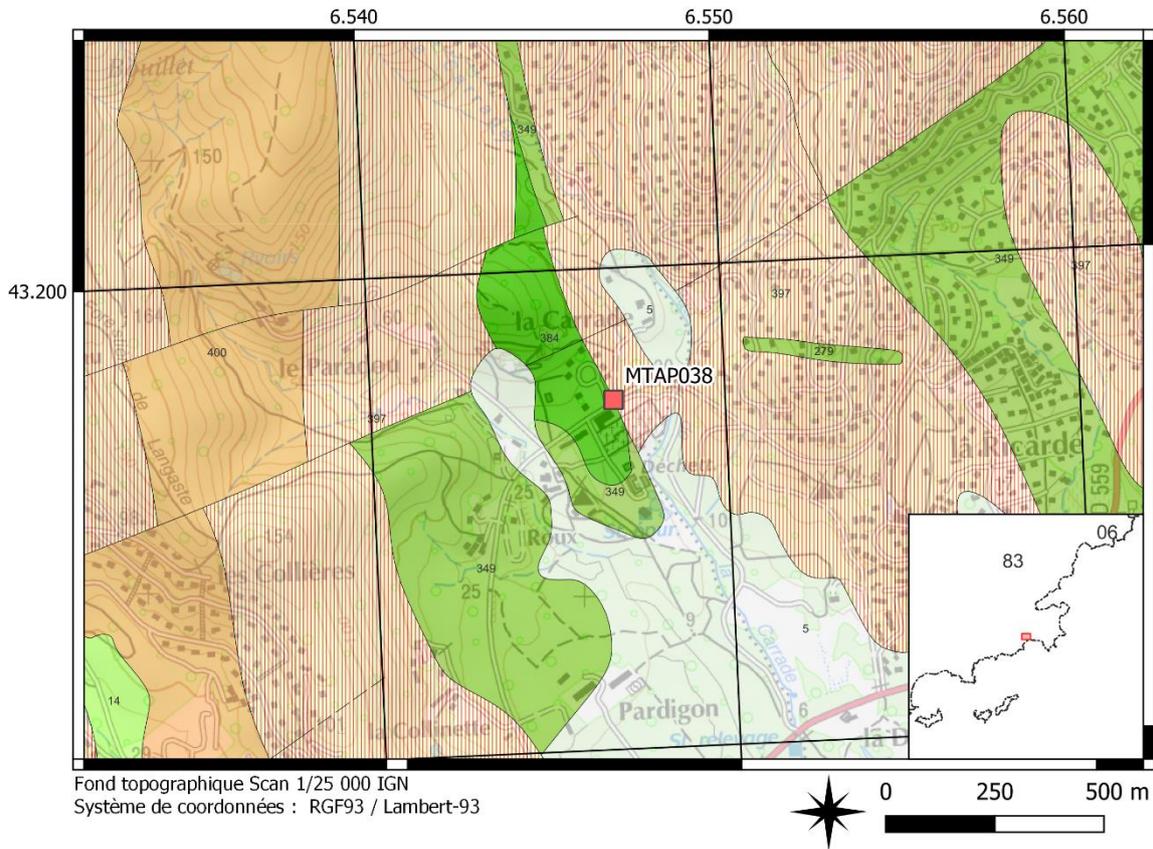
Failles

- 1, Faille observée
- - - 2, Faille supposée

Géologie

- Fz, Quaternaire : alluvions fluviales récentes (sables, limons, graviers, galets) - 5
- δ11λ3, Amphibolites et leptynites associées - 348
- δs, Micaschistes - 395

Susceptibilité de présence d'amiante dans les formations géologiques de la zone des massifs des Maures et du Tanneron



Légende

Failles

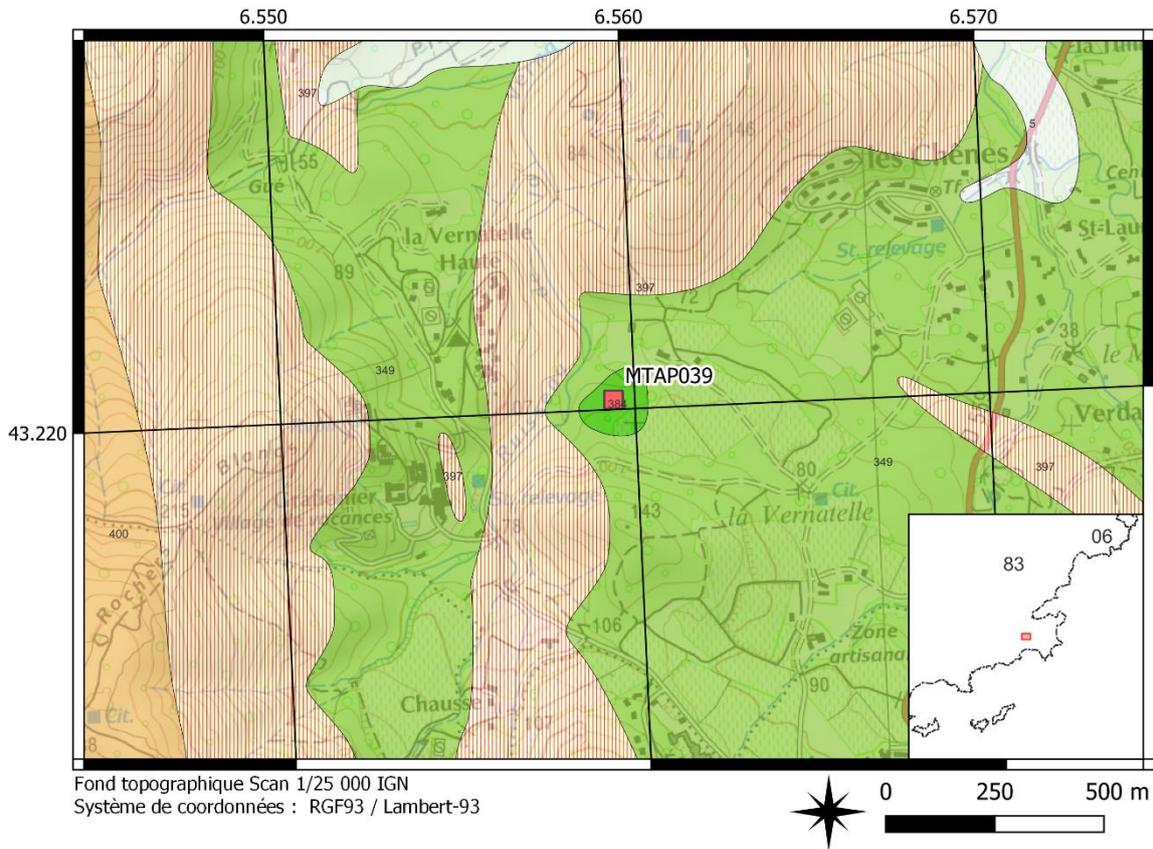
- 1, Faille observée
- - - 2, Faille supposée

Géologie

Fz, Quaternaire : alluvions fluviales récentes (sables, limons, graviers, galets) - 5

- Fy, Wurm : cailloutis, graviers, sables - 14
- α, Andésite - 278
- δ11λ3, Amphibolites et leptynites associées - 348
- σ, Serpentine - 383
- ξs, Micaschistes - 395
- ζa, Para-gneiss souvent albitiques - 397

Susceptibilité de présence d'amiante dans les formations géologiques de la zone des massifs des Maures et du Tanneron



Légende

Failles

— 1, Faille observée

Géologie

Fz, Quaternaire : alluvions fluviales récentes (sables, limons, graviers, galets) - 5

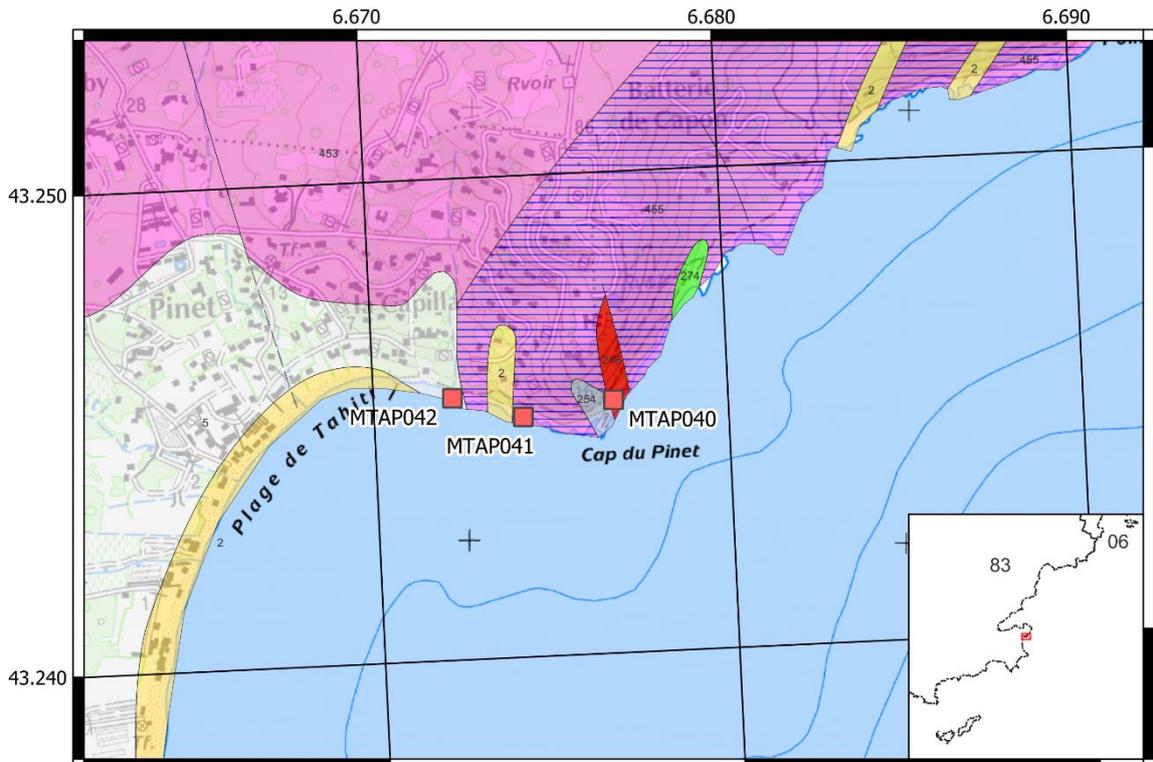
δ11,3, Amphibolites et leptynites associées - 348

σ, Serpentine - 383

ς, Micaschistes - 395

α, Para-gneiss souvent albitiques - 397

Susceptibilité de présence d'amiante dans les formations géologiques de la zone des massifs des Maures et du Tanneron



