



geo-impact
ENVIRONNEMENT & GÉOLOGIE

Cartographie des formations géologiques de la région de Houaïlou

Identification des sites aménagés potentiellement amiantifères



Maître d'ouvrage :

**Direction des Affaires Sanitaires et Sociales
DASS**

**Octobre 2007
R 06-09**

Objectifs

Cadre général de l'étude

Cette mission s'inscrit dans le cadre d'un projet pilote mené par la DASS et la DIMENC/BGNC pour l'amélioration de la connaissance des risques vis à vis de l'amiante pour les populations de la région de Houaïlou.

L'objectif est d'une part la validation d'une méthodologie de travail pour le recensement des zones aménagées sur des terrains potentiellement amiantifères et d'autre part, l'amélioration de la connaissance géologique et minéralogique de ces terrains.

Définition de la mission de Géo.Impact

La mission engagée par Géo.Impact a deux objectifs principaux :

- Le recensement des zones aménagées sur affleurements amiantifères (carrières, talus, plateformes d'habitation).

La prestation inclut le recensement de ces zones, la mise en fiche d'un ensemble d'informations permettant de caractériser le plus finement possible leur contexte géologique et environnemental (localisation géographique, type d'aménagement, contexte géologique) et le prélèvement d'échantillons de roche.

- La cartographie des formations géologiques à une échelle au 1/10 000^{ème} des zones d'habitation et de leur bassin versant amont.

La cartographie a été réalisée par le levé systématique de coupes de terrain au niveau des cours d'eau. Elle est également complétée par des levés ponctuels au niveau des zones présentant des affleurements de surface notable (bord de route, terrassement quelconque, etc.).

Table des matières

1 Localisation géographique.....	4
2 Contexte géologique.....	5
2.1 Méthodologie.....	5
2.2 Généralités.....	5
2.2.1 La nappe de péridotites.....	5
2.2.2 La nappe des basaltes de Poya.....	6
2.2.3 Les formations sédimentaires jurassiques à éocènes.....	7
2.2.4 La formation métamorphique de la Boghen.....	8
2.2.5 Les serpentinites	8
3 Amiante environnemental.....	9
3.1 Le chrysotile	9
3.2 L'antigorite fibreuse.....	11
3.3 Minéral indéterminé – Trémolite ?	13
4 Conclusions préliminaires.....	15
4.1 Avancée du niveau de connaissance.....	15
4.2 Perspectives de réaménagement.....	16
5 Sites aménagés potentiellement amiantifères.....	18
5.1 Zone A : Ouakaya – Néaoua - Kamouï.....	18
5.2 Zone B : Houaïlou village -Paraouyé.....	29
5.3 Zone C : Nédiouen – Neouyo	38
5.4 Zone D : Thu.....	47
5.5 Zone E : Nindiah - Méareu.....	48
5.6 Zone F : Bwêêarée.....	65
5.7 Zone G : Nedivin.....	80
5.8 Zone H: Nessa Kouya – Médaouya.....	95
Annexes :	
Carte géologique au 1/10 000 ^{ème} – Planche A, zone est	
Carte géologique au 1/10 000 ^{ème} – Planche A, zone centre	
Carte géologique au 1/10 000 ^{ème} – Planche A, zone ouest	

1 Localisation géographique

Le périmètre d'étude est localisé sur la commune de Houailou, située sur la cote est de la Province nord.

Neuf zones ont été individualisées dans le périmètre d'étude, elles regroupent une à plusieurs tribus :

- Zone A : Tribus de Ouakaya, Néaoua et Kamouï ;
- Zone B : Houailou village et zone à l'ouest de la tribu de Paraouyé ;
- Zone C : Tribus de Nédiouen et Néouyo ;
- Zone D : Tribu de Thu ;
- Zone E : Tribus de Nindiah et Méareu ;
- Zone F : Tribu de Bwêêarée ;
- Zone G : Tribu de Nédivin ;
- Zone H : Tribus de Nessa Kouya et de Médaouya ;
- Zone I : Tribus de Coula et de Boréaré.

La figure ci-dessous présente l'extension géographique des différentes zones présentées ci-dessus.

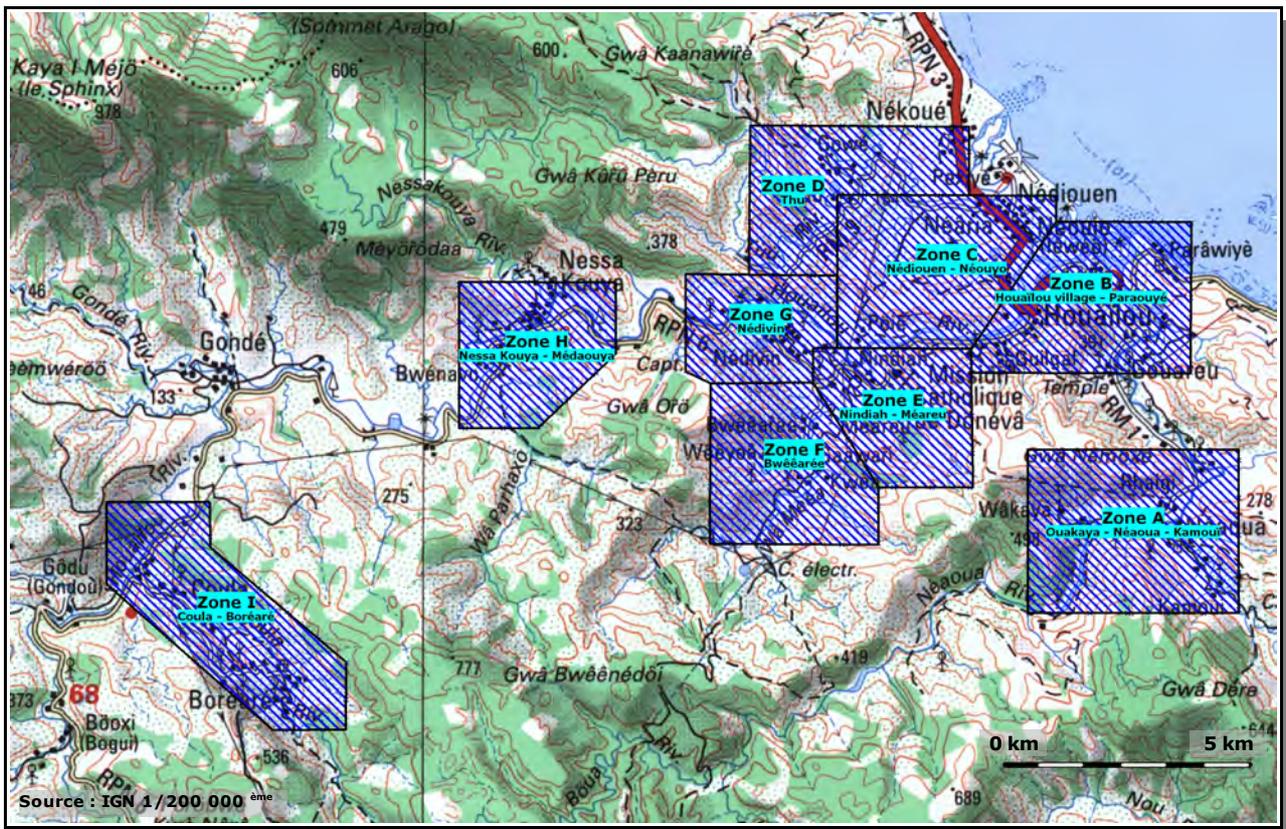


Figure 1 : Localisation des différentes zones d'étude

2 Contexte géologique

2.1 Méthodologie

La cartographie des formations géologiques de la région de Houaïlou a été réalisée durant le premier semestre de l'année 2007.

Elle est basée d'une part sur l'analyse des documents existants, cartes géologiques BRGM au 1/50 000^{ème} et photos aériennes, et d'autre part sur les résultats de prospections complémentaires de terrain.

La couverture végétale des zones étudiées est relativement importante et les campagnes de terrain ont été orientées par :

- une recherche systématique des affleurements au niveau des zones habitées : talus de route, talus de terrassement, bord de route, caniveau, etc. ;
- une prospection orientée en périphérie des zones habitées pour répondre à des problématiques géologiques spécifiques : continuité d'une lentille de serpentinite, compréhension de l'organisation générale, etc.

Les résultats sont synthétisés sur les trois cartes géologiques à l'échelle du 1/10 000^{ème} présentées en annexe.

2.2 Généralités

Les cartes géologiques en annexe présentent l'environnement géologique du périmètre d'étude où plusieurs unités géologiques ont été individualisées :

- La nappe des péridotites ;
- La nappe des basaltes de Poya ;
- Les formations sédimentaires jurassiques à éocènes ;
- La formation métamorphique de la Boghen ;
- Les lentilles de serpentinites associées aux différentes unités sédimentaires et métamorphiques de la zone d'étude.

2.2.1 La nappe de péridotites

Les péridotites constituent les reliefs marqués situés entre le village de Houaïlou au Nord-est et la tribu de Nindhia/Méareu au Sud-ouest. La superficie de la nappe des péridotites est importante et recouvre une partie des zones A, B, C et E.

➤ Semelle de serpentinite

La base de la nappe des péridotites est soulignée par un ensemble géologique dénommé « semelle de serpentinite ». Cette formation géologique correspond à la surface de décollement et de glissement lors de la mise en place de l'obduction à l'Eocène supérieur.

La lithologie de la semelle de serpentinite est marquée par une structure mylonitique caractéristique induisant une cohérence de la roche relativement médiocre. De nombreuses enclaves de péridotites se retrouvent emballées dans la masse. L'antigorite, variété de serpentine, apparaît comme le minéral le plus présent mais de nombreuses néoformations diverses sont également présentes (p.ex. rognons siliceux).

La nature lithologique de la roche associée à son caractère imperméable induit le développement de nombreuses instabilités d'envergures variables dans cette formation.

La semelle de serpentinite est bien affleurante au nord du massif qui borde la tribu de Nédiouen (zone C), en revanche elle reste peu affleurante sur le reste de la zone d'étude où elle est généralement masquée par des formations colluviales ou par des glissements de terrain. A noter que sa signature morphologique caractéristique (relief mou, rupture de pente marquée) souligne sa présence à l'est de la tribu de Méareu (zone E).

➤ Péridotites indifférenciées

Les péridotites indifférenciées constituent la majeure partie du massif ultrabasique du périmètre d'étude.

La roche montre une lithologie dominante de type harzburgite qui est ponctuellement associée à des dunités. Le développement de l'altération s'effectue *per descensum*, dans les systèmes karstiques, elle est principalement contrôlée par la présence de zones de circulation préférentielle des eaux d'infiltration comme les zones de failles, les drains karstiques, etc. Trois « profil-types » peuvent être retenus :

- Sur les plateaux sommitaux, le niveau d'altération est généralement relativement poussé avec un profil d'altération plus ou moins complet : cuirasse ferrugineuse, latérites, saprolites ;
- Au niveau des replats morphologiques en périphérie des plateaux, le profil d'altération est généralement moins pénétratif et il peut apparaître tronqué ou encore recouvert par des terrains remaniés (p.ex. latérites colluvionnées) ;
- Les péridotites situées sur les versants du massif, au niveau des pentes plus ou moins abruptes, sont généralement peu altérées et la roche non altérée est subaffleurante.

Des formations de pentes, issues du colluvionnement ou de déstabilisations plus importantes des versants, recouvrent une partie des zones de piémont du massif.

➤ Péridotites à occurrence amiante

Des péridotites à occurrence amiante ont été distinguées dans l'ensemble péridotitique de la zone d'étude.

Il s'agit d'une unité géologique située entre la semelle de serpentinite et les péridotites indifférenciées présentées ci-dessus. Elle présente une signature morphologique caractéristique marquée par des reliefs beaucoup plus doux que ceux liés aux péridotites indifférenciées et par des altitudes plus limitées.

La lithologie de cette unité semble également se différencier par la présence de nombreuses bèches siliceuses et par une serpentinitisation poussée de la roche avec ponctuellement une structure microbrèche. De plus, on retrouve fréquemment, au niveau des brèches ou des plans tectoniques quelconques, l'antigorite sous une forme macroscopique fibreuse, habitus cristallin non rencontré dans l'ensemble des péridotites indifférenciées. L'altération de cette forme d'antigorite induit la formation d'un produit d'altération blanchâtre composé de fibres indéterminées de petites dimensions (cf. 3. Amiante environnemental).

Le massif de péridotites situé au Sud de la tribu de Nédiouen (Zone C) est principalement composé par cette unité, notamment la zone du plateau central qui semble avoir une continuité au Sud de la rivière *Houailou*, immédiatement à l'est de Nindiah.

La pointe située au sud-ouest de la tribu de Paraouyé (zone B) ainsi que la morphologie de la gendarmerie de Houailou sont également rattachées à cette unité géologique.

2.2.2 La nappe des basaltes de Poya

Les basaltes de Poya, appelés également nappe des basaltes de Poya, montrent une relation structurale forte avec les péridotites car ils correspondent à une unité géologique rebroussée au front de la nappe ophiolitique et pincée entre celle-ci et le substratum sédimentaire para-autochtone.

La lithologie de la roche est marquée par une roche altérée d'aspect relativement homogène

avec le développement d'une patine chocolat caractéristique de cette formation. Des roches grenues à microgrenues de nature variée (granite, gabbro, etc.) se retrouvent fréquemment sous la forme d'enclave d'extension variable (cm à dam) intercalées dans la formation des basaltes.

La nappe des basaltes de Poya recouvre une surface d'extension relativement importante dans la partie ouest de la zone C.

On retrouve également les basaltes à proximité des tribus de Nindiah (Zone E) et de Nédivin (zone G) où leur extension respective apparaît beaucoup plus limitée.

Dans le couloir NW-SE qui s'étend depuis la tribu de Nédivin jusqu'à celle de Méareu, l'organisation structurale est relativement complexe et polyphasée. On retiendra que l'ensemble des roches présentes (basaltes, roches grenues, filons de serpentinite, formations sédimentaires, etc.) est structuré dans un complexe de failles plissées et de plis-failles déversés vers le Sud suivant un axe N110-130.

2.2.3 Les formations sédimentaires jurassiques à éocènes

Trois grands ensembles sédimentaires ont été distingués sur la zone d'étude.

➤ Grès volcanoclastiques du Jurassique

Cette formation occupe la partie nord de la zone d'étude, elle est largement représentée à proximité de la vallée de Thu (zone D). Ponctuellement, elle apparaît également pincée dans le couloir NW-SE Nédivin/Méareu.

La lithologie de type grauwacke montre des variations granulométriques importantes avec des alternance de niveaux fins (argilites sombres) et de niveaux plus grossiers (grès). Le litage initial de la roche est plus ou moins net et peut-être masqué par le développement d'une schistosité conforme à l'organisation structurale de la zone (direction N110 à N130).

➤ Argilites du Crétacé supérieur

Les argilites du crétacé supérieur, appelées également formation des mamelons rouges, sont largement représentées au sud de la rivière *la Houailou* où elles se retrouvent pincées entre la nappe des péridotites à l'Est et l'unité métamorphique de la Boghen à l'Ouest. On les retrouve au niveau des zones A (Ouakaya, Néaoua, Kamouï), E (Nindiah, Méareu) et G (Nédivin).

Plus au Nord, la formation évolue progressivement vers les grauwackes jurassiques avec lesquels elle montre une structuration plissée et/ou faillée.

La lithologie dominante est composée d'argilite sombre à structure schisteuse donnant à la roche un débit fin plus ou moins régulier. De nombreux nodules, caractéristiques de cette formation, se retrouvent sur l'ensemble de la zone. A l'affleurement, la roche est altérée dans des teintes gris-bleuté à beige clair, quelques argiles d'altération blanchâtre ont été observées.

Dans la vallée de Ouakaya et à proximité de Thu, des faciès gréseux fins à débris de fossiles (*Inoceramus*) ont été observés ponctuellement cependant les conditions d'affleurement n'ont pas permis de préciser finement leurs contours. L'ensemble est rattaché à la formation crétacé supérieur.

➤ Formation carbonatée du Paléocène-Eocène

Quelques affleurements ponctuels rattachés au Paléocène-Eocène ont été cartographiés sur la zone d'étude. Ils sont localisés au niveau du couloir pincé NW-SE qui s'étend depuis la tribu de Nédivin (zone G) jusqu'à celle de Méareu (zone E) où ils apparaissent sous la forme de poissons tectoniques isolés et intercalés dans les formations du Crétacé supérieur.

La roche correspond est un calcaire très fortement recristallisé qui forme des falaises sombres bien visibles dans le paysage.

A signaler, un faciès attribué à la période Crétacé supérieur – Paléogène, de type formation à chailles, a été cartographié immédiatement à l'Est du site G-7 à Nédivin. L'extension de l'affleurement n'a pas permis de préciser finement son contour.

2.2.4 La formation métamorphique de la Boghen

L'unité métamorphique de la Boghen correspond à une unité géologique majeure de la chaîne centrale de la Nouvelle Calédonie. Elle constitue les reliefs imposants qui se développent sur la partie ouest et sud du périmètre d'étude et est largement représentée au niveau de la zone A (Ouakaya, Néaoua, Kamouï), F (Bwêêarée), G (Nédivin), H (Nessa Kouya, Médaouya) et I (Coula, Boréaré).

La roche, très fortement indurée, présente une structuration typique des unités métamorphiques (schistosité marquée, micro-plis, kinks, etc.) et est marquée de nombreux inter-lits de quartz plus ou moins épais (mm à plusieurs cm). Généralement sous forme altérée, la roche présente un faciès argileux orangé à rouge parsemé de nombreux petits « galets » de quartz et où la schistosité est généralement encore bien visible.

Localement et à l'état sain, la roche peut présenter une couleur verte qui permet de l'associer au type « Boghen verte ».

A signaler qu'un vaste ensemble géologique, situé au sud de Nindiah et attribué au Trias-Lias sur la carte géologique BRGM au 1/50 000^{ème} de Houaïlou, a été ré-attribué à l'ensemble métamorphique de la Boghen sur les cartes géologiques présentées en annexe.

2.2.5 Les serpentinites

Les serpentinites ont été cartographiées sur l'ensemble du périmètre d'étude. Elles s'organisent généralement sous la forme de lentille d'extension fortement variable depuis quelques dizaines de mètres à plusieurs kilomètres. L'important couvert végétal ainsi que la présence de nombreuses formations de pente ont cependant limité la reconnaissance de ces objets qui peuvent être plus nombreux que ceux représentés sur les cartes géologiques jointes.

Les serpentinites ont été reconnues intercalées dans les différentes unités géologiques de la zone d'étude (nappe des basaltes de Poya, unité de la Boghen, formation sédimentaire du crétacé supérieur) où le contact avec les formations encaissantes est toujours de type tectonique.

Leur présence et l'organisation en lentille (conséquence d'un plissement postérieur à la mise en place) soulignent une structuration polyphasée notamment au niveau du couloir Nédivin-Méareu où les serpentinites sont en association structurale avec l'ensemble des formations de la zone : roches grenues, calcaires, basaltes, formation du crétacé sup.

Du point de vue minéralogique, les serpentinites sont principalement constituées d'antigorite plus ou moins altérée, la roche est sombre à reflet brillant et à cassure lisse. La structure présente un aspect schisteux sigmoïde impliquant localement d'importants changements de direction de la schistosité. Des enclaves d'extension et d'origines variées, souvent constituées de lizardite, sont fréquemment intercalées dans les corps serpentiniteux.

3 Amiante environnemental

La prospection de terrain a permis l'identification de trois sources distinctes d'amiante environnemental¹ sur le périmètre d'étude :

- le chrysotile ;
- l'antigorite fibreuse (détermination à confirmer) ;
- un minéral indéterminé (trémolite ?).

On rappelle que :

- Lorsque de l'amiante environnemental a été identifié à proximité d'une zone aménagée, une fiche descriptive a été établie. L'ensemble des fiches est présenté dans ce rapport, leur localisation est symbolisée sur les cartes géologiques jointes par un rond rouge.
- Lorsque de l'amiante environnemental a été observé sur le terrain mais qu'il n'a pas nécessité de mise en fiche (absence d'aménagement ou d'activité humaine), les points d'observation sont symbolisés sur les cartes géologiques jointes par un figuré carré jaune.
- Des échantillons ont été systématiquement prélevés et transmis à la DIMENC conformément aux cahiers des charges de l'étude. Une partie des résultats des analyses optiques réalisées par la DIMENC est figurée sur les cartes géologiques jointes (présence de fibres symbolisée par un rond jaune).

3.1 Le chrysotile

Le chrysotile a été identifié dans la semelle de serpentinite située au sud de la tribu de Nédiouen (zone C).

Il s'exprime sous forme de petits filons, quelques millimètres au maximum, qui « lardent » les enclaves de péridotites fortement serpentinisées incluses dans la semelle (cf. Figure 2). La faible cohérence de la semelle associée à une altération poussée de l'ensemble de la roche induit une fragmentation des différentes enclaves et le chrysotile peut se retrouver « libre » dans les éboulis de pente.

Ce minéral est extrêmement présent dans l'ensemble des enclaves de la semelle de serpentinite de Nédiouen et n'a pas été observé ailleurs dans des proportions similaires. Quelques filons ont cependant été identifiés dans les péridotites situées immédiatement au-dessus de la semelle, au niveau de la crête qui domine la tribu de Nédiouen, mais ils restent peu prépondérants. De même, au niveau de l'assise de la gendarmerie de Houailou (zone B), quelques filons de chrysotile sont présents mais ils restent de dimensions plus réduites et moins nombreux par rapport à ceux observables à proximité de Nédiouen.

Quelques filons à remplissage siliceux (cf. Figure 3) présentant une morphologie similaire à ceux du chrysotile ont été rencontrés au niveau des gisements identifiés de chrysotile (semelle de serpentinite de Nédiouen, gendarmerie de Houailou). Ils semblent présenter un « fantôme » de fibres dans le verre siliceux et pourraient correspondre à une source secondaire d'émission de fibres. La nature et l'origine de ces filons doivent être déterminées : évolution ultérieure des filons de chrysotile par altération des fibres, néoformation ou cristallisation secondaire siliceuse, etc.

Deux sites aménagés sont concernés par le chrysotile :

- Site C-2 au niveau de la semelle de Nédiouen ;
- Site B-1 au niveau de la gendarmerie de Houailou.

Le site B-2 peut également être concerné bien que le chrysotile n'y ait pas été identifié

¹ On entend par amiante environnemental, tout minéral présentant un débit ou une altération dégageant des fibres de petites dimensions sans préjuger de la dangerosité d'une exposition à ces fibres.

formellement, en revanche de nombreux filons silicifiés, comme détaillés ci-dessus, sont bien présents dans la roche péridotitique (évolution des filons de chrysotile ?).

Accessoirement, le chrysotile a également été identifié dans un contexte géologique différent, au niveau d'une enclave située dans un filon de serpentinite intercalé dans les formations sédimentaires du crétacé sup. (cf. fiche E-8).



Figure 2 : Filon de chrysotile dans une péridotite fortement serpentinisée



Figure 3 : Filon de chrysotile silicifié – détermination à confirmer

3.2 L'antigorite fibreuse

La prospection géologique dans l'unité des péridotites à occurrence amiante a mis en évidence l'existence d'une nouvelle source d'amiante environnemental : L'antigorite fibreuse.

L'antigorite est une forme de serpentine relativement ubiquiste dans les péridotites où elle présente classiquement une structure en lamelle. Dans l'unité des péridotites à occurrence amiante, l'antigorite se retrouve au niveau des accidents tectoniques sous une forme allongée probablement à mettre en relation avec ses conditions de formation (croissance dans le mouvement).

La roche à l'état non-altéré (cf. Figure 4) montre un minéral blanc dur et allongé sous forme de fibres, ou de lamelles très étroites et longues. Le débit est cassant et dégage des bâtonnets plus ou moins grossiers qui peuvent être associés à des fibres pour les plus petits d'entre eux.

Dans un contexte d'altération modérée, les fibres montrent une certaine souplesse, elles sont flexueuses et se désolidarisent les unes des autres en fibres de petites dimensions avec parfois un débit plus ou moins cotonneux.

Dans les termes ultimes de l'altération, l'antigorite évolue vers une forme amorphe assimilable à des terres blanches argileuses où un fantôme de fibres peut-être ponctuellement observé.



Figure 4 : Antigorite fibreuse non altérée



Figure 5 : Antigorites fibreuses moyennement altérées (photo gauche) et fortement altérées (photo droite)

L'extension géographique de cette forme d'antigorite est relativement importante et elle est à mettre en relation avec l'extension des péridotites à occurrence amiante dans laquelle elle a été systématiquement observée :

- Zone B - Houaïlou village et Paraouyé : L'antigorite fibreuse a été rencontrée à l'Est du village de Houaïlou dans les talus de la route qui mène à la tribu de Paraouyé après le pont de la *Néaoua*.

Deux sites aménagés ont été retenus : B-3 et B-4.

- Zone C - Nédiouen et Néouyo : L'antigorite fibreuse est prépondérante sur une majeure partie du plateau qui surplombe la tribu de Nédiouen et le collège de Vani, situé en contre-bas. La prospection d'une partie des pistes qui sillonnent le plateau met clairement en évidence l'omniprésence de ce minéral. Une continuité de cette formation géologique se suit au Sud de la rivière *Houaïlou*, ainsi en bordure de RT3, l'antigorite fibreuse a de nouveau été identifiée dans un talus de route.

Deux sites aménagés ont été retenus : C-1 (collège de Vani) et C-4 (talus de route). On attire l'attention du lecteur sur les nombreux points d'observations (pistes de prospection et anciennes exploitations minières) éloignées de toute activité humaine qui n'ont pas été mis en fiche bien que des affleurements d'amiante y aient été identifiés (cf. carré jaune sur les cartes géologiques jointes).

A noter que des occurrences d'antigorite fibreuse sont également présentes dans un contexte géologique différent associé aux filons de serpentinites. L'antigorite fibreuse y a été observée de nombreuses fois cependant les gisements restent relativement réduits (quelques fibres isolées). Seuls les sites H-6 et H-12 montrent des occurrences significatives.

3.3 Minéral indéterminé – Trémolite ?

La troisième source d'amiante est localisée dans un contexte géologique lié aux filons de serpentine qui sont intercalés dans l'unité de la Boghen dans la partie ouest du périmètre d'étude, et dans les formations sédimentaires dans la partie centrale du périmètre d'étude.

La détermination précise du minéral n'a pu être réalisée sur le terrain et nécessitera des investigations complémentaires en laboratoire, il pourrait s'agir d'une variété de trémolite.

Le minéral est magnésien (touché onctueux), légèrement translucide, de couleur blanc à vert clair, à éclat brillant et à cassure esquilleuse. Le minéral montre une structure interne légèrement sigmoïde (figure de croissance, structure cristalline, clivage ?). Le débit de la roche est irrégulier (cf. figure 5).

A l'état peu altéré, le minéral ne présente pas de caractère asbestiforme cependant dans des contextes d'altération modérée, le débit fibreux apparaît clairement. Dans les termes d'altération les plus poussées et de façon similaire aux observations réalisées sur l'antigorite fibreuse, le minéral évolue vers une formation amorphe de type terres blanches avec un caractère argileux prononcé.



Figure 6 : Trémolite (?) non altérée

Le minéral se développe sous la forme de lentilles sigmoïdes systématiquement situées à proximité des zones de contact entre les serpentinites et les terrains encaissants (unité de la Boghen ou roches sédimentaires indifférenciées). La géométrie et l'orientation des lentilles sigmoïdes vis à vis des contacts tectoniques serpentine/encaissant indiquent qu'elles correspondent à des fentes de tension ouvertes dans un contexte compressif.



Figure 7 : Lentille sigmoïde de terres blanches (trémolite (?)) altérée

Les observations sur l'ensemble de la zone d'étude permettent de souligner les points suivants :

- La trémolite (?) n'a pas été systématiquement observée au niveau des contacts et ne se développe donc pas de façon continue sur l'ensemble des contacts ;
- La trémolite (?) se rencontre aussi bien au niveau du contact tectonique qu'en périphérie proche, dans les unités de serpentinites ou encaissantes ;
- Les lentilles montrent des extensions relativement limitées au niveau des contacts observés. Seuls, ponctuellement, quelques affleurements ont montré des épaisseurs notables de terres blanches, de l'ordre de 10 à 20 cm d'épaisseur (site H-6 et I-1).
- De manière générale, les gisements de Pô utilisés par les habitants des zones étudiées semblent correspondre à des occurrences ponctuelles comme celles précisées ci-dessus.

La trémolite (?) est présente sur l'ensemble des zones étudiées avec une augmentation des fréquences d'observation en direction de l'Ouest, vers la chaîne centrale. La compréhension de l'origine génétique permettra de comprendre cette gradation croissante vers l'Ouest.

A signaler qu'au niveau de la zone I de Coula-Boréaré, quelques habitations présentent encore des enduits en torchis de terres blanches. Ces sites sont localisés sur la carte géologique par un figuré carré rouge. Des échantillons des enduits ont été prélevés.

4 Conclusions préliminaires

4.1 Avancée du niveau de connaissance

- Cette étude pilote a permis de mettre en évidence, sur l'ensemble du périmètre d'étude, trois sources potentielles d'amiante environnemental dont une nouvellement identifiée :
 - le chrysotile ;
 - l'antigorite fibreuse ;
 - la trémolite (?)

- Pour chacune des trois sources d'amiante environnemental, le contexte géologique a été abordé et les conditions favorables à leur développement esquissées.

- De nombreux échantillons ont été prélevés, soit dans un but de recherche de fibres soit dans un but de détermination pétrographique. Leur analyse permettra d'apporter des éléments de réponse aux nombreuses questions qui subsistent : détermination précise des minéraux identifiés, présence de fibres confirmée ou infirmée par analyse microscopique optique vis à vis des premières observations de terrain, rôle de l'altération sur le développement des fibres, caractérisation de la dangerosité des fibres identifiées, etc.

- Les premiers résultats des analyses par microscopie optique réalisées par la DIMENC et présentées sur les cartes géologiques jointes mettent en évidence que les observations de terrain n'ont pas été systématiquement confirmées par l'analyse au microscope. De même, des fibres identifiées au microscope n'avaient pas été détectées sur le terrain. Une bonne compréhension de l'origine des défauts d'observation, sur le terrain comme en laboratoire, permettra des diagnostics plus pertinents lors des études à venir.

- La cartographie géologique du secteur d'étude a également été affinée et des modifications importantes ont été apportées notamment sur les contours des objets géologiques. On retiendra :
 - L'attribution à l'unité de la Boghen des unités « triasiques » cartographiées antérieurement au sud de Méareu ;
 - La distinction de deux unités péridotitiques : occurrence amiante / indifférenciée ;
 - Une meilleure compréhension de l'organisation structurale du couloir Nédivin/Méareu ;
 - La cartographie fine du contour d'une partie des filons de serpentinite.

- La cartographie des filons de serpentinite, qui restent des objets d'extension limitée, n'est certainement pas exhaustive car elle nécessite des conditions d'affleurement optimales non réunies sur le périmètre d'étude : couverture végétale importante, formations colluviales, etc. En revanche, elle a permis de « pister » les faciès d'amiante environnemental et d'apprécier leur répartition sur le pourtour des serpentinites. Les prises d'échantillons, répartis en différents points d'un même objet, permettront également, après analyse optique, d'améliorer la connaissance de ces objets.

4.2 Perspectives de réaménagement

- La réalisation des fiches de sites aménagés a permis d'identifier un certain nombre de sites dont la proximité vis à vis d'une activité humaine quelconque (zone d'habitation, établissement scolaire, bord de route, etc.) peut induire un risque sanitaire. Quatre cas de figure principaux ont été rencontrés :

- Site avec zone de vie / habitation proximale ;
- Ancienne carrière d'emprunt de matériaux ;
- Bord de route ;
- Piste recouverte de serpentinite.

En fonction de la configuration des sites, de l'extension des terrains dénudés, de l'existence ou non de bâtiments ou d'infrastructures, les préconisations de réaménagement pour limiter la dispersion des fibres peuvent induire des envergures de travaux, et donc des coûts, fortement variables.

Dans de nombreux cas de figure des préconisations simples et peu onéreuses peuvent suffire à réduire considérablement le risque, en revanche, certaines configurations peuvent être problématiques à réaménager. On retiendra l'exemple des tribus de Nédivin et de Médaouya où une majeure partie des tribus est située à l'aplomb de serpentinites partiellement dénudées.

- Quelques pistes de réflexion, relatives aux éléments préliminaires à réunir avant le lancement d'un programme de réaménagement, sont présentées ci-dessous :
 - Hiérarchiser les priorités du réaménagement à engager (p.ex. priorité sur les établissements scolaires et les zones de vie) ;
 - Définir les zones où aucun réaménagement ne sera réalisé (absence de population significative ou de risque significatif) et si des actions de substitution doivent être engagées : signalétique, information à la commune, carte de zonation du risque pour guider l'aménagement future des communes, etc ;
 - Identifier les zones qui présentent vraisemblablement des difficultés de réaménagement;
 - Définir un cahier des charges minimal auquel devront se conformer les plans de réaménagement :
 - Quelle est la distance minimale acceptable d'une zone de vie vis à vis d'une zone amiantifère dénudée ?
 - Quelles précautions à prendre lors de la réalisation des travaux : éviter le déblaiement des zones de contacts avec la serpentinite, arrosage des zones de travail, etc ;
 - Quelle est la limite budgétaire allouée pour le réaménagement d'une habitation au-delà de laquelle des solutions de substitution seront engagées?
 - Quelles solutions de substitution pour les zones présentant des difficultés de réaménagement ? : information des populations, signalétique, déplacement des populations, etc.
 - Définir un ensemble de préconisation-types pour réduire le risque sanitaire et leur prix moyen (au m² ou m³) afin d'établir rapidement des budgets prévisionnels de réaménagement ;
 - Définir la nature et l'origine des matériaux nécessaires à la mise en oeuvre des préconisation-types ;
 - Définir pour chaque site identifié des préconisations adaptées.

- A partir de nos investigations de terrain et des différents cas de figure rencontrés, une ébauche des actions de réaménagement possibles est présentée ci-dessous :

Contexte	Objectifs	Actions de réaménagement
Zone de vie et morphologie douce	Confinement des affleurements amiantifères	<ul style="list-style-type: none"> – Apport de matériaux inertes avec stabilisation par enrochement des bordures + revégétalisation – Dalle de béton
Zone de vie et morphologie marquée	Confinement des affleurements amiantifères	<ul style="list-style-type: none"> – Apport de matériaux inertes avec stabilisation par des gabions
Zone de vie et morphologie abrupte	Confinement des affleurements amiantifères	<ul style="list-style-type: none"> – Mur béton ou béton projeté – Déplacement des habitations
Bord de route	Limiter le risque lors de l'entretien et la tonte des bas-coté des chaussées	<ul style="list-style-type: none"> – Apport de matériaux inertes avec stabilisation par des gabions – revégétalisation des talus supérieurs par ensemencement hydraulique
Piste en serpentinite	Limiter le risque lors de la circulation des véhicules	<ul style="list-style-type: none"> – Recouvrir la chaussée avec un matériau de substitution : « schiste » inerte / bitume...
Carrière	Supprimer l'emprunt de matériaux	<ul style="list-style-type: none"> – Condamner l'accès au site et mise en place d'une signalétique – Revégétalisation du site – Stabilisation des stocks en place par un apport de matériaux inertes + revégétalisation
Suivi des sites après travaux	Apprécier l'efficacité des réaménagements	<ul style="list-style-type: none"> – Analyse périodique de la qualité de l'air dans des conditions variées

Suite aux analyses réalisées par le BRGM et le SGNC, il est possible de proposer une hiérarchisation des sites ainsi que de présenter une réhabilitation par site.

➤ **Hiérarchisation des sites**

Pour chaque site, un niveau de risque qualitatif est défini afin de hiérarchiser les sites entre eux et de définir les priorités de réhabilitation. La hiérarchisation tient compte des éléments suivants :

- de la source potentielle : taille et nature de l'affleurement.
- de la cible : contexte et situation du site vis à vis des populations.

Il s'agit d'une première approche de cette problématique car la définition précise de la nature de l'exposition requière de nombreux éléments complémentaires : la validation analytique des phases amiantifères suspectées, l'analyse de détails des conditions de vie et des habitudes des populations, la réalisation de campagnes de mesure quantitative du taux de fibres dans l'air dans différents contextes (bord de route, proximité d'habitation, etc.).

La hiérarchisation des sites proposée distingue les niveaux de risque suivants :

- Elevé : traduit l'existence d'une source potentielle importante de fibres à proximité d'une zone de vie fréquentée (par ex. habitation).
- Modéré : traduit l'existence d'une source potentielle modérée de fibres à proximité d'une zone de vie fréquentée. Les bordures de routes sont également considérées avec un niveau de risque modéré (pas de présence humaine en permanence).
- Faible : traduit l'existence d'une source potentielle faible de fibres et/ou l'absence de zone de vie fréquentée à proximité.

➤ **Préconisations de réhabilitation**

Des préconisations de réhabilitation sommaires sont proposées pour chacun des sites mis en fiche. Elles correspondent à des méthodes simples et peu coûteuses permettant de réduire le risque d'exposition aux fibres environnementales.

Il s'agit d'une première approche au stade faisabilité ayant pour but d'estimer les coûts de ces opérations. Des compléments détaillés de prescriptions devront être engagés avant leur mise en œuvre.

Les différentes configurations rencontrées sur le terrain présentent de nombreuses similitudes (par exemple: talus de plateforme d'habitation) et les « préconisations-types » suivantes sont retenues :

- Masque en matériau inerte sur plateforme/piste : Il s'agit de mettre en place sur les surfaces horizontales le nécessitant un matériau dépourvu de phase asbestiforme (sable de rivière, terre végétale, etc.). Pour l'estimation des volumes, une épaisseur de $0,25\text{m}^3/\text{m}^2$ a été retenue.
- Masque en matériau inerte sur talus <1,5m : Il s'agit de mettre en place sur les surfaces pentées le nécessitant un matériau dépourvu de phase asbestiforme (sable de rivière, terre végétale, etc.). Pour l'estimation des volumes, une pente de $3_h 2_v$ a été retenue pour une hauteur de 1,5m, soit $1,7\text{m}^3/\text{ml}$ de surface à masquer.
- Masque en matériau inerte sur talus >1,5m : Pour les talus de hauteur supérieure à 1,5m, le masque en matériau couvre les surfaces jusqu'à une hauteur de 2,5m. Il est conforté par la pose d'un gabion en pied de talus. Pour l'estimation des volumes, on retiendra par ml : 1m^3 de gabion et 3m^3 de matériau inerte.
- Merlon pour colluvions : Lorsqu'un talus présente un colluvionnement important, il convient de confiner au maximum les produits glissés derrière un merlon afin de limiter l'exposition et la remobilisation de ces produits (bordure de piste notamment). Il s'agit

d'une préconisation complémentaire aux masques en matériau inerte présentés cidessus et relative au mode de mise en œuvre des matériaux (création d'une petite zone de réception des colluvions – pas d'apport de matériau supplémentaire).

– Végétalisation : Elle est préconisée pour la stabilisation des masques en matériau inerte présentés précédemment. Elle peut également être préconisée pour densifier un couvert végétal déjà existant.

– Information et sensibilisation des populations : Un confinement total des fibres environnementales apparaît illusoire au vu des différentes configurations de terrain rencontrées. Il est donc important d'informer et d'obtenir l'adhésion des populations riveraines concernées pour un succès des opérations de réhabilitation.

Quelques préconisations complémentaires sont également conseillées ponctuellement pour répondre à des contraintes spécifiques.

➤ **Approche des coûts**

Une approche des coûts pour la réhabilitation des sites amiantifères identifiés est présentée dans ce rapport cependant les coûts estimés sont à prendre avec prudence. En effet, ils correspondent à une première estimation du budget des opérations de réhabilitation et ils ont pour unique objectif d'apporter des éléments de réflexion sur la nature des opérations de réhabilitation à engager.

Les coûts des opérations de réhabilitation peuvent être très variables et dépendent :

- De l'envergure des opérations de réhabilitation engagées : réhabilitation ponctuelle d'un seul site ou réhabilitation d'envergure.
- Du type de marché engagé : marché à commande / prix forfaitaire.
- De l'origine des matériaux inertes utilisés : fourniture et approvisionnement par un carrier ou ouverture d'une carrière dédiée à l'opération.
- De la distance entre les zones d'approvisionnement en matériaux par rapport aux chantiers.
- De la définition des préconisations de détail et des choix des techniques utilisées : par exemple, confinement d'une route par une couche de forme en bitume ou en matériau quelconque.

La définition de nombreux paramètres doit donc être arrêtée avant de pouvoir estimer un budget global fiable des opérations de réhabilitation.

Les prix forfaitaires suivants ont été retenus pour l'approche des coûts de réhabilitation présentés dans ce rapport :

- Végétalisation : 2 000 F/m²
- Masque en matériau inerte : 6 000 F/m³
- Enrochement - gabions : 40 000 F/m³

5 Sites aménagés potentiellement amiantifères

5.1 Zone A : Ouakaya – Néaoua - Kamouï

5 sites aménagés ont été retenus :

- 4 sites correspondent à un aménagement sur/à proximité des serpentinites,
- 1 site correspond à une carrière de matériaux ouverte dans les péridotites immédiatement au nord de la zone A (site A-5).

