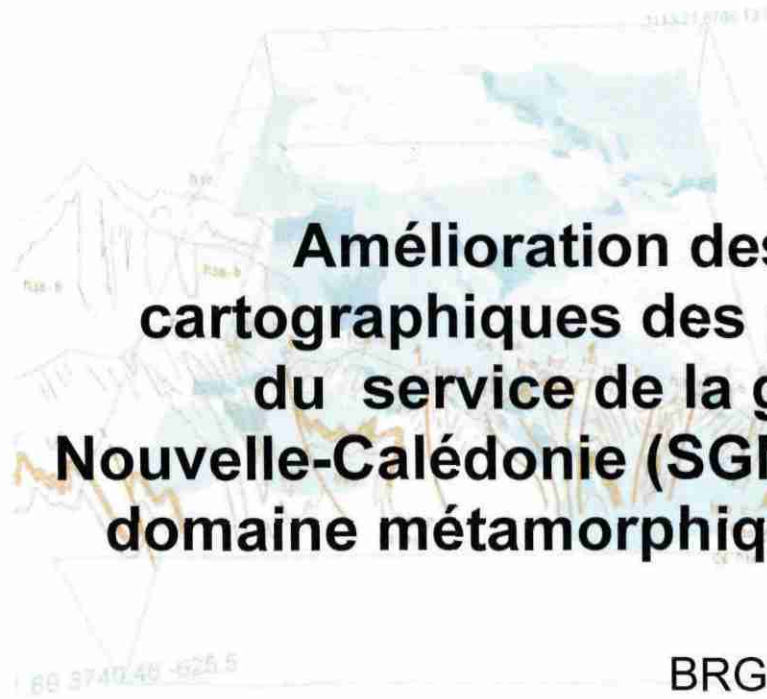


Document public



**DIMENC**  
Direction de l'Industrie,  
des Mines et de l'Energie



# **Amélioration des capacités cartographiques des personnels du service de la géologie de Nouvelle-Calédonie (SGNC) dans le domaine métamorphique du Nord**

Rapport final

BRGM/RP-57914-FR

Décembre 2009



Géosciences pour une Terre durable

**brgm**



# Amélioration des capacités cartographiques des personnels du service de la géologie de Nouvelle- Calédonie (SGNC) dans le domaine métamorphique du Nord

Rapport final

BRGM/RP-57914-FR

Décembre 2009

Étude réalisée dans le cadre du projet  
de Service public du BRGM 2008 PSP08GEO59 et de la  
convention CS08-3160-SGNC-778/DIMENC

E. Egal, S. Lesimple, B. Sevin, M. Tegyeu,  
Avec la collaboration de  
P. Maurizot, G. Chauvet et K. Lucien

**Vérificateur :**

Nom : Maurizot

Date : 17 12 2009

Signature :



**Approbateur :**

Nom : D. J. ANSON

Date : 17/12/2009

Signature :



En l'absence de signature, notamment pour les rapports diffusés en version numérique,  
l'original signé est disponible aux Archives du BRGM.

Le système de management de la qualité du BRGM est certifié AFAQ ISO 9001:2000.



Géosciences pour une Terre durable

**brgm**

**Mots clés :** Nouvelle-Calédonie, domaine métamorphique du Nord, cartographie géologique, géologie structurale, schistes bleus, éclogites, mélange ophiolitique, amiante.

En bibliographie, ce rapport sera cité de la façon suivante : E. Egal, S. Lesimple, B. Sevin, M. Tegye (2009) - Amélioration des capacités cartographiques des personnels du service de la géologie de Nouvelle-Calédonie (SGNC) dans le domaine métamorphique du Nord. BRGM/RP-57914-FR, 45 p., 3 fig., 8 assemblages de photos, 2 annexes (6 planches A3, 111p.).

## Synthèse

Dans le cadre de la mise en place du service de la géologie au sein de la DIMENC (SGNC), un effort important doit être consacré à la formation des personnels du nouveau service et à l'amélioration de l'infrastructure géologique du pays.

L'un des thèmes importants auquel est confronté le SGNC est celui de l'amiante environnemental. Plusieurs initiatives ont été prises pour apporter aux autorités les informations pertinentes permettant de faire face à ce problème très spécifique de santé publique. Des travaux systématiques, de type inventaire, sont complétés sur le terrain par de nouveaux levés cartographiques permettant de préciser la distribution spatiale des roches porteuses de fibre.

Le domaine métamorphique du Nord de la Grande-Terre correspond à un complexe de subduction ayant subi un métamorphisme de haute pression - basse température (HP-BT). Il contient des roches amiantifères, reconnues en quelques points entre Hienghène et Ouégoa mais apparaît actuellement très déficitaire en termes de données acquises et de compréhension des interrelations entre faciès porteur et fibres.

Dans le but d'améliorer la capacité des personnels du service de la géologie de Nouvelle-Calédonie (SGNC) à appréhender dans ces terrains particuliers et difficiles, la nature de ces terrains, leur géométrie complexe et, plus particulièrement, le repérage des faciès et/ou interfaces porteurs d'amiante, le BRGM a réalisé, dans le cadre d'une convention avec la Nouvelle-Calédonie, une opération de transfert de connaissance et de formation destinée à améliorer les capacités cartographiques des personnels du SGNC dans le Nord de la Grande-Terre, sous forme d'une intervention d'expert. L'objectif était de permettre une plus grande autonomie aux géologues du SGNC dans ce type de terrains, depuis la phase de levés jusqu'à la restitution de documents cartographiques de qualité (cartes géologiques et structurales, cartes d'aléa amiante) en passant par la caractérisation au microscope (sur lames minces) des assemblages minéraux et bien sûr la reconnaissance des faciès amiantifères.

Deux zones aménagées et habitées, où des occurrences d'amiantes sont connues ont été choisies comme zones d'apprentissage : le secteur du village de Hienghène - tribu de Ouaré et le secteur du village de Ouégoa. Dans ces deux zones ont été entrepris 1 - des levés cartographiques de reconnaissance en densifiant les investigations le long des voies d'accès et dans les zones agglomérées ; 2 - Un échantillonnage des différents faciès observés en vue d'une caractérisation microscopique sur lames minces ; - 3 un inventaire et un échantillonnage spécifique des faciès à amiante ou potentiellement amiantifères et une caractérisation de leur gisement.

Les deux campagnes de terrain ont permis, pour chacun des deux secteurs concernés, de reprendre en partie la cartographie géologique existante, d'acquérir des données structurales inédites, de présenter la pétrographie et la minéralogie de faciès de référence de la zone métamorphique du Nord et conséquemment, de permettre une meilleure caractérisation (macroscopique et microscopique) des terrains potentiellement amiantifères de cette zone géologique.

Les révisions cartographiques que nous proposons concernent notamment les contours du mélange ophiolitique de l'Unité de Pouébo, potentiellement amiantifère. Dans le secteur de Hienghène, il apparaît que cette zone de mélange doit être largement étendue par rapport à la cartographie existante ; des incursions supplémentaires à l'intérieur des terres seraient nécessaires pour confirmer ce résultat. En ce qui concerne le secteur de Ouégoa, il ne semble pas qu'il faille étendre la superficie globale du mélange mais nos levés amènent à modifier les contours de ce dernier. Un travail supplémentaire de terrain permettrait de compléter et affiner ces contours.

Une cartographie de l'aléa amiante nécessite d'abord une cartographie géologique fiable des contours de la formation du mélange ophiolitique amiantifère. Nos observations indiquent qu'il est nécessaire de reprendre pour partie les contours existants de cette formation. Par ailleurs, la réalisation de cartes d'aléa amiante très précises au sein du mélange ophiolitique nécessite des levés à une échelle particulièrement fine qui peut difficilement se faire de manière systématique à l'échelle de la zone métamorphique du Nord.

Les objectifs de ce travail de compagnonnage sur les terrains métamorphiques du Nord de Grande Terre sont considérés comme atteints par l'expert comme par les « stagiaires » du SGNC.

## Sommaire

|                                                                                                                          |           |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1. Objectifs, méthodologie de travail et cadre géologique .....</b>                                                   | <b>7</b>  |
| 1.1. CONTEXTE DE L'ETUDE .....                                                                                           | 7         |
| 1.2. OBJECTIFS, METHODOLOGIE ET DONNEES RESTITUEES.....                                                                  | 8         |
| 1.3. CADRE GEOLOGIQUE GENERALE : LES UNITES METAMORPHIQUES<br>HAUTE PRESSION - BASSE TEMPERATURE DU NORD DU TERRITOIRE . | 10        |
| 1.3.1. Historique .....                                                                                                  | 11        |
| 1.3.2. Interprétations géodynamiques modernes et découpage lithotectonique                                               | 12        |
| 1.3.3. Lithologie des unités métamorphiques HP-BT .....                                                                  | 13        |
| 1.3.4. Estimations des conditions P-T et chemins P-T-t (figure 2).....                                                   | 14        |
| 1.3.5. Datations .....                                                                                                   | 14        |
| <b>2. Résultats.....</b>                                                                                                 | <b>17</b> |
| 2.1. LE SECTEUR DE HIENGHENE .....                                                                                       | 17        |
| 2.1.1. Cartographie et lithologie.....                                                                                   | 17        |
| 2.1.2. Géologie structurale .....                                                                                        | 22        |
| 2.1.3. Structure d'ensemble.....                                                                                         | 24        |
| 2.1.4. Aléa amiante.....                                                                                                 | 24        |
| 2.2. LE SECTEUR DE OUEGOA.....                                                                                           | 27        |
| 2.2.1. Cartographie et lithologie.....                                                                                   | 27        |
| 2.2.2. Géologie structurale .....                                                                                        | 32        |
| 2.2.3. Structure d'ensemble du secteur étudié .....                                                                      | 33        |
| 2.2.4. Aléa amiante.....                                                                                                 | 33        |
| <b>3. Bilan, évaluation et perspectives .....</b>                                                                        | <b>35</b> |
| 3.1. BILAN DES RESULTATS ACQUIS ET PERSPECTIVES .....                                                                    | 35        |
| 3.2. EVALUATION PAR L'EXPERT DE L'OBJECTIF DE FORMATION.....                                                             | 36        |
| 3.3. EVALUATION DE LA FORMATION PAR LES STAGIAIRES .....                                                                 | 36        |
| <b>4. Bibliographie.....</b>                                                                                             | <b>39</b> |

## Liste des figures

|                                                                                                                         |           |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <i>Figure 1 – Localisation des deux secteurs étudiés (« Hienghène » et « Ouégoa ») dans le cadre de ce travail.....</i> | <i>9</i>  |
| <i>Figure 2 - Diagramme P-T-t pour les roches métamorphiques de haute pression du Nord calédonien.....</i>              | <i>15</i> |
| <i>Figure 3 – Extension du mélange ophiolitique du secteur de Hienghène. ....</i>                                       | <i>18</i> |

## Liste des photos

|                                                                                                                                                                                                                                     |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Photos 1 – Mélange ophiolitique : affleurements de blocs de metabasites sombre de différentes échelles enchassés dans des métasédiments encaissants (schistes satinés plus clairs). Secteur de Ténem, affleurements 353 et 358..... | 19 |
| Photos 2 – A gauche, Affleurement supradécamétrique de serpentinite (affleurement 376) ; à droite, schistes vert pâle ultrabasiques au contact de schistes satinés beiges (aff. 342). ....                                          | 20 |
| Photos 3 – Schistes satinés rubanés, fortement (micro)plissés avec développement d'une schistosité de crénulation « S2 » (affleurements 358 et 359). ....                                                                           | 20 |
| Photos 4 – A gauche, schistes siliceux rubanés et altérés (virage de Makaveyak, affleurement 371) ; à droite, lentilles (boudins) siliceuses au sein des calcaires de Waré (aff. 399). ....                                         | 22 |
| Photo 5 – Contact normal entre les schistes sombres et les schistes siliceux sus-jacents au sein de l'Unité de Diahot-Panié (affleurement n° 438, « Mon Paik » dans le coin SE du secteur étudié) .....                             | 23 |
| Photo 6 - Faciès schisto-fibreux à amiante probable au contact entre schistes à trémolite et schistes siliceux .....                                                                                                                | 25 |
| Photo 7 – Affleurement pluridécamétrique de « schistes » masifs à trémolite (aff. n° 506).....                                                                                                                                      | 29 |
| Photos 8 – Affleurements de « terre blanche » amiantifère (fibres de trémolite) sur des roches ultrabasiques du mélange ophiolitique (point 467) .....                                                                              | 34 |

## Liste des annexes

|                                                                  |                        |
|------------------------------------------------------------------|------------------------|
| Annexe 1 Documents cartographiques.....                          | 45                     |
| Annexe 2 Etude pétrographique illustrée de 26 lames minces. .... | <b>Document séparé</b> |

# 1. Objectifs, méthodologie de travail et cadre géologique

## 1.1. CONTEXTE DE L'ETUDE

Dans le cadre de la mise en place du service de la géologie au sein de la DIMENC (SGNC) un effort important doit être consacré à :

- la formation des personnels du nouveau service,
- l'amélioration de l'infrastructure géologique du pays.

L'un des thèmes importants auquel est confronté le SGNC est celui de l'amiante environnemental. Plusieurs initiatives ont été prises pour apporter aux autorités les informations pertinentes permettant de faire face à ce problème très spécifique de santé publique :

- réaliser un inventaire systématique, par commune, des sites aménagés en zones potentiellement amiantifères. Le but de cet inventaire, qui va s'étaler sur quatre ans environ, est de recenser toutes les zones d'aléa (zones d'émissions potentielles de fibres) et de fournir les préconisations de travaux adéquats pour réduire le risque.
- établir une typologie des différents types de fibres en fonction des contextes géologiques matérialisé par un "atlas pétrographique des minéraux de type amiante en Nouvelle-Calédonie".

Ces travaux systématiques, de type inventaire, sont complétés sur le terrain par de nouveaux levés cartographiques permettant de préciser la distribution spatiale des roches porteuses de fibre.

Trois grands domaines géologiques sont susceptibles de contenir des roches potentiellement amiantifères en Nouvelle-Calédonie :

- l'unité de la Boghen et les corps de serpentinites associés,
- l'unité des péridotites ou "massifs miniers", lieu des exploitations de nickel,
- le complexe métamorphique du Nord riche en mélange serpentiniteux et ophiolitique.

Les serpentinites de l'unité de la Boghen sont très souvent amiantifères. Les équipes du SGNC ont une bonne maîtrise de ce type de terrain et travaillent sur la cartographie de ces corps serpentiniteux.

Les péridotites du domaine minier sont moins fréquemment amiantifères mais font cependant l'objet d'études spécifiques sur l'aléa amiantifère. L'amélioration de la précision cartographique dans ce domaine ne permettra pas *a priori* d'apporter une meilleure prédictibilité sur ces occurrences.

Les formations métamorphiques du Nord contiennent également des roches amiantifères, reconnues en quelques points entre Hienghène et Ouégoa. Ce domaine correspond à un complexe de subduction ayant subi un métamorphisme polyphasé. Il comprend des entités dénommées "mélange ophiolitique" ; ce terme, utilisé dans la littérature pour ce type de terrain illustre bien leur caractère très complexe, lithologiquement et structuralement. Cet ensemble métamorphique du Nord est

actuellement très déficitaire en termes de données acquises et de compréhension des interrelations entre faciès porteur et fibres. Les documents existants ne distinguent pas les faciès potentiellement amiantifères (roches basiques et ultrabasiques) des autres faciès. Les faciès fibrogènes y sont probablement sous-estimés.

Il apparaît nécessaire d'améliorer la capacité des personnels du service de la géologie de Nouvelle-Calédonie (SGNC) à appréhender dans ces terrains particuliers et difficiles la nature des terrains, la géométrie des composants lithologiques et plus particulièrement le repérage des faciès et/ou interfaces porteurs d'amiante.

C'est dans ce but qu'une convention a été établie entre la Nouvelle-Calédonie, représentée par le président du gouvernement de la Nouvelle-Calédonie, Monsieur Harold MARTIN, et le BRGM représenté par Monsieur P. MAURIZOT, conseiller à la direction de l'industrie, des mines et de l'énergie de Nouvelle-Calédonie (DIMENC) (convention n° CS08-3160-SGNC-778/DIMENC du 18 août 2008). Cette convention s'inscrit elle-même dans le cadre de la convention pluriannuelle (5 ans) d'assistance Nouvelle-Calédonie - BRGM du 3 juillet 2006.

## **1.2. OBJECTIFS, METHODOLOGIE ET DONNEES RESTITUEES**

Sur les bases présentées ci-dessus et dans le cadre de la convention précitée, le BRGM a réalisé une opération de transfert de connaissance et de formation destinée à améliorer les capacités cartographiques des personnels du SGNC dans le Nord de la Grande-Terre, sous forme d'une intervention d'expert (E. Egal), spécialiste de ce type de terrain. L'objectif était de permettre une plus grande autonomie aux géologues du SGNC dans ce type de terrains, depuis la phase de levés jusqu'à la restitution de documents cartographiques de qualité (cartes géologiques et structurales, cartes d'aléa...) en passant par la caractérisation au microscope (sur lames minces) des assemblages minéraux et bien sûr la reconnaissance des faciès amiantifères. En d'autres termes, l'objectif de ce travail n'était pas de proposer une cartographie complète de la géologie et de l'aléa amiante des secteurs étudiés mais de donner les moyens au personnel du SGNC de mieux maîtriser la géologie et la structuration des formations métamorphiques du Nord afin notamment de mieux appréhender la thématique « amiante » dans ce contexte

Deux zones aménagées et habitées, où des occurrences d'amiantes sont connues ont été choisies comme zones d'apprentissage :

- Le secteur du village de Hienghène - tribu de Ouaré (figure 1).
- Le secteur du village de Ouégoa (figure 1).

Dans ces deux zones ont été entrepris :

- des levés cartographiques de reconnaissance (lithologie, éléments structuraux) à l'échelle du 1 / 10 000, en densifiant les investigations le long des voies d'accès et dans les zones agglomérées ; afin de caractériser les différentes lithologies présentes, d'appréhender leur logique cartographique et leur structuration et enfin de proposer des premières améliorations des contours géologiques existants sur les cartes publiées ;
- un échantillonnage des différents faciès observés en vue d'une caractérisation microscopique sur lames minces ;
- un inventaire et un échantillonnage spécifique des faciès à amiante ou potentiellement amiantifères et une caractérisation de leur gisement ;

Ces travaux ont été effectués sur le terrain en deux missions distinctes (Hienghène et Ouégoa) par les personnels du SGNC (B. Sevin et S. Lesimple pendant toute la durée

des missions, accompagnés de G. Chauvet et K. Lucien pendant une partie de celles-ci) en compagnonnage avec l'expert.

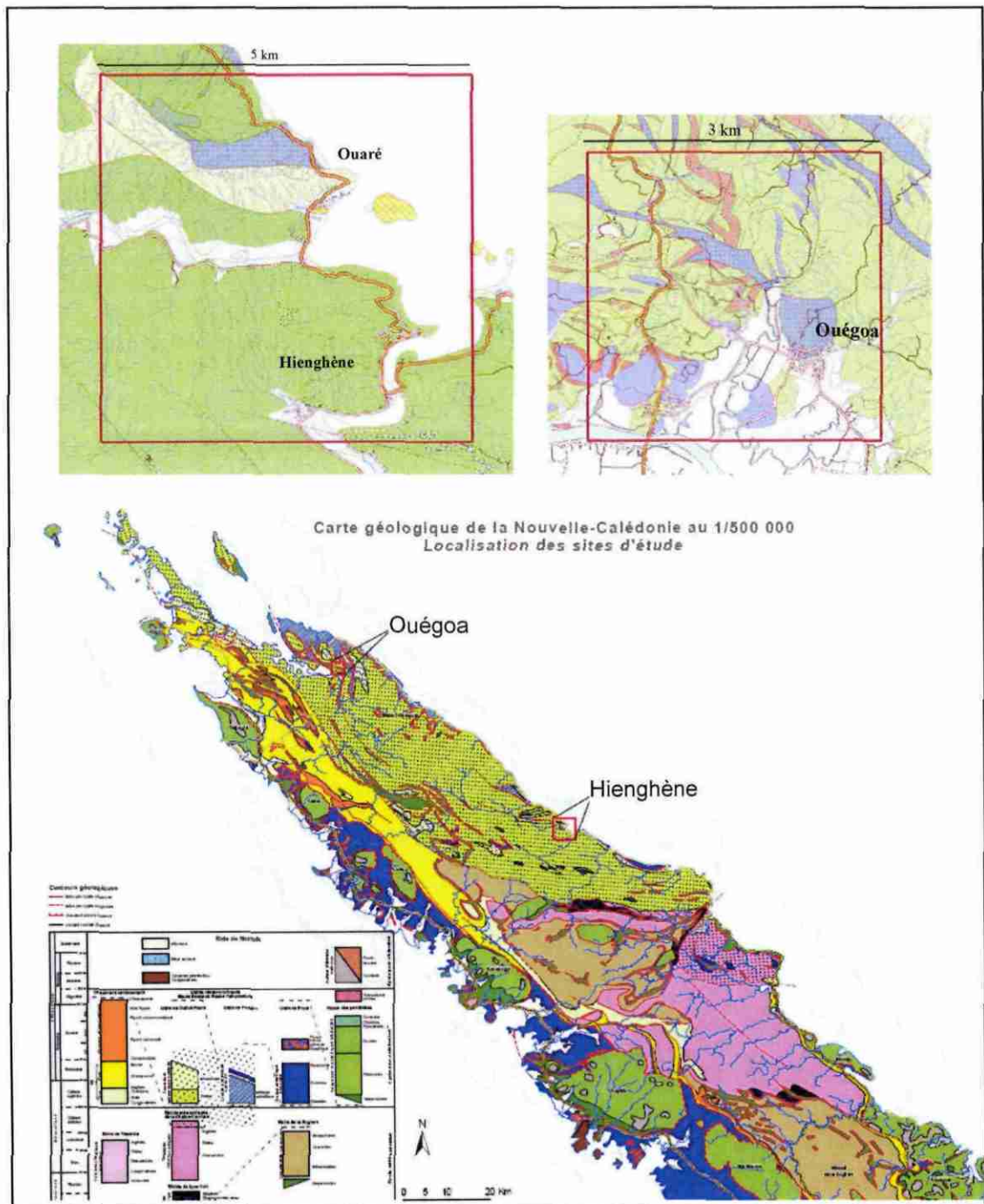


Figure 1 – Localisation des deux secteurs étudiés (« Hienghène » et « Ouégoa ») dans le cadre de ce travail

Le temps passé sur le terrain (2 fois 8 jours) a été réduit par rapport aux objectifs initiaux afin de permettre une première exploitation des données à Nouméa avec l'expert avant son départ de la Nouvelle-Calédonie. La finalisation des documents cartographiques a ensuite été réalisée par les personnels du SGNC (S. Lesimple et B. Sevin) à Nouméa avec commentaires, ajouts et corrections de l'expert depuis Orléans.

Pour chaque secteur étudié, les documents cartographiques suivants ont été restitués :

- Carte des affleurements observés
- Carte géologique et structurale
- Carte d'aléa amiante

Les résultats cartographiques seront en partie intégrés à la base de données cartographique géologique SIGEOL du SGNC et à la base de données amiante de la DIMENC.

Parallèlement, une étude micrographique approfondie sur 26 lames minces de roches a été réalisée au BRGM à Orléans par Monique Tegye sur l'ensemble des types de roches observées sur le terrain ; de nombreuses analyses compositionnelles des minéraux ont également été effectuées à l'aide de la microsonde électronique du BRGM. Cette étude présentée avec de nombreuses photos sous forme d'une annexe séparée constitue ainsi un mini-atlas des faciès pétrographiques rencontrés dans le complexe métamorphique du Nord, en incluant les faciès potentiellement amiantifères.

Par ailleurs, dans le cadre de cette formation, une procédure de saisie des données ponctuelles de terrain géoréférencées par GPS a été mise au point (lithologie, structures, occurrences d'amiante, échantillonnage) à l'aide d'un ordinateur de poche (« pad » de marque Trimble) équipé du logiciel « Arcpad » dans l'optique d'une gestion plus rationnelle et plus efficace des données (données Arcpad régulièrement déversées dans le système ArcGis). Cette procédure n'a été utilisée que pendant une partie de la mission Ouégoa à titre expérimental, un bilan en est présenté dans la dernière partie de ce rapport.

### **1.3. CADRE GEOLOGIQUE GENERALE : LES UNITES METAMORPHIQUES HAUTE PRESSION - BASSE TEMPERATURE DU NORD DU TERRITOIRE**

Avec la nappe des péridotites obductées, l'unité métamorphique de haute pression - basse température (HP-BT) du Nord de la Grande-Terre constitue l'un des traits les plus marquants de la géologie de la Nouvelle-Calédonie. Ce type de métamorphisme se développe classiquement dans les zones de subduction où l'enfouissement (qui explique la haute pression) sous la plaque chevauchante de lithosphère océanique ancienne, froide et dense déprime le gradient géothermique (ce qui explique la "basse" température).

En Nouvelle-Calédonie, ce métamorphisme s'est développé pendant l'Eocène à la suite de l'enfouissement par subduction d'une partie de la marge amincie et fragmentée de la plaque australienne sous la plaque pacifique dans un système convergent, le plan de subduction plongeant vers le NE, la vergence des structures étant vers le SW. Au cours de cette phase, le bassin océanique Sud-Loyalien puis la ride de Norfolk sont entrés dans le système convergent. Le bassin Sud-Loyalien a été en partie englouti et se retrouve aujourd'hui à l'état de mélange ophiolitique métamorphisé en condition HP-BT dans la ceinture métamorphique du Nord-Calédonien. Son équivalent non-métamorphique mais considérablement écaillé est constitué par l'unité de Poya (basaltes océaniques principalement). La ride de Norfolk quant à elle, de nature continentale, n'a pu être absorbée dans la zone de subduction et a provoqué le blocage du système convergent ou stade collisionnel.

La ceinture métamorphique du Nord calédonien est l'une des plus grandes et des plus continues au monde. Sa partie émergée s'étend sur 190 kilomètres de long, pour 25 kilomètres de large en moyenne, depuis la pointe nord de l'île Baaba jusqu'à

Ponérihouen au SE. Entre la péninsule de Pam et le cap Colnett, cet ensemble forme une chaîne culminant à 1628 mètres d'altitude au Mont-Panié. Il est parfaitement conservé en l'absence de collision ultérieure et on peut y observer le passage graduel du protolithe crétacé supérieur à éocène, non métamorphique et bien daté, aux faciès profondément transformés. Ces conditions remarquables ont suscité de nombreux travaux sur les thèmes de la géodynamique, de la pétrographie et de la minéralogie.

Du fait de la complexité structurale et du nombre limité de coupes naturelles facilement accessibles, les relations géométriques des différents terrains à travers la ceinture métamorphique ont été interprétées diversement. Bon nombre d'études se sont concentrées sur le bassin du Diahot, la péninsule de Pam ou le long de la bande côtière orientale pour des raisons logistiques évidentes. Les vastes domaines montagneux couverts de forêts tropicales de la chaîne du Mont-Panié et de l'Ignambi ont été par comparaison beaucoup moins explorés.

### 1.3.1. Historique

La ceinture métamorphique de Haute pression du Nord calédonien a attiré très tôt l'attention des pétrographes et minéralogistes. Après que Jules Garnier ait mentionné les glaucophanites, les premières descriptions sur échantillons des roches particulières de cette zone, sont dues à Brière (1919) puis à Lacroix<sup>1</sup> (1941) qui identifie la plupart des faciès métamorphiques mais pas les éclogites. Cet auteur fait des observations microscopiques pertinentes, il démontre le caractère basaltique de la roche parente des glaucophanites et perçoit très bien la séquence de cristallisation syn-foliation prograde puis rétrograde.

Entre les années 1950 et 1970, la cartographie progressive, d'abord à l'échelle du 1 / 100 000 puis du 1 / 50 000, va permettre de reconnaître toute l'étendue de la ceinture métamorphique. P. Routhier (1953) démontre l'existence, d'un "arc métamorphique septentrional" et d'un "front des glaucophanites". Les premières zonalités métamorphiques sont dues à J. Arnould (1958) puis J.J. Espirat (1963). Dès 1967, R.G. Coleman établit les premiers âges radiométriques dans la ceinture à faciès "schiste bleu". Des études pétrographiques et minéralogiques détaillées ont par la suite été entreprises par les chercheurs néo-zélandais du laboratoire de géologie de l'université d'Auckland dont témoignent les nombreuses contributions de Black (1970a, b, c et d, 1973, 1974, 1975, 1977), Brothers (1970, 1974, 1985), Brothers & Blake (1973), Blake *et al.* (1977, 1985), Briggs *et al.* (1977, 1978), Brothers & Yokoyama (1982), Yokoyama *et al.*, 1986, Black *et al.* (1988). La première mention du terme "éclogite", dans la chaîne montagneuse bordant la côte est, revient à P.M. Black (1973). Les isogrades de la lawsonite, du grenat, de l'omphacite, de l'épidote et de la barroisite sont établis par ces auteurs. Ces travaux, très exhaustifs pour l'époque, ont permis d'étudier pratiquement toutes les phases minérales.

Cependant le manque d'études structurales en liaison avec la minéralogie se fait sentir. Dès 1974, R.N. Brothers note des anomalies dans la succession des isogrades. Pour cet auteur ainsi que pour Yokoyama *et al.* (1986), la pression estimée dans les roches de plus fort degré métamorphique ne peut s'expliquer par le simple enfouissement. L'histoire métamorphique apparaît dans toute sa complexité. Il ne s'agit pas à l'évidence d'un événement simple mais d'un enchaînement d'événements.

---

<sup>1</sup> "La Nouvelle-Calédonie est une des régions du monde les plus remarquables par la beauté et l'intérêt de leurs roches à glaucophane", Lacroix (1941)

Le premier séquençage minéral est établi par Bell & Brothers (1985). Ces auteurs réalisent alors une analyse microstructurale des différents stades de croissance des porphyroblastes. Avec Yokoyama *et al.* (1986), ils reconstituent un chemin P-T-t, prograde puis rétrograde, décrivant une trajectoire dans le sens des aiguilles d'une montre. Dans le même temps un travail cartographique permet de mieux cerner les grands ensembles du nord calédonien. Maurizot (1984) montre que la zone métamorphique se prolonge jusque dans la région de Poindimié au prix d'une torsion générale des isogrades dans la région de Touho. Ce fait est souvent ignoré sur les cartes synthétiques proposées y compris les plus récentes. Une cartographie détaillée de la région de Pam-Ouégoa (Maurizot *et al.*, 1989) est réalisée qui met en évidence le prolongement des ensembles lithologiques volcaniques sénoniens et des minéralisations polymétalliques associées depuis la rive gauche du Diahot jusqu'à la péninsule de Pam.

En 1980, Parrot & Dugas, replacent la zone métamorphique de haute pression dans le cadre géodynamique cohérent d'une vaste zone de convergence qui relie la Papouasie - Nouvelle-Guinée à la Nouvelle-Calédonie. Pour ces auteurs, les faciès métamorphiques de haute pression se sont formés dans une zone de subduction qui représente la semelle de la nappe ophiolitique. Ils émettent pour la première fois l'hypothèse que la ride des Loyauté puisse correspondre à l'arc volcanique contemporain de cette subduction. Mais pour un bon nombre d'auteurs (Brothers, 1985; Yokoyama *et al.*, 1986) le métamorphisme haute pression du Nord calédonien demeure encore à cette époque sans relation avec l'obduction de la nappe des péridotites.

### **1.3.2. Interprétations géodynamiques modernes et découpage lithotectonique**

A partir des années 90, Cluzel *et al.* (1995), Aitchison *et al.* (1995), Clarke *et al.* (1997) replacent le Nord métamorphique calédonien dans le cadre géodynamique logique d'une zone de convergence intra-océanique avec subduction à vergence NE, sous le bassin des Loyauté. Pour ces auteurs, les matériaux entraînés dans cette zone de subduction vont constituer les roches métamorphisées sous faciès haute pression du Nord calédonien. Mais l'arrivée de la ride de Norfolk supportée par la plaque plongeante, entraîne le blocage de la subduction, puis la remontée du matériel subduit. Ce mécanisme explique à la fois l'exhumation des roches métamorphiques de haute pression, l'obduction de la nappe des péridotites, soubassement mantellique du bassin des Loyauté, entraîné lors de cette remontée et son détachement qui l'éloigne latéralement du cœur métamorphique ("metamorphic core complex"). En effet, l'érosion ne peut à elle seule rendre compte de la mise à jour de la plupart des complexes métamorphiques de haute pression. Dans le cas du Nord calédonien il est difficile d'admettre que les roches les plus métamorphiques de l'unité de Pouébo, dont la profondeur d'enfouissement est estimée à 70 kilomètres, ne soit présentement qu'à 30 km en distance horizontale de la zone de Koumac indemne de métamorphisme. Il faut donc admettre que des déformations postérieures ont eu lieu. Le concept d'exhumation c'est-à-dire de remontée du cœur métamorphique après arrêt de la dynamique de subduction rend compte de l'ensemble de ces événements.

Sur la base de contrastes métamorphiques, lithologiques et structuraux, Cluzel *et al.* (1995) proposent de subdiviser les terrains métamorphiques nord calédoniens en deux unités principales :

- l'unité du Diahot constituée essentiellement par des les sédiments d'une marge continentale métamorphisés sous faciès "schiste bleu",
- l'unité de Pouébo, croûte océanique sous forme de mélange ophiolitique transformée dans les conditions du "faciès éclogite".

Cluzel et al. (2001) établissent par la suite le parallèle entre la nappe des basaltes de Poya et l'unité de Pouébo dont elle représenterait un équivalent métamorphique. En raison de ces contrastes lithologiques et métamorphiques, Clarke *et al.* (1997) ont supposé que les deux unités de Diahot et de Pouébo sont deux unités sans relations initiales, accolées dans la zone de subduction. En prenant en compte les données cinématiques, Cluzel (1995), Cluzel *et al.* (1995) et Clarke *et al.* (1997), interprètent l'unité du Diahot comme une unité détachée et décollée par dénudation par rapport à l'unité de Pouébo exhumée, supposant ainsi que les ensembles éclogitiques de l'unité de Pouébo représentent des fenêtres tectoniques formées tardivement dans l'unité de Diahot.

Pour Rawling & Lister (1998, 1999, 2002) la plupart des occurrences de mélange serpentineux à blocs d'éclogite sont les témoins de ce qui a été autrefois un seul et unique feuillet à l'origine faiblement penté. Ce feuillet, aujourd'hui plissé et démembré, mais initialement en position sommitale dans l'édifice métamorphique (à l'opposé donc des hypothèses précédentes où les éclogites apparaissent en fenêtre à travers une couverture sédimentaire) représenterait la semelle de la plaque chevauchante (nappe des péridotites) dans laquelle les blocs éclogitiques seraient des fragments arrachés à la plaque chevauchée. Ce plan de détachement majeur entre la plaque supérieure et inférieure aurait été plissé et segmenté lors de phases de compression et extension postérieures ayant abouti à une structuration en grandes synformes et antiformes et contribuant ainsi à l'épaississement crustal.

L'histoire des phases minérales néoformées en relation avec les différents épisodes de déformation dans les deux unités du Diahot et de Pouébo a été étudiée en détail par Clarke *et al.* (1997), Carson *et al.* (1999, 2000), Marmo *et al.* (2002), Fitzherbert *et al.* (2003, 2004) qui ont établi plus précisément les conditions thermo-barométriques et l'évolution des chemins P-T-t.

### 1.3.3. Lithologie des unités métamorphiques HP-BT

Dans l'unité métamorphique HP-BT, sur la base de contrastes lithologiques, structuraux et métamorphiques, deux unités sont distinguées :

- L'unité du Diahot - Panié (Cluzel et al., 1995), équivalente latérale de la couverture sédimentaire Crétacé supérieur - Paléogène datée et non métamorphique de la région de Koumac auxquelles elle passe transitionnellement vers le SW. Elle est représentée essentiellement par des micaschistes et gneiss à lawsonite - glaucophane (faciès "schiste bleu" à lawsonite et glaucophane). Elle montre une structure plano-linéaire marquée.
- L'unité de Pouébo, mélange chaotique de blocs de roches basiques à matrice métasédimentaire ou serpentineuse (Maurizot et al., 1989), transformé en éclogites et glaucophanites et rétrotransformé dans le faciès "schiste bleu" puis "schiste vert". Cette unité est l'équivalent métamorphique de l'unité de Poya avec laquelle elle partage composition géochimique (Cluzel et al., 2001) et âge (85 Ma, U/Th sur zircons, Spandler et al., 2005).

L'unité de Pouébo est source potentielle de fibres d'amiante de part sa nature de mélange ophiolitique.