Fond topographique Scan 1/25 000 IGN
Système de coordonnées : RGF93 / Lambert-93



Légende

Failles

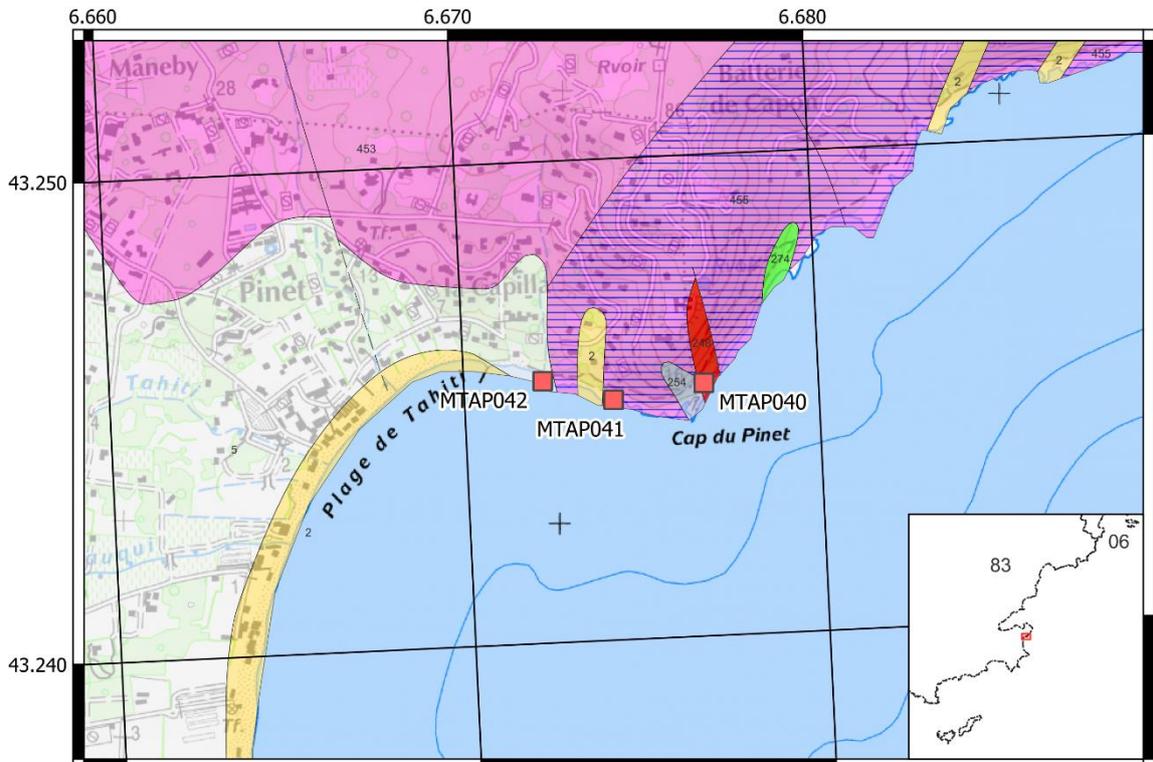
- 1, Faille observée
- - - 2, Faille supposée

Géologie

- Mz, Quaternaire : cordon littoral (sables, galets) - 2
- Fz, Quaternaire : alluvions fluviales récentes (sables, limons, graviers, galets) - 5

- h_r, Rhyolite - 247
- β, Basaltes - 253
- δ, Amphibolites - 273
- Ca(2), Gneiss tantôt micaschisteux tantôt très feldspathiques (localement oeilés) - 449
- Ca, Alternances de lits (de quelques cm à quelques dm) de

Susceptibilité de présence d'amiante dans les formations géologiques de la zone des massifs des Maures et du Tanneron



Fond topographique Scan 1/25 000 IGN
Système de coordonnées : RGF93 / Lambert-93



Légende

Failles

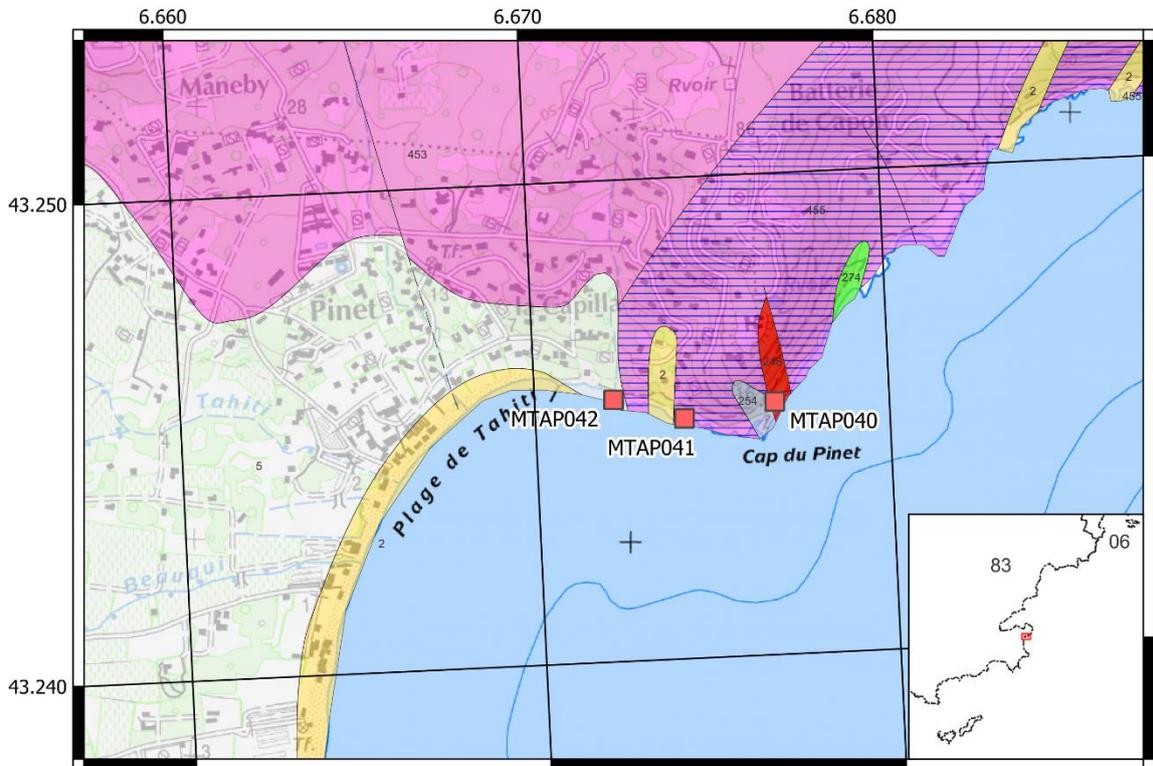
- 1, Faille observée
- - - 2, Faille supposée

Géologie

- Mz, Quaternaire : cordon littoral (sables, galets) - 2
- Fz, Quaternaire : alluvions fluviales récentes (sables, limons, graviers, galets) - 5

- h_r, Rhyolite - 247
- β, Basaltes - 253
- δ, Amphibolites - 273
- α(2), Gneiss tantôt micaschisteux tantôt très feldspathiques (localement oeilés) - 449
- γ, Alternances de lits (de quelques cm à quelques dm) de

Susceptibilité de présence d'amiante dans les formations géologiques de la zone des massifs des Maures et du Tanneron



Fond topographique Scan 1/25 000 IGN
Système de coordonnées : RGF93 / Lambert-93



Légende

Failles

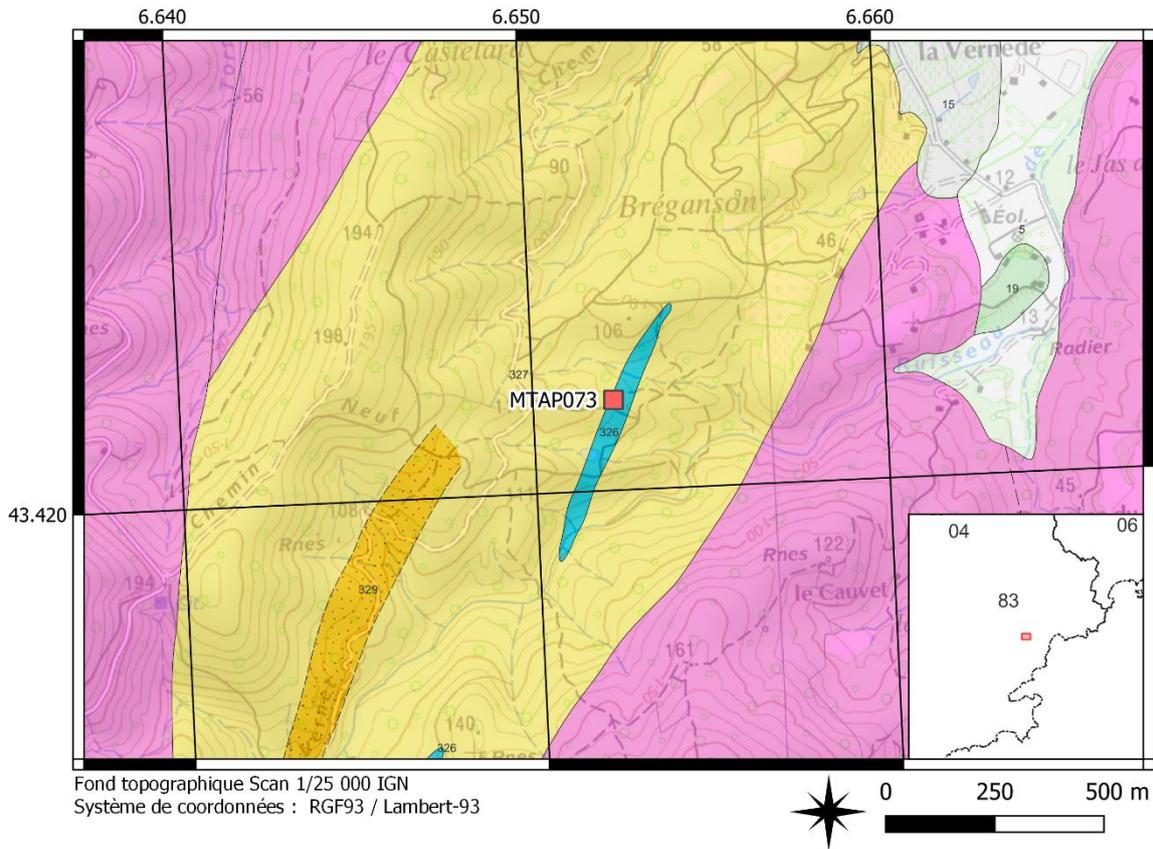
- 1, Faille observée
- - - 2, Faille supposée

Géologie

- Mz, Quaternaire : cordon littoral (sables, galets) - 2
- Fz, Quaternaire : alluvions fluviales récentes (sables, limons, graviers, galets) - 5

- h_r, Rhyolite - 247
- β, Basaltes - 253
- δ, Amphibolites - 273
- Ca(2), Gneiss tantôt micacchisteux tantôt très feldspathiques (localement oeilés) - 449
- Ca, Alternances de lits (de quelques cm à quelques dm) de

Susceptibilité de présence d'amiante dans les formations géologiques de la zone des massifs des Maures et du Tanneron



Légende

Failles

- 1, Faille observée
- - - 2, Faille supposée

Géologie

- Fz, Quaternaire : alluvions fluviales récentes (sables, limons, graviers, galets) - 5
- Py, W_{vm} : épandages locaux, colluvions, cailloutis, limons - 15

- Fx, Riss : alluvions de la moyenne terrasse (cailloutis et graviers) - 18
- C;8(1), Cipolins et gneiss-à-silicates-calciques - 325
- M;2-3(1), Gneiss métatexitiques hétérogènes à sillimanite (gneiss des Petites-Maures et du Reyran à sillimanite (gneiss des Petites-Maures et du Reyran amont) - 326
- 3c, Gneiss à cordiérite et grenat - 328
- a(2), Gneiss tantôt micaschisteux tantôt très feldspathiques (localement ocellés) - 449

Annexe 3

Analyse multicritère réalisée pour les formations sélectionnées à l'issue des analyses des mots-clés

Définition de l'analyse multicritère (AMC) :

Une analyse multicritère (AMC) combine simultanément l'analyse de différents critères et paramètres, et permet d'établir une note globale et un classement relatif en fonction du poids et de l'importance des différents critères. L'AMC donne la possibilité d'intégrer sous différentes formes (pondération, valeur, note, *etc.*) l'importance inégale des différents critères qui sont utilisés lors de cette analyse.

Lors d'une analyse multicritère, les premiers paramètres fixés sont définis comme des « *critères* » et correspondent aux paramètres d'évaluation. Une AMC peut intégrer de 1 à n critères. Chaque critère va être constitué d'une ou plusieurs « *alternatives* » qui correspondent aux différents choix disponibles au sein d'un critère.

L'importance relative d'un critère et/ou d'une alternative par rapport aux autres dans l'analyse multicritère est quantifiée par l'attribution de « *poids* » (pour classer l'importance relative des critères entre eux) et de « *valeurs* » (pour classer l'importance relative des alternatives entre elles). Les valeurs et les poids sont généralement définis par un nombre réel ou un intervalle de nombres réels (positifs ou négatifs).