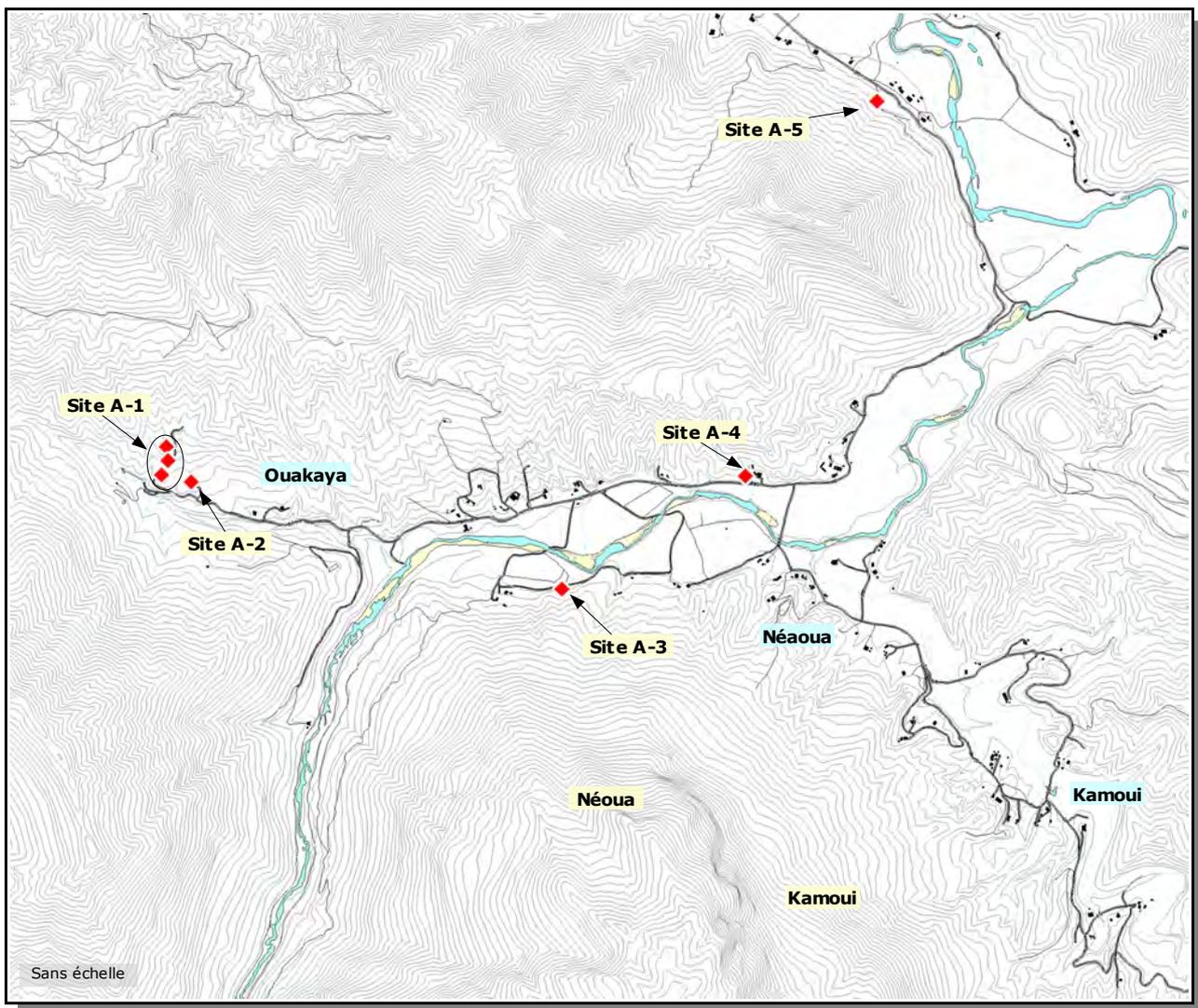


Figure 8 : Localisation des sites aménagés de la zone A

5.1.1 Site A-1

➤ Localisation

Tribu : Ouakaya **Coordonnées** (Lambert RGNC) X: 361 155 Y: 319 670

Accès : Emprunter le chemin qui mène au fond de la vallée de Ouakaya puis, prendre une piste qui monte en rive gauche. 3 Plateformes se succèdent en bordure de chemin.

➤ Aperçu



Figure 9 : Aperçu du site A-1

➤ Description

Extension :

- Plateforme 1 : 50m X 15m
- Plateforme 2 : 15m X 10m
- Plateforme 3 : 40m X 15m

Type d'aménagement : 3 plateformes de terrassement réalisées en déblai/remblai.

Couvert végétal : 15 à 30%

Observations :

- Les plateformes ont été terrassées à partir de matériaux de type serpentinite. Le matériaux est fin et recouvre l'ensemble des 3 plateformes, il est susceptible d'être mobilisé par le vent ;
- Un réservoir AEP est situé à proximité de la plateforme 2 ;
- Une ébauche d'habitation a été réalisée sur la plateforme 3.

➤ **Données géologiques**

Unité : Corps de serpentinite intercalé dans l'unité de la Boghen et présentant une largeur d'environ 150m.

La roche, principalement composée d'antigorite, est de couleur sombre et fortement friable avec un débit fin. Les enclaves sont peu nombreuses.

Altération : La roche est peu à moyennement altérée.

Contexte structurale : La schistosité de la roche est orientée N55 45NW et semble relativement homogène sur l'ensemble des affleurements étudiés.

➤ **Echantillons prélevés** :

- **TD 201a** : Déblais de serpentinite prélevés sur la plateforme, quelques fibres ont été observées à l'oeil.
- **TD 201b** : Serpentinite prélevée sur le talus

➤ **Analyses :**

	Echantillons	
	TD 201a	TD 201b
MOLP	√	√
MOCP		
MEB/EDS		√
META		
DRX		

TD 201a :

- MOLP (analyse BRGM): Débris de roche serpentinisée à niveaux fibreux visibles dans la masse. Nature des fibres : Serpentine fibreuse abondante.
- MOLP (analyse SGNC) : 100% de fragments de toutes tailles, verts translucides, 10-50µm. Quelques esquilles allongées.

TD 201b :

- MOLP (analyse BRGM): Débris de roche orientée serpentinisée blanc laiteux à nombreuses taches brun-noir. Quelques fibres minérales disséminées dans les débris. Nature des fibres : Serpentine fibreuse de type antigorite présente.
- MOLP (analyse SGNC) : Minéraux en lattes >100µm qui se délitent en petites lattes 30*5µm, translucides vertes, et grains 30-40µm.
- MEB/EDS (analyse BRGM) : Serpentine : Si = Mg ε Fe.

➤ **Conclusions des analyses :**

Présence d'antigorite fibreuse dans les serpentinites prélevées.

➤ **Risque sanitaire :**

Risque sanitaire : faible

Le risque sanitaire est faible du fait de l'absence, pour le moment, de zone de vie. Les plateformes ont été terrassées à partir de matériaux de type serpentinite (avec présence de fibres confirmées) le risque est donc notable si une habitation est implantée (plateforme 3).

➤ **Préconisations de réhabilitation :**

Les actions de réhabilitation suivantes peuvent être entreprises :

- La mise en place d'un masque en terre ou matériau inerte (sable de rivière) sur les plateformes.
- L'information et la sensibilisation des futurs habitants.

Masque en terre ou recouvrement par matériaux inertes : 1500 m²
Estimation des coûts (F CFP) : 9 000 000.

5.1.2 Site A-2

➤ **Localisation**

Tribu : Ouakaya **Coordonnées** (Lambert RGNC) X: 361 233 Y: 319 610

Accès : Emprunter le chemin qui mène au fond de la vallée de Ouakaya, le site est localisé en bordure droite (en se dirigeant vers l'Ouest).

➤ **Aperçu**



Figure 10 : Aperçu du site A-2

➤ **Description**

Extension : 20m X 10m

Type d'aménagement : Plateforme de terrassement réalisée en déblai/remblai.

Couvert végétal : 80%

Observations :

- Le talus est largement végétalisé et les serpentinites sont peu affleurantes.

➤ **Données géologiques**

Unité : Corps de serpentinite, identique à celui du site A-1, intercalé dans l'unité de la Boghen.

Immédiatement à l'entrée de la plateforme le contact avec l'unité de la Boghen est visible. Aucune terre blanche ou assimilée n'a été observée.

Altération : La roche est moyennement à fortement altérée et elle est fortement friable avec un débit fin.

Contexte structurale : La schistosité mesurée est orientée N100 50NE mais ne semble pas représentative de l'orientation de la lentille (variation locale de la schistosité).

➤ **Echantillons prélevés** :

- **TD 203** : Serpentinite prélevée sur le talus

➤ **Analyses:**

	Echantillon
	TD 203
MOLP	√
MOCP	
MEB/EDS	√
META	
DRX	

TD 203 :

- MOLP (analyse BRGM): Débris de roche verte serpentinisée à texture fibreuse localement visible. Nature des fibres : Serpentine fibreuse ou lamellaire type antigorite présente (vérifier possibilité de traces de chrysotile par META).
- MOLP (analyse SGNC) : 100% de fragments de toutes tailles, verts translucides, 10-50µm. Quelques esquilles allongées.
- MEB/EDS : Serpentine.

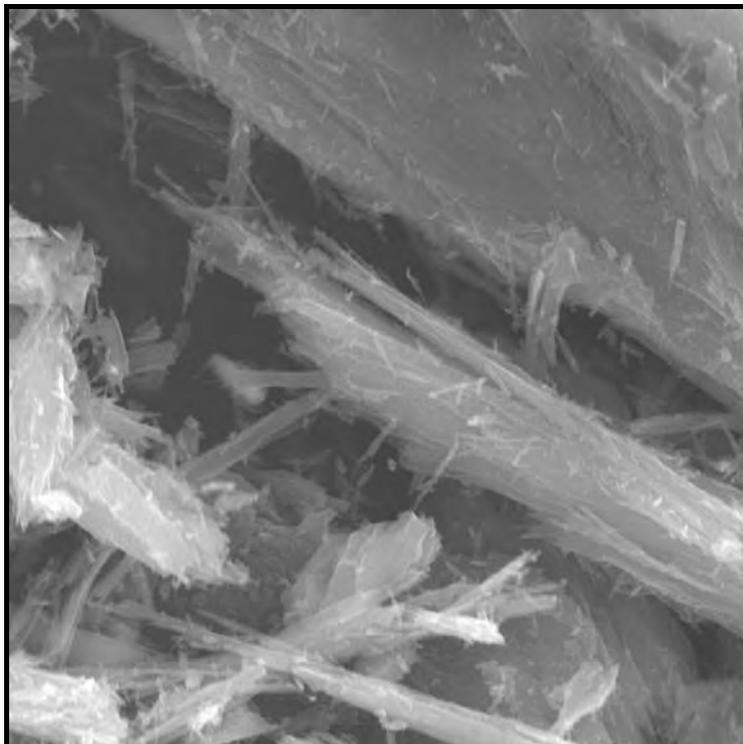


Image MEB en électrons secondaires : morphologie plutôt lamellaire de ces fibres de serpentine.

➤ **Conclusions des analyses:**

Présence d'antigorite fibreuse dans la serpentinite prélevée. Possibilité de la présence de chrysotile (non vérifié).

➤ **Risque sanitaire :**

*Risque sanitaire : **modéré***

La confirmation de la présence de fibres amiantifères et la proximité d'une habitation, nous indiquent qu'un risque sanitaire est présent. Du fait d'un couvert végétal important du talus, le risque de dispersion est modéré.

➤ **Préconisations de réhabilitation :**

La mise en place d'une couverture végétale dense sur les parties non végétalisées du talus ainsi que l'information et la sensibilisation des futurs habitants doivent être envisagées.

Végétalisation : 40 m²

Estimation des coûts (F CFP) : 80 000.

5.1.3 Site A-3

➤ Localisation

Tribu : Ouakaya / Néaoua

Coordonnées (Lambert RGNC) X: 362 481 Y: 319 247

Accès : Avant l'entrée de la vallée de Ouakaya, prendre la piste qui se dirige vers la Néaoua, traverser à gué la rivière, continuer la piste jusqu'à la première habitation. Le site est situé sur l'ancienne route, 200m à l'Est.

➤ Aperçu



Figure 11 : Aperçu du site A-3

➤ Description

Extension : 50m X 15m – Talus de 3m de haut.

Type d'aménagement : Plateforme de terrassement réalisée récemment en déblai/remblai, le talus amont est bien verticalisé. Une habitation est présente sur la plateforme.

Couvert végétal : 10%

Observations :

- Une famille occupe l'habitation, la zone de vie est située à 2m du talus.

➤ **Données géologiques**

Unité : Le talus traverse l'unité crétacé supérieur et une mince lentille de serpentinite intercalée dans l'unité sédimentaire.

Le crétacé supérieur présente un faciès gréseux à éléments blanchâtres infra-millimétriques à millimétriques. Un niveau beaucoup plus fin d'environ 10-20cm d'épaisseur est bien visible sur l'affleurement. Les traces d'oxydation et les nodules sont bien représentés.

La serpentinite se retrouve sur environ 5m. Elle est constituée d'antigorite et ne présente pas de particularité remarquable. Le contact avec l'encaissant est peu visible.

Altération : La roche est moyennement altérée

Contexte structurale : La schistosité mesurée au niveau de la formation sédimentaire oscille entre N50 40SE à N75 25SE.

➤ **Echantillons prélevés** :

- **TD 211** : Serpentinite prélevée sur le talus

➤ **Analyses :**

	Echantillon
	TD 211
MOLP	√
MOCP	
MEB/EDS	√
META	
DRX	

TD 211 :

- MOLP (analyse BRGM): Débris de roche verte serpentinisée, localement fibreuse dans la masse, et débris blanc laiteux à phyllites probables. Nature des fibres : Serpentine plus ou moins fibreuse présente. Chrysotile possible en traces.
- MOLP (analyse SGNC) : Squelettes de minéraux translucides verts qui se débitent en fragments de toutes tailles, parfois allongés. Fond de petites virgules 5-10µm. Aucune aiguille.
- MEB/EDS (analyse BRGM) : Serpentine lamellaire.

➤ **Conclusions des analyses:**

Serpentine plutôt lamellaire que fibreuse.

➤ **Risque sanitaire :**

Risque sanitaire : faible

Le risque sanitaire est faible de part la faible extension de la lentille de serpentinites mais aussi de part la nature de la serpentine plutôt lamellaire que fibreuse.

➤ **Préconisations de réhabilitation :**

Les actions de réhabilitation suivantes peuvent être entreprises :

- La mise en place d'un masque en terre ou matériau inerte (sable de rivière) sur la lentille de serpentinites.
- L'information et la sensibilisation des futurs habitants.

Masque en terre ou recouvrement par matériaux inertes : 10 m²

Estimation des coûts (F CFP) : 60 000.

5.1.4 Site A-4

➤ **Localisation**

Tribu : Ouakaya / Néaoua

Coordonnées (Lambert RGNC) X: 363 103 Y: 319 628

Accès : Le site est situé sur la piste qui mène à la vallée de Ouakaya, 100m sur la droite après l'intersection Néaoua/Ouakaya.

➤ **Aperçu**



Figure 12 : Aperçu du site A-4

➤ **Description**

Extension :

- Plateforme 1 : 50m X 30m
- Plateforme 2 : 50m X 15m

Type d'aménagement : La plateforme 1 ne semble pas avoir subi de terrassement important en revanche la plateforme 2 a été partiellement réalisée en déblai/remblai.

Couvert végétal : 70% sur la plateforme 1, 10% sur la plateforme 2.

Observations :

- Les déblais de serpentinite sur la plateforme 2 ne sont pas stabilisés et facilement

mobilisables par le vent ou la circulation de voiture.

- Une habitation est posée sur ces déblais.
- Le contact entre la serpentinite et la formation sédimentaire encaissante est situé à 1m de l'habitation, au niveau de la rampe d'accès.

➤ **Données géologiques**

Unité : Les deux plateformes sont situées à l'aplomb d'une lentille de serpentinite intercalée dans la formation sédimentaire du Crétacé supérieur.

La zone de contact sud est située immédiatement au sud des deux plateformes. La zone de contact nord n'est pas visible, elle est masquée par la végétation sur le flanc nord du site.

La serpentinite présente un faciès relativement homogène composé d'antigorite. La roche, de couleur noire et à reflet brillant, se fragmente en petits éléments millimétriques. Quelques enclaves de lizardite de 20-30cm ont été observées dans la masse.

A signaler, une enclave pluri-décamétrique de type diorite/gabbro est observable en place dans le creek au Nord.

Le Crétacé supérieur est représenté par des argilites sombres avec des nodules caractéristiques. Le débit en frite de la roche est irrégulier.

La zone de contact ne présente pas de faciès de terres blanches.

Altération : La roche est peu à moyennement altérée.

Contexte structurale : Dans le creek situé au nord, la schistosité des formations crétacé est orientée N60 30NE.

➤ **Echantillons prélevés** :

- **TD 220** : Serpentinites prélevées à proximité de la zone de contact sud.

➤ **Analyses :**

	Echantillon
	TD 220
MOLP	√
MOCP	
MEB/EDS	√
META	
DRX	

TD 220 :

- MOLP (analyse BRGM): Débris de roche grenue plus ou moins altérée, serpentinisée, traces de phyllites mais pas de fibres apparentes. Nature des fibres : Pas de fibres. Pas d'amiante visible.
- MOLP (analyse SGNC) : Fragments de minéraux bruns à verts >10µm, qui se délitent en grains 1-20µm, aucune aiguille.
- MEB/EDS (analyse BRGM) : Si >>>Mg, Fe > O, Al : pas de fibres.

➤ **Conclusions des analyses:**

Pas de fibres.

➤ **Risque sanitaire :**

*Risque sanitaire : **modéré***

Le risque sanitaire est modéré du fait de l'absence de fibres dans les échantillons prélevés ainsi qu'à l'affleurement. Le risque associé aux serpentinites n'étant jamais nul, une réhabilitation peut-être envisagée. Les déblais sont de plus facilement mobilisables et une habitation est posée sur ces déblais.

➤ **Préconisations de réhabilitation :**

Les actions de réhabilitation suivantes peuvent être entreprises :

- La mise en place d'un masque en terre ou matériau inerte (sable de rivière) sur les plateformes.
- L'information et la sensibilisation des futurs habitants.

Masque en terre ou recouvrement par matériaux inertes : 750 m² (risque surtout lié à la plateforme 2)

Estimation des coûts (F CFP) : 4 500 000.

5.1.5 Site A-5

➤ **Localisation**

Tribu : Gouareu / Néaoua **Coordonnées** (Lambert RGNC) X: 363 550 Y: 320 910

Accès : Depuis le village de Houaïlou prendre la direction de la tribu de Gouareu. Le site est situé après la tribu, environ 800m avant l'entrée de la zone Ouakaya–Néaoua, sur la droite (ouest). Une petite rampe d'accès de 30m permet l'accès au site.

➤ **Aperçu**



Figure 13 : Aperçu du site A-5

➤ **Description**

Extension :

- Plateforme basale : 50m X 30m ;
- 3 à 4 gradins très irréguliers se développent le long de la pente ;
- Le dénivelé total est compris entre 15 et 20m.

Type d'aménagement : Carrière d'emprunt de matériaux probablement exploitée au boteur.

Couvert végétal : Absent.

Observations : Rien à signaler

➤ **Données géologiques**

Unité : La carrière est ouverte dans les péridotites.

La roche est de type harzburgite fortement serpentinisée avec de très nombreux filons néoformés de magnésite (giobertite) qui traversent l'ensemble de la carrière.

Aucune terre blanche n'a été observée, le chrysotile est également absent.

Altération : La roche est peu à moyennement altérée.

Contexte structurale : La roche présente un aspect bréchique très marquée probablement lié à un contexte tectonique local particulier. En effet, une brèche de faille siliceuse massive, 10-15cm d'épaisseur, traverse l'ensemble de la carrière.

➤ **Echantillons prélevés** :

- **TD 231** : Magnésite.

➤ **Analyses :**

	Echantillon
	TD 231
MOLP	√
MOCP	
MEB/EDS	
META	
DRX	

TD 231 :

- MOLP (analyse SGNC) : 99% de fragments esquilleux, allongés, verts translucides. Beaucoup de petits grains en virgules 10µm.

➤ **Conclusions des analyses:**

Pas de fibres.

➤ **Risque sanitaire :**

Risque sanitaire : faible

La carrière est dans les péridotites et non dans les serpentines, il n'y a pas non plu de terre blanche ou de chrysotile. Le risque sanitaire est donc très faible.

5.2 Zone B : Houailou village -Paraouyé

4 sites aménagés ont été retenus sur la zone B. Les quatre sites correspondent à des aménagements sur des péridotites :

- 2 sites ont été identifiés au centre du village de Houailou (sites B-1 et B-2) ;
- 2 sites ont été retenus le long de la route qui mène à Poro via la tribu de Paraouyé (sites B-3 et B-4).

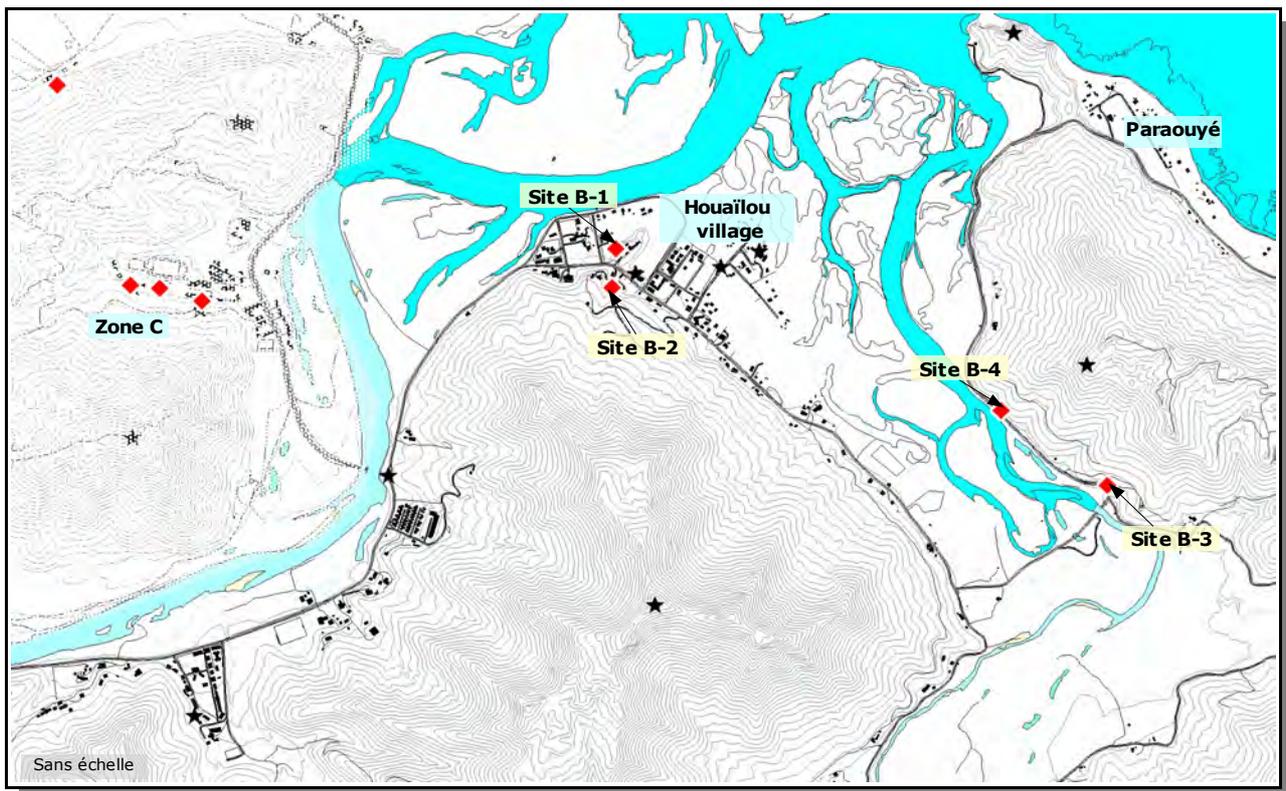


Figure 14 : Localisation des sites aménagés de la zone B

5.2.1 Site B-1

➤ Localisation

Tribu : Houailou village

Coordonnées (Lambert RGNC) X: 361 365 Y: 324 611

Accès : Le site est situé immédiatement au nord de la route principale du village, entre les ateliers municipaux et la gendarmerie, en bordure de la piste d'accès à l'hélicoptère de la gendarmerie.

➤ Aperçu



Figure 15 : Aperçu du site B-1

➤ Description

Extension :

- Hauteur : 8 à 10m
- Longueur : 70 à 100m

Type d'aménagement : Une majeure partie du site n'est pas un aménagement proprement dit mais correspond à un talus naturel relativement verticalisé, en revanche, l'hélicoptère de la gendarmerie présente une plateforme terrassée de dimension réduite (20 à 30m de diamètre).

Couvert végétal : 80% sur le talus naturel comme sur l'hélicoptère.

Observations :

- Bien qu'une partie de l'hélisurface soit recouverte par la végétation, les posés et décollages des hélicoptères représentent un facteur de dispersion des poussières non négligeable.

➤ **Données géologiques**

Unité : Nappe des péridotites. Les péridotites (harzburgites) présentent une lithologie microbréchique à clastes cimentés par des joints serpentineux. Des veinules de chrysotile ont été observées, mais elles ne sont pas prépondérantes sur l'affleurement.

L'ensemble se distingue des péridotites indifférenciées qui forment les reliefs marqués au sud du village de Houaïlou et est à rapprocher des « péridotites à occurrence d'amiante » observées à l'Est du village de Houaïlou (B-3 et B-4) et au sud de Nédiouen (C-1 à C-4). La lithologie particulière de l'affleurement pourrait être liée à des jeux tectoniques locaux importants.

Altération : La roche est peu à moyennement altérée.

Contexte structurale : Ensemble massif à microstructure bréchique.

➤ **Echantillons prélevés** :

- **TD 170** : Filonnets de chrysotile

➤ **Analyses :**

Pas d'analyses.

➤ **Risque sanitaire :**

Risque sanitaire : faible

Le risque sanitaire est faible du fait de l'absence de zone de vie mais le facteur de dispersion des poussières est non négligeable.

➤ **Préconisations de réhabilitation :**

Une végétalisation du talus suffirait à diminuer le risque de dispersion.

Végétalisation : 1000 m²

Estimation des coûts (F CFP) : 2 000 000.

Pour diminuer les coûts, un recouvrement des zones ponctuelles amiantifères peut être envisagé.

5.2.2 Site B-2

➤ Localisation

Tribu : Houailou village

Coordonnées (*Lambert RGNC*) X: 361 352 Y: 324 472

Accès : Le site est situé au sud de la route principale du village, dans les jardins situés derrière le bâtiment de l'agence de l'OPT.

➤ Aperçu

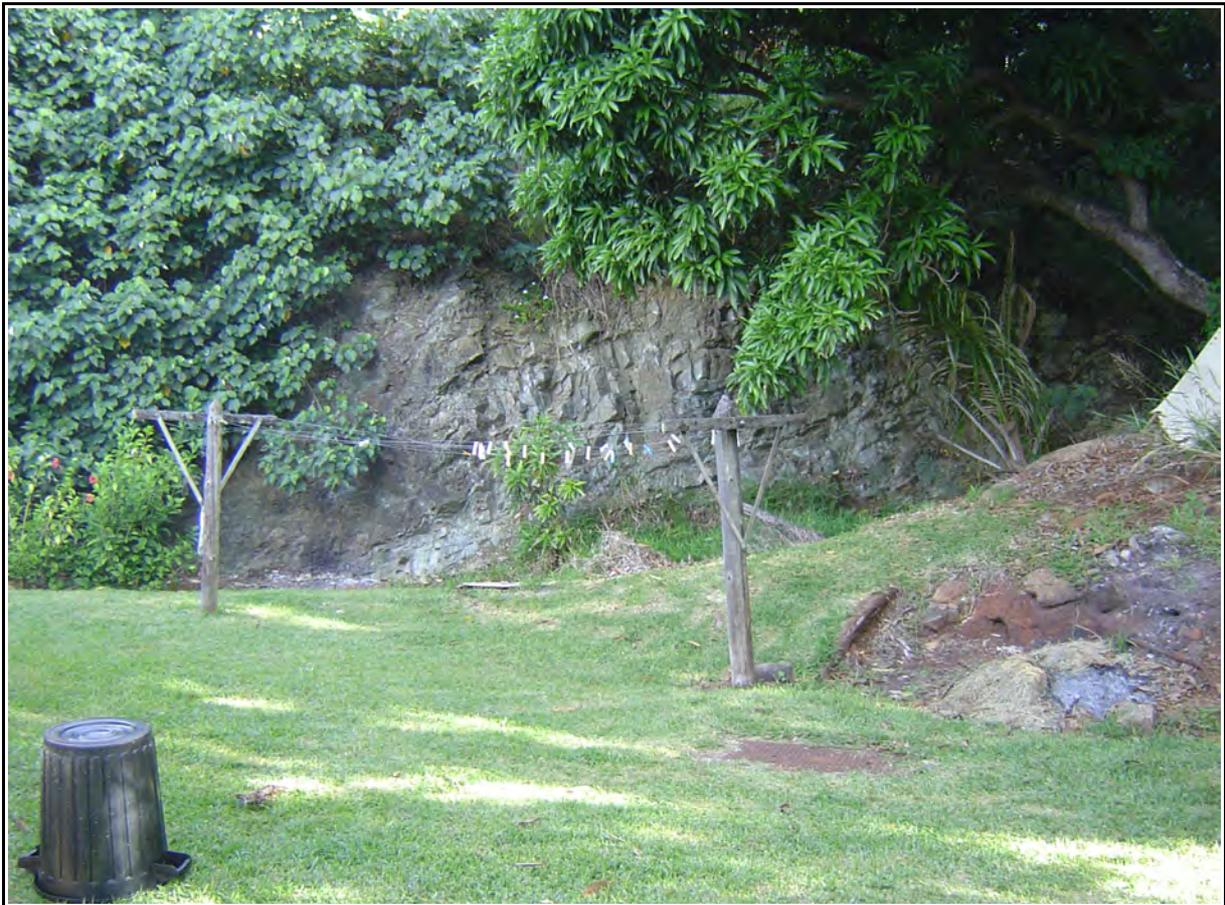


Figure 16 : Aperçu du site B-2

➤ Description

Extension :

- Hauteur : 3 à 80m
- Longueur : 50m

Type d'aménagement : Comme pour le site B-1, Une majeure partie du site n'est pas un aménagement mais correspond à un talus naturel relativement verticalisé situé à environ 20m du bâtiment de l'OPT.

Couvert végétal : 40% sur le talus naturel comme sur l'hélisurface.

Observations : Rien à signaler.

➤ **Données géologiques**

Unité : Nappe des péridotites. La roche est massive et présente de nombreuses diaclases soulignées par des joints serpentineux.

Bien que la roche présente des similitudes avec l'ensemble situé sous la gendarmerie (cf. site B-1), aucune veinule saine de chrysotile n'a été observée en revanche des veinules blanchâtres opaques pourraient correspondre à du chrysotile altéré.

Altération : La roche est peu altérée.

Contexte structurale : La fracturation est bien marquée bien que la roche reste massive (absence de mylonite), et suit une direction N50 55SE.

➤ **Echantillons prélevés** :

- **TD 173** : Filonnets de chrysotile altéré (a confirmer)

➤ **Analyses :**

Pas d'analyses.

➤ **Risque sanitaire :**

Risque sanitaire : faible

Le risque sanitaire est faible du fait de l'absence de proximité de zone de vie.

➤ **Préconisations de réhabilitation :**

Le talus étant vertical, une réhabilitation par végétalisation demande la pose d'un gabion en pied de talus. Les coûts seraient supérieurs à une vingtaine de millions de F CFP. Une signalétique serait suffisante puisque le risque est faible.

5.2.3 Site B-3

➤ Localisation

Tribu : Houailou village – Paraouyé **Coordonnées** (Lambert RGNC) X: 363 072 Y: 323 770

Accès : Le site est situé en bordure de la route principale qui mène à Poro, immédiatement après le pont de la *Néaoua*, en sortant du village de Houailou.

➤ Aperçu

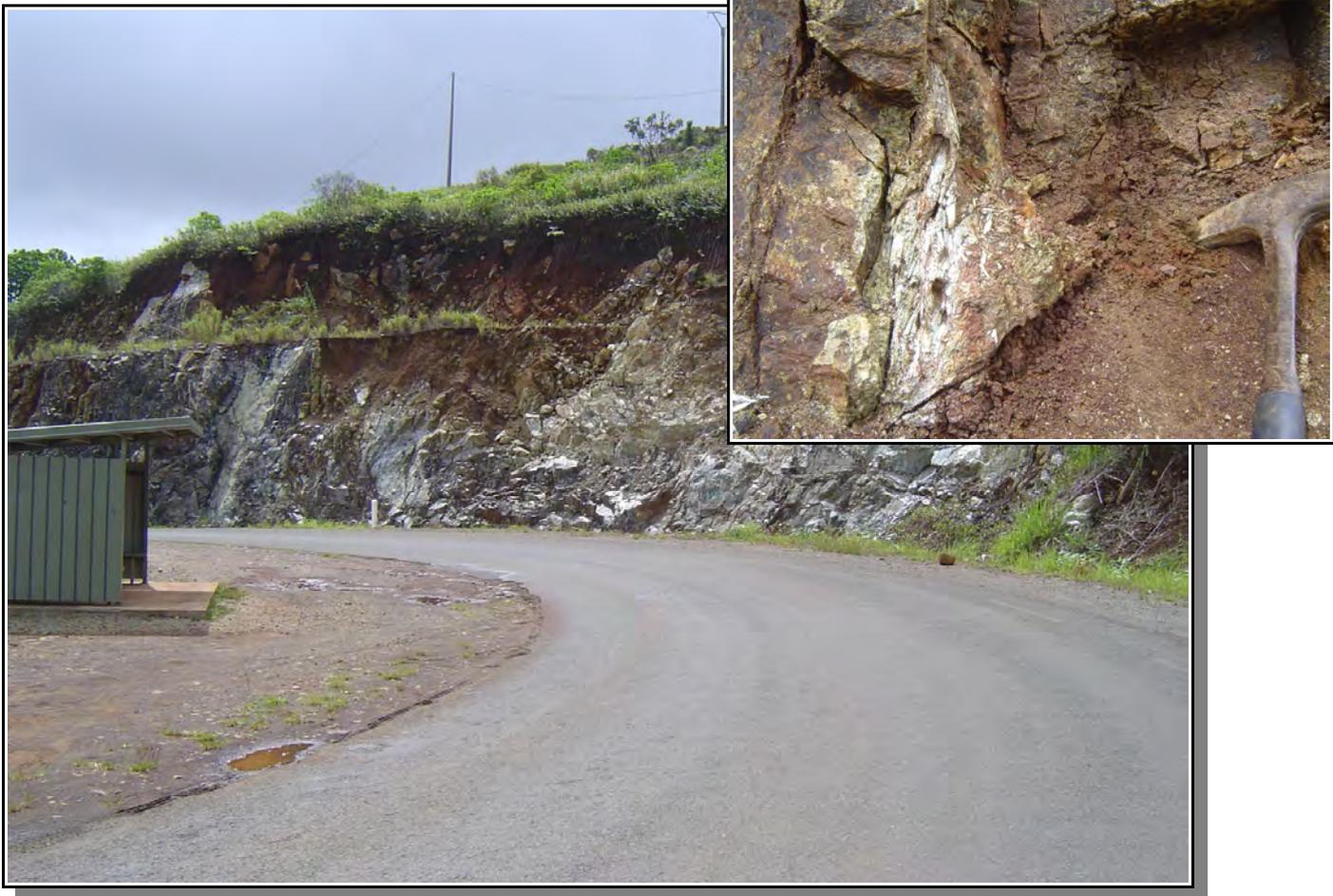


Figure 17 : Aperçu du site B-3

➤ Description

Extension :

- Hauteur : 4 à 8m
- Longueur : 100m

Type d'aménagement : Talus de route.

Couvert végétal :5%

Observations : Un abri-bus est situé juste en face de l'affleurement, de l'autre coté de la voirie.

➤ **Données géologiques**

Unité : Nappe des péridotites avec harzburgites et dunités fortement serpentinisées.

L'ensemble se distingue des péridotites indifférenciées qui forment les reliefs marqués au sud du village de Houaïlou et est à rapprocher des « péridotites à occurrence d'amiante » observées au village de Houaïlou (B-1 et B-2) et au sud de Nédiouen (C-1 à C-4).

De l'antigorite « fibreuse » blanche est présente au niveau des différentes fractures de la roche. Dans les horizons altérés, l'antigorite se dégrade et développe un débit en petites fibres flexueuses qui, dans les termes ultimes de l'altération, se concentrent dans un faciès type « terres blanches ».

Absence de chrysotile dans la roche.

Altération : La roche est peu à moyennement altérée sur 80% de l'affleurement. Les horizons altérés (saprolites et latérites) se développent en bordure de la zone terrassée : partie supérieure et face à l'abri-bus

Contexte structurale : Faille importante locale suivant une direction N110-115 subverticale.

➤ **Echantillons prélevés** :

- **TD 197-1** : Antigorite « fibreuse » peu altérée ;
- **TD 197-2** : Antigorite « fibreuse » altérée – faciès terres blanches.

➤ **Analyses :**

	Echantillons	
	TD 197-1	TD 197-2
MOLP	√	√
MOCP		
MEB/EDS	√	
META		
DRX		

TD 197-1 :

- MOLP (analyse BRGM): Débris de roche allongée gris-verdâtre d'aspect fibreux, quelques microparticules rouille associées. Nature des fibres : Serpentine plutôt lamellaire très abondante.
- MOLP (analyse SGNC) : 80% de fibres assez allongées, assez épaisses. 20% de fragments d'antigorite allongés, jaunâtres.
- MEB/EDS (analyse BRGM) : serpentine non fibreuse abondante : Si > Mg >>> Fe, O.

TD 197-2 :

- MOLP (analyse SGNC) : 100% de petits grains verts légèrement allongé en lattes, pas de fibres.

➤ **Conclusions des analyses:**

Présence d'antigorite fibreuse en faible quantité, le reste correspond à de la serpentine non fibreuse.

➤ **Risque sanitaire :**

Risque sanitaire : faible

Le risque sanitaire est faible du fait de la présence de bitume sur la route et de l'absence de chrysotile. Le risque vient uniquement de la présence (en faible quantité) d'antigorite fibreuse et de la présence de l'abri-bus.

➤ **Préconisations de réhabilitation :**

Les actions de réhabilitation suivantes peuvent être entreprises :

- La mise en place d'une signalétique.
- Le déplacement de l'abri-bus dans une zone neutre.

Pour diminuer encore le risque, la mise en place d'un masque en terre ou matériau inerte (sable de rivière) peut être envisagée. Une végétalisation servirait à stabiliser le masque.

Stabilisation du masque (gabion, enrochement) : 100 m²

Estimation des coûts (F CFP) : 4 000 000.

Masque en terre ou recouvrement par matériaux inertes : 800 m²

Estimation des coûts (F CFP) : 4 800 000.

Végétalisation : 800 m²

Estimation des coûts (F CFP) : 1 600 000.

Total des coûts (F CFP) : 10 400 000.

Pour diminuer les coûts, un recouvrement des zones ponctuelles amiantifères peut être envisagé.

5.2.4 Site B-4

➤ Localisation

Tribu : Houailou village – Paraouyé **Coordonnées** (Lambert RGNC) X: 362 704 Y: 324 036

Accès : Le site est situé en bordure de la route principale qui mène à Poro, 500m après le pont de la *Néaoua*, en sortant du village de Houailou.

➤ Aperçu



Figure 18 : Aperçu du site B-4

➤ Description

Extension :

- Hauteur : 5 à 8m
- Longueur : 60-80m

Type d'aménagement : Talus de route.

Couvert végétal : 5%

Observations : Rien à signaler.

➤ **Données géologiques**

Unité : Nappe des péridotites avec harzburgites et dunités fortement serpentinisées.

Comme pour le site B-3, l'ensemble se distingue des péridotites indifférenciées du sud du village de Houailou et est à rapprocher des « péridotites à occurrence d'amiante » observées au village de Houailou (B-1 et B-2) et au sud de Nédiouen (C-1 à C-4).

De l'antigorite altérée en faciès type « terres blanches » s'exprime le long d'une brèche de faille d'une largeur comprise entre 0,1 et 0,3m.

Absence de chrysotile dans la roche.

Altération : La roche présente une altération en boule plus ou moins pénétrative qui affecte l'ensemble de l'affleurement. Les faciès les plus altérés sont présents en sommet d'affleurement où les boulders se retrouvent noyés dans des horizons d'altérés terreux.

Contexte structurale : Fracturation principale suivant une direction N60.

➤ **Echantillons prélevés** :

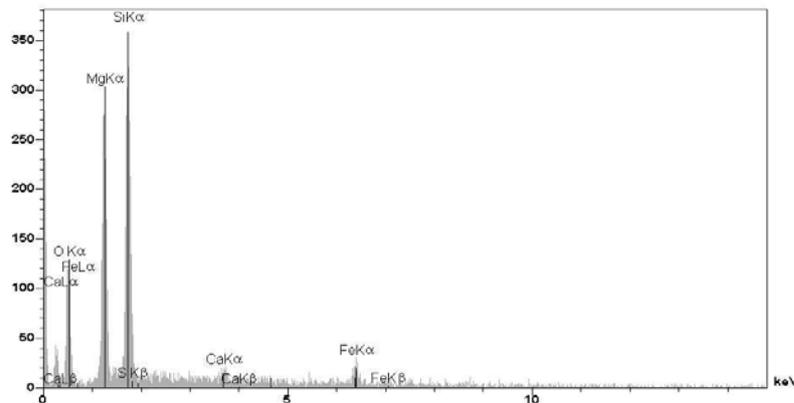
- **TD 196-1** : Antigorite altérée – faciès terres blanches.
- **TD 196-2** : Antigorite altérée – faciès terres blanches.
- **TD 196-3** : Antigorite altérée – faciès terres blanches.