Dans les deux unités, les déformations s'expriment principalement dans la foliation et la linéation et s'accompagnent de transformations métamorphiques. L'interprétation de l'enchaînement des événements métamorphiques diffère selon les auteurs, mais tous s'accordent pour reconnaître un polyphasage complexe. Le nombre de phases

individualisées par les différents auteurs est très variable. Bell & Brothers (1985) définissent quatre phases. Pour Clarke (1997) il y a entre trois et sept phases selon les unités. Fitzherbert (2003, 2004) individualise quatre phases dans l'unité de Pouébo. Rawling & Lister (2002) distinguent quant à eux huit phases. Cette diversité d'interprétations reflète sans doute une perception discontinue d'un phénomène évoluant plus probablement dans un continuum.

#### 1.3.4. Estimations des conditions P-T et chemins P-T-t (figure 2)

Il est possible de reconstituer les chemins P-T-t du protolithe métamorphisé durant l'Eocène en combinant les géothermomètres et géobaromètres disponibles pour les phases minérales à l'équilibre lors des différents stades de métamorphisme (M) et de déformation (D). Plusieurs méthodes ont été utilisées dont le fractionnement des isotopes stables (Taylor & Coleman, 1968; Black, 1974), la géo-thermo-barométrie sur couples de minéraux à l'équilibre et la modélisation informatique grâce au logiciel Thermocalc (Clarke *et al.*, 1997; Carson *et al.*, 1999, 2000; Fitzherbert *et al.*, 2003, 2004).

Pour tous les auteurs (Bell & Brothers, 1985; Yokoyama *et al.*, 1986; Clarke *et al.*, 1997; Carson *et al.*, 2000; Fitzherbert *et al.*, 2003, 2004), un chemin P-T décrivant un mouvement tournant dans le sens des aiguilles d'une montre peut être déduit pour les unités du Diahot et de Pouébo. Dans l'unité du Diahot les conditions D1-M1 du faciès schiste bleu à lawsonite sont suivies par une évolution prograde, avec une augmentation notable de la température, dans les conditions du faciès "schistes bleus" à épidote. Dans l'unité de Pouébo, les conditions D1-M1 du faciès schiste bleu à lawsonite sont également réalisées et sont suivies par les conditions du faciès éclogite D2-M2. La paragenèse D2-M2 représente la culmination des conditions P-T. Pour Clarke *et al.* (1997) la pression aurait pu dépasser 2 GPa (20 kbar) alors que pour les autres auteurs la pression maximale se maintient en dessous de cette limite qui implique un enfouissement à 70 km. Les températures maximales supposées sont de 600 °C. Puis une hydratation, suivie de la formation des glaucophanites, accompagnée d'une décompression isotherme a lieu dans les phases D2 à D3. Le cycle s'achève par le stade rétrograde de refroidissement et de décompression D4-M4, de faciès "schiste vert" développé de manière localisée. Ce stade rétrograde correspond à l'exhumation, en contexte distensif (Cluzel, 1995). Cette phase "schiste bleu" puis "schiste vert" est contrôlée par une tectonique distensive et par les fluides formant de manières localisées des amas de grandes phases minérales hydratées ayant cristallisé en conditions statiques.

#### 1.3.5. Datations

L'âge du protolithe est en partie contraint par celui de ses équivalents latéraux non métamorphiques et fossilifères qui le placent dans la période Crétacé supérieur - Paléocène - Eocène inférieur. Des âges radiométriques absolus obtenus par la méthode U/Pb (SHRIMP, Spandler *et al.*, 2004, 2005) sur zircons viennent compléter et confirmer ces données.

L'âge du pic métamorphique est de 44 - 45 Ma, soit éocène inférieur à moyen (U/Pb sur zircon néoformé, Spandler *et al.*, 2005). Les phases rétrogrades correspondant à l'exhumation sont datées entre 40 et 34 Ma, soit éocène moyen par de nombreuses mesures radiométriques (K/Ar, Ar/Ar, Ghent *et al.*, 1994; Rawling, 1998) sur phengite tardive (450 ± 50 °C) et par traces de fission sur apatite (80°C, Baldwin *et al.*, 2007).

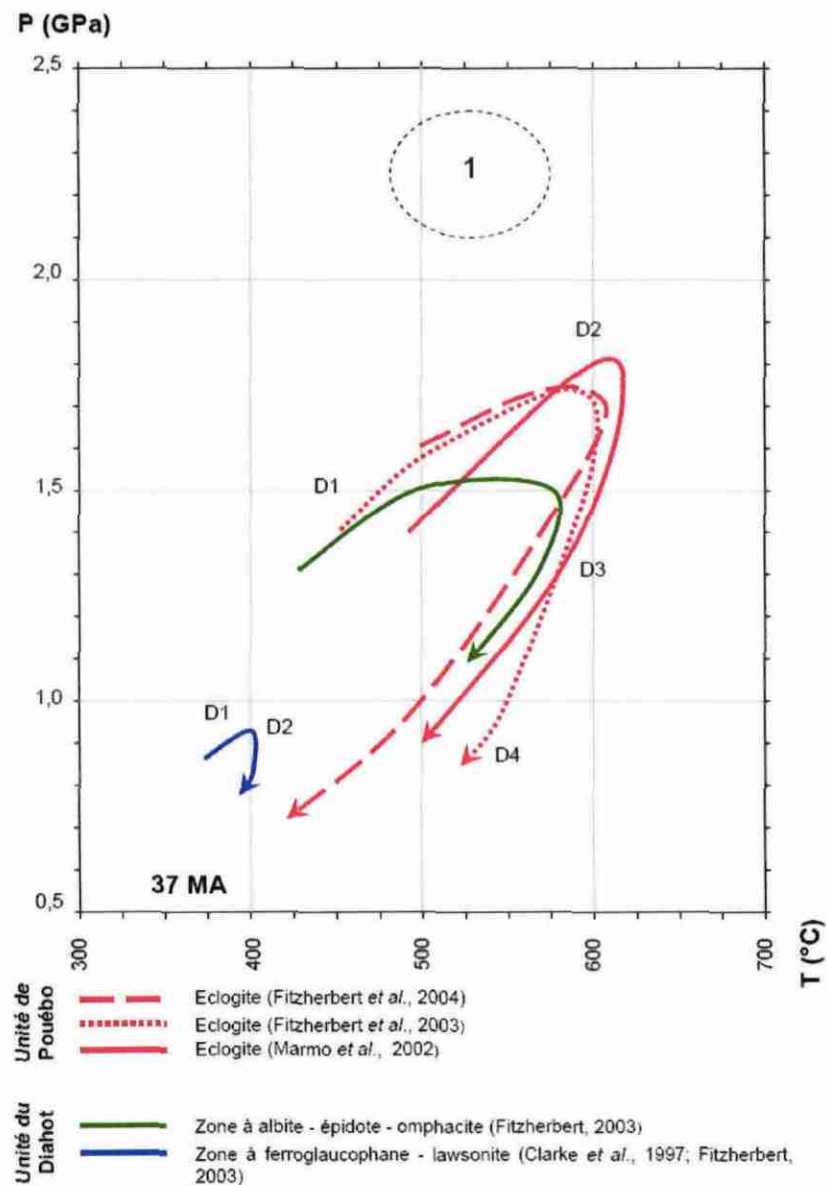


Figure 2 - Diagramme P-T-t pour les roches métamorphiques de haute pression du Nord calédonien. 1) Conditions extrêmes pour les éclogites de l'unité de Pouébo d'après Clarke *et al.*, 1997.



## 2. Résultats

### 2.1. LE SECTEUR DE HIENGHENE

#### 2.1.1. Cartographie et lithologie

Au cours de la mission de terrain effectuée dans le secteur de Hienghène, nous avons pu confirmer les distinctions lithologiques représentées sur la carte géologique actuellement disponible (Carroué, 1971) et cette reconnaissance, restreinte au bord de mer et à la piste de Tanghène, ne nous a pas non plus amené à apporter beaucoup de modifications aux contours cartographiques représentés sur la carte (cf. carte géologique et structurale fournie en annexe). Nous avons cependant étendu l'emprise du mélange ophiolitique de l'Unité de Pouébo (voir ci-après et figure 3).

La carte des points d'observation relevés dans le secteur est fournie en annexe.

Dans ce qui suit, nous présentons une description générale des lithologies distinguées ainsi que, lorsque le cas se présente, une description succincte et non exhaustive de la minéralogie observée en lames minces (les descriptions complètes et photos de ces dernières étant présentées en annexe séparée de ce rapport).

#### ***a) Unité de Pouébo : mélange ophiolitique (S $\beta$ A) ; serpentinites localement différenciées.***

Cette unité métamorphique est constituée principalement de metabasites, de serpentinites, de schistes verts basiques à ultrabasiques associés, et de schistes satinés (s'ajoute un faciès conglomératique très localisé observé en un point). Ces différents termes lithologiques sont généralement répartis de manière aléatoire au sein de l'unité, sans logique cartographique apparente, et constituent en cela une formation de type « mélange » : les serpentinites, les schistes verts et les metabasites représentent des blocs ou fragments (de taille généralement décimétrique à pluridécimétriques) d'une croûte océanique démembrée (fragments ophiolitiques), plus ou moins emballés dans des métasédiments (schistes satinés) qui en constituent la matrice et l'ancienne couverture des roches océaniques.

La proportion des différentes lithologies du mélange est variable d'un secteur à l'autre et du fait de leur taille généralement modeste et de leur répartition aléatoire, elles n'ont pu être cartographiquement distinguées à l'échelle concernée ici à l'exception de quelques entités de serpentinites.

En revanche, le mélange ophiolitique montre une extension cartographique plus importante que ne le représente la carte géologique disponible (figure 3). Ce constat se base notamment sur l'observation des faciès de mélange (notamment metabasites) assez loin vers le Nord en bord de mer.

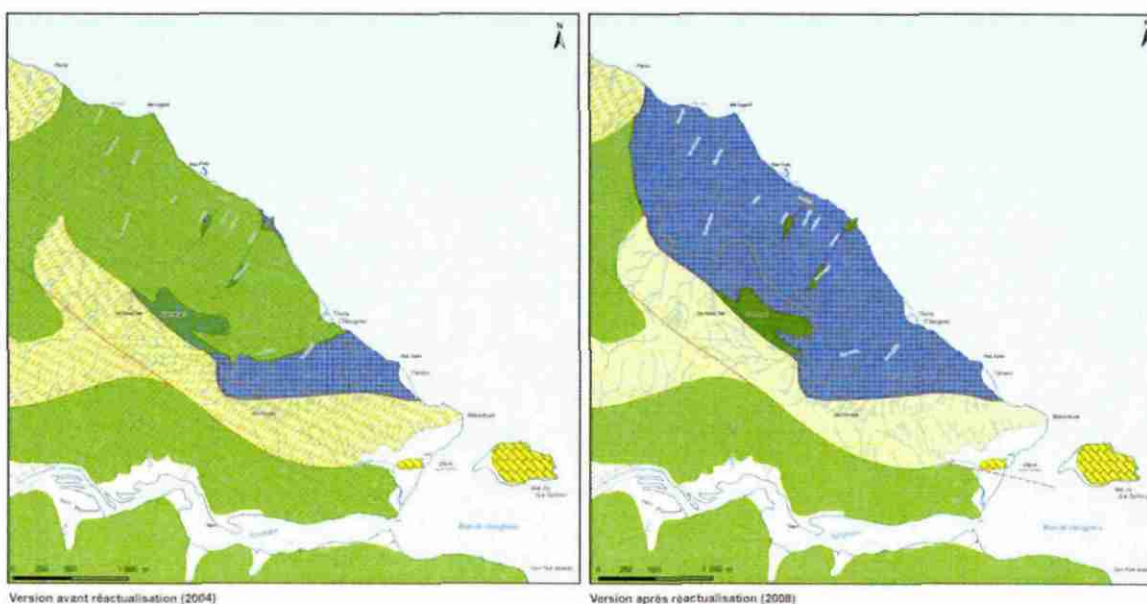


Figure 3 – Extension du mélange ophiolitique (en bleu discrètement quadrillé) du secteur de Hienghène, à gauche d'après la carte géologique existante (Carroué, 1971), à droite, d'après nos observations. Une carte géologique légendée et grand format est présentée en annexe de ce rapport.

Le démembrement de la croûte océanique et la constitution du mélange est le résultat de la subduction de la croûte océanique (le mélange se localise au niveau du prisme d'accrétion), et c'est également au cours de cette subduction que l'enfouissement en profondeur engendre le métamorphisme de haute pression (faciès éclogitique et schistes bleus) observé au sein de l'Unité de Pouébo (cf. § 1.3 – Cadre géologique général).

#### - Métabasaltites, glaucophanites

Les métabasaltites du mélange affleurent sous forme de blocs de taille décimétrique à pluridécimétrique (photos 1) bien visibles par exemple sur la plage au niveau de Ouaré, mais on les observe bien également à l'intérieur des terres. Sombres à la patine, verdâtre à la cassure fraîche, jusqu'à bleuté (amphiboles bleues) pour les affleurements localisés plus au nord (Ténem). La roche est massive et équante, avec une granulométrie millimétrique visible à la loupe. Elle se présente localement en coussins de laves (pillow lavas) et prend alors un aspect scoriacé (point BS 374). De l'amphibole bleue (glaucophane) est visible à la loupe de terrain sous formes de fines baguettes parfois abondantes. De nombreuses mouches millimétriques de sulfures sont également observables.

Trois lames minces de métabasaltites massifs de la région de Hienghène ont été étudiées en détail (BS353, BS379 et BS 426 ; cf annexe) : la texture magmatique (« doléritique » microgrenue à microlithique plus ou moins porphyrique) est pour partie préservée à effacée. La paragenèse magmatique est représentée par des minéraux relictuels de clinopyroxène et des minéraux opaques correspondant à des oxydes ferro-titanés (ilménite) ou des sulfures (pyrite). Les minéraux métamorphiques sont représentés principalement par le glaucophane (parfois très abondant), la lawsonite, la chlorite et +/- la pumpellyite.



*Photos 1 – Mélange ophiolitique : affleurements de blocs de metabasaltés sombre de différentes échelles enchassés dans des métasédiments encaissants (schistes satinés plus clairs). Secteur de Ténem, affleurements 353 et 358.*

#### - Schistes à trémolite et chlorite

De teinte vert pâle (photos 2), ces schistes sont satinés et soyeux, parfois même « savonneux » au toucher laissant augurer de la présence de talc (d'où l'appellation de talcschistes) confirmée ou non en lame mince. La schistosité est bien marquée et pénétrative ; le débit est facile en feuillets sur les affleurements plus ou moins altérés. Les minéraux sont très petits et très difficiles à distinguer à l'œil nu ou à la loupe de terrain. En cas d'altération poussée, cette roche donne une poudre blanche très fine assimilable à de la « Terre blanche » pouvant être amiantifère comme par exemple sur le chemin menant au futur lotissement de Ouara (point BS 341).

Une lame mince (BS 365) de ces schistes a été étudiée : l'amphibole magnésienne de type trémolite est abondante et le plus souvent très fibreuse (il s'agit d'amiante). De la chlorite magnésienne accompagne la trémolite mais le talc n'a finalement pas été observé.

Ces schistes verts correspondent à d'anciennes roches ultrabasiques métamorphisées.

#### - Serpentinites (A)

Les serpentinites constituent des entités (lentilles) de dimensions très variables au sein du mélange de l'Unité de Pouébo, depuis l'échelle de l'affleurement (métrique à décimétrique, photos 2) jusqu'à l'échelle cartographique : plusieurs de ces entités sont reportées sur la carte géologique existante (Carroué, 1971) et nos observations partielles ne permettent pas de les remettre en cause.

Les serpentinites, souvent très altérées et parfois très friables, sont de couleur brun-vert et présentent un aspect amygdalaire typique de la présence de lizardite (une des trois espèces de serpentine). Elles sont souvent parcourues de nombreuses veinules, au maximum d'un centimètre d'épaisseur, à cristallisation blanchâtre perpendiculaire aux épontes, dans laquelle on peut retrouver l'irisation typique du chrysotile, et le débit fibreux à l'ongle.

Des filonnets bien individualisés de trémolite (ou antigorite ?) très probable ont pu être également observés ; celle-ci est cristallisée en gerbe à croissances multiples dans des fentes de puissance centimétrique, le tout dans une serpentinite aux aspects plus sains, à la patine noire et à la cassure vert sombre (BS 376).



*Photos 2 – A gauche, affleurement supradécamétrique de serpentinite (affleurement 376) ; à droite, schistes vert pâle ultrabasiques au contact de schistes satinés beiges (aff. 342).*

- *Schistes satinés +/- rubanés, à lawsonite*

Il s'agit de schistes sériciteux plus ou moins siliceux, parfois franchement rubanés (BS 359, photos 3) du fait d'une alternance à l'échelle (pluri)millimétrique de rubans sombres riches en micas et de rubans clairs riches en quartz et feldspaths. Une schistosité principale est régulièrement visible et provoque un débit facile dès que la roche est un peu altérée ; elle est parallèle au rubanement dans les faciès concernés.

Ces schistes sont légèrement soyeux et gris brillant (séricite) sur les plans de schistosité.

L'observation des lames minces étudiées (BS 359 et 363) confirme l'abondance de petits micas blancs (muscovite) de petite taille (séricite) notamment dans les rubans phylliteux (BS 359). De petits prismes de lawsonite sont régulièrement présents.



*Photos 3 – Schistes satinés rubanés, fortement (micro)plissés avec développement d'une schistosité de crénulation « S2 » (affleurements 358 et 359).*

## ***b) Formations métasédimentaires de l'Unité du Diahot-Panié***

Trois lithologies sont distinguées cartographiquement au sein de cette unité et décrites ci-après.

### ***- Schistes gris sombres, argilo-silteux à lawsonite (c3-6)***

Ces schistes monotones affleurent sur une large partie sud du secteur étudié. De grain fin et de couleur gris sombre à la patine et à la cassure, peu siliceux et carbonés (matière organique +/- abondante, graphiteux), discrètement lités, ils présentent une décoloration en « taches » à l'altération.

La schistosité est souvent fruste, associée à un litage (lamines) plus ou moins visible selon les affleurements (lits gris sombre à noir très argilo-phylliteux et lits clairs plus quartzo-feldspatiques et légèrement plus grossiers).

Sur certains affleurements, ces schistes présentent un aspect légèrement plus grossier et globalement plutôt silto-gréseux, ou montrant des passages centimétriques plus gréseux. Des lentilles gréseuses d'échelle décimétrique, étirées dans la schistosité ont été observées très localement sur un affleurement de la vallée de la Tanghène (BS 395).

Ces schistes renferment des sulfures disséminés. Un nodule de 10 cm de pyrite probable a été trouvé dans cette formation, sur le bord de mer au sud de l'embouchure de la Hienghène (BS 440).

Des injections de quartz sont relativement fréquentes sous forme de petits filons ou de fentes de tension en échelon (BS 395 et 346).

Sur la lame mince étudiée (BS 391), on distingue bien des niveaux sombres riches en matière carbonée opaque (graphite) et des niveaux clairs à quartz et albite. De nombreux petits prismes automorphes de lawsonite sont présents.

### ***- Schistes siliceux clairs (c6-e1)***

Ces schistes siliceux (quartz) forment une bande cartographique entre le mélange ophiolitique et les schistes gris sombres. De teinte claire à la cassure, ils présentent une couleur beige-blanchâtre à franchement oxydée (rouille) à la patine. Un rubanement est parfois visible (cf. grand virage de Makaveyak le long de la côte, photos 4) et la schistosité est bien marquée. Ces schistes ont une granulométrie originelle silto-gréseuse. Des schistes noirs carbonés sont localement associés aux schistes siliceux (affleurement BS 351).

A l'altération, les schistes siliceux se couvrent d'une patine blanchâtre et/ou rougeâtre caractéristique, jusqu'à même former en haut du profil d'altération des altérites ocre-rouge. Au Sud de Tenem, ces schistes présentent localement des lits de cherts noirs centimétriques.



Photos 4 – A gauche, schistes siliceux rubanés et altérés (virage de Makaveyak, affleurement 371) ; à droite, lentilles (boudins) siliceuses au sein des calcaires de Waré (aff. 399).

- Calcaires micritiques à cherts de Waré-Pura (e1-4)

Ces calcaires affleurent au niveau d'un petit relief à Waré et forment les célèbres îlots du Sphinx (Wé Jio) ou de la « poule couveuse » (Pura). Généralement gris sombre à l'affleurement, leur cassure fraîche révèle une texture qui semble recristallisée ou "recuite". Des rubans ou lentilles (« boudins ») silicifiés (cherts) sont régulièrement présents (Waré, photos 4) et sont étirés selon la surface S0-S1, fruste. Celle-ci moule les boudins siliceux (centimétriques à pluri-décimétriques).

## 2.1.2. Géologie structurale

### a) Structures majeures d'échelle cartographiques (failles, chevauchements...)

Conformément à la cartographie existante (Carroué, 1971), de grandes failles ou chevauchements sont représentés sur la carte géologique et structurale présentée en annexe, entre le mélange ophiolitique et les schistes siliceux clairs et entre ces derniers et les schistes sombres méridionaux. Nous n'avons pas caractérisé directement ces accidents mais, dans la plupart des cas, leur présence nous paraît fondée.

Il nous apparaît le plus vraisemblable de considérer le mélange et son organisation (ou plutôt sa désorganisation) comme une unité autonome en contact tectonique avec l'Unité de Diahot-Panié. D'après nos observations ponctuelles (afft. n° 442), ce contact est penté vers le Sud le long de la limite méridionale de l'Unité de Pouébo : les schistes siliceux de l'Unité de Diahot surmontent le mélange ophiolitique.

Le contact tectonique entre les schistes siliceux et les schistes sombres à l'Ouest de la Baie de Hienghène, se justifie par la cartographie des calcaires micritiques qui semblent se biseauter au contact des schistes sombres. C'est pour cette raison que nous avons prolongé (tiré) en mer cette faille. Toutefois, dans le coin SE du secteur étudié où on est plus à l'écart des calcaires, on peut observer en bord de mer le contact entre les schistes satinés et les schistes siliceux et celui-ci n'apparaît pas tectonique (photo 5). La prolongation éventuelle de la faille de Waré se localiserait en mer au sud des îlots calcaires.



*Photo 5 – Contact normal entre les schistes sombres et les schistes siliceux sus-jacents au sein de l'Unité de Diahot-Panié (affleurement n° 438, « Mon Paik » dans le coin SE du secteur étudié)*

### **b) Structures pénétratives (schistosités)**

En dehors du mélange ophiolitique et de variations très locales, on observe, notamment au sein de la vaste entité de schistes gris sombre, une schistosité principale « S1 » d'orientation globalement bien réglée (cf carte géologique et structurale en annexe) avec un pendage variable (<20 à 75°) vers le SSE ou, localement (coin SE de la carte) vers le SSW. Les faibles pendages sont observés principalement à proximité de Hienghène.

Cette schistosité est régulièrement présente, plutôt pénétrative et parallèle à la stratification des schistes mais reste discrète. Elle n'est pas associée à des cristallisations développées de minéraux métamorphiques : en lame mince (BS 391), la schistosité est soulignée principalement par de la matière opaque (graphiteuse).

Nous n'avons pas mis en évidence de structures plicatives d'échelle mésoscopique ou cartographique associées à la schistosité S1.

Des plans de schistosité de crénulation discrets reprennent de place en place la surface principale S0-S1 des schistes mais ils n'ont une valeur que très locale et aucune influence sur la structuration régionale.

Au sein du mélange ophiolitique, la structuration intime est plus complexe en dehors des entités basaltiques généralement non schistosées. Entre Télem et Tiluny, on observe au sein des schistes satinés une schistosité de crénulation S2 associée à un plissement intense de la surface S0-S1 et du rubanement associé (photos 3). Cette S2, orientée E-W et à très fort pendage (70-80°) vers le Nord devient pénétrative sur certains affleurements et transpose la S0-S1; elle constitue alors la schistosité principale. D'après l'observation en lame mince (BS 359a et b), la surface S0-S1 crénulée est soulignée par l'alternance du rubanement S0 transposé et par l'orientation de la muscovite fine (séricite s.l.) abondante dans les rubans sombres phylliteux. La schistosité S2 est soulignée par des hydroxydes de fer.

Au Sud de la zone Ténem-Tiluny (dans le mélange et les schistes siliceux), la crénulation S2 n'est plus caractérisée mais la surface S0-S1 est régulièrement affectée par des plis généralement ouverts d'échelle décimétrique à métrique, à plan axial penté de 20 à 70° vers le Nord.

Au Nord de la zone Ténem-Tiluny (au sein du mélange), on observe une schistosité orientée WNW-ESE et à fort pendage vers le Nord ou le Sud, qu'il est difficile de rapporter clairement à la surface S0-S1 ou à la schistosité S2.

### 2.1.3. Structure d'ensemble

Le principal trait structural du secteur étudié est représenté par la prédominance d'un pendage vers le SSE des terrains affleurants. Cette géométrie est soulignée notamment par l'orientation de la surface S0-S1 des schistes sombres et aussi, au moins localement, par celle des contacts, entre les schistes sombres et les schistes siliceux (coin SE) et entre ces derniers et le mélange ophiolitique. Cette géométrie traduit une structuration à vergence NNW.

Cette inclinaison générale vers le SSE est notamment troublée au sein de l'Unité de Pouébo par un couloir de déformation D2, orienté E-W, d'échelle cartographique et où la surface S0-S1 est plissée et globalement transposée selon une schistosité S2 de crénulation subverticale.

### 2.1.4. Aléa amiante

C'est au sein du mélange ophiolitique que l'on trouve des lithologies et un contexte potentiellement amiantifères, les terrains sédimentaires de l'Unité du Diahot-Panié ne présentant aucune caractéristique lithologique et minéralogique permettant de leur attribuer un potentiel amiantifère, *même si celui-ci ne peut sans doute pas être considéré comme nul sans études complémentaires*. L'aléa amiante du secteur de Hienghène se superpose donc directement à l'emprise cartographique du mélange ophiolitique (voir carte de l'aléa amiante fournie en annexe).

Au sein du mélange, les serpentinites comme les schistes vert pâle à trémolite sont par définition potentiellement amiantifères alors que les schistes satinés ne le sont pas et les metabasites à glaucophane peu (le glaucophane peut-être asbestiforme). Cependant, comme on l'a dit plus haut, le caractère complexe et aléatoire de la répartition des faciès potentiellement amiantifères au sein du mélange ne permet pas d'en faire une représentation cartographique précise à l'échelle de travail de cette mission. Nous n'avons donc pas les moyens de cartographier de manière hiérarchisée l'aléa amiante au sein du mélange. Ce travail ne peut être fait qu'à une échelle beaucoup plus fine pour des études spécifiques.

A l'affleurement, des fibres de chrysotile ont été reconnues au sein de serpentinites alors que des passées trémolitiques (photo 6) parfois très finement fibreuses et blanches (de type « terre blanche ») ont été repérées au sein des schistes verts pâles (ultra)basiques et notamment voire systématiquement (?) au contact entre ces derniers et les schistes satinés plus ou moins siliceux du mélange. Le recensement de ces affleurements de schistes amiantifères/terre blanche a été fait principalement dans le secteur de Ouaré, dans le cadre de cette mission mais également de missions spécifiques antérieures. Des analyses au microscope optique à lumière polarisée (MOLP) ont confirmé la présence de minéraux asbestiformes. L'ensemble des résultats (observations et analyses) sur ce secteur sont consignés dans un rapport spécifique (« Synthèse des observations du Service Géologique de la DIMENC au niveau du futur lotissement de Ouaré (Waré) », Avril 2009, B. Sevin et al.).

A noter qu'en dehors des affleurements de « terre blanche », la trémolite des schistes verts pâle est déjà très fibreuse (cf lames minces BS 365 et BS 411).



*Photo 6 - Faciès schisto-fibreux à amiante probable au contact entre schistes à trémolite et schistes siliceux*



## 2.2. LE SECTEUR DE OUEGOA

### 2.2.1. Cartographie et lithologie

Le secteur de Ouégoa présente une géologie plus variée et globalement plus complexe que le secteur de Hienghène. Nos levés de terrain, effectués le long des grands axes et également à l'écart de ceux-ci (cf. carte d'affleurements fournie en annexe) ont permis de modifier partiellement la cartographie proposée (carte géologique et structurale en annexe). Certaines formations représentées sur la carte géologique de Pam-Ouégoa (Maurizot et *al.*, 1989) n'ont pas été retrouvées lors de nos levés.

Comme pour le secteur de Hienghène, nous présentons ci-dessous une description générale des lithologies distinguées ainsi que, lorsque le cas se présente, une description succincte et non exhaustive de la minéralogie observée en lames minces (voir en annexe séparée pour les descriptions complètes et les photos des lames minces). Dans certains cas, pour éviter les répétitions, nous faisons référence aux descriptions de Hienghène.

#### **a) Unité de Pouébo : mélange ophiolitique (SβA)**

Cette unité métamorphique est constituée de différentes lithologies réparties de manière aléatoire et sans logique cartographique apparente au sein du mélange (cf. secteur de Hienghène). On distingue principalement des metabasaltes, des schistes verts basiques à ultrabasiques associés (schistes à trémolite, talcschistes, ...), des serpentinites. Mais contrairement au secteur de Hienghène, nous n'avons pas clairement identifié de métasédiments au sein des entités du mélange qui semble ici essentiellement fait de ses composants de paléo-croûte océanique.

Comme pour le secteur de Hienghène, la proportion des différentes lithologies du mélange est variable d'un secteur à l'autre et du fait de leur taille généralement modeste et de leur répartition aléatoire, elles n'ont pu être cartographiquement distinguées à l'échelle concernée ici.

Le mélange de l'Unité de Pouébo affleure sous forme de trois entités distinctes dans le secteur de Ouégoa (cf. carte géologique fournie en annexe). Les contours que nous proposons pour ces trois entités varient par rapport à ceux de la carte de Ouégoa.

#### **- Métabasaltes éclogitiques, glaucophanites**

Les metabasaltes du mélange affleurent sous forme de blocs épars, « sub en place » (pour partie éboulés sur les versants), de taille pluridécimétrique à décamétrique bien visibles au niveau de chacune des entités de mélange et par exemple au sein du village de Ouégoa (partie nord). La roche est massive et équante. De teinte sombre à la patine, ces roches sont parfois franchement bleutées (notamment au sein de l'entité la plus septentrionale du secteur) du fait de l'abondance du glaucophane.

particulièrement développé ici (en cristaux millimétriques à centimétriques et constituant de véritables glaucophanites). Du grenat est fréquemment observé à l'œil nu en cristaux millimétriques à subcentimétriques.

L'observation des lames minces de metabasaltites (BS 458 et BS 504) confirme l'abondance du glaucophane. Celui-ci est associé à du mica blanc phengitique dans la lame BS 504. Le grenat (almandin) est également présent dans ces deux lames ; il est associé dans BS 504 à du clinopyroxène relictuel de type omphacite traduisant ainsi des conditions métamorphiques éclogitiques de haute pression, antérieures aux conditions de faciès schistes bleus (glaucophane) de moindre pression. L'épidote (les deux lames minces) et de la chlorite rétro-morphique (BS 458) sont également observées.

Une autre lame mince d'éclogite à glaucophane et épidote provenant du col d'Amos, donc en dehors de notre zone d'étude, est décrite dans le rapport présenté en annexe.

- *Talcschistes et trémolitites (et/ou actinotites)*

Ces roches de teinte vert (très) pâle à la cassure sont régulièrement présentes au sein du mélange ophiolitique. Elles correspondent à d'anciennes roches (ultra)basiques mais on peut distinguer un faciès schisteux, soyeux à savonneux au toucher, constitué pour partie de phyllites (chlorite et/ou talc) +/- associées à de la trémolite, et des roches massives sans débit notable et composée essentiellement d'une amphibole allongée très pâle bien visible à l'œil nu (millimétrique à centimétrique) de type actinote ou trémolite (photo 7).

Comme dans le secteur de Hienghène, ces roches fournissent en cas d'altération poussée, une poudre blanche très fine de type « Terre blanche » amiantifère (cf plus loin).

Des lames minces de talcschistes et de trémolite provenant de l'Unité de Pouébo mais en dehors de la zone d'étude (au Nord de celle-ci) sont décrites dans le rapport fourni en annexe.

La texture originelle (magmatique) des talcschistes observée en lame mince est complètement oblitérée par la cristallisation de la nouvelle paragenèse. Le talc en constitue le composant principal auquel s'ajoute principalement du spinelle chromifère (hérité de la paragenèse primaire) et des amas de chlorite dans une lame (NC 117 DL-B), des porphyroblastes allongés d'actinote-trémolite dans la seconde (NC 126 DL-B).

La trémolitite étudiée (NC 166 DL) est composée principalement de trémolite en assemblages compacts de prismes et fibres. S'ajoutent de la chlorite peu abondante et de la serpentine en pseudomorphose d'un gros cristal d'olivine. La texture originelle (magmatique ultrabasique) est là-aussi effacée.



*Photo 7 – Affleurement pluridécamétrique de « schistes » massifs à trémolite (aff. 506)*

- *Serpentinites*

Les serpentinites ont été observées à plusieurs reprises sur le terrain mais, contrairement au secteur de Hienghène, aucune entité d'échelle cartographique n'a été identifiée.

Les serpentinites observées sont relativement typiques : roche verte à l'affleurement, écailleuse (lizardite), ou parfois un peu plus sombre et bleu/noir dans son aspect plus massif. Localement (BS 532), elles forment une roche vert pâle compacte et massive évoquant du jade. Certains affleurements sont riches en giobertite (BS 468), qui forme des injections, des masses blanches en relief positif (moins altéré et plus massif que sa roche encaissante) en "chou-fleur".

Une lame mince de serpentinite (BS 532) a été étudiée : elle est constituée exclusivement de serpentine fibreuse en remplacement de la paragenèse initiale (roche ultrabasique) totalement effacée.

***b) Formations métasédimentaires et métavolcaniques de l'Unité du Diahot-Panié***

L'Unité du Diahot-Panié recouvre de loin la plus grande partie de la zone d'étude et regroupe les faciès lithologiques décrits ci-après. Les relations entre ces différentes lithologies ne sont pas toujours bien déterminées. Il s'agit principalement de terrains métasédimentaires plus ou moins schisteux parmi lesquels nous avons nouvellement distingué des schistes proprement dits, de grain fin et franchement schistosés, et des paragneiss gréso-schisteux plus grossiers et plus massifs. S'ajoutent des faciès volcaniques basiques (métabasaltes) et acides. En revanche, au cours de nos levés,

nous n'avons pas retrouvé la formation de micaschistes à chloritoïde cartographiés sur la feuille de Ouégoa.

- *Schistes micacés, micaschistes fins* (5)

Cette formation métasédimentaire est la plus représentée à l'affleurement sur le secteur de Ouégoa. Il s'agit principalement de schistes micacés et satinés +/- altérés, de teinte gris beige, parfois plus quartzo-feldspathique et de teinte très claire (BS 444). Un rubanement milli-centimétrique d'origine sédimentaire est bien visible sur certains affleurements. Un faciès plus sombre, à patine gris noir et rouille, de schistes très fins ardoisiers est observé localement (BS 462).

Les faciès les plus altérés prennent une teinte ocre-rouille jusqu'à être indurés et ferruginisés (BS 485 en sommet de butte et haut de profil d'altération).

Une schistosité est régulièrement présente et bien développée dans ces schistes. Elle est particulièrement pénétrative sur certains affleurements et provoque alors un débit ardoisier (BS 462). Du glaucophane en fines baguettes millimétriques est régulièrement visible à l'œil nu ou à la loupe de terrain.

Ces schistes ont fait l'objet d'une étude microscopique sur quatre lames minces qui montrent des variations de composition entre elles. Le faciès BS 444, très clair à l'affleurement est composé principalement de glaucophane bleu très pâle (magnésien) porphyroblastique (cristaux étirés et tronçonnés) accompagné de muscovite phengitique dans un fond quartzo-albitique. Le faciès BS 446, un peu plus sombre à l'affleurement, se révèle plus phylliteux (muscovite phengitique), non quartzo-feldspathique, et le glaucophane est d'un bleu plus soutenu (plus ferrugineux). La lame BS 499 comprend l'association glaucophane, phengite et lentilles de quartz mais se distingue, outre par le microplissement de la schistosité, par la présence de chlorite associée à la phengite, et de très nombreux prismes d'épidote riche en fer.