Objectifs de l'analyse multicritère (AMC) :

Dans la présente étude, l'objectif de l'analyse multicritère est d'établir, à partir des données disponibles extraites des cartes géologiques départementales harmonisées et des coupures géologiques à 1/50 000, une estimation des niveaux de susceptibilité prévisionnels de l'amiante dans l'environnement naturel pour la sélection de caissons résultant de l'analyse des mots-clés. L'estimation de ces niveaux de susceptibilité prévisionnels par AMC revient à estimer la susceptibilité des formations géologiques à renfermer des occurrences de minéraux amiantifères. Plusieurs paramètres géologiques, *a priori* favorables à la cristallisation de minéraux asbestiformes, ont été pris en compte dans cette AMC. Ces paramètres concernent :

- la composition chimique et minéralogique des roches ;
- les caractéristiques et l'intensité des déformations affectant ces roches ;
- l'existence signalée ou avérée de minéraux asbestiformes ;
- l'importance des circulations fluides ;
- la nature des contacts géologiques.

Chacun de ces paramètres a été pondéré selon différents critères pour permettre la mise en œuvre de l'AMC. Ces critères sont issus, en partie, des données attributaires des bases de données associées aux cartes géologiques harmonisées utilisées.

Définition des critères et des alternatives de l'AMC et attribution des poids et des valeurs associés :

Les quatre critères choisis pour l'AMC sont les suivants :

- (1) La lithologie ;
- (2) La minéralogie de la roche ;
- (3) Le type de déformation affectant les roches de la formation géologique ;
- (4) L'intensité de la déformation affectant les roches de la formation géologique.

Le poids relatif de chacun de ces quatre critères les uns par rapport aux autres a ensuite été estimé. Cela revient à hiérarchiser, d'après nos connaissances d'experts et les données de la littérature, l'importance relative de ces critères dans les processus de cristallisation de fibres asbestiformes. La composition chimique des roches étant primordiale, un poids de 3 a été attribué aux critères « lithologie » et « minéralogie ». Les critères concernant la déformation des roches ont été considérés comme moins primordiaux, bien qu'importants, pour favoriser la cristallisation de fibres asbestiformes. De ce fait, un poids de 2 a été attribué au critère « type de déformation » et un poids de 1 a été attribué au critère « intensité de la déformation ».

À chacun des quatre critères précédemment définis ont été attribuées plusieurs alternatives. Ces alternatives ont ensuite été hiérarchisées les unes par rapport aux autres, en fonction de leur importance relative dans les processus de formation de fibres asbestiformes.

Pour établir cette hiérarchie, des valeurs différentes ont été attribuées à chaque alternative.

Critère 1 : Lithologie de la roche

Les alternatives choisies sont présentées ci-dessous (Illustration 53).

<i>lithologies (MC)</i>	<i>alternatives</i>
blaviérite	2
cinérite	2
dacite	2
diabase	2
diorite	2
diorite quartzifère	2
gabbro	2
kératophyre	2
lamprophyre	2
leptynite	2
marbre	2
métacarbonate	2
métadolomie	2
microdiorite	2
monzodiorite	2
rhyodacite	2
rhyolite	2
spilite	2
syénite	2
tuf	2
tuf rhyolitique	2
amphibolite	5
cipolin	5
éclogite	5
méta-basite	5
talcschiste	5
méta-andésite	7
méta-dolérite	7
skarn	7
péridotite	10
ultrabasite	10
serpentinite	10

Illustration 53 : Valeurs attribuées aux alternatives « Lithologie » (cf. explication dans le texte ci-après).

Les valeurs attribuées à chacune des alternatives sont égales à 2, 5, 7 ou 10. La valeur maximale « 10 » a été attribuée aux lithologies ultrabasiques telles que les péridotites, les ultrabasites et les serpentinites, roches pour lesquelles la probabilité de trouver de l'amiante est la plus forte.

Pour les Alpes-de-Haute-Provence, les lithologies telles que les métagabbros et les metabasites ont été dotées d'une valeur 7. En effet, des amphiboles de la série actinolite-trémolite sont fréquemment décrites dans ces roches, dès lors qu'elles sont affectées par un métamorphisme rétrograde dans le faciès des schistes verts (métamorphisme régional ou hydrothermalisme).

Critère 2 : Minéralogie de la roche

Pour la minéralogie de la roche, quatre alternatives ont été choisies. Les valeurs attribuées à ces alternatives sont respectivement de 0 (minéralogie incompatible avec la présence d'amiante), 3 (minéralogie faiblement compatible avec la présence d'amiante), 7 (minéralogie moyennement compatible avec la présence d'amiante) et 10 (minéralogie fortement compatible avec la présence d'amiante) (Illustration 54).

<i>descriptions (minéralogie)</i>	<i>alternatives</i>
Minéralogie incompatible avec la présence d'amiante et/ou minéralogie connue, fiable, confirmant l'absence de fibres potentiellement amiantifères	0
Minéralogie faiblement compatible avec la présence d'amiante et/ou minéralogie connue \pm fiable, n'indiquant pas la présence de fibres potentiellement amiantifères	3
Minéralogie moyennement compatible avec la présence d'amiante et/ou minéralogie connue \pm fiable, indiquant la présence de fibres potentiellement amiantifères	7
Minéralogie fortement compatible avec la présence d'amiante et/ou minéralogie connue \pm fiable, confirmant la présence de fibres potentiellement amiantifères	10

Illustration 54 : Valeurs attribuées aux alternatives « Minéralogie ».

Critère 3 : Types de déformation

Les connaissances préalablement acquises dans le cadre de plusieurs études intéressant notamment la chaîne des Alpes (Haute-Corse, Isère, Hautes-Alpes, Savoie) et la Nouvelle-Calédonie ont montré que les roches affectées par une déformation ductile constituaient souvent des sites favorables à la cristallisation de fibres asbestiformes (notamment localisées dans les plans de foliation, les veines syn-cinématiques et les zones de cisaillement). Les roches affectées par des déformations à la transition fragile-ductile peuvent également contenir des structures favorables à la cristallisation de fibres asbestiformes, sous la forme notamment de veines tardives (Lahondère *et al.*, 2012b, 2011a). Les roches uniquement affectées par des déformations fragiles peuvent également être recoupées par des veines amiantifères, mais de façon plus occasionnelle.

Pour les formations géologiques des Alpes-de-Haute-Provence, quatre alternatives ont été choisies (Illustration 55). Les valeurs attribuées à chacune de ces alternatives correspondent à 0 (absence de déformation), 3 (déformation fragile), 7 (déformation fragile/ductile) et 10 (déformation ductile).

descriptions (déformation)	alternatives
Absence de déformation	0
Déformation fragile	3
Déformation fragile-ductile	7
Déformation ductile	10

Illustration 55 : Valeurs des alternatives « Déformation ».

Critère 4 : Intensité de la déformation

Quatre alternatives ont également été choisies pour ce critère (Illustration 56). Les valeurs attribuées à chacune de ces alternatives sont : 0 (intensité nulle), 3 (intensité faible), 7 (intensité moyenne) et 10 (intensité forte). Ces valeurs intègrent la corrélation positive qui existe entre l'intensité des déformations subies et l'importance des cristallisations asbestiformes.

descriptions (intensité de la déformation)	alternatives
Intensité nulle et/ou absence de déformation	0
Intensité faible	3
Intensité moyenne	7
Intensité forte	10

Illustration 56 : Valeurs des alternatives « Intensité de la déformation ».

Calcul de la note finale et classification des résultats

Dans cette analyse multicritère, la méthode des sommes pondérées (« *Weight Sum Method* » ou WSM) a été utilisée pour attribuer une note de susceptibilité aux formations sélectionnées. La formule mathématique est la suivante :

$$Notefinale = \sum_{j=1}^n a_{ij} * w_j \quad (1)$$

Dans cette équation, a_{ij} correspond à la valeur de l'alternative i pour le critère j et w_j correspond au poids de ce même critère.

À l'issue de cette analyse multicritère, des intervalles de notes finales ont été définis pour chacun des niveaux de susceptibilité prévisionnels (*nul à très faible, faible, moyen et fort à très fort*). Ces classes de susceptibilité prévisionnel correspondent à la probabilité pour que des minéraux asbestiformes soient présents dans la formation géologique.

Le calcul dans le cadre de l'AMC a été effectué pour toutes les formations géologiques de la carte géologique harmonisée réalisée sur le département des Alpes-de-Haute-Provence, y compris pour le groupe des formations géologiques de niveau de susceptibilité prévisionnel *a priori* « nul à très faible » dans lequel ont été intégrées toutes les formations géologiques non sélectionnées comme « prioritaires » à l'issue de l'analyse thématique par mots-clés.

Les bornes des intervalles correspondant aux quatre catégories du niveau de susceptibilité prévisionnel ont été obtenues par le calcul de l'AMC et sont indiquées ci-dessous (Illustration 57).

<i>Aléa prévisionnel</i>	
Nul à très faible (1)	<34
Faible (2)	(35-51)
Moyen (3)	(52-71)
Fort (4)	>72

Illustration 57 : Intervalles retenus pour les niveaux de susceptibilité prévisionnels.

Annexe 4

Analyses par spectroscopie Raman

Pour tous les échantillons, le point de mesure est effectué au centre de l'image.

MTAP036

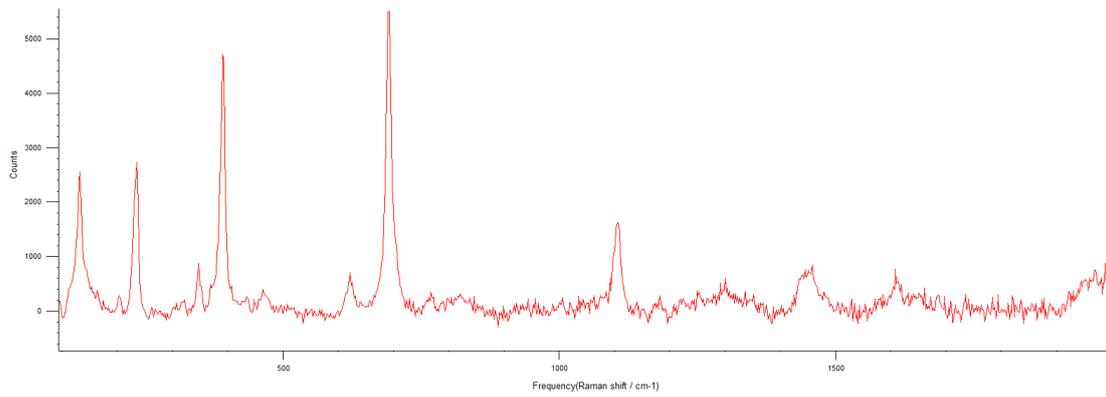
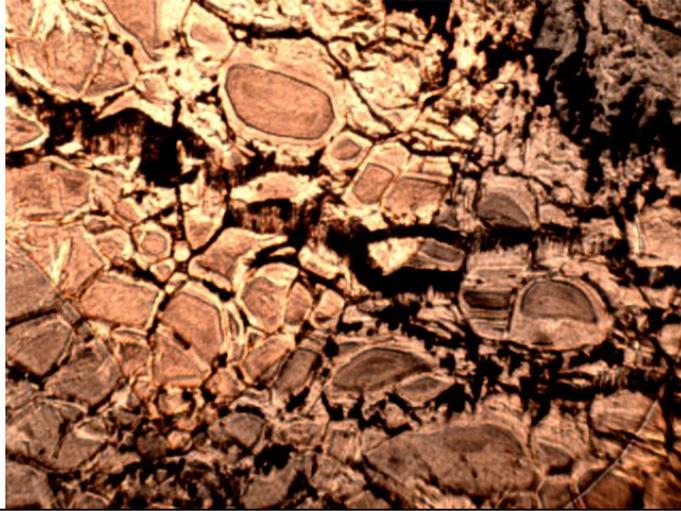


Illustration 58 : Spectre de chrysotile dans la gamme des basses fréquences.