➤ **Analyses :**

	Echantillons		
	TD 196-1	TD 196-2	TD 196-3
MOLP	√	√	√
MOCP			
MEB/EDS	√	√	
META			
DRX			

TD 196-1 :

- MOLP (analyse BRGM): Débris blanc laiteux à très nombreuses gerbes de fibres fines. Nature des fibres : Serpentine fibreuse abondante (antigorite ?).
- MOLP (analyse SGNC) : 70% de fibres irrégulières en lattes, 30% de petits grains légèrement allongés.
- MEB/EDS (analyse BRGM) : Serpentinite lamellaire.



Spectre EDS d'analyse globale d'une gerbe de serpentine.

TD 196-2 :

- MOLP (analyse BRGM): Débris blanc laiteux et rouille, à nombreuses gerbes de fibres incluses et débris végétaux. Nature des fibres : Serpentine fibreuse présente à abondante (antigorite ?).
- MOLP (analyse SGNC) : 80% de fibres, deux populations. 50% petites fibres très fines L=10-20µm, 50% de fibres en lattes L=50-100µm. 20% de grains parfois allongés d=10-20µm.
- MEB/EDS (analyse BRGM) : Serpentine fibreuse et lamellaire.

TD 196-3 :

- MOLP (analyse SGNC) : 90% de fibres en lattes L=20-30µm, esquilleuses, peu homogènes.

➤ **Conclusions des analyses :**

Présence d'antigorite fibreuse dans les terres blanches prélevées.

➤ **Risque sanitaire :**

Risque sanitaire : faible

Le risque sanitaire est faible du fait de l'absence de zone de vie et de la présence de bitume sur la route.

➤ **Préconisations de réhabilitation :**

La mise en place d'un masque en terre ou matériau inerte (sable de rivière) peut être envisagée. Une végétalisation et la pose d'un gabion servirait à stabiliser le masque.

Stabilisation du masque (gabion, enrochement) : 80 m²

Estimation des coûts (F CFP) : 3 200 000.

Masque en terre ou recouvrement par matériaux inertes : 400 m²

Estimation des coûts (F CFP) : 2 400 000.

Végétalisation : 400 m²

Estimation des coûts (F CFP) : 800 000.

Total des coûts (F CFP) : 6 400 000.

Pour diminuer les coûts, un recouvrement des zones ponctuelles amiantifères peut être envisagé.

5.3 Zone C : Nédiouen – Neouyo

4 sites aménagés principaux ont été retenus sur la zone C :

- Trois sites correspondent à des aménagements sur péridotites (sites C-1 et C-2 et C-4) ;
- Le site C-3, correspond à une carrière ouverte dans la formation géologique des basaltes de Poya.

A noter que Le site C-1 regroupe plusieurs affleurement ponctuels localisés dans un contexte géographique et géologique similaire.

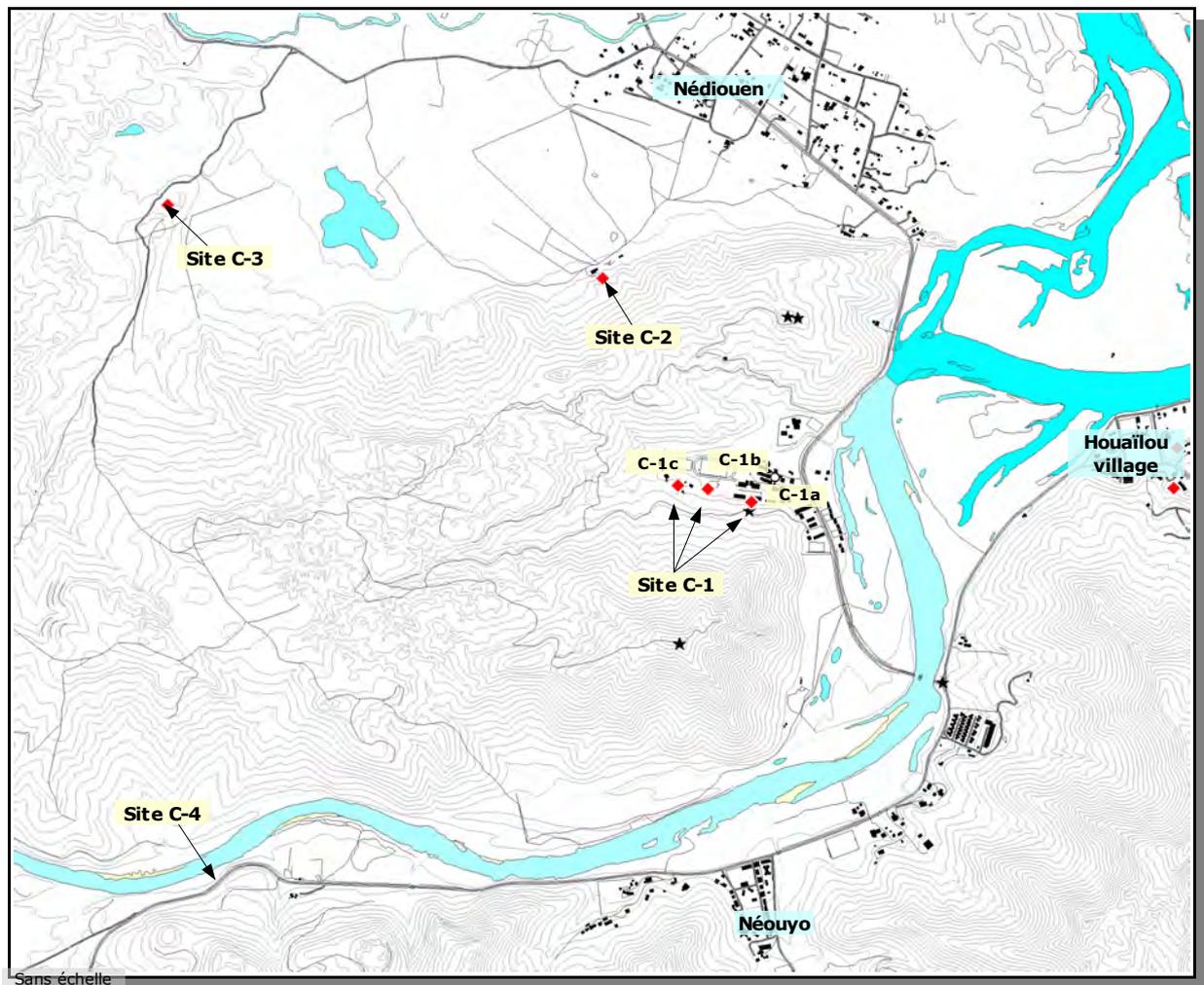


Figure 19 : Localisation des sites aménagés de la zone C

5.3.1 Site C-1

➤ Localisation

Tribu : Nédiouen **Coordonnées** (Lambert RGNC) X: 359 780 Y: 324 469

Accès : Le site est situé dans l'enceinte du collège de Vani, à proximité de la tribu de Nédiouen.

➤ Aperçu



Figure 20 : Aperçu du site C-1

➤ Description

Le site C-1 présente plusieurs affleurements situés en bordure sud du collège de Vani, au niveau de la rupture de pente du pied de massif. Trois affleurements qui présentent en surface des roches type terres blanches ont été retenus :

Affleurements	Dimensions	Type d'aménagement	Couvert végétal
C-1a	Long. 50m / haut. 2m	Talus en bordure d'une aire de sport	15%
C-1b	Long. 3m / haut. 1m	Fossé en bordure d'une voie de circulation	-
C-1c	Long. 20m / haut. 3-4m	Talus derrière une maison de fonction	40%

Observations :

- Les aires de jeux, de sport et de détente des élèves du collège de Vani sont à proximité immédiatement de l'affleurement C-1a.

➤ **Données géologiques**

Unité : Nappe des péridotites. Les péridotites sont de type harzburgite fortement serpentinisée avec un niveau d'altération plus ou moins poussé en fonction des affleurements. Des formations colluviales d'origine péridotitique sont également présentes.

L'ensemble fait partie des « péridotites à occurrence d'amiante » qui s'étirent sur une majeure partie du plateau qui domine le collège de Vani. Elles sont également présentes au niveau du village de Houaïlou et plus à l'est vers le village de Poro (cf. zone B).

Aff. C-1a : Altération relativement poussée au niveau des zones de brèche à texture mylonitique, présence d'antigorite fibreuse peu à fortement altérée (terres blanches). De nombreuses silicifications, en relation avec le contexte tectonique locale, sont présentes sur l'affleurement.

Aff. C-1b : Affleurement limité présentant un horizon de saprolites terreuses et de latérites. Des fibres d'antigorite apparaissent à l'affleurement, elles présentent plusieurs stades de désagrégation depuis des fibres flexueuses vers des agrégats de terres blanches.

Aff. C-1c : Affleurement à faciès latéritique dominant avec de nombreux fragments siliceux noyés dans la masse altérée.

De l'antigorite moyennement à fortement altérée est présente au centre de l'affleurement.

➤ **Echantillons prélevés** :

- **TD 181-1** : Antigorite peu altérée (C-1a) ;
- **TD 181-2** : Antigorite altérée - terres blanches (C-1b) ;
- **TD 181-3** : Antigorite altérée - terres blanches (C-1a) ;
- **TD 181-4** : Antigorite altérée - terres blanches (C-1c).

➤ **Analyses:**

	Echantillons			
	TD 181-1	TD 181-2	TD 181-3	TD 181-4
MOLP	√	√	√	√
MOCP				
MEB/EDS	√	√		√
META				
DRX				

TD 181-1 :

- MOLP (analyse BRGM): Débris de roche orientée grise à texture globalement fibreuse. Nature des fibres : Serpentine fibreuse abondante (antigorite ou lizardite).
- MOLP (analyse SGNC) : 90% de lattes allongé, mais pas fibreux (antigorite), 10% de fibre en lattes, de toutes tailles < 100µm.
- MEB/EDS (analyse BRGM) : Antigorite ou lizardite.

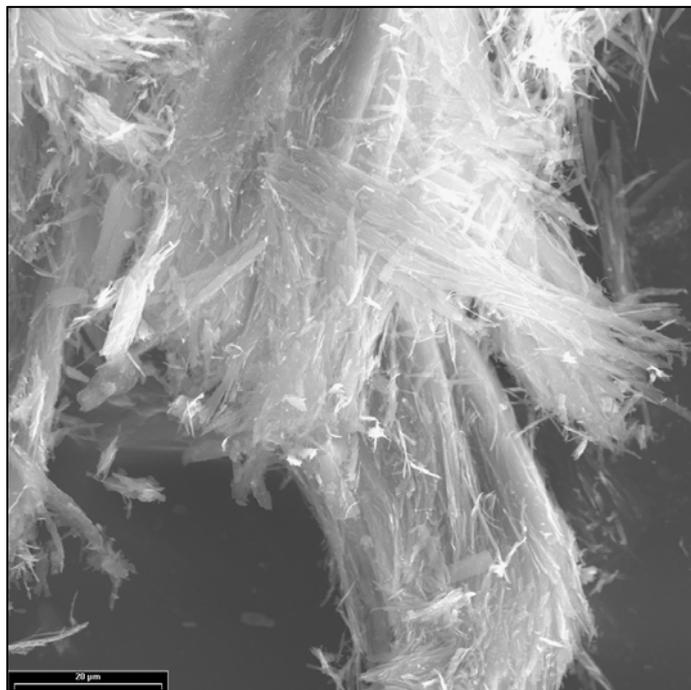


Image MEB en électrons secondaires : serpentine

TD 181-2 :

- MOLP (analyse BRGM): Ensemble de particules blanc laiteux, brun rouille à noir (Mn, Fe) avec nombreuses gerbes de fibres visibles. Nature des fibres : Serpentine fibreuse abondante (antigorite ?). Chrysotile possible à confirmer par META.
- MOLP (analyse SGNC) : 100% de grandes fibres homogène, esquilleuse, 50-100µm.
- MEB/EDS (analyse BRGM) : serpentine : Si > Mg >>> O ε Fe avec fibres très proches du chrysotile.

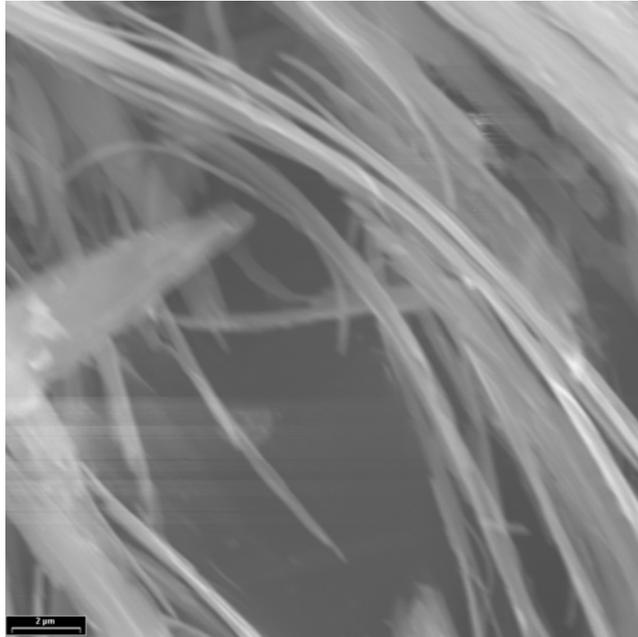


Image MEB en électrons secondaires : serpentine fibreuse

TD 181-3 :

- MOLP (analyse SGNC) : 100% de petits grains verts homogènes, quelques rares fibres toutes petites.

TD 181-4 :

- MOLP (analyse BRGM): Débris de roche blanc verdâtre serpentinisée avec nombreux morceaux à fibres apparentes. Nature des fibres : Serpentine fibreuse abondante (antigorite ?).
- MOLP (analyse SGNC) : 75% de fibres très hétérogènes, esquilleuse, L=10-200µm, Lm=50µm. 25% de grains de toutes tailles.
- MEB/EDS (analyse BRGM) : Serpentine lamellaire et fibreuse abondante.

➤ Conclusions des analyses:

Présence d'antigorite fibreuse dans les terres blanches prélevées et aussi sûrement de chrysotile.

➤ **Risque sanitaire :**

Risque sanitaire : élevé

De par la présence confirmée d'antigorite fibreuse et de par la proximité des airs de sport et de détente du collège Vani, le risque sanitaire est élevé. Ajoutons que la présence de chrysotile est fort probable.

➤ **Préconisations de réhabilitation :**

Les actions de réhabilitation suivantes doivent être entreprises :

- La mise en place d'un gabion ou enrochement pour conforter le masque ;
- La mise en place d'un masque en terre ou matériaux inerte (sable de rivière) sur les affleurements ;
- Une végétalisation pour stabiliser le masque ;
- L'information et la sensibilisation du personnel du collège et des élèves.

Stabilisation du masque (gabion, enrochement) : 80 m²

Estimation des coûts (F CFP) : 3 200 000.

Masque en terre ou recouvrement par matériaux inertes : 210 m²

Estimation des coûts (F CFP) : 1 260 000.

Végétalisation : 210 m²

Estimation des coûts (F CFP) : 420 000.

Total des coûts (F CFP) : 4 880 000.

5.3.2 Site C-2

➤ **Localisation**

Tribu : Nédiouen **Coordonnées** (*Lambert RGNC*) X: 359 424 Y: 325 192

Accès : Le site est situé en bordure nord du massif qui domine la tribu de Nédiouen. Emprunter un chemin privé au niveau de la tribu pour traverser la plaine et accéder au site.

➤ **Aperçu**



Figure 21 : Aperçu du site C-2

➤ **Description**

Extension :

- Hauteur : 5 à 8m
- Longueur : 50m

Type d'aménagement : Plateforme terrassée en remblai/déblais pour une habitation.

Couvert végétal : 10%

Observations : Les déblais sur la plateforme ne sont pas stabilisés et sont mobilisés par le vent ou la circulation de véhicules - Proximité immédiate de zone de vie de deux foyers.

➤ **Données géologiques**

Unité : Semelle de serpentinites associée à la nappe des péridotites. Cette unité géologique présente une texture fortement mylonitique liée au contexte de mise en place de la nappe ophiolitique de l'Eocène supérieur.

A l'affleurement, la roche est principalement composée de serpentines broyées plus ou moins altérées avec des nodules de péridotites emballées dans la masse. Des rognons de silicifications tardives parsèment également l'affleurement.

Des agrégats de terres blanches sont présents au niveau de discontinuités de la roche (petites failles secondaires).

Des filonnets de chrysotile sont visibles sur les nodules péridotitiques.

Altération : Ensemble saprolitique fortement altéré sans développement de latérites.

Contexte structurale : Semelle de charriage de la nappe ophiolitique.

➤ **Echantillons prélevés** :

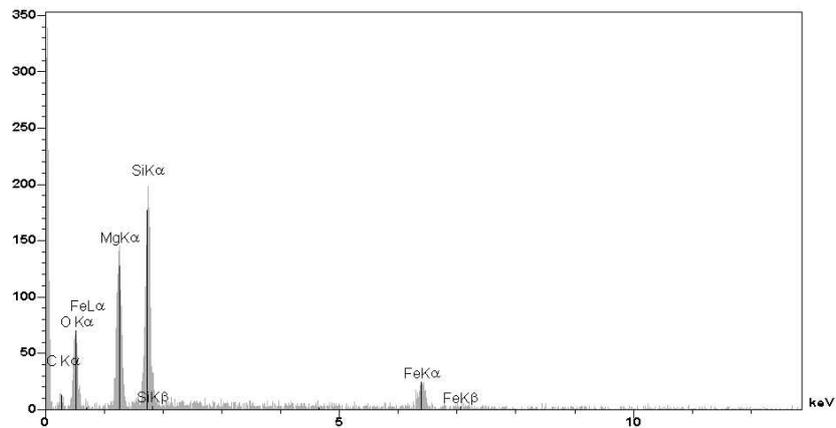
- **TD 151-1** : Agrégats de terres blanches ;
- **TD 151-2** : Antigorite altérée ;
- **TD 151-3** : Echantillon composite de la surface de l'affleurement ;
- **TD 151-4** : Rognons siliceux.

➤ Analyses :

	Echantillons			
	TD 151-1	TD 151-2	TD 151-3	TD 151-4
MOLP		√	√	
MOCP				
MEB/EDS		√		
META				
DRX				

TD 151-2 :

- MOLP (analyse BRGM): Poudre grise avec nombreuses gerbes de fibres visibles dans la masse des grains et fibres libres dans la poudre. Nature des fibres : Chrysotile abondant. Autre serpentine fibreuse associée.
- MEB/EDS (analyse BRGM) : Chrysotile.



Spectre EDS d'analyse ponctuelle d'une gerbe de fibres serpentine

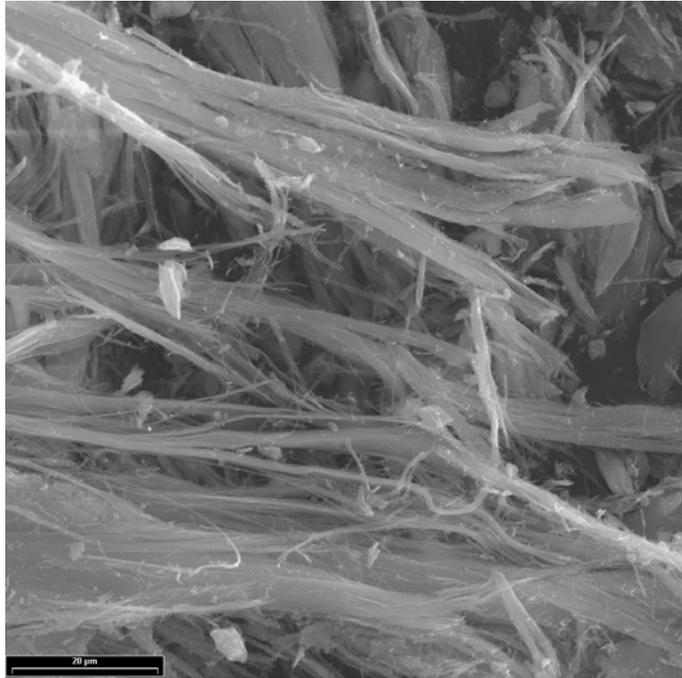


Image MEB en électrons secondaires : chrysotile

TD 151-3 :

- MOLP (analyse SGNC) : 100% de petits grains verts homogènes.

➤ **Conclusions des analyses:**

Présence de chrysotile en quantité et possiblement d'antigorite fibreuse dans l'échantillon altéré.

➤ **Risque sanitaire :**

Risque sanitaire : élevé

Un risque sanitaire fort est présent et lié à :

- la présence d'une source importante de fibres et de la forte friabilité de la roche ;
- la proximité immédiate d'une maison.

➤ **Préconisations de réhabilitation :**

Les actions de réhabilitation suivantes doivent être entreprises :

- La mise en place d'un gabion ou enrochement pour conforter le masque ;
- La mise en place d'un masque en terre ou matériau inerte (sable de rivière) sur l'affleurement ;
- Une végétalisation pour stabiliser le masque ;
- L'information et la sensibilisation des habitants.

Stabilisation du masque (gabion, enrochement) : 50 m²
Estimation des coûts (F CFP) : 2 000 000.

Masque en terre ou recouvrement par matériaux inertes : 350 m²
Estimation des coûts (F CFP) : 2 100 000.

Végétalisation : 350 m²
Estimation des coûts (F CFP) : 700 000.

Total des coûts (F CFP) : 4 800 000.

5.3.3 Site C-3

➤ **Localisation**

Tribu : Nédiouen - Thu

Coordonnées (Lambert RGNC) X: 357 954 Y: 325 443

Accès : Depuis Nédiouen, prendre la direction de Thu, puis entre les deux tribus, prendre de la piste qui mène au plateau latéritique du sud de la tribu de Nédiouen et qui surplombe le collège de Vani. Le site est situé en bordure Est de la piste.

➤ **Aperçu**



Figure 22 : Aperçu du site C-3

➤ **Description**

Extension :

- Hauteur : 2 à 4m
- Longueur : 100m / largeur : 40m

Type d'aménagement : Carrière d'emprunt de matériaux.

Couvert végétal : 70%

Observations : La carrière ne semble plus exploitée. De nombreux stocks de matériaux sont disponibles sur site, en revanche ils sont relativement bien stabilisés par le développement d'une végétation de type herbacée.

➤ **Données géologiques**

Unité : Nappe des basaltes de Poya et serpentinite. La carrière est ouverte dans l'unité de Poya au niveau du contact des basaltes avec une lentille pluri-decamétrique de serpentinite. Les formations péridotitiques (semelle de serpentinite et péridotites ss.) sont situées 500m au Sud.

Les basaltes ne montrent pas de particularités notables, ils présentent une couleur d'altération chocolat caractéristique de cette formation.

La serpentinite présente une structure mylonitique où l'antigorite altérée est fortement présente avec des enclaves de lizardite. Associées à la serpentinitess, de nombreuses petites lentilles de roche pouvant être apparentée à de la trémolite (détermination à confirmer) ont été observées. De même, un ensemble pluri-métrique grenu, type diorite/gabbro, et une roche indifférenciée à structure schisteuse sont à rattacher à l'ensemble des serpentinites.

Des terres blanches sont présentes à proximité de l'horizon pédogénétique.

Des rognons de giobertite ou magnésite parsèment la carrière. Leur génèse est liée à l'altération des péridotites proximales et aux circulations des fluides associés.

Altération : Ensemble peu à fortement altéré.

Contexte structurale : Le contact entre la serpentinite et les basaltes est ondulant, une direction globale du contact suivant N140 40N peut être retenue.

➤ **Echantillons prélevés** :

- **TD 148-1** : Terres blanches au contact serpentinites/basaltes ;
- **TD 148-2** : Terres blanches au contact serpentinites/sol (giobertite altéré, trémolite ?) ;
- **TD 148-3** : Terres blanches au contact serpentinites/formation schisteuse indéterminée ;
- **TD 148-4** : Similaire à TD 148-3 mais plus altéré (aspect plus induré) ;
- **TD 148-5** : Faciès schisteux indéterminé ;
- **TD 148-6** : Roche grenue indifférenciée ;
- **TD 148-7** : Trémolite (?) ;
- **TD 149** : Prélèvement de terres blanches effectué sur la couche de forme de la piste à 500m au sud de la carrière.

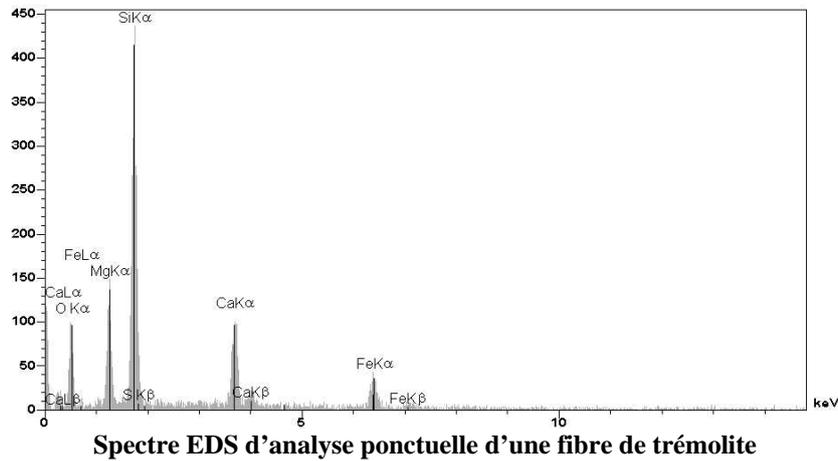
➤ **Analyses :**

	Echantillons			
	TD 148-1	TD 148-2	TD 148-3	TD 148-4
MOLP	√		√	√
MOCP				
MEB/EDS	√		√	√
META				
DRX				

	Echantillons			
	TD 148-5	TD 148-6	TD 148-7	TD 149
MOLP				√
MOCP				
MEB/EDS				
META				
DRX				

TD 148-1 :

- MOLP (analyse BRGM): Débris de roche altérée gris blanc laiteux à texture phylliteuse avec quelques morceaux fibreux visibles. Nature des fibres : Trémolite fibreuse abondante. Serpentine fibreuse en traces (antigorite ?).
- MOLP (analyse SGNC) : Débris de roche altérée gris blanc laiteux à texture phylliteuse avec quelques morceaux fibreux visible. Fibres : Trémolite fibreuse abondante, Serpentine en trace (antigorite?)
- MEB/EDS (analyse BRGM) : Trémolite.



TD 148-3 :

- MOLP (analyse BRGM): Débris blanc crème poudreux sans fibres apparentes. Nature des fibres : Pas de fibres. Pas d'amiante visible.
- MEB/EDS (analyse BRGM) : Si > Mg > O ε Ca, Fe : pas de fibre.

TD 148-4 :

- MOLP (analyse BRGM): Blocs blanc crème avec traces de lamelles brunes collées ou imbriquées dans les blocs. Pas de fibres apparentes. Nature des fibres : Serpentine lamellaire présente. Pas d'amiante visible.
- MOLP (analyse SGNC) : 90% de petits grains verts homogènes. 10% de fibres très fines.
- MEB/EDS (analyse BRGM) : Serpentine lamellaire.

TD 149 :

- MOLP (analyse BRGM): Débris blanc laiteux friables et souvent fibreux à végétaux emballés dans le produit blanc. Nature des fibres : Trémolite abondante.

➤ Conclusions des analyses:

Présence de trémolite dans les terres blanches prélevées.

➤ Risque sanitaire :

*Risque sanitaire : **modéré***

La présence de trémolite dans les terres blanches induit un risque notable. Le risque est modéré du fait que la carrière soit fermée et la végétation de type herbacée bien développée.

➤ Préconisations de réhabilitation :

Les actions de réhabilitation suivantes doivent être entreprises :

- La fermeture de l'accès à la carrière ;
- La mise en place d'une signalétique ;
- La mise en place d'un masque en terre ou matériau inerte (sable de rivière) sur les zones non végétalisées (~120 m²) ;
- Une végétalisation pour stabiliser le masque ;

Masque en terre ou recouvrement par matériaux inertes : 120 m²
Estimation des coûts (F CFP) : 720 000.

Végétalisation : 120 m²
Estimation des coûts (F CFP) : 240 000.

Total des coûts (F CFP) : 960 000.

5.3.4 Site C-4

➤ **Localisation**

Tribu : Neouyo – Nindiah **Coordonnées** (*Lambert RGNC*) X: 358 060 Y: 323 050

Accès : Le site est situé en bordure de la route RT3 entre Nindiah et Neouyo. Il est situé en bord de route, environ 1,2km après la sortie de Nindiah en direction du village de Houaïlou.

➤ **Aperçu**



Figure 23 : Aperçu du site C-4

➤ **Description**

Extension :

- Longueur : 30m - l'affleurement se poursuit sur 150m
- Hauteur : 2-3m

Type d'aménagement : Talus de route.

Couvert végétal : 30%

Observations : Rien à signaler.

➤ **Données géologiques**

Unité : Nappe des péridotites avec harzburgites et dunités fortement serpentinisées.

Les péridotites sont à rattacher à l'ensemble des « péridotites à occurrence d'amiante » observées en zone B (village de Houaïlou : B-1 à B-4) et au sud de Nédiouen (C-1).

Des latérites colluviales recouvrent les péridotites en place. Elles englobent des blocs de brèches siliceuses de taille importante (>dm).

Une brèche serpentineuse traverse l'affleurement.

De l'antigorite altérée fibreuse de type « terres blanches » est présente sur ce site mais n'est pas prépondérante.

Absence de chrysotile dans la roche.

Altération : La roche présente une altération poussée.

Contexte structurale : Brèches (siliceuse et/ou serpentineuse) très présentes.

➤ **Echantillons prélevés** :

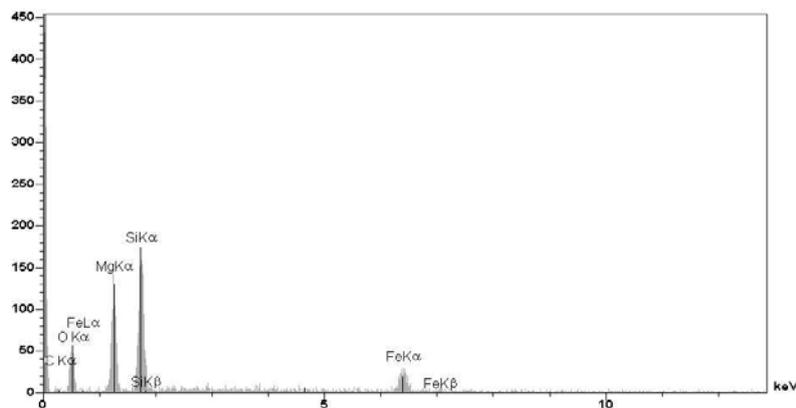
- **TD 250-1** : Antigorite fibreuse altérée – faciès terres blanches.
- **TD 250-2** : Antigorite altérée.

➤ **Analyses :**

	Echantillons	
	TD 250-1	TD 250-2
MOLP	√	√
MOCP		
MEB/EDS	√	√
META		
DRX		

TD 250-1 :

- MOLP (analyse BRGM): Débris de roche blanc laiteux et brun rouille assez abondants. Nombreux grains à texture fibreuse et nombreuses gerbes de fibres disséminées. Nature des fibres : Serpentine fibreuse très abondante (antigorite probable).
- MOLP (analyse SGNC) : 100% de fragments et grains de toutes tailles d=10-100µm. Quelques baguettes L=100-150µm, l=5-10µm. Rares esquilles fibreuses L=30-50µm, l=2-4µm.
- MEB/EDS (analyse BRGM) : Serpentine fibreuse.



Spectre EDS d'analyse ponctuelle de serpentine

TD 250-2:

- MOLP (analyse BRGM): Débris de roche serpentinisée blanc laiteux à olivâtre avec poudre brun rouille assez abondante ; faciès fibreux visibles dans les grains. Nature des fibres : Serpentine fibreuse type antigorite présente.
- MOLP (analyse SGNC) : Fragments verts translucides, grains et beaucoup d'esquilles allongées à partir de minéraux de 100µm, petits grains de 10µm et esquilles 20-30*2-5µm.
- MEB/EDS (analyse BRGM) : Serpentine fibreuse à morphologie plutôt en lamelles.

➤ **Conclusions des analyses :**

Présence d'antigorite fibreuse dans le faciès terres blanches mais aussi dans l'échantillon d'antigorite altérée.

➤ **Risque sanitaire :**

Risque sanitaire : faible

Bien que la présence d'antigorite fibreuse soit avérée, l'affleurement ne se trouve pas à proximité d'une zone de vie. De plus, la route est recouverte de bitume et n'est donc pas susceptible de produire des fibres.

➤ **Préconisations de réhabilitation :**

Les actions de réhabilitation suivantes doivent être entreprises :

- La mise en place d'un merlon de pied de talus (enrochement, gabion) pour soutenir le masque ;
- La mise en place d'un masque en terre ou matériau inerte (sable de rivière) sur le talus ;
- Une végétalisation pour stabiliser le masque ;

Stabilisation du masque (gabion, enrochement) : 30 m²

Estimation des coûts (F CFP) : 1 200 000.

Masque en terre ou recouvrement par matériaux inertes : 90 m²

Estimation des coûts (F CFP) : 540 000.

Végétalisation : 90 m²

Estimation des coûts (F CFP) : 180 000.

Total des coûts (F CFP) : 1 920 000.

Pour diminuer les coûts, un recouvrement des zones ponctuelles amiantifères peut être envisagé.

5.4 Zone D : Thu

Aucun site aménagé n'a été recensé sur la zone de Thu.

5.5 Zone E : Nindiah - Méareu

8 sites aménagés ont été retenus sur la zone E de Nindiah-Méareu :

- L'ensemble des sites retenus correspond à des affleurements de lentilles de serpentinite en contact avec les formations sédimentaires du Crétacé supérieur ;
- Trois sites correspondent à des carrières pour l'emprunt de matériaux (sites E-1, E-4 et E-6) ;
- Deux sites sont situées à proximité immédiate d'un établissement scolaire (sites E-2 et E-3) ;

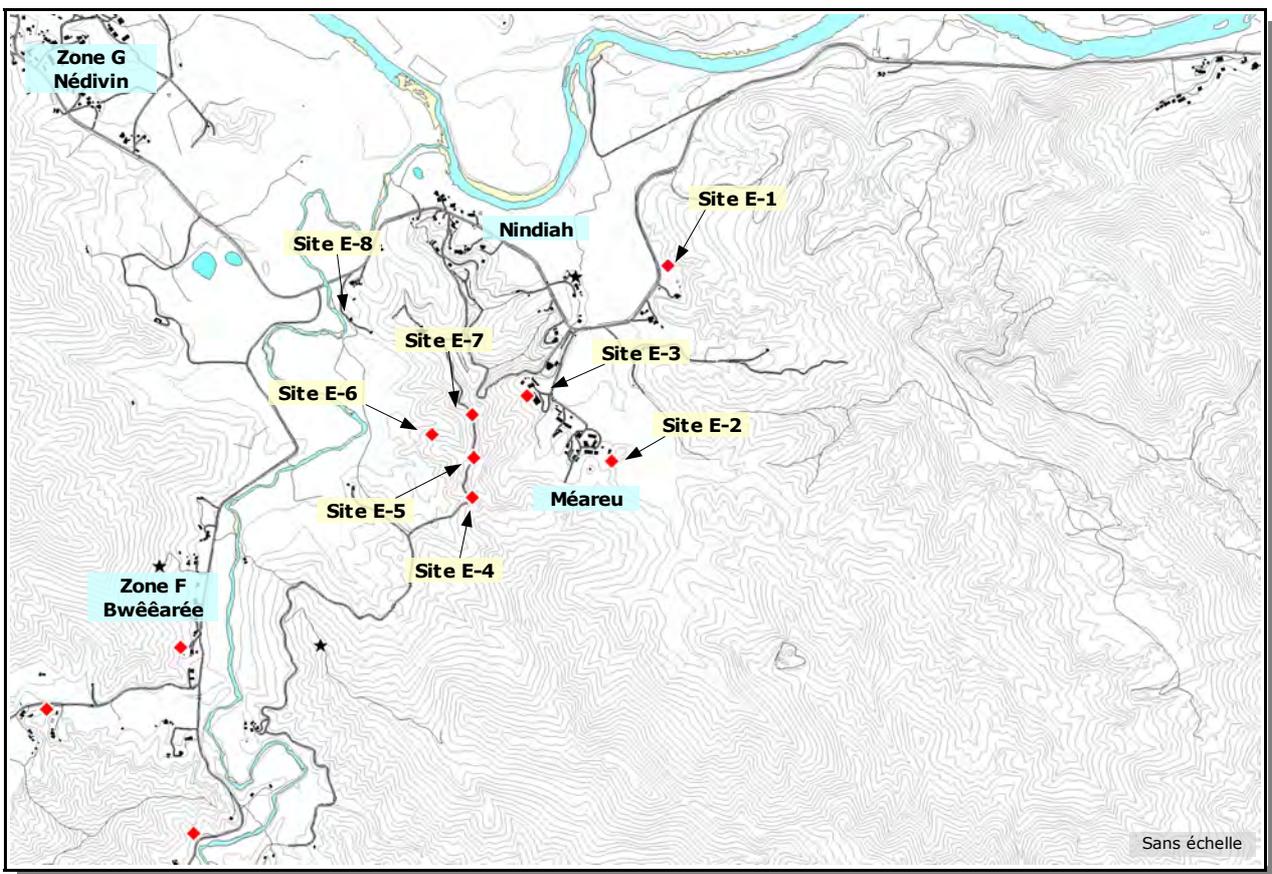


Figure 24 : Localisation des sites aménagés de la zone E

5.5.1 Site E-1

➤ **Localisation**

Tribu : Nindiah **Coordonnées** (*Lambert RGNC*) X: 357 623 Y: 322 385

Accès : Depuis Houaïlou, prendre la RT3 en direction de Bourail sur environ 5,5km. Le site est situé au sud-est de la route, juste avant l'entrée de Nindiah, sur le terrain d'un particulier.

➤ **Aperçu**



Figure 25 : Aperçu du site E-1

➤ **Description**

Extension :

- Hauteur : 3m
- Longueur : 30m

Type d'aménagement : Carrière d'emprunt de matériaux de petites dimensions.

Couvert végétal : 70% - Zone noyée dans la végétation mais le front de taille reste apparent.

Observations : La carrière ne semble plus exploitée.

➤ **Données géologiques**

Unité : Serpentinite indifférenciée. La serpentinite est fortement structurée et présente un débit feuilleté en éléments centimétriques.

L'antigorite et la lizardite sont bien représentées. Quelques produits blanchâtres ont été observés.

Le contact avec la formation sédimentaire encaissante (Crétacé supérieur) n'est pas visible, en revanche, à environ 50m de la petite carrière, les sédiments affleurent.

Altération : Ensemble moyennement à fortement altéré.

Contexte structurale : La serpentinite est structurée suivant une direction N130 60N .

➤ **Echantillons prélevés** :

- **NI 25-1** : Antigorite altérée ;
- **NI 25-2** : Lizardite altérée ;
- **HOU3** : Produits blanchâtres indifférenciés.

➤ **Analyses :**

	Echantillons		
	NI 25-1	NI 25-2	HOU3
MOLP	√		
MOCP			
MEB/EDS	√		
META			
DRX			

NI 25-1 :

- MOLP (analyse BRGM): Débris de roche en lamelles olivâtres ou brun clair avec traces de végétaux et fibres parfois visibles. Nature des fibres : Serpentine localement fibreuse.
- MOLP (analyse SGNC) : 98% de petits grains verts homogènes, d=5-25µm. 2% de fibres esquilleuses verdâtres, trappues, L=10µm, l=1µm.
- MEB/EDS (analyse BRGM) : Lattes d'antigorite probable : Si = Mg ε Fe.

➤ **Conclusions des analyses :**

Présence d'antigorite (très faible quantité) en latte et en fibre.

➤ **Risque sanitaire :**

Risque sanitaire : faible

Le risque sanitaire est faible pour plusieurs raisons :

- La carrière ne semble plus exploitée ;
- L'absence de zone de vie à proximité ;
- Les fibres d'antigorite sont rares dans l'échantillon prélevé ;
- Le couvert végétal est important : 70%.

➤ **Préconisations de réhabilitation :**

Les actions de réhabilitation suivantes doivent être entreprises :

- La fermeture de l'accès à la carrière ;
- La mise en place d'une signalétique ;
- Stabilisation du masque par un merlon pied de talus (enrochement, gabion)
- La mise en place d'un masque en terre ou matériau inerte (sable de rivière) ;
- Une végétalisation pour stabiliser le masque.

Stabilisation du masque (gabion, enrochement) : 30 m²
Estimation des coûts (F CFP) : 1 200 000.

Masque en terre ou recouvrement par matériaux inertes : 90 m²
Estimation des coûts (F CFP) : 540 000.

Végétalisation : 90 m²
Estimation des coûts (F CFP) : 180 000.

Total des coûts (F CFP) : 1 920 000.