La lame mince BS 462 provient des schistes sombres ardoisiers reconnus localement sur le terrain et se différencie bien des faciès précédents. Il s'agit d'un schiste albitique à grenat à grain très fin, rubans phylliteux phengitiques prédominants et schistosité très pénétrative (à composante cisailante). De l'amphibole fibreuse (glaucophane ?) est présente mais peu développée. En revanche, on observe des prophyroblastes d'albites ( $\leq$  mm) à inclusions sigmoïdes et de nombreux petits blastes de grenat riche en spessartine).

- *Paragneiss gréso-schisteux* (5)

Ces paragneiss fins de teinte beige se distinguent des schistes précédents par un grain légèrement plus grossier et un caractère plus massif, moins schistosé. Ils présentent parfois un aspect un peu tuffacé qui n'a toutefois pas été confirmé au microscope. Il s'agit donc plutôt de métasédiments plus grossiers (plus gréseux) que les schistes. Nous les avons reconnus en plusieurs secteurs mais notamment au niveau d'une bande proche de E-W dans la partie sud du secteur étudié.

De fines baguettes d'amphibole bleue sont là aussi visibles macroscopiquement.

Deux lames minces issues de cette formation ont été étudiées. La lame BS 450 montre un assemblage principal à glaucophane bleu violacé typique, muscovite phengitique coexistant avec de la paragonite, du grenat riche en spessartine, du quartz abondant et de grandes lamelles de chlorite riche en fer (ex-chlorite ?). Sur la lame mince BS 523, c'est l'albite qui est prédominante sous forme de blastes qui forment le fond recristallisé (polygonal) de la roche (pas de quartz) alors que le glaucophane et la phengite soulignent la schistosité crénelée. Des biotites sont en voie de chloritisation et le sphène est fréquent, disséminé dans la matrice. Ni la paragonite, ni le grenat n'ont été observés.

- *Métabasaltés et méta-andésites ( ? ) (β)*

Plusieurs massifs de métabasaltés et méta-andésites ont été cartographiés dans la partie sud du secteur étudié. Nous avons retrouvé plusieurs affleurements de ces massifs mais le contourage de ces derniers est difficile vu le manque de relief et d'affleurements dans cette partie du terrain étudié. Des filons ( ? ) de méta-andésite probable ( ? ) ont également été recoupés plus au Nord.

La roche est massive et équante, plus ou moins altérée, de teinte vert à gris-vert et non bleutée.

Sur la lame mince BS 551, on reconnaît la texture primaire préservée de type microgrenue ophitique (« métadoléritique ») estompée par les transformations minérales : du clinopyroxène relique conserve la trace de cet assemblage primaire alors que les fantômes des lattes de plagioclase magmatique sont constitués de mélanges de produits métamorphiques et peut-être hydrothermaux : glaucophane, lawsonite, chlorite, sphène.

- *Métavolcanites acides : tufs (Tp) et volcanites massives (p)*

Plusieurs affleurements de volcanites acides ont été recensés. Dans le SW du secteur étudié, il s'agit vraisemblablement de tufs pyroclastiques quartzo-feldspathiques, de teinte très claire et franchement orientés. Plus au Nord, au centre-est de la zone étudiée, il s'agit de roches massives claires et siliceuses correspondant très probablement à des coulées de laves acides (rhyolitiques).

Aucune lame mince n'a été réalisée dans ces lithologies.

## 2.2.2. Géologie structurale

### ***a) Structures majeures d'échelle cartographique (failles, chevauchements...)***

Aucune nouvelle faille d'échelle cartographique n'a été mise en évidence dans ce secteur lors de nos reconnaissances. En revanche, comme représenté sur la carte géologique existante, et en cohérence avec le secteur de Hienghène, le contact des entités de mélange ophiolitique avec leurs terrains environnants est considéré comme tectonique (failles au sens large) (voir carte géologique et structurale fournie en annexe).

### ***b) Structures pénétratives (schistosités)***

La plupart des terrains affleurants, à l'exception notamment des metabasites, sont schistosés ou foliés (il ne s'agit généralement pas de « foliation » franche et nous utiliserons donc le terme unique de schistosité dans ce qui suit). On distingue le plus souvent une surface de schistosité principale plus ou moins développée mais localement deux surfaces ont pu être distinguées sur un même affleurement.

A l'échelle cartographique (cf. carte géologique et structurale fournie en annexe), les surfaces de schistosité mesurées s'organisent selon deux orientations bien distinctes qui correspondent à deux générations successives de schistosité dénommées S1 et S2 (carte géologique et structurale en annexe...) : la chronologie de ces deux surfaces a pu être déterminée sur un affleurement (BS 522) à partir d'une figure d'interférence entre les deux surfaces (S1 crénulée par S2).

La schistosité S1 est visible principalement dans la partie est du secteur étudié, où elle constitue la surface prédominante : sauf variations locales, elle est régulièrement orientée NNW-SSE (orientation de l'horizontale du plan) avec un fort pendage de 40-80° vers l'Ouest. Elle porte une linéation minérale ou d'étirement orientée à peu près suivant la ligne de plus grande pente et donc fortement plongeante vers l'Ouest. Plus à l'Ouest, on observe quelques plans de schistosité de même orientation rapportés à la S1 mais le pendage est ici faible et penté vers l'Ouest ou vers l'Est, tout comme la linéation associée.

La schistosité S2 est prédominante dans la partie ouest du secteur étudié alors qu'elle est peu visible à l'Est. Son orientation est moins bien réglée que celle de la S1 mais reste quand même assez proche de E-W (WSW-ENE à WNW-ESE). Aucune linéation minérale n'a été observée sur ces plans.

A l'exception des microplissements de crénulation, nous n'avons pas observé de plis notables associés à la schistosité S2.

### 2.2.3. Structure d'ensemble du secteur étudié

Nos observations de terrain encore partielles, les conditions d'affleurement et l'absence de niveaux repères stratigraphiques ne permettent pas d'interpréter précisément les contours cartographiques complexes du secteur de Ouégoa. Les relations, notamment, entre les entités de l'Unité tectonique de Pouébo (mélange ophiolitique) et leur « encaissant » métasédimentaire et métavolcanique de l'Unité de Diahot-Panié est difficile à établir (chevauchement de l'Unité de Pouébo sur l'Unité de Diahot ou superposition de cette dernière par détachement ?). La géométrie du contact entre ces unités n'a pu être définie à partir de nos données de terrain. Des observations complémentaires sont nécessaires mais ne seraient peut-être pas suffisantes.

### 2.2.4. Aléa amiante

Comme pour le secteur de Hienghène, c'est essentiellement au sein du mélange ophiolitique que l'on trouve des lithologies et un contexte potentiellement amiantifères, et que nous avons effectivement observé des fibres de type amiante en place. Les terrains sédimentaires de l'Unité du Diahot-Panié ne présentent aucune caractéristique lithologique et minéralogique permettant de leur attribuer un potentiel amiantifère. A noter cependant que les metabasites ( $\beta$ ) cartographiés dans le secteur et non inclus dans le mélange pourraient fournir des cristallisations d'amiante mais celles-ci n'ont cependant pas été observées sur le terrain. Pour l'essentiel, l'aléa amiante du secteur de Ouégoa se superpose donc directement à l'emprise cartographique du mélange ophiolitique (voir carte de l'aléa amiante fournie en annexe).

Au sein du mélange ophiolitique, les serpentinites, les talcschistes et les trémolites constituent les lithologies potentiellement porteuses de fibres amiantifères. A plusieurs reprises, ces fibres ont été clairement observées au sein de ces lithologies sous forme d'amas très finement fibreux de type terre blanche issus de l'altération en surface des lithologies porteuses. Ces terres blanches ont été observées de manière remarquable au nord du village de Ouégoa (points 467 et 468), dans une petite carrière où elles forment des placages centimétriques blanc soyeux, en coussinets, sur le sol (Photos 8). Ces fibres sont constituées de trémolite (Lahondère, 2007).

Les metabasites contiennent des minéraux aciculaires (glaucophane) qui peuvent être source de fibres amiantifères mais cela n'a pas été observé sur le terrain.

Comme dans le secteur de Hienghène, les faciès amiantifères du mélange ophiolitique présente une répartition cartographique imprévisible, souvent en lames discontinues ou masses erratiques et ne sont pas distinguées sur la carte géologique. Seules des études plus fines et localisées, notamment en cas de travaux d'aménagement ou de terrassement permettraient une représentation précise de l'aléa amiante.



*Photos 8 – Affleurements de « terre blanche » amiantifère (fibres de trémolite) sur des roches ultrabasiques du mélange ophiolitique (point 467)*

## **3. Bilan, évaluation et perspectives**

### **3.1. BILAN DES RESULTATS ACQUIS ET PERSPECTIVES**

Les deux campagnes de terrain ont permis, pour chacun des deux secteurs concernés, de reprendre en partie la cartographie géologique existante, d'acquérir des données structurales inédites, de présenter la pétrographie et la minéralogie de faciès de référence de la zone métamorphique du Nord et conséquemment, de permettre une meilleure caractérisation (macroscopique et microscopique) des terrains potentiellement amiantifères de cette zone géologique.

Les révisions cartographiques que nous proposons concernent notamment les contours du mélange ophiolitique de l'Unité de Pouébo, potentiellement amiantifère. Dans le secteur de Hienghène, il apparaît que cette zone de mélange doit être largement étendue par rapport à la cartographie existante ; des incursions supplémentaires à l'intérieur des terres seraient nécessaires pour confirmer ce résultat. En ce qui concerne le secteur de Ouégoa, il ne semble pas qu'il faille étendre la superficie globale du mélange mais nos levés amènent à modifier les contours de ce dernier. Un travail supplémentaire de terrain permettrait de compléter et affiner ces contours.

Une cartographie de l'aléa amiante nécessite d'abord une cartographie géologique fiable des contours de la formation du mélange ophiolitique amiantifère. Nos observations indiquent qu'il est nécessaire de reprendre pour partie les contours existants de cette formation. Par ailleurs, la réalisation de cartes d'aléa amiante très précises au sein du mélange ophiolitique nécessite des levés à une échelle particulièrement fine qui peut difficilement se faire de manière systématique à l'échelle de la zone métamorphique du Nord.

Ce travail a par ailleurs permis de tester l'utilisation en condition de "terrain" d'un mini-ordinateur Pad GeoXplorer (Trimble) couplé à l'utilisation du logiciel ArcPad pour la saisie de données lithologiques et structurales. L'outil présente un intérêt certain pour la gestion et l'exploitation des données de terrain. Mais il est nécessaire d'une part de bien préparer l'outil avant son utilisation (établissement des formulaires et lexiques, chargement du fond topo dans le bon système de coordonnées...), et d'autre part, de prendre conscience d'un certain nombre de lourdeurs ou d'inconvénients apparaissant à l'usage : encombrement de l'appareil, autonomie limitée, ou capacité de stockage insuffisante pour des fonds cartographiques numériques lourds (BDtopo ou carte géologique de tout le territoire de la Grande Terre). Mais on peut attendre un usage plus facile et de plus en plus répandu de ce type d'appareil avec l'évolution des technologies.

### **3.2. EVALUATION PAR L'EXPERT DE L'OBJECTIF DE FORMATION**

L'objectif de ce travail était d'abord d'améliorer les capacités des personnels du service de la géologie de Nouvelle-Calédonie (SGNC) à réaliser un travail de cartographie géologique dans le domaine métamorphique du Nord

Deux jeunes membres de la DIMENC, ont participé à l'ensemble des deux missions de terrain en compagnie de l'expert et ont contribué ensuite à l'élaboration de ce rapport, notamment pour ce qui est de la réalisation (la mise en forme) des documents cartographiques présentés en annexe. Tant sur le terrain que pour la phase de synthèse et de mise en forme des données, les échanges ont été nombreux entre l'expert et les deux « stagiaires » qui ont montré une implication certaine dans ce travail. Ces échanges ainsi que les situations concrètes de travail géologique de terrain auxquels ils ont été confrontés, notamment au sein de la formation complexe de type mélange, auront permis une amélioration effective de leurs compétences dans ce type de terrains particuliers. Nous avons notamment mis l'accent sur la méthodologie de l'analyse structurale dans les terrains concernés : caractérisation, mesure et hiérarchisation des objets structuraux, intégration et signification de ces objets à l'échelle cartographique.

Lors de la réalisation des documents cartographiques en bureau, les nombreux « allers et retours » entre les stagiaires et l'expert pour améliorer la pertinence et la clarté de ces documents et de leur légende n'ont pu qu'être bénéfiques aux stagiaires en vue de leurs réalisations ultérieures.

### **3.3. EVALUATION DE LA FORMATION PAR LES STAGIAIRES**

Conformément à l'objectif affiché, ce travail de formation en compagnonnage a permis d'améliorer les compétences des membres du SGNC, et ce à double titre :

- Du point de vue de la connaissance géologique à proprement parler du domaine métamorphique du nord de la Nouvelle-Calédonie, zone très particulière et généralement moins bien connue du point de vue lithologique et minéralogique par le personnel de la DIMENC. Des lacunes ont été comblées par la cartographie et l'analyse des échantillons (MOLP, Microsonde, etc...). Cela a permis également de mieux appréhender les faciès et minéraux amiantifères de l'unité de Pouébo dans l'optique du programme amiante mené par la DIMENC à l'heure actuelle.
- Du point de vue de la méthodologie de l'analyse structurale sur le terrain et de son exploitation. L'accent particulier mis sur l'importance des mesures structurales et les habitudes de terrain nécessaires à l'acquisition de ces données que ce soit avec le matériel classique (boussole, carnet, minute de terrain...) autant que plus modernes (GPS, GeoExplorer, ArcPad...) ont permis de "rafraîchir" ou compléter ces compétences au sein de l'équipe afin d'optimiser les aptitudes cartographiques de chacun. L'interprétation (au moins partielle) de ces données structurales fut largement bénéfique également aux membres du SGNC.

Les nombreuses discussions qui ont eu lieu lors de la mission, ou même les nombreux échanges Orléans/Nouméa lors de la rédaction du rapport et la mise en page des divers documents cartographiques ont permis aux intervenants de prendre la mesure

des points particulièrement importants lors de la réalisation de documents graphiques, cartes (géologiques ou structurales), interprétations de données, etc....

Ce compagnonnage fut dans son ensemble un réel bénéfice pour les "stagiaires" du SGNC.



## 4. Bibliographie

Aitchison J.C., Clarke G.L., Meffre S, Cluzel D., 1995, Eocene arc-continent collision in New Caledonia and implications for regional Southwest Pacific tectonic evolution, *Geology*, Pages 161-164.

Arnould A., 1958, Étude géologique de la partie nord-est de la Nouvelle-Calédonie, Thèse Doct. Etat, 436 p. dactylo, 28 pl. Paris.

Baldwin S.L., Rawling T. , Fitzgerald P.G., 2007, Thermochronology of the New Caledonian high pressure terrane - Implications for the middle Tertiary plate boundary process in the SW Pacific, *Geological Society of America*, Pages 117-134.

Bell T.H., Brothers R.N., 1985, Development of P-T prograde and P-retrograde, T-prograde isogradic surfaces during blueschist to eclogite regional deformation/metamorphism in New Caledonia, as indicated by progressively developed porphyroblast microstructures, *Journal of Metamorphic Geology*, Pages 59-78.

Black P.M., 1970a, Coexisting glaucophane and riebeckite-arfvedsonite from New Caledonia, *American Mineralogist*, Pages 1061-1064.

Black P.M., 1970b, Ferroglaucophane from New Caledonia, *American Mineralogist*, Pages 508-511.

Black P.M., 1970c, P2 omphacite, intermediate in composition between jadeite and hedenbergite, from metamorphosed acid volcanics-Bouehndep, New Caledonia, *American Mineralogist*, Pages 512-514.

Black P.M., 1973, Mineralogy of New Caledonian Metamorphic Rocks; I, Garnets from the Ouegoa District, *Contributions to Mineralogy and Petrology*. 38; 3, Pages 221-235.

Black P.M., 1973, Mineralogy of New Caledonian Metamorphic Rocks; II, Amphiboles from the Ouegoa District, *Contributions to Mineralogy and Petrology*. 39; 1, Pages 55-64. 1973.

Black P.M., 1974, Mineralogy of New Caledonian Metamorphic Rocks; III, Pyroxenes, and Major Element Partitioning between Coexisting Pyroxenes, Amphiboles and Garnets from the Ouegoa District, *Contributions to Mineralogy and Petrology*. 45; 4, Pages 281-288.

Black P.M., 1974, Oxygen Isotope Study of Metamorphic Rocks from the Ouegoa District, New Caledonia, *Contributions to Mineralogy and Petrology*. 47; 3, Pages 197-206.

Black P.M., 1975, Mineralogy of New Caledonian metamorphic rocks; IV, Sheet silicates from the Ouegoa District, Contributions to Mineralogy and Petrology. 49; 4, Pages 269-284.

Black P.M., 1977, Regional high-pressure metamorphism in New Caledonia; phase equilibria in the Ouegoa District, Tectonophysics, Pages 89-107.

Blake M.C. Jr., Brothers R.N., Lanphere M.A., 1977, Radiometric ages of blueschists in New Caledonia, International symposium on geodynamics in South-West Pacific, Pages 279-281.

Black P.M., Brothers R.N., Yokoyama K., 1988, Mineral paragenesis in eclogite-facies meta-acidites in northern New Caledonia, Eclogites and eclogite-facies rocks. Developments in Petrology. 12, Pages 271-289.

Briggs R.M., 1975, Structure, metamorphism and mineral deposits in the Diahot region (Northern New Caledonia), Thesis for degree of Doctor of Philosophy in Geology, Université d'Auckland (N.Z.), Page 486 dactylo., 14 pl. h.t.

Briggs R.M., Kobe H.W., Black P.M., 1977, High-pressure metamorphism of stratiform sulphide deposits from the Diahot region, New Caledonia, Mineralium Deposita. 12; 3, Pages 263-279.

Briggs R.M., Lillie A.R., Brothers R.N., 1978, Structure and high-pressure metamorphism in the Diahot region, northern New Caledonia, Bulletin BRGM, Pages 171-189.

Brothers R.N., 1970, Lawsonite-albite schists from northernmost New Caledonia, Contributions to Mineralogy and Petrology. 25; 3, Pages 185-202.

Brothers R.N., 1974, High-pressure schists in northern New Caledonia, Contributions to Mineralogy and Petrology. 46; 2, Pages 109-127.

Brothers R.N., 1985, Regional mid-Tertiary blueschist-eclogite metamorphism in northern New Caledonia, Géologie de la France, Pages 37-44.

Brothers R.N., Blake M.C. Jr., 1973, Tertiary plate tectonics and high-pressure metamorphism in New Caledonia, Tectonophysics, Pages 337-358.

Brothers R.N., Yokohama K., 1982, Comparison of the high-pressure schist belts of New Caledonia and Sanbagawa, Japan, Contributions to Mineralogy and Petrology. 79; 2, Pages 219-229.

Carson C., Powell R., Clarke G.L., 1997, Calculated mineral equilibria of the blueschist-eclogite facies in the CNFMASH model system with application to the Diahot and Pouebo terranes of NW New Caledonia, Fifth international eclogite conference; abstracts.

- Carson C.J., Powell R., Clarke G.L., 1999, Calculated mineral equilibria for eclogites in CaO-Na<sub>2</sub>O-FeO-MgO-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-SiO<sub>2</sub>-H<sub>2</sub>O; application to the Pouébo Terrane, Pam Peninsula, New Caledonia, *Journal of Metamorphic Geology*. 17; 1.
- Carson C.J., Clarke G.L., Powell R., 2000, Hydration of eclogite, Pam Peninsula, New Caledonia, *Journal of Metamorphic Geology*. 18; 1, Pages 79-90.
- Clarke G.L., Aitchison J.C., Cluzel D., 1997, Eclogites and blueschists of the Pam Peninsula, NE New Caledonia; a reappraisal, *Journal of Petrology*. 38; 7, Pages 843-876.
- Cluzel D., Aitchison J., Clarke G., Meffre S., Picard C., 1995, Dénudation tectonique du complexe à noyau métamorphique de haute pression d'âge tertiaire (Nord de la Nouvelle-Calédonie, Pacifique, France). Données cinématiques, *C.R. Acad. Sci, Paris*, Pages 57-64.
- Cluzel D., Aitchison J.C., Picard C., 2001, Tectonic accretion and underplating of mafic terranes in the Late Eocene intraoceanic fore-arc of New Caledonia (Southwest Pacific) : geodynamic implications, *Tectonophysics*, Pages 23-59.
- Coleman R.G., 1967, Glaucophane schists from California and New Caledonia, *Tectonophysics*, Pages 479-498.
- Diessel C.F.K., Brothers R.N., Black P.M., 1978, Coalification and graphitization in high-pressure schists in New Caledonia, *Contributions to Mineralogy and Petrology*. 68; 1, Pages 63-78.
- Espirat J.J., 1963, Étude géologique de régions de la Nouvelle-Calédonie septentrionale (extrémité nord et versant est), Thèse doct. Etat, Clermont , Pages 217 pp.
- Fitzherbert J.A., Clarke G.L., Powell R., 2003, Lawsonite – omphacite bearing metabasites of the Pam Peninsula, NE New Caledonia: Evidence for disrupted blue schist to eclogite facies conditions, *Journal of Petrology*, 44, 1805-1831.
- Fitzherbert J.A., Clarke G.L., Marmo B., Powell R., 2004, The origin and P-T evolution of peridotites and serpentinites of NE New Caledonia: prograde interaction between continental margin and the mantle wedge, *Journal of Metamorphic Geology*, 22 (4): 327-344
- Ghent E.D., Roddick J.C., Black P.M., 1994, <sup>40</sup>Ar/ <sup>39</sup>Ar dating of white micas from the epidote to the omphacite zones, northern New Caledonia tectonic implications., Geological Association of Canada; Mineralogical Association of Canada; annual meeting; program with abstracts.
- Itaya T., Brothers R.N., Black P.M., 1985, Sulfides, oxides and sphene in high-pressure schists from New Caledonia, *Contributions to Mineralogy and Petrology*. 91; 2, Pages 151-162.

Lacroix A., 1941, Les glaucophanites de la Nouvelle-Calédonie et les roches qui les accompagnent, leur composition et leur genèse, Acad. Sci. Paris, Mem. 65, Pages 103.

Lahondère D., 2007, L'amiante environnemental en Nouvelle-Calédonie : Expertise géologique des zones amiantifères. Evaluation des actions engagées. BRGM/RP-55894-FR, 55 p., 5 fig., 9 pl.

Marmo B.A., Clarke G.L., Powell R., 2002, Fractionation of bulk rock composition due to porphyroblast growth: effects on eclogite facies mineral equilibria, Pam Peninsula, New Caledonia, Journal of Metamorphic Geology, vol.20, n°1, Pages 151-165.

Maurizot P., Paris J.P., Feignier D., Tessarolo C., 1985, Articulation entre le domaine de la Chaîne centrale et le domaine métamorphique du Nord Calédonien, Géologie de la France.

Maurizot P., Eberlé J.M., Habault C., Tessarolo C., 1989. Carte géologique des Territoires d'Outre-Mer, Nouvelle-Calédonie (1/ 50000), feuille Pam-Ouégoa, 2e édition, B.R.G.M., Notice explicative par Maurizot P., Eberlé J.M., Habault C., Tessarolo C., 81 pp.

Parrot J.F., Dugas F., 1980, The disrupted ophiolitic belt of the Southwest Pacific; evidence of an Eocene subduction zone, Tectonophysics. 66; 4, Pages 349-372.

Rawling T.J., Lister G.S., 2002, Large-scale structure of the eclogite-blueschist belt of New Caledonia, Journal of structural geology, 24, Pages 1239-1258.

Rawling T.J., 1998, Oscillating orogenesis and exhumation of high-pressure rocks in New Caledonia, SW Pacific, Thèse Phd, Monash University, Department of Earth Sciences, Melbourne, Australia.

Rawling T.J. Lister G.S., 1999, Oscillating modes of orogeny in the Southwest Pacific and the tectonic evolution of New Caledonia, In: Exhumation processes; normal faulting, ductile flow and erosion. Geological Society Special Publications. 154 pages.

Routhier P., 1953, Étude Géologique du versant occidental de la Nouvelle-Calédonie entre le col de Boghen et la pointe d'Arama, Mémoires de la Société Géologique de France, Nouvelle Série. 32; 67

Spandler C, Hermann J., Rubatto D., 2004, Exsolution of thortveitite, yttrialite, and xenotime during low-temperature recrystallisation of zircon from New Caledonia, and their significance for trace element incorporation in zircon.

Spandler C, Rubatto D., Hermann J., 2005, Late Cretaceous-Tertiary tectonics of the southwest Pacific: Insights from U-Pb sensitive, high-resolution ion microprobe (SHRIMP) dating of eclogite facies rocks from New Caledonia, Tectonics, Vol. 24, TC3003, doi:10.1029/2004TC001709, Pages 1-16.

Taylor H.P. Jr., Coleman R.G., 1968, O18/ O16 ratios of coexisting minerals in glaucophane-bearing metamorphic rocks, Geological Society of America Bulletin. 79; 12, Pages 1727-1755.

Yokoyama K., Brothers R.N., Black P.M., 1986, Regional eclogite facies in the high-pressure metamorphic belt of New Caledonia, Blueschists and eclogites. Memoir - Geological Society of America,



## **Annexe 1**

### **Documents cartographiques**

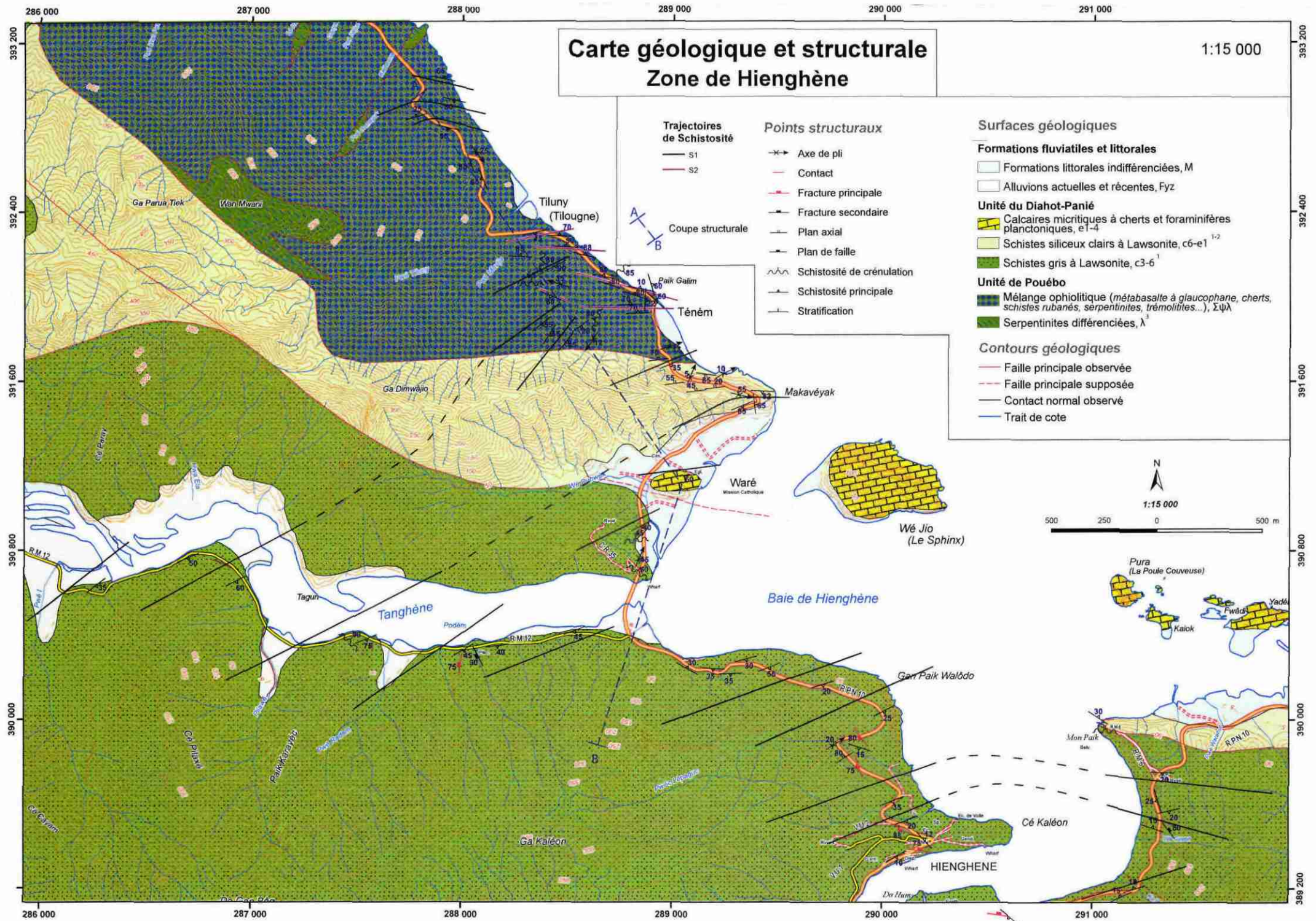
**Six cartes jointes :**

- Localisation des points d'observation de la zone de Hienghène
- Carte géologique et structurale de la zone de Hienghène
- Carte de l'aléa amiante de la zone de Hienghène
- Localisation des points d'observation de la zone de Ouégoa
- Carte géologique et structurale de la zone de Ouégoa
- Carte de l'aléa amiante de la zone de Ouégoa