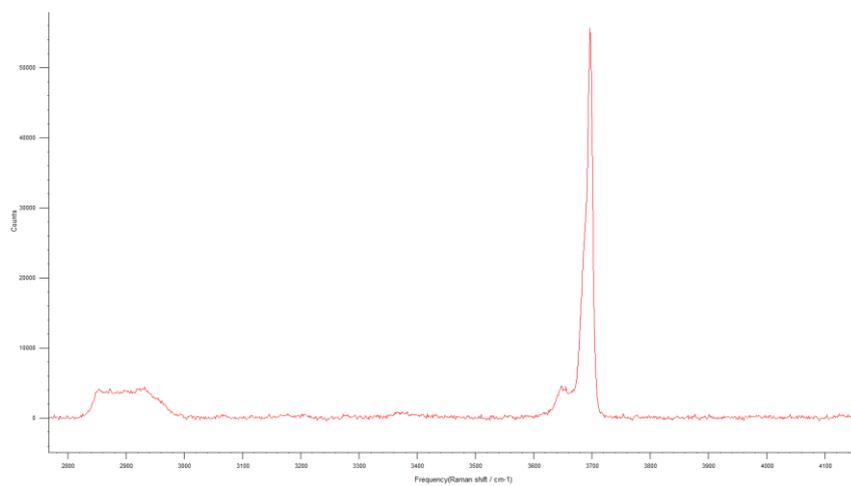


Illustration 59 : Spectre de chrysotile dans la gamme des hautes fréquences.

MTAP038A

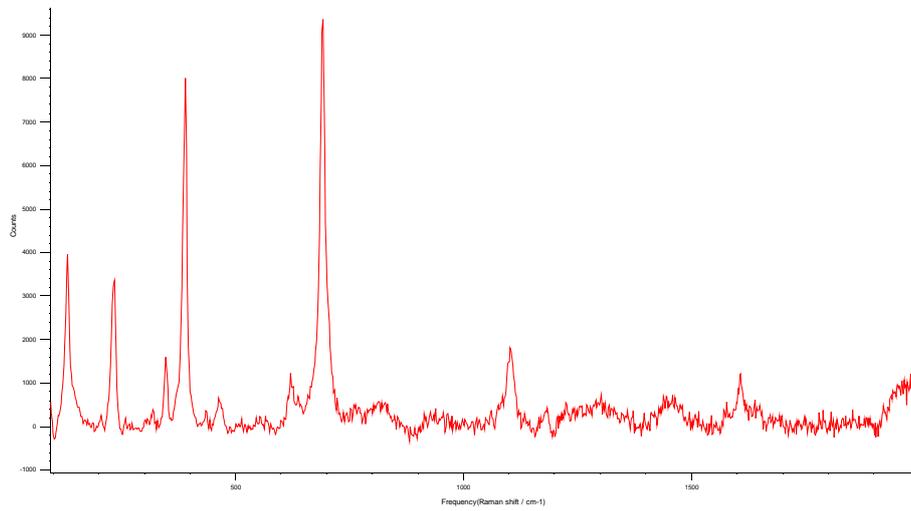
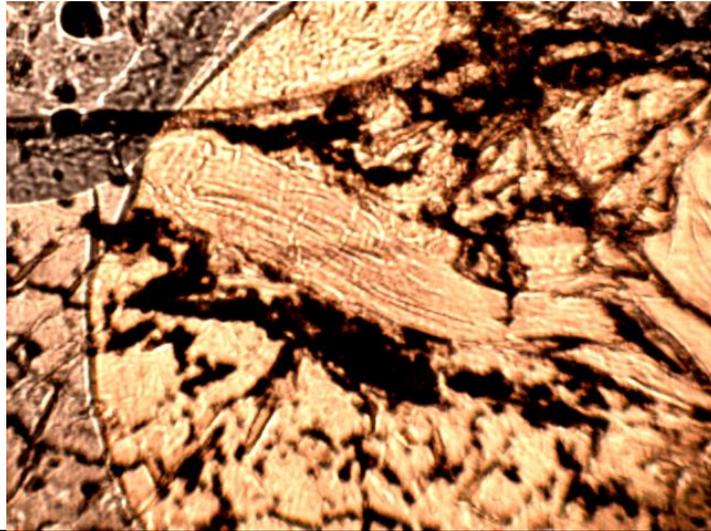


Illustration 60 : Spectre de chrysotile dans la gamme des basses fréquences.

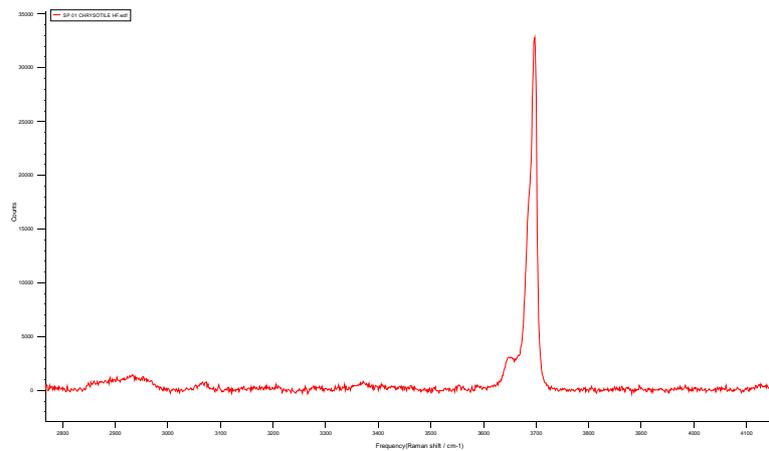


Illustration 61 : Spectre de chrysotile dans la gamme des hautes fréquences.

MTAP038A

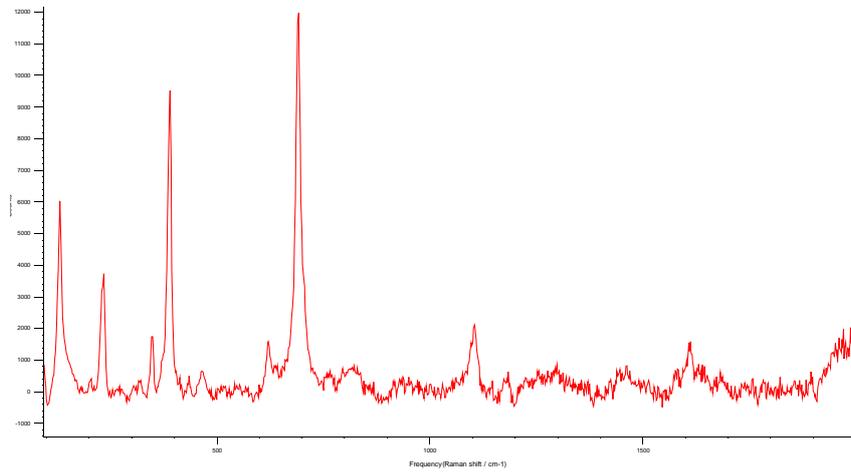


Illustration 62 : Spectre de chrysotile dans la gamme des basses fréquences.

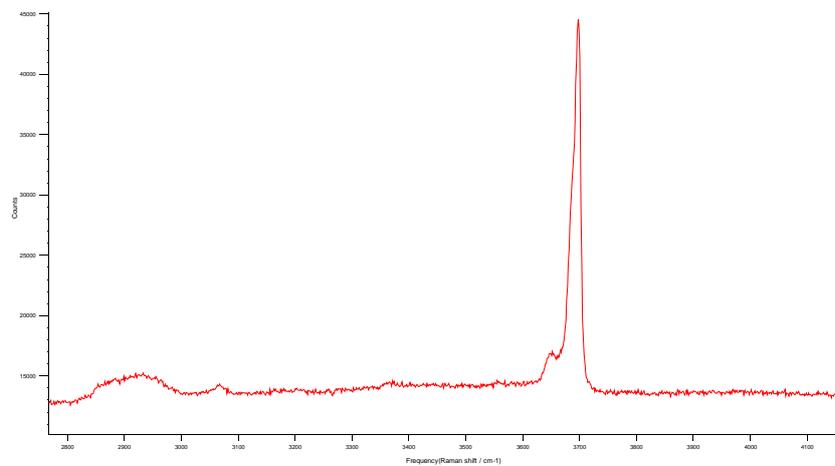


Illustration 63 : Spectre de chrysotile dans la gamme des hautes fréquences.

MTAP039

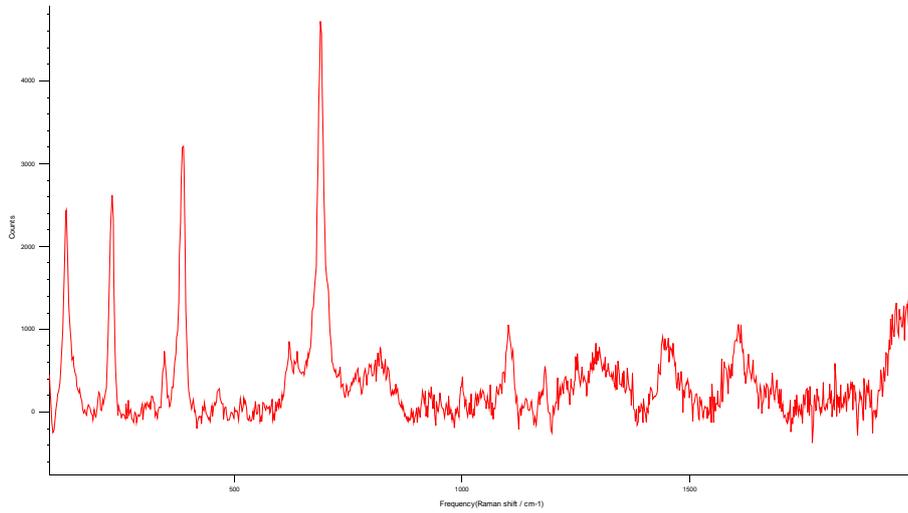
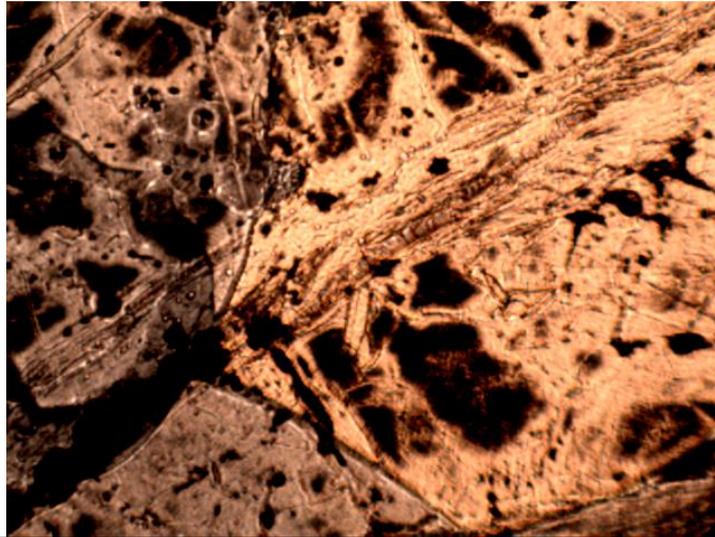


Illustration 64 : Spectre de chrysotile dans la gamme des basses fréquences.

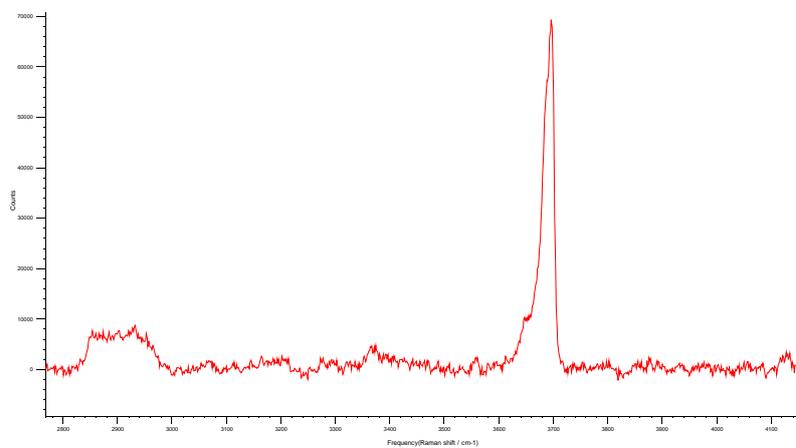


Illustration 65 : Spectre de chrysotile dans la gamme des hautes fréquences.