**Pour diminuer les coûts, un recouvrement des zones ponctuelles
amiantifères peut être envisagé.**

5.5.2 Site E-2

➤ Localisation

Tribu : Méareu

Coordonnées (Lambert RGNC) X: 357 424 Y: 321 681

Accès : Depuis la RT3, au niveau de l'entrée de Nindiah, prendre la piste qui se dirige au Sud vers l'établissement scolaire de Méareu. Dans l'établissement scolaire, le site correspond au talus situé derrière le bâtiment provisoire sud-est.

➤ Aperçu



Figure 26 : Aperçu du site E-2

➤ Description

Extension :

- Hauteur : 2 à 3m
- Longueur : 50m

Type d'aménagement : Talus de terrassement en déblais/remblais pour l'aménagement des bâtiments scolaires provisoires.

Couvert végétal : Absent.

Observations : Proximité immédiate d'une classe d'école et des aires de détente.

➤ **Données géologiques**

Unité : L'affleurement est dominé par la formation sédimentaire du Crétacé supérieur. Une mince lentille subverticale de serpentinite, inférieure à 1m de large, recoupe l'ensemble du talus dans son coin sud-est.

Le faciès sédimentaire dominant est marqué par une lithologie de siltite à argilite à structure schisteuse avec de nombreuses traces d'oxydation. A proximité de la zone de contact avec la serpentinite, le faciès apparaît plus grossier avec une structuration marquée (kinks, galets de boudinage, etc.).

La serpentinite est fortement altérée (fortement friable, aspect gras et translucide de couleur verdâtre) avec une structure marquée en feuillets.

Des filonnets de quartz (remplissage de fentes tectoniques) sont visibles de part et d'autre de la zone de contact avec la serpentinite.

Des produits blanchâtres apparentés à des terres blanches sont visibles dans l'horizon pédogénétique supérieur.

Altération : Ensemble peu à fortement altéré.

Contexte structurale : Les formations sédimentaires présentent un pendage général N55 25NW qui évolue à l'Ouest du contact vers N80 60NW et à l'Est du contact vers N110 70S.

La serpentinite suit une direction N100 subverticale.

➤ **Echantillons prélevés** :

- **TD 10-1** : Terres blanches au niveau du sol ;
- **TD 10-2** : Serpentinite altérée ;

➤ **Analyses :**

	Echantillons	
	TD 10-1	TD 10-2
MOLP	√	√
MOCP		
MEB/EDS		√
META		
DRX		

TD 10-1 :

- MOLP (analyse SGNC) : 100% de grains, d=2-10µm, verdâtre, pas de fibres.

TD 10-2 :

- MOLP (analyse BRGM): Nombreux débris ocre clair avec grains de serpentine blanc verdâtre sans fibres apparentes. Nature des fibres : Serpentine lamellaire et fibreuse présente (antigorite ?).
- MOLP (analyse SGNC) : 100% de grains hétérogènes, d moy=15-20µm (1-50µm). Pas de fibres.
- MEB/EDS (analyse BRGM) : Serpentine : Si > Mg >> Fe, O.

➤ **Conclusions des analyses :**

Présence de serpentine lamellaire et parfois fibreuse dans l'échantillon de serpentinite altérée. Pas de fibres dans les terres blanches.

➤ **Risque sanitaire :**

*Risque sanitaire : **modéré***

Bien que les fibres soit rares, la proximité immédiate d'une classe d'école induit un risque sanitaire modéré.

➤ **Préconisations de réhabilitation :**

Les actions de réhabilitation suivantes doivent être entreprises :

- Stabilisation du masque par un merlon pied de talus (enrochement, gabion)
- La mise en place d'un masque en terre ou matériau inerte (sable de rivière) ;
- Une végétalisation pour stabiliser le masque.
- L'information et la sensibilisation du personnel de l'école et des élèves.

Stabilisation du masque (gabion, enrochement) : 50 m²
Estimation des coûts (F CFP) : 2 000 000.

Masque en terre ou recouvrement par matériaux inertes : 150 m²
Estimation des coûts (F CFP) : 900 000.

Végétalisation : 150 m²
Estimation des coûts (F CFP) : 300 000.

Total des coûts (F CFP) : 3 200 000.

Pour diminuer les coûts, un recouvrement des zones ponctuelles amiantifères peut être envisagé.

5.5.3 Site E-3

➤ Localisation

Tribu : Méareu

Coordonnées (Lambert RGNC) X: 357 124 Y: 321 915

Accès : Depuis la RT3, au niveau de l'entrée de Nindiah, prendre la piste qui se dirige au Sud vers l'établissement scolaire de Méareu.

Juste après l'édifice religieux, prendre à droite vers le stade de basket, le site est situé en bordure ouest du plateau sportif.

➤ Aperçu

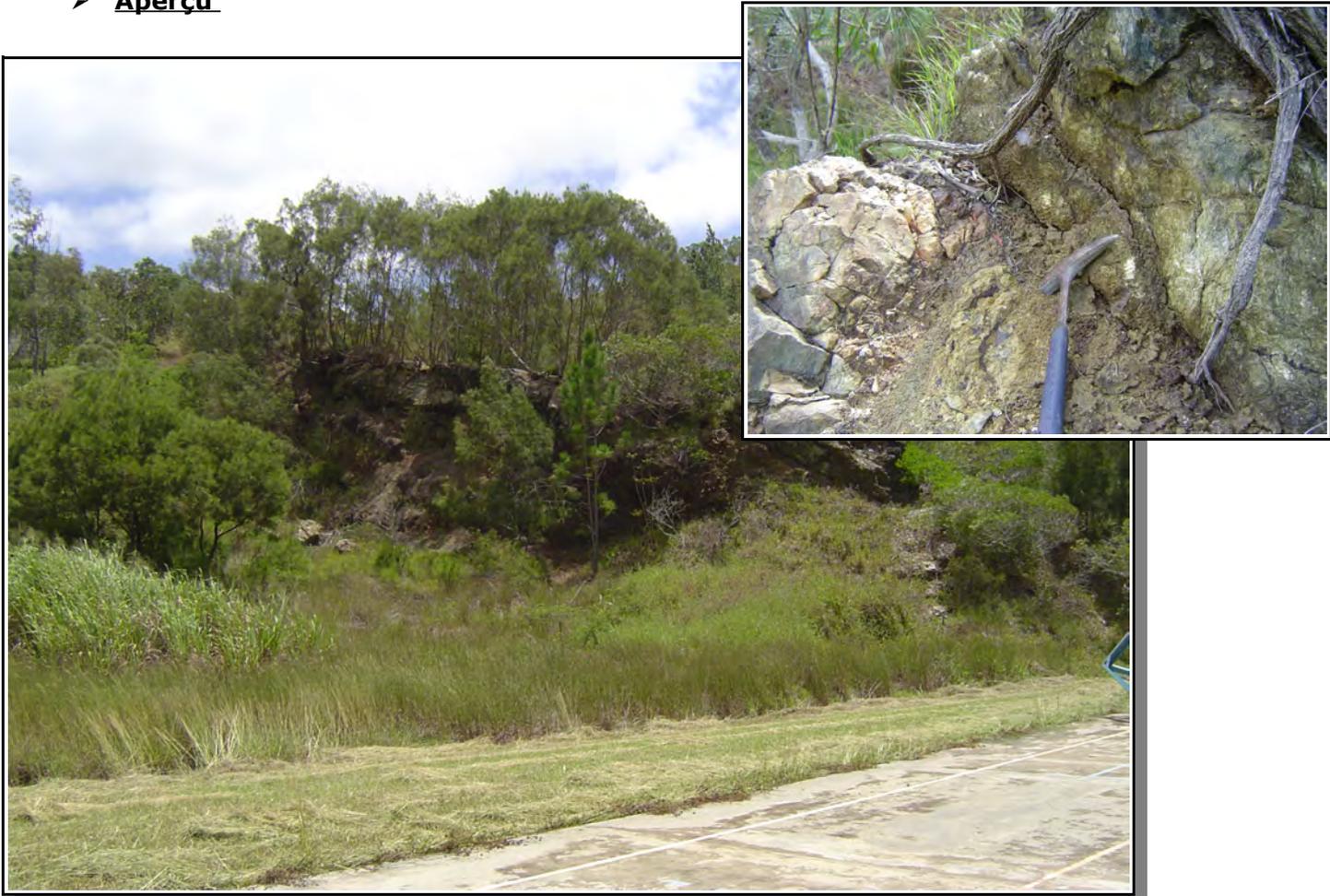


Figure 27 : Aperçu du site E-3

➤ Description

Extension :

- Hauteur : 3 à 5m
- Longueur : 40m - Largeur : 10m

Type d'aménagement : Ancienne carrière d'emprunt de matériaux pour l'aménagement du plateau sportif (visible sur les photo aériennes de 1976).

Couvert végétal : 70 à 80%

Observations : La carrière ne semble plus exploitée en revanche l'ensemble du plateau sportif a été terrassé avec les matériaux issus de cette carrière.

Actuellement, la majeure partie du site est stabilisée (couverture béton ou herbe) bien que quelques blocs de serpentinite (anciens stocks ?) soit encore à l'affleurement (partie nord du site).

➤ **Données géologiques**

Unité : Serpentinite indifférenciée. Le site correspond à une vaste lentille de serpentinite intercalée dans la formation sédimentaire du Crétacé supérieur qui est ici peu affleurante. A noter que le site E-7 correspond à la partie Ouest de ce même corps serpentineux.

La serpentinite est relativement massive avec une prépondérance de la lizardite et de l'antigorite. La base de la lentille est fortement altérée (friable, aspect gras et translucide de couleur verdâtre).

Les sédiments sous-jacents présentent une lithologie à dominante gréseuse et sont parcourus de nombreuses veinules de quartz.

A proximité immédiate du contact, des veinules sigmoïdes centimétriques de trémolite (détermination à confirmer) sont présentes.

Altération : Ensemble peu à fortement altéré.

Contexte structurale : Les formations sédimentaires au Sud-Ouest (150m) présentent un pendage N65 35N, au nord (100m) leur pendage évolue suivant une direction comprise entre N65 et N10 (pente NNW).

➤ **Echantillons prélevés** :

- **NI 23-01** : Antigorite altérée ;
- **NI 23-02** : Mylonite de contact (serpentinite + sédiments) ;
- **NI 23-03** : Composite de serpentinite et de sédiments gréseux.

➤ **Analyses :**

	Echantillons		
	NI 23-01	NI 23-02	NI 23-03
MOLP	√	√	
MOCP			
MEB/EDS	√		
META			
DRX			

NI 23-01 :

- MOLP (analyse BRGM): Débris de roche gris vert à brun rouille avec parties fibreuses visibles et serpentine non fibreuse dominante. Nature des fibres : Serpentine fibreuse, antigorite probable présente.
- MOLP (analyse SGNC) : 100% de petits grains verts homogènes, quelques rares fibres, petites et homogènes, L=10µm, l=1µm.
- MEB/EDS (analyse BRGM) : Serpentinite : Si > ou = Mg >>> O, ε Fe.

NI 23-02 :

- MOLP (analyse SGNC) : 100% de grains verdâtres parfois trappus ou esquilleux. d=5-10µm. Pas de fibres.

➤ **Conclusions des analyses :**

Présence d'antigorite fibreuse en faible quantité dans l'échantillon altérée. Pas de fibres dans la mylonite de contact.

➤ **Risque sanitaire :**

*Risque sanitaire : **modéré***

La plateforme étant stabilisé en grande partie, le risque sanitaire sur la plateforme est faible. La présence de fibres dans la carrière induit un risque modéré.

➤ **Préconisations de réhabilitation :**

Les actions de réhabilitation suivantes doivent être entreprises :

- La fermeture de l'accès à la carrière ;
- La mise en place d'une signalétique ;
- Stabilisation du masque par un merlon pied de talus (enrochement, gabion)
- La mise en place d'un masque en terre ou matériau inerte (sable de rivière) ;
- Une végétalisation pour stabiliser le masque ;
- L'enlèvement des blocs de serpentinites restant sur le plateau sportif ;
- L'information et la sensibilisation des utilisateurs du plateau sportif.

Stabilisation du masque (gabion, enrochement) : 40 m²
Estimation des coûts (F CFP) : 1 600 000.

Masque en terre ou recouvrement par matériaux inertes : 200 m²
Estimation des coûts (F CFP) : 1 200 000.

Végétalisation : 200 m²
Estimation des coûts (F CFP) : 400 000.

Total des coûts (F CFP) : 3 200 000.

**Pour diminuer les coûts, un recouvrement des zones ponctuelles
amiantifères peut être envisagé.**

5.5.4 Site E-4

➤ **Localisation**

Tribu : Nindiah

Coordonnées (Lambert RGNC) X: 356 931 Y: 321 551

Accès : Depuis la RT3, au centre de la tribu de Nindiah, prendre la piste qui se dirige au Sud vers le cimetière qui surplombe la tribu. Suivre la piste sur environ 1150m, le site est situé à gauche (Est) dans un virage en épingle.

➤ **Aperçu**



Figure 28 : Aperçu du site E-4

➤ **Description**

Extension :

- Hauteur : 3 à 6m
- Longueur : 50m - Largeur : 30m

Type d'aménagement : Ancienne carrière d'emprunt de matériaux.

Couvert végétal : 80 % du fond de carrière et des différents niveaux d'extraction. Les fronts de taille sont peu végétalisés.

Observations : Des petits stocks, limités en volume, de matériaux disponibles sont présents sur le site.

➤ **Données géologiques**

Unité : Serpentinite indifférenciée.

Le site E-4 est situé à l'aplomb de la bordure sud d'une vaste lentille de serpentinite intercalée dans les formations sédimentaires du Crétacé supérieur.

Ce site ainsi que les sites E-5 , E-6 et probablement E-2 correspondent à une unité serpentineuse unique de 15ha qui englobe également une vaste enclave carbonatée éocène (5 ha) et un corps grenue indifférencié de 4,5ha (gabbro, diorite). Les relations entre ces différentes formations géologiques ne sont pas toutes comprises.

La serpentinite, antigorite principalement, présente une lithologie feuilletée suivant une direction N100 subverticale. Le contact avec les formations crétacées visible en bordure nord du site, suit une direction similaire.

Les formations sédimentaires crétacées au Nord présentent un pendage N105 58S.

Aucune terre blanche n'a été observée.

Altération : Ensemble peu à moyennement altéré.

Contexte structurale :

➤ **Echantillons prélevés** :

- **SA 1-1** : Serpentinite feuilletée prélevée au niveau du contact nord ;
- **SA 1-2** : Antigorite altérée ;
- **SA 1-3** : Produit vert clair magnésien indéterminé prélevé dans l'encaissant crétacé à 10m du contact (trémolite ?).

➤ **Analyses :**

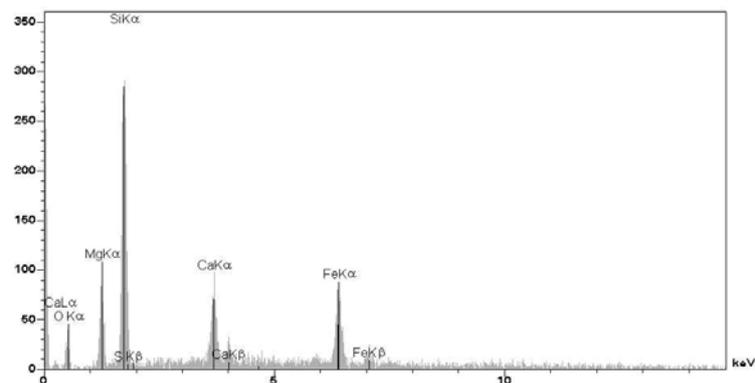
	Echantillons		
	SA 1-1	SA 1-2	SA 1-3
MOLP	√	√	√
MOCP			
MEB/EDS		√	
META			
DRX			

SA 1-1 :

- MOLP (analyse SGNC) : 100% de petits grains verdâtres homogènes, d=5µm. Pas de fibres.

SA 1-2 :

- MOLP (analyse BRGM): Débris de roche orientée gris olivâtre à blanc avec texture fibreuse interne nettement visible. Nature des fibres : Trémolite lamellaire et fibreuse présente.
- MOLP (analyse SGNC) : 80% de grains de taille hétérogène, compris entre 5 et 200µm. 20% de fibres, 2 populations : de grande taille L150µm, l 3µm, plus petite L 30µm, l 2µm.
- MEB/EDS (analyse BRGM) : Trémolite-actinolite.



Spectre EDS d'analyse globale d'une gerbe de trémolite-actinolite

SA 1-3 :

- MOLP (analyse BRGM): Blocs blanc verdâtre non fibreux, orientés à taches rouille sans fibres apparentes. Nature des fibres : Pas de fibres. Pas d'amiante visible.
- MOLP (analyse SGNC) : 50% de petits grains verts homogènes, d=5µm. 50% de grains plus grossiers, d=15-50µm. Pas de fibres.

➤ **Conclusions des analyses :**

L'antigorite altérée est en fait de la trémolite. Le produit vert et la serpentinite ne contiennent pas de fibres.

➤ **Risque sanitaire :**

Risque sanitaire : faible

Le risque sanitaire est faible pour plusieurs raisons :

- La carrière ne semble plus exploitée ;
- L'absence de zone de vie à proximité ;
- Couvert végétal important sur le fond de carrière et les différents niveaux (80%).

➤ **Préconisations de réhabilitation :**

Les actions de réhabilitation suivantes doivent être entreprises :

- La fermeture de l'accès à la carrière ;
- La mise en place d'une signalétique ;
- Stabilisation du masque par un merlon pied de talus (enrochement, gabion)
- La mise en place d'un masque en terre ou matériau inerte (sable de rivière) ;
- Une végétalisation pour stabiliser le masque.

Stabilisation du masque (gabion, enrochement) : 50 m²

Estimation des coûts (F CFP) : 2 000 000.

Masque en terre ou recouvrement par matériaux inertes : 300 m²

Estimation des coûts (F CFP) : 1 800 000.

Végétalisation : 300 m²

Estimation des coûts (F CFP) : 600 000.

Total des coûts (F CFP) : 4 400 000.

Pour diminuer les coûts, un recouvrement des zones ponctuelles amiantifères peut être envisagé.

5.5.5 Site E-5

➤ **Localisation**

Tribu : Nindiah

Coordonnées (Lambert RGNC) X: 356 788 Y: 321 775

Accès : Depuis la RT3, au centre de la tribu de Nindiah, prendre la piste qui se dirige au Sud vers le cimetière qui surplombe la tribu. Suivre la piste sur environ 1000m puis emprunter une piste discrète herbeuse qui part vers l'Ouest. Le site est situé en bout de piste, à environ 200m de l'intersection avec la piste principale

➤ **Aperçu**



Figure 29 : Aperçu du site E-5

➤ **Description**

Extension :

- Hauteur : 4 niveaux de 1 à 2m
- Longueur : 50m - Largeur : 30m

Type d'aménagement : Ancienne carrière d'emprunt de matériaux.

Couvert végétal : 30 % des différents niveaux d'extraction. Les fronts de taille ne sont pas végétalisés.

Observations : La zone est située dans un environnement relativement ouvert et soumis aux vents.

➤ **Données géologiques**

Unité : Serpentinite indifférenciée.

Comme vu précédemment (cf. E-4), les sites E-4, E-5 et E-6 correspondent à une unité serpentineuse unique de 15ha.

La serpentinite de la carrière est dominée par l'antigorite qui apparaît légèrement plus altérée en partie basse de la carrière alors qu'elle est relativement saine en partie supérieure. Quelques nodules de lizardite sont présents.

Une brèche de faille siliceuse (boxwork) est située est partie supérieure de la carrière.

Aucune terre blanche n'a été observée.

Altération : Ensemble peu altéré.

Contexte structurale : Direction principale : N110 40N

➤ **Echantillons prélevés** :

- **NI 20-1** : Antigorite saine ;
- **NI 20-2** : Antigorite altérée, prélevée à proximité du contact avec l'encaissant crétaqué.

➤ **Analyses:**

	Echantillons	
	NI 20-1	NI 20-2
MOLP	√	√
MOCP		
MEB/EDS		√
META		
DRX		

NI 20-1 :

- MOLP (analyse SGNC) : 100% de grains parfois allongés, mais pas de fibre, légèrement esquilleux. d=1-100µm.

NI 20-2 :

- MOLP (analyse BRGM): Poudre crème à points rouille avec grains phylliteux et texture localement fibreuse. Nature des fibres : Serpentine localement fibreuse, type antigorite.
- MOLP (analyse SGNC) : 100% de petits grains verdâtres, d=1-2µm, pas de fibres.
- MEB/EDS (analyse BRGM) : Serpentine localement fibreuse : Si > Mg ε Al, Fe.

➤ **Conclusions des analyses:**

Présence d'antigorite fibreuse dans l'échantillon prélevé à proximité du contact avec l'encaissant créacé.

➤ **Risque sanitaire :**

Risque sanitaire : faible

Le risque sanitaire est faible pour plusieurs raisons :

- La carrière ne semble plus exploitée ;
- L'absence de zone de vie à proximité ;
- Les échantillons d'antigorite ne sont pas tous fibreux.

Il ne faut pas négliger le risque car les fronts de taille ne sont pas végétalisés et la zone est soumise aux vents.

➤ **Préconisations de réhabilitation :**

Les actions de réhabilitation suivantes doivent être entreprises :

- La fermeture de l'accès à la carrière ;
- La mise en place d'une signalétique ;
- La mise en place d'un masque en terre ou matériau inerte (sable de rivière) ;

- Une végétalisation pour stabiliser le masque.

Masque en terre ou recouvrement par matériaux inertes : 1500 m²
Estimation des coûts (F CFP) : 9 000 000.

Végétalisation : 1500 m²
Estimation des coûts (F CFP) : 3 000 000.

Total des coûts (F CFP) : 12 000 000.

Pour diminuer les coûts, un recouvrement des zones ponctuelles amiantifères peut être envisagé; exemple du contact entre la serpentine et le crétacé.

5.5.6 Site E-6

➤ **Localisation**

Tribu : Nindiah

Coordonnées (Lambert RGNC) X: 356 936 Y: 321 694

Accès : Depuis la RT3, au centre de la tribu de Nindiah, prendre la piste qui se dirige au Sud vers le cimetière qui surplombe la tribu. suivre la piste sur environ 1000m, l'affleurement est situé en bordure de piste, sur la gauche (Est).

➤ **Aperçu**



Figure 30 : Aperçu du site E-6

➤ **Description**

Extension :

- Hauteur : 2m
- Longueur : 15m

Type d'aménagement : Talus de piste.

Couvert végétal : 70 %

Observations : Rien à signaler.

➤ **Données géologiques**

Unité : Serpentinite indifférenciée.

Comme vu précédemment (cf. E-4), les sites E-4, E-5 et E-6 correspondent à une unité serpentineuse unique de 15ha.

La serpentinite est altérée et est composée de lizardite massive et d'antigorite à débit feuilleté.

Aucune terre blanche n'a été observée.

Altération : Ensemble moyennement à fortement altéré.

➤ **Echantillons prélevés** :

- **SA 2-1** : Antigorite altérée.

➤ **Analyses :**

Pas d'analyses.

➤ **Risque sanitaire :**

Risque sanitaire : faible

L'absence de zone de vie, le couvert végétal et l'absence de terre blanche induisent un risque très faible.

5.5.7 Site E-7

➤ **Localisation**

Tribu : Nindiah

Coordonnées (Lambert RGNC) X: 356 931 Y: 321 846

Accès : Depuis la RT3, au centre de la tribu de Nindiah, prendre la piste qui se dirige au Sud vers le cimetière qui surplombe la tribu. Suivre la piste sur environ 850m, le site est situé en bordure de piste sur la gauche (Est).

➤ **Aperçu**



Figure 31 : Aperçu du site E-7

➤ **Description**

Extension :

- Hauteur : 2m
- Longueur : 80m
-

Type d'aménagement : Talus de route.

Couvert végétal : 70%

Observations : Rien à signaler.

➤ **Données géologiques**

Unité : Serpentinite indifférenciée. Le site correspond à la partie Ouest de la vaste lentille de serpentinite intercalée dans la formation sédimentaire du Crétacé supérieur observée sur le site E-3.

Au niveau du site E-7, un ensemble basaltique, attribué à la Nappe des basaltes de Poya, est associé à la serpentinite. Cette unité basaltique englobe la serpentinite et assure le contact avec les formations sédimentaires encaissantes au nord et au sud de la lentille (cf. carte géologique). A noter que la forte structuration de l'ensemble est soulignée par la présence d'une enclave (500m²), issue du Crétacé supérieur, au centre de la lentille de basaltes et de serpentinite

Le serpentinite est constituée d'antigorite avec des nodules de lizardite.

Au centre de la lentille, à proximité du contact avec la vaste enclave sédimentaire, des fentes centimétriques sigmoïdes à remplissage trémolitique (roche translucide, tendre, éclat mat, aspect savonneux - détermination à confirmer) sont présentes.

Les formations crétacés sont marquées par de nombreuses petites failles à remplissage de quartz translucide bien cristallisé.

Altération : Ensemble moyennement altéré.

Contexte structurale : N80 subvertical

➤ **Echantillons prélevés** :

- **NI 21** : Trémolite (détermination à confirmer).

➤ **Analyses :**

	Echantillon
	NI 21
MOLP	√
MOCP	
MEB/EDS	
META	
DRX	

NI 21 :

- MOLP (analyse SGNC) : 100% de petits grains verdâtres homogènes, d=5-25µm.
Pas de fibres.

➤ **Conclusions :**

Pas de fibres. L'échantillon n'est pas de la trémolite.

➤ **Risque sanitaire :**

Risque sanitaire : faible

Le risque sanitaire est très faible du fait de l'absence de fibres et de l'absence de zone de vie à proximité de l'affleurement. De plus, le couvert végétal est important (~70%).

5.5.8 Site E-8

➤ Localisation

Tribu : Nindiah

Coordonnées (Lambert RGNC) X: 356 150 Y: 322 180

Accès : Depuis la RT3, à la sortie de Nindiah en direction de Bourail, avant le pont de Wâ Mèèa, prendre la piste qui part au Sud. Suivre la piste sur environ 220m, le site est situé autour des bâtiments en ruine et proximité de l'ancienne carrière située au bout du chemin.

➤ Aperçu



Figure 32 : Aperçu du site E-8

➤ Description

Extension :

- A proximité des bâtiments : quelques affleurements de quelques m² ;
- Carrière : 100m de long pour une hauteur de 4-5m.

Type d'aménagement : roche sub-affleurante au sol et ancienne carrière.

Couvert végétal : 80%

Observations : La zone n'est plus un lieu de passage ou d'activité humaine marquée.

➤ **Données géologiques**

Unité : Serpentinites indifférenciée et formation sédimentaire crétacé.

Le site correspond à la partie ouest de la vaste lentille de serpentine intercalée dans la formation sédimentaire du Crétacé supérieur observée sur les site E-3 et E-7, elle est ici d'extension latérale beaucoup plus limitée.

La serpentine est peu affleurante au niveau de la carrière. Le contact avec les formations crétacés longe le front de taille et la carrière est uniquement constituée par les formations sédimentaires.

Le serpentine affleure ponctuellement en pied de la carrière et à proximité des bâtiments situés 80m au Nord-ouest.

La serpentine est constituée d'antigorite peu ou pas altérée. La structure de la roche est feuilletée avec des nodules de lizardite.

A noter qu'une enclave de roche fortement serpentinisée (péridotite ?) présente des filonnets millimétrique de chrysotile.

Altération : Ensemble peu altéré.

Contexte structurale : N110 65N (fracturation des formations crétacé)

➤ **Echantillons prélevés** :

- **TD 63-1** : Antigorite peu ou pas altérée ;
- **TD 63-2** : Enclave serpentinisée à filonnets de chrysotile.

➤ **Analyses :**

	Echantillons	
	TD 63-1	TD 63-2
MOLP	√	
MOCP		
MEB/EDS	√	
META		
DRX		

TD 63-1:

- MOLP (analyse BRGM): Débris de roche vert sombre avec quelques éclats olivâtres, sans fibres apparentes. Nature des fibres : Serpentine présente, localement lamellaire.
- MOLP (analyse SGNC) : Minéraux squelettiques >100µm qui se fragmentent en petites lattes. Quelques esquilles allongées 30*5µm. Quelques aiguilles droites 50*5µm.
- MEB/EDS (analyse BRGM) : serpentine localement lamellaire : Si = Mg ε Fe.

➤ **Conclusions :**

Présence de serpentine lamellaire. Pas de fibres apparentes.

➤ **Risque sanitaire :**

Risque sanitaire : faible

Le risque sanitaire est faible pour plusieurs raisons :

- L'absence de passage et d'activité humaine marquée ;
- Couvert végétal important (80%).

Le risque est non négligeable du fait de la présence de chrysotile en filonnets.

➤ **Préconisations de réhabilitation :**

Végétaliser les zones restantes permettrait de réduire le risque.

Végétalisation : ~ 100 m²

Estimation des coûts (F CFP) : 200 000.

Total des coûts (F CFP) : 200 000.

5.6 Zone F : Bwêêarée

Sept sites aménagés ont été retenus sur la zone F de Bwêêarée :

- L'ensemble des sites retenus correspond à des affleurements de lentilles de serpentinite en contact avec l'unité métamorphique de la Boghen ;
- Deux sites correspondent à des carrières pour l'emprunt de matériaux (sites F-3 et F-4) ;
- Trois sites sont situés à proximité d'habitation (sites F-5, F-6 et F-7).

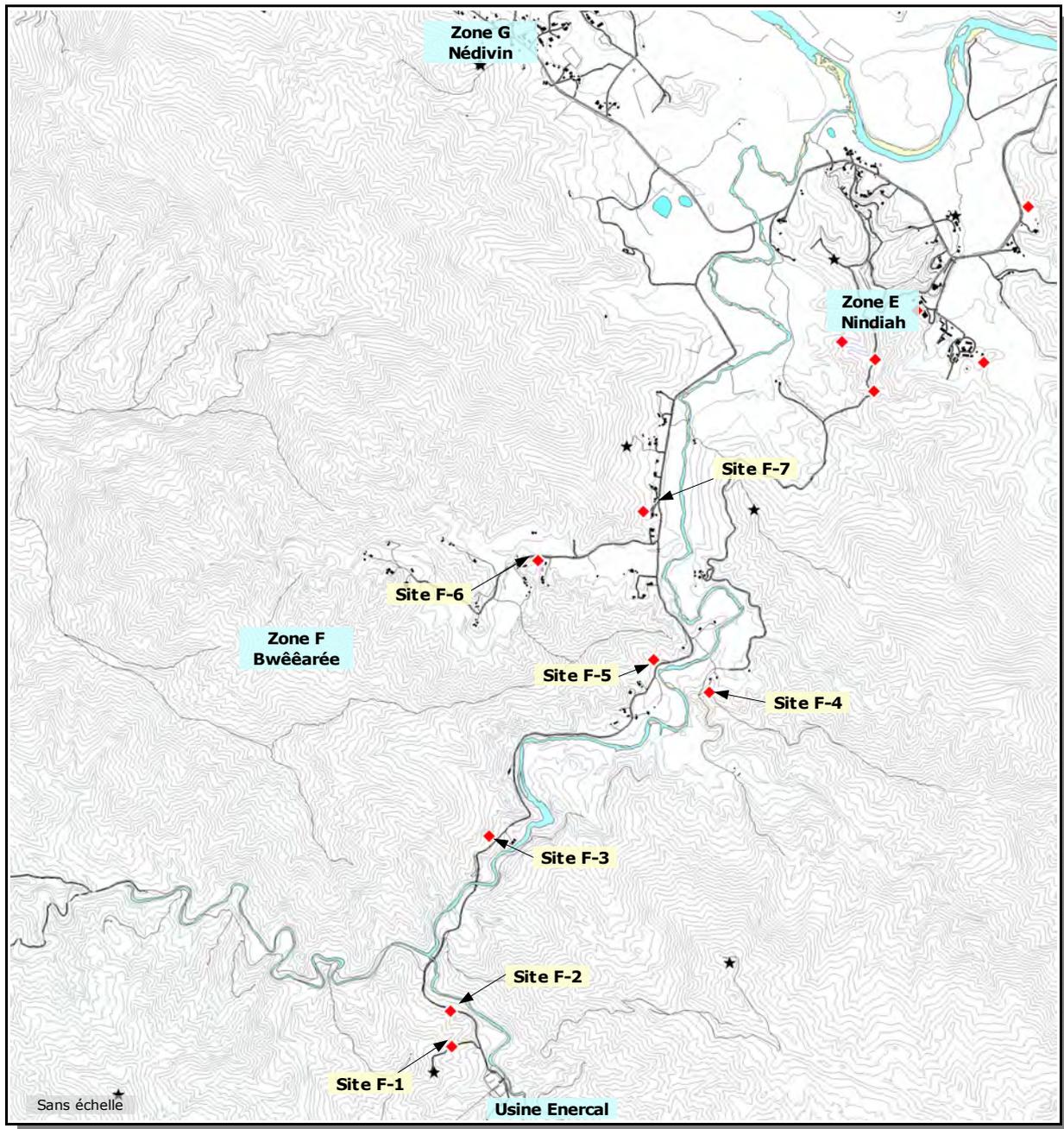


Figure 33 : Localisation des sites aménagés de la zone de Bwêêarée

5.6.1 Site F-1

➤ Localisation

Tribu : Bêearée

Coordonnées (Lambert RGNC) X: 355 038 Y: 318 592

Accès : Sur la RT3 à la sortie de Nindiah, en direction de Bourail, franchir le pont de la Wâ Mèèa et emprunter la piste qui part vers le Sud. Traverser l'ensemble de la tribu de Bêearée, le site est situé, 250m avant l'usine hydroélectrique d'Enercal, en bordure de l'impasse qui mène à un réservoir d'eau (5,1km depuis la RT3).

➤ Aperçu



Figure 34 : Aperçu du site F-1

➤ Description

Extension :

- Hauteur : 1 à 3m
- Longueur : 100m

Type d'aménagement : Talus de route.

Couvert végétal : 15-20% du talus. La surface topographique naturelle amont est recouverte d'un maquis peu dense.

Observations : La couche de forme de la piste est en partie constituée de déblais de serpentinite.

➤ **Données géologiques**

Unité : Serpentinite indifférenciée en contact avec l'unité de la Boghen. A noter que le site F-2 est associé à la même lentille de serpentinite.

La serpentinite présente une structure feuilletée dominée par l'antigorite (altérée en surface). La zone de contact avec l'unité de la Boghen est marquée par une zone fortement mylonitisée.

L'unité de la boghen présente un faciès micaschiteux fortement altéré. La structuration interne de la roche est intense (présence de kinks et de lits de quartz boudinés).

Des petits agrégats de terres blanches sont présents dans la partie supérieure du profil pédogénétique, à proximité de la zone de contact serpentinite / unité de la Boghen.

Contexte structurale : Direction principale : N125 50S

➤ **Echantillons prélevés** :

- **PLW 25** : Antigorites altérée ;
- **TD 12** : Terres blanches.

➤ **Analyses :**

	Echantillons	
	PLW 25	TD 12
MOLP		√
MOCP		
MEB/EDS		√
META		
DRX		

TD 12:

- MOLP (analyse BRGM): Débris bruns à blanc laiteux avec agrégats minéraux type « mortier » ou brèche à grain fin et roche serpentinisée avec nombreux débris végétaux et fibres minérales présentes. Nature des fibres : Trémolite fibreuse présente. Fibres végétales présentes.
- MOLP (analyse SGNC) : 100% de toutes petites fibres, L=5-10µm, l<0,5µm. Quelques grains, d=20µm.
- MEB/EDS (analyse BRGM) : Trémolite.

➤ **Conclusions des analyses :**

Terres blanches constituées en grande majorité de trémolite.

➤ **Risque sanitaire :**

*Risque sanitaire : **modéré***

La présence avérée de trémolite induit un risque sanitaire important mais le fait que cette piste constitue une impasse jusqu'à un réservoir d'eau, nous indique que le passage est peu emprunté.

➤ **Préconisations de réhabilitation :**

Les actions de réhabilitation suivantes doivent être entreprises :

- La mise en place d'un masque en terre ou matériau inerte (sable de rivière) sur l'affleurement ;
- Une végétalisation pour stabiliser le masque ;
- L'information et la sensibilisation des riverains allant au réservoir.

Masque en terre ou recouvrement par matériaux inertes : 200 m²

Estimation des coûts (F CFP) : 1 200 000.

Végétalisation : 200 m²

Estimation des coûts (F CFP) : 800 000.

Total des coûts (F CFP) : 2 000 000.

Pour diminuer les coûts, un recouvrement des zones ponctuelles amiantifères peut être envisagé.

5.6.2 Site F-2

➤ Localisation

Tribu : Bêêarée

Coordonnées (Lambert RGNC) X: 355 038 Y: 318 592

Accès : Sur la RT3 à la sortie de Nindiah, en direction de Bourail, franchir le pont de la Wâ Mèèa et emprunter la piste qui part vers le Sud. Traverser l'ensemble de la tribu de Bêêarée, le site est situé à 4,8km de l'intersection avec la RT3, en bordure droite (Ouest) de la piste.

➤ Aperçu



Figure 35 : Aperçu du site F-2

➤ Description

Extension :

- Hauteur : 1 à 2m
- Longueur : 10 à 20m

Type d'aménagement : Talus de route.

Couvert végétal : 70 à 80%

Observations : Rien à signaler.

➤ **Données géologiques**

Unité : Serpentinite indifférenciée en contact avec l'unité de la Boghen. A noter que le site F-1 est associé à la même lentille de serpentinite.

L'extension de la serpentinite est relativement limitée (pincement de la lentille ?). Elle est principalement constituée d'antigorite.

Altération : Ensemble moyennement altéré.

Contexte structurale : La direction principale reste conforme aux directions relevées en F-1, le pendage est en revanche moins pentu : N120 20SW.

➤ **Echantillons prélevés** :

- **TD 13** : Composite de la surface de la serpentinite

➤ **Analyses :**

	Echantillon
	TD 13
MOLP	√
MOCP	
MEB/EDS	√
META	
DRX	

TD 13 :

- MOLP (analyse BRGM): Particules brun rouille à nombreux débris et fibres végétales disséminées. Pas de fibres minérales visibles. Nature des fibres : Fibres végétales présentes. Pas d'amiante visible.
- MOLP (analyse SGNC) : 100% de grains fins et petits, $d=5\mu\text{m}$, de couleur verdâtres, parfois en agrégat. Pas de fibres.
- MEB/EDS (analyse BRGM) : $\text{Si} = \text{Al}$ ou $> \text{Al} \varepsilon \text{K}$, Fe. Pas de fibres.

➤ **Conclusions :**

Pas de fibres.

➤ **Risque sanitaire :**

Risque sanitaire : faible

Le risque sanitaire est faible pour plusieurs raisons :

- L'ensemble est moyennement altéré ;
- L'absence de zone de vie à proximité ;
- L'échantillon prélevé n'est pas fibreux ;
- Le couvert végétal est important.

➤ **Préconisations de réhabilitation :**

La mise en place d'un masque en matériau inerte et de sa stabilisation par végétalisation peuvent être envisagées pour diminuer le risque.

Masque en terre ou recouvrement par matériaux inertes : 8 m²
Estimation des coûts (F CFP) : 48 000.

Végétalisation : 8 m²
Estimation des coûts (F CFP) : 16 000.

Total des coûts (F CFP) : 64 000.

5.6.3 Site F-3

➤ Localisation

Tribu : Bêêarée

Coordonnées (Lambert RGNC) X: 355 038 Y: 318 592

Accès : Sur la RT3, à la sortie de Nindiah en direction de Bourail, franchir le pont de la Wâ Mèèa et emprunter la piste qui part vers le Sud. Traverser l'ensemble de la tribu de Bêêarée, à 3,9km de l'intersection avec la RT3, une petite piste à droite permet d'accéder au site qui est situé légèrement en retrait de la piste principale.

➤ Aperçu



Figure 36 : Aperçu du site F-3

➤ Description

Extension :

- Longueur : 90m
- Largeur : 30m

Type d'aménagement : carrière pour l'emprunt de matériaux.

Couvert végétal : 10-20%, végétation de bois de fer clairsemée sur l'ensemble de la carrière.

Observations : La morphologie de la carrière atteste que l'exploitation de la serpentinite a été réalisée par raclage de la surface topographique à l'aide d'un engin de type bouteur. La carrière ne semble plus exploitée.

➤ **Données géologiques**

Unité : Vaste lentille (54ha) de serpentinite indifférenciée en contact avec l'unité de la Boghen. Le site est situé en partie centrale de la lentille et l'unité de la Boghen n'est pas affleurante au niveau la carrière.

La serpentinite est constituée d'antigorite et présente une structure feuilletée.

De très nombreuses enclaves de roche grenue indifférenciée parsèment l'ensemble de la carrière. La roche est fine, de couleur grise, légèrement bleutée, plus ou moins serpentinisée dans la masse, avec une auréole de lizardite massive qui encroûte les différents noyaux.

A 110m au nord de l'entrée de la carrière, en bordure de la route principale et à proximité immédiate du contact avec l'unité de la Boghen, des agrégats de terres blanches ont été récupérés dans le sol et sur la couche de forme de la piste.

Altération : Roche pas ou peu altérée

Contexte structurale : Direction principale : N70-110 55SE

➤ **Echantillons prélevés** :

- **TD 18** : Antigorite altérées;
- **PLW 32-1** : Antigorite altérée ;
- **PLW 32-2** : Roche grenue indifférenciée ;
- **TD 19-1** : Terres blanches en bordure et sur la piste principale (110m au Nord) ;
- **TD 19-2** : Serpentinite altérée en bordure de la piste principale (110m au Nord).