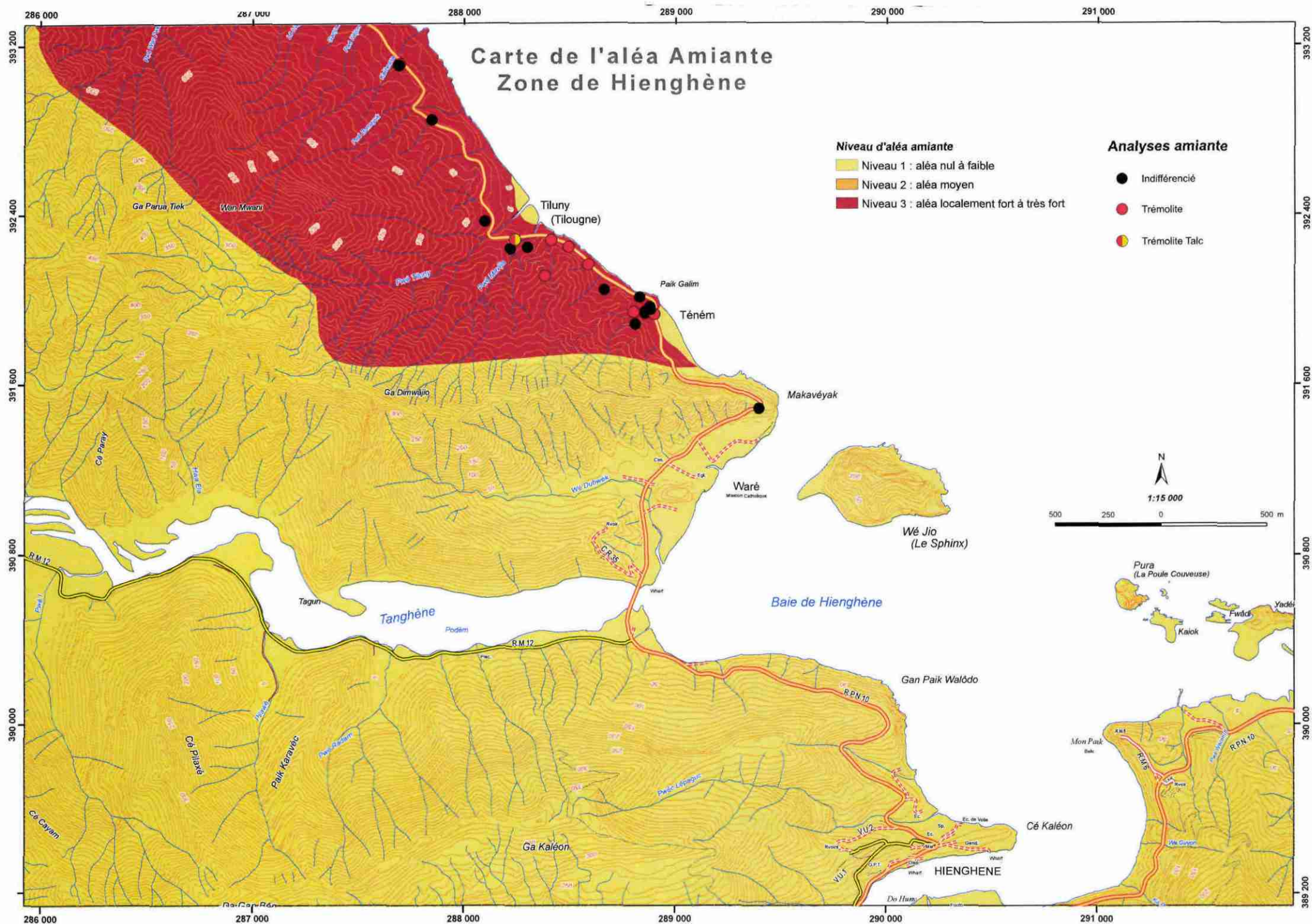




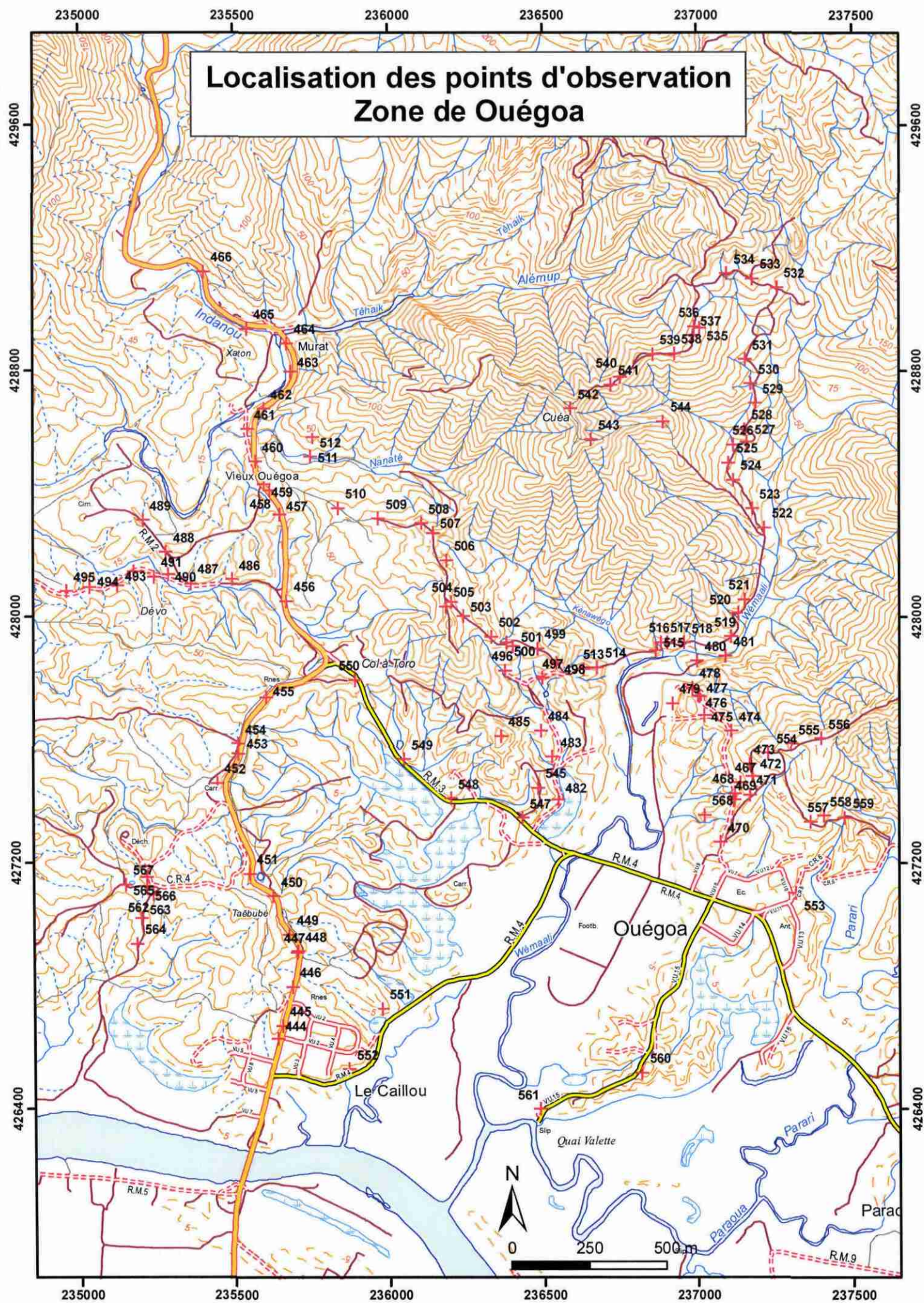




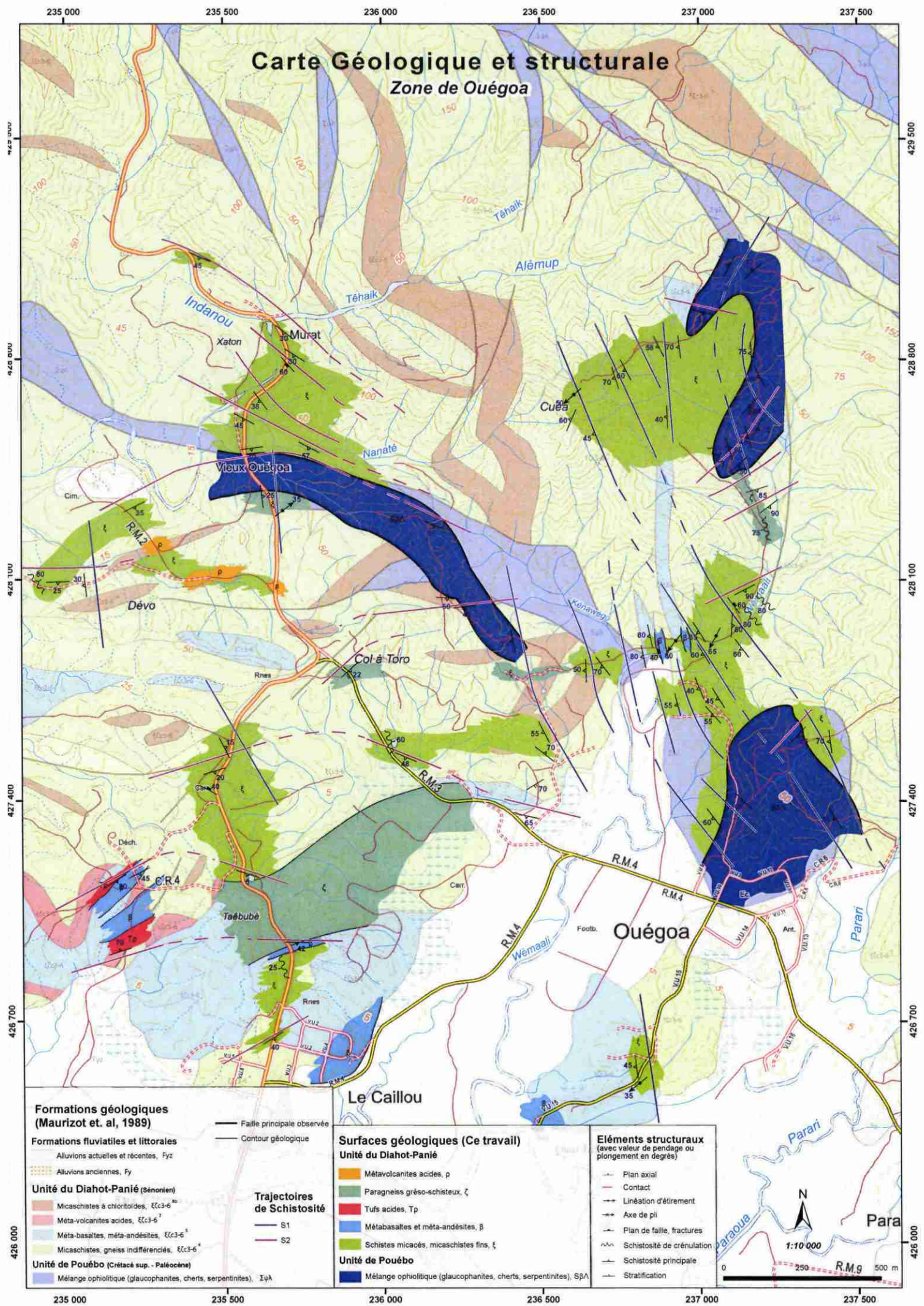




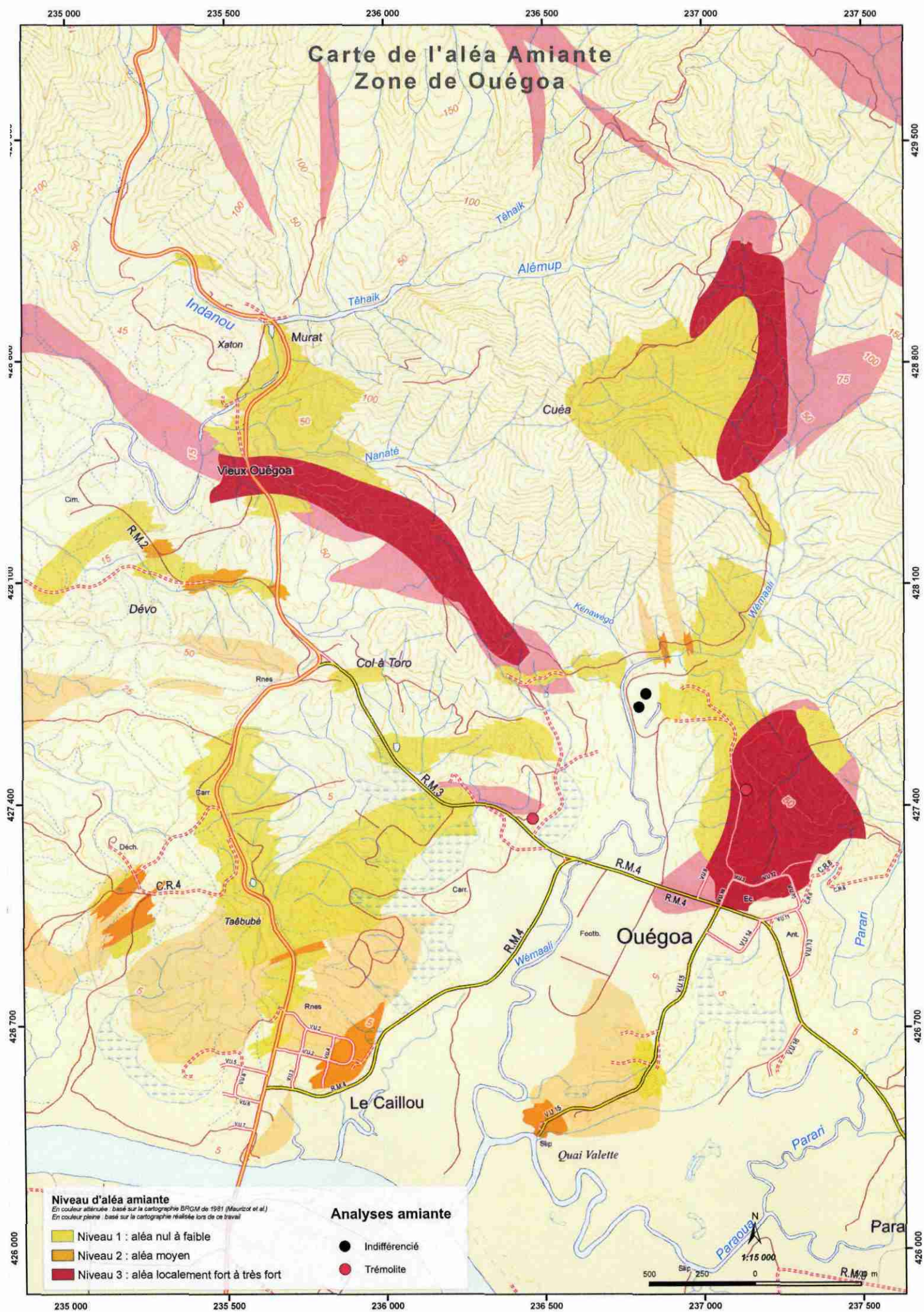


















**Centre scientifique et technique  
Service GEO/GSO**

3, avenue Claude-Guillemain  
BP 36009 – 45060 Orléans Cedex 2 – France – Tél. : 02 38 64 34 34



**DIMENC**  
Direction de l'Industrie,  
des Mines et de l'Energie

# **Amélioration des capacités cartographiques des personnels du service de la géologie de Nouvelle-Calédonie (SGNC) dans le domaine métamorphique du Nord**

Annexe au rapport final BRGM/RP-57914-FR

Décembre 2009

## **Etude pétrographique illustrée de 26 lames minces**



Géosciences pour une Terre durable

**brgm**



Document public

# **Amélioration des capacités cartographiques des personnels du service de la géologie de Nouvelle- Calédonie (SGNC) dans le domaine métamorphique du Nord**

Annexe au rapport final BRGM/RP-57914-FR  
Décembre 2009

## **Etude pétrographique illustrée de 26 lames minces**

Étude réalisée dans le cadre du projet  
de Service public du BRGM 2008 PSP08GEO59 et de la  
convention CS08-3160-SGNC-778/DIMENC

**M. Tegye**



## **Sommaire**

|                                                                                                                   |            |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>1. LAMES MINCES DU SECTEUR DE HIENGHENE</b>                                                                    | <b>7</b>   |
| <b>2. LAMES MINCES DU SECTEUR DE OUEGOA</b>                                                                       | <b>51</b>  |
| <b>3. TABLEAUX DES ANALYSES A LA MICROSONDE ELECTRONIQUE<br/>DES PRINCIPAUX MINERAUX OBSERVES EN LAMES MINCES</b> | <b>103</b> |



## **1. Lames minces du secteur de Hienghène**

Lame mince **BS 353** (n° de série BRGM : C 50650) (photos pages suivantes)

Nature de la roche : **Métabasalte doléritique à glaucophane, lawsonite et pumpellyite**

(faciès schistes verts / schistes bleus BT/MP)

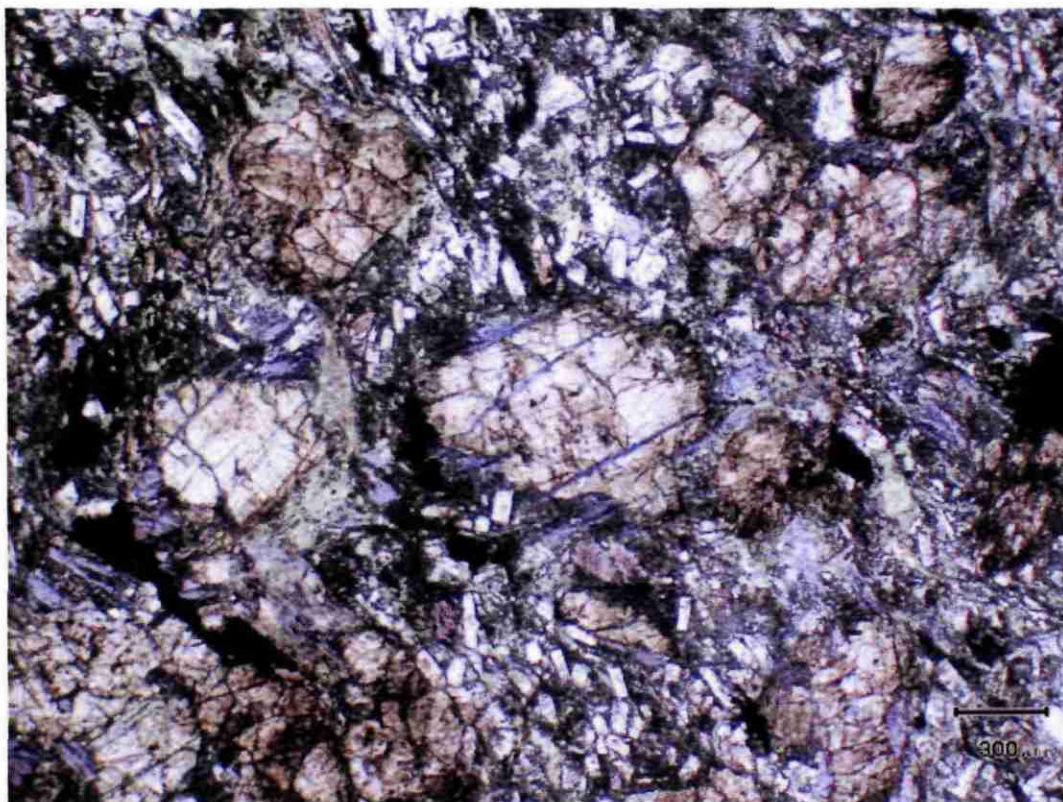
### Texture

Magmatique estompée par les transformations minérales : soit microgrenue, soit microlitique, porphyrique : de nombreux cristaux mm de pyroxène et d'opakes sont préservés, alors que la texture initiale de la mésostase est oblitérée par la cristallisation de multiples petits prismes automorphes de lawsonite, et de plages irrégulières chloriteuses et /ou riches en pumpellyite.

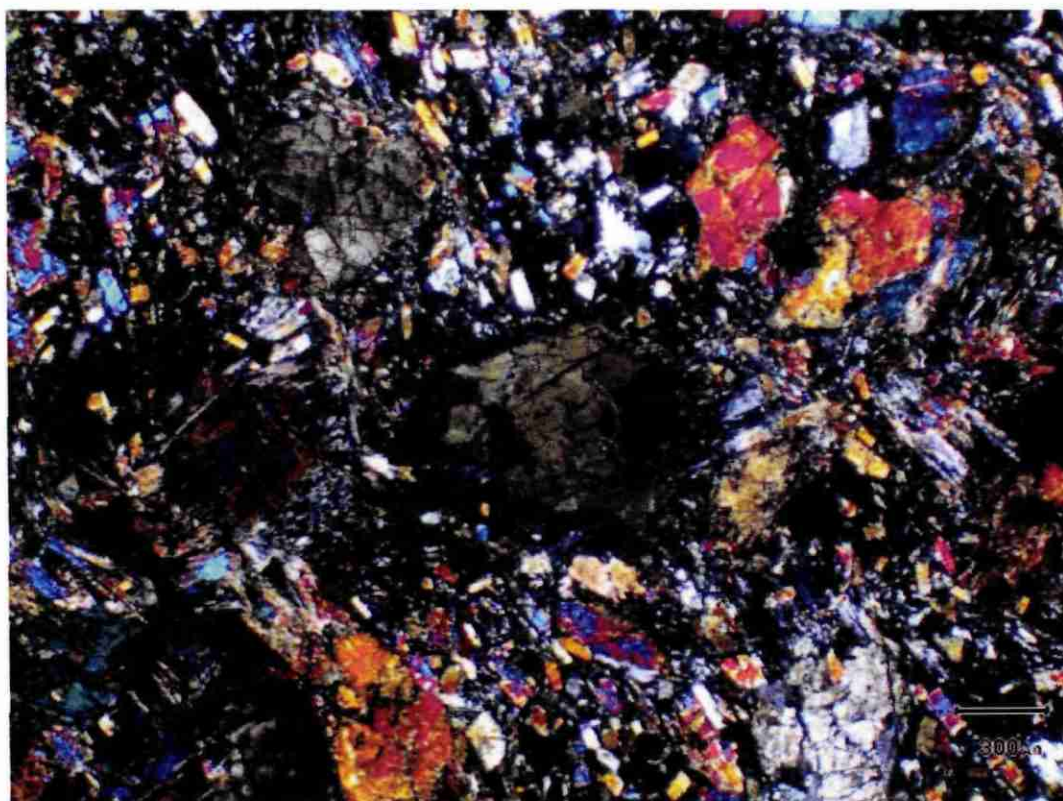
Des amygdales millimétriques, remplies de quartz, sont recristallisées en assemblages granoblastiques polygonaux.

### Composition minéralogique

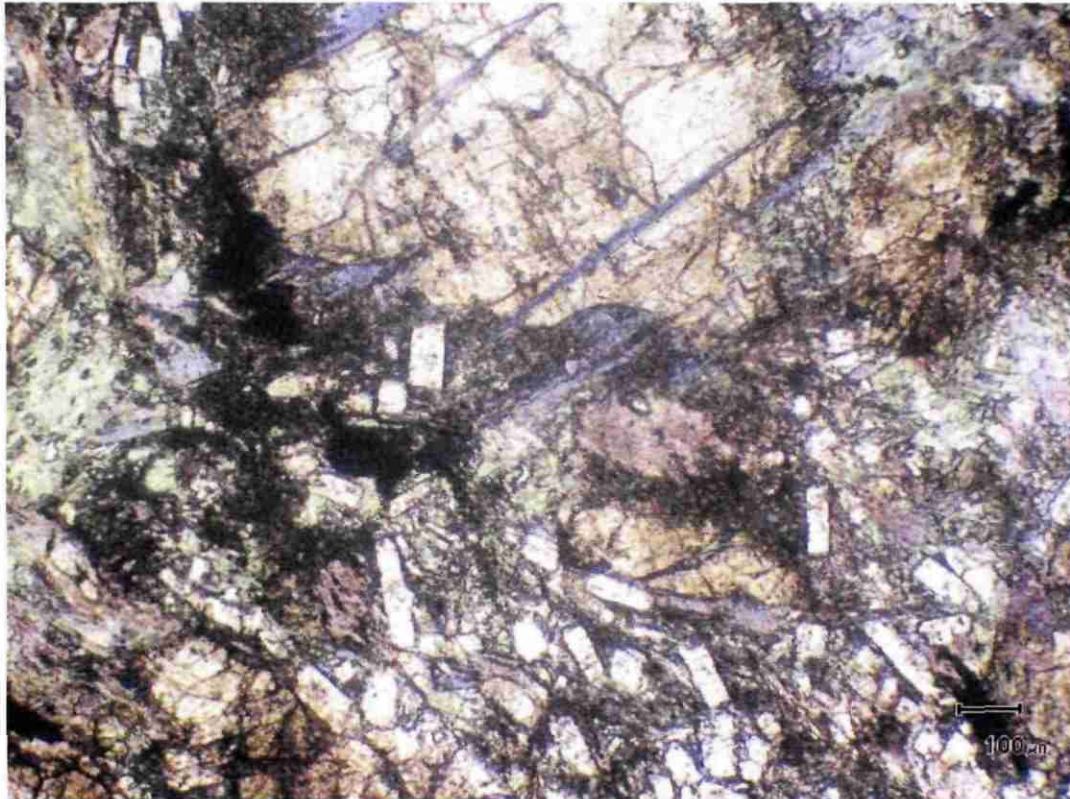
- Le feldspath calcique, a disparu, remplacé par de très nombreux petits prismes automorphes (orthorhombiques) de **lawsonite**, localement accompagnés de **pumpellyite** ;
- Le **clinopyroxène** (augite) est abondant en prismes trapus, localement poecilitiques autour de « fantômes » de microlattes de plagioclase (relique de texture ophitique) ; ces cristaux se prolongent par de l'amphibole bleue (**glaucophane**), qui est aussi cristallisée dans les fractures du pyroxène ;
- Les cristaux d'opakes sont à la fois d'**ilménite** squelettique altérée (cristaux de 1 à 2 mm), et plus petits, de **pyrite** subautomorphe ;
- Dans la matrice entre pyroxènes et opakes, prismes plus ou moins fibreux d'**amphibole bleu-violacé (glaucophane)**, parfois entourés d'amphibole incolore, et de **chlorite ± pumpellyite + lawsonite** ;
- **Quartz**, en remplissage de cavités, recristallisé.



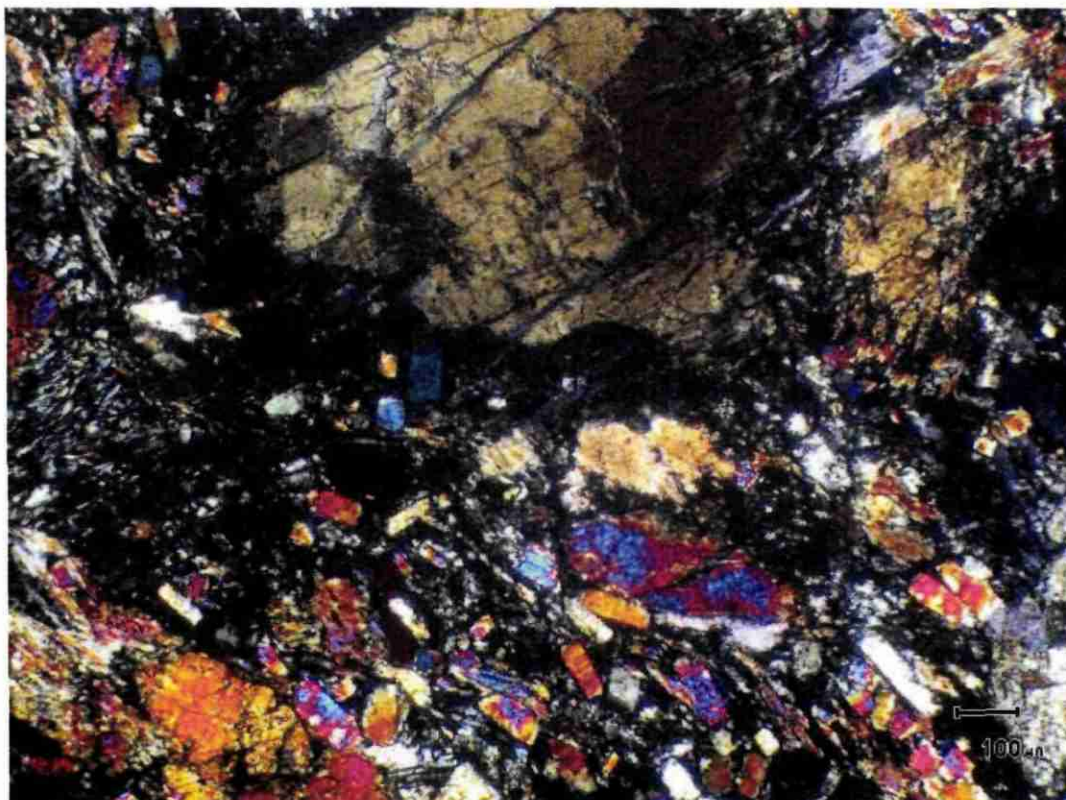
BS 353 - Métabasalte doléritique. Pyroxène (phénocristaux reliques), glaucophane (bleue) et lawsonite (petites tablettes incolores. Lumière « naturelle » (x 20)



BS 353 - Mêmes minéraux qu'au dessus. Lumière « polarisée » (x 20)



BS 353 - Détail des minéraux vus ci-dessus. Lumière « naturelle » (x 40)



BS 353 – Idem en lumière « polarisée » (x 40)



Lame mince **BS 359a** (n° de série BRGM : C 50651) (photos pages suivantes)

Nature de la roche : **Schiste rubané microplissé/crénelé**

**Texture :**

Roche schisteuse rubanée et microplissée, de grain très fin ; le rubanement  $S_0$ - $S_1$ , mm à plurimillimètres, discontinu localement à cause du plissement qui l'affecte, est dû à l'alternance de niveaux riches en micas, et de rubans clairs quartzo-feldspathiques ; le quartz est à la fois granoblastique à tendance polygonale et sous forme de clastes cristallins, tout comme l'albite. Des rubans plus sombres sont semi-opaques.

Les plans de crénelation sont soulignés par de l'hydroxyde de fer

**Composition minéralogique :**

*(Analyses microsonde n° A102 à A107 du 26/02/09)*

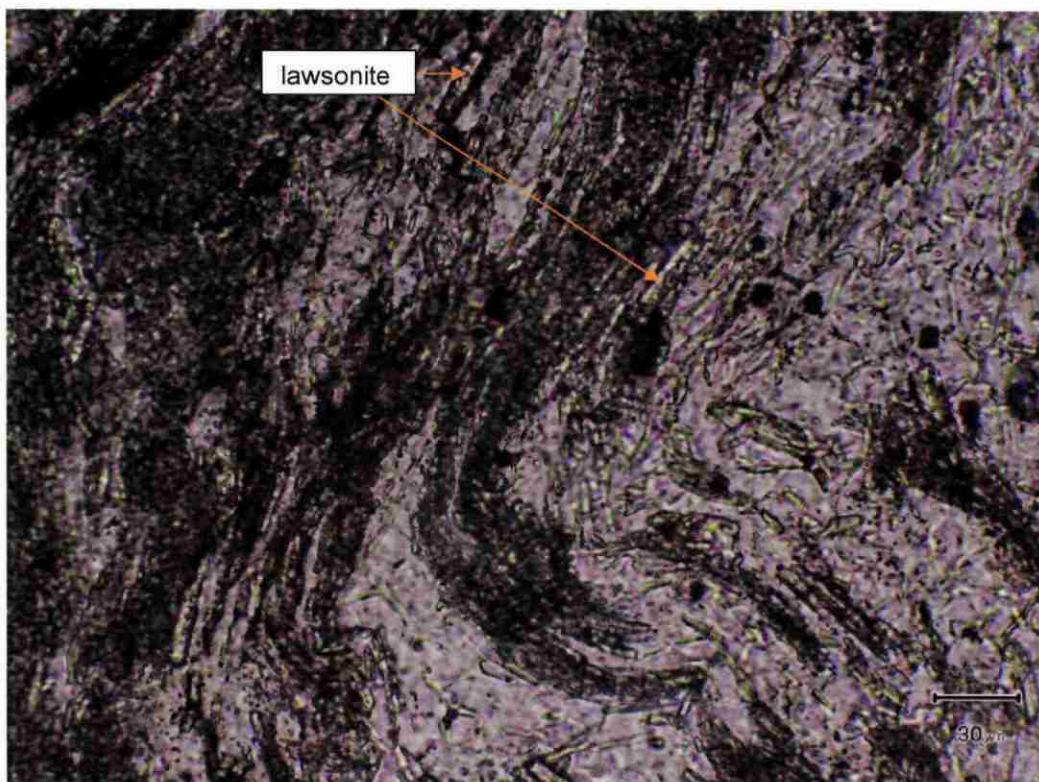
- Rubans très phylliteux : **muscovite** fine (« séricite » s.l.), accompagnée de lamelles de **chlorite** et localement (dans les microlithons) de fines lamelles de mica brun-jaune (mica blanc teinté par de l'hydroxyde de fer) ;
- Clastes de **quartz** et de **feldspath** (albite, an. A104) dans le fond de grain fin ;
- Rubans clairs, riches en quartz et feldspath recristallisés : granoblastiques, de grain variable ;
- quelques veines quartzieuses et filonnets précoces sont aussi recristallisés (assemblages polygonaux) ;
- Rubans plus réfringents, jaunâtres : localement, à aspect fibreux et radiés (**prehnite** ou **pumpellyite** ?) – d'après les observations de la lame 359b, il semble que cela puisse être de la pumpellyite (non analysée) ; ils renferment des petits prismes de **lawsonite**, de 20 à 30  $\mu\text{m}$  (an. A102-103, 105 et 107) ;
- Accessoires : **apatite**, petits cristaux et granules opaques (**hématite-goethite**), de **sphène**.



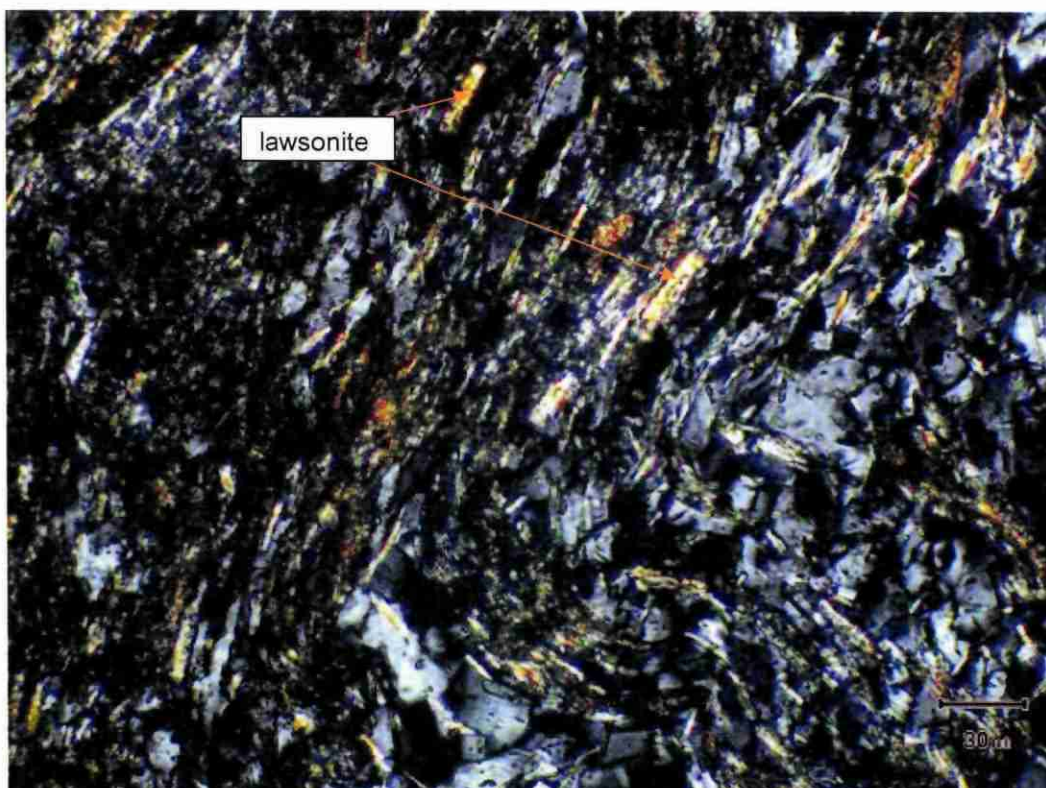
BS 359a - Schiste rubané microplissé. Lumière « naturelle » (x 20)



BS 359a - Schiste rubané microplissé. Lumière « polarisée » (x 20)



BS 359a - Détail montrant les microprismes de lawsonite (15 à 30 µm) à forte bi-réfringence (teintes jaune à rouge, photo du bas) –  
Lumière « naturelle » ci-dessus, et « polarisée » ci-dessous (x 200).





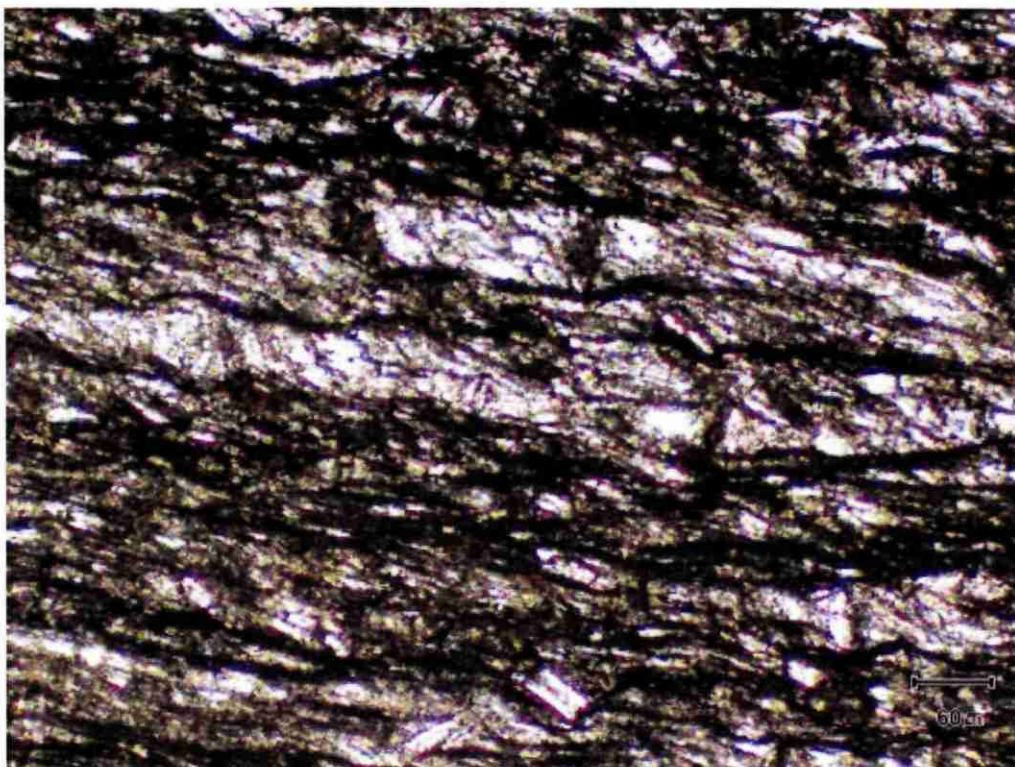
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <u>Lame mince <b>BS 359b</b> (n° de série BRGM : C 50652) (photos pages suivantes)</u>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Nature de la roche : <b>Schiste à lawsonite, rubané microplissé</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| <p><b><u>Texture :</u></b></p> <p>Assez comparable à celle de la lame précédente, mais plus « claire » : le rubanement est plus régulier et plus tranché, correspondant à une stratification régulière (à côté des lits très fins, niveaux comportent des clastes feldspathiques de 100 µm) ; ce rubanement est microplissé, affecté par une schistosité de plan axial de ces plis (PHOTOS).</p>                                                                                                                                                                                                                                        |
| <p><b><u>Composition minéralogique</u></b></p> <p style="text-align: center;"><i>(Analyses microsonde A98 à A100) :</i></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Plus ou moins abondants selon les rubans : <b>quartz</b> et <b>séricite</b> (muscovite très fine), prépondérants ; quelque feldspath (<b>albite</b>) ;</li><li>• Accessoires : <b>lawsonite</b>, dans certains rubans : en petits cristaux tabulaires, baguettes obliques sur le plan de schistosité ; <math>\pm</math> <b>chlorite</b> et/ou <b>pumpellyite</b> (jaune) ; <b>apatite</b> ; granules et traînées opaques, <b>sphène</b>, <b>hématite</b>.</li></ul> |



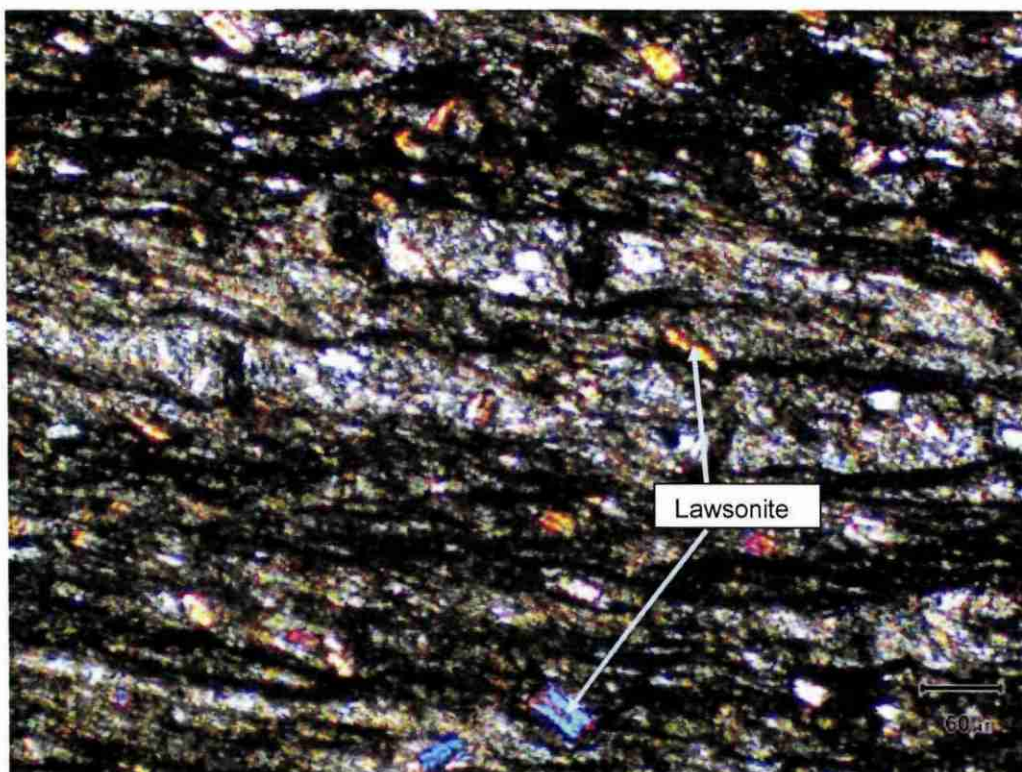
BS 359b - Schiste microplissé. Vue d'ensemble montrant la schistosité S1 de plan axial du pli.  
Lumière « naturelle » (x 20)



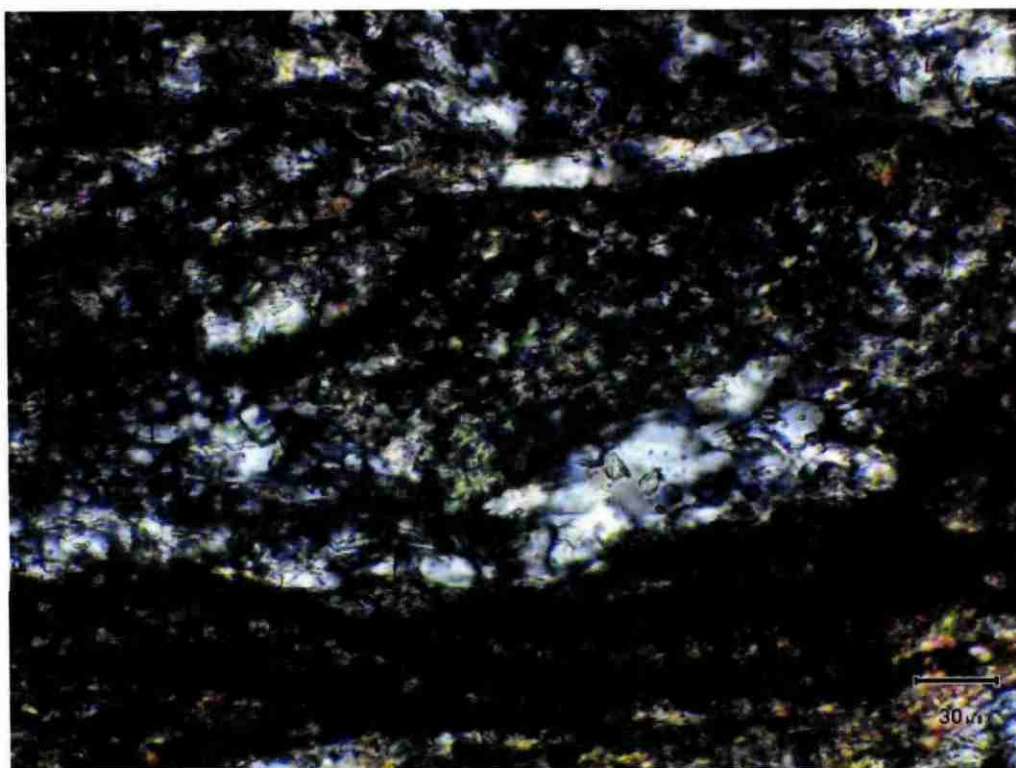
BS 359b - Schiste microplissé. Lumière « polarisée », faible grossissement (x 20).