MTAP039

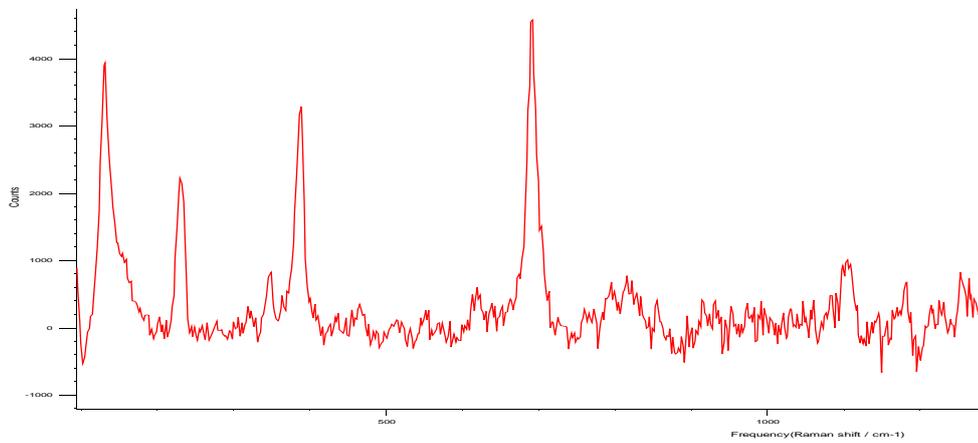
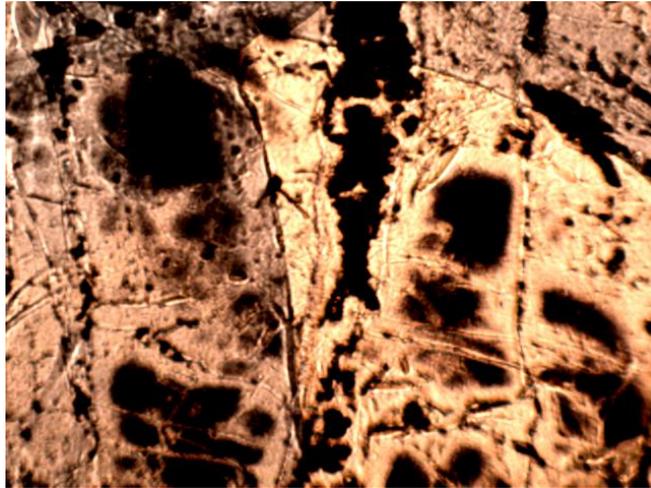


Illustration 66 : Spectre de chrysotile dans la gamme des basses fréquences.

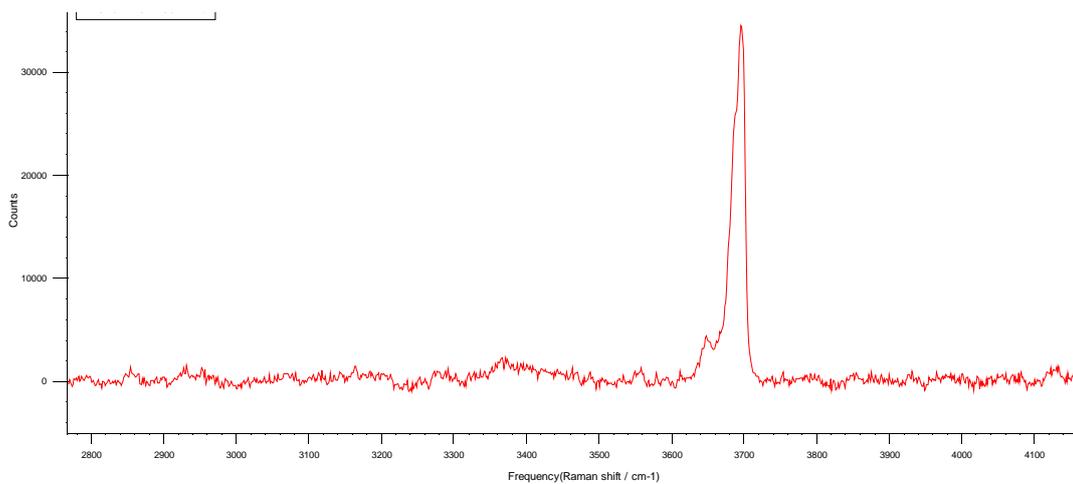


Illustration 67 : Spectre de chrysotile dans la gamme des hautes fréquences.

Annexe 5

Analyses microsonde electronique

Susceptibilité de présence d'amiante – Maures Tanneron

Num. Analyse	MTAP013A_24	MTAP013A_26	MTAP013A_27	MTAP013A_28	MTAP013A_30	MTAP013A_31	MTAP013B_154	MTAP013B_155	MTAP013B_156	MTAP013B_157	MTAP013A_29	MTAP008_144	MTAP008_145	MTAP008_146
Analysis (wt%)														
SiO2	54.006	54.765	54.938	54.584	55.424	54.290	52.257	53.207	54.399	53.006	55.260	49.912	49.275	49.261
TiO2	0.044	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.012	0.000	0.060	0.029	0.000	1.285	1.266	1.384
Al2O3	1.106	1.412	2.148	2.493	2.812	1.312	3.861	2.441	2.047	3.180	1.029	5.067	5.358	5.301
Cr2O3	0.323	0.347	0.337	0.265	0.280	0.303	0.324	0.203	0.222	0.332	0.230	0.146	0.140	0.142
MnO	0.323	0.477	0.357	0.265	0.280	0.303	0.324	0.203	0.222	0.332	0.230	0.146	0.140	0.142
FeO	14.382	14.427	12.764	13.435	13.963	14.536	14.841	14.781	13.284	14.127	14.441	7.900	8.368	8.664
MgO	14.875	15.150	15.635	15.513	15.647	15.056	14.198	13.814	15.311	14.554	15.153	19.130	19.079	18.806
CaO	12.851	12.865	12.422	12.389	13.079	12.856	12.045	12.202	12.066	12.155	12.800	11.733	11.724	11.541
Na2O	0.251	0.168	0.563	0.256	0.066	0.102	0.424	0.352	0.302	0.556	0.156	2.345	2.477	2.396
K2O	0.037	0.067	0.101	0.075	0.020	0.023	0.169	0.052	0.067	0.160	0.005	0.983	0.881	0.960
H2O+	2.060	2.070	2.090	2.080	2.080	2.070	2.070	2.070	2.070	2.070	2.080	1.810	1.810	1.780
Total	100.347	101.782	101.201	101.651	101.782	101.014	100.750	99.407	100.555	100.661	101.428	100.800	100.970	100.855
Espece Formula Assignments														
T (ideally 8 apfu)														
Si	7.798	7.776	7.785	7.720	7.848	7.772	7.318	7.750	7.779	7.615	7.867	7.089	6.999	7.014
Be	0.188	0.224	0.215	0.280	0.136	0.221	0.482	0.250	0.221	0.385	0.133	0.848	0.897	0.890
Ti	0.005	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.063	0.104	0.096
Fe3+	0.009	0	0	0	0.017	0.007	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000
T subtotal	8.000	8.000	8.000	8.000	8.001	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000
C (ideally 5 apfu)														
Ti	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.075	0.051	0.052
Zr	0.173	0.173	0.173	0.169	0.124	0.153	0.173	0.169	0.124	0.153	0.040	0.075	0.051	0.052
Al	0.057	0.057	0.058	0.030	0.031	0.034	0.057	0.023	0.025	0.038	0.026	0.016	0.016	0.016
V	0.240	0.240	0.240	0.110	0.070	0.171	0.240	0.110	0.070	0.171	0.066	0.368	0.483	0.491
Mn3+	0.034	0.029	0.003	0.029	0.029	0.020	0.046	0.007	0.007	0.118	1.652	0.491	0.430	0.449
Fe3+	1.616	1.538	1.443	1.461	1.514	1.543	1.502	1.690	1.510	1.518	3.216	4.051	4.040	3.992
Mg	3.201	3.207	3.303	3.271	3.303	3.213	3.046	3.000	3.264	3.117	5.000	5.001	5.000	5.000
Li	4.999	5.001	5.000	5.001	4.999	5.000	4.999	4.999	4.999	5.000	5.000	5.001	5.000	5.000
C subtotal	0.005	0.013	0.037	0.032	0.004	0.017	0.040	0.018	0.027	0.040	0.028	0.018	0.017	0.017
B (ideally 2 apfu)	0	0	0	0.024	0	0	0.044	0	0	0.008	0.001	0.080	0.081	0.092
Fe2+	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mg	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Li	1.988	1.957	1.886	1.908	1.984	1.969	1.857	1.904	1.931	1.871	1.953	1.786	1.784	1.761
Sr	0.007	0.030	0.077	0.036	0.012	0.014	0.059	0.078	0.033	0.080	0.019	0.117	0.118	0.130
B subtotal	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	1.999	1.999	2.001	2.001	2.000	2.000
A (from 0 to 1 apfu)														
Ca	0.058	0.016	0.023	0.034	0.007	0.014	0.059	0.016	0.023	0.074	0.019	0.529	0.565	0.531
Li	0.007	0.012	0.018	0.013	0.004	0.004	0.031	0.010	0.012	0.029	0.001	0.178	0.160	0.174
Pb	0.065	0.028	0.041	0.047	0.011	0.018	0.090	0.026	0.035	0.103	0.020	0.707	0.725	0.705
A subtotal	22.000	22.000	22.000	22.000	22.000	22.000	22.000	22.000	22.000	22.000	22.000	22.000	22.000	22.000
O (non-W)														
W (ideally 2 apfu)	1.990	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	1.997	2.000	1.987	1.994	2.000	1.725	1.729	1.703
OH	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.003	0.013	0.013	0.006	0.013	0.275	0.271	0.297
F	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000
O subtotal	15.064	15.029	15.041	15.048	15.011	15.018	15.089	15.025	15.033	15.102	15.021	15.709	15.725	15.705
Sum T.C.B.A														