➤ **Analyses :**

	Echantillons			
	TD 18	PLW 32-1	PLW 32-2	TD 19-1
MOLP	√			√
MOCP				
MEB/EDS	√			
META				
DRX				

	Echantillons	
	TD 19-2	TD 19-3
MOLP	√	√
MOCP		
MEB/EDS	√	√
META		√
DRX		

TD 18:

- MOLP (analyse BRGM): Débris de roche olivâtre serpentinisée avec fibres localement apparentes. Nature des fibres : Serpentine fibreuse abondante.
- MOLP (analyse SGNC) : 75% de grains $d=5\mu\text{m}$. 25% de fibres assez petites, $L=10\text{-}20\mu\text{m}$, $l=1\text{-}2\mu\text{m}$, parfois esquilleux.
- MEB/EDS (analyse BRGM) : Serpentine : Si = Mg ε Fe.

TD 19-1 :

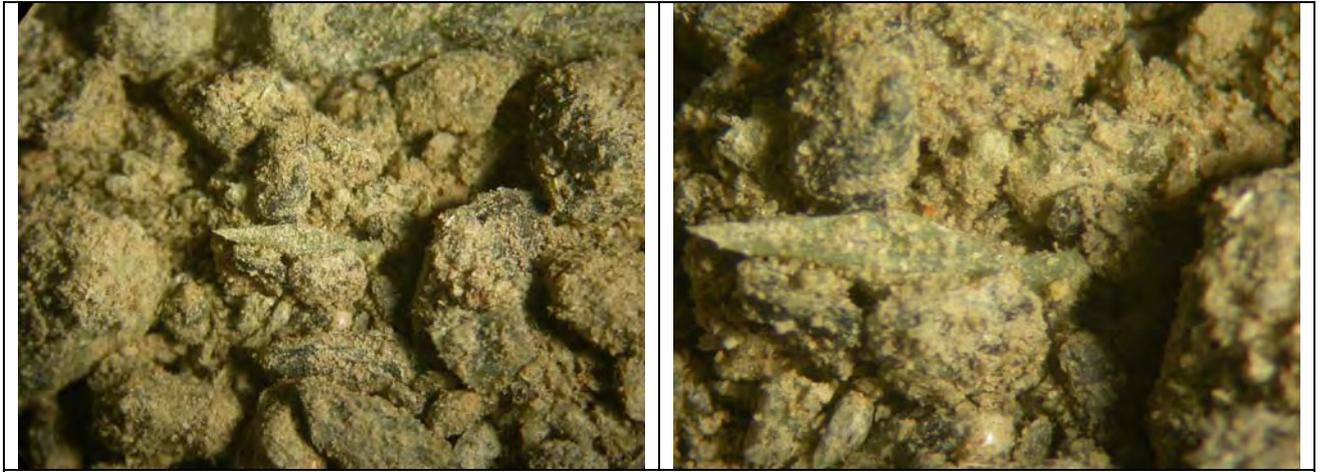
- MOLP (analyse BRGM): Blocs et débris gris blanc laiteux à nombreuses microfibrilles et traces de fibres végétales. Nature des fibres : Trémolite abondante. Serpentine fibreuse en traces. Fibres végétales présentes.
- MOLP (analyse SGNC) : 100% de fibres très homogènes, translucides. $L=20\text{-}30\mu\text{m}$, $l=1\mu\text{m}$.

TD 19-2:

- MOLP (analyse BRGM): Débris de roche orientée blanc crème avec nombreuses fibres et débris végétaux. Nature des fibres : Serpentine fibreuse présente (antigorite probable).
- MOLP (analyse SGNC) : 90% de gros grains (jusqu'à $200\mu\text{m}$) texture feuilletée, avec des copaux qui se détachent, de teinte verdâtre, $d\text{ moy}=50\mu\text{m}$. 10% de fibres isolées, $L\text{ max}=80\mu\text{m}$.
- MEB/EDS (analyse BRGM) : Serpentine lamellaire.

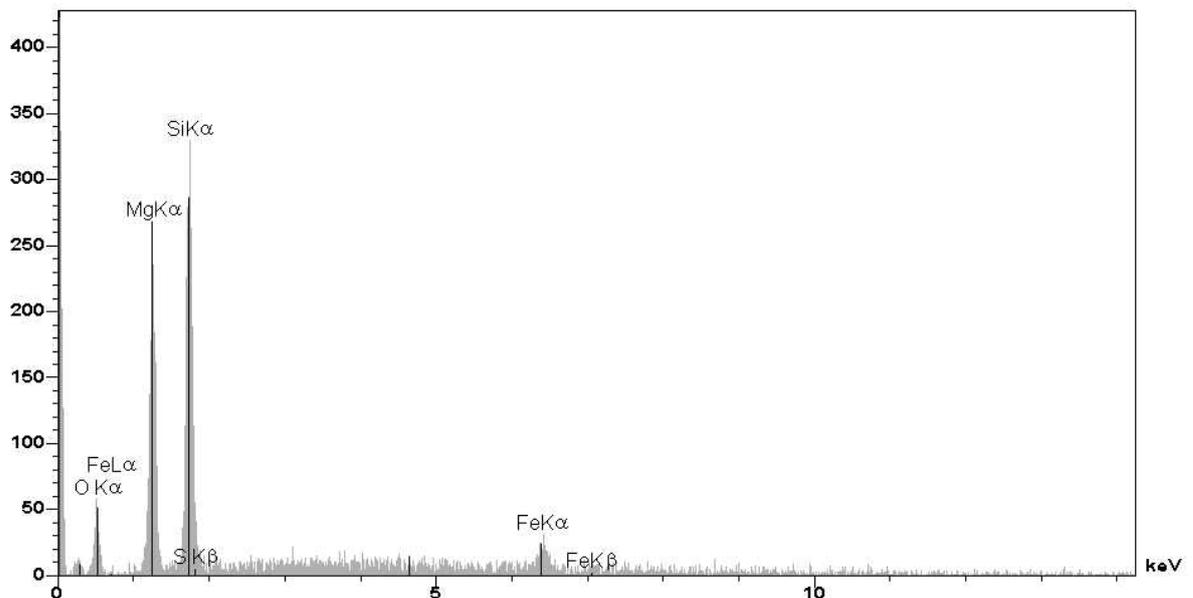
TD 19-3:

- MOLF (analyse BRGM): Granulat avec débris pluricentimétriques de roches vertes, poudre gris vert également riche en morceaux de roche serpentinisée à faciès fibreux parfois nettement visible. Pas de fibres longues mais assez nombreuses fibres courtes dans les grains.



Vue globale de l'échantillon, zoom à droite

- MEB/EDS (analyse BRGM) : Serpentine rarement fibreuse dont traces de chrysotile à confirmer par META.



Spectre EDS d'analyse globale d'une gerbe de fibres serpentine.

- META (analyse BRGM) : Serpentine.

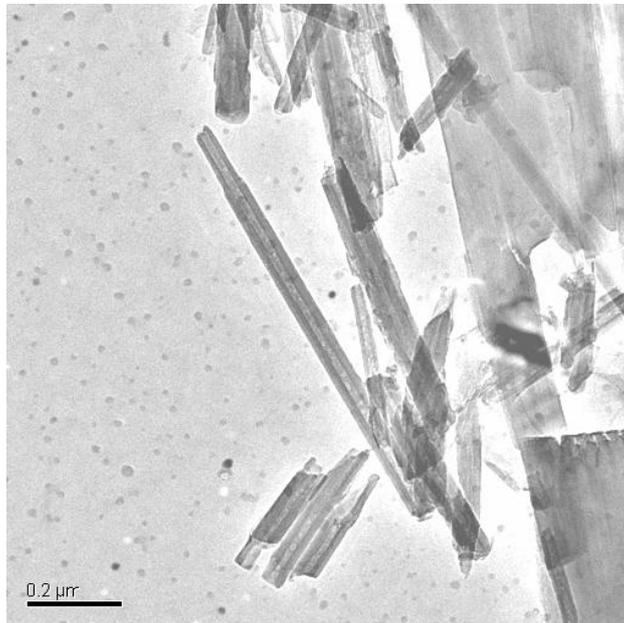


Image META : fibres à canal central irrégulier : serpentine

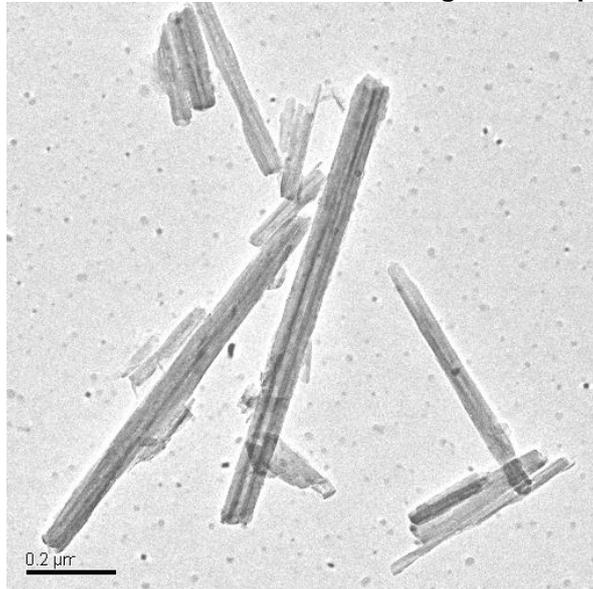
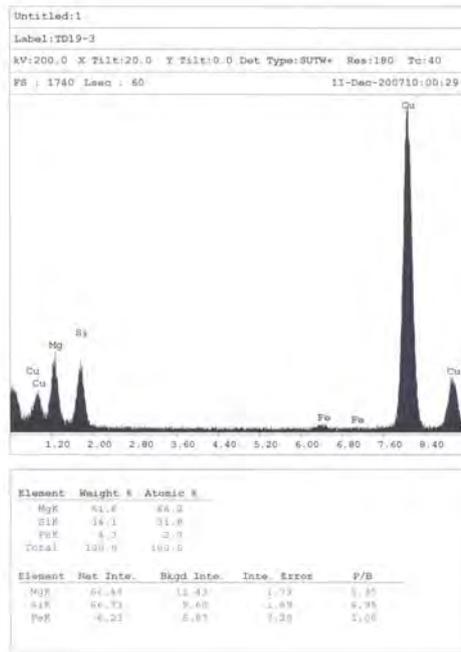


Image META : serpentine fibreuse



Comptage META : serpentine.

➤ Conclusions des analyses:

Présence d'antigorite fibreuse dans les échantillons d'antigorite altérée. La trémolite est abondante dans les terres blanches (chrysotile probable aussi au sein de ce faciès).

➤ Risque sanitaire :

Risque sanitaire : modéré

Le risque sanitaire est modéré du fait de la présence avérée d'antigorite fibreuse et de trémolite. De plus, le couvert végétal est faible. La carrière étant fermée et les zones de vie éloignées, le risque n'est pas considéré comme élevé.

➤ Préconisations de réhabilitation :

Les actions de réhabilitation suivantes doivent être entreprises :

- La fermeture de l'accès à la carrière ;
- La mise en place d'une signalétique ;
- La mise en place d'un masque en terre ou matériau inerte (sable de rivière) pour la plateforme ;
- Une végétalisation pour stabiliser le masque.

Masque en terre ou recouvrement par matériaux inertes : 2400 m²
Estimation des coûts (F CFP) : 14 400 000.

Végétalisation : 2400 m²
Estimation des coûts (F CFP) : 4 800 000.

Total des coûts (F CFP) : 19 200 000.

Pour diminuer les coûts, un recouvrement des zones ponctuelles amiantifères peut être envisagé.

5.6.4 Site F-4

➤ **Localisation**

Tribu : Bêearée

Coordonnées (Lambert RGNC) X: 356 192 Y: 320 191

Accès : Depuis la RT3, au centre de la tribu de Nindiah, prendre la piste qui se dirige au Sud vers le cimetière qui surplombe la tribu. Suivre la piste sur environ 3,4km, le site est situé en bordure de piste sur la gauche (Est).

➤ **Aperçu**



Figure 37 : Aperçu du site F-4

➤ **Description**

Extension :

- Longueur : 50m
- Largeur : 30m

Type d'aménagement : Carrière pour l'emprunt de matériaux.

Couvert végétal : 10%, végétation de bois de fer clairsemée.

Observations : Deux petits stocks de serpentinite sont disponibles en bordure de front de taille (10 et 3m³). La carrière ne semble plus exploitée.

➤ **Données géologiques**

Unité : Serpentinite indifférenciée. Le site est situé à l'aplomb d'une lentille de serpentinite incluse dans l'unité métamorphique de la Boghen. Sa largeur est limitée à environ 40m et elle s'étire suivant une direction N130. Les sites F-4 et F-5 recoupent ce même objet au Nord-ouest.

La serpentinite est relativement massive, constituée d'antigorite et de lizardite.

50m au sud-ouest de la carrière, à proximité du contact avec l'unité de la Boghen, des agrégats de terres blanches ont été observés dans l'horizon pédogénétique supérieur. Dans les niveaux sous-jacents, des fentes centimétriques à remplissage de trémolite (roche translucide, tendre, éclat mat, aspect savonneux - détermination à confirmer) sont également présents.

400m au Sud-est, sur le contact avec l'unité de la Boghen, on retrouve des produits indéterminés de couleur blanc et au touché onctueux (terres blanches ?).

Altération : Roche pas ou peu altérée

Contexte structurale : Direction principale : N110

➤ **Echantillons prélevés** :

- **Ni 15** : Composite de serpentinite prélevée sur le front de taille de la carrière ;
- **Ni 16-1** : Trémolite (?) sur le contact sud-ouest ;
- **Ni 16-2** : Terres blanches sur le contact sud-ouest ;
- **Ni 13b** : Terres blanches sur le contact sud-est.

➤ **Analyses :**

	Echantillons			
	NI 15	NI 16-1	NI 16-2	NI 13b
MOLP	√		√	
MOCP				
MEB/EDS	√		√	
META				
DRX				

NI 15:

- MOLP (analyse BRGM): Débris de roche serpentinisée avec grains rouille, traces de phyllites et nombreux grains à texture fibreuse. Nature des fibres : Serpentine fibreuse présente, antigorite probable.
- MOLP (analyse SGNC) : Grains hétérogènes, jusqu'à 100µm, moy 20µm. 2-3% de fibres esquilleuses de différentes tailles, moy : L 50µm, l 10µm.
- MEB/EDS (analyse BRGM) : Serpentine : Si = Mg >>> O & Fe.

NI 16-2 :

- MOLP (analyse BRGM): Débris de roche ou sol blanc laiteux, soyeux, avec punctuations sombres et nombreux débris végétaux. Nature des fibres : Très nombreuses microfibrilles de trémolite.
- MOLP (analyse SGNC) : 100% de fibres très fines, L=10-20µm, l=0,5-1µm.
- MEB/EDS (analyse BRGM) : Trémolite.

➤ **Conclusions des analyses :**

Présence d'antigorite fibreuse dans la serpentinite et de trémolite dans les terres blanches.

➤ **Risque sanitaire :**

*Risque sanitaire : **modéré***

Le risque sanitaire est modéré du fait de la présence avérée d'antigorite fibreuse et de trémolite. De plus, le couvert végétal est faible. La carrière étant fermée et les zones de vie éloignées, le risque n'est pas considéré comme élevé.

➤ **Préconisations de réhabilitation :**

Les actions de réhabilitation suivantes doivent être entreprises :

- La fermeture de l'accès à la carrière ;

- La mise en place d'une signalétique ;
- Stabilisation du masque par un merlon pied de talus (enrochement, gabion)
- La mise en place d'un masque en terre ou matériau inerte (sable de rivière) ;
- Une végétalisation pour stabiliser le masque.

Stabilisation du masque (gabion, enrochement) : 50 m²

Estimation des coûts (F CFP) : 2 000 000.

Masque en terre ou recouvrement par matériaux inertes : 1400 m²

Estimation des coûts (F CFP) : 8 400 000.

Végétalisation : 1400 m²

Estimation des coûts (F CFP) : 2 800 000.

Total des coûts (F CFP) : 13 200 000.

Pour diminuer les coûts, un recouvrement des zones ponctuelles amiantifères peut être envisagé.

5.6.5 Site F-5

➤ Localisation

Tribu : Bêêarée

Coordonnées (Lambert RGNC) X: 355 943 Y: 320 339

Accès : Sur la RT3, à la sortie de Nindiah en direction de Bourail, franchir le pont de la Wâ Mèèa et emprunter la piste qui part vers le Sud. Le site est localisé au milieu de la tribu de Bêêarée sur la piste principale, à environ 2,5km de l'intersection avec la RT3, derrière une maison commune de la tribu.

➤ Aperçu



Figure 38 : Aperçu du site F-5

➤ Description

Extension :

- Longueur : 25m
- Huateur : 5m

Type d'aménagement : Talus de terrassement bien verticalisé – proximité immédiate d'une habitation

Couvert végétal : 10%

Observations : Présence d'éboulis en pied de talus (particules millimétriques à décimétriques) et proximité immédiate d'une zone de vie (maison commune).

➤ **Données géologiques**

Unité : Serpentinite indifférenciée. Le site est situé à l'aplomb d'une lentille de serpentinite incluse dans l'unité métamorphique de la Boghen. Sa largeur est limitée à environ 40m et elle s'étire suivant une direction N130. Les sites F-3 et F-5 recourent ce même objet au Nord-ouest.

La serpentinite est relativement massive et cohérente, constituée d'antigorite et de lizardite de couleur verdâtre à noir. La structure de la roche est schisteuse et englobe des nodules plus massifs. La cassure est lisse et brillante.

L'unité de la Boghen est situé à proximité, aucun faciès type terre blanche n'a été observé à proximité du contact.

Altération : Roche pas ou peu altérée

Contexte structurale : La schistosité de la roche est orientée N110 55N.

➤ **Echantillons prélevés** :

- **TD 23** : Antigorite peu altérée ;
- **PLW 48** : Faciès d'altération gris-clair à reflet ocre, touché onctueux, issu de l'unité de la Boghen - prélevé au nord de l'affleurement.

➤ **Analyses :**

Pas d'analyses.

➤ **Risque sanitaire :**

*Risque sanitaire : **modéré***

La présence de fibres ou de terres blanches n'étant pas avérés le risque sanitaire induit est modéré. Signalons la présence d'une zone de vie (maison commune).

➤ **Préconisations de réhabilitation :**

Les actions de réhabilitation suivantes doivent être entreprises :

- Stabilisation du masque par un merlon pied de talus (enrochement, gabion)
- La mise en place d'un masque en terre ou matériau inerte (sable de rivière) ;
- Une végétalisation pour stabiliser le masque ;
- L'information et la sensibilisation des habitants.

Stabilisation du masque (gabion, enrochement) : 25 m²

Estimation des coûts (F CFP) : 1 000 000.

Masque en terre ou recouvrement par matériaux inertes : 125 m²

Estimation des coûts (F CFP) : 750 000.

Végétalisation : 125 m²

Estimation des coûts (F CFP) : 250 000.

Total des coûts (F CFP) : 2 000 000.

Pour diminuer les coûts, un recouvrement des zones ponctuelles amiantifères peut être envisagé.

5.6.6 Site F-6

➤ Localisation

Tribu : Bêêarée

Coordonnées (Lambert RGNC) X: 355 423 Y: 320 786

Accès : Sur la RT3, à la sortie de Nindiah en direction de Bourail, franchir le pont de la Wâ Mèèa et emprunter la piste qui part vers le Sud. A environ 1,8km de l'intersection avec la RT3, prendre la piste qui part à droite (Ouest) au niveau du petit l'abri de bus. Le site est situé 550m à droite après l'intersection, immédiatement derrière une maison commune de la tribu.

➤ Aperçu



Figure 39 : Aperçu du site F-6

➤ Description

Extension :

- Longueur : 40-50m
- Hauteur : 5m

Type d'aménagement : Talus de terrassement bien verticalisé.

Couvert végétal : Absent.

Observations : Le terrassement est récent et a été réalisé en déblai/remblai ainsi, la vaste plateforme face au talus est entièrement composée des déblais issus du terrassement. L'envol de poussière lié à la circulation de poussière est notable. Proximité immédiate d'une maison commune.

➤ **Données géologiques**

Unité : Serpentinite indifférenciée et unité métamorphique de la Boghen. Le site est situé dans l'alignement de la lentille de serpentinite rencontrée sur les sites F-3 et F-4.

L'extension de la lentille est ici fortement réduite car l'affleurement est localisé au niveau du pincement de l'extrémité Nord-ouest de cette vaste lentille.

La serpentinite se présente sous la forme d'un petit filon d'extension pluri-métrique. La roche est feuilletée et principalement composée d'antigorite altérée.

L'unité de la Boghen montre un faciès micaschisteux marqué par de nombreuses lenticules synschisteuses de quartz. Ponctuellement la roche apparaît peu altérée et présente une lithologie indurée verdâtre (Faciès boghen verte ?).

Au niveau du contact entre les deux unités, on retrouve des fentes sigmoïdes centimétriques à remplissage trémolitique (roche translucide, tendre, éclat mat, aspect savonneux - détermination à confirmer).

Altération : Roche moyennement altérée

Contexte structurale : Direction principale : N110 à N120

➤ **Echantillons prélevés** :

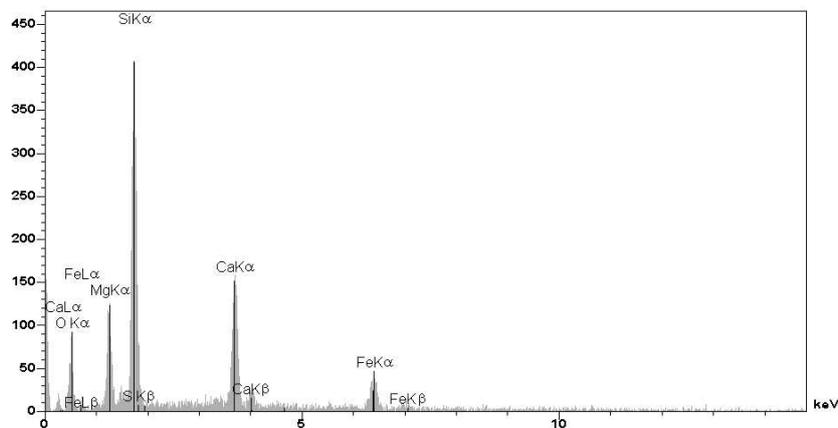
- **TD 36-1** : Niveau d'altération blanchâtre (touché onctueux) prélevé dans l'unité de la Boghen ;
- **TD 36-2** : Antigorite altérée ;
- **TD 36-3** : Trémolite (?) sur contact.

➤ **Analyses :**

	Echantillons		
	TD 36-1	TD 36-2	TD 36-3
MOLP	√		
MOCP			
MEB/EDS	√		
META			
DRX			

TD 36-1 :

- MOLP (analyse BRGM): Poudre et débris de roche blanc laiteux à passées rouille sans fibres apparentes. Nature des fibres : Trémolite fibreuse très fine abondante.
- MOLP (analyse SGNC) : 95% de petits grains verdâtre, d=5-10µm. 5% de fibres, L=20µm, l=1-2µm.
- MEB/EDS (analyse BRGM) : Trémolite très fine.



Spectre EDS d'analyse ponctuelle d'une fibre de trémolite

➤ **Conclusions des analyses :**

Présence de trémolite abondante.

➤ **Risque sanitaire :**

Risque sanitaire : élevé

Le risque sanitaire est élevé pour plusieurs raisons :

- Présence de trémolite abondante ;
- Couvert végétal inexistant ;
- Terrassement récent ;
- Proximité immédiate d'une maison commune.

➤ **Préconisations de réhabilitation :**

Les actions de réhabilitation suivantes doivent être entreprises :

- Stabilisation du masque par un merlon pied de talus (enrochement, gabion)
- La mise en place d'un masque en terre ou matériau inerte (sable de rivière) ;
- Une végétalisation pour stabiliser le masque ;
- L'information et la sensibilisation des utilisateurs de la maison commune.

Stabilisation du masque (gabion, enrochement) : 50 m²

Estimation des coûts (F CFP) : 2 000 000.

Masque en terre ou recouvrement par matériaux inertes : 250 m²

Estimation des coûts (F CFP) : 1 500 000.

Végétalisation : 250 m²

Estimation des coûts (F CFP) : 500 000.

Total des coûts (F CFP) : 4 000 000.

5.6.7 Site F-7

➤ Localisation

Tribu : Bêearée

Coordonnées (Lambert RGNC) X: 355 897 Y: 321 008

Accès : Sur la RT3, à la sortie de Nindiah en direction de Bourail, franchir le pont de la Wâ Mèèa et emprunter la piste qui part vers le Sud. A environ 1,6km de l'intersection avec la RT3, bifurquer à droite (Ouest) au niveau de la piste d'accès aux habitations. Le site est situé 70m plus loin, derrière l'habitation sommitale.

➤ Aperçu



Figure 40 : Aperçu du site F-7

➤ Description

Extension :

- Longueur : 40m
- Hauteur : 2m

Type d'aménagement : Talus de terrassement pour habitation.

Couvert végétal : Seule une partie de l'affleurement est bien végétalisée : 30 à 40%.

Observations : Une habitation est située à proximité immédiate (>5m) du talus non-végétalisé. Le talus est instable et de nombreux déblais parsèment le pied de talus.

➤ **Données géologiques**

Unité : Serpentinite indifférenciée et unité métamorphique de la Boghen. Le site est situé sur la bordure Nord d'une lentille de serpentinite qui s'étire le long du relief nord-ouest dans la formation de la Boghen.

La serpentinite présente un faciès dominant marqué par de l'antigorite altérée.

L'unité de la Boghen montre une lithologie classique micaschiteuse avec ponctuellement des petits kinks. La roche est fortement altérée.

Les zones de contact avec l'encaissant métamorphique sont soulignées par des faciès mylonitiques plus ou moins marqués. A noter la présence d'un niveau noir d'ultra-mylonite de serpentinite à enclaves de Boghen (niveau d'environ 40cm d'épaisseur).

Des lentilles pluri-décimétriques de trémolite (roche translucide, tendre, éclat mat, aspect savonneux - détermination à confirmer) se retrouvent indifféremment au niveau des zones de contact et/ou à proximité des contacts dans l'une ou l'autre des deux formations.

Quelques rares petits agrégats blanchâtres à particules sombres ont été observés dans la partie supérieure du sol.

Altération : Roche fortement altérée.

Contexte structurale : Direction principale suivant N110 à N120, pente Nord de 55° à subverticale.

➤ **Echantillons prélevés** :

- **TD 33-1** : Mylonite d'antigorite altérée ;
- **TD 33-2** : Ultra-mylonite noire de serpentinite ;
- **TD 33-3** : Lentille de trémolite (?) ;
- **TD 33-4** : Micaschiste altéré de l'unité de la Boghen ;
- **TD 33-5** : Terres blanches prélevées dans le sol ;

➤ **Analyses :**

	Echantillons				
	TD 33-1	TD 33-2	TD 33-3	TD 33-4	TD 33-5
MOLP					√
MOCP					
MEB/EDS					
META					
DRX					

TD 33-5 :

- MOLP (analyse SGNC) : 100% de grains, $d=2-10\mu\text{m}$, quelques esquilles (<1%)
 $L=4\mu\text{m}$, $l=1\mu\text{m}$. Pas de fibres.

➤ **Conclusions des analyses :**

Pas de fibres dans les terres blanches.

➤ **Risque sanitaire :**

*Risque sanitaire : **modéré***

La présence de fibres n'étant pas confirmée mais une habitation étant à proximité de l'affleurement, le risque sanitaire induit est modéré.

➤ **Préconisations de réhabilitation :**

Les actions de réhabilitation suivantes doivent être entreprises :

- La mise en place d'un masque en terre ou matériau inerte (sable de rivière) ;
- Une végétalisation pour stabiliser le masque ;
- L'information et la sensibilisation des habitants.

Masque en terre ou recouvrement par matériaux inertes : 80 m²

Estimation des coûts (F CFP) : 480 000.

Végétalisation : 80 m²

Estimation des coûts (F CFP) : 160 000.

Total des coûts (F CFP) : 640 000.

5.7 Zone G : Nédivin

7 sites aménagés ont été retenus sur la zone G de Nédivin :

- 6 des sites retenus correspondent à des affleurements dans une lentille unique de serpentinite pincée entre la formation métamorphique de la Boghen et la formation sédimentaire crétacé (sites G-1 à G-6) ;
- 1 site correspond à une ancienne carrière pour l'emprunt de matériaux (site G-5) ;
- 4 sites sont situés à proximité d'habitations (sites G-3, G-4, G-5 et G-6) et un cinquième dans l'enceinte d'un établissement scolaire (site (G-7).

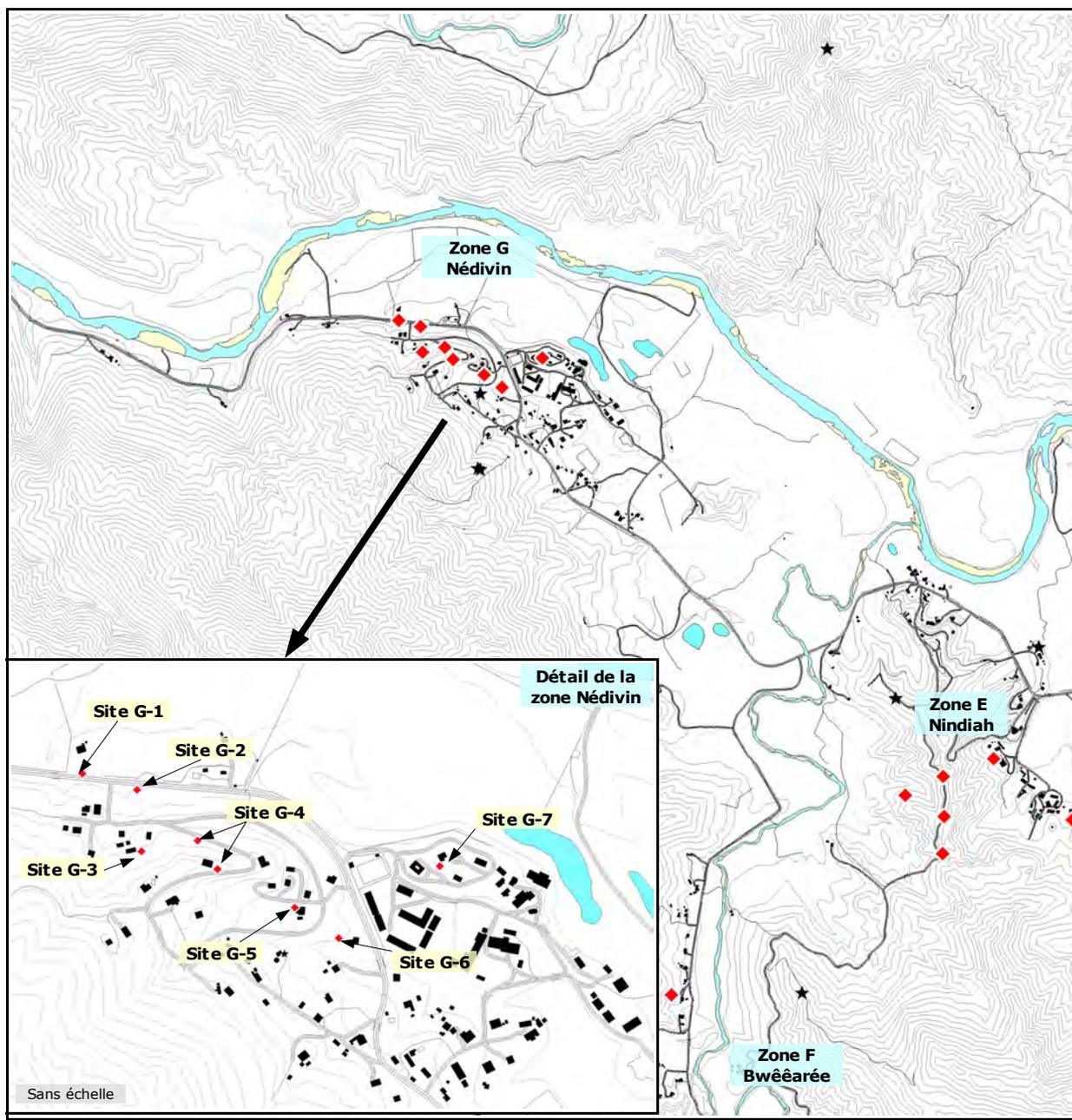


Figure 41 : Localisation des sites aménagés de la zone de Nédivin

5.7.1 Site G-1

➤ **Localisation**

Tribu : Nédivin

Coordonnées (Lambert RGNC) X: 354 856 Y: 323 596

Accès : En entrant depuis Bourail dans la tribu de Nédivin, le site correspond au talus en bordure de route devant la première habitation à gauche.

➤ **Aperçu**



Figure 42 : Aperçu du site G-1

➤ **Description**

Extension :

- Hauteur : 1m
- Longueur : 5m

Type d'aménagement : Talus de route.

Couvert végétal : 60-70% - Quelques blocs affleurants.

Observations : Le site correspond au bord de route RT3.

➤ **Données géologiques**

Unité : Serpentinite indifférenciée rattachées à la lentille pincée entre la formation métamorphique de la Boghen et la formation sédimentaire crétacé au niveau de la tribu de Nédivin.

La serpentinite présente une structure feuilletée constituée principalement d'antigorite altérée. Quelques enclaves décimétriques indéterminées (lizardite?) ont été observées.

Altération : Roche peu altérée.

Contexte structurale : Direction principale : N110 85N

➤ **Echantillons prélevés** :

- **TD 86-1a** : Antigorite altérée ;
- **TD 86-2a** : Enclave syn-serpentinite.

➤ **Analyses :**

Pas d'analyses.

➤ **Risque sanitaire :**

Risque sanitaire : faible

Le risque sanitaire est faible car la roche est peu altérée et l'affleurement restreint.

➤ **Préconisations de réhabilitation :**

Les actions de réhabilitation suivantes peuvent être entreprises :

- La mise en place d'un masque en terre ou matériau inerte (sable de rivière) ;
- Une végétalisation pour stabiliser le masque.

Masque en terre ou recouvrement par matériaux inertes : 5 m²

Estimation des coûts (F CFP) : 30 000.

Végétalisation : 5 m²

Estimation des coûts (F CFP) : 10 000.

Total des coûts (F CFP) : 40 000.

5.7.2 Site G-2

➤ Localisation

Tribu : Nédivin

Coordonnées (*Lambert RGNC*) X: 354 940 Y: 323 571

Accès : En entrant depuis Bourail dans la tribu de Nédivin, le site correspond au talus droite situé en bordure de route immédiatement après la première intersection.

➤ Aperçu



Figure 43 : Aperçu du site G-2

➤ Description

Extension :

- Hauteur : 1,5m
- Longueur : 30m

Type d'aménagement : Talus de route.

Couvert végétal : 75%

Observations : Le site correspond au bord de route RT3.

➤ **Données géologiques**

Unité : Serpentinite indifférenciée rattachée à la lentille pincée entre la formation métamorphique de la Boghen et la formation sédimentaire crétacé au niveau de la tribu de Nédivin.

La serpentinite est identique à celle du site G-1 avec cependant une schistosité moins régulière.

En suivant le talus en direction du centre de Nédivin, les différents affleurements laissent apparaître un cortège de roches grenues plus ou moins différenciées (gabbro à granite) inclus et boudiné dans la schistosité de la serpentinite.

Altération : Roche peu altérée.

Contexte structurale : Direction principale : N110 à N130, pendage sub-horizontal à verticale (perturbation locale).

➤ **Echantillons prélevés** :

- **TD 86-1b** : Lizardite massive non altérée (grain de magnétite visible) ;
- **TD 86-2b** : Roche massive verdâtre à matrice homogène indéterminée ;
- **TD 86-3b** : Basalte altéré (?).

➤ **Analyses :**

Pas d'analyses.

➤ **Risque sanitaire :**

Risque sanitaire : faible

L'absence de zone de vie, le couvert végétal important et l'absence de terres blanches et de fibres apparentes induise un risque très faible.

5.7.3 Site G-3

➤ Localisation

Tribu : Nédivin

Coordonnées (Lambert RGNC) X: 354 947 Y: 323 475

Accès : En entrant depuis Bourail dans la tribu de Nédivin, emprunter la première piste à droite. A la première intersection 50m après, tourner à gauche. Le site est situé 30m plus loin, derrière le dernier bâtiment qui est en retrait au fond à droite (Sud).

➤ Aperçu



Figure 44 : Aperçu du site G-3

➤ Description

Extension :

- Hauteur : 2,5 à 3m
- Longueur : 15m

Type d'aménagement : Talus de terrassement en déblais /remblais.

Couvert végétal : 25%

Observations : Proximité immédiate d'une habitation. Quelques éboulis en pied de talus et présence de serpentinite en déblais le long de la rampe d'accès à l'habitation.

➤ **Données géologiques**

Unité : Serpentinite indifférenciée rattachée à la lentille pincée entre la formation métamorphique de la Boghen et la formation sédimentaire crétacé au niveau de la tribu de Nédivin.

Le contact avec l'unité de la boghen est visible sur la partie ouest du talus.

La schistosité de la serpentinite est marquée. La roche, composée principalement d'antigorite, présente une altération prononcée. Des enclaves de lizardite centimétriques à décimétriques développent également un patine d'altération.

L'unité de la Boghen est peu altérée, d'aspect massif et fortement indurée (silice très présente).

Altération : Roche moyennement altérée.

Contexte structurale : Direction principale de la schistosité de la serpentinite : N110 subverticale. Le contact avec l'unité de la Boghen s'aligne sur une direction N105 75N.

➤ **Echantillons prélevés** :

- **TD 94-1** : Composite de serpentinite altérée ;
- **TD 94-2** : Antigorite altérée.

➤ **Analyses :**

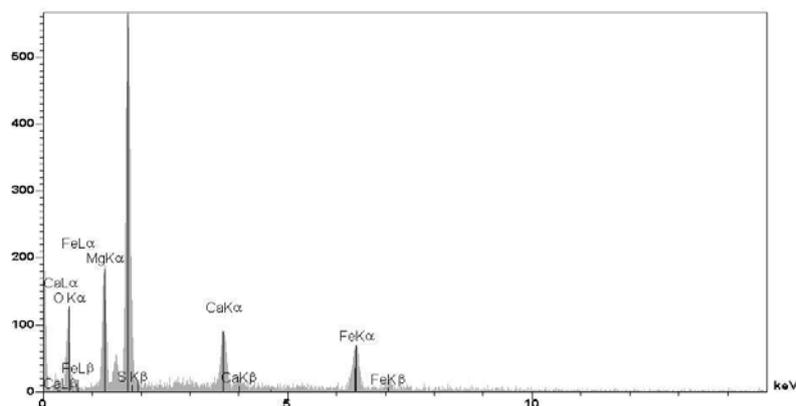
	Echantillons	
	TD 94-1	TD 94-2
MOLP	√	√
MOCP		
MEB/EDS	√	√
META		
DRX		

TD 94-1 :

- MOLP (analyse BRGM): Débris de roche orientée, altérée, blanc laiteux à taches d'oxydes de Mn en surface. Nature des fibres : Serpentine fibreuse présente et lamellaire abondante (antigorite probable).
- MOLP (analyse SGNC) : 95% de grains d moy=25µm. 5% de fibres épaisses, en baguettes, L=25µm, l=5µm.
- MEB/EDS (analyse BRGM) : Serpentine fibreuse, plutôt lamellaire : Si > Mg ε Fe.

TD 94-2 :

- MOLP (analyse BRGM): Débris de roche orientée olivâtre à blanc laiteux avec lamelles apparentes plutôt que fibres et débris végétaux présents. Nature des fibres : Trémolite présente. Serpentine lamellaire présente.
- MOLP (analyse SGNC) : 80% de petits grains verdâtres, d=5-10µm. 20% de fibres trappues, L=20-50µm, l=5µm.
- MEB/EDS (analyse BRGM) : Trémolite-actinolite.



Spectre EDS d'analyse ponctuelle d'une fibre de trémolite-actinolite

➤ **Conclusions des analyses :**

Présence d'antigorite fibreuse dans la serpentine et l'antigorite altérée est en fait de la trémolite.

➤ **Risque sanitaire :**

Risque sanitaire : élevé

Le risque sanitaire est élevé pour plusieurs raisons :

- Présence de trémolite et d'antigorite fibreuse ;
- Proximité immédiate d'une maison.

➤ **Préconisations de réhabilitation :**

Les actions de réhabilitation suivantes doivent être entreprises :

- Stabilisation du masque par un merlon pied de talus (enrochement, gabion)
- La mise en place d'un masque en terre ou matériau inerte (sable de rivière) ;
- Une végétalisation pour stabiliser le masque ;
- L'information et la sensibilisation des habitants.

Stabilisation du masque (gabion, enrochement) : 15 m²

Estimation des coûts (F CFP) : 600 000.

Masque en terre ou recouvrement par matériaux inertes : 35 m²

Estimation des coûts (F CFP) : 210 000.

Végétalisation : 35 m²

Estimation des coûts (F CFP) : 70 000.

Total des coûts (F CFP) : 880 000.

5.7.4 Site G-4

➤ **Localisation**

Tribu : Nédivin **Coordonnées** (*Lambert RGNC*) X: 355 033 Y: 323 492 (*centroïde*)

Accès : En entrant depuis Bourail dans la tribu de Nédivin, emprunter la première piste à droite. A la première intersection 50m après, tourner à gauche, à la seconde intersection prendre à droite. Le site débute à l'intersection et se suit le long de la route sur 280m.