BS 359b - Au fort grossissement, on note l'abondance des prismes de lawsonite (tablettes incolores). Lumière « naturelle » (x 100)



BS 359b - Prismes de lawsonite, à forte bi-réfringence, apparaissant en tablettes très colorées, en « lumière polarisée » (x 100)



BS 359b - Pumpellyite, observée au plus fort grossissement (jaune-vert, en lumière « naturelle », photo du haut) (x 200).

Lame mince **BS 363** (n° de série BRGM : C 50653) (photos pages suivantes)

Nature de la roche : **Schiste à lawsonite et stilpnomélane**

### Texture

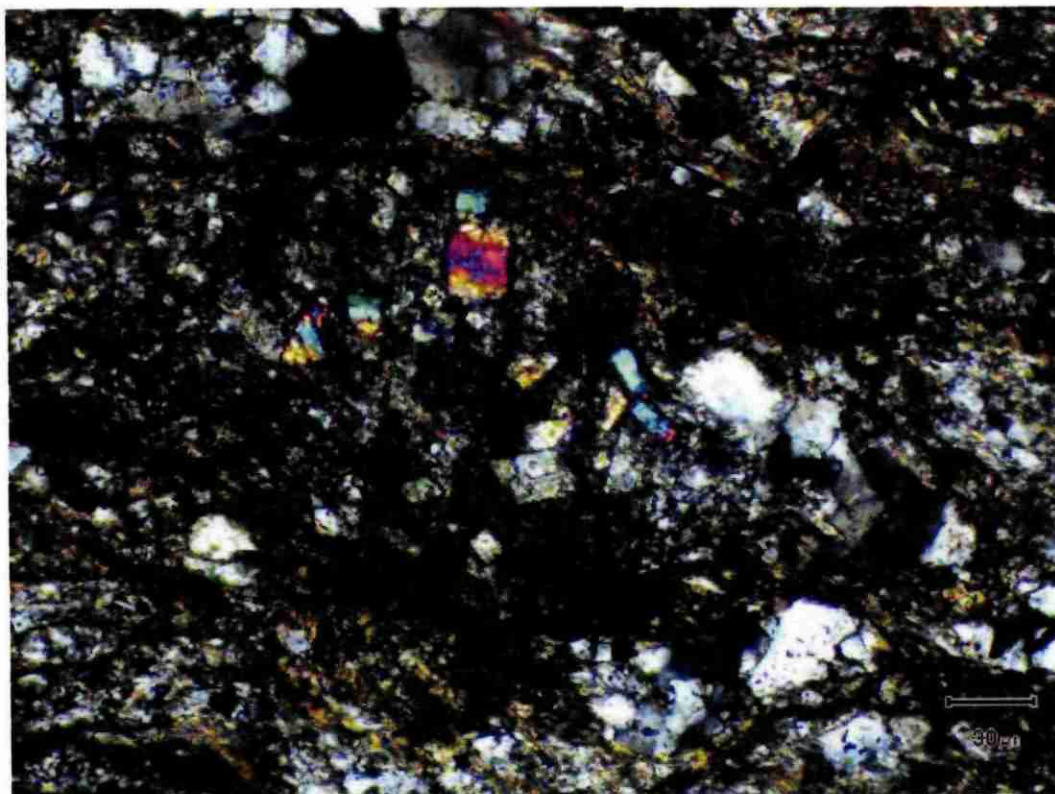
Schistosité crénulée, et léger rubanement (la crénulation est surtout visible dans le ruban sombre).  
Quelque hétérogénéité de grain : clastes quartzitiques allongés, de taille infra-millimétrique (1 mm exceptionnellement), dans un fond très fin.

### Composition minéralogique

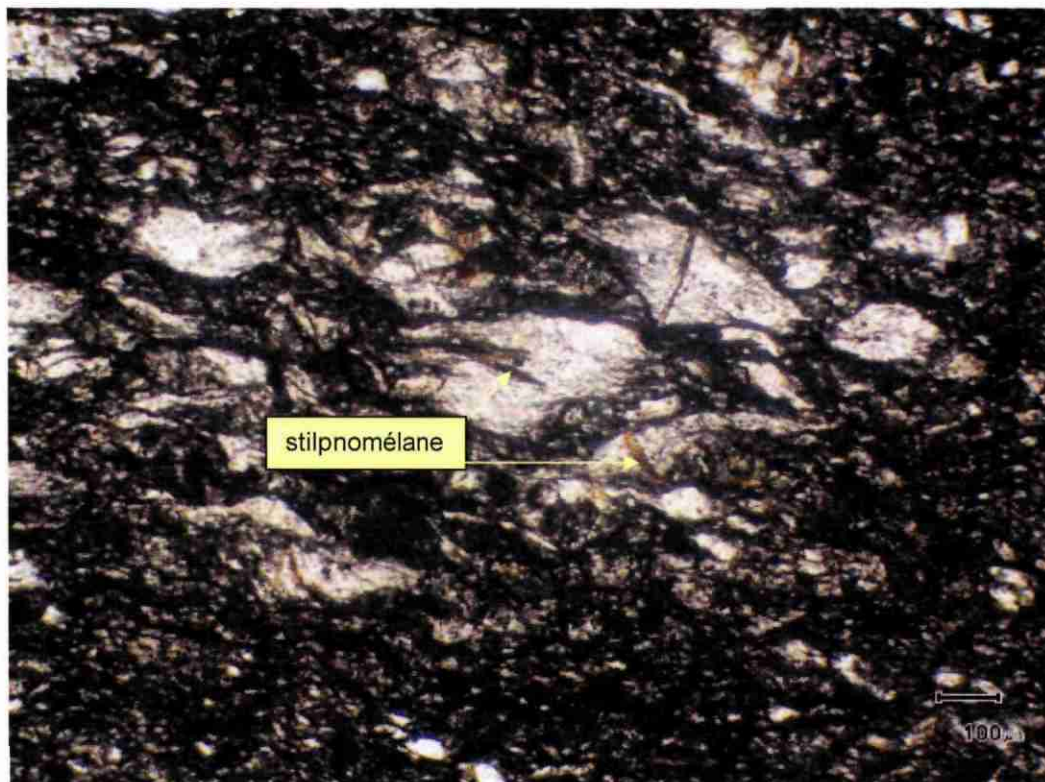
- **Quartz**, abondant sous forme de clastes anguleux : cristallins et lithiques (quartzites) ;
- **lawsonite**, en petits prismes automorphes (forme de tablettes) ; localement, forte concentration de ce minéral, à l'emplacement d'un ancien claste cristallin de plagioclase (photo) ;
- Phyllites fines (« **séricite** » s.l.) ;
- Accessoires : **stilpnomélane** aciculaire, **apatite**, **chlorite**, granules opaques (**oxydes** altérés).



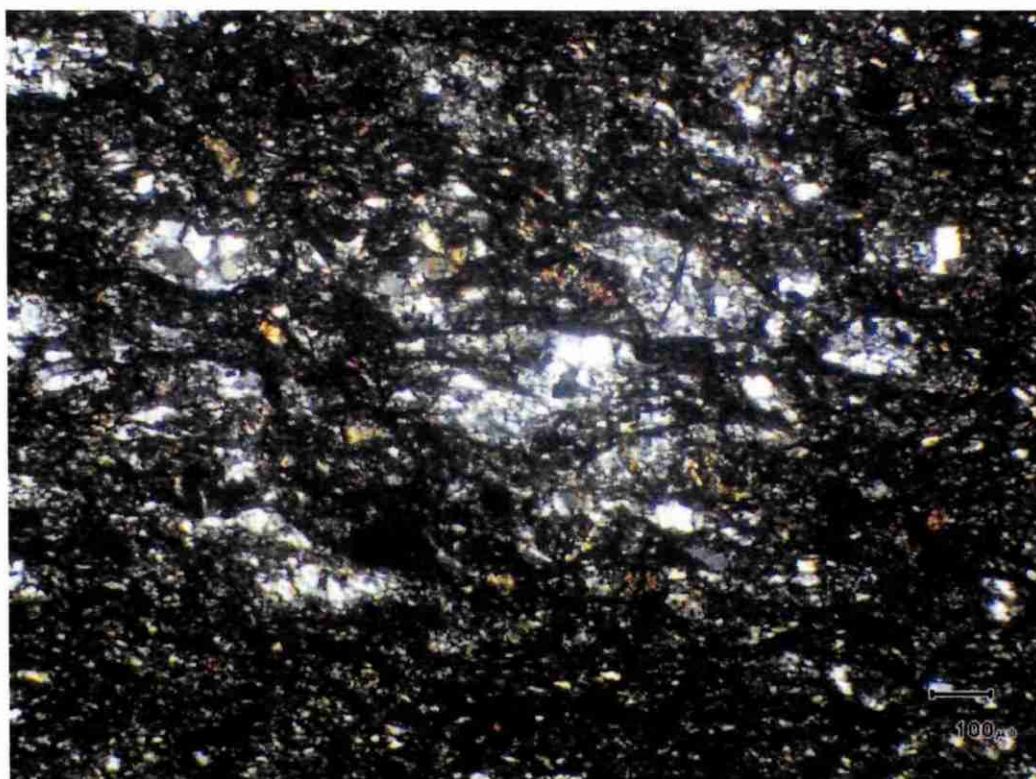
BS 363 – Schiste à lawsonite et stilpnomélane. Prismes de lawsonite, à l'emplacement d'un ancien cristal de plagioclase  
Lumière « naturelle » (x 100)



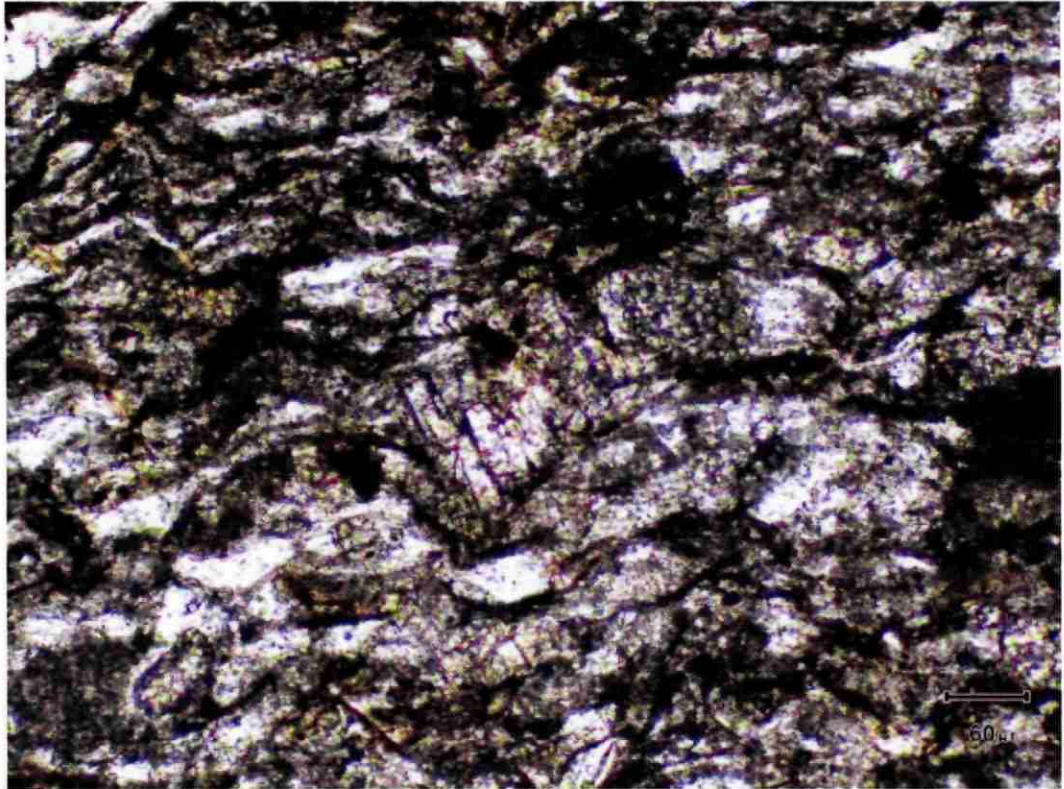
BS 363 - Même assemblage qu'au dessus, en « lumière « polarisée » (x 100)



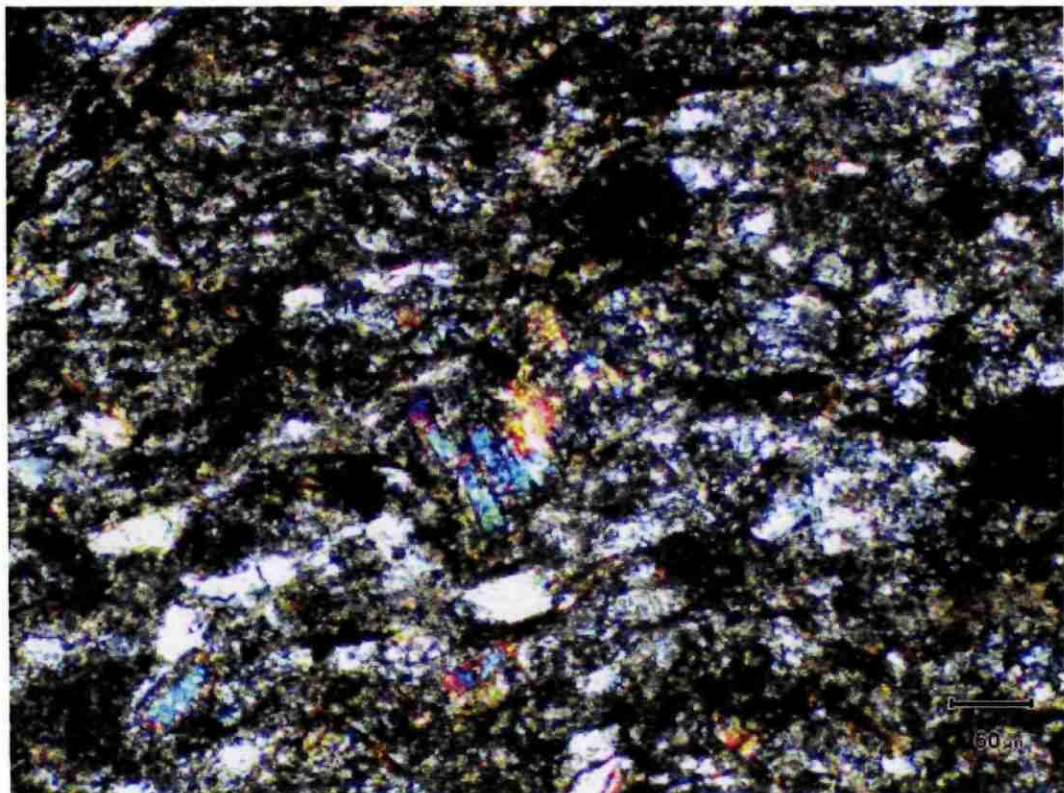
BS 363 - Noter les baguettes brunes de stilpnomélane (probable). Lumière « naturelle » (x 40)



BS 363 - Même assemblage qu'au dessus en lumière « polarisée » (x 40)



BS 363 - Au centre de la photo : groupe de prismes de lawsonite. Lumière « naturelle » (x 100)



BS 363 - Même assemblage qu'au dessus en lumière « polarisée » (x 100)

Lame mince **BS 365** (n° de série BRGM : C 50654) (photos pages suivantes)

Nature de la roche : **Schiste trémolitique à chlorite (ou amphibolo-chloritoschiste)**

### **Texture**

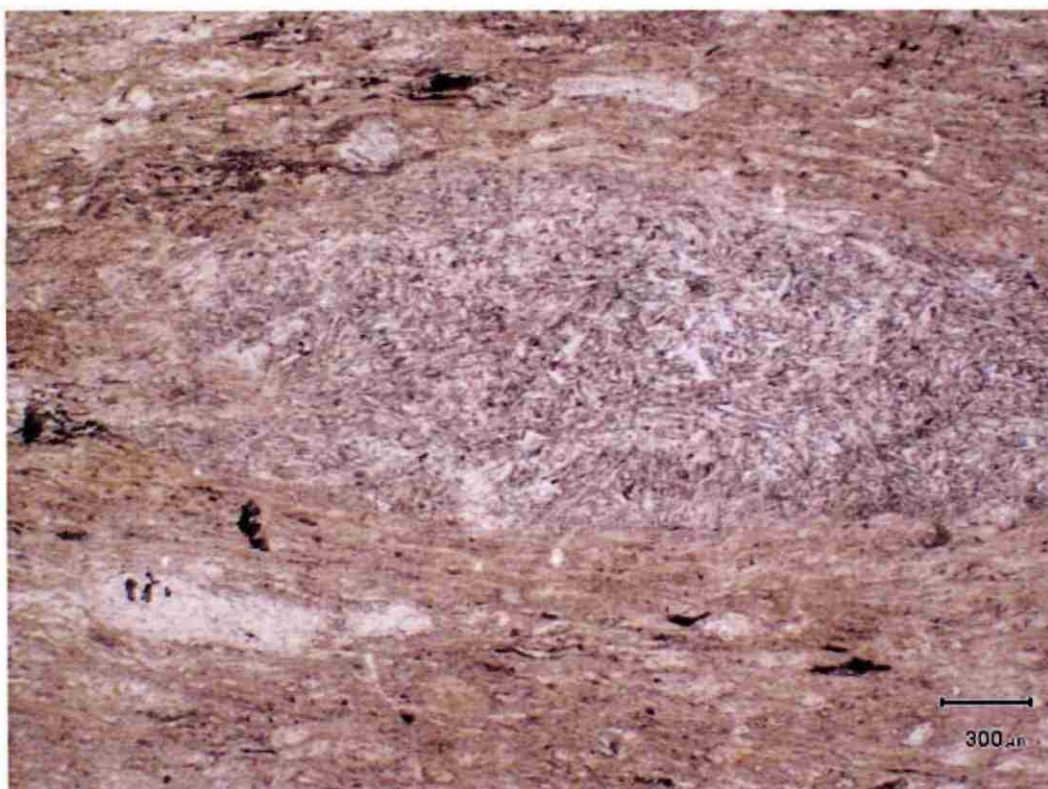
Planaire ; schistosité crénelée.

### **Composition minéralogique**

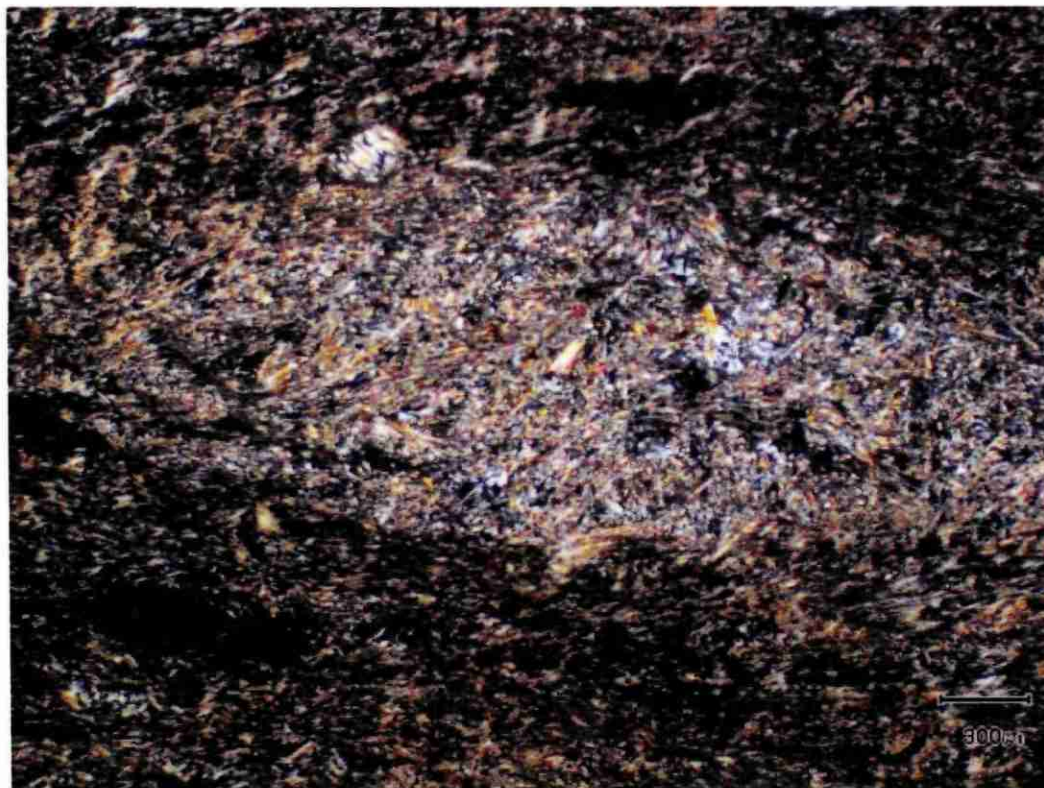
*(Analyses microsonde n° 103 à 120 du 5 mars 2009 et B43 à B46 du 3 juin )*

- Amphibole magnésienne (**trémolite**), principalement fibreuse très fine et souple formant des rubans allongés dans le plan de schistosité et crénelés ; localement en prismes plus largement cristallisés, en tous sens, au sein de lentilles claires (à quartz interstitiel) ;
- **Chlorite magnésienne** très pâle ou incolore, au sein de lentilles allongées dans le plan de foliation ; associée à de la trémolite prismatique ;
- Accessoires : **quartz**, dans le fond de certaines lentilles ; **apatite** en petits cristaux automorphes (hydroxylapatite).

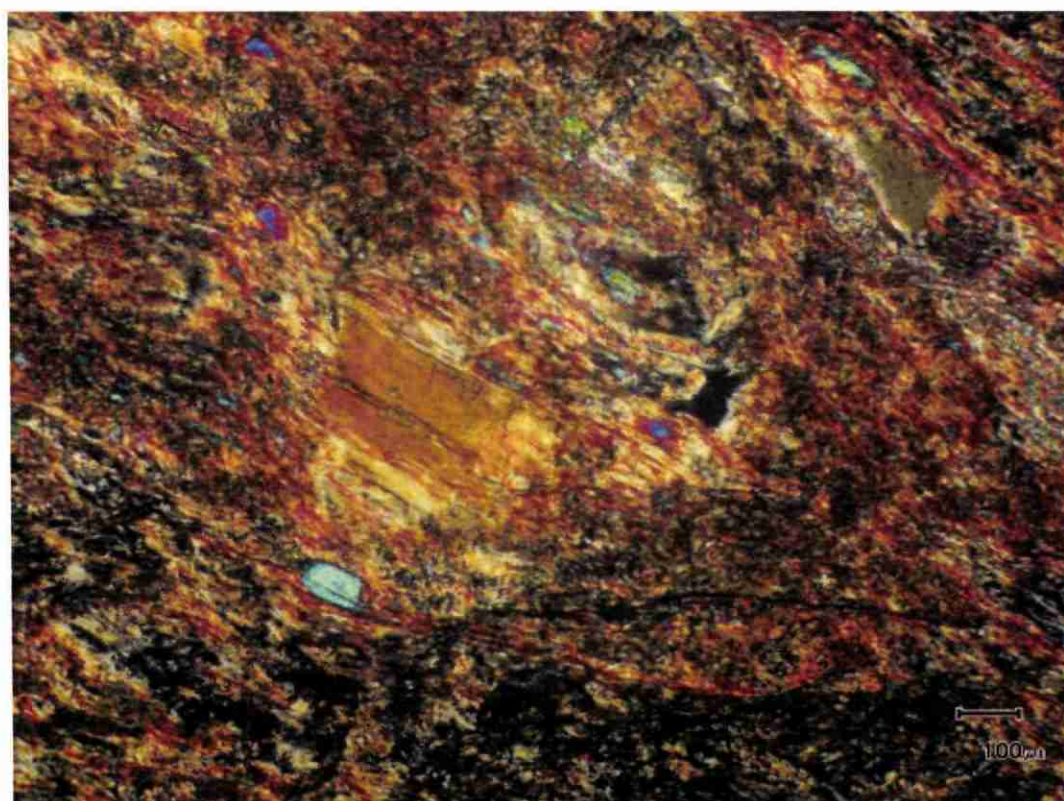
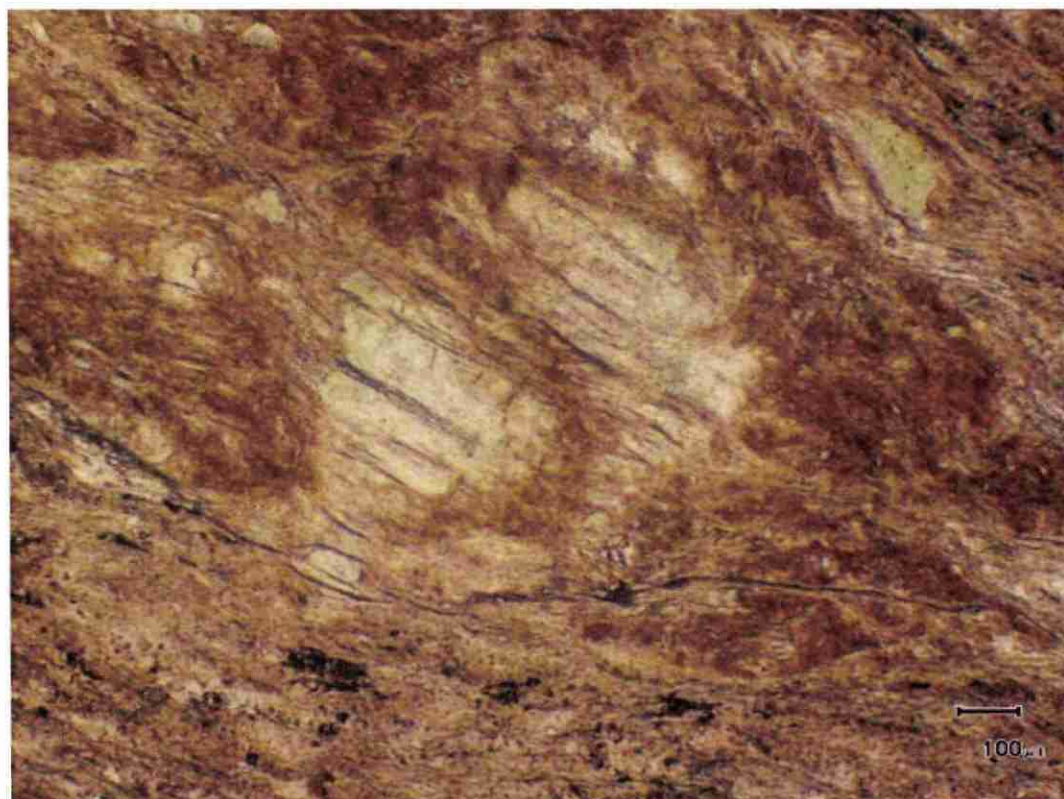
**Remarque** : malgré l'apparence (macroscopique et microscopique) de l'échantillon, aucune lamelle de talc n'a été trouvée à la microsonde électronique : la trémolite est très prédominante, passant de formes prismatiques (cf. photos) à des formes fibreuses très ténues, plus ou moins associées à des chlorites. D'ailleurs, l'analyse n° 105 correspond à une fibre de trémolite en voie de chloritisation.



BS 365 – Amphibolo-chloritoschiste, lentille amphibolitique. Lumière « naturelle » (x 20)



BS 365 – Amphibolo-chloritoschiste, lentille amphibolitique. Lumière « polarisée » (x 20)



BS 365 – Amphibolo-chloritoschiste, détail montrant de la trémolite prismatique en voie de « fibrolitisation » puis chloritisation ; fond riche en chlorite magnésienne (MgO = 27-28 %).  
Lumière « naturelle » en haut, « polarisée » en bas (x 40).



Lame mince **BS 379** (n° de série BRGM : C 50655) (photos pages suivantes)

Nature de la roche : **Métabasalte à glaucophane, autobréchifié (fracturé et hydrothermalisé)**

### **Texture**

Texture magmatique initiale -de roche volcanique de grain fin, probablement microlitique légèrement porphyrique- oblitérée par la bréchification et les transformations minérales liées aux processus hydrothermaux (cristallisation de mica blanc à partir des fractures) et métamorphiques (paragenèse « schiste bleu »).

### **Composition minéralogique**

#### **Minéraux relictuels :**

- **Clinopyroxène**: petits prismes trapus non orientés (jaune-verdâtre) ;
- **Oxydes de fer + titane**, transformés en **sphène-leucoxène** ;

#### **Minéraux néoformés :**

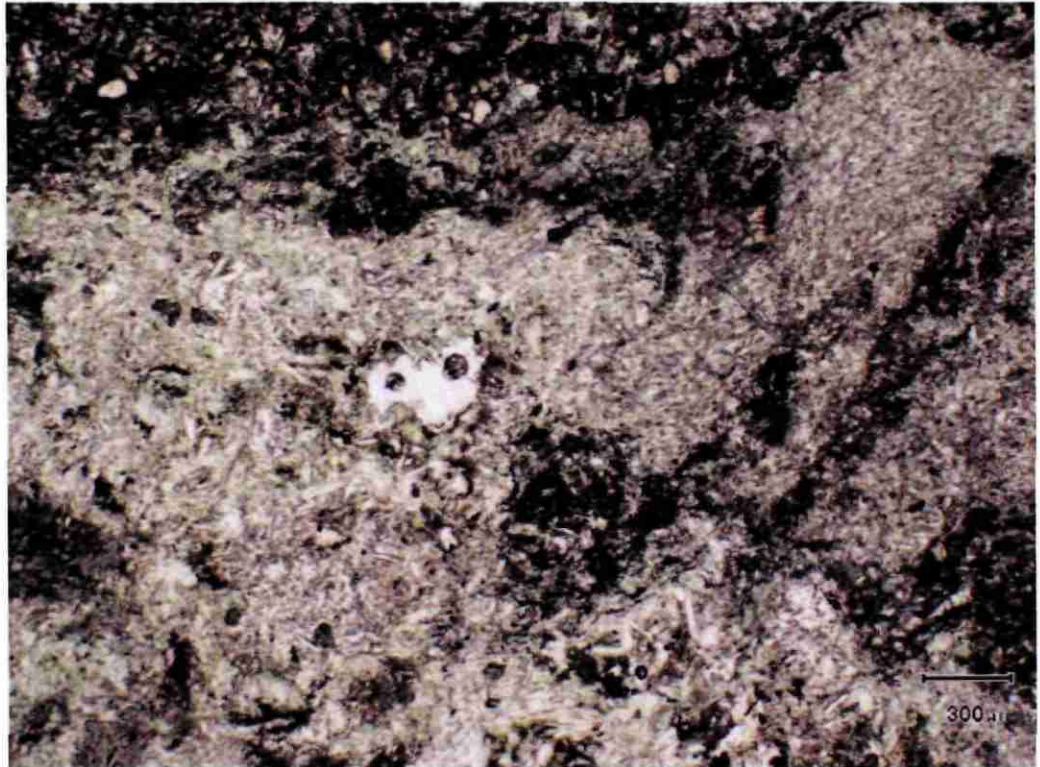
a. dans la mésostase de grain très fin :

- **Amphibole bleue (glaucophane)** très abondante, sous forme de prismes aciculaires divergents, souvent groupés (photos) ;
- **Chlorite et pumpellyite** interstitielles, avec mica blanc, et quelque **albite** ;

b. dans les fractures et le ciment de la brèche : paragenèse hydrothermale, et quelques minéraux métamorphiques semblables à ceux de la mésostase :

- **Mica blanc (talc ?)**, prédominant en multiples et fines lamelles enchevêtrées,
- **Chlorite ( $\pm$  pumpellyite ?)** et quelque **glaucophane**

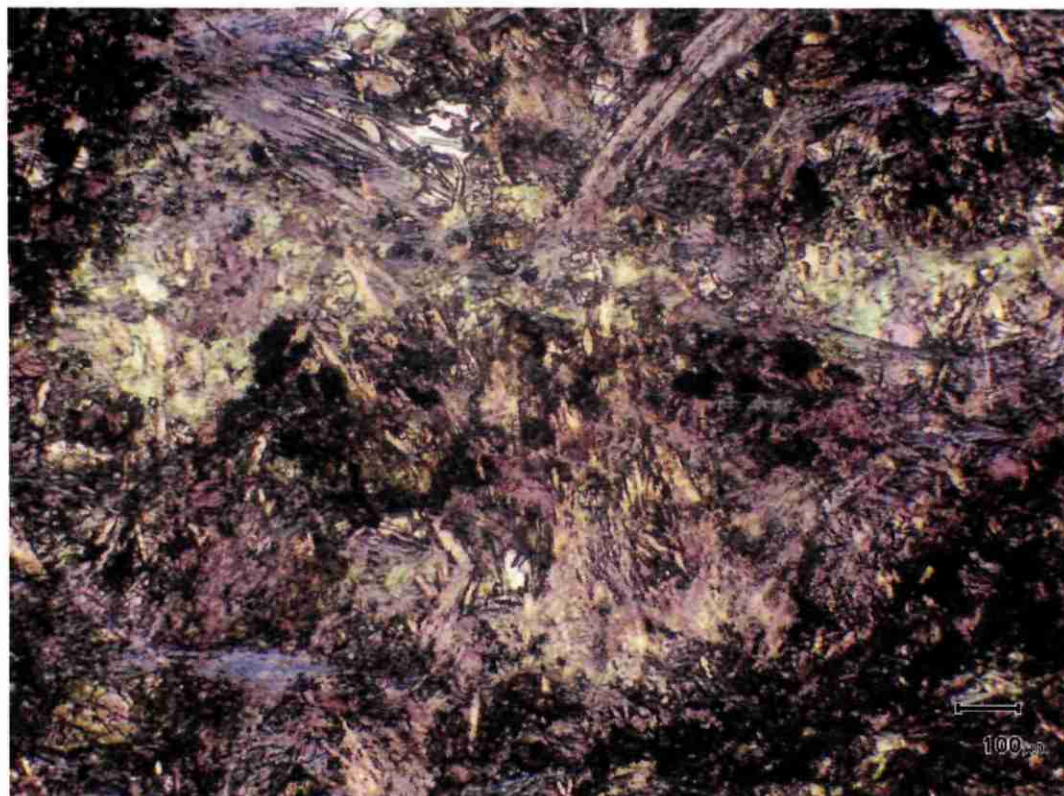
Quelques cristaux de **sulfure (pyrite)** sont situés en-dehors des fractures.