Susceptibilité de présence d'amiante – Maures Tanneron

Num. Analyse	MTAP017 69	MTAP017 70	MTAP017 71	MTAP017 72	MTAP017 73	MTAP017 74	MTAP017 76	MTAP017 77	MTAP017 78	MTAP017 79	MTAP017 80	MTAP017 28	MTAP017 29	MTAP017 30	MTAP018 89	MTAP018 90	MTAP018 91	MTAP018 93	MTAP018 94	MTAP018 95	MTAP018 96
Analysis (wt%)																					
SiO2	50.652	53.987	49.285	48.739	49.595	58.554	55.786	52.428	49.997	52.754	48.616	54.584	55.260	55.424	53.448	53.689	53.295	49.105	45.983	45.889	46.908
TiO2	0.067	0.035	0.076	0.151	0.038	0.038	0.038	0.014	0.125	0.023	0.107	0.000	0.000	0.000	0.078	0.000	0.000	0.196	0.399	0.143	0.339
Al2O3	7.413	0.933	7.360	9.696	7.011	8.391	1.302	3.900	6.167	2.634	8.248	2.493	1.029	0.812	2.555	2.885	2.612	8.445	11.626	11.754	10.882
Cr2O3	0.274	0.223	0.216	0.268	0.280	0.159	0.276	0.242	0.249	0.322	0.270	0.265	0.230	0.280	0.191	0.092	0.171	0.196	0.327	0.256	0.211
MnO	0.274	0.223	0.216	0.268	0.280	0.159	0.276	0.242	0.249	0.322	0.270	0.265	0.230	0.280	0.191	0.092	0.171	0.196	0.327	0.256	0.211
FeO	14.124	14.426	13.926	14.049	13.675	8.855	13.581	13.885	13.756	14.460	15.631	13.435	14.441	13.963	13.611	13.660	12.705	13.571	14.647	14.953	14.854
MgO	12.948	15.754	11.174	13.568	10.964	15.227	12.721	11.997	13.792	15.134	12.807	15.513	15.153	15.647	15.178	15.178	15.514	13.164	11.411	11.373	12.164
CaO	12.125	13.162	11.151	12.260	11.979	8.892	12.721	11.997	12.889	12.826	11.697	12.889	12.800	13.079	12.979	13.177	13.059	12.469	12.122	11.990	12.430
Na2O	1.012	0.181	1.020	1.068	1.296	3.032	1.148	0.332	0.894	0.426	0.414	0.256	0.066	0.066	0.150	0.190	0.159	0.757	1.077	1.149	1.041
K2O	0.251	0.056	0.254	0.341	0.268	0.065	0.145	0.080	0.260	0.145	0.075	0.075	0.005	0.005	0.272	0.054	0.072	0.113	0.249	0.256	0.218
H2O+	2.050	2.060	2.040	2.040	2.160	2.090	2.090	2.090	2.040	2.060	2.020	2.080	2.080	2.080	2.060	2.080	2.090	2.030	1.960	2.020	1.980
Total	101.291	101.348	100.442	99.050	100.559	101.269	101.432	100.385	99.474	101.191	101.453	101.651	101.428	101.782	100.656	100.548	99.967	100.472	100.471	100.307	101.022
Espece Formula Assignments																					
T (ideally 8 apfu)																					
Si	7.252	7.706	7.126	7.127	7.175	7.990	7.906	7.523	7.277	7.530	7.020	7.720	7.867	7.848	7.655	7.682	7.661	7.073	6.684	6.683	6.780
P																					
Be	0.748	0.157	0.874	0.873	0.825	0.010	0.094	0.477	0.723	0.444	0.980	0.280	0.133	0.136	0.345	0.318	0.339	0.927	1.316	1.317	1.220
Al	0	0.004	0	0	0	0	0	0	0	0.002	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ti	0	0.133	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.017	0	0	0	0	0	0	0	0
Fe3+	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	7.999	8.000	8.000	8.000	8.001	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000
T subtotal																					
C (ideally 5 apfu)																					
Ti	0.007	0.008	0.017	0.017	0.020	0.004	0.012	0.002	0.014	0.012	0.012	0.015	0.040	0.031	0.008	0.169	0.104	0.506	0.676	0.697	0.531
Zr	0.503	0.380	0.798	0.798	0.570	1.339	0.124	0.115	0.335	0.423	0.135	0.135	0.040	0.026	0.022	0.010	0.019	0.022	0.038	0.027	0.024
Sc																					
V	0.031	0.025	0.025	0.031	0.032	0.017	0.031	0.027	0.029	0.056	0.031	0.050	0.026	0.031	0.022	0.010	0.019	0.022	0.038	0.027	0.024
Mn3+	0.106	0.198	0.244	0.117	0.134	0.117	0.134	0.320	0.255	0.346	0.276	0.104	0.066	0.122	0.191	0.055	0.149	0.249	0.374	0.359	0.416
Co																					
Ni																					
Zn	0.003	0.027	1.421	1.601	1.518	1.011	1.610	1.266	1.376	1.382	1.566	1.461	1.652	1.514	0.020	0.011	0.021	0.022	0.038	0.027	0.024
Fe2+	1.585	1.391	2.921	2.456	2.926	2.230	3.217	3.270	2.992	3.229	2.692	3.271	3.216	3.303	1.440	1.508	1.378	1.375	1.396	1.432	1.371
Mg	2.764	3.352	2.921	2.456	2.926	2.230	3.217	3.270	2.992	3.229	2.692	3.271	3.216	3.303	3.233	3.238	3.325	2.826	2.473	2.469	2.621
Li																					
C subtotal	4.999	4.993	4.999	5.000	5.000	4.619	5.000	5.001	5.001	5.000	5.000	5.001	5.000	4.999	5.001	4.991	4.996	4.999	5.001	5.000	5.000
B (ideally 2 apfu)																					
Mg2+	0.030	0.026	0.033	0.034	0.034	0.015	0.029	0.029	0.031	0.032	0.033	0.032	0.028	0.044	0.004	0.004	0.024	0.024	0.040	0.029	0.026
Fe2+	0	0	0.019	0	0.003	0	0.080	0.042	0.042	0	0.046	0.024	0.001	0	0	0	0	0.011	0.011	0.031	0.008
Mg+	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Li	1.860	2.000	1.903	1.747	1.900	1.300	1.932	1.844	1.830	1.930	1.810	1.908	1.953	1.984	1.992	2.000	2.000	1.924	1.888	1.871	1.925
Na																					
Sr	0.110	0.052	0.220	0.220	0.062	0.700	0.041	0.046	0.098	0.037	0.112	0.056	0.019	0.012	0.005	0.005	0.041	0.041	0.061	0.069	0.041
B subtotal	2.000	2.000	2.000	2.000	1.999	2.000	1.988	1.999	2.001	1.999	2.001	2.000	2.001	2.000	2.001	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000
A (from O to 1 apfu)																					
Ca		0.013														0.020	0.008				
Li	0.171	0.050	0.254	0.083	0.302	0.102	0.086	0.046	0.154	0.081	0.286	0.034	0.019	0.007	0.057	0.053	0.044	0.170	0.243	0.255	0.251
Na																					
Pb	0.046	0.010	0.043	0.064	0.049	0.011	0.004	0.015	0.048	0.026	0.076	0.013	0.001	0.004	0.013	0.010	0.013	0.021	0.046	0.048	0.040
K	0.217	0.073	0.277	0.131	0.151	0.113	0.044	0.051	0.202	0.107	0.362	0.047	0.020	0.011	0.050	0.083	0.065	0.191	0.289	0.305	0.291
O (non-W)	22.000	22.000	22.000	22.000	22.000	22.000	22.000	22.000	22.000	22.000	22.000	22.000	22.000	22.000	22.000	22.000	22.000	22.000	22.000	22.000	22.000
W (ideally 2 apfu)																					
OH	1.985	1.992	1.983	1.967	1.960	1.992	2.000	1.997	1.972	1.995	1.977	2.000	2.000	2.000	1.983	2.000	2.000	1.938	1.913	1.969	1.926
F																					
Cl																					
O	0.015	0.008	0.017	0.033	0.040	0.008	0.003	0.003	0.028	0.005	0.023	0.000	0.000	0.000	0.017	0.000	0.000	0.042	0.087	0.031	0.074
W subtotal	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000
Sum T,C,B,A	15.216	15.066	15.276	15.147	15.530	14.732	14.992	15.060	15.204	15.105	15.363	15.048	15.021	15.011	15.052	15.074	15.061	15.190	15.290	15.303	15.291

Susceptibilité de présence d'amiante – Maures Tanneron

Num. Analyse	MTAP021 104	MTAP021 105	MTAP021 106	MTAP021 107	MTAP021 110	MTAP021 111	MTAP021 112	MTAP021 113	MTAP021 114	MTAP024 56	MTAP024 58	MTAP024 62	MTAP024 63	MTAP024 65	MTAP028a 13	MTAP028a 14	MTAP028a 15
Analysis (wt%)																	
SiO2	46.729	46.589	45.058	44.092	45.456	51.071	45.956	45.739	46.080	43.268	44.927	57.129	54.001	55.584	39.823	39.966	39.976
TiO2	0.283	0.368	0.421	0.371	0.475	0.298	0.299	0.278	0.316	0.415	0.387	0.278	0.086	0.086	0.178	0.265	0.263
Al2O3	8.613	8.493	9.586	8.242	8.688	6.204	8.242	8.302	7.759	14.259	14.796	10.656	2.487	2.005	19.910	20.018	19.191
Cr2O3	0.189	0.167	0.200	0.314	0.247	0.253	0.228	0.230	0.278	0.301	0.254	0.062	0.077	0.154	0.278	0.197	0.287
MnO	17.801	18.092	19.288	19.290	19.601	16.811	19.007	19.242	18.580	14.865	13.840	8.129	9.378	8.913	19.442	20.431	19.810
FeO	10.831	10.592	9.915	9.962	9.941	16.652	10.258	10.343	10.389	10.520	11.595	19.222	18.104	18.545	5.795	5.549	5.117
CaO	12.181	12.291	12.217	12.134	12.152	9.941	12.110	12.365	12.365	11.751	11.842	13.170	12.607	12.912	11.057	10.870	11.130
MgO	1.178	1.128	1.179	1.055	1.055	0.582	1.113	1.259	0.959	1.372	1.301	0.084	0.244	0.185	1.355	1.374	1.460
K2O	0.743	0.707	1.043	1.010	0.868	0.460	0.879	0.769	0.769	0.357	0.189	0.012	0.050	0.009	0.357	0.395	0.372
H2O+	1.950	1.850	1.900	1.910	1.890	1.970	1.950	1.950	1.950	1.950	1.980	2.120	2.110	2.110	1.970	1.950	1.940
Total	100.971	100.813	101.440	101.125	101.091	99.910	100.600	100.995	99.952	99.789	101.841	101.124	99.447	100.776	101.065	101.576	100.137
Formula Assignments																	
Spèce																	
Formula Assignments																	
T (ideally 8 apfu)																	
P																	
Be																	
Al																	
Ti																	
Fe3+																	
C subtotal	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000
T (ideally 5 apfu)																	
Ti																	
Zr																	
Al																	
Sc																	
V																	
Cr																	
Mn3+																	
Fe3+																	
Co																	
Ni																	
Zn																	
Mn2+																	
Fe2+																	
Mg																	
Li																	
C subtotal	5.001	5.001	5.000	5.000	4.999	4.864	5.000	4.999	5.001	5.000	5.000	5.001	5.000	5.000	4.999	5.000	5.000
B (ideally 2 apfu)																	
Mn2+																	
Fe2+																	
Mg																	
Li																	
Ca																	
Sr																	
Na																	
B subtotal	2.001	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.001	1.999	2.001	2.000	2.000	2.000	2.000	1.999
A (from 0 to 1 apfu)																	
Ca																	
Li																	
Na																	
Pb																	
K																	
A subtotal	22.000	22.000	22.000	22.000	22.000	22.000	22.000	22.000	22.000	22.000	22.000	22.000	22.000	22.000	22.000	22.000	22.000
O (non-W)																	
W (ideally 2 apfu)																	
OH																	
F																	
Cl																	
O																	
W subtotal	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000
Sum T,C,B,A	15.437	15.428	15.502	15.518	15.426	15.063	15.438	15.490	15.408	15.374	15.290	15.003	15.042	15.027	15.372	15.313	15.378