➤ **Aperçu**

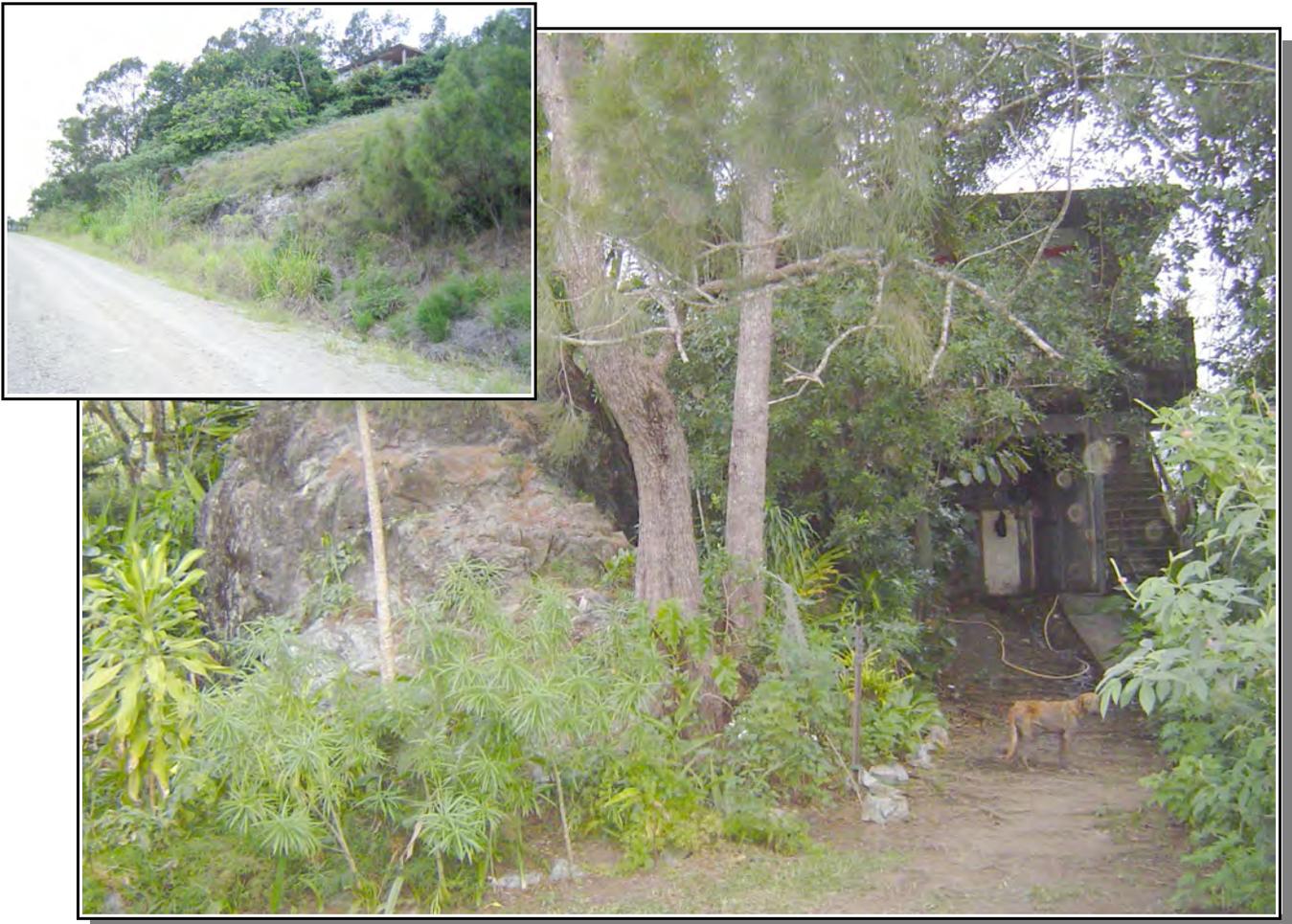


Figure 45 : Aperçu du site G-4

➤ **Description**

Extension :

- Hauteur : 2,5 à 4m
- Longueur : 280m

Type d'aménagement : Talus de route et terrassement pour habitation.

Couvert végétal : 80%

Observations : Le site est exposé au vent. Une maison est construite contre/sur un talus de serpentinite de plusieurs mètres de haut. Les zones de vie sont en contact avec la serpentinite.

➤ **Données géologiques**

Unité : Serpentinite indifférenciées rattachée à la lentille pincée entre la formation métamorphique de la Boghen et la formation sédimentaire crétacé au niveau de la tribu de Nédivin.

Le site est situé au milieu de la lentille de serpentinite dans la continuité de celle observée sur le site G-3 (bordure de la lentille).

La serpentinite est composée d'antigorite et de lizardite (enclaves de 30 à 40cm). A noter qu'au niveau de l'habitation sommitale construite contre la serpentinite, une enclave de lizardite d'un mètre a été observée. La lizardite y présente de nombreux petits cristaux globuleux noir de magnétite.

Altération : Roche peu à moyennement altérée.

Contexte structurale : Direction principale : N110 à N130.

➤ **Echantillons prélevés** :

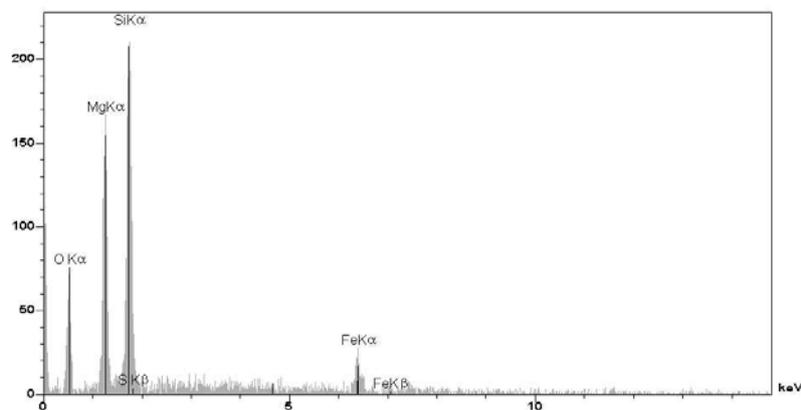
- **TD 95** : Antigorite altérée prélevée en partie basse de la route ;
- **TD 96** : Antigorite altérée prélevée au niveau de l'habitation.

➤ **Analyses :**

	Echantillons	
	TD 95	TD 96
MOLP	√	
MOCP		
MEB/EDS	√	
META		
DRX		

TD 95 :

- MOLP (analyse BRGM): Débris de roche blanc laiteux en gros grains ou lamelles plates avec gerbes de fibres localement apparentes. Nature des fibres : Serpentine fibreuse (antigorite?).
- MOLP (analyse SGNC) : 95% de grains très hétérogènes, $d=40\mu\text{m}$. 5% de fibres esquilleuses, assez trappues, $L=20-100\mu\text{m}$, $l=5\mu\text{m}$ (antigorite probable).
- MEB/EDS (analyse BRGM) : serpentine fibreuse.



Spectre EDS d'analyse ponctuelle d'une fibre de serpentine

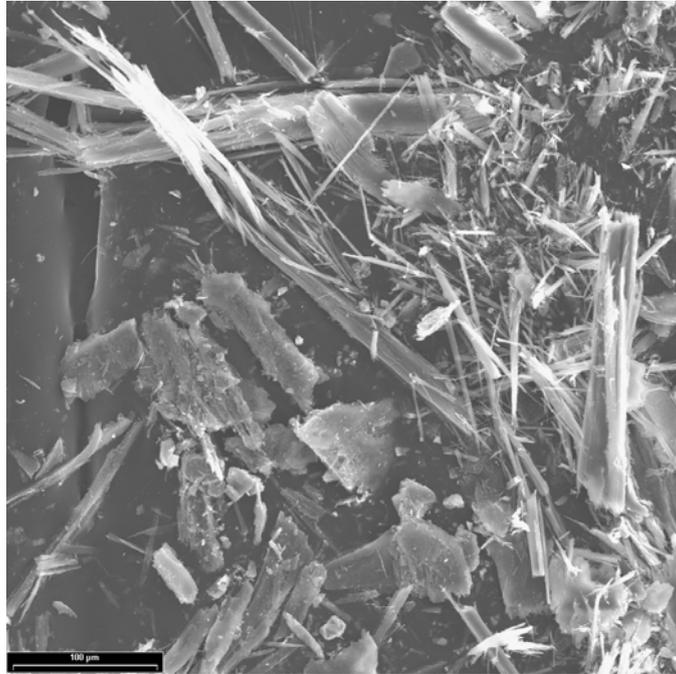


Image MEB en électrons secondaires : serpentine fibreuse

➤ **Conclusions des analyses :**

Présence d'antigorite fibreuse.

➤ **Risque sanitaire :**

Risque sanitaire : modéré

Bien qu'une maison soit à proximité de l'affleurement, la roche est peu altérée et le couvert végétal important. La priorité étant l'affleurement proche de la maison.

➤ **Préconisations de réhabilitation :**

Les actions de réhabilitation suivantes peuvent être entreprises :

- La mise en place d'un masque en terre ou matériau inerte (sable de rivière) ;
- Une végétalisation pour stabiliser le masque ;
- L'information et la sensibilisation des habitants.

Masque en terre ou recouvrement par matériaux inertes : 10 m²

Estimation des coûts (F CFP) : 60 000.

Végétalisation : 10 m²

Estimation des coûts (F CFP) : 20 000.

Total des coûts (F CFP) : 80 000.

5.7.5 Site G-5

➤ **Localisation**

Tribu : Nédivin **Coordonnées** (*Lambert RGNC*) X: 355 145 Y: 323 400 (*centroïde*)

Accès : En entrant depuis Bourail dans la tribu de Nédivin, emprunter la première piste à droite. A la première intersection 50m après, tourner à gauche, à la seconde intersection prendre à gauche. A l'intersection suivante 320m plus loin, tourner à droite.

Le site est situé derrière la première habitation sur la gauche après l'intersection. On associe à ce site la zone située 70m plus loin derrière la dernière habitation au bout de la piste.

➤ **Aperçu**



Figure 46 : Aperçu du site G-5

➤ **Description**

Extension :

- Derrière première habitation : Hauteur : 1m et longueur : 3-4m
- Derrière seconde habitation : Hauteur : 2-4m et longueur : 50-70m

Type d'aménagement : Talus de terrassement (limitée pour la première habitation). Derrière la seconde habitation, le talus évolue à l'Ouest vers une ancienne carrière d'emprunt de matériaux située en pied de talus.

Couvert végétal : Première habitation : 30-40% ; Carrière : 60-70%

Observations : Proximité immédiate de plusieurs habitations.

➤ **Données géologiques**

Unité : Serpentinite indifférenciée rattachée à la lentille pincée entre la formation métamorphique de la Boghen et la formation sédimentaire crétacé au niveau de la tribu de Nédivin.

Le site G-5 est situé dans la même unité géologique que le site G-4, légèrement en contre-bas.

La serpentinite est composée d'antigorite et de lizardite peu altérées. Ponctuellement une roche microgrenue indéterminée a été observée (lizardite altérée, gabbro ?)

Des nodules de taille décimétrique sont présents au niveau de la carrière.

Altération : Roche peu altérée.

Contexte structurale : Direction principale : N145 subverticale (habitation) – N120 70N (carrière).

➤ **Echantillons prélevés** :

- **TD 100-1** : Roche microgrenue indéterminée ;
- **TD 100-2** : Composite d'antigorite altérée prélevé au niveau de la première habitation ;
- **TD 101** : Composite d'antigorite altérée prélevé au niveau de la carrière ;

➤ **Analyses :**

	Echantillons		
	TD100-1	TD 100-2	TD 101-3
MOLP		√	
MOCP			
MEB/EDS			
META		√	
DRX			

TD 100-2 :

- MOLP (analyse BRGM): Débris de roche serpentinisée gris verdâtre avec zones fibreuses localement développées dans certains grains. Nature des fibres : Chrysotile présent. Autre serpentine fibreuse présente. Fibres végétales en traces.
- MOLP (analyse SGNC) : 90% de grains, d=15-20µm. 10% de fibres trapues et esquilleuses, L=20-50µm, l=5-10µm.
- MEB/EDS (analyse BRGM) : Serpentine.

➤ **Conclusions des analyses :**

Chrysotile présent et antigorite fibreuse probable.

➤ **Risque sanitaire :**

Risque sanitaire : élevé

Le risque sanitaire est important car la présence de chrysotile est avérée et les zones de vie développées.

➤ **Préconisations de réhabilitation :**

Les actions de réhabilitation suivantes doivent être entreprises :

- La fermeture de l'accès à la carrière ;
- La mise en place d'une signalétique au niveau de la carrière ;
- Stabilisation du masque par un merlon pied de talus (enrochement, gabion)
- La mise en place d'un masque en terre ou matériau inerte (sable de rivière) sur les talus et plateformes ;
- Une végétalisation pour stabiliser les masques.

Stabilisation du masque (gabion, enrochement) : 70 m²

Estimation des coûts (F CFP) : 2 800 000.

Masque en terre ou recouvrement par matériaux inertes : 120 m²
Estimation des coûts (F CFP) : 720 000.

Végétalisation : 120 m²
Estimation des coûts (F CFP) : 240 000.

Total des coûts (F CFP) : 3 760 000.

Pour diminuer les coûts, un recouvrement des zones ponctuelles amiantifères peut être envisagé.

5.7.6 Site G-6

➤ **Localisation**

Tribu : Nédivin

Coordonnées (Lambert RGNC) X: 355 250 Y: 323 339

Accès : En entrant depuis Bourail dans la tribu de Nédivin, le site est situé dans le jardin de la seconde maison à droite après avoir dépassé l'entrée de l'établissement scolaire de Nédivin situé à gauche de la RT3.

➤ **Aperçu**



Figure 47 : Aperçu du site G-6

➤ **Description**

Extension :

- Hauteur : 0,5m
- Longueur : 2m

Type d'aménagement : Petits talus de terrassement.

Couvert végétal : 80%

Observations : L'affleurement est d'extension très limitée en revanche les déblais de l'ancien terrassement ont été utilisés en remblais.

➤ **Données géologiques**

Unité : Serpentinite indifférenciée rattachée à la lentille pincée entre la formation métamorphique de la Boghen et la formation sédimentaire crétacé au niveau de la tribu de Nédivin.

Le site G-6 est situé sur la bordure sud de la lentille.

La serpentinite est composée d'antigorite altérée ponctuellement mylonitique. Une enclave de lizardite a été observée.

Altération : Roche peu à moyennement altérée.

Contexte structurale : Direction principale : N75 35N.

➤ **Echantillons prélevés** :

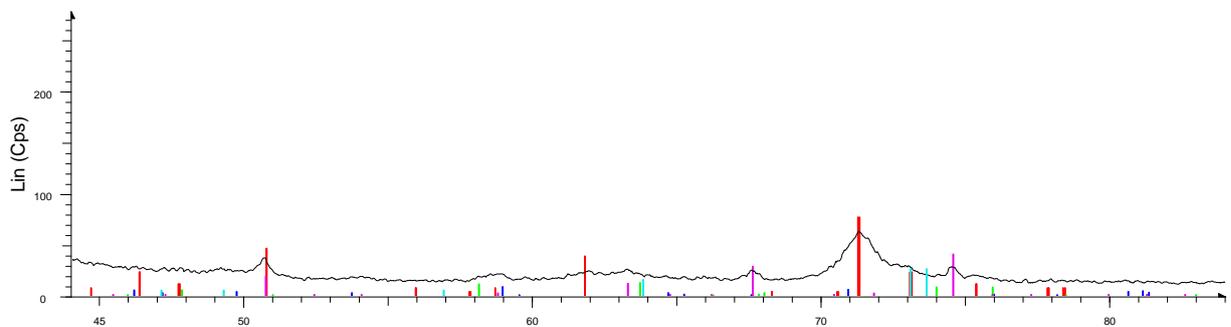
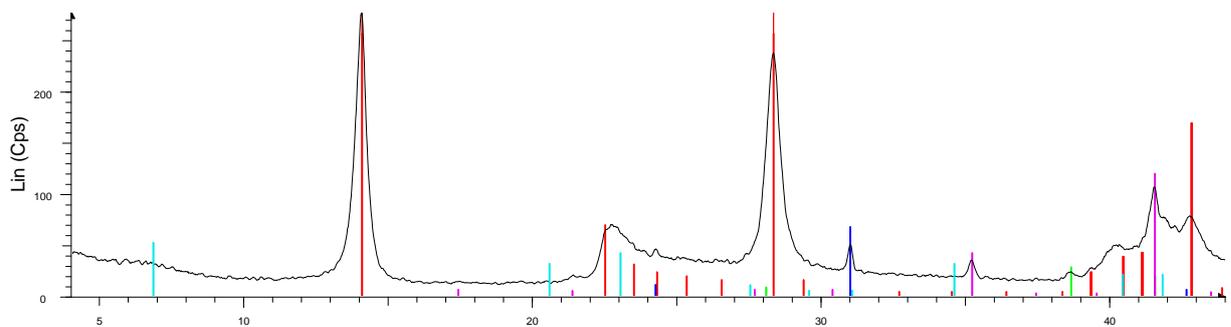
- **TD 106** : Composite d'antigorite altérée.

➤ **Analyses :**

Echantillon	
TD 106	
MOLP	√
MOCP	
MEB/EDS	√
META	
DRX	√

TD 106:

- MOLP (analyse BRGM): Débris de roche blanc laiteux à olivâtre, serpentinisée avec localement faciès fibreux. Serpentine fibreuse présente (lizardite d'après DRX).
- MOLP (analyse SGNC) : 95% de grains verdâtres, parfois en agrégats, d=15-25µm. 5% de fibres esquilleuses L=50µm, l=2-5µm. Une grande fibre : L=125µm, l=5µm.
- MEB/EDS (analyse BRGM): Serpentine. Fibres proches du chrysotile mais plus épaisses (antigorite fibreuse ?).
- DRX (analyse BRGM) : serpentine (lizardite sur le diagramme) abondante, quartz en traces, maghémite en traces à faible, hématite probable en traces et phase phylliteuse (montmorillonite sur le diagramme) faible à présente.



File: 20566.raw - TD106 - 7436 - Step: 0.020 ° - Step time: 4. s
 00-050-1606 (I) - Lizardite-1M - (Mg,Fe)3Si2O5(OH)4
 00-046-1045 (*) - Quartz, syn - SiO2
 00-033-0664 (*) - Hematite, syn - Fe2O3
 00-039-1346 (*) - Maghemite-C, syn - Fe2O3
 00-013-0135 (N) - Montmorillonite-15A - Ca0.2(Al,Mg)2Si4O10(OH)2·4H2O

➤ **Conclusions des analyses :**

Présence de lizardite démontrée par analyse DRX. Pas de fibres.

➤ **Risque sanitaire :**

*Risque sanitaire : **faible***

L'absence de fibres, le couvert végétal et l'absence de terre blanche induisent un risque très faible.

5.7.7 Site G-7

➤ **Localisation**

Tribu : Nédivin

Coordonnées (*Lambert RGNC*) X: 355 405 Y: 323 452

Accès : En entrant depuis Bourail dans la tribu de Nédivin, pénétrer dans l'établissement scolaire de Nédivin à gauche.

Le site est situé sur la petite butte où sont localisés les bureaux administratifs de l'établissement et quelques maisons de fonction.

➤ **Aperçu**



Figure 48 : Aperçu du site G-7

➤ **Description**

Extension :

- Longueur : 50m
- Hauteur : 2-3m

Type d'aménagement : Talus de terrassement.

Couvert végétal : 20-40%

Observations : Le site est situé dans un établissement scolaire. Un glissement de terrain d'extension limité s'est produit en bordure de la lentille de serpentine.

➤ **Données géologiques**

Unité : Serpentinite indifférenciée en contact anormal avec la formation sédimentaire du Crétacé supérieur. L'extension de cet objet géologique est limitée à 8-10 mètres de large au maximum et se suit sur une centaine de mètre.

La serpentinite montre une altération modérée au centre de la lentille à plus intense sur ses bordures. La structure est feuilletée (antigorite) avec quelques nodules de lizardite.

Les formations sédimentaires encaissantes présentent un faciès détritique fin à l'altération modérée. L'ensemble est rattaché à la formation du crétacé supérieur.

A l'est de l'affleurement, un faciès de petites chailles, visible seulement sur quelques mètres, a été attribué à l'Eocène.

A proximité de la zone de contact, dans la serpentinite et dans la formation crétacé sup., on retrouve des lentilles pluri-centimétriques de trémolite (roche translucide, tendre, éclat mat, aspect savonneux - détermination à confirmer).

Immédiatement sur la zone de contact, sur les zones les plus altérées, des terres blanches caractéristiques sont présentes en quantité notable (quelques cm³).

Altération : Roche peu à moyennement altérée.

Contexte structurale : Direction principale : N125-130 35-55N.

➤ **Echantillons prélevés** :

- **TD 79-1** : Terres blanches prélevées sur la zone de contact ouest ;
- **TD 79-2** : Lizardite ;
- **TD 79-3** : Terres blanches prélevées sur la zone de contact est ;
- **TD 79-4** : Ch aille éocènes ;
- **TD 79-5** : Lentille de trémolite (?) ;
- **TD 79-6** : Antigorite altérée ;

➤ **Analyses :**

	Echantillons			
	TD 79-1	TD 79-2	TD 79-3	TD 79-4
MOLP	√	√	√	
MOCP				
MEB/EDS	√		√	
META				
DRX				

	Echantillons	
	TD 79-5	TD 79-6
MOLP		
MOCP		
MEB/EDS		
META		
DRX		

TD 79-1:

- MOLP (analyse BRGM): Débris blanc crème sans fibres minérales apparentes, trace de serpentine fibreuse. Nature des fibres : Fibres végétales en traces. Serpentine fibreuse en traces (antigorite probable).
- MOLP (analyse SGNC) : 100% de petits grains homogènes, verdâtres, d=5-10µm.
- MEB/EDS (analyse BRGM) : Serpentine : Si > Mg >> O ε Fe.

TD 79-2 :

- MOLP (analyse SGNC) : 100% de petits grains homogènes, verdâtres, d=5-10µm. Identique à TD 79-1.

TD 79-3:

- MOLP (analyse BRGM): Débris de roche crème avec fibres végétales visibles, serpentine présente mais sans fibres apparentes. Nature des fibres : Fibres végétales en traces. Pas de fibres minérales Pas d'amiante visible.
- MOLP (analyse SGNC) : 100% de petits grains homogènes, d=5-10µm.
- MEB/EDS (analyse BRGM) : Serpentine : Si = Mg ε Fe

➤ **Conclusions des analyses :**

Présence d'antigorite en très faible quantité dans les terres blanches.

➤ **Risque sanitaire :**

*Risque sanitaire : **modéré***

Bien que l'affleurement se situe dans un établissement scolaire, la présence de fibres en trace n'induit qu'un risque modéré.

➤ **Préconisations de réhabilitation :**

Les actions de réhabilitation suivantes doivent être entreprises :

- Stabilisation du masque par un merlon pied de talus (enrochement, gabion)
- La mise en place d'un masque en terre ou matériau inerte (sable de rivière) ;
- Une végétalisation pour stabiliser le masque ;
- L'information et la sensibilisation du personnel scolaire.

Stabilisation du masque (gabion, enrochement) : 50 m²

Estimation des coûts (F CFP) : 2 000 000.

Masque en terre ou recouvrement par matériaux inertes : 150 m²

Estimation des coûts (F CFP) : 900 000.

Végétalisation : 150 m²

Estimation des coûts (F CFP) : 300 000.

Total des coûts (F CFP) : 2 200 000.

Pour diminuer les coûts, un recouvrement des zones ponctuelles amiantifères peut être envisagé.

5.8 Zone H: Nessa Kouya – Médaouya

Douze sites aménagés ont été retenus sur la zone H, tous sont localisés à proximité de la tribu de Médaouya :

- L'ensemble des sites retenus correspond à des affleurements de lentilles de serpentinite en contact avec l'unité métamorphique de la Boghen ;
- Trois sites correspondent à des carrières pour l'emprunt de matériaux (sites H-2, H-7 et H10) ;
- De nombreux sites sont situés à proximité d'habitation dont un à proximité d'une école primaire (site H-1).

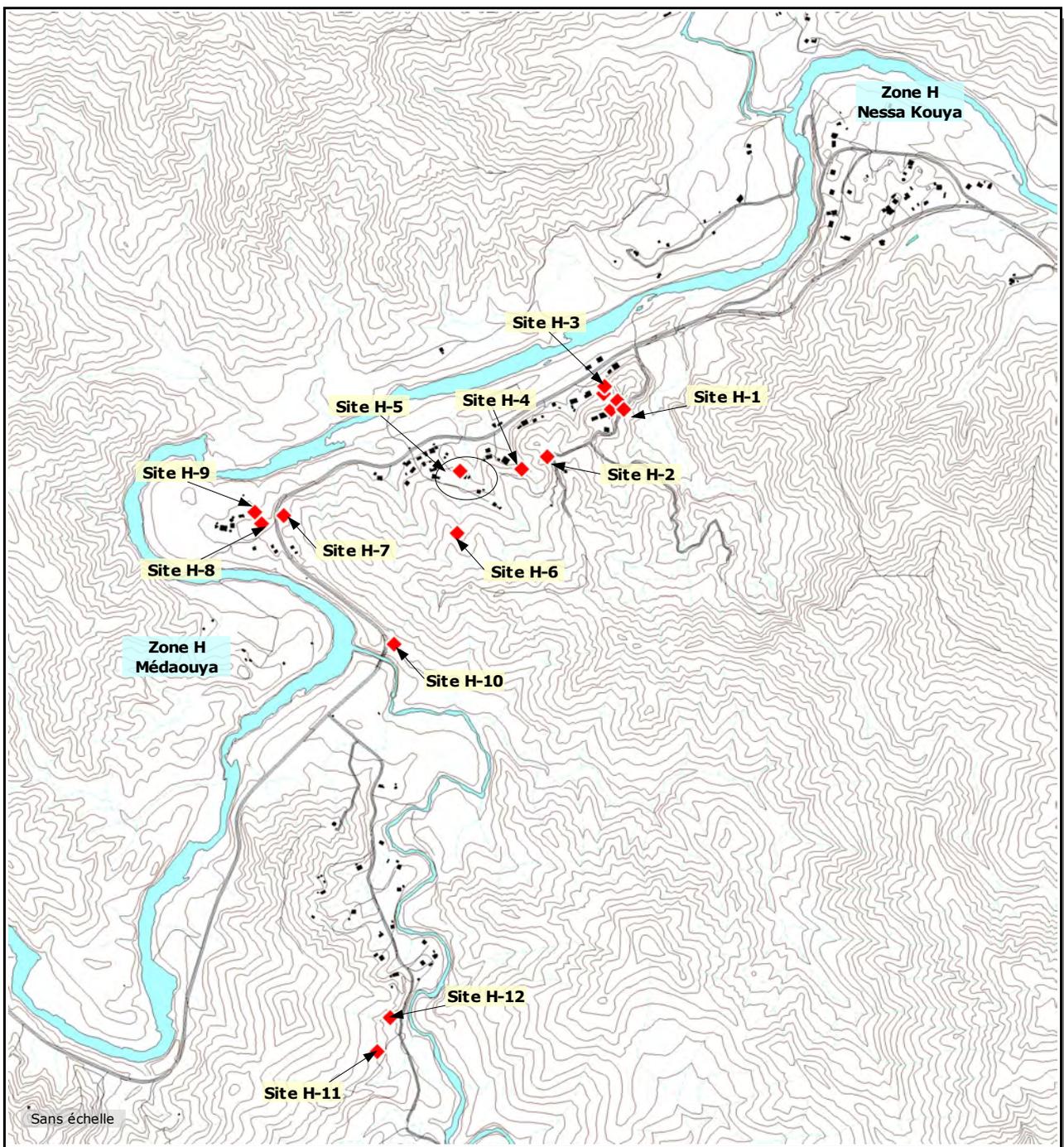


Figure 49 : Localisation de sites aménagés de la zone Nessa Kouya - Médaouya

5.8.1 Site H-1

➤ Localisation

Tribu : Médaouya

Coordonnées (Lambert RGNC) X: 350 290 Y: 323 250

Accès : En entrant depuis la tribu de Nessa Kouya, prendre la première route qui monte à gauche à l'entrée de la tribu de Médaouya. 350m après, le site est situé au niveau de la crête sommitale, juste derrière l'école primaire.

➤ Aperçu



Figure 50 : Aperçu du site H-1

➤ Description

Extension :

- Longueur : 40m le long de la route et environ la même distance au niveau de la crête sommitale

Type d'aménagement : Talus de route et affleurement naturel en ligne de crête.

Couvert végétal : 80%

Observations : Le site est bien masqué par la végétation. Une école primaire est située à l'aplomb du contact serpentinite/unité de la Boghen.

➤ **Données géologiques**

Unité : Serpentinite indifférenciées pincée dans l'unité métamorphique de la Boghen. La lentille de serpentinite a une extension limitée (40m de large) et traverse, suivant une direction N90-100 à pente sud, la petite morphologie où est située l'école primaire.

La serpentinite présente une structure feuilletée constituée d'antigorite avec des enclaves (30cm) de roche microgrenue basique.

Des minéraux fibreux d'origine indéterminée (chrysotile, trémolite altérée ?) ont été observés au niveau du contact est avec l'unité de la Boghen.

Quelques produits (peu abondant), pouvant être assimilés à des terres blanches, sont présents dans la partie supérieure du sol

Altération : Roche moyennement altérée.

Contexte structurale : Direction principale : N90-100

➤ **Echantillons prélevés** :

- **TD 235a** : Minéraux fibreux prélevés au niveau du contact Serpentinite/Boghen sur la route ;
- **TD 235b** : Terres blanches prélevées au niveau du sol ;
- **TD 235c** : Serpentinite altérée +/- talceuse (débit en plaquette) ;
- **TD 235d** : Roche microgrenue basique indéterminée ;
- **TD 235e** : Minéraux fibreux identiques à TD 235a mais prélevés au niveau du contact en ligne de crête.

➤ **Analyses :**

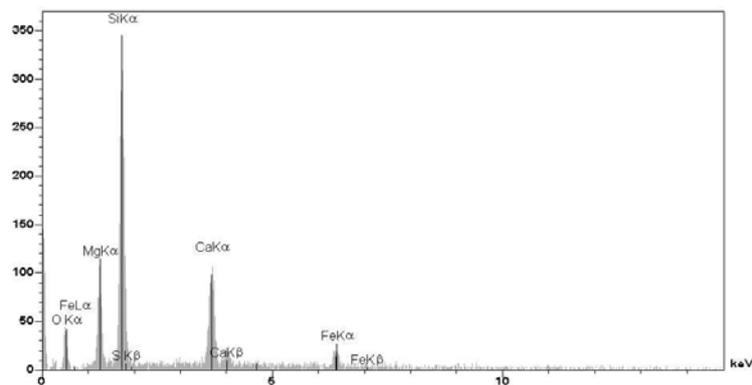
	Echantillons				
	TD 235a	TD 235b	TD 235c	TD 235d	TD 235e
MOLP	√	√	√		√
MOCP					
MEB/EDS	√	√	√		√
META					
DRX					

TD 235a :

- MOLP (analyse BRGM): Débris de roche olivâtre totalement fibreuse avec taches colorées (brun noir) et fibres végétales présentes. Nature des fibres : Silicates lamellaires dont serpentine probable.
- MOLP (analyse SGNC) : Très grandes lattes > 500µm, qui se débitent en esquilles +/- allongées et en petits grains < 5µm. Rares lattes 30*5µm.
- MEB/EDS (analyse BRGM) : silicate lamellaire : Si > Mg > Al = O >> Fe.

TD 235b :

- MOLP (analyse BRGM): Débris bruns à blanc laiteux dont certains totalement fibreux avec présence de débris végétaux. Nature des fibres : Trémolite fibreuse présente. Serpentine en traces.
- MOLP (analyse SGNC) : 80% de petits grains verts translucides, d=5-20µm. 20% de fines aiguilles L=10-20µm, l<1µm.
- MEB/EDS (analyse BRGM) : Trémolite fibreuse présente.



Spectre EDS d'analyse ponctuelle de trémolite

TD 235c :

- MOLP (analyse BRGM): Débris de roche blanc laiteux en feuillets soyeux et traces de fibres, texture localement fibreuse. Nature des fibres : Serpentine fibreuse présente (antigorite probable).
- MOLP (analyse SGNC) : Minéraux en lattes > 100µm qui se délittent en petites

- lattes 30*5µm, translucides vertes, et grains 30-40µm. Fond de virgules 5-10µm.
- MEB/EDS (analyse BRGM) : Serpentine lamellaire : Si = Mg >> O ε Fe.

TD 235e :

- MOLP (analyse BRGM): Débris de roche allongée, fibreuse avec enveloppe rouille sur les grains et gerbes de fibres abondantes. Nature des fibres : Trémolite fibreuse présente. Serpentine fibreuse présente (antigorite ?).
- MOLP (analyse SGNC) : Minéraux en paquets fibreux, flexueux qui foisonnent >150µm, grains et aiguilles fines 5-50*1-2µm.
- MEB/EDS (analyse BRGM) : Trémolite présente. Serpentine fibreuse présente : Si > Mg ε Fe.

➤ Conclusions des analyses :

Présence de trémolite dans les terres blanches et minéraux fibreux mais aussi d'antigorite probable.

➤ Risque sanitaire :

Risque sanitaire : élevé

Le risque sanitaire est élevé pour deux raisons :

- Présence de trémolite et d'antigorite fibreuse ;
- Proximité immédiate d'une école primaire.

La dispersion est limitée par le couvert végétal.

➤ Préconisations de réhabilitation :

Les actions de réhabilitation suivantes doivent être entreprises :

- La mise en place d'un masque en terre ou matériau inerte (sable de rivière) ;
- Une végétalisation pour stabiliser le masque ;
- L'information et la sensibilisation du personnel de l'école primaire.

Masque en terre ou recouvrement par matériaux inertes : 65 m²

Estimation des coûts (F CFP) : 390 000.

Végétalisation : 65 m²

Estimation des coûts (F CFP) : 130 000.

Total des coûts (F CFP) : 520 000.

5.8.2 Site H-2

➤ Localisation

Tribu : Médaouya

Coordonnées (Lambert RGNC) X: 350 115 Y: 323 110

Accès : En entrant dans la tribu Médaouya depuis la tribu de Nessa Kouya, prendre la première route qui monte à gauche à l'entrée de la tribu. 350m après, dépasser l'école, prendre à droite à l'intersection. Le site est situé 110m plus loin, en contre-bas de la piste.

➤ Aperçu



Figure 51 : Aperçu du site H-2

➤ Description

Extension :

- Longueur : 40m
- Hauteur : 3m

Type d'aménagement : Terrassement pour plateforme d'habitation.

Couvert végétal : 30%

Observations : L'ensemble de la plateforme (30 X 40m) est recouvert par des déblais non stabilisés. Le site est positionné en position dominante.

➤ **Données géologiques**

Unité : Serpentinite indifférenciée pincée dans l'unité métamorphique de la Boghen. Le contact avec l'unité de la Boghen est situé en bordure sud de la plateforme.

La serpentinite présente une structure feuilletée constituée principalement d'antigorite peu altérée (roche sombre) avec quelques nodules de lizardite.

Des lentilles de trémolite (roche translucide, tendre, éclat mat, aspect savonneux - détermination à confirmer) sont présentes dans la masse de serpentinite.

Altération : Roche peu altérée.

➤ **Echantillons prélevés** :

- **TD 237** : Trémolite (?) peu altérée

➤ **Analyses :**

	Echantillon
	TD 237
MOLP	√
MOCP	
MEB/EDS	
META	
DRX	

TD 237 :

- MOLP (analyse BRGM): Blocs centimétriques de roche compacte verdâtre non fibreuse à enduit externe ferrugineux. Nature des fibres : Serpentine lamellaire présente avec talc probable. Pas d'amiante visible.
- MOLP (analyse SGNC) : Uniquement des petits fragments (grains) translucides verts, 10-20µm, quelques plus gros fragments, esquilleux allongés 50-100*5-10µm. 1 ou 2 aiguilles sur tout le champ.

➤ **Conclusions des analyses :**

Présence de trémolite non avérée. Serpentine lamellaire en quantité et talc probable. Pas de fibres.

➤ **Risque sanitaire :**

Risque sanitaire : faible

Sur cette plateforme, la serpentine est constituée de lizardite et d'antigorite lamellaire. L'aspect savonneux provient du talc. Le risque sanitaire est par conséquent faible.

➤ **Préconisations de réhabilitation :**

Les actions de réhabilitation suivantes peuvent être entreprises :

- La mise en place d'un masque en terre ou matériau inerte (sable de rivière) ;
- Une végétalisation pour stabiliser le masque ;
- L'information et la sensibilisation des habitants.

Masque en terre ou recouvrement par matériaux inertes : 120 m²
Estimation des coûts (F CFP) : 720 000.

Végétalisation : 120 m²
Estimation des coûts (F CFP) : 240 000.

Total des coûts (F CFP) : 960 000.

5.8.3 Site H-3

➤ **Localisation**

Tribu : Médaouya

Coordonnées (Lambert RGNC) X: 350 270 Y: 323 290

Accès : En entrant depuis la tribu de Nessa Kouya, emprunter la piste d'accès aux habitations située 180m après la première route à gauche à l'entrée de la tribu de Médaouya. Le site est situé à 70m de l'intersection.

➤ **Aperçu**

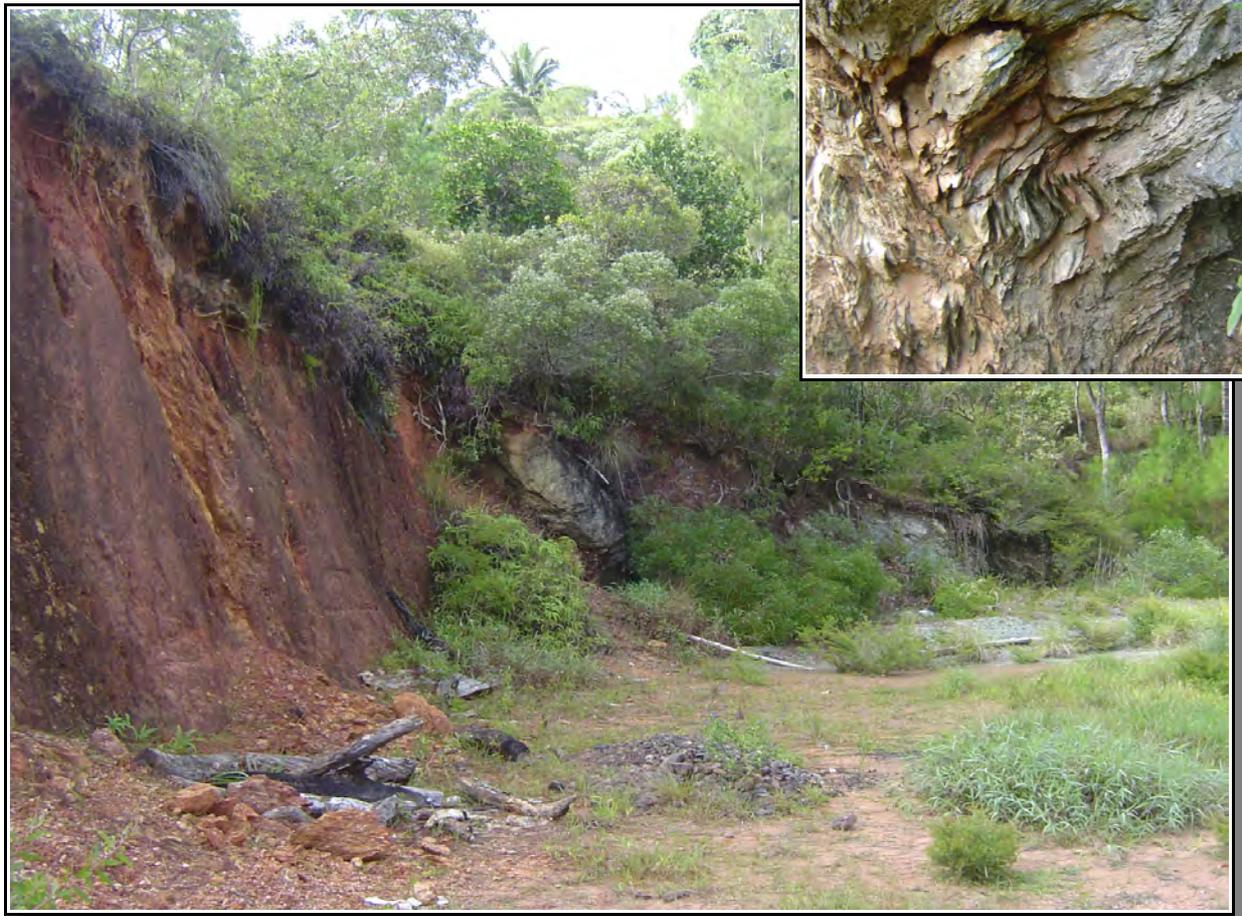


Figure 52 : Aperçu du site H-3

➤ **Description**

Extension :

- Longueur : 40-50m
- Hauteur : 2-5m

Type d'aménagement : Carrière d'emprunt de matériaux.

Couvert végétal : 20%

Observations : Stock de serpentinite disponible en pied de talus.

➤ **Données géologiques**

Unité : Serpentinite indifférenciée pincée dans l'unité métamorphique de la Boghen. La lentille de serpentinite correspond à l'extension nord de l'unité décrite sur le site H-1.

La carrière est constituée au 2/3 par l'unité de la Boghen, la serpentinite ne représentant qu'1/3.