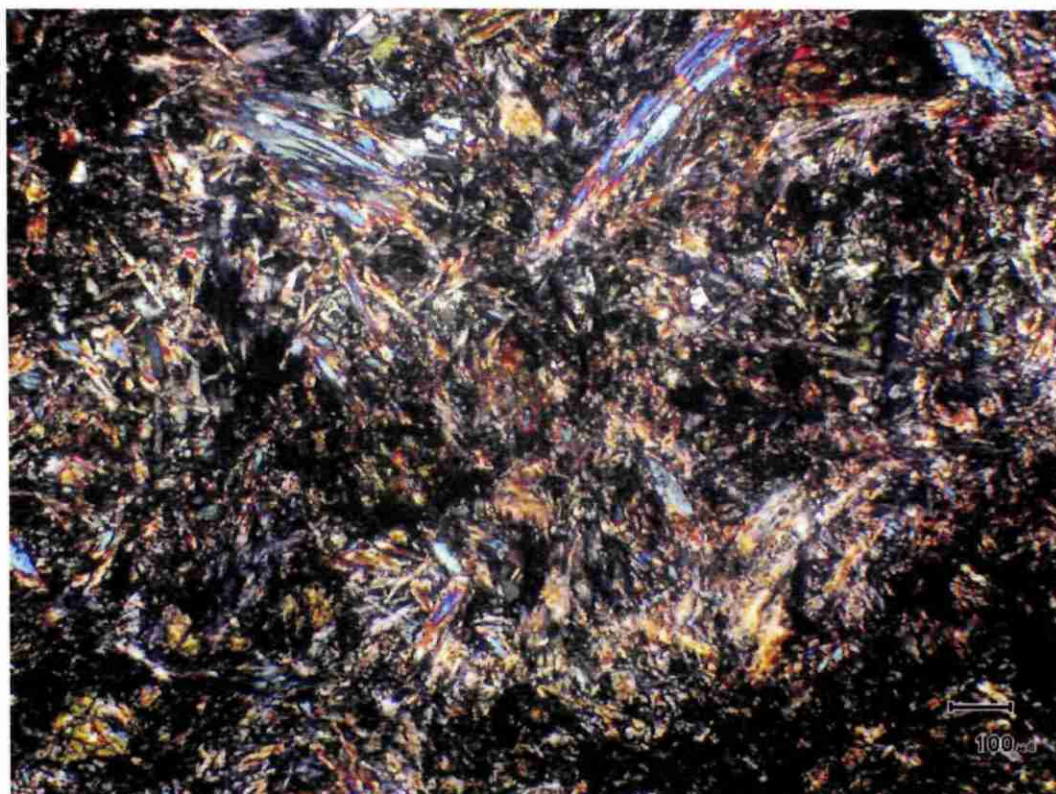
BS 379 - Métabasalte à glaucophane, autobréchique (en sombre, les fragments de lave)  
Lumière « naturelle » (x 20)



BS 379 - Métabasalte à glaucophane autobréchique : les phyllites (à forte biréfringence)  
séparent les éléments sombres de la brèche. Lumière « polarisée » (x 20)



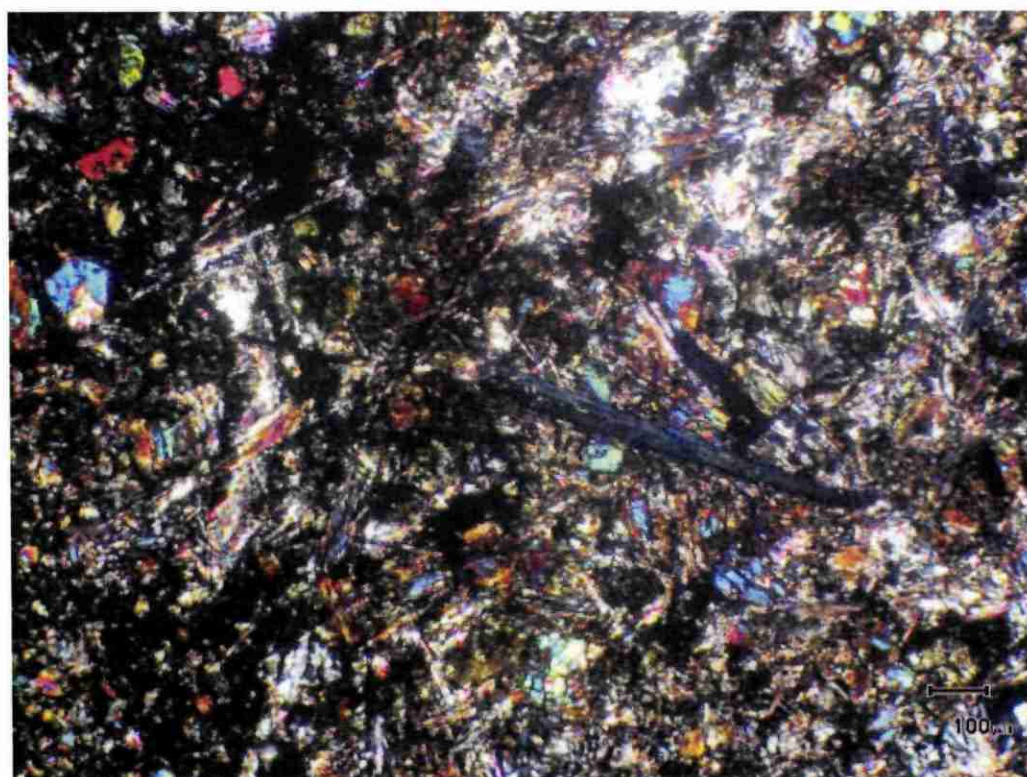
BS 379 - Métabasalte à glaucophane : noter l'abondance de l'amphibole bleue. Lumière « naturelle » (x 40)



BS 379 - Métabasalte à glaucophane – Lumière « polarisée » (x 40)

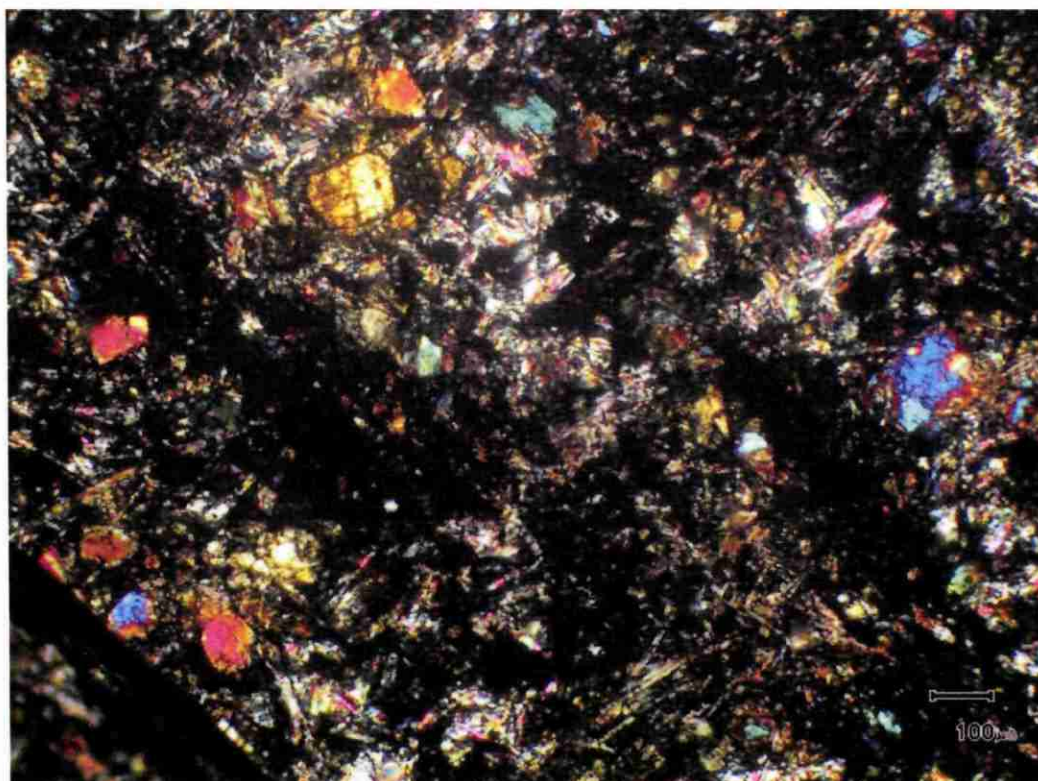
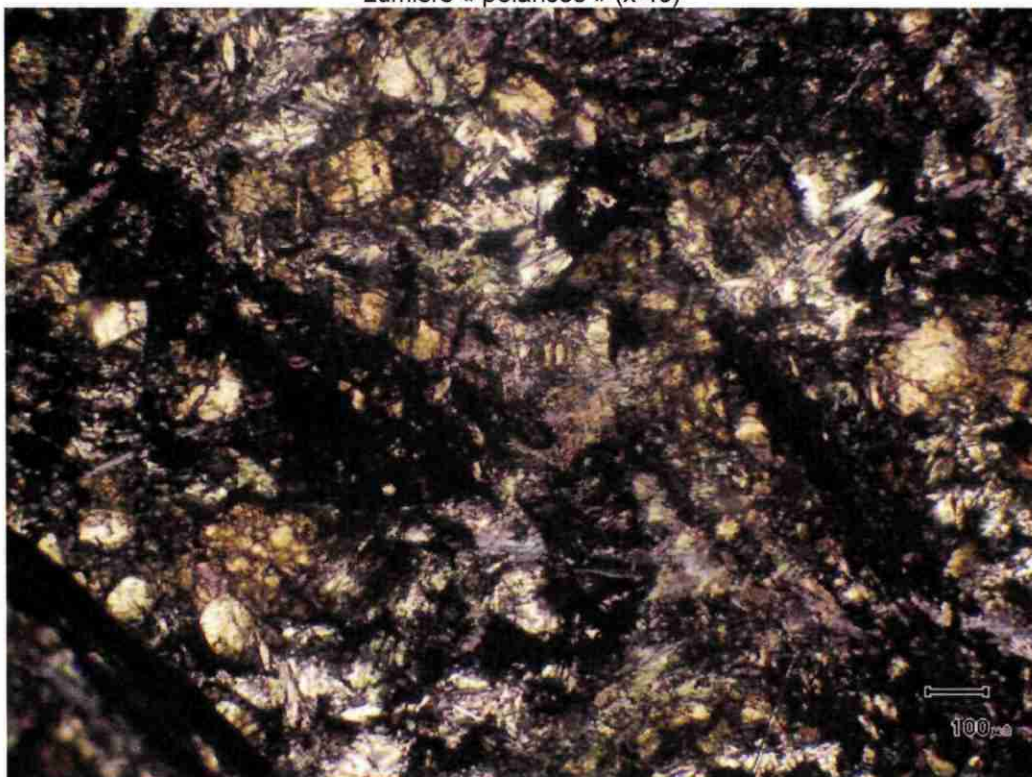


BS 379 - Métabasalte à glaucophane : noter la morphologie de l'amphibole (extrémité digitée)  
Lumière « naturelle » (x 40)



BS 379 - Métabasalte à glaucophane : noter la morphologie de l'amphibole (extrémité digitée)

Lumière « polarisée » (x 40)



BS 379 - Métabasalte à glaucophane : reliques de clinopyroxène (prismes trapus à forte bi-réfringence) – Lumière « naturelle » (en haut) et « polarisée » (en bas) (x 40)



Lame mince **BS 391** (n° de série BRGM : C 50656) (photos pages suivantes)

Nature de la roche : **Schiste rubané à lawsonite et stilpnomélane**  
( faciès schiste vert / schiste bleu BT/MP)

### Texture

Rubanement hérité du sédiment : alternance de niveaux clairs et de lits sombres chargés en matière opaque (graphite). Celle-ci souligne la schistosité crénelée.

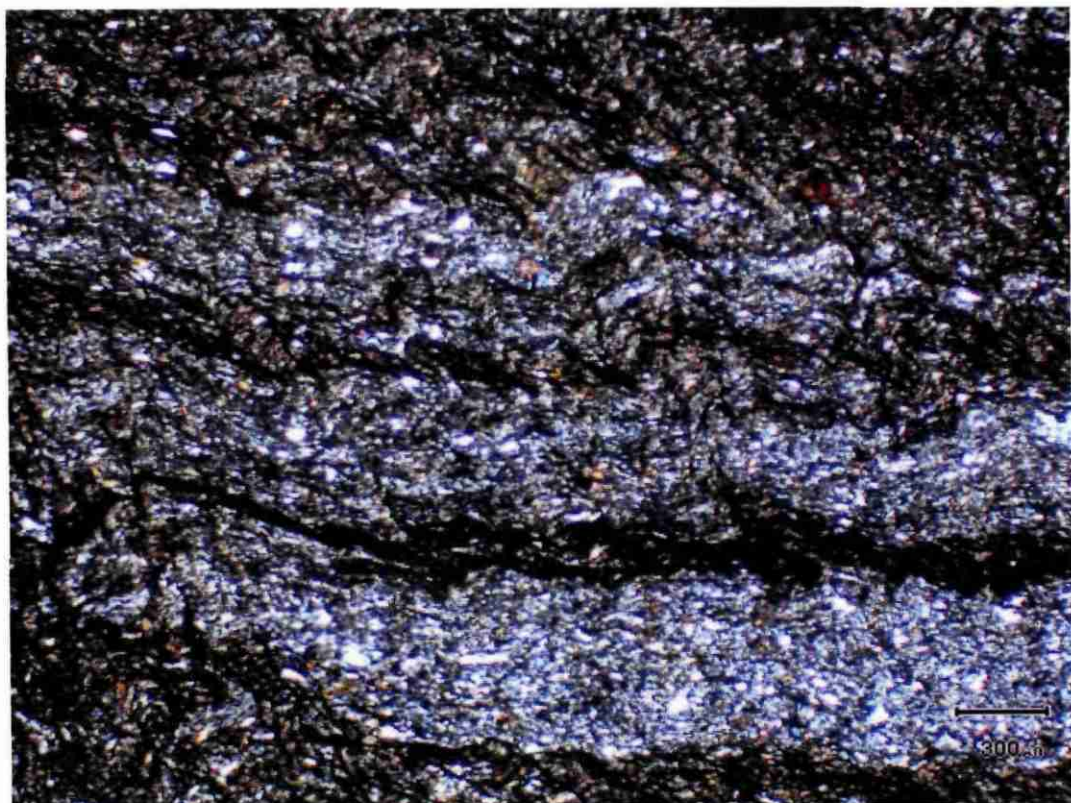
Le grain de la roche est fin, en particulier dans les rubans phylliteux et graphiteux, mais les niveaux clairs, riches en quartz, montrent des clastes cristallins atteignant 100 à 150 µm.

### Composition minéralogique

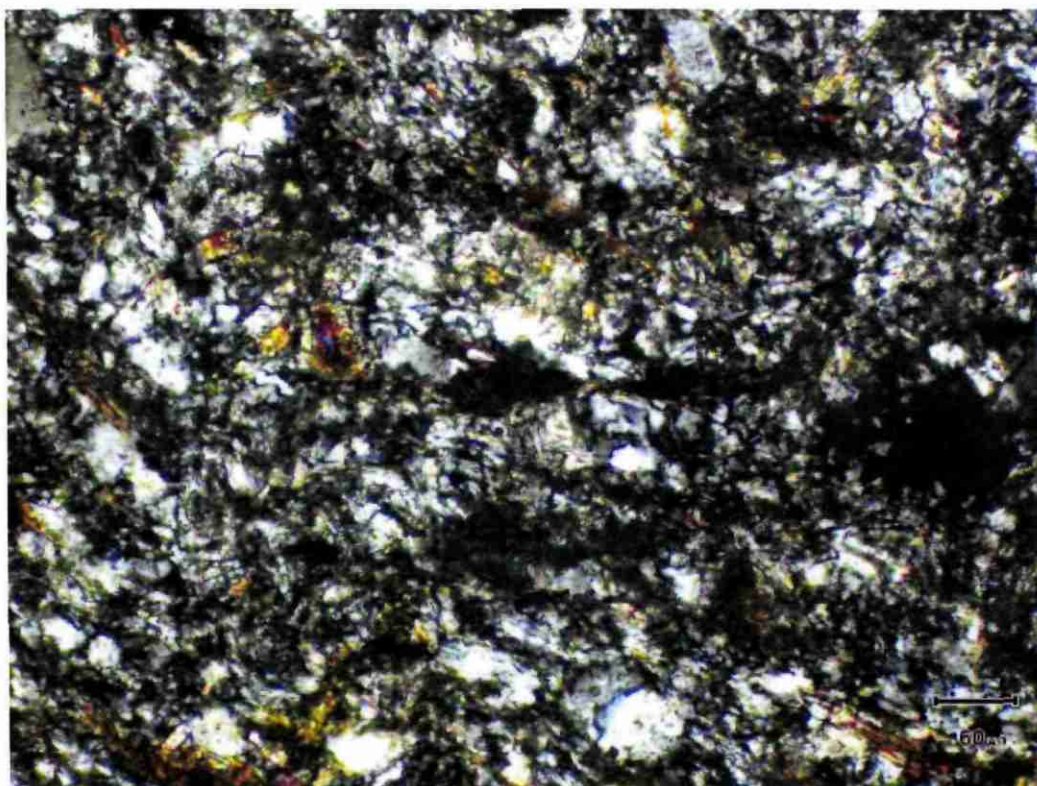
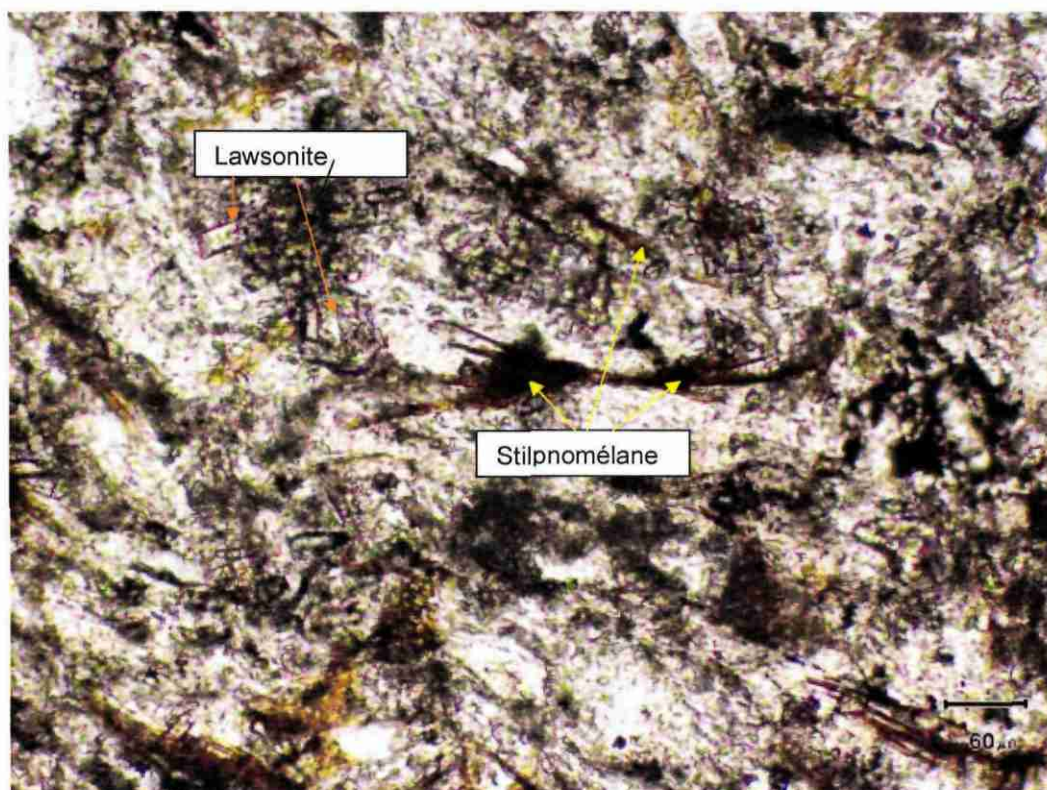
- **Quartz**, dans le fond et sous forme de clastes plus ou moins recristallisés (granoblastiques) ;
- **albite**, dans le fond des niveaux clairs ;
- **lawsonite** en nombreux petits prismes automorphes.
- **chlorite**, **graphite**, **stilpnomélane** (cristaux peu abondants) et granules opaques (**oxydes altérés**) ;



BS 391 - Schiste à lawsonite et stilpnomélane : schistosité crénulée. Lumière « naturelle »  
(x 20)



BS 391 - Schiste à lawsonite et stilpnomélane : schistosité crénulée. Lumière « polarisée »  
(x 20)



BS 391 - Schiste à lawsonite et stilpnomélane : détail. Lumière « naturelle » (photo du haut) et « polarisée » (photo du bas)



Lame mince **BS 411** (n° de série BRGM : C 50657) (photos pages suivantes)

Nature de la roche : **Amphiboschiste à trémolite et chlorite, proche de BS 365**

**Texture**

Planaire ; schistosité légèrement crénulée, soulignée par des rubans de minéraux fibreux souples et kinkés (photos).

**Composition minéralogique**

*(Analyses microsonde n° 10 à 14 du 5 mars 2009, et B20 à B34 du 3 juin)*

- Le minéral très prédominant, détecté à la microsonde, est de la **trémolite** (photos, analyses n° 10 à 12, B21 à B23, B26-B27). Cette amphibole forme des rubans fibreux souples (rares « fantômes » de prismes), kinkés (aspect très proche de minéraux lamellaires, type chlorites magnésiennes et serpentines) ;
- Une seule analyse (n° B24) est de **chlorite magnésienne**, tandis que de nombreuses autres (telles que B28 à B30) correspondent à **des compositions intermédiaires entre trémolite fraîche et chlorite** : on doit les interpréter comme des amphiboles en voie de chloritisation – perte de SiO<sub>2</sub>, CaO et MgO ; enrichissement en FeO, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> et H<sub>2</sub>O principalement ; il s'agit de compositions comparables à celles de l'analyse 105 du 5 mars – minéral de l'échantillon BS 365- ce qui corrobore notre interprétation ;
- Accessoires : quelques grains de **sphène** (an. 14) et de **leucoxène** (an. 13).



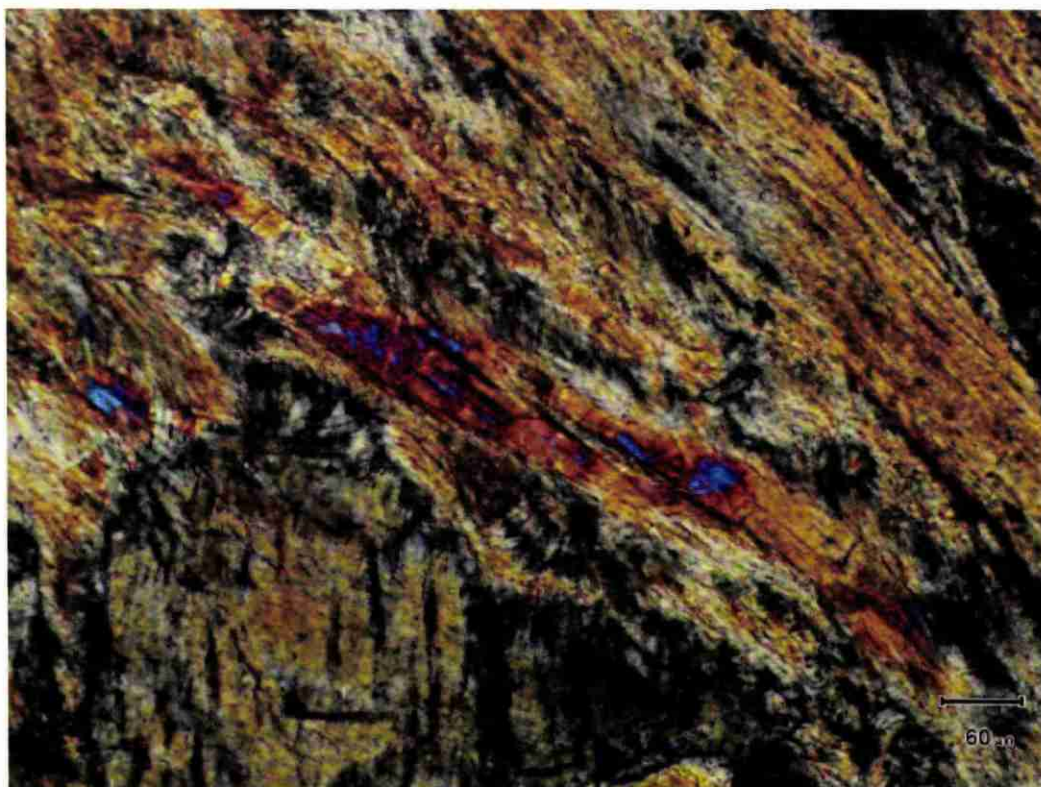
BS 411 – Amphiboloschiste à trémolite : schistosité crénulée – Lumière « naturelle » (x 20)



BS 411 – Amphiboloschiste à trémolite : même zone que photo précédente, en Lumière « polarisée » (x 20)



BS 411 – Amphiboloschiste à trémolite : vue de détail des prismes et fibres – Lumière  
« naturelle » (x 100)



BS 411 – Amphiboloschiste à trémolite : vue de détail des prismes et fibres – Lumière  
« polarisée » (x 100)



Lame mince **BS 426** (n° de série BRGM : C 50658) (photos pages suivantes)

Nature de la roche : **Métabasalte à glaucophane, lawsonite et pumpellyite**

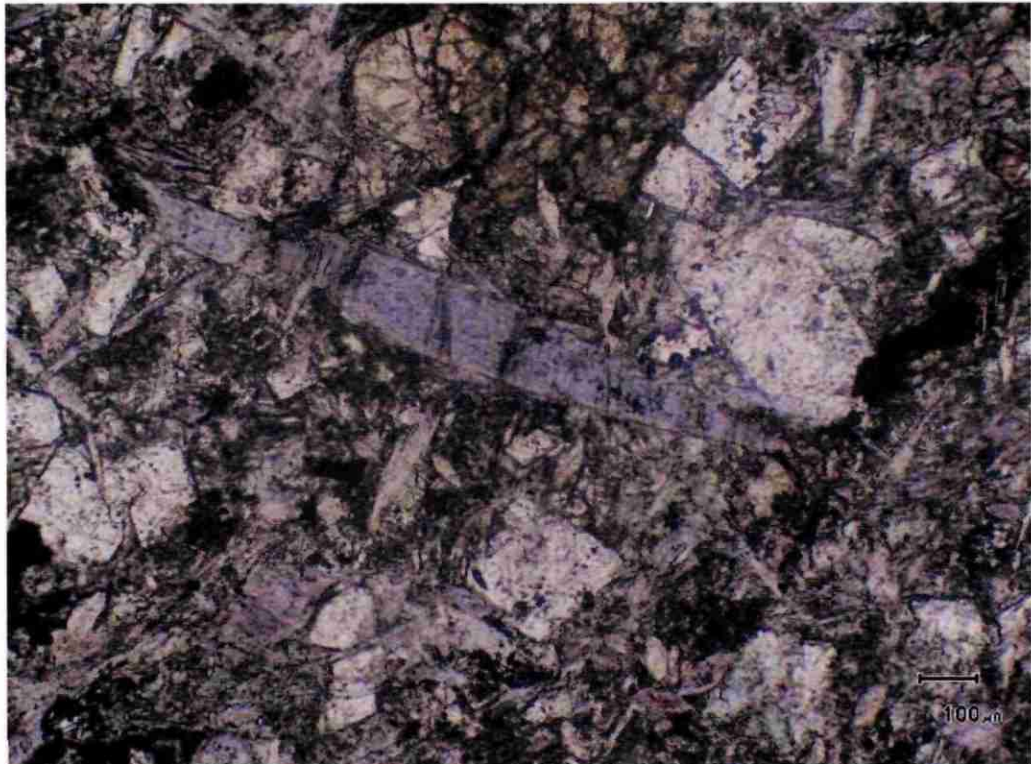
### **Texture**

La texture magmatique initiale a disparu. Seuls éléments préservés du basalte, témoins d'une granulométrie assez grossière (de basalte doléritique probable) : des cristaux de clinopyroxène et d'oxydes de quelques centaines de microns.

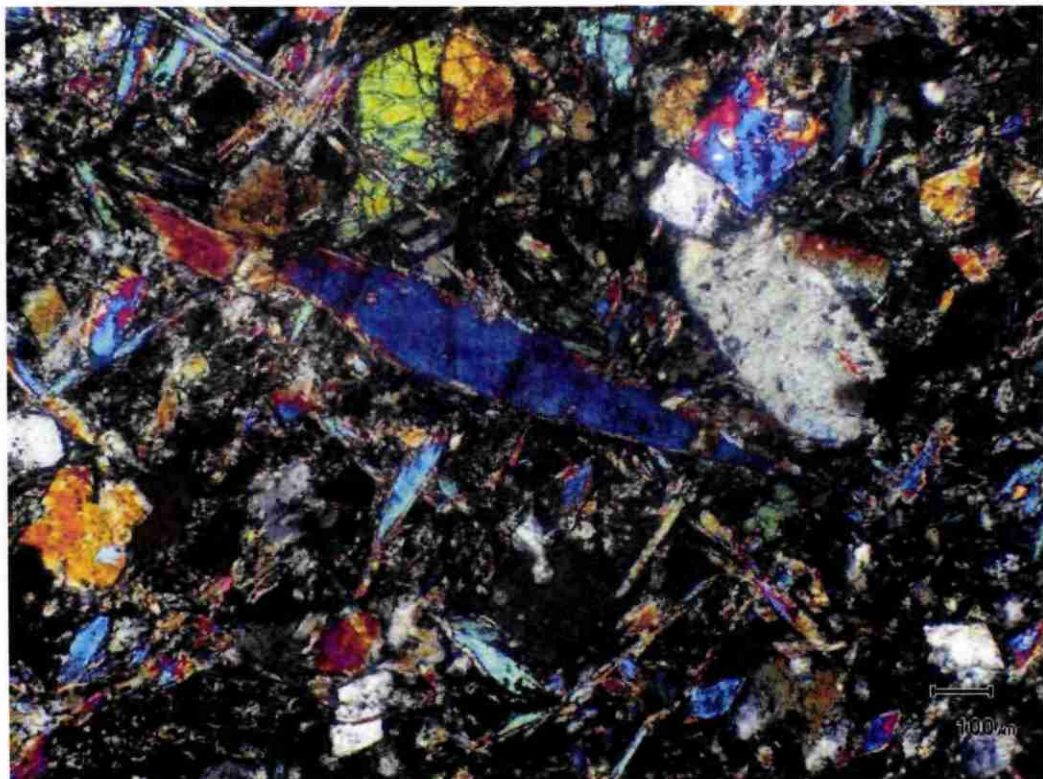
Le plagioclase a été remplacé par de la lawsonite, sous forme de très nombreux cristaux automorphes, trapus, tandis que l'amphibole bleue est en très longs prismes aciculaires, cristallisés en tous sens.

### **Composition minéralogique**

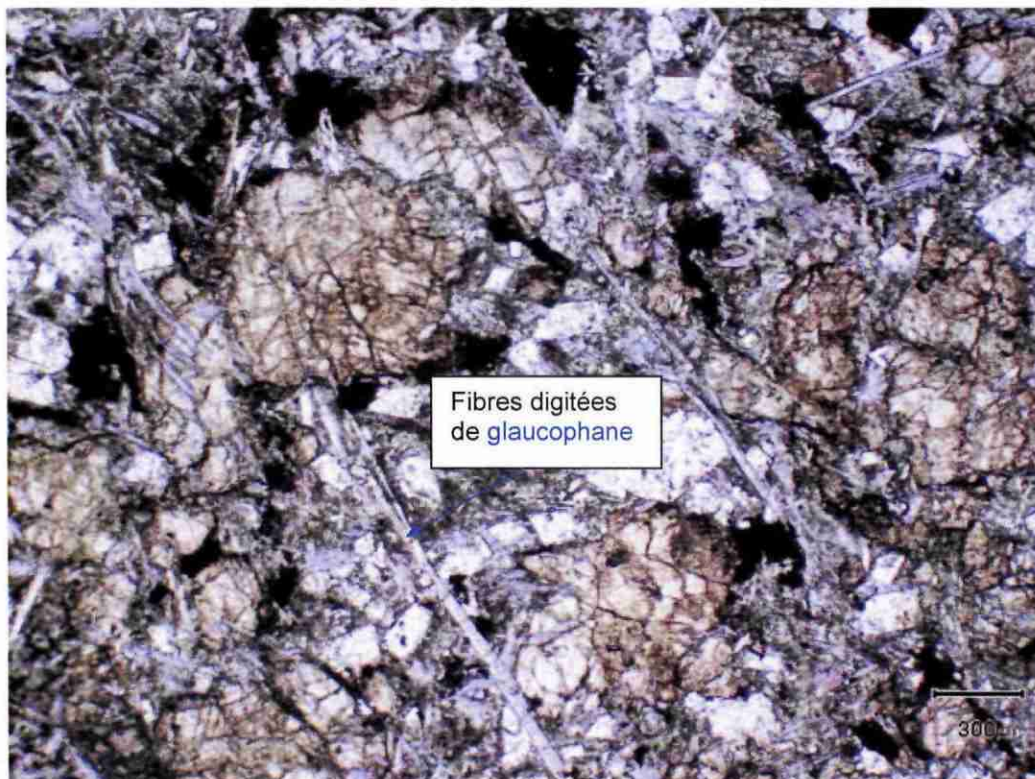
- **Clinopyroxène** (augite) relictuel : cristaux trapus, plus ou moins fracturés ;
- Amphibole bleue cristallisée en tous sens : **glaucophane** : prismes fins, souvent très allongés (pluri-millétriques) et aux extrémités digitées, bifides (caractère « amiantifère ») ;
- **Lawsonite**, en prismes tabulaires (jusqu'à 0,6 mm) ;
- **Pumpellyite**, interstitielle (très verte), avec **épidote** et **crypto-zoïsité** (semi-opaque) ;
- Accessoires : oxydes de fer + titane transformés en **sphène-leucoxène**, **sulfures**.