Susceptibilité de présence d'amiante – Maures Tanneron

Num. Analyse	MTAP0284_16	MTAP0284_17	MTAP0284_18	MTAP034A_48	MTAP034A_49	MTAP034A_50	MTAP034A_51	MTAP034A_53	MTAP034A_54	MTAP034A_55	MTAP034B_24	MTAP034B_36	MTAP034B_37	MTAP034B_39	MTAP034B_40	MTAP037_139	MTAP037_140	MTAP037_142
Analyses (wt%)																		
SiO2	59.599	59.963	40.125	48.320	48.477	49.081	47.893	48.121	48.699	48.543	49.177	48.946	48.456	49.457	49.406	43.362	43.453	46.136
TiO2	0.253	0.163	0.321	0.000	0.000	0.000	0.027	0.028	0.000	0.000	0.000	0.007	0.000	0.013	0.015	0.577	0.638	0.710
Al2O3	19.439	20.023	19.677	0.385	0.240	0.402	0.238	0.484	0.435	0.389	0.517	0.320	0.476	0.509	0.514	13.718	13.317	10.457
Cr2O3	0.259	0.222	0.205	0.033	0.052	0.065	0.072	0.033	0.011	0.050	0.000	0.000	0.000	0.000	0.016	0.317	0.251	0.263
MnO	21.133	19.679	20.295	0.033	0.052	0.065	0.072	0.033	0.011	0.050	0.000	0.000	0.000	0.000	0.016	0.317	0.251	0.263
FeO	5.349	5.543	5.717	47.951	48.034	46.818	47.723	47.415	47.702	45.383	45.208	45.957	47.127	43.885	44.544	16.565	16.263	15.888
MgO	11.012	11.135	11.120	0.011	0.041	0.016	0.053	2.992	2.269	2.905	3.881	3.870	3.082	4.170	4.170	10.159	10.143	11.563
CaO	1.484	1.395	1.483	0.044	0.091	0.048	0.040	0.046	0.038	0.044	0.062	0.171	0.175	0.046	0.095	12.082	12.166	11.986
K2O	0.365	0.317	0.383	0.031	0.014	0.009	0.026	0.000	0.000	0.000	0.000	0.014	0.000	0.000	0.019	0.248	0.236	0.202
H2O+	1.940	1.970	1.940	1.830	1.830	1.830	1.820	1.830	1.830	1.840	1.850	1.850	1.840	1.860	1.850	1.900	1.890	1.890
Total	101.644	101.085	100.845	100.943	101.293	100.701	99.843	101.378	101.155	99.182	100.845	101.375	101.427	100.047	100.267	101.269	100.535	100.250
Espèce																		
Formule Assignments																		
T (ideally 8 apfu)																		
Si	5.854	5.901	5.940	7.862	7.858	7.963	7.897	7.762	7.889	7.964	7.890	7.832	7.798	7.938	7.911	6.324	6.383	6.099
Fe																		
Al	2.146	2.099	2.060	0.074	0.046	0.037	0.046	0.094	0.083	0.036	0.098	0.060	0.090	0.042	0.089	1.676	1.617	1.301
Ti	0	0	0	0	0	0	0.003	0.003	0.003	0.003	0.012	0.106	0.112	0	0	0	0	0
Fe3+	0	0	0	0.064	0.096	0.000	0.054	0.141	0.028	0.028	8.000	7.999	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000
T subtotal	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000
C (ideally 5 apfu)																		
Ti	0.028	0.018	0.036	0.004	0.007	0.008	0.009	0.004	0.001	0.006	0.110	0.169	0.199	0.002	0.002	0.063	0.070	0.078
Zr	1.241	1.386	1.374	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.682	0.688	0.489
Sc																		
V																		
Cr	0.028	0.027	0.024	0.004	0.007	0.008	0.009	0.004	0.001	0.006	0.110	0.169	0.199	0.002	0.002	0.037	0.029	0.030
Mn3+																		
Fe3+	0.655	0.480	0.417	0.127	0.133	0.001	0.097	0.232	0.110	0.000	0.110	0.169	0.199	0.075	0.075	0.622	0.540	0.599
Co																		
Ni																		
Zn																		
Mn2+	1.868	1.868	1.888	4.346	4.311	4.378	4.457	4.044	4.341	4.243	3.962	3.908	4.061	3.927	3.918	1.387	1.451	1.301
Fe2+	1.179	1.220	1.262	0.522	0.550	0.573	0.437	0.720	0.548	0.711	0.928	0.923	0.759	1.017	0.996	2.209	2.221	2.503
Mg																		
Li																		
C subtotal	4.999	4.999	5.001	4.999	5.001	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	4.999	5.001	5.001	5.000	4.999	5.000
B (ideally 2 apfu)																		
Mn2+	0.020	0.029	0.026	0.005	0.007	0.009	0.010	0.005	0.001	0.007	0.000	0.000	0.000	0.002	0.002	0.039	0.031	0.032
Fe2+	0.089	0.082	0.084	1.987	1.971	1.974	1.973	1.979	1.984	1.984	1.982	1.967	1.970	1.979	1.973	0.012	0.007	0.029
Mg	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Li																		
Ca	1.744	1.762	1.764	0.002	0.007	0.003	0.010	0.009	0.009	0.003	0.008	0.029	0.020	0.008	0.016	1.888	1.915	1.865
Sr																		
Na	0.136	0.127	0.126	0.007	0.014	0.015	0.006	0.007	0.006	0.001	0.010	0.004	0.012	0.012	0.009	0.061	0.047	0.074
B subtotal	1.999	2.000	2.000	2.001	1.999	2.001	1.999	2.000	2.000	1.995	2.000	2.000	2.000	1.999	2.000	2.000	2.000	2.000
A (from 0 to 1 apfu)																		
Ca																		
Li																		
Na	0.289	0.272	0.299	0.007	0.014	0.006	0.006	0.007	0.006	0.000	0.010	0.004	0.004	0.009	0.009	0.350	0.363	0.219
Pb																		
Nb																		
Pb	0.069	0.060	0.072	0.006	0.003	0.002	0.002	0.005	0.006	0.000	0.010	0.004	0.003	0.000	0.004	0.046	0.044	0.037
K	0.358	0.352	0.371	0.013	0.017	0.002	0.006	0.012	0.006	0.000	0.010	0.004	0.003	0.000	0.013	0.396	0.407	0.256
A subtotal	22.000	22.000	22.000	22.000	22.000	22.000	22.000	22.000	22.000	22.000	22.000	22.000	22.000	22.000	22.000	22.000	22.000	22.000
O (non-W)																		
W (ideally 2 apfu)																		
OH	1.944	1.964	1.928	2.000	2.000	2.000	1.993	1.993	2.000	2.000	2.000	1.998	2.000	1.997	1.996	1.873	1.859	1.845
F																		
Cl																		
O	0.056	0.056	0.072	0.000	0.000	0.000	0.007	0.007	0.007	0.000	0.000	0.002	0.000	0.003	0.004	0.127	0.141	0.155
W subtotal	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000
Sum T.C.B.A	15.356	15.331	15.372	15.013	15.017	15.003	15.005	15.012	15.006	14.995	15.010	15.003	15.002	15.000	15.014	15.396	15.406	15.256

Susceptibilité de présence d'amiante – Maures Tanneron

Num. Analyse	MTAP037 143	MTAP042 134	MTAP042 135	MTAP042 137	MTAP042 138	MTAP045 81	MTAP045 82	MTAP045 84	MTAP045 85	MTAP045 86	MTAP045 87	MTAP051 158	MTAP051 159	MTAP056 10	MTAP056 11	MTAP056 12	MTAP056 8	MTAP056 9
Analysis (wt%)																		
SiO2	45.955	45.769	46.086	45.623	45.549	48.917	53.640	51.398	53.431	43.388	44.338	48.756	46.629	45.612	46.108	46.387	45.432	44.676
TiO2	0.502	0.958	0.954	0.777	1.049	0.181	0.045	0.000	0.082	0.121	0.153	0.078	0.256	1.793	1.434	1.073	1.857	2.105
Al2O3	10.791	9.464	9.747	11.571	9.426	6.645	1.805	5.864	3.410	10.598	10.407	11.283	13.709	10.139	9.341	9.227	10.406	10.570
Cr2O3	0.357	0.384	0.359	0.391	0.301	0.365	0.341	0.333	0.327	0.364	0.342	0.206	0.119	0.117	0.108	0.155	0.107	0.058
MnO	0.357	0.384	0.359	0.391	0.301	0.365	0.341	0.333	0.327	0.364	0.342	0.206	0.119	0.117	0.108	0.155	0.107	0.058
FeO	15.316	18.355	17.808	19.273	18.189	16.298	15.766	16.415	12.125	20.001	18.789	5.678	6.052	17.907	18.717	18.256	16.572	17.202
MgO	11.453	9.839	9.704	8.527	9.601	12.525	14.352	10.444	15.895	8.861	10.200	17.387	15.910	10.761	10.861	10.750	10.524	10.356
CaO	11.978	12.130	12.176	12.156	12.281	12.754	13.232	12.486	13.312	12.376	12.283	13.212	13.028	11.793	11.765	11.677	11.781	11.638
K2O	1.201	1.127	1.171	1.455	1.149	0.617	0.145	0.385	0.273	1.115	1.093	1.365	1.540	1.506	1.350	1.263	1.571	1.594
Na2O	0.211	0.413	0.300	0.588	0.470	0.404	0.023	0.631	0.089	0.953	1.089	0.120	0.200	0.341	0.425	0.415	0.452	0.452
H2O+	1.950	1.790	1.800	1.820	1.770	2.000	2.050	2.040	2.070	1.960	1.970	2.120	2.070	1.620	1.700	1.780	1.610	1.540
Total	100.448	100.954	100.940	100.964	100.428	101.460	101.985	100.329	101.512	100.576	101.326	100.141	99.700	102.365	101.990	102.131	100.772	100.808
Formula Assignments																		
T (ideally 8 apfu)																		
Si	6.702	6.753	6.806	6.507	6.779	7.088	7.661	7.516	7.555	6.522	6.560	6.832	6.598	6.617	6.711	6.745	6.683	6.588
P																		
Be	1.298	1.247	1.194	1.493	1.221	0.912	0.304	0.484	0.445	1.478	1.440	1.168	1.402	1.383	1.289	1.255	1.317	1.412
Ti																		
Fe ³⁺																		
T subtotal	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000
C (ideally 5 apfu)																		
Ti	0.055	0.106	0.106	0.087	0.117	0.020	0.014	0.014	0.009	0.014	0.017	0.008	0.027	0.196	0.157	0.117	0.203	0.234
Zr																		
Al	0.558	0.401	0.503	0.541	0.432	0.222	0.399	0.526	0.123	0.399	0.374	0.696	0.884	0.351	0.313	0.326	0.487	0.425
Se																		
V																		
Cr	0.041	0.045	0.042	0.046	0.035	0.042	0.039	0.038	0.037	0.043	0.028	0.003	0.013	0.013	0.012	0.018	0.012	0.007
Mn ³⁺																		
Fe ²⁺	0.459	0.491	0.303	0.438	0.383	0.423	0.234	0.277	0.176	0.536	0.577	0.095	0.074	0.718	0.709	0.692	0.453	0.620
Co																		
Ni																		
Zn																		
Mn ²⁺																		
Mg ²⁺	1.596	1.777	1.897	1.966	1.881	0.026	0.041	0.041	0.039	0.044	0.006	0.566	0.642	1.395	1.453	1.522	1.557	1.438
Fe ²⁺	2.491	2.167	2.137	1.896	2.130	1.552	1.618	2.007	1.258	1.979	1.748	3.532	3.356	2.327	2.356	2.326	2.508	2.277
Mg						2.705	3.056	2.277	3.530	1.986	2.250							
Li																		
Li																		
C subtotal	5.000	5.001	4.999	4.999	4.999	5.000	4.988	4.889	4.992	5.001	5.000	5.000	4.999	5.000	5.000	5.001	5.000	5.001
B (ideally 2 apfu)																		
Mn ²⁺	0.044	0.035	0.032	0.025	0.017	0.009	0.003	0.024	0.003	0.003	0.024	0.003	0.011	0.014	0.013	0.019	0.013	0.007
Fe ²⁺	0.014													0.060	0.061	0.063	0.049	0.064
Mg																		
Li																		
Ca	1.872	1.920	1.927	1.943	1.958	1.980	2.000	1.956	2.000	1.993	1.947	1.984	1.975	1.833	1.835	1.819	1.857	1.839
Sr																		
Na	0.069	0.045	0.042	0.033	0.025	0.011	0.009	0.044	0.009	0.004	0.029	0.009	0.014	0.093	0.091	0.099	0.080	0.090
B subtotal	1.999	2.000	2.001	2.001	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000
A (from 0 to 1 apfu)																		
Ca																		
Li																		
Na	0.270	0.278	0.294	0.388	0.307	0.161	0.040	0.065	0.075	0.321	0.285	0.362	0.409	0.331	0.290	0.257	0.368	0.365
Pb																		
K	0.059	0.078	0.094	0.112	0.089	0.075	0.004	0.118	0.017	0.183	0.205	0.021	0.036	0.065	0.058	0.062	0.078	0.085
A subtotal	0.309	0.356	0.388	0.500	0.396	0.236	0.069	0.183	0.109	0.504	0.490	0.383	0.445	0.394	0.348	0.319	0.446	0.450
O (non-V)	22.000	22.000	22.000	22.000	22.000	22.000	22.000	22.000	22.000	22.000	22.000	22.000	22.000	22.000	22.000	22.000	22.000	22.000
W (ideally 2 apfu)																		
OH	1.890	1.787	1.788	1.825	1.765	1.961	1.990	2.000	1.983	1.973	1.966	1.984	1.945	1.608	1.686	1.765	1.593	1.552
F																		
Cl																		
O	0.110	0.213	0.212	0.175	0.235	0.059	0.010	0.027	0.017	0.027	0.034	0.016	0.055	0.392	0.314	0.235	0.407	0.468
W subtotal	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000
Sum T,C,B,A	15.308	15.356	15.390	15.500	15.395	15.236	15.057	15.072	15.101	15.505	15.490	15.383	15.444	15.394	15.348	15.320	15.445	15.451