L'unité de la Boghen ne montre pas de lithologie particulière, la roche est un micaschiste altéré souligné par de nombreux petits filonnets synschisteux de quartz.

La serpentinite présente une structure feuilletée constituée d'antigorite. La zone de contact avec l'unité de la Boghen est marquée par une mylonite fortement altérée. L'antigorite présente un débit en fibre sous le marteau.

Aucune terre blanche n'a été observée au niveau du contact.

Altération : Roche moyennement à fortement altérée.

➤ **Echantillons prélevés** :

- **TD 239** : Antigorite altérée

➤ **Analyses :**

	Echantillon
	TD 239
MOLP	√
MOCP	
MEB/EDS	√
META	√
DRX	

TD 239 :

- MOLP (analyse BRGM): Débris de roche blanc olivâtre à texture fibreuse et serpentine dominante. Nature des fibres : Serpentine fibreuse abondante, type antigorite. Chrysotile possible en traces à vérifier par META.
- MOLP (analyse SGNC) : Minéraux allongés verts translucides L=100µm, l=50µm qui se délitent en esquilles. Quelques aiguilles L=50-100µm, l=5µm.
- MEB/EDS (analyse BRGM) : serpentine : Si = Mg ε Fe ; vérifier si chrysotile présent par META.
- META (analyse BRGM) : Fibres à canal central plus gros et irrégulier (diffraction X non opérante) : antigorite fibreuse.

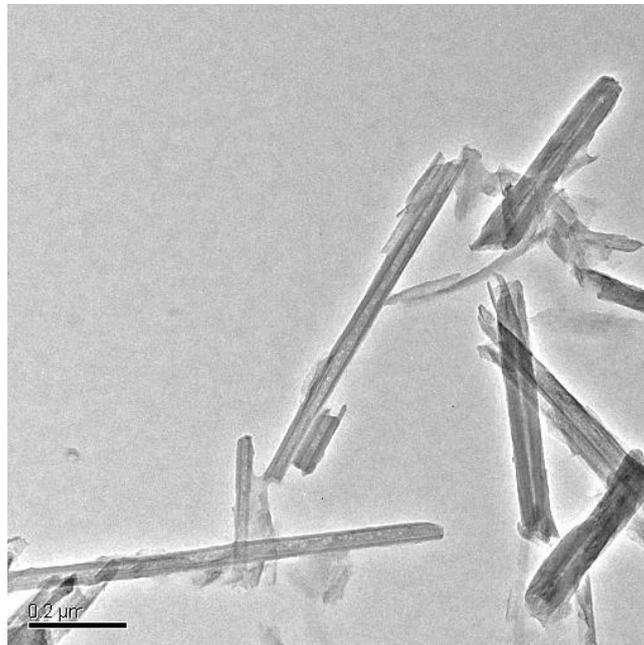


Image META : serpentine fibreuse, canal central irrégulier

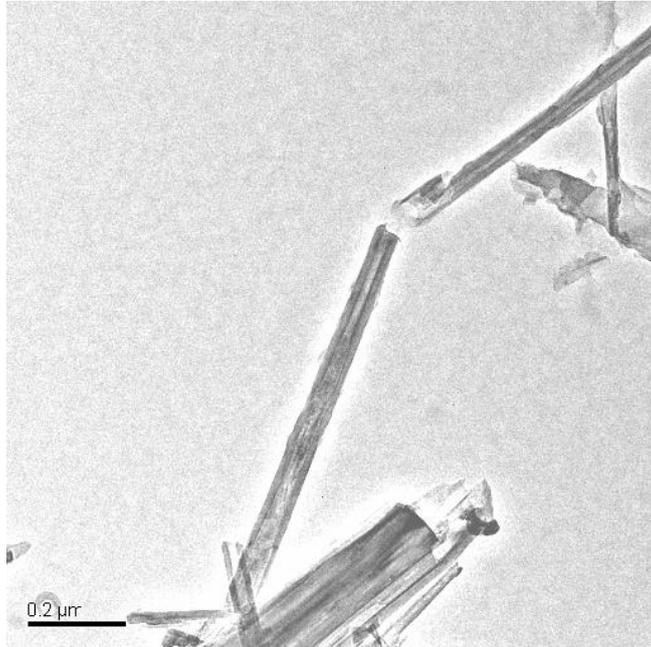


Image META : serpentine fibreuse

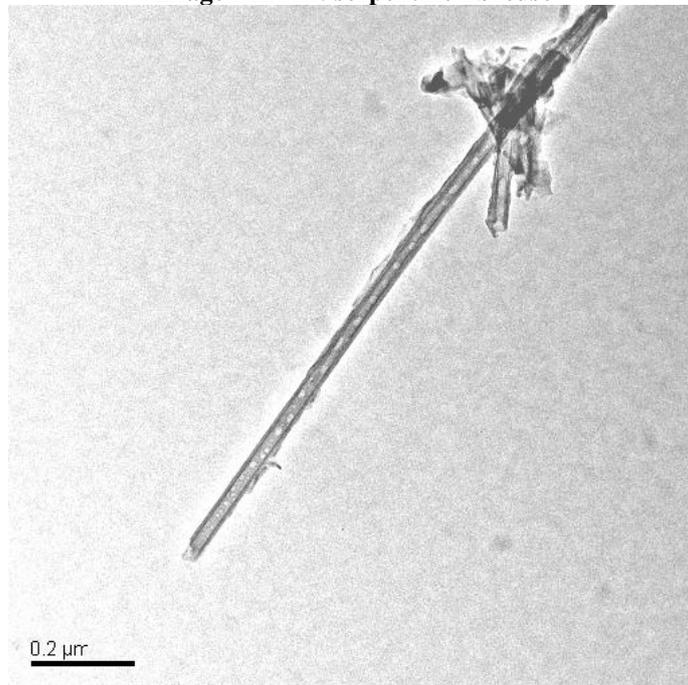


Image META : serpentine fibreuse

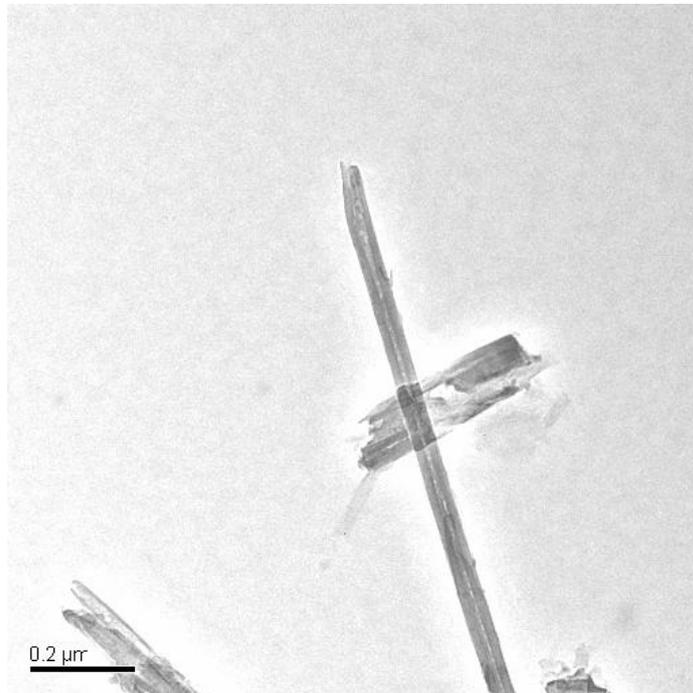
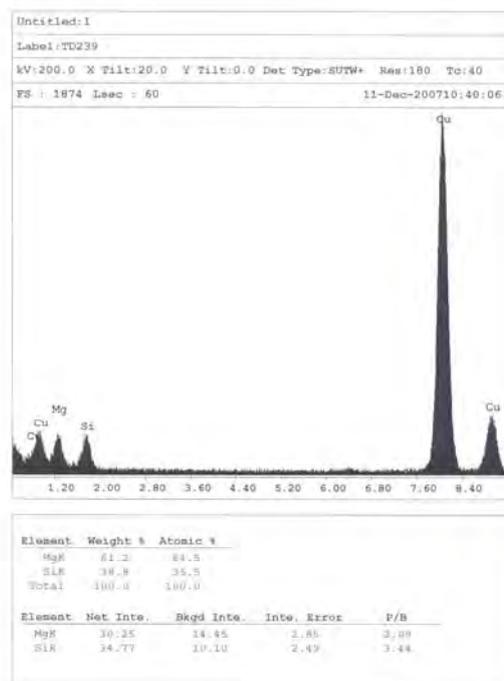


Image META : serpentine fibreuse, canal central irrégulier



Spectre d'analyse META des fibres précédentes : serpentine, fibres très proches du chrysotile

➤ **Conclusions des analyses :**

Antigorite fibreuse abondante et chrysotile en traces.

➤ **Risque sanitaire :**

*Risque sanitaire : **modéré***

Cette carrière d'emprunt est en activité et la présence de fibres avérées, c'est pourquoi un risque sanitaire est bien présent pour les utilisateurs de cette carrière. L'absence de zone de vie à proximité immédiate nous amène à considérer un risque modéré.

➤ **Préconisations de réhabilitation :**

Les actions de réhabilitation suivantes doivent être entreprises :

- La fermeture de l'accès à la carrière ;
- La mise en place d'une signalétique au niveau de la carrière ;
- Stabilisation du masque par un merlon pied de talus (enrochement, gabion)
- La mise en place d'un masque en terre ou matériau inerte (sable de rivière) sur les talus et plateformes ;
- Une végétalisation pour stabiliser les masques.

Stabilisation du masque (gabion, enrochement) : 50 m²

Estimation des coûts (F CFP) : 2 000 000.

Masque en terre ou recouvrement par matériaux inertes : 200 m²

Estimation des coûts (F CFP) : 1 200 000.

Végétalisation : 200 m²

Estimation des coûts (F CFP) : 400 000.

Total des coûts (F CFP) : 3 600 000.

Pour diminuer les coûts, un recouvrement des zones ponctuelles amiantifères peut être envisagé.

5.8.4 Site H-4

➤ **Localisation**

Tribu : Médaouya

Coordonnées (Lambert RGNC) X: 350 040 Y: 323 090

Accès : En entrant depuis la tribu de Nessa Kouya, emprunter la troisième piste d'accès aux habitations située 425m après la première route à gauche à l'entrée de la tribu de Médaouya. Le site est situé à 120m de l'intersection, derrière l'habitation située à l'Est.

➤ **Aperçu**



Figure 53 : Aperçu du site H-4

➤ **Description**

Extension :

- Longueur : 2m
- Largeur : 1m

Type d'aménagement : Affleurement naturel.

Couvert végétal : 90%

Observations : L'affleurement est situé en fond du talweg (humidité importante) et est bien stabilisé par la végétation.

➤ **Données géologiques**

Unité : Serpentinite indifférenciée pincée dans l'unité métamorphique de la Boghen. La lentille de serpentinite correspond à l'extension nord de l'unité décrite sur le site H-2.

La serpentinite est sombre, présente une structure feuilletée et est constituée d'antigorite.

La zone de contact avec l'unité de la Boghen est masquée dans la végétation.

Aucune terre blanche n'a été observée.

Altération : Roche fortement altérée.

➤ **Echantillons prélevés** :

Aucun échantillon n'a été prélevé.

A 80m du site, sur le flanc du relief sud (X: 350 024 / Y: 323 018), un faciès de terres blanches a été échantillonné sur un contact serpentinite/Boghen : TD 241

➤ **Risque sanitaire :**

Risque sanitaire : faible

L'absence de terre blanche et le couvert végétal important (90%) induisent un risque faible.

➤ **Préconisations de réhabilitation :**

Les actions de réhabilitation suivantes peuvent être entreprises :

- La mise en place d'un merlon de pied de talus (enrochement, gabion) pour soutenir le masque ;
- La mise en place d'un masque en terre ou matériau inerte (sable de rivière) sur le talus ;
- Une végétalisation pour stabiliser le masque.

Masque en terre ou recouvrement par matériaux inertes : 2 m²

Estimation des coûts (F CFP) : 12 000.

Végétalisation : 2 m²

Estimation des coûts (F CFP) : 4 000.

Total des coûts (F CFP) : 14 000.

5.8.5 Site H-5

➤ Localisation

Tribu : Médaouya **Coordonnées** (Lambert RGNC) X: 349 877 Y: 323 048

Accès : En entrant depuis la tribu de Nessa Kouya, emprunter la cinquième piste d'accès aux habitations située 650m après la première route à gauche à l'entrée de la tribu de Médaouya. Le site correspond au regroupement des habitations situées de part et d'autre du chemin.

➤ Aperçu



Figure 54 : Aperçu du site H-5 et localisation des échantillons

➤ Description

Extension :

Les habitations sont réparties sur une zone d'environ 250m de long pour 70m de large.

Type d'aménagement : Talus de terrassement pour habitation et affleurements naturels

Couvert végétal : variable

Observations : L'ensemble des habitations et zones de vies est situé à proximité immédiate d'un talus de serpentinite.

➤ **Données géologiques**

Unité : Serpentinite indifférenciée pincée dans l'unité métamorphique de la Boghen.

Le site est situé au milieu d'une vaste lentille de serpentinite dans laquelle sont également inclus les sites H-6 à H-10.

La serpentinite présente une structure feuilletée constituée d'antigorite. Des enclaves de lizardite et de roches grenues indifférenciées sont présentes dans la masse serpentineuse.

Aucune terre blanche n'a été observée sur les différents affleurements.

Altération : Altération variable, essentiellement peu altérée.

➤ **Echantillons prélevés** :

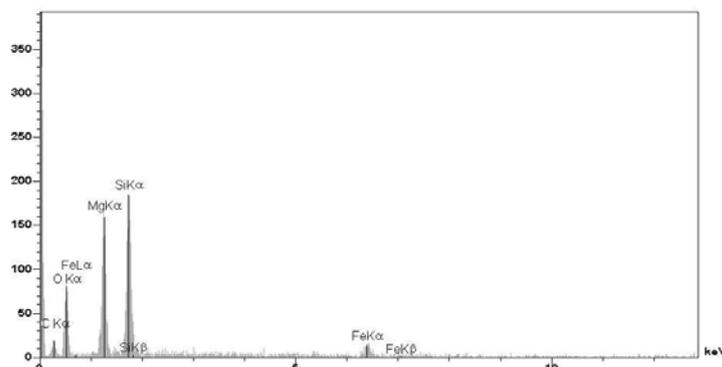
- **TD 244** : Antigorite altérée
- **TD 245** : Antigorite altérée
- **TD 246a** : Antigorite altérée
- **TD 246b** : Enclave de roche grenue indifférenciée
- **TD 247** : Antigorite altérée

➤ **Analyses :**

	Echantillons				
	TD 244	TD 245	TD 246a	TD 246b	TD 247
MOLP		√	√		√
MOCP					
MEB/EDS		√	√		√
META					
DRX					

TD 245:

- MOLP (analyse BRGM): Débris de roche orientée serpentinisée blanc laiteux avec enduits colorés (rouille). Quelques gerbes de fibres minérales apparentes. Nature des fibres : Serpentine fibreuse type antigorite abondante.
- MOLP (analyse SGNC) : Minéraux > 150µ bruns verts qui se fragmentent, grains et esquilles de toutes tailles 5-20µm, quelques allongés, très rares aiguilles.
- MEB/EDS (analyse BRGM) : Serpentine.



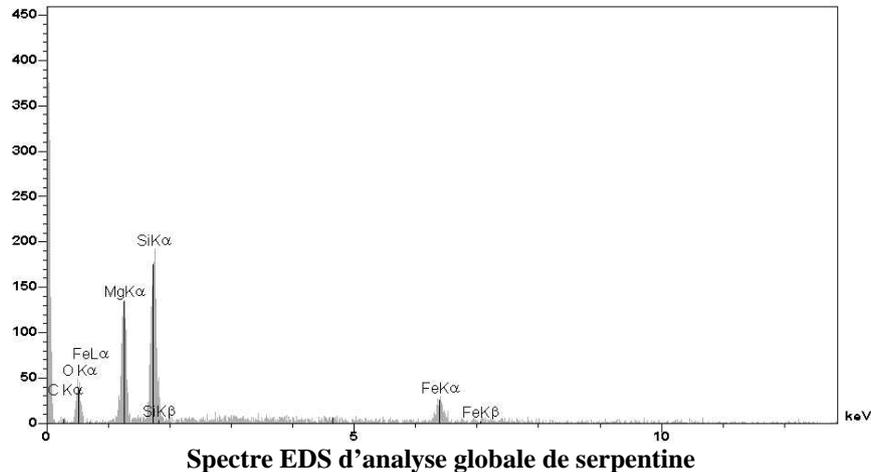
Spectre EDS d'analyse ponctuelle d'une fibre de serpentine

TD 246a :

- MOLP (analyse BRGM): Débris de roche orientée, blanc olivâtre, serpentinisée avec très rarement un faciès fibreux visible. Débris végétaux également visibles. Nature des fibres : Serpentine fibreuse, type antigorite.
- MOLP (analyse SGNC) : 99% de fragments de toutes tailles, translucides, verts, 5-50µm, beaucoup de petits grains, quelques esquilles allongées, 10-20µm*2-5µm. Très rares aiguilles 10-20µm*1µm.
- MEB/EDS (analyse BRGM) : Serpentine en fibres à morphologie plate (antigorite ?).

TD 247 :

- MOLP (analyse BRGM): Débris de roche crème « savonneuse », serpentinisée à faciès fibreux nettement visible ; traces de MnO et hydroxydes de fer en surface. Nature des fibres : Serpentine fibreuse, type antigorite, abondante. Pas de morphologie « chrysotile » franche.
- MOLP (analyse SGNC) : Gros minéraux en lattes >150µm qui se fragmentent en grains et esquilles 10-30µm, quelques esquilles allongées.
- MEB/EDS (analyse BRGM) : Serpentine.



➤ Conclusions des analyses :

Antigorite fibreuse mais pas de chrysotile.

➤ Risque sanitaire :

Risque sanitaire : modéré

Le risque sanitaire est modéré car les fibres sont très rares dans les échantillons prélevés mais les habitations nombreuses.

➤ Préconisations de réhabilitation :

Les actions de réhabilitation suivantes doivent être entreprises :

- La mise en place d'un masque en terre ou matériau inerte (sable de rivière) sur les plateformes et talus ;
- Une végétalisation pour stabiliser les masques ;
- L'information et la sensibilisation des habitants.

Recouvrir l'ensemble des plateformes engendrerait un coût trop important, c'est pourquoi il faut cibler des zones ponctuelles amiantifères pour diminuer ce coût.

5.8.6 Site H-6

➤ Localisation

Tribu : Médaouya

Coordonnées (Lambert RGNC) X: 349 864 Y: 323 004

Accès : En entrant depuis la tribu de Nessa Kouya, emprunter la cinquième piste d'accès aux habitations située 650m après la première route à gauche à l'entrée de la tribu de Médaouya. Emprunter la piste sur 120m, le site correspond à la piste qui se développe vers le sud pour l'accès aux pylônes électriques.

➤ Aperçu



Figure 55 : Aperçu du site H-6

➤ Description

Extension : Longueur : 300m

Type d'aménagement : Route d'accès aux pylônes électriques. Réalisation récente en déblais/ remblai

Couvert végétal : 0%

Observations : Réalisation récente. L'absence de gestion des eaux induit une remobilisation forte des déblais en cas de précipitations. La route est en position dominante vis à vis d'une partie de la tribu.

➤ **Données géologiques**

Unité : Serpentinite indifférenciée pincée dans l'unité métamorphique de la Boghen.

Le site traverse la vaste lentille de serpentinite que l'on retrouve du site H-5 au site H-10. Elle recoupe deux fois le contact avec l'unité de la Boghen.

La serpentinite est constituée d'antigorite à l'altération plus ou moins poussée. De nombreuses enclaves (>20cm) de roches indifférenciées fortement serpentinisées parsèment le site.

A proximité du contact avec l'unité de la Boghen, les lentilles de trémolite (roche translucide, tendre, éclat mat, aspect savonneux - détermination à confirmer) sont très présentes avec des stades d'altération variable. Lorsque l'altération est poussée, elles se désagrègent en masse fibreuse.

L'unité de la Boghen est fortement altérée, elle ne montre pas de lithologie particulière.

Altération : Roche moyennement à fortement altérée.

➤ **Echantillons prélevés** :

- **TD 248a** : Composite de fibres blanches d'origine indéterminée (altération de l'antigorite ?) ;
- **TD 248b** : Composite de fibres blanches d'origine indéterminée (altération de l'antigorite ?) et issues de l'altération de la trémolite ;
- **TD 248c** : Trémolite fortement altérée (détermination à confirmer) ;
- **TD 248d** : Trémolite moyennement altérée (détermination à confirmer) – proximité contact avec la Boghen ;
- **TD 235e** : Argile blanche d'altération – proximité contact avec la Boghen.

➤ **Analyses :**

	Echantillons				
	TD 248a	TD 248b	TD 248c	TD 248d	TD 235e
MOLP	√	√	√	√	√
MOCP					
MEB/EDS		√	√	√	√
META					
DRX					

TD 248a:

- MOLP (analyse SGNC) : Fragments et esquilles de toutes tailles à partir de minéraux bruns, certains en latte >100µm. Pas de fibre.

TD 248b:

- MOLP (analyse BRGM): Débris de roche avec grains blanc laiteux, grains olivâtres, débris végétaux et quelques fibres apparentes dans certains grains. Nature des fibres : Trémolite fibreuse abondante. Serpentine lamellaire à fibreuse présente (antigorite ?).
- MOLP (analyse SGNC) : 100% de petites aiguilles vertes bruns en paquets fibreux, qui semblent se déliter à partir de minéraux jaunes. Aiguilles de toutes tailles, 10-20*1µm et 50*2µm.
- MEB/EDS (analyse BRGM) : Trémolite abondante. Serpentine lamellaire présente.

TD 248c :

- MOLP (analyse BRGM): Débris de roche olivâtre nettement fibreuse. Nature des fibres : Serpentine fibreuse abondante (type antigorite).
- MOLP (analyse SGNC) : 98% de fragments esquilleux verts à bruns 50-60µm (grains) quelques aiguilles 100*5µm, avec des minéraux plus petits 20*5µm.
- MEB/EDS (analyse BRGM) : Serpentine fibreuse, morphologie plutôt lamellaire.

TD 248d :

- MOLP (analyse BRGM): Débris et agrégats de roche altérée blanc laiteux à brun clair avec parties fibreuses visibles. Nature des fibres : Serpentine fibreuse dominante (type antigorite).
- MOLP (analyse SGNC) : Fragments et esquilles translucides vertes à brunes, de toutes tailles, 5-100µm, 10-20% d'esquilles en aiguilles 50-100µm*2-10µ.
- MEB/EDS (analyse BRGM) : Serpentine comparable à la précédente.

TD 235e :

- MOLF (analyse BRGM): Débris de roche allongée, fibreuse avec enveloppe rouille sur les grains et gerbes de fibres abondantes. Nature des fibres : Trémolite fibreuse présente. Serpentine fibreuse présente (antigorite ?).
- MOLF (analyse SGNC) : Minéraux en paquets fibreux, flexueux qui foisonnent >150µm, grains et aiguilles fines 5-50*1-2µm.
- MEB/EDS (analyse BRGM) : Trémolite présente. Serpentine fibreuse présente : Si > Mg ε Fe.

➤ Conclusions des analyses :

Trémolite abondante dans les produits blancs et antigorite lamellaire parfois fibreuse.

➤ Risque sanitaire :

Risque sanitaire : élevé

Le risque est important du fait de la présence avérée de trémolite, de l'absence total de couvert végétal et que les eaux remobilisent les déblais, en position dominante d'une tribu.

➤ Préconisations de réhabilitation :

La mise en place d'un masque en terre ou matériau inerte (sable de rivière) le long de la piste doit être réalisée.

Masque en terre ou recouvrement par matériaux inertes : 600 m²

Estimation des coûts (F CFP) : 3 600 000.

Total des coûts (F CFP) : 3 600 000.

5.8.7 Site H-7

➤ Localisation

Tribu : Médaouya

Coordonnées (Lambert RGNC) X: 349 428 Y: 322 954

Accès : En entrant dans la tribu depuis Bourail, le site est situé à droite, environ 500m après avoir franchi le pont de Koro.

➤ Aperçu



Figure 56 : Aperçu du site H-7

➤ Description

Extension :

- Longueur : 35m / Largeur : 20m
- Hauteur : 2-4m

On associe également à cette fiche l'habitation située 50m au sud de la carrière

Type d'aménagement : Carrière d'emprunt de matériaux et terrassement d'habitation

Couvert végétal : 10%

Observations : Le site est situé en bordure de route dans un environnement relativement ouvert.

Les riverains prélèvent des matériaux depuis ce site.

➤ **Données géologiques**

Unité : Serpentinite indifférenciée pincée dans l'unité métamorphique de la Boghen.

Le site est situé dans la vaste lentille de serpentinite que l'on retrouve du site H-5 au site H-10.

La serpentinite est constituées d'antigorite à l'altération faible.

Pas de particularités remarquables - absence de terres blanches dans les horizons les plus altérés.

Altération : Roche peu altérée.

➤ **Echantillons prélevés** :

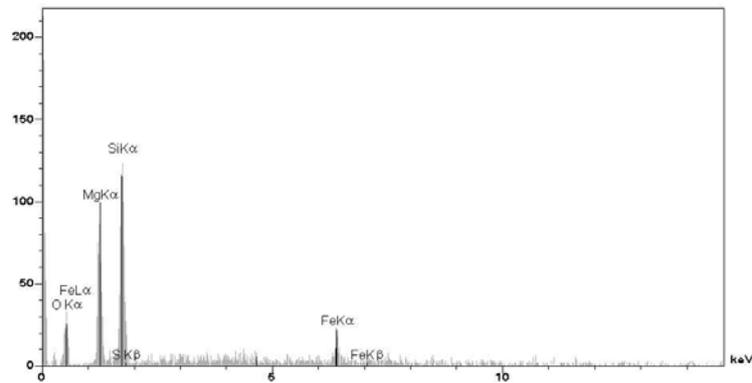
– **YG 01** : Antigorite altérée

➤ **Analyses :**

	Echantillon
	YG 01
MOLP	√
MOCP	
MEB/EDS	√
META	
DRX	

YG 01 :

- MOLP (analyse BRGM): Débris blanc laiteux et olivâtres de roche orientée localement fibreuse. Nature des fibres : Serpentine plutôt lamellaire que fibreuse abondante (antigorite ?).
- MOLP (analyse SGNC) : Superbes aiguilles droites 250-500*10µm, plus gros minéraux allongés, 200µ, qui se fragmentent en esquilles allongées 50*5µm ou plus petits 15*2µm.
- MEB/EDS (analyse BRGM) : Serpentine lamellaire abondante.



Spectre EDS d'analyse ponctuelle d'une gerbe de serpentinite

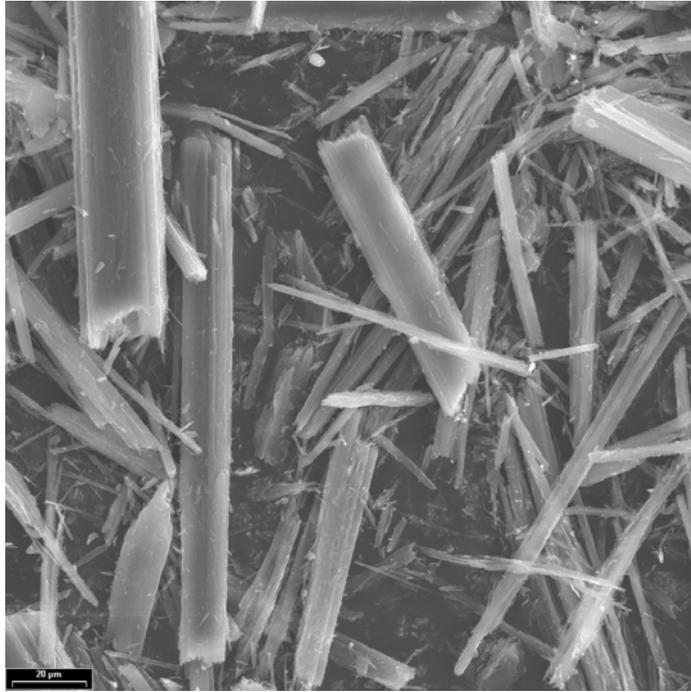


Image MEB en électrons secondaires : serpentine lamellaire

➤ **Conclusions des analyses :**

Serpentine plutôt lamellaire que fibreuse.

➤ **Risque sanitaire :**

*Risque sanitaire : **modéré***

Bien que la serpentine soit lamellaire sur l'échantillon observé, la serpentine reste une source potentielle de fibres amiantifères. Ajoutons qu'une habitation se situe à 50m de la carrière et que par conséquent les habitants peuvent être exposés.

➤ **Préconisations de réhabilitation :**

Les actions de réhabilitation suivantes doivent être entreprises :

- La fermeture de l'accès à la carrière ;
- La mise en place d'une signalétique ;
- Stabilisation du masque par un merlon pied de talus (enrochement, gabion)
- La mise en place d'un masque en terre ou matériau inerte (sable de rivière) ;
- Une végétalisation pour stabiliser le masque ;
- L'information et la sensibilisation des habitants.

Stabilisation du masque (gabion, enrochement) : 35 m²

Estimation des coûts (F CFP) : 1 400 000.

Masque en terre ou recouvrement par matériaux inertes : 125 m²

Estimation des coûts (F CFP) : 750 000.

Végétalisation : 125 m²

Estimation des coûts (F CFP) : 250 000.

Total des coûts (F CFP) : 2 400 000.

Pour diminuer les coûts, un recouvrement des zones ponctuelles amiantifères peut être envisagé.

5.8.8 Site H-8

➤ **Localisation**

Tribu : Médaouya

Coordonnées (Lambert RGNC) X: 349 372 Y: 322 954

Accès : En entrant dans la tribu depuis Bourail, le site est situé à gauche, environ 500m après avoir franchi le pont de Koro.

➤ **Aperçu**



Figure 57 : Aperçu du site H-8

➤ **Description**

Extension :

- Longueur : 30m
- Largeur : 15m

Type d'aménagement : Terrassement en déblais de serpentinite.

Couvert végétal : Absent

Observations : Le site est amené à accueillir du public (projet touristique de table d'hôte).

➤ **Données géologiques**

Unité : Serpentinite indifférenciée pincée dans l'unité métamorphique de la Boghen.

Les déblais sont issus de la carrière de serpentinite présentée en fiche H-7.

Ils sont constitués d'antigorite à l'altération faible ainsi que de quelques galets de péridotite (origine alluvionnaire supposée).

➤ **Echantillons prélevés** :

- **YG 03** : Antigorite altérée

➤ **Analyses :**

	Echantillon
	YG 03
MOLP	√
MOCP	
MEB/EDS	√
META	√
DRX	

YG 03 :

- MOLP (analyse BRGM): Débris de roche orientée blanc laiteux à olivâtre avec taches d'oxydes de Mn en surface et très rares fibres apparentes. Nature des fibres : Serpentine fibreuse présente. Chrysotile possible à confirmer par META.
- MOLP (analyse SGNC) : 100% de fragments de toutes tailles verts translucides, d=10-100µm, rares esquilles allongées L=20, l=5µm.
- MEB/EDS (analyse BRGM) : Serpentine plutôt lamellaire, rarement fibreuse.
- META (analyse BRGM) : Chrysotile rare confirmé par META.

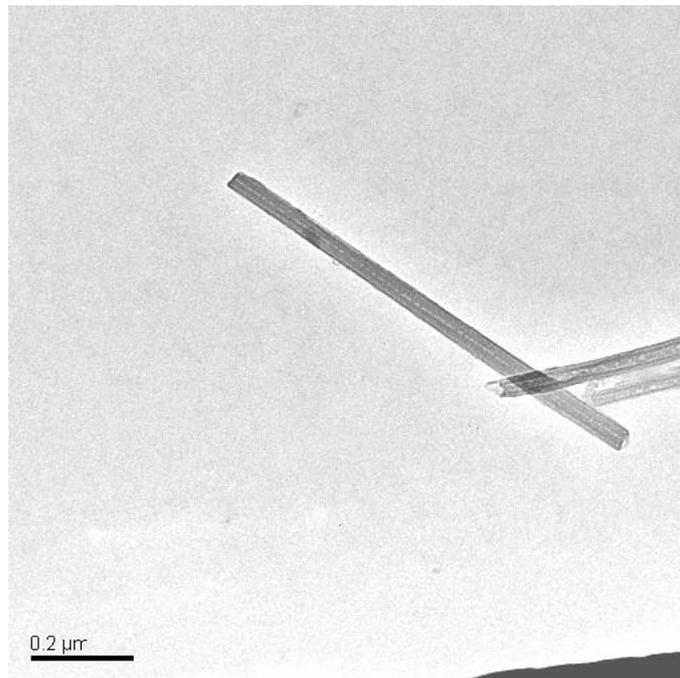


Image META : fibre de chrysotile ou transition antigorite – chrysotile

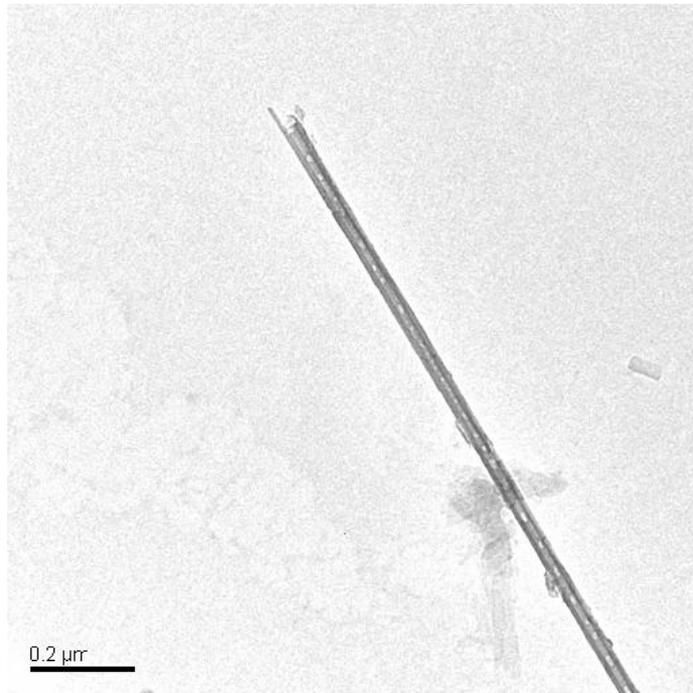
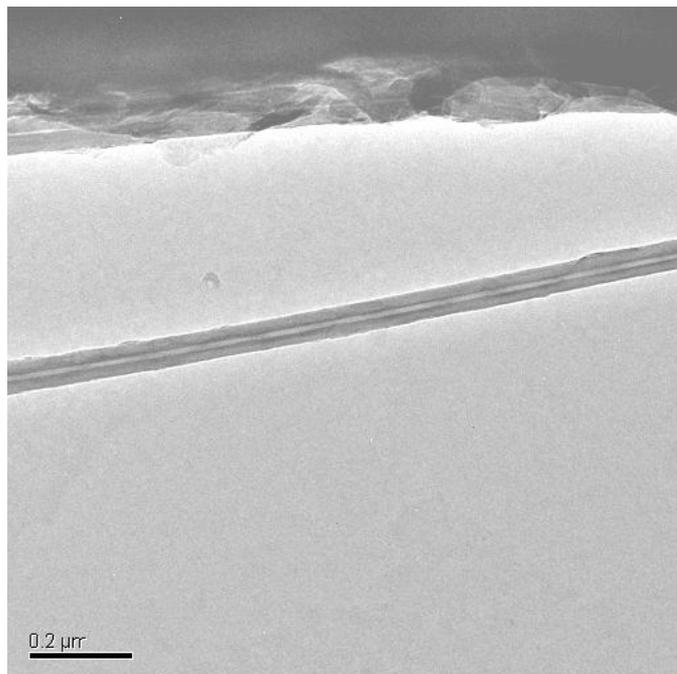
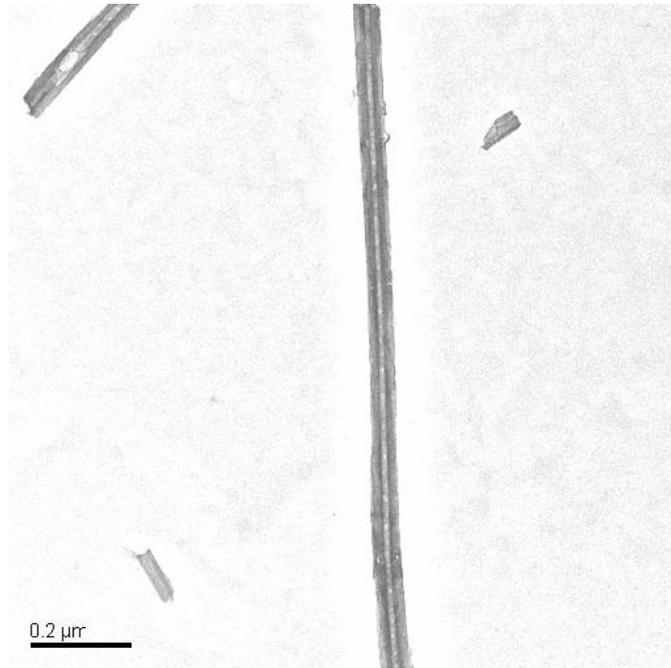


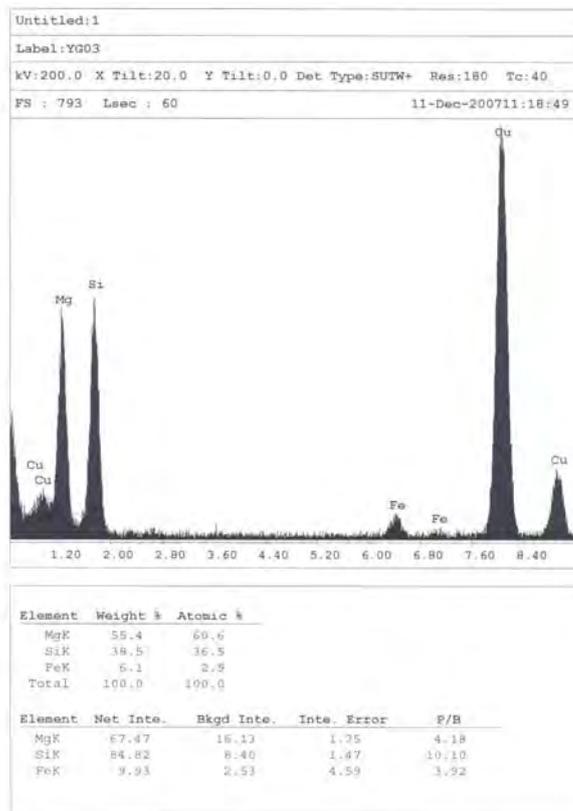
Image META : fibre à canal central épais et irrégulier



**Image META : fibre de serpentine (analyse et diffraction X)
Morphologie comparable au chrysotile standard mais plus épaisse.**



**Image META d'une fibre comparable à la précédente
Serpentine - chrysotile**



Analyse META d'une fibre précédente : serpentine très proche de chrysotile

➤ **Conclusions des analyses :**

Serpentine plutôt lamellaire et chrysotile rare.

➤ **Risque sanitaire :**

Risque sanitaire : élevé

Le risque sanitaire est pour l'instant modéré (pas d'habitation) mais si le site est utilisé comme table d'hôte, le risque sera élevé pour le public (présence de chrysotile).

➤ **Préconisations de réhabilitation :**

Les actions de réhabilitation suivantes doivent être entreprises :

- La mise en place d'un masque en terre ou matériau inerte (sable de rivière) ;
- L'information et la sensibilisation des propriétaires de la future table d'hôte.

Masque en terre ou recouvrement par matériaux inertes : 450 m²

Estimation des coûts (F CFP) : 2 700 000.

Total des coûts (F CFP) : 2 700 000.

5.8.9 Site H-9

➤ Localisation

Tribu : Médaouya **Coordonnées** (Lambert RGNC) X: 349 398 Y: 322 998

Accès : En entrant dans la tribu depuis Bourail, le site est situé à gauche, environ 550m après avoir franchi le pont de Koro, soit 50m après la site H-8.

➤ Aperçu



Figure 58 : Aperçu du site H-9

➤ Description

Extension :

- Longueur : 15 m
- hauteur : 1.5m

Type d'aménagement : Talus de plateforme d'habitation.

Couvert végétal : Absent

Observations : Zone de vie à proximité immédiate des affleurements.

➤ **Données géologiques**

Unité : Serpentinite indifférenciée pincée dans l'unité métamorphique de la Boghen.

Le site est situé dans la vaste lentille de serpentinite que l'on retrouve du site H-5 au site H-10.

La serpentinite présente une lithologie semblable à celle observée en H-7. La serpentinite, de l'antigorite principalement, est peu altérée.

➤ **Echantillons prélevés** :

- **YG 02** : Antigorite altérée

➤ **Analyses :**

	Echantillon
	YG 02
MOLP	√
MOCP	
MEB/EDS	
META	
DRX	

YG 02 :

- MOLP (analyse SGNC) : 100% de gros minéraux jaune vert translucide, 300-400µm, qui se fragmentent en esquilles 10µm, quelques esquilles allongées 10*2µm. Pas de fibres.

➤ **Conclusions des analyses :**

Pas de fibres.

➤ **Risque sanitaire :**

*Risque sanitaire : **modéré***

Bien que l'antigorite observée soit lamellaire sur l'échantillon observé, la serpentine reste une source potentielle de fibres amiantifères.