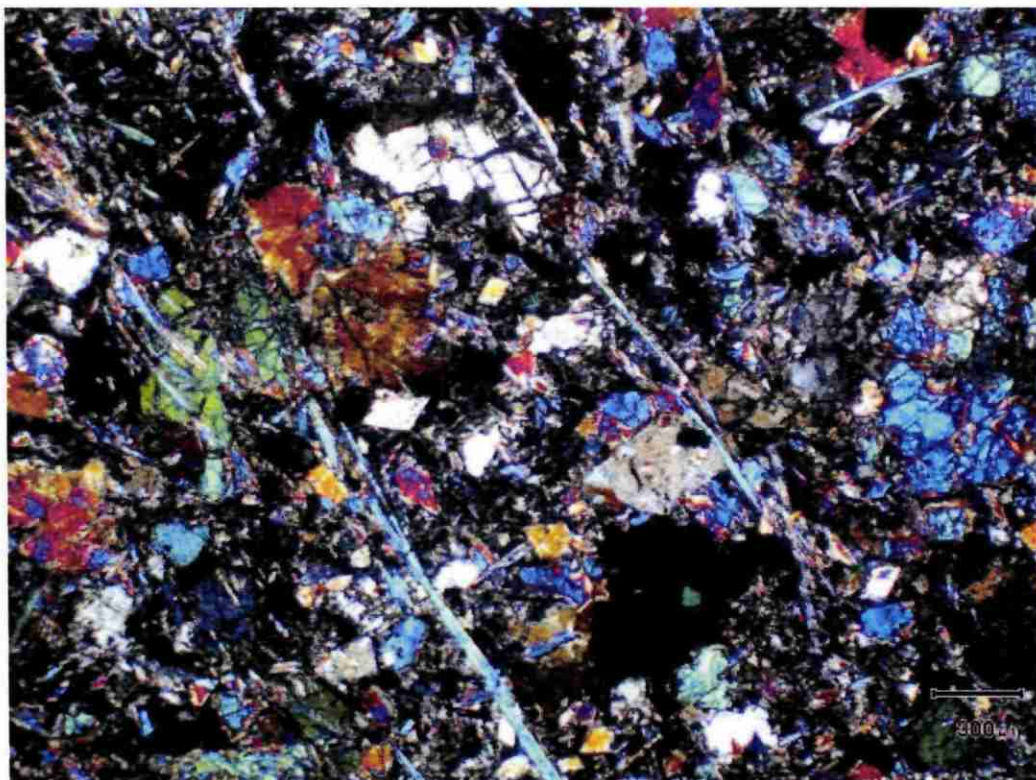
BS 426 - Détail montrant un prisme millimétrique de glaucophane (bleu) et des prismes tabulaires (incolores) de lawsonite. Lumière « naturelle » (x 40)



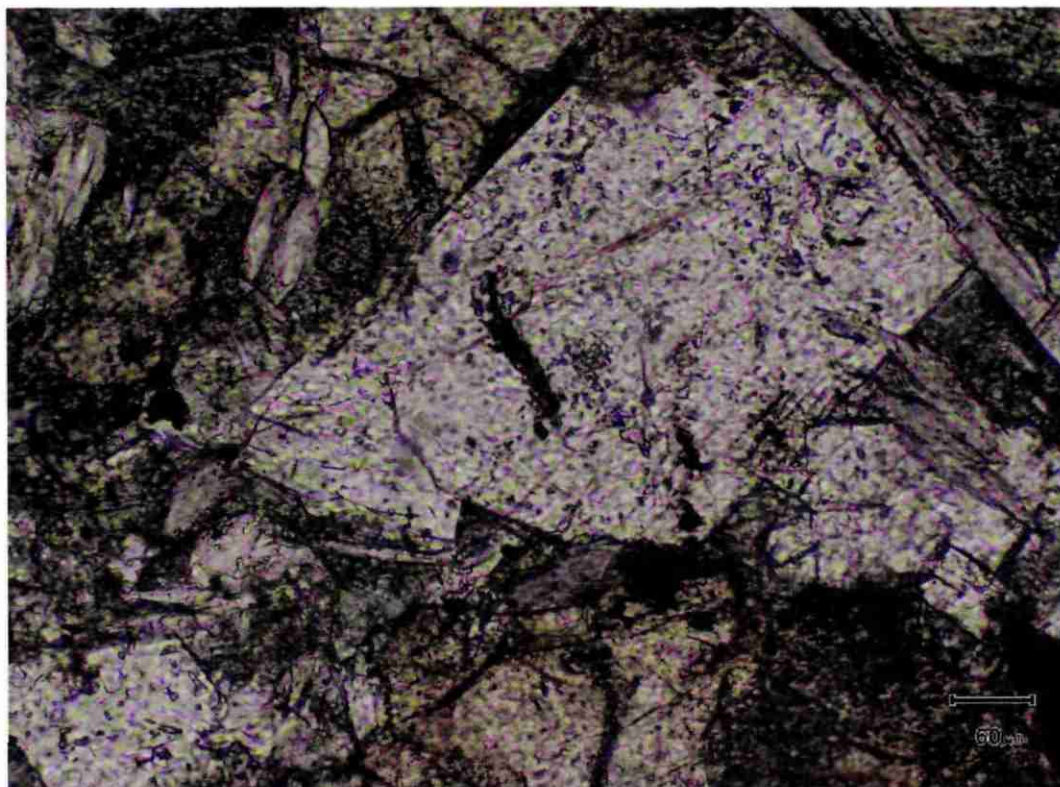
BS 426 - Mêmes minéraux qu'au dessus. Lumière « polarisée » (x 40)



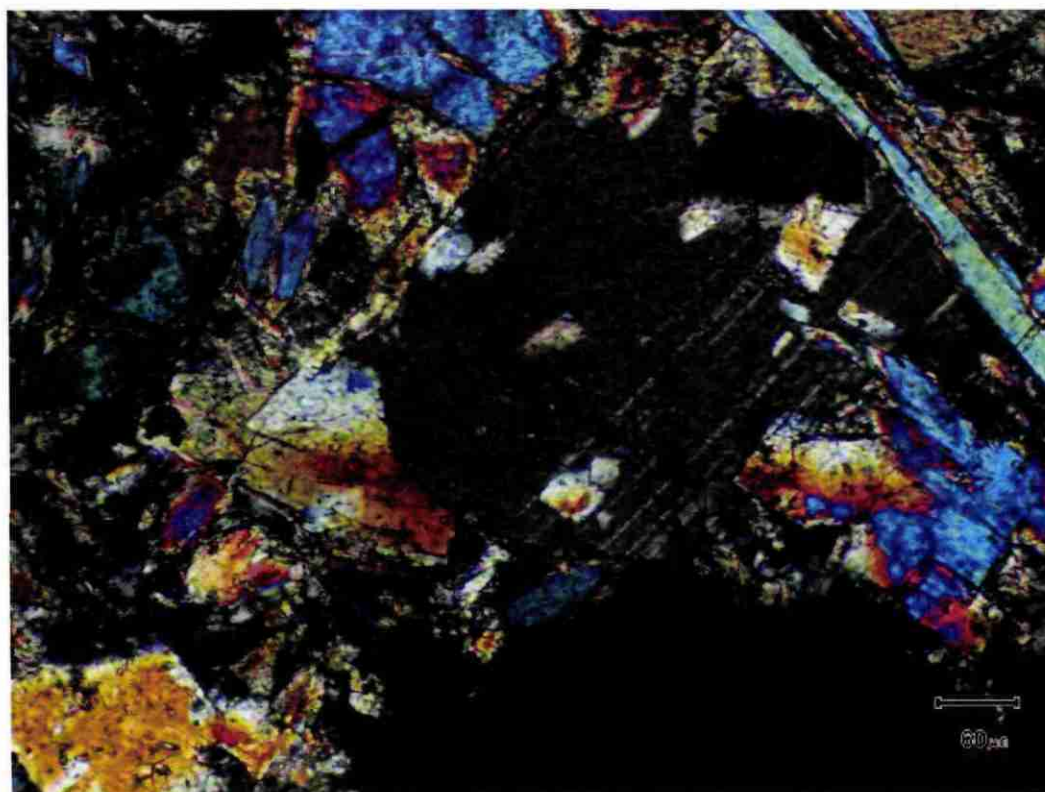
BS 426 - Prismes reliques de clinopyroxène (beige jaunâtre), fibres de glaucophane (bleu) et petits prismes tabulaires (incolors) de lawsonite. Lumière « naturelle » (x 20)



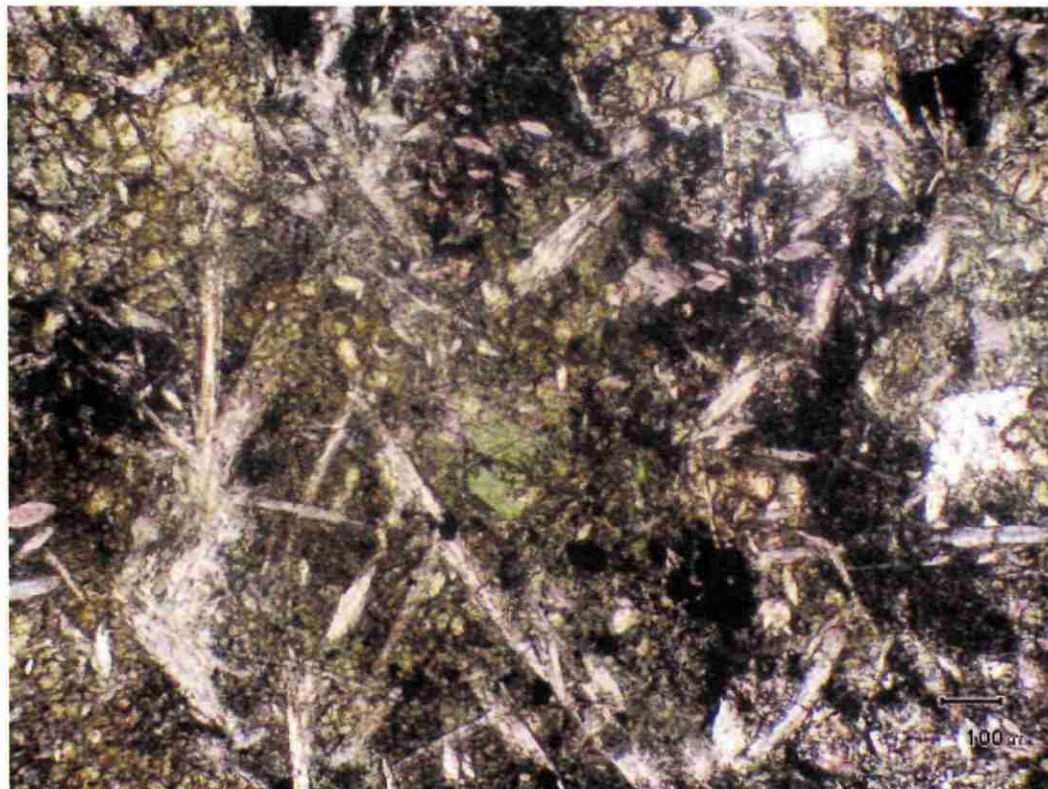
BS 426 – Même zone que photo précédente. Lumière « polarisée » (x 20)



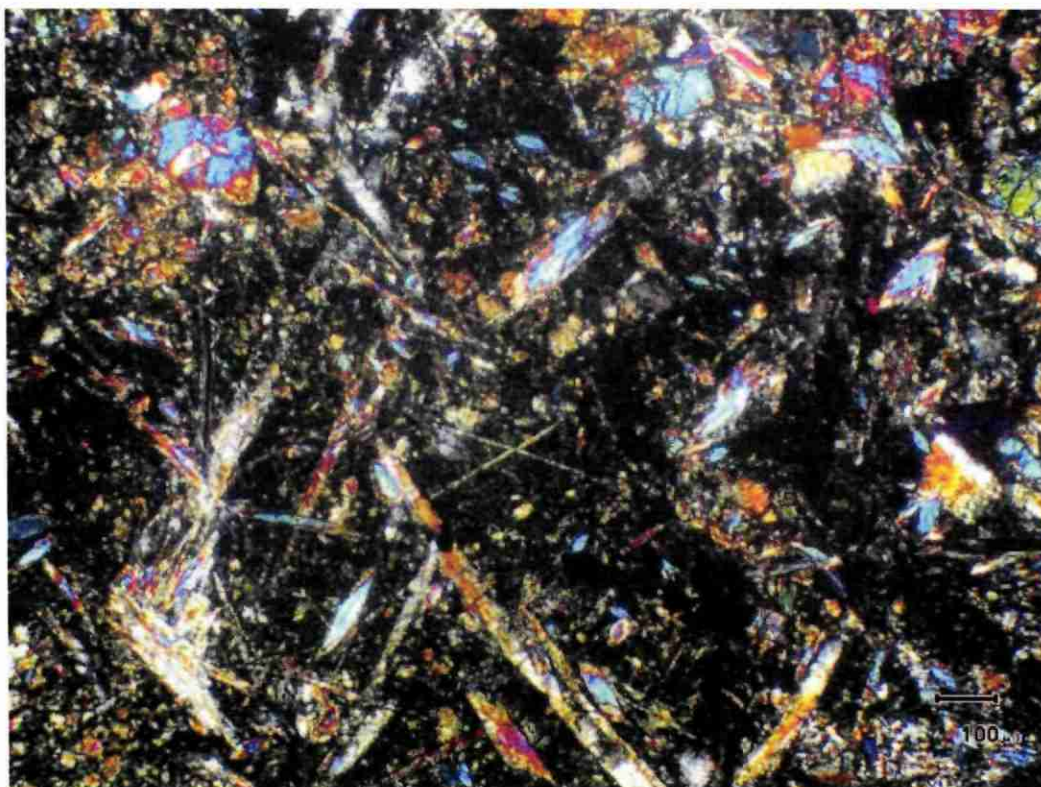
BS 426 – Un cristal de lawsonite (« gros » cristal de la photo) – Lumière « naturelle » (x 100)



BS 426 – Même cristal de lawsonite que photo précédente avec mise en évidence des mâcles polysynthétiques – Lumière « polarisée » (x 100)



BS 426 – Détail montrant une plage interstitielle très verte : de pumpellyite (au centre) –  
Lumière « naturelle » (x 40)



BS 426 – Même zone que photo précédente en en lumière « polarisée » (x 40) : la plage de  
pumpellyite montre une très faible bi-réfringence



Lame mince **NC 94 DL-A** (n° de série BRGM : C 50511) (photos page suivante)

Nature de la roche : **Serpentine**

**Texture**

La texture est très planaire, rubanée : rubans millimétriques à pluri-millimétriques semblables à des couches successives de minéraux fibreux allongés dans cette structure planaire, ou légèrement obliques sur celle-ci (photos).

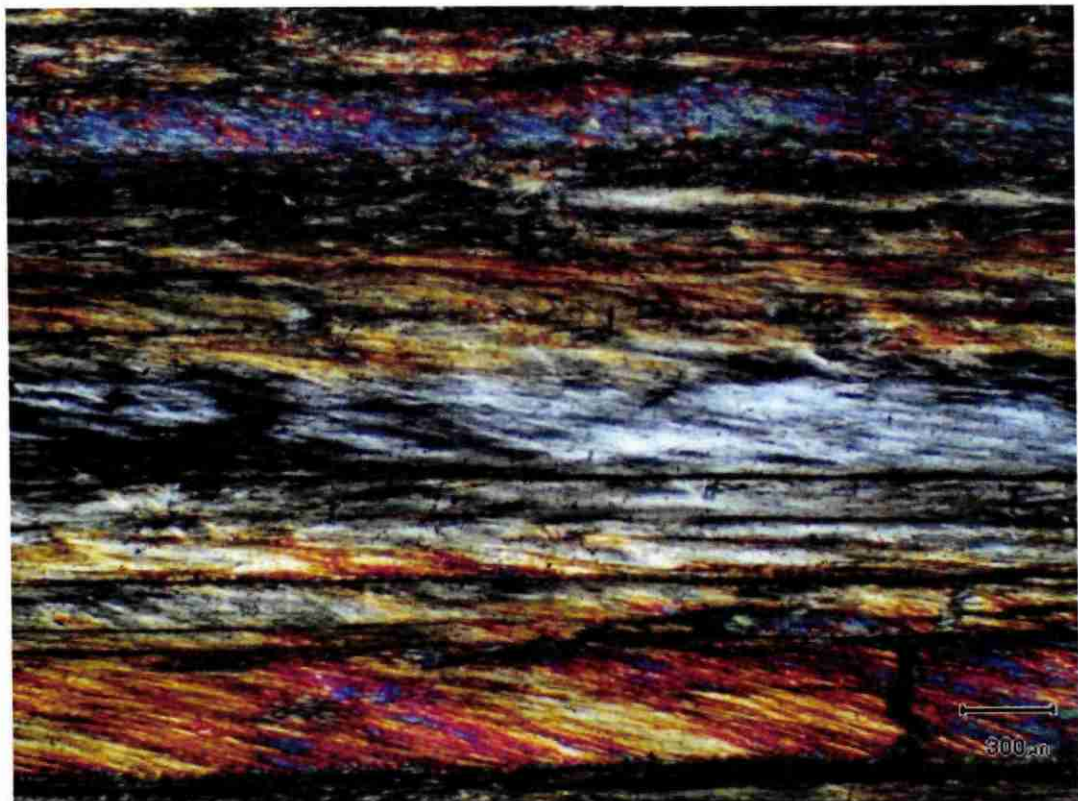
**Composition minéralogique**

*(Analyses microsonde B35 à B42 du 3 juin 2009)*

- **Serpentine** : presque le seul composant, d'après les résultats d'analyse à la microsonde électronique ;
- Accessoire : un minéral plus siliceux et moins magnésien, rencontré une seule fois (an. B38) pourrait appartenir au groupe phylliteux des **smectites** (montmorillonites) et provenir de la transformation de serpentine ( ? ) : l'analyse est assez proche de celles trouvées dans la roche NC 166 DL-B, associées à de la serpentine.



NC 94 DL-A - Vue d'ensemble de la serpentinite (x 20) Lumière « naturelle » (ci-dessus) et « polarisée » (ci-dessous)





## **2. Lames minces du secteur de Ouégoa**

Lame mince **BS 444** (n° de série BRGM : C50659) (photos pages suivantes)

Nature de la roche : **Schiste à glaucophane** (clair : amphibole bleu pâle)

### Texture

Il s'agit d'un schiste à porphyroblastes centimétriques d'amphibole, étirées et tronçonnées (section perpendiculaire au plan de schistosité principal), et affectées par un microplissement.

### Composition minéralogique

*(Analyses microsonde n° A108-A109 du 26/02 et 2 à 9 du 5/03)*

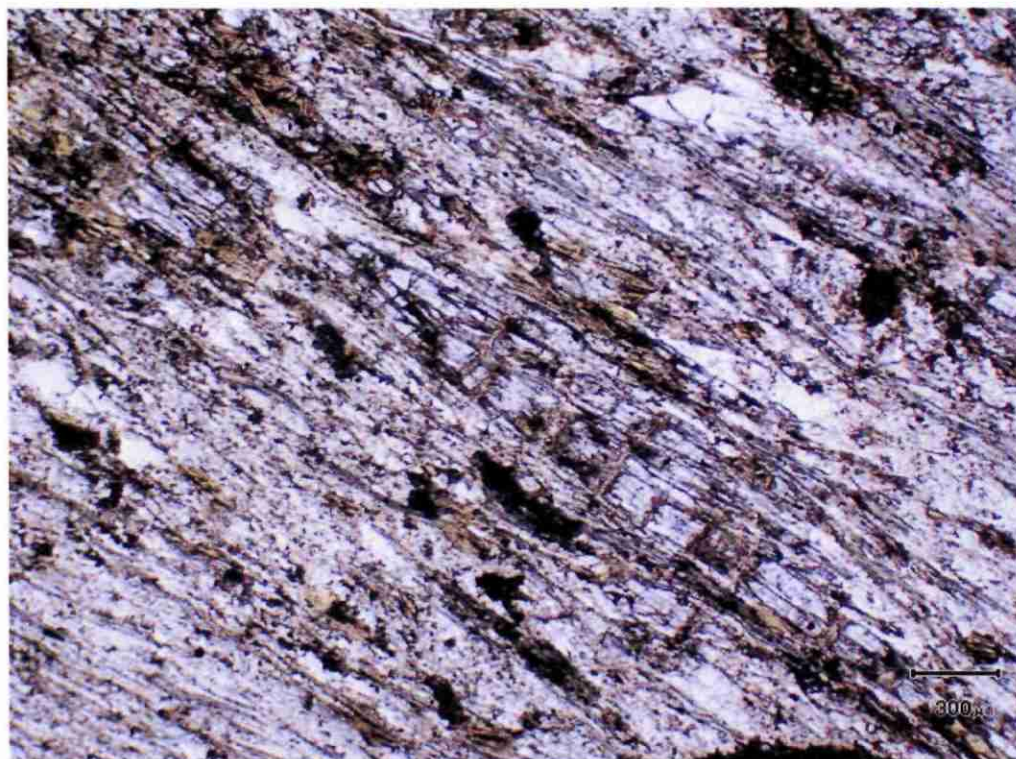
- L'amphibole est très pâle (à peine bleutée : c'est du **glaucophane** riche en magnésium (MgO = 12,24 à 12,70 %, contre FeO = 6,26 à 7 %), précoce dans l'histoire tectono-métamorphique de la roche : affectée par une phase de déformation n+1.

Fracturées, tronçonnées, elles s'altèrent : sont envahies à partir des microfractures par des phyllites jaunes (**smectite** an. n° 9, **illite** an. n° 8) ;

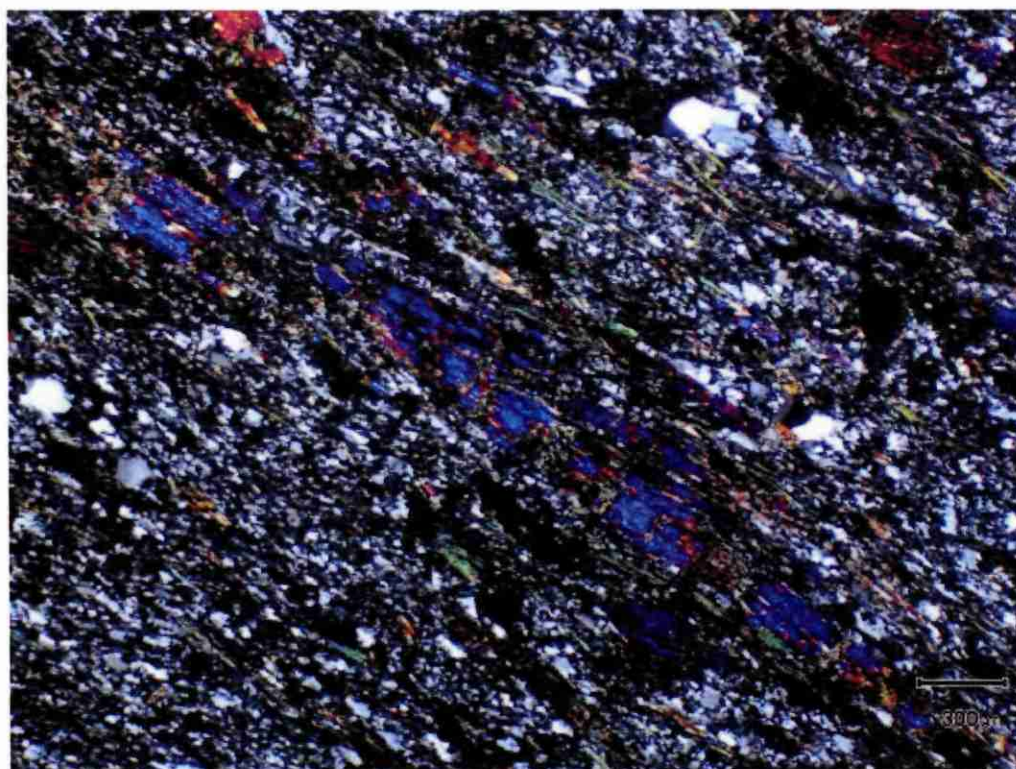
- Les minéraux phylliteux sont : outre ces « phyllites plus ou moins brun-jaune clair » développées dans les fractures de amphiboles, de la **muscovite** (phengite), en longues lamelles limpides, soulignant le plan de schistosité ;

- Dans le fond granoblastique fin, le **quartz** est accompagné de feldspath : **albite** (an. N° 2 et 4) ;

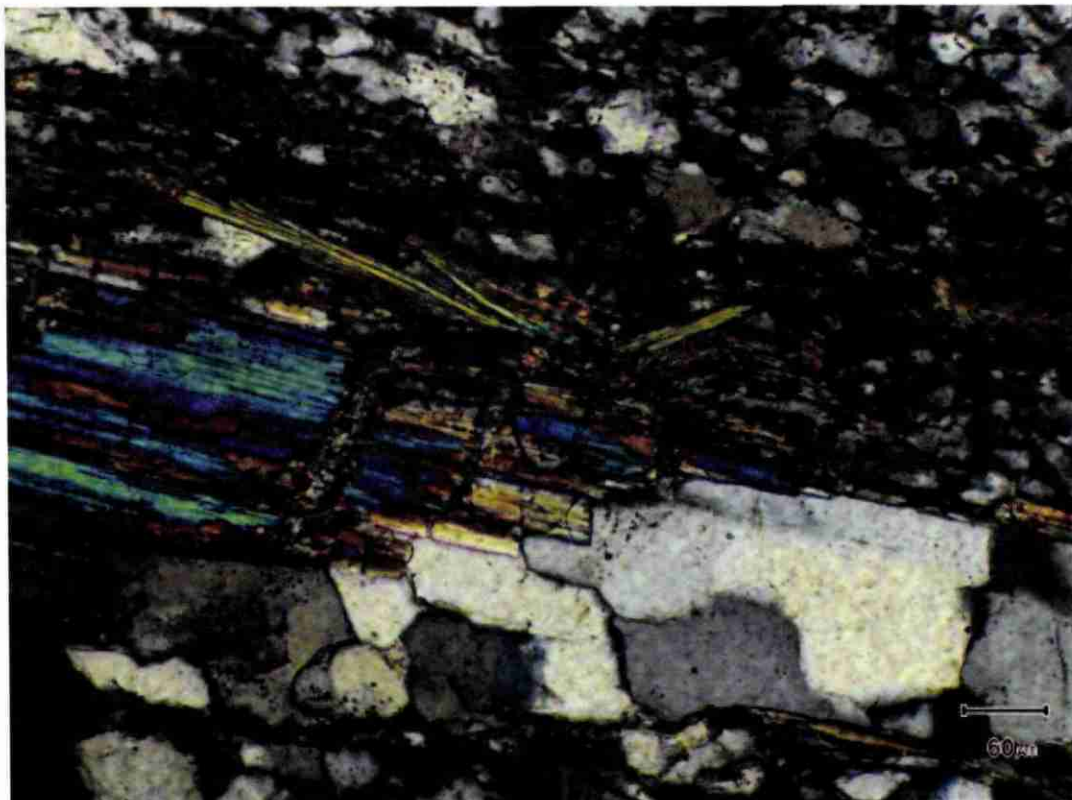
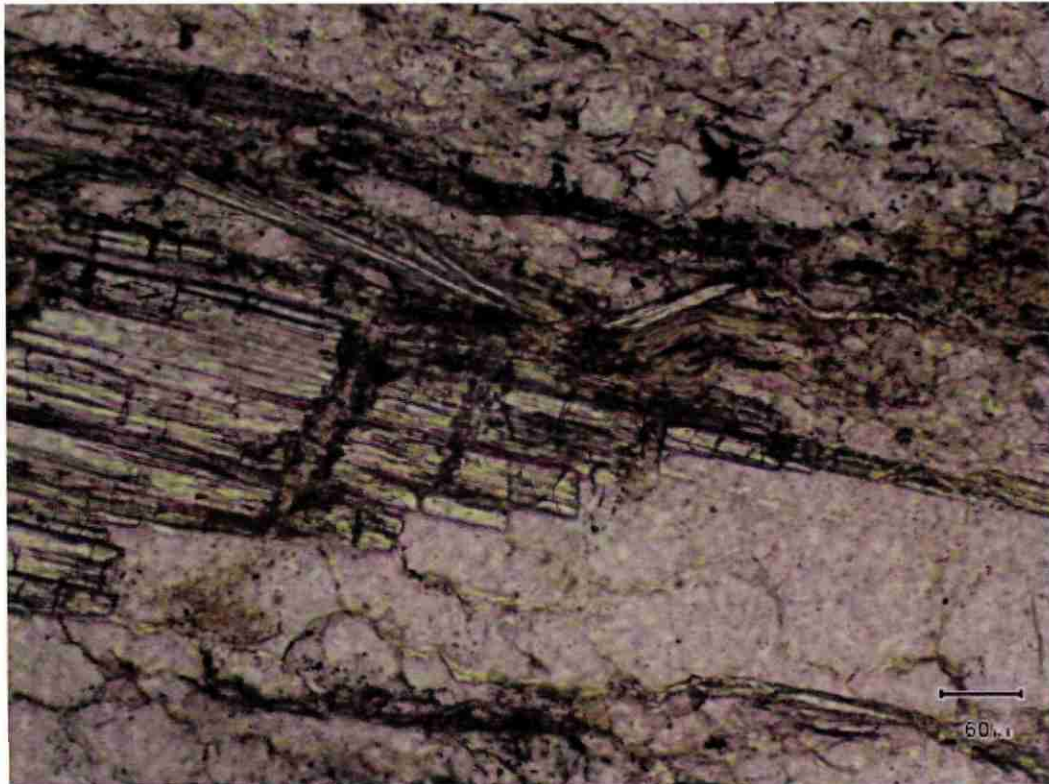
- Accessoires : **rutile**, cristaux d'**hématite** (an. N° 88) et traînées d'hydroxyde de fer le long de microfractures.



BS 444 – Schiste à glaucophane : amphiboles bleues (très pâles), allongées dans le plan de schistosité, et tronçonnées. Lumière « naturelle » (x 20)



BS 444 – Même zone que photo précédente, en lumière « polarisée ».  
On remarquera que la bi-réfringence du glaucophane semble plus élevée que dans les metabasites, tels que BS 353 et 426 ; dans ce dernier cas, la couleur propre (bleu violacé) de l'amphibole (plus riche en fer qu'ici) masque partiellement sa bi-réfringence.



BS 444 – Amphiboles prismatiques précoces, tronçonnées, et amphiboles fibreuses plus tardives (amiantifères) ; fond riche en quartz, avec quelque albite. Lumière « naturelle » et « polarisée » (x 100)



Lame mince **BS 446** (n° de série BRGM : C50660) (photos page suivante)

Nature de la roche : **Schiste à glaucophane (porphyroblastes bleutés)**

#### **Texture et structure**

Planaire et nématoblastique ; des porphyroblastes prismatiques d'amphibole soulignent un plan de schistosité principale, d'autres amphiboles formant des gerbes obliques sur ce plan, voire soulignent des lentilles plurimillimétriques allongées dans le plan de S1.

Les porphyroblastes sont d'amphibole zonée (bleu-violacé au cœur) ; pluri-mm, ils sont étirés et tronçonnés (selon L1),

#### **Composition minéralogique**

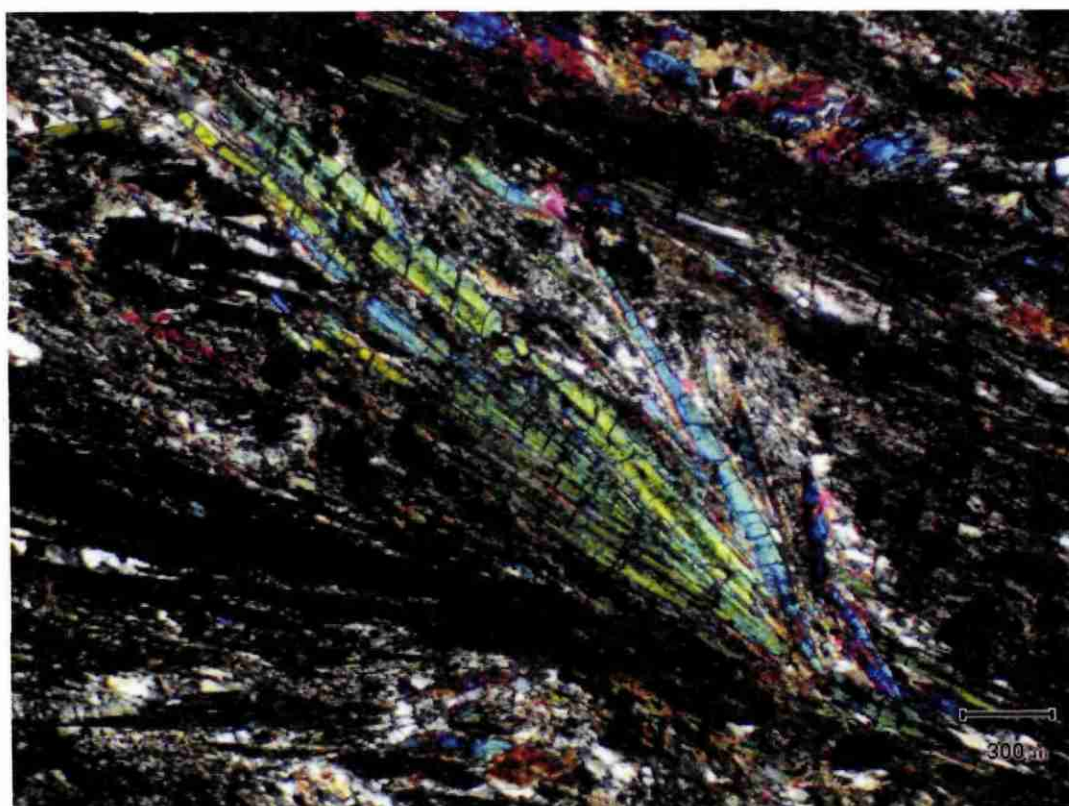
Comparable à celle de la roche précédente (BS444), mais avec une amphibole porphyroblastique plus bleutée (au cœur bleu-violacé) : composition probable de **glaucophane** plus riche en fer, comme dans BS450.

La matrice, rubanée, semble plus phylliteuse (riche en mica blanc) que celle de la roche précédente. Il est probable que ce mica soit de la **muscovite phengitique**, peut-être associé à de la paragonite, car ces deux compositions ont été trouvées dans BS450.

Un niveau opaque (en bord de lame mince) est ferrugineux : altération en **hématite – goethite**.



BS 446 – Schiste à glaucophane : nombreux prismes plus ou moins aciculaires de glaucophane, soulignant 2 plans principaux (C/S). Lumière « naturelle » (x 20)



BS 446 – Idem. Lumière « polarisée » (x 20)

**Lame mince BS 450** (n° de série BRGM : C50661) (photos page suivante)

Nature de la roche : **Gneiss fin à amphibole bleue et grenat**

**Texture** (voir photos) :

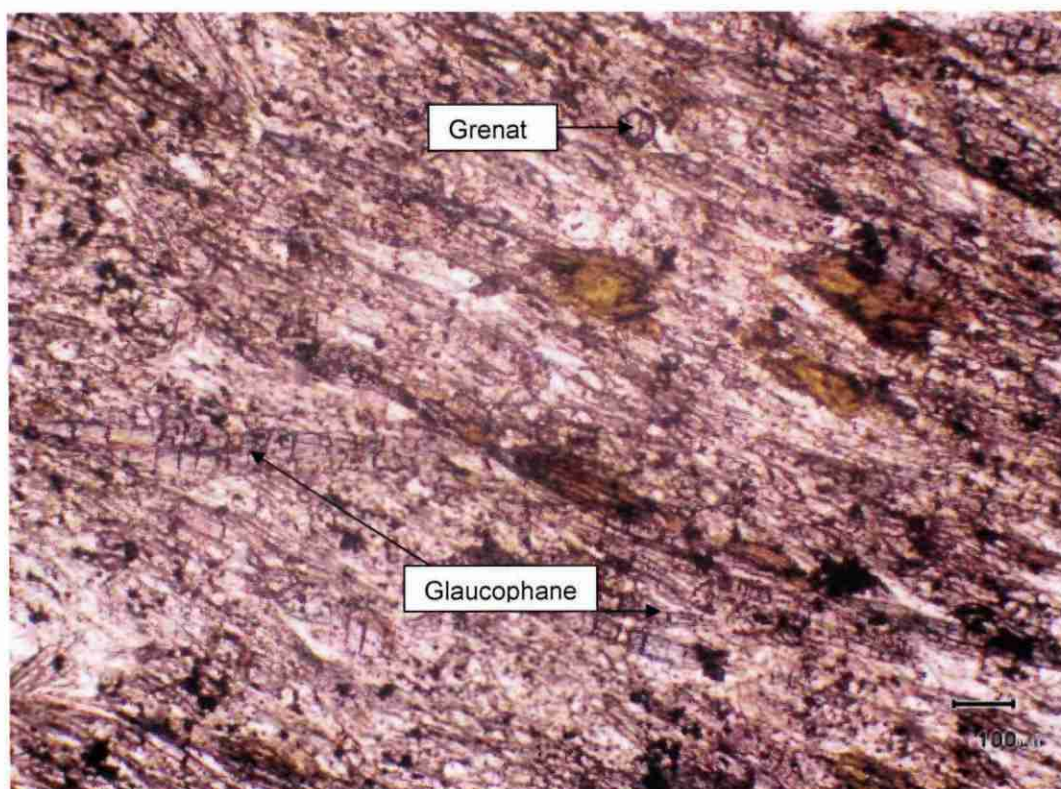
Planaire, granonématoblastique. Nématoblastes fins et très allongés d'amphibole bleutée aciculaire, parfois en groupes cristallins (gerbes).

A la fois orientées dans le plan principal de schistosité et obliques sur celui-ci (tardifs) ces nématoblastes sont souvent tronçonnés, des phyllites jaunes cristallisant dans les fractures.