Num. Analyse	MTAP062 115	MTAP062 116	MTAP062 117	MTAP062 118	MTAP062 119	MTAP062 120	MTAP062 121	MTAP062 122	MTAP062 123	MTAP062 124	MTAP062 125
Analysis (wt%)											
SiO2	43.859	44.831	43.372	45.300	45.792	42.995	51.154	48.491	47.154	46.605	50.646
TiO2	2.104	1.654	2.092	0.950	0.869	1.943	0.214	0.350	0.698	0.668	0.190
Al2O3	10.091	8.722	10.077	8.995	8.589	10.645	4.547	6.593	7.894	8.060	4.682
Cr2O3	0.440	0.451	0.421	0.475	0.520	0.492	0.549	0.417	0.550	0.566	0.421
MnO	0.440	0.451	0.421	0.475	0.520	0.492	0.549	0.417	0.550	0.566	0.421
FeO	16.537	16.521	16.708	16.646	17.157	19.002	15.075	16.349	16.591	16.913	14.967
MgO	10.851	11.227	10.552	10.918	11.183	9.599	13.440	12.149	11.457	11.821	13.441
CaO	11.808	11.698	11.988	12.178	12.042	11.843	12.688	12.551	12.250	12.230	12.760
Na2O	1.409	1.276	1.270	0.986	0.988	1.265	0.443	0.557	0.861	0.831	0.370
K2O	0.940	0.740	0.886	0.813	0.872	0.885	0.295	0.444	0.830	0.819	0.253
H2O+	1.340	1.640	1.530	1.810	1.820	1.560	2.010	1.960	1.870	1.870	2.010
Total	100.668	99.852	100.006	99.994	100.894	101.508	101.135	100.670	101.085	101.558	100.440
Spèce											
Formula Assignments											
T (ideally 8 apfu)											
Si	6.500	6.679	6.481	6.738	6.753	6.396	7.381	7.091	6.918	6.805	7.356
P											
Be											
Al	1.500	1.321	1.519	1.262	1.247	1.604	0.619	0.909	1.082	1.195	0.644
Ti											
Fe3+	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000
T subtotal											
C (ideally 5 apfu)											
Ti	0.235	0.185	0.235	0.104	0.096	0.217	0.023	0.039	0.077	0.073	0.021
Zr											
Al	0.263	0.211	0.256	0.314	0.246	0.262	0.154	0.228	0.283	0.192	0.157
Sc											
V											
Cr	0.052	0.053	0.050	0.056	0.061	0.058	0.063	0.048	0.064	0.065	0.048
Mn3+											
Fe3+	0.745	0.697	0.772	0.522	0.602	0.880	0.283	0.429	0.419	0.647	0.304
Co											
Zn											
Mn2+	0.002		0.020	0.035	0.022	0.014	0.050	0.037	0.056	0.031	0.046
Fe2+	1.366	1.360	1.317	1.348	1.314	1.484	1.536	1.370	1.616	1.419	1.514
Mg	2.398	2.494	2.351	2.421	2.459	2.084	2.891	2.649	2.506	2.573	2.910
Li											
C subtotal	5.001	5.000	5.001	5.000	5.000	4.999	5.000	5.000	5.001	5.000	5.000
B (ideally 2 apfu)											
Mn2+	0.054	0.057	0.033	0.025	0.043	0.048	0.017	0.015	0.033	0.039	0.006
Fe2+	0.001										
Mg											
Li											
Ca	1.876	1.867	1.919	1.941	1.903	1.888	1.962	1.967	1.926	1.913	1.986
Sr											
Na	0.071	0.074	0.047	0.034	0.054	0.064	0.021	0.019	0.042	0.048	0.008
B subtotal	2.001	1.999	1.999	2.000	2.000	2.000	2.000	2.001	2.001	2.000	2.000
A (from 0 to 1 apfu)											
Ca											
Li											
Na	0.334	0.294	0.321	0.250	0.228	0.301	0.103	0.139	0.203	0.187	0.096
Pb											
K	0.178	0.141	0.169	0.154	0.164	0.168	0.038	0.083	0.155	0.153	0.047
A subtotal	0.512	0.435	0.490	0.404	0.392	0.469	0.141	0.222	0.358	0.340	0.143
O (non-W)	22.000	22.000	22.000	22.000	22.000	22.000	22.000	22.000	22.000	22.000	22.000
W (ideally 2 apfu)											
OH	1.530	1.629	1.529	1.792	1.807	1.565	1.954	1.923	1.846	1.853	1.958
F											
Cl											
O	0.470	0.371	0.471	0.208	0.193	0.435	0.046	0.077	0.154	0.147	0.042
W subtotal	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000
Sum T,C,B,A	15.514	15.434	15.490	15.404	15.392	15.468	15.141	15.223	15.560	15.340	15.145

Susceptibilité de présence d'amiante – Maures Tanneron

Num. Analyse	MTAP064 126	MTAP064 127	MTAP064 128	MTAP064 129	MTAP064 130	MTAP064 131	MTAP064 132	MTAP064 133	MTAP073 162	MTAP073 163	MTAP073 164	MTAP073 165	MTAP073 166	MTAP073 168	MTAP073 169	MTAP073 170
Analysis (wt%)																
SiO2	45.099	45.849	48.247	44.238	47.506	45.899	44.045	43.815	51.591	49.916	51.349	51.709	50.924	51.239	51.021	56.047
TiO2	1.941	1.388	0.497	1.896	0.929	1.296	2.164	2.205	0.149	0.090	0.000	0.000	0.000	0.000	0.019	0.038
Al2O3	9.371	9.844	7.883	10.465	9.315	9.145	10.726	10.930	4.368	5.077	3.893	5.784	12.487	3.728	4.323	6.184
CaO	0.286	0.388	0.367	0.385	0.354	0.291	0.305	0.252	0.368	0.182	0.230	0.257	0.148	0.091	0.245	0.151
MnO	0.286	0.388	0.367	0.385	0.354	0.291	0.305	0.252	0.368	0.182	0.230	0.257	0.148	0.091	0.245	0.151
FeO	15.942	16.459	15.168	15.938	16.148	15.429	16.237	15.782	13.548	16.403	14.935	13.478	8.745	14.380	15.287	12.645
MgO	12.108	12.110	13.132	11.190	12.500	13.324	11.632	11.147	14.013	12.009	13.083	13.196	8.346	12.711	13.073	10.310
CaO	11.069	11.281	12.057	11.578	11.245	10.785	11.480	11.550	12.734	13.856	12.819	12.465	8.626	12.067	13.014	9.845
Na2O	1.095	1.093	0.873	1.067	0.981	1.233	1.253	1.069	0.492	0.391	0.368	0.860	0.264	0.369	0.265	2.404
K2O	0.775	0.431	0.146	0.729	0.254	0.443	0.857	0.684	0.118	0.376	0.282	0.112	0.112	0.181	0.363	0.154
H2O+	1.600	1.730	1.950	1.600	1.850	1.760	1.540	1.530	2.040	2.010	2.050	2.070	2.100	2.070	2.050	2.110
Total	100.378	101.623	101.256	100.222	102.148	100.157	101.426	100.021	99.886	100.524	99.259	100.258	98.152	96.827	100.072	100.049
Spèce																
Formula Assignments																
T (ideally 8 apfu)																
Si	6.616	6.624	6.944	6.526	6.792	6.683	6.426	6.468	7.484	7.342	7.552	7.460	7.339	7.676	7.448	7.943
P																
Al	1.384	1.376	1.056	1.474	1.208	1.317	1.574	1.532	0.516	0.658	0.448	0.540	0.661	0.324	0.552	0.057
Ti																
Fe3+																
T subtotal	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000
C (ideally 5 apfu)																
Ti	0.214	0.151	0.054	0.210	0.100	0.142	0.237	0.245	0.016	0.010	0.010	0.010	0.010	0.001	0.002	0.004
Zr																
Al	0.236	0.300	0.281	0.345	0.362	0.252	0.270	0.369	0.231	0.215	0.227	0.444	1.460	0.334	0.192	0.976
Sc																
V																
Cr	0.033	0.033	0.042	0.045	0.040	0.033	0.035	0.029	0.042	0.021	0.027	0.029	0.017	0.011	0.028	0.017
Mn3+																
Fe3+	0.954	0.934	0.616	0.832	0.762	0.955	0.989	0.893	0.105	0.022	0.022	0.022	0.022	0.178	0.178	0.178
Co																
Ni																
Zn																
Mn2+	0.915	0.974	1.190	1.107	1.072	0.745	0.939	1.010	0.056	0.023	0.029	0.031	0.018	0.012	0.030	0.018
Fe2+	2.648	2.608	2.818	2.461	2.664	2.872	2.530	2.453	1.539	2.018	1.814	1.626	1.802	1.689	1.689	1.499
Mg									3.030	2.653	2.868	2.838	1.793	2.839	2.845	2.180
Li																
C subtotal	5.000	5.000	5.001	5.000	5.000	4.999	5.000	4.999	4.999	4.940	4.987	4.968	4.352	4.999	4.964	4.694
B (ideally 2 apfu)																
Mn2+	0.036	0.035	0.045	0.048	0.043	0.036	0.038	0.032	0.009							
Fe2+	0.087	0.081	0.020	0.027	0.097	0.178	0.054	0.045								
Mg																
Li																
Ca	1.730	1.746	1.859	1.830	1.723	1.683	1.795	1.827	1.979	2.000	2.000	1.927	1.332	1.937	2.000	1.495
Sr																
Na	0.147	0.138	0.076	0.095	0.137	0.103	0.114	0.097	0.011	0.073	0.073	0.668	0.668	0.063	0.063	0.305
B subtotal	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.001	2.001	1.999	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000
A (from 0 to 1 apfu)																
Ca																
Li																
Na	0.164	0.168	0.167	0.211	0.135	0.098	0.235	0.209	0.127	0.112	0.105	0.168	1.127	0.013	0.105	0.155
Pb																
K	0.145	0.079	0.027	0.137	0.046	0.180	0.160	0.129	0.022	0.070	0.053	0.034	0.021	0.034	0.049	0.028
A subtotal	0.309	0.247	0.194	0.348	0.181	0.280	0.595	0.338	0.149	0.362	0.178	0.202	1.148	0.048	0.190	0.183
O (non-W)	22.000	22.000	22.000	22.000	22.000	22.000	22.000	22.000	22.000	22.000	22.000	22.000	22.000	22.000	22.000	22.000
W (ideally 2 apfu)																
OH	1.571	1.698	1.892	1.579	1.800	1.716	1.524	1.510	1.967	1.980	2.000	2.000	1.980	1.999	1.996	1.992
F																
Cl																
O	0.429	0.302	0.108	0.421	0.200	0.284	0.476	0.490	0.033	0.020	0.020	0.020	0.020	0.001	0.004	0.008
W subtotal	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000
Sum T,C,B,A	15.309	15.247	15.195	15.348	15.181	15.179	15.396	15.338	15.147	15.302	15.165	15.170	15.500	15.047	15.154	14.877



**RÉPUBLIQUE
FRANÇAISE**

*Liberté
Égalité
Fraternité*



Géosciences pour une Terre durable

brgm

**Centre scientifique et technique
Direction des Géoressources**
3, avenue Claude-Guillemin
BP 36009 – 45060 Orléans Cedex 2 – France –
Tél. : 02 38 64 34 34
www.brgm.fr