➤ **Préconisations de réhabilitation :**

La mise en place d'un masque en terre ou matériau inerte (sable de rivière) doit être envisagée sur la plateforme.

Masque en terre ou recouvrement par matériaux inertes : 22 m²

Estimation des coûts (F CFP) : 132 000.

Total des coûts (F CFP) : 132 000.

5.8.10 Site H-10

➤ **Localisation**

Tribu : Médaouya

Coordonnées (Lambert RGNC) X: 349 713 Y: 322 599

Accès : En entrant dans la tribu depuis Bourail, le site est situé en bordure de RT3, immédiatement après avoir franchi le pont de Koro.

➤ **Aperçu**

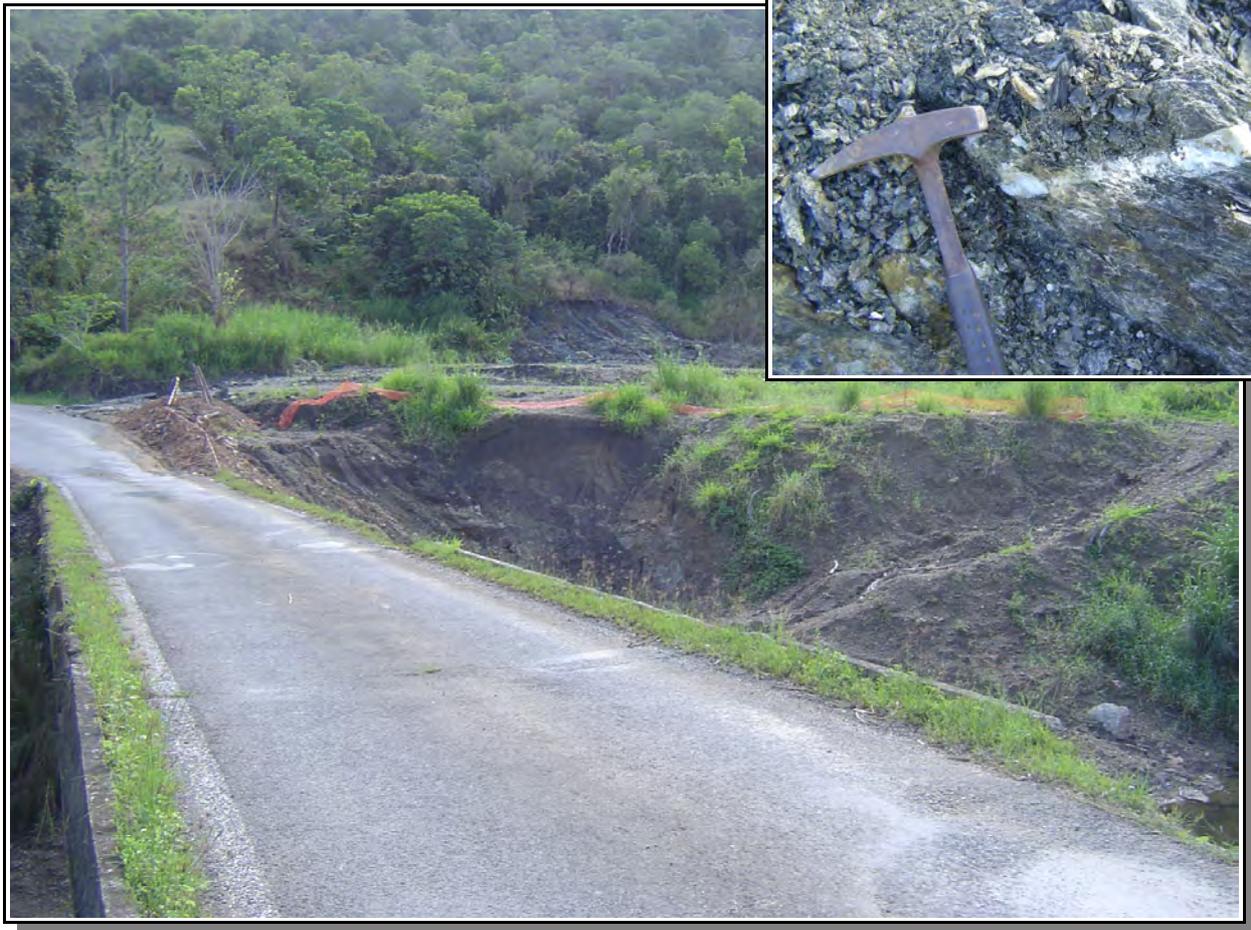


Figure 59 : Aperçu du site H-10

➤ **Description**

Extension :

- Longueur : 10m
- Hauteur : 3m

Type d'aménagement : Carrière d'emprunt de matériaux

Couvert végétal : Absent

Observations : Quelques m³ de matériaux sont disponibles en pied de talus.

➤ **Données géologiques**

Unité : Serpentinite indifférenciée pincée dans l'unité métamorphique de la Boghen.

Le site est situé en bordure ouest de la vaste lentille de serpentinites que l'on retrouve du site H-5 au site H-10. Le contact avec l'unité de la Boghen est visible en bordure nord de la carrière.

La serpentinite présente une structure feuilletée dominée par l'antigorite. La zone de contact avec l'unité de la Boghen montre une altération plus poussée où les lentilles de trémolite (détermination à confirmer) sont très présentes ainsi que des produits d'altération assimilables à des terres blanches (altération de la trémolite ?).

Altération : Roche peu altérée (hors zone de contact).

Contexte structurale : Contact serpentinite / Boghen : N165 65E

➤ **Echantillons prélevés** :

- **YG 05** : Composite de produits d'altération plus ou moins fibreux.

➤ **Analyses :**

	Echantillon
	YG 05
MOLP	√
MOCP	
MEB/EDS	√
META	
DRX	

YG 05 :

- MOLP (analyse BRGM): Poudre blanc laiteux, composée de particules vitreuses, phylliteuses, avec grains plus ambrés sans fibres apparentes. Nature des fibres : Pas de fibres visibles. Pas d'amiante visible.
- MOLP (analyse SGNC) : Minéraux > 150µ bruns verts qui se fragmentent, grains et esquilles de toutes tailles 5-20µm, quelques allongés, très rares aiguilles.
- MEB/EDS (analyse BRGM) : Si >> Mg > O, Fe : pas de fibres.

➤ **Conclusions des analyses :**

Pas de fibres.

➤ **Risque sanitaire :**

Risque sanitaire : faible

Bien que la serpentine soit non fibreuse sur l'échantillon observé, la serpentine reste une source potentielle de fibres amiantifères.

➤ **Préconisations de réhabilitation :**

Les actions de réhabilitation suivantes doivent être entreprises :

- La fermeture de l'accès à la carrière ;
- La mise en place d'une signalétique ;
- Stabilisation du masque par un merlon pied de talus (enrochement, gabion)
- La mise en place d'un masque en terre ou matériau inerte (sable de rivière) ;
- Une végétalisation pour stabiliser le masque ;

Stabilisation du masque (gabion, enrochement) : 10 m²

Estimation des coûts (F CFP) : 400 000.

Masque en terre ou recouvrement par matériaux inertes : 30 m²

Estimation des coûts (F CFP) : 180 000.

Végétalisation : 30 m²

Estimation des coûts (F CFP) : 60 000.

Total des coûts (F CFP) : 640 000.

**Pour diminuer les coûts, un recouvrement des zones ponctuelles
amiantifères peut être envisagé.**

5.8.11 Site H-11

➤ **Localisation**

Tribu : Médaouya

Coordonnées (Lambert RGNC) X: 349 662 Y: 321 520

Accès : A proximité de la tribu de Médouaya en arrivant depuis Bourail, prendre la piste qui part vers le Sud avant de franchir le pont de Koro. Traverser l'ensemble de la zone habitée, le site est situé à environ 1km de l'intersection avec la RT3.

➤ **Aperçu**



Figure 60 : Aperçu du site H-11

➤ **Description**

Extension :

- Longueur : 100m
- Largeur : 70m

Type d'aménagement : Surface décapée de son horizon pédogénétique : projet de lotissement, d'aménagement ou d'exploitation agricole (?).

Couvert végétal : Absent.

Observations : Travaux récents.

➤ **Données géologiques**

Unité : Serpentinites indifférenciées pincées dans l'unité métamorphique de la Boghen.

Le site est situé à proximité de la bordure est d'une lentille de serpentinite que l'on retrouve sur le site H-12.

La serpentinite présente une structure feuilletée dominée par l'antigorite. Quelques enclaves de lizardites (cm à dm) sont visibles.

Altération : Roche peu altérée.

Contexte structurale : Contact serpentinite / Boghen : N165 65E

➤ **Echantillons prélevés** :

- **YG 06-1** : Antigorite peu ou pas altérée ;
- **YG 06-2** : Antigorite altérée.

➤ **Analyses :**

	Echantillons	
	YG 06-1	YG 06-2
MOLP	√	
MOCP		
MEB/EDS	√	
META		
DRX		

YG 06-1 :

- MOLP (analyse BRGM): Débris de roche orientée, serpentinisée, gris olivâtre avec gerbes de fibres minérales visibles dans certains grains. Nature des fibres : Serpentine fibreuse présente. Chrysotile probable en traces.
- MOLP (analyse SGNC) : Fragments de minéraux en baguettes, verts translucides (L=50-150µm, l=10-30µm), esquilles allongées (L=10-20µm, l=2-10µm). Présence de grains en virgules (<10µm).
- MEB/EDS (analyse BRGM) : Serpentine avec présence possible de chrysotile.

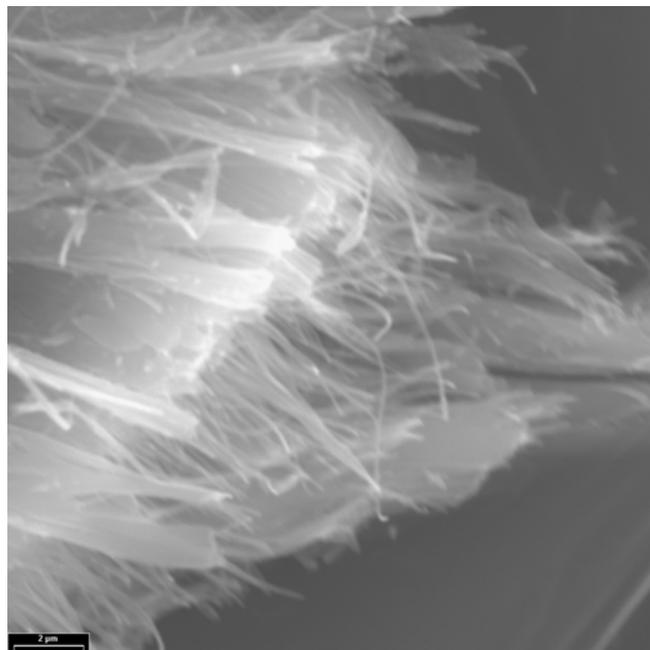


Image MEB en électrons secondaires : morphologie de chrysotile dans une serpentine majoritairement lamellaire.

➤ **Conclusions des analyses:**

Présence d'antigorite lamellaire parfois fibreuse et de chrysotile en faible quantité.

➤ **Risque sanitaire :**

Risque sanitaire : faible

Un risque sanitaire est présent (chrysotile), si l'on prend en compte la possibilité que ce site soit habité. Toutefois si aucun projet ne se concrétise sur ce site, le risque sanitaire restera faible.

➤ **Préconisations de réhabilitation :**

Les actions de réhabilitation suivantes doivent être entreprises :

- La mise en place d'un masque en terre ou matériau inerte (sable de rivière) ;
- L'information et la sensibilisation de futurs habitants.

Masque en terre ou recouvrement par matériaux inertes : 700 m²

Estimation des coûts (F CFP) : 4 200 000.

Total des coûts (F CFP) : 4 200 000.

Pour diminuer les coûts, un recouvrement des zones ponctuelles amiantifères peut être envisagé.

5.8.12 Site H-12

➤ **Localisation**

Tribu : Médaouya

Coordonnées (Lambert RGNC) X: 349 720 Y: 321 640

Accès : A proximité de la tribu de Médouaya en arrivant depuis Bourail, prendre la piste qui part vers le Sud avant de franchir le pont de Koro. Traverser l'ensemble de la zone habitée, le site est situé au niveau de la dernière habitation, environ 900m de l'intersection avec la RT3.

➤ **Aperçu**



Figure 71 : Aperçu du site H-12

➤ **Description**

Extension :

- Longueur : 50m
- Hauteur : 2-4m

Type d'aménagement : Talus de terrassement pour habitation.

Couvert végétal : 40%

Observations : Proximité immédiate d'une zone de vie (habitation).

➤ **Données géologiques**

Unité : Serpentinite indifférenciée pincées dans l'unité métamorphique de la Boghen.

Le site est situé à proximité sur la bordure est de la lentille de serpentinite visible en H-11.

La serpentinite présente une structure feuilletée dominée par l'antigorite plus ou moins altérée. A proximité de la zone de contact, des fibres issues de l'altération de l'antigorite sont bien visibles.

Des enclaves serpentinisées (+dm) sont visibles dans la serpentinite, certaines présentent des filonnets mm de chrysotile.

L'unité de la Boghen montre un faciès fortement altéré -argile rouge orangé- souligné par des niveaux syn-schisteux de quartz.

Altération : Roche moyennent à fortement altérée.

Contexte structurale : schistosité de l'unité de la Boghen : N105 75N

➤ **Echantillons prélevés** :

- **YG 07-1** : Argile d'altération dans l'unité de la Boghen ;
- **YG 07-2** : Antigorite fibreuse altérée ;
- **YG 07-3** : Enclave serpentinisée à filonnet de chrysotile.

➤ **Analyses :**

	Echantillons		
	YG 07-1	YG 07-2	YG 07-3
MOLP	√	√	
MOCP			
MEB/EDS	√	√	
META			
DRX			

YG 07-1 :

- MOLP (analyse BRGM): Grains humides, friables, blanc crème, sans fibres apparentes et quelques taches rouille. Nature des fibres : Pas de fibres visibles. Pas d'amiante visible.
- MOLP (analyse SGNC) : Fond de très petits grains verts <5µm, plus fragments et lattes 50*10µm.

YG 07-2 :

- MOLP (analyse BRGM): Débris de roche fibreuse orientée, plate, verdâtre à fibres dominantes et traces Mn et Fe en surface. Nature des fibres : Serpentine lamellaire et fibreuse abondante (antigorite ?).
- MOLP (analyse SGNC) : 98% de fragments et grains translucides vert, 5-50µm. Quelques esquilles allongées 30-50*5µm. Très rares aiguilles.
- MEB/EDS (analyse BRGM) : Serpentine fibreuse à morphologie lamellaire : Si = Mg ε Fe.

➤ **Conclusions des analyses :**

Présence d'antigorite fibreuse dans le YG 07-2. Pas de fibres dans les argiles d'altération.

➤ **Risque sanitaire :**

*Risque sanitaire : **modéré***

Le risque sanitaire est modéré du fait de la présence d'antigorite fibreuse et de la proximité d'une habitation.

➤ **Préconisations de réhabilitation :**

Les actions de réhabilitation suivantes doivent être entreprises :

- La mise en place d'un gabion ou enrochement pour conforter le masque ;
- La mise en place d'un masque en terre ou matériau inerte (sable de rivière) sur l'affleurement ;
- Une végétalisation pour stabiliser le masque ;
- L'information et la sensibilisation des habitants.

Stabilisation du masque (gabion, enrochement) : 50 m²
Estimation des coûts (F CFP) : 2 000 000.

Masque en terre ou recouvrement par matériaux inertes : 200 m²
Estimation des coûts (F CFP) : 1 200 000.

Végétalisation : 200 m²
Estimation des coûts (F CFP) : 400 000.

Total des coûts (F CFP) : 3 600 000.

**Pour diminuer les coûts, un recouvrement des zones ponctuelles
amiantifères peut être envisagé.**

5.9 Zone I : Coula – Boréaré

Trois sites aménagés ont été retenus sur la zone I, tous sont localisés à proximité de la tribu de Coula :

- L'ensemble des sites retenus correspond à des affleurements de lentilles de serpentinite en contact avec l'unité métamorphique de la Boghen ;
- Un site correspond à une carrière pour l'emprunt de matériaux (sites I-3) ;
- Deux sites sont situés à proximité d'habitation (site I-1 et I-2).

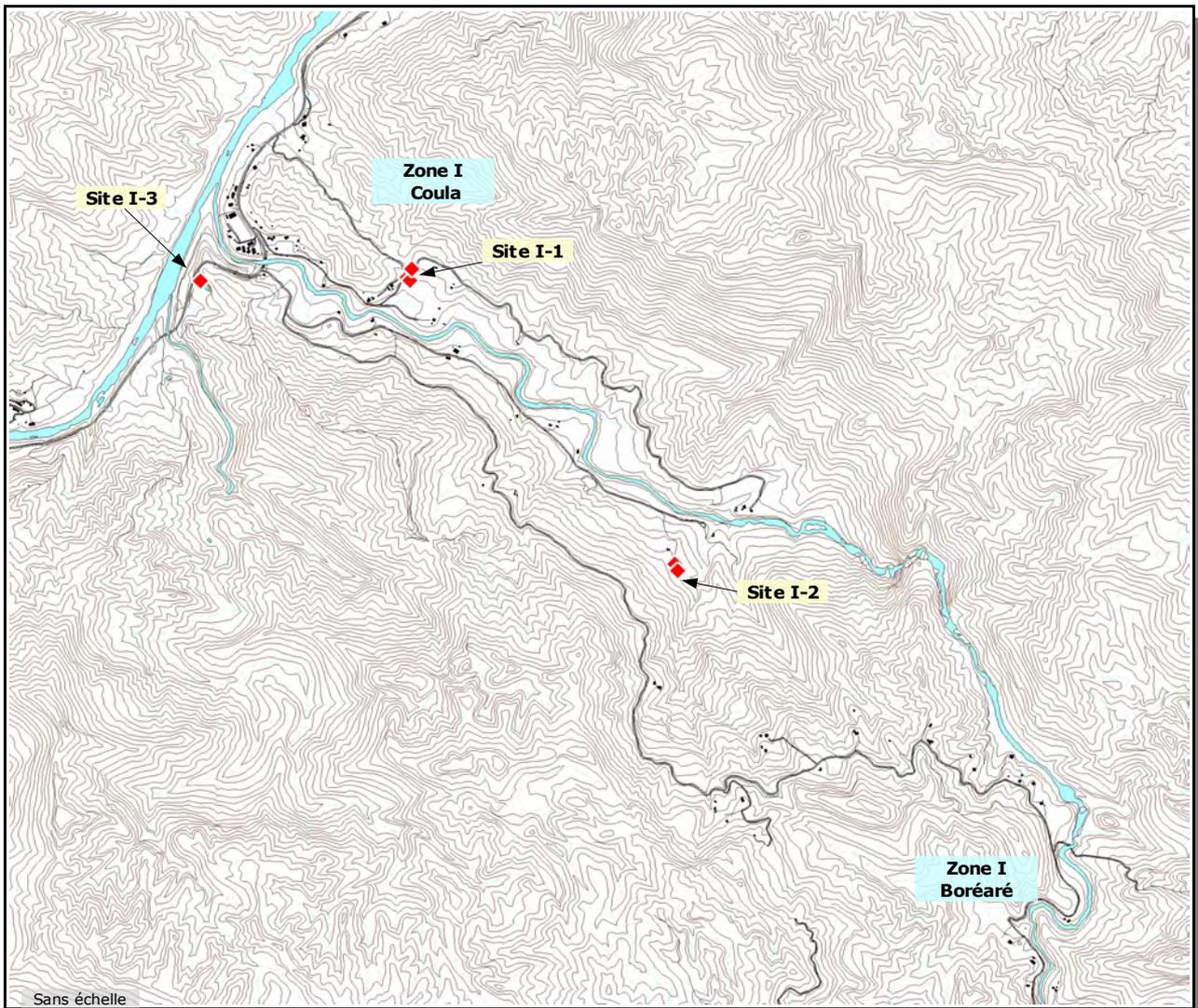


Figure 72 : Localisation des sites aménagés de la zone de Coula - Boréaré

5.9.1 Site I-1

➤ Localisation

Tribu : Coula

Coordonnées (Lambert RGNC) X: 342 965 Y: 318 034

Accès : En arrivant depuis Bourail, prendre la première piste à droite après avoir franchi le pont de la Wâ Kû Rura. Le site est situé à 750m de l'intersection avec la RT3

➤ Aperçu



Figure 73 : Aperçu du site I-1

➤ Description

Type d'aménagement et extension : Le site regroupe :

- le caniveau situé le long de la piste d'accès : 50m de long
- Le talus amont du terrassement de la maison située en contre-bas de la piste : 15m de long sur 1 à 2m de haut
- Le talus amont du terrassement d'une ancienne case à enduit trémolitique située à 40m de l'habitation précédente (signalée par un panneau « Danger enfouissement trémolite ») : 15m de long sur 3-4m de haut.

Couvert végétal : Caniveau : 10%, talus maison : 80% mais sol nu, talus case détruite : 90%

Observations :

- Terres blanches subaffleurantes à proximité de la zone de vie de l'habitation (faré) ;
- Zone d'extraction de Pô pour les besoins de la tribu (caniveau et talus amont de la case détruite) ;
- Présence d'un champs cultivé en amont de la zone ;
- La piste est recouverte d'alluvions.

➤ **Données géologiques**

Unité : Serpentinites indifférenciées pincées dans l'unité métamorphique de la Boghen.

Le site est traversé par une ou plusieurs lentilles de serpentinite d'épaisseur limitée (quelques dizaines de mètre). Les contacts avec l'unité de la Boghen sont en partie masqués par la végétation et limitent la compréhension de leur organisation : lentille aux contours irréguliers et froncées ou plusieurs lentilles parallèles ?

La serpentinite présente une altération relativement poussée, la structure est marquée par la prépondérance de l'antigorite qui donne un aspect feuilleté à la roche. Des enclaves décimétriques de lizardite sont présentes dans la roche.

Le contact serpentinite/unité de la Boghen affleure à plusieurs reprises (caniveau, maison aval proximal, case amont détruite).

Le contact est systématiquement souligné par un faciès de terres blanches d'origine indéterminée (trémolite altérée ?) et d'épaisseurs relativement importantes (>dm). Les contacts sont préférentiellement fortement altérés et les terres blanches apparaissent sous forme amorphe dans la masse altérée. Au niveau de zones moins altérées, les « terres blanches », relativement indurées et au touché onctueux, montrent clairement une organisation en lentilles sigmoïdes traduisant une formation dans des contraintes tectoniques compressives.

Altération : Roche moyennement à fortement altérée.

Contexte structurale : Direction principale des serpentinites : N120 45N

➤ **Echantillons prélevés :**

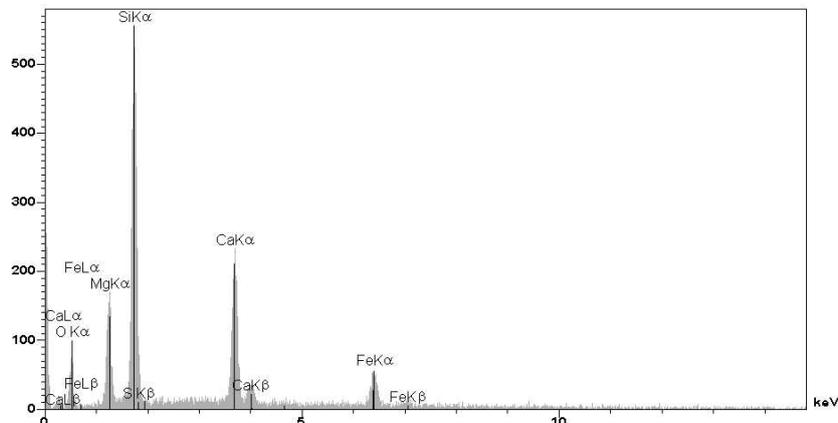
- **TD 259a** : Terres blanches prélevées au niveau du caniveau ;
- **TD 259b** : Terres blanches prélevées à proximité du faré ;
- **TD 259c** : Trémolites (détermination à confirmer) prélevées au niveau du contact à proximité de la case amont détruite ;
- **TD 259d** : Lentille peu altérée de roche type terres blanches, prélevée au niveau du contact à proximité de la case amont détruite.

➤ **Analyses :**

	Echantillons			
	TD 259a	TD 259b	TD 259c	TD 259d
MOLP	√	√	√	√
MOCP				
MEB/EDS	√	√	√	
META				
DRX				

TD 259a :

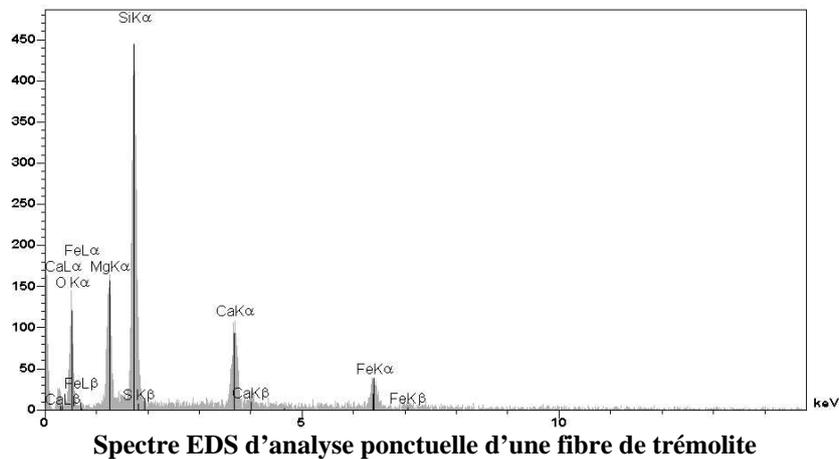
- MOLP (analyse BRGM): Débris de roche altérée blanc laiteux avec particules brunes agrégées en surface et localement, faciès fibreux visible. Nature des fibres : Trémolite fibreuse et lamellaire abondante. Serpentine fibreuse type antigorite en traces.
- MOLP (analyse SGNC) : Fragments de minéraux en baguettes, translucides verts, L=50µm, l=20µm. Grains allongés L=10-20µm, l=5µm.
- MEB/EDS (analyse BRGM) : Trémolite.



Spectre EDS d'analyse ponctuelle d'une fibre de trémolite

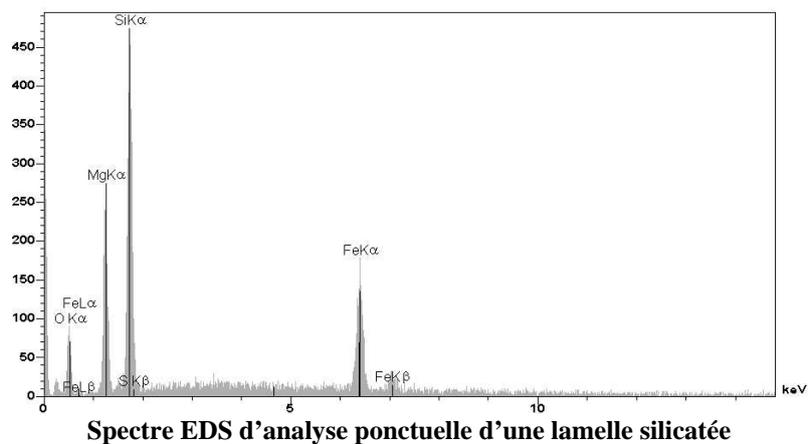
TD 259b :

- MOLP (analyse BRGM): Débris de roche altérée blanc olivâtre plutôt phylliteuse humide, sans fibres apparentes. Nature des fibres : Fibres végétales en traces. Trémolite en fines lamelles abondantes.
- MOLP (analyse SGNC) : 100% de fragments esquilleux allongés verts translucides. L=30-50µm, l=5-10µm. Certains sont plus allongés.
- MEB/EDS (analyse BRGM) : Trémolite.



TD 259c :

- MOLP (analyse BRGM): Débris de roche orientée verdâtre ou blanc laiteux avec parties fibreuses visibles. Nature des fibres : Silicates lamellaires indifférenciés Pas d'amiante visible.
- MOLP (analyse SGNC) : Petits fragments esquilleux verts, 10-50µm, rares aiguilles 50*5µm. Beaucoup de fragments esquilleux allongés 30*10µm.
- MEB/EDS (analyse BRGM) : Silicate : serpentine ? Pas d'amphibole ni chrysotile visible.



TD 259d :

- MOLP (analyse BRGM): Débris de roche blanc laiteux à très nombreuses microfibrilles apparentes en surface. Aspect friable de l'ensemble des grains. Nature des fibres : Trémolite abondante.
- MOLP (analyse SGNC) : 100% d'aiguilles vertes translucides droites, à extinction droites certaines cassures pointues, légèrement esquilleuses, 30-60*1-6µm. Beaucoup de petits fragments 5-10µm.

➤ **Conclusions des analyses :**

Trémolite abondante dans l'ensemble des terres blanches.

➤ **Risque sanitaire :**

Risque sanitaire : élevé

Le risque sanitaire est élevé pour plusieurs raisons :

- Présence abondante de trémolite ;
- Site correspond à une zone de vie ;
- Le sol est à nu au niveau du talus de la maison ;
- Site sert d'extraction de Pô.

➤ **Préconisations de réhabilitation :**

Les actions de réhabilitation suivantes doivent être entreprises :

- Stabilisation du masque du talus de l'ancienne case par un merlon pied de talus (enrochement, gabion)
- La mise en place d'un masque en terre ou matériau inerte (sable de rivière) sur les différents affleurements ;
- Une végétalisation pour stabiliser les masques ;
- L'information et la sensibilisation des habitants.

Stabilisation du masque (gabion, enrochement) : 15 m²

Estimation des coûts (F CFP) : 600 000.

Masque en terre ou recouvrement par matériaux inertes : 150 m²

Estimation des coûts (F CFP) : 900 000.

Végétalisation : 150 m²

Estimation des coûts (F CFP) : 300 000.

Total des coûts (F CFP) : 1 800 000.

Pour diminuer les coûts, un recouvrement des zones ponctuelles amiantifères peut être envisagé.

5.9.2 Site I-2

➤ Localisation

Tribu : Coula

Coordonnées (Lambert RGNC) X: 343 960 Y: 316 980

Accès : En arrivant depuis Bourail, prendre la première piste à droite avant d'avoir franchi le pont de la Wâ Kû Rura. 200m après l'intersection avec la RT3, prendre la piste à gauche qui longe la rivière principale de la vallée, suivre la piste sur environ 1,7km, emprunter la piste qui monte sur la droite. Le site correspond à l'habitation située 200m plus loin.

➤ Aperçu



Figure 74 : Aperçu du site I-2

➤ Description

Type d'aménagement et Extension : Le site regroupe :

- le talus de terrassement pour l'habitation (maison + faré) : 5m de long pour 1m de hauteur et 40 m² de sol nu ;
- Le talus de la plateforme amont située à 40m de l'habitation : 5m de long pour 3m de hauteur.

Couvert végétal : Proximité habitation : 10%, Plateforme amont : 40%

Observations : Des terres blanches affleurent à proximité immédiate de la zone de vie.

➤ **Données géologiques**

Unité : Serpentinite indifférenciée pincée dans l'unité métamorphique de la Boghen.

Le site est situé à l'aplomb du contact entre une vaste lentille de serpentinite et l'unité de la Boghen.

La serpentinite présente une altération relativement poussée, la structure est feuilletée et dominée par l'antigorite. Aucune enclave n'est présente.

Des terres blanches argileuses amorphes sont visibles sur la zone de contact.

Altération : Roche moyennement à fortement altérée.

➤ **Echantillons prélevés** :

- **TD 263-1** : Antigorite altérée ;
- **TD 263-2** : Terres blanches prélevées à proximité du faré.

➤ **Analyses :**

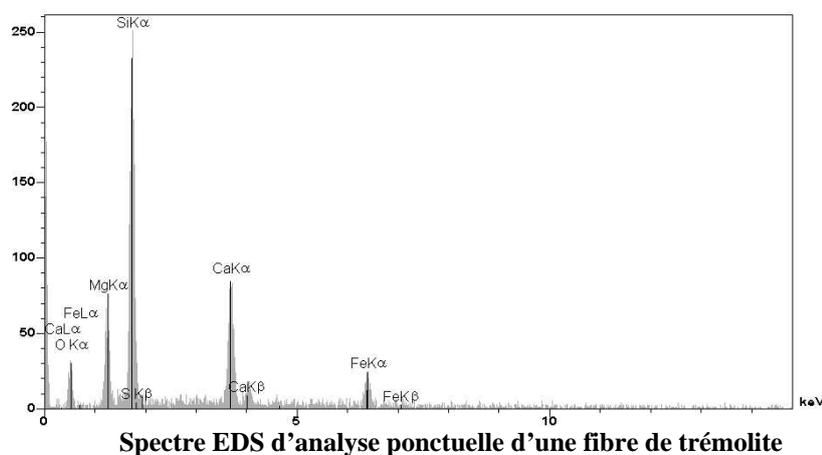
	Echantillons	
	TD 263-1	TD 263-2
MOLP	√	√
MOCP		
MEB/EDS	√	√
META		
DRX		

TD 263-1:

- MOLP (analyse BRGM): Débris de roche olivâtre à taches sombres (MnO) en surface. Nature des fibres : Serpentine lamellaire présente. Pas d'amiante visible.
- MOLP (analyse SGNC) : Minéraux en lattes >100µm qui se délitent en petites lattes 30*5µm, translucides vertes, et grains 30-40µm. Fond de virgules 5-10µm.
- MEB/EDS (analyse BRGM) : Serpentine : ε Fe.

TD 263-2:

- MOLP (analyse BRGM): Débris de roche orientée blanc olivâtre avec passées fibreuses blanc laiteux et débris végétaux. Nature des fibres : Trémolite présente.
- MOLP (analyse SGNC) : Foisonnement de petites aiguilles droites (idem TD 241) à partir d'enchevêtrements bruns, 5-30*1µm.
- MEB/EDS (analyse BRGM) : Trémolite.



➤ **Conclusions des analyses :**

Terres blanches sont constituées de trémolite.

➤ **Risque sanitaire :**

Risque sanitaire : élevé

Le risque sanitaire est élevé pour deux raisons :

- La présence abondante de trémolite dans les terres blanches;
- Le site correspond à une zone de vie.

➤ **Préconisations de réhabilitation :**

Les actions de réhabilitation suivantes doivent être entreprises :

- Stabilisation du masque du talus de la plateforme par un merlon pied de talus (enrochement, gabion)
- La mise en place d'un masque en terre ou matériau inerte (sable de rivière) sur les différents affleurements ;
- Une végétalisation pour stabiliser les masques ;
- L'information et la sensibilisation des habitants.

Stabilisation du masque (gabion, enrochement) : 15 m²

Estimation des coûts (F CFP) : 600 000.

Masque en terre ou recouvrement par matériaux inertes : 45 m²

Estimation des coûts (F CFP) : 270 000.

Végétalisation : 45 m²

Estimation des coûts (F CFP) : 90 000.

Total des coûts (F CFP) : 960 000.

Pour diminuer les coûts, un recouvrement des zones ponctuelles amiantifères peut être envisagé.

5.9.3 Site I-3

➤ Localisation

Tribu : Coula

Coordonnées (Lambert RGNC) X: 342 217 Y: 318 003

Accès : En arrivant depuis Bourail, le site est situé 330m avant le pont de la Wâ Kû Rura, à droite de la RT3, en bordure d'un petit étang.

➤ Aperçu



Figure 75 : Aperçu du site I-3

➤ Description

Extension :

- Longueur : 90m
- Hauteur : 6-8m

Type d'aménagement et Extension : Ancienne carrière pour l'emprunt de matériaux.

Couvert végétal : 50%

Observations : De nombreux affleurements ponctuels de serpentinite affleurent face au front de taille.

➤ **Données géologiques**

Unité : Serpentinite indifférenciée pincée dans l'unité métamorphique de la Boghen.

La serpentinite est marquée par l'antigorite avec quelques enclaves de lizardite. La roche présente une altération variable (faible à fort).

Au niveau du contact avec l'unité de la Boghen, visible en partie supérieure de l'affleurement, l'altération est plus poussée, le contact est net et sans développement de roche type terres blanches.

Altération : Roche moyennement à fortement altérée.

Contexte structurale : Direction principale de la serpentinite : N115 pente nord

➤ **Echantillons prélevés** :

- **TD 270-1** : Antigorite altérée sur zone de contact ;
- **TD 270-2** : Antigorite altérée dans masse serpentineuse.

➤ **Analyses :**

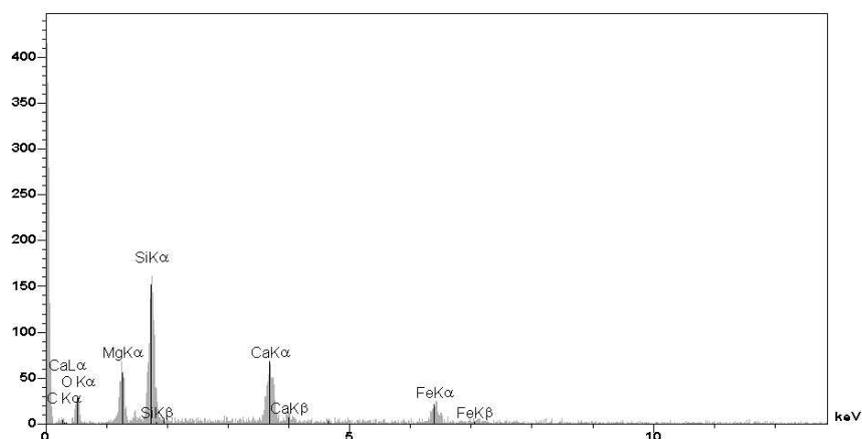
	Echantillons	
	TD 270-1	TD 270-2
MOLP	√	√
MOCP		
MEB/EDS	√	√
META		
DRX		

TD 270-1:

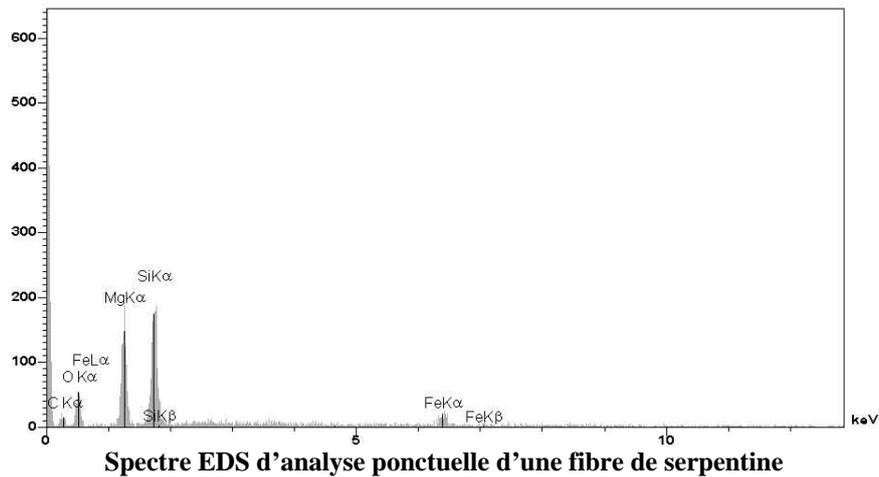
- MOLP (analyse BRGM): D Débris de roche verte à blanc laiteux sans fibres apparentes ; aspect « savonneux » des particules présentes. Nature des fibres : Serpentine lamellaire et fibreuse (type antigorite) présente.
- MOLP (analyse SGNC) : Minéraux en baguettes verts translucides, L=50-100µm, l=10-20µm. Beaucoup de grains en virgules, 10µm.
- MEB/EDS (analyse BRGM) : Serpentine fibreuse.

TD 270-2:

- MOLP (analyse BRGM): Débris de roche altérée blanc crème orientée et localement fibreuse dans la masse. Débris végétaux visibles. Nature des fibres : Fibres végétales en traces. Antigorite ou serpentine fibreuse présente. Trémolite présente.
- MOLP (analyse SGNC) : Fragments de gros minéraux en baguettes translucides verts, 100-150*20-50µm. Petits grains allongés ou virgules 10µm. A moins que ces virgules soient une cristallisation spécifique.
- MEB/EDS (analyse BRGM) : Trémolite et serpentine.



Spectre EDS d'analyse ponctuelle d'une fibre de trémolite



➤ **Conclusions des analyses :**

Trémolite et antigorite fibreuse.

➤ **Risque sanitaire :**

Risque sanitaire : modéré

Bien que la présence de trémolite soit avérée, il n'y a pas de zone de vie à proximité et la carrière est abandonnée. C'est pourquoi le risque sanitaire est considéré comme modéré.

➤ **Préconisations de réhabilitation :**

Les actions de réhabilitation suivantes doivent être entreprises :

- La fermeture de l'accès à la carrière ;
- La mise en place d'une signalétique ;
- Stabilisation du masque par un merlon pied de talus (enrochement, gabion) ;
- La mise en place d'un masque en terre ou matériau inerte (sable de rivière) ;
- Une végétalisation pour stabiliser le masque.

Stabilisation du masque (gabion, enrochement) : 90 m²

Estimation des coûts (F CFP) : 3 600 000.

Masque en terre ou recouvrement par matériaux inertes : 720 m²

Estimation des coûts (F CFP) : 4 320 000.

Végétalisation : 720 m²

Estimation des coûts (F CFP) : 1 440 000.

Total des coûts (F CFP) : 9 360 000.

Pour diminuer les coûts, un recouvrement des zones ponctuelles amiantifères peut être envisagé.