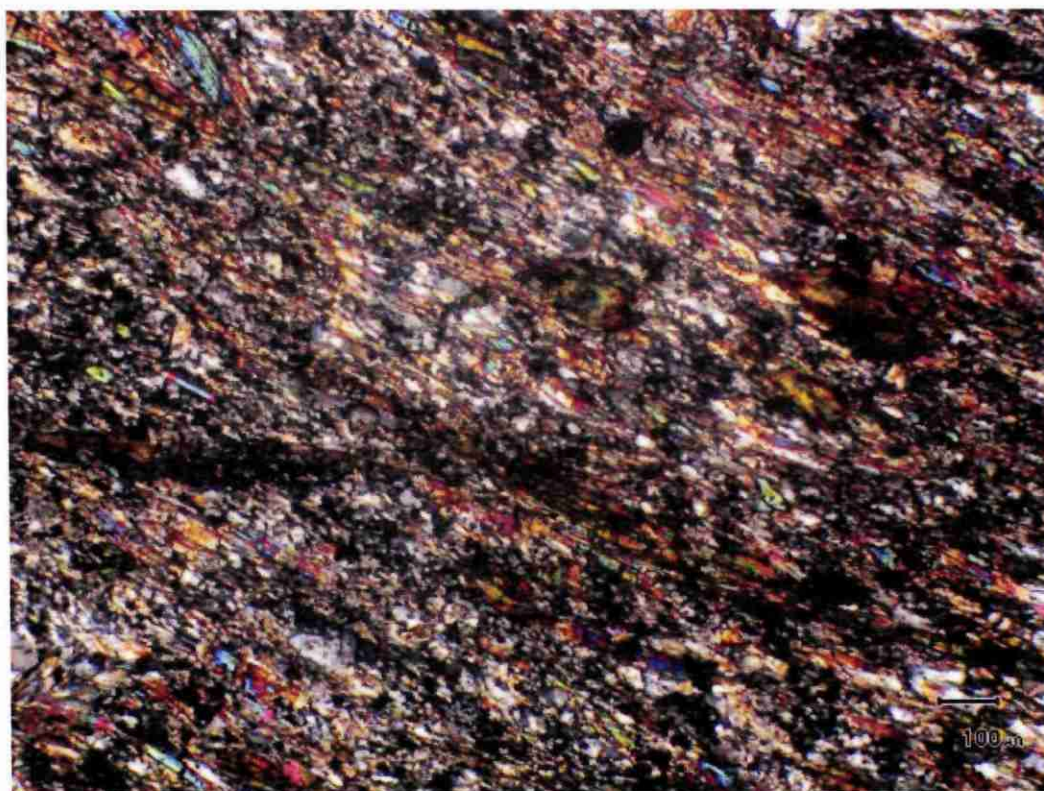
### **Composition minéralogique**

*(Analyses microsonde n° 45 à 62)*

- L'amphibole est très abondante : bleu-violacée, elle est typique de **glaucophane** riche en fer ;
- Le **grenat** : petit et automorphe, les analyses chimiques révèlent sa richesse en **spessartine** (jusqu'à 25 % de MnO : an. 60) ;
- Deux types de micas blancs, très finement cristallisés, coexistent ; potassique : de la **muscovite phengitique** (an. 61 et 62) et sodique : de la **paragonite** (an. 52) ;
- Le **quartz** est abondant, sous forme de quelques clastes cristallins, et dans la matrice, où il est largement recristallisé et associé à du feldspath : **albite** (an. 55) ;
- De grandes lamelles brun-jaunâtre sont des **chlorites riches en fer** (an. 54 et 58), pouvant provenir de l'altération d'anciennes biotites (par comparaison avec BS523, roche assez semblable et dont les chlorites renferment du potassium) ;
- Accessoires : **zircon** et **rutile** (plusieurs cristaux de chaque espèce).



BS 450 – Gneiss à grenat et glaucophane. Lumière « naturelle » (x 40)



BS 450 – Gneiss à grenat et glaucophane. Lumière « polarisée » (x 40)

Lame mince **BS 458** (n° de série BRGM : C50662) (photos pages suivantes)

Nature de la roche : **Métabasalte à glaucophane, grenat et épidote**

### Texture

Equante, porphyroblastique : à porphyroblastes de grenat en voie de chloritisation, dans une matrice nématoblastique : à prismes automorphes d'épidote dans une fond bleu-violacé fait d'un feutrage d'amphiboles cristallisées en tous sens.

Les grenats sont fracturés, de la chlorite cristallisant à partir des fractures (localement, elle remplace totalement le grenat, tout en respectant sa forme : il apparaît des « fantômes » automorphes de grenat).

### Composition minéralogique

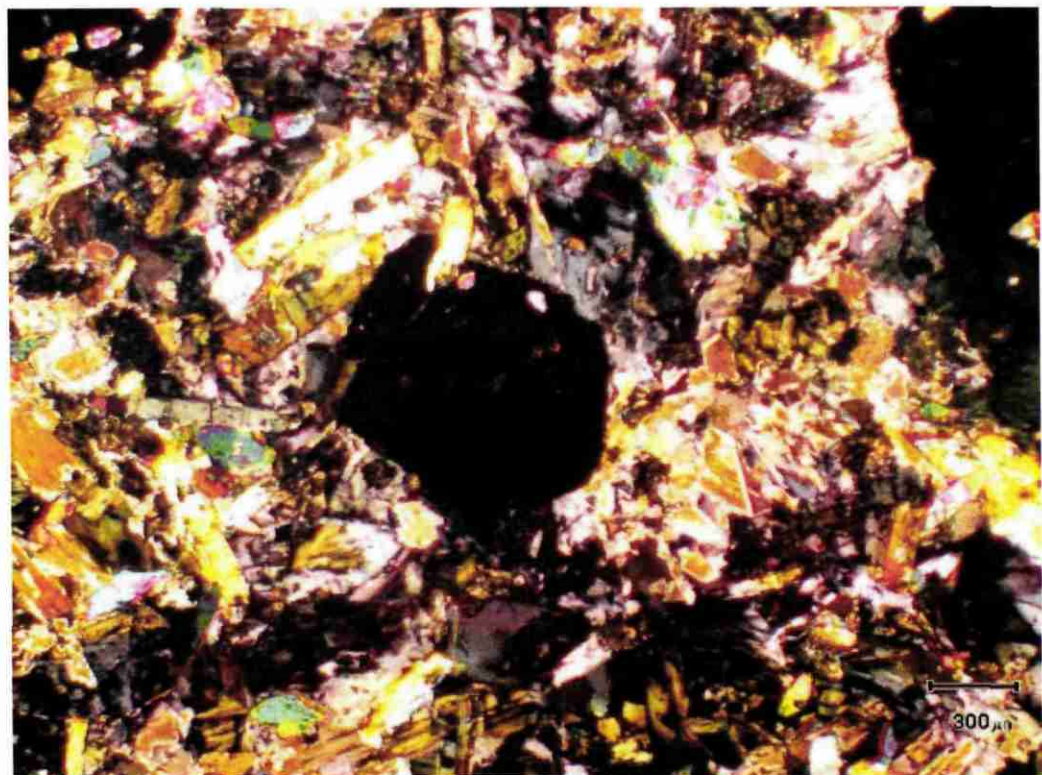
*(Analyses minérales n° A2 à A20 et A31 du 11/02)*

Minéraux prédominants : grenat, amphibole bleue, épidote et chlorite.

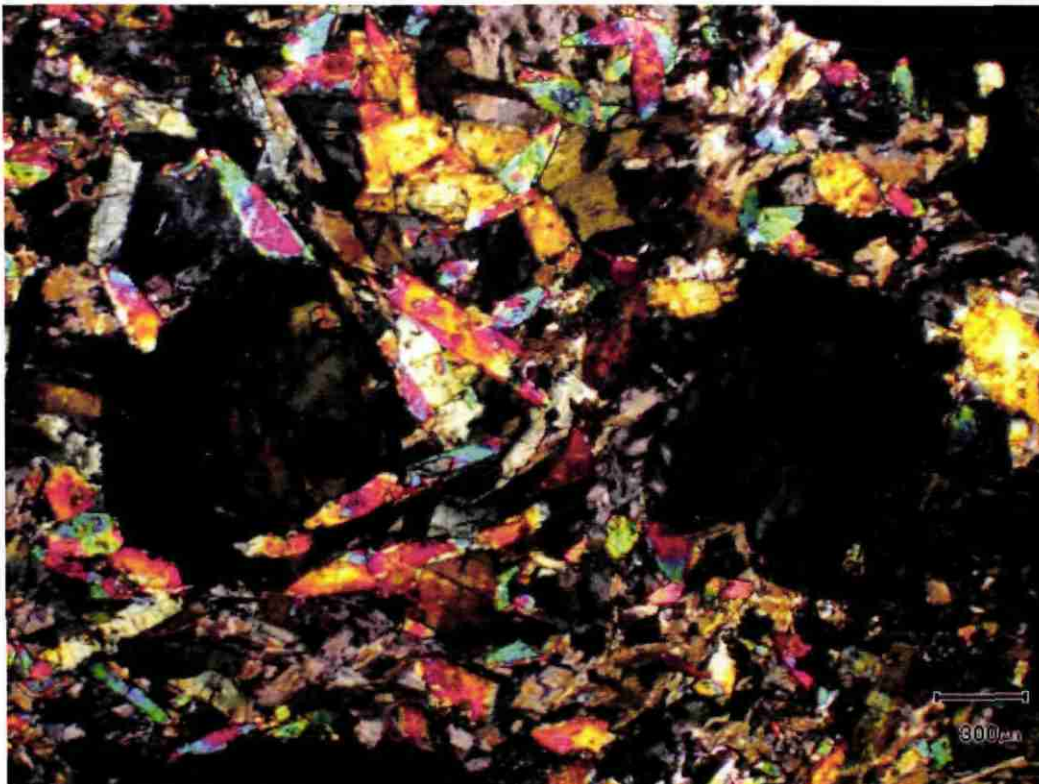
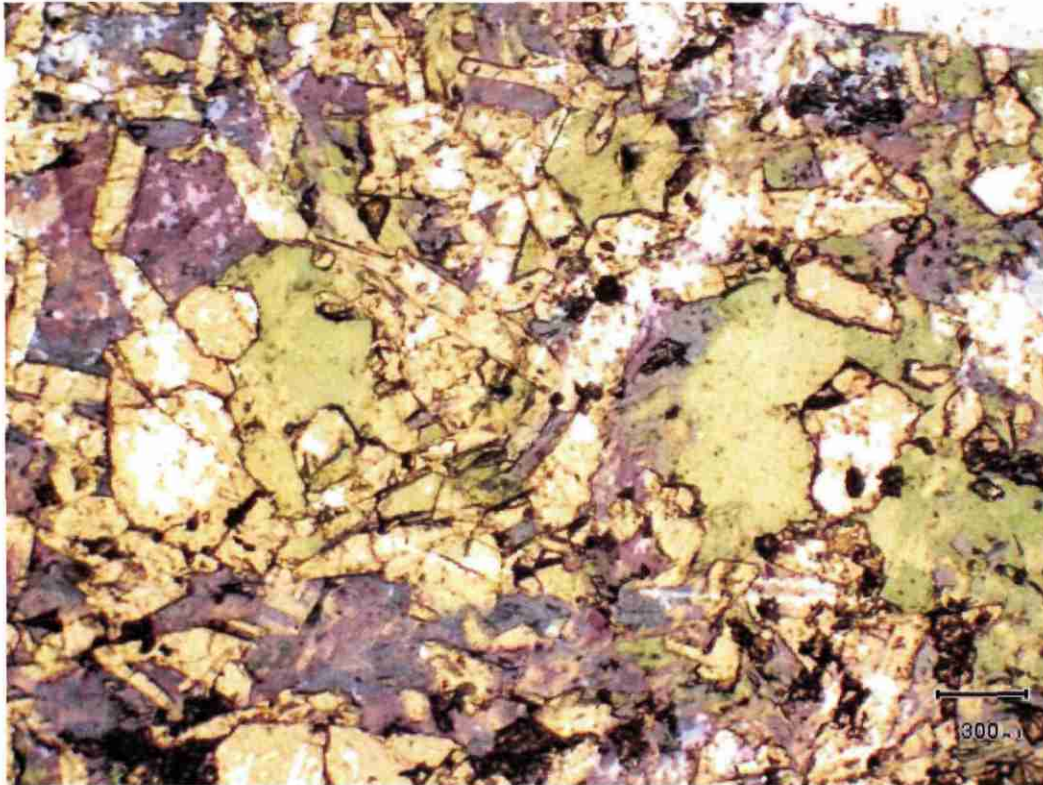
- L'amphibole bleue, composant essentiel de la matrice, est de **glaucophane** ;
- Le **grenat rosé**, est de l'almandin, très légèrement plus calcique (CaO = 9,38 % à 10,4 %) que celui de l'éclogite BS 504 (autour de 8 % de CaO) ; il inclut, en plus de la **chlorite** liée à son altération, des cristaux de **rutile** et de **sphène** ;
- L'**épidote** (pistacite) est largement cristallisée, dans la matrice, en prismes zonés, indépendants et divergents ;
- La **chlorite verte** forme des plages homogènes, parfois de la taille des grenats, qu'elle remplace plus ou moins complètement ;
- Accessoires : nombreux cristaux de **rutile** (dans le grenat et l'épidote), de **sphène** dans la matrice ; quelques lamelles de **phengite**.



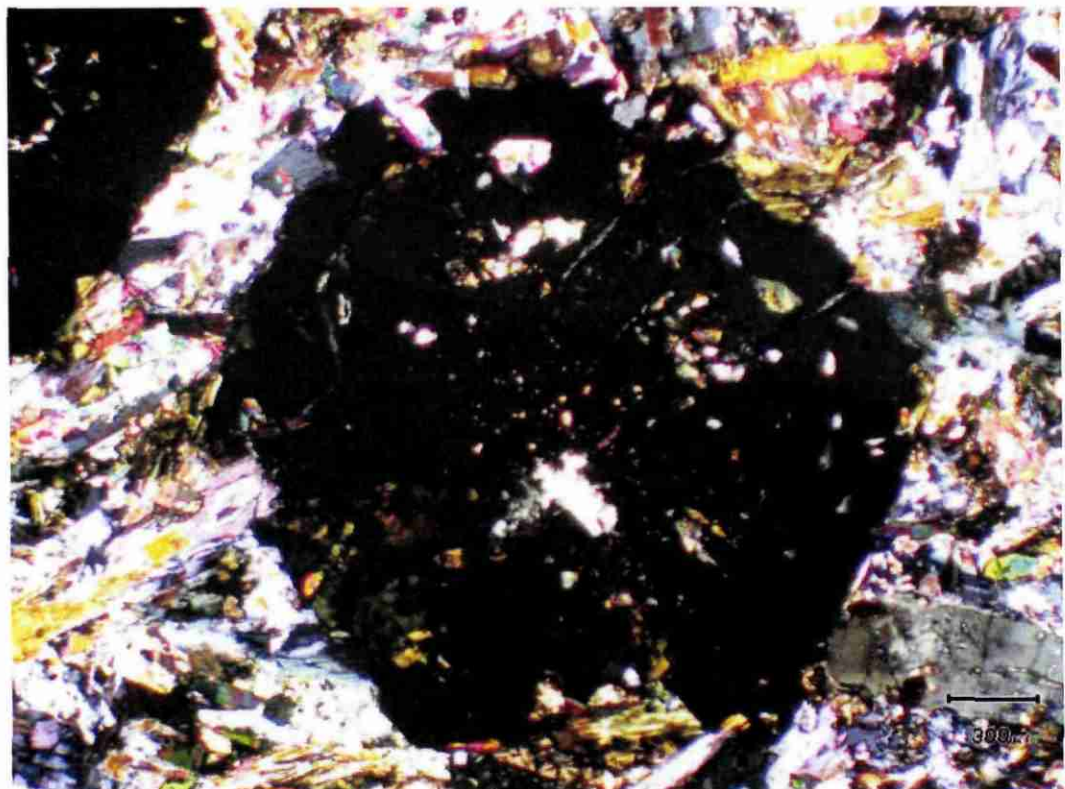
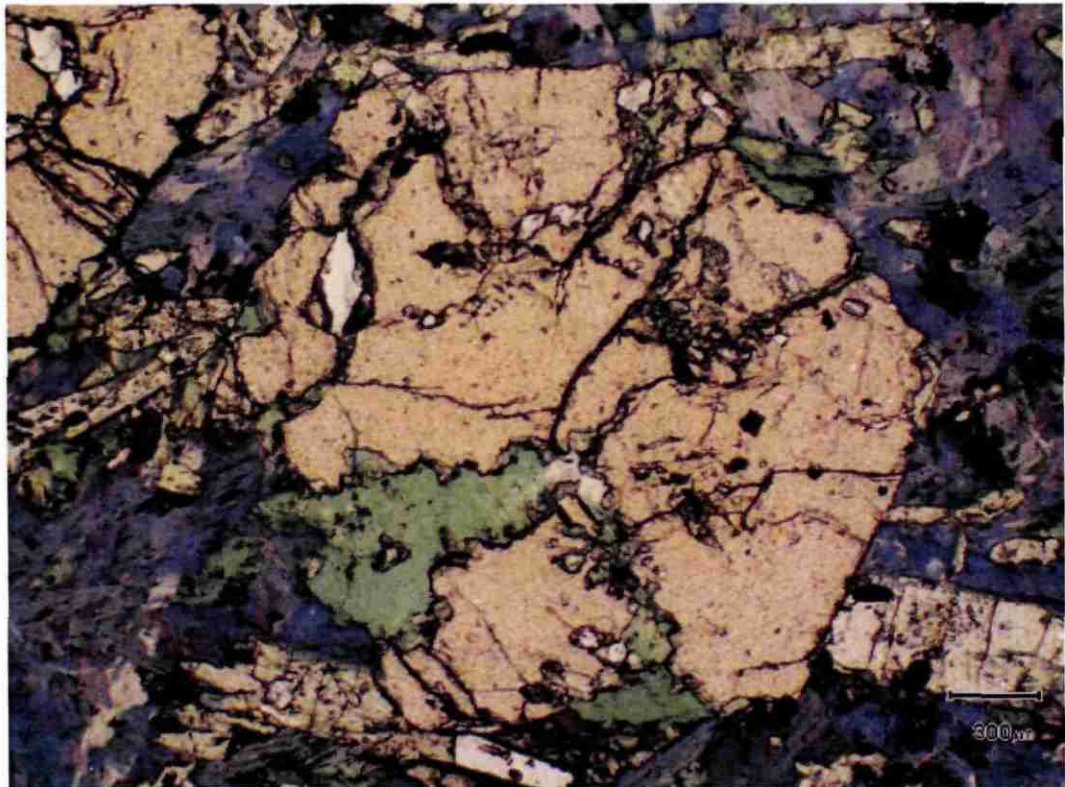
BS 458 – Métabasalte à glaucophane (bleu) et grenat (rosé), prismes divergents d'épidote et nombreux cristaux de rutile et de sphène (sombres). Lumière « naturelle » (x 20)



BS 458 – Métabasalte à glaucophane, grenat et épidote. Lumière « polarisée » (x 20)



BS 458 – Deux blastes de grenat en grande partie chloritisés (teintes verdâtres), dans une matrice riche en glaucophane (bleu) et épidote (incolore, forte bi-réfringence).. Lumière « naturelle » et « polarisée » (x 20)



BS 458 – Détail d'un blaste de grenat fracturé et présentant un début de chloritisation, dans la matrice bleue, riche en glaucophane.. Lumière « naturelle » et « polarisée » (x 20).

Lame mince **BS 462** (n° de série BRGM : C50663) (photos page suivante)

Nature de la roche : **Schiste albitique à grenat (et possible glaucophane)**

### Texture

Matrice de grain très fin, principalement lépidoblastique (rubans phylliteux prédominants), porphyroblastique et présentant une schistosité à composante cisailante.

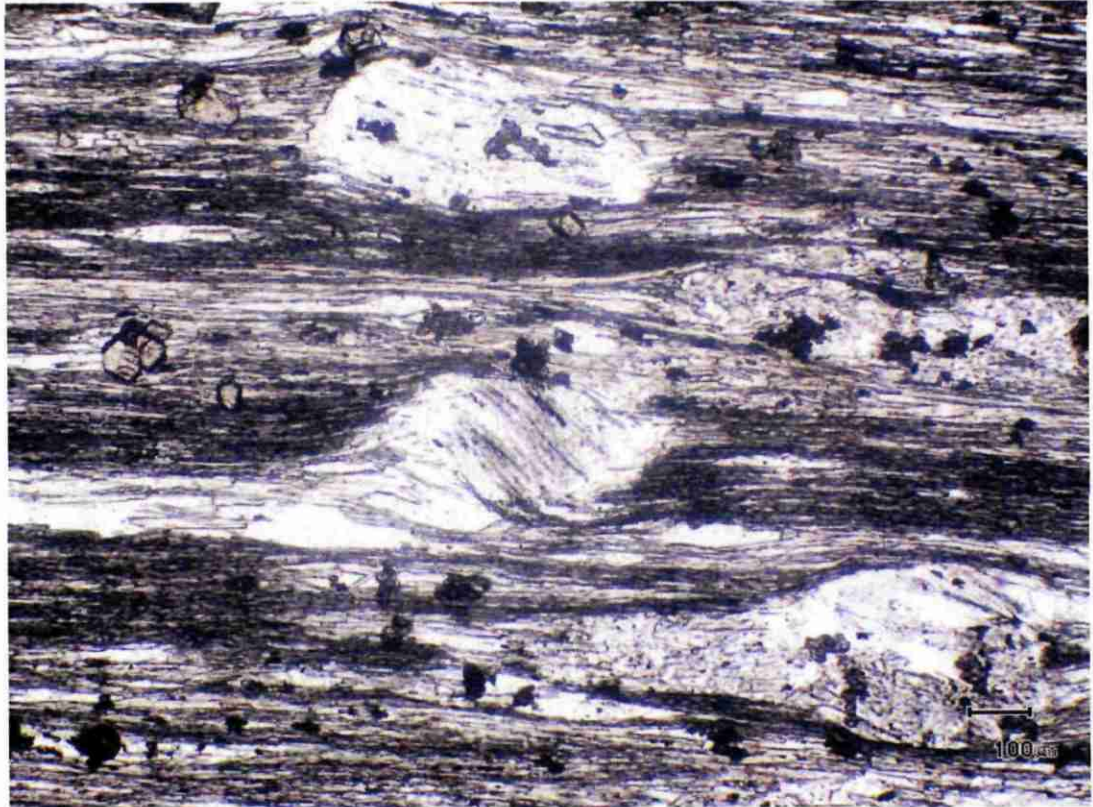
Des porphyroblastes d'albite pouvant atteindre le millimètre renferment des inclusions légèrement sigmoïdes qui soulignent un plan *Si* interne, oblique sur la schistosité externe *Se* ; des ombres de pression asymétriques indiquent un cisaillement dextre apparent (photos).

Des blastes automorphes de grenat, de 50 à 150 µm, sont abondants, aussi bien dans la matrice que dans certaines albites.

### Composition minéralogique

*(Analyses microsonde n° 16 à 25 du 5 mars)*

- Le feldspath est de l'**albite**, sous forme de porphyroblastes à inclusions sigmoïdes (de quartz et sphène ou rutile) . Il est abondant.
- La matrice est principalement composée de lamelles de micas blancs (**phengite**, an. 25), semblant dans certains rubans plus sombres, intimement associées à une amphibole fibreuse probable (**glaucophane** ?) qui n'a pas été analysée (trop ténue) ;
- Elle comporte de nombreux petits blastes automorphes de **grenat riche en spessartine** (an. 22 et 23) : > 12,5 % MnO ;
- Du **quartz** forme des lentilles très étirées, à texture granoblastique polygonale, et les ombres de pression autour des blastes d'albite et de grenat ;
- Accessoires : très nombreux cristaux de **sphène** ; apatite.



BS 462 - Gneiss albitique à grenat. Lumière « naturelle » ci-dessus, « polarisée » ci-dessous (x 40).

Porphyroblastes d'albite à inclusions sigmoïdes et à ombres de pression asymétriques : cisaillement senestre apparent.



Lame mince **BS 465** (n° de série BRGM : C50664) (photos page suivante)

Nature de la roche : « **Quartzite** » à **magnétite, grenat, pyroxène sodique** : roche magmatique alcaline silicifiée et métamorphosée, de type **rhyolite peralcaline probable**.

### Texture

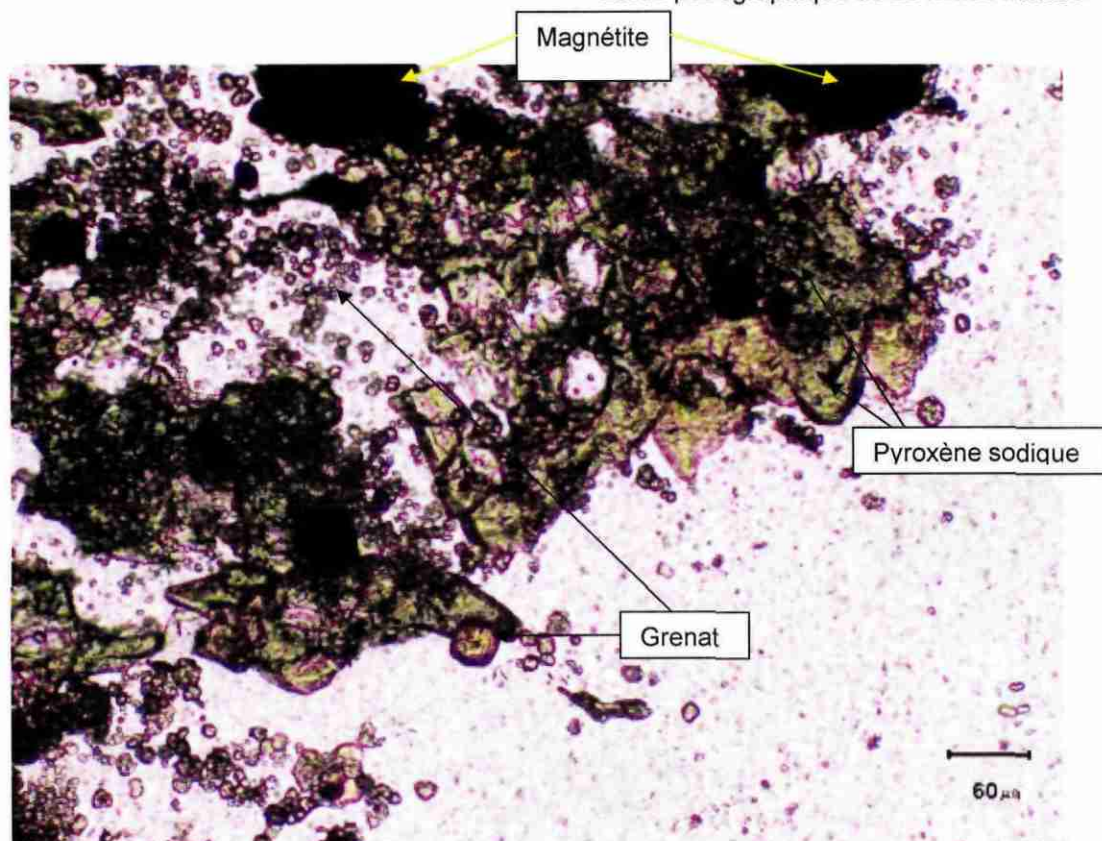
Roche à texture granoblastique (quartz prédominant, lié à la silicification d'une roche volcanique) ; à groupes de cristaux opaques  $\pm$  alignés : alignements différemment orientés, correspondant à des veines hydrothermales, estompées par la recristallisation métamorphique.

Cristaux automorphes de très petits grenats, associés à des « reliques » de minéraux ferro-magnésiens.

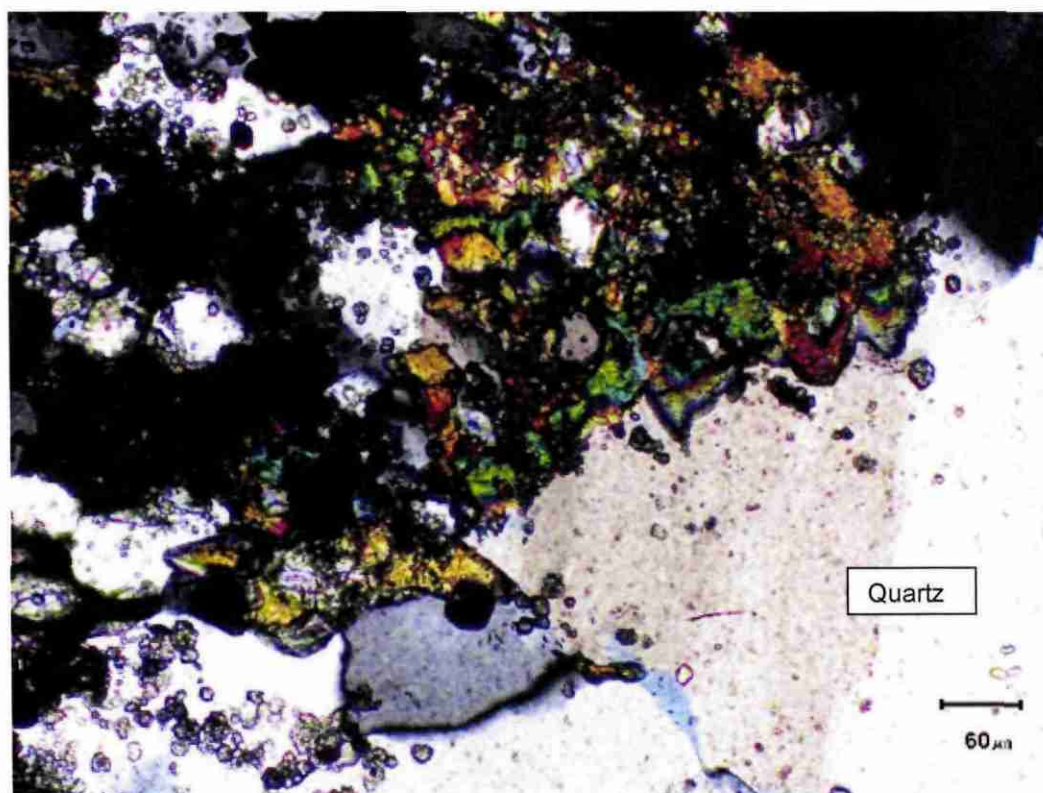
### Composition minéralogique

(Analyses microsonde n° 63 à 72 du 5 mars)

- Le **quartz** est le minéral le plus abondant, sous forme d'assemblage granoblastique à tendance mosaïque, résultant d'une **silicification hydrothermale** de la mésostase de la roche ;
- Les opaques sont des oxydes (**magnétite**, an. N°69), abondants sous forme de traînées cristallines  $\pm$  orientées ou « schlierens » ;
- Des cristaux prismatiques trapus et colorés (vert pâle), sont de pyroxène sodique : **augite aegyrinique** (an. 64 à 68, 70 et 71), possibles **reliques de la roche volcanique originelle** dont ils composaient les **phénocristaux** ;
- Le **grenat** est présent sous forme de multiples cristaux automorphes minuscules, souvent associés aux ferro-magnésiens ; il est riche en Spessartine (MnO > 31 %).



BS 465 – Quartzite à augite aegyrinique, magnétite et grenat – Lumière « naturelle » (x 100)



BS 465 – Même zone que photo précédente. Lumière « polarisée » (x 100)

Lame mince **BS 499** (n° de série BRGM : C50665) (photos page suivante)

Nature de la roche : **Schiste plissé à glaucophane, épidote, chlorite et phengite**

### **Texture**

Principalement lépido-nématoblastique (micas et amphiboles étant les phases minérales les plus abondantes).

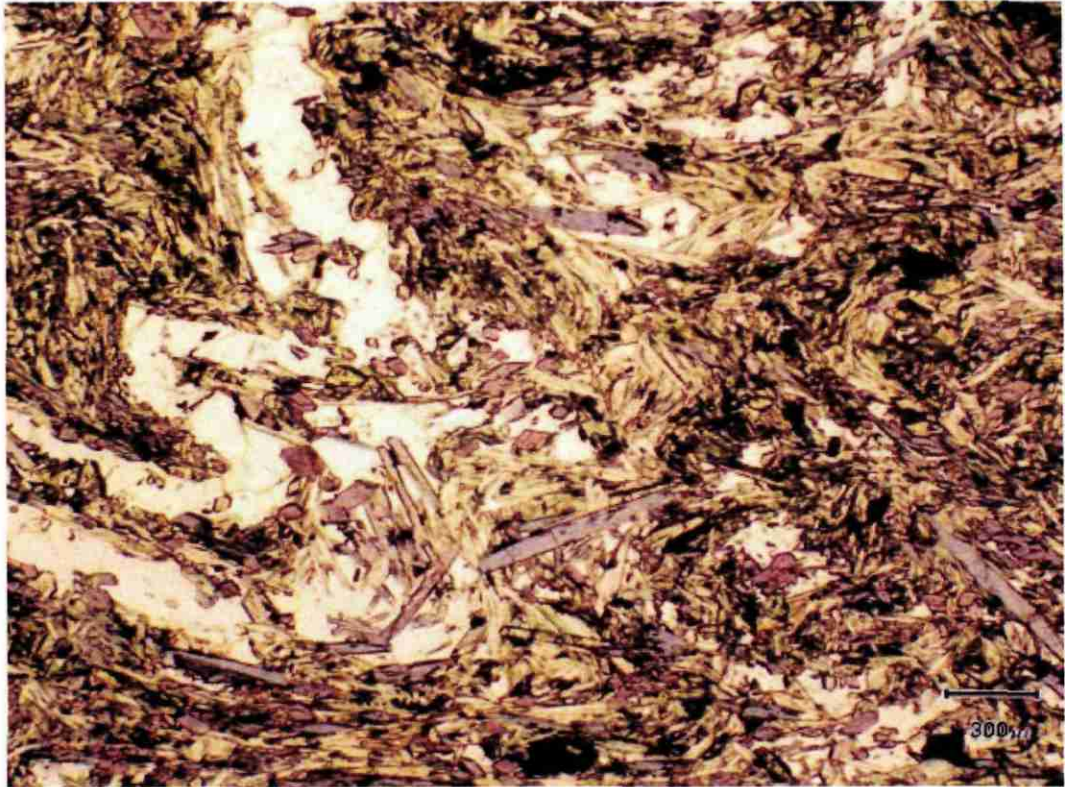
Ces minéraux allongés soulignent une schistosité crénulée, le plan de crénulation étant très bien marqué par des alignements de prismes d'amphibole bleue et, localement, par des cristaux de sphène.

Quelques lentilles et rubans plissés de quartz forment des assemblages granoblastiques polygonaux.

### **Composition minéralogique**

*(Analyses microsonde n° 91 à 102 du 5 mars)*

- Amphibole bleu-violet : glaucophane en longs prismes atteignant 1 à 2 millimètres ; ils soulignent la schistosité plissée –et surtout le plan de crénulation– ;
- Mica blanc (**muscovite phengitique**, an. 97-98), associé fréquemment à de la **chlorite** très pâle, car magnésienne (an. 96 et 102) ;
- **Epidote** : très nombreux prismes colorés (jaunes) car riches en fer (an. 94 à 96, et 100) ;
- **Quartz**, en assemblages granoblastiques polygonaux formant soit des lentilles, soit des filonnets ou rubans plissés et plus ou moins tronçonnés ;
- Accessoires : **oxydes de Fe + Ti** altérés en leucoxène, et **sphène** (cristaux automorphes), **apatite**.

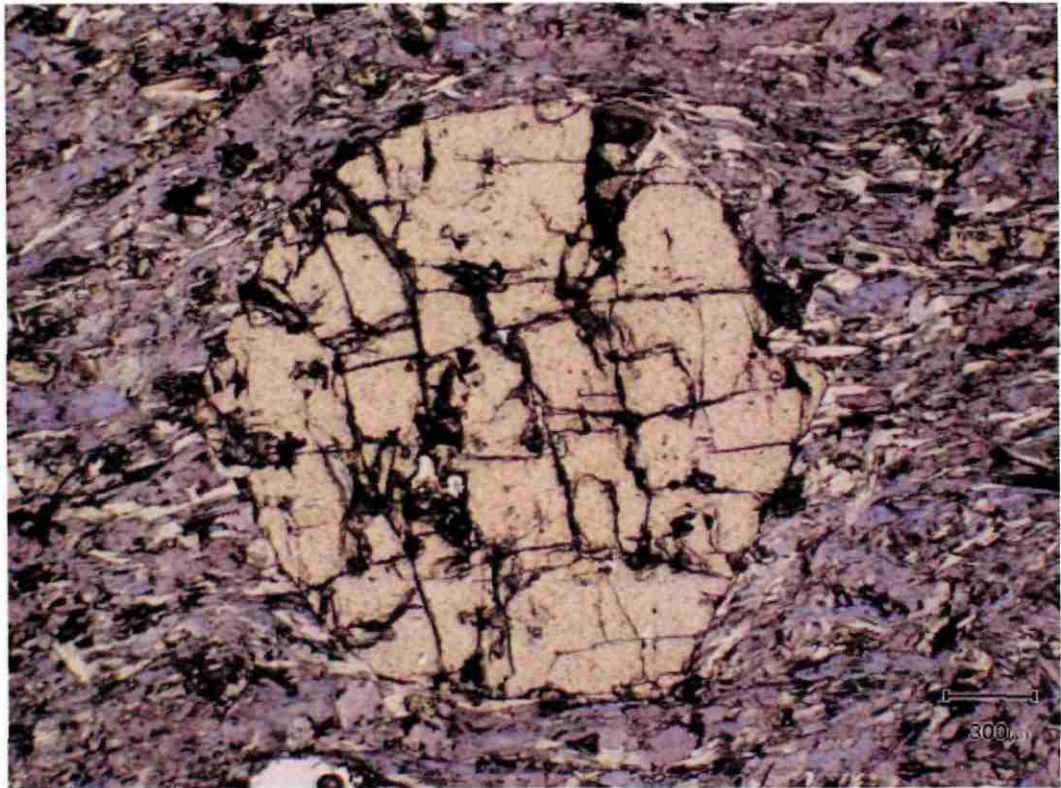


BS 499 – Schiste microplissé à glaucophane. Lumière « naturelle » (x 20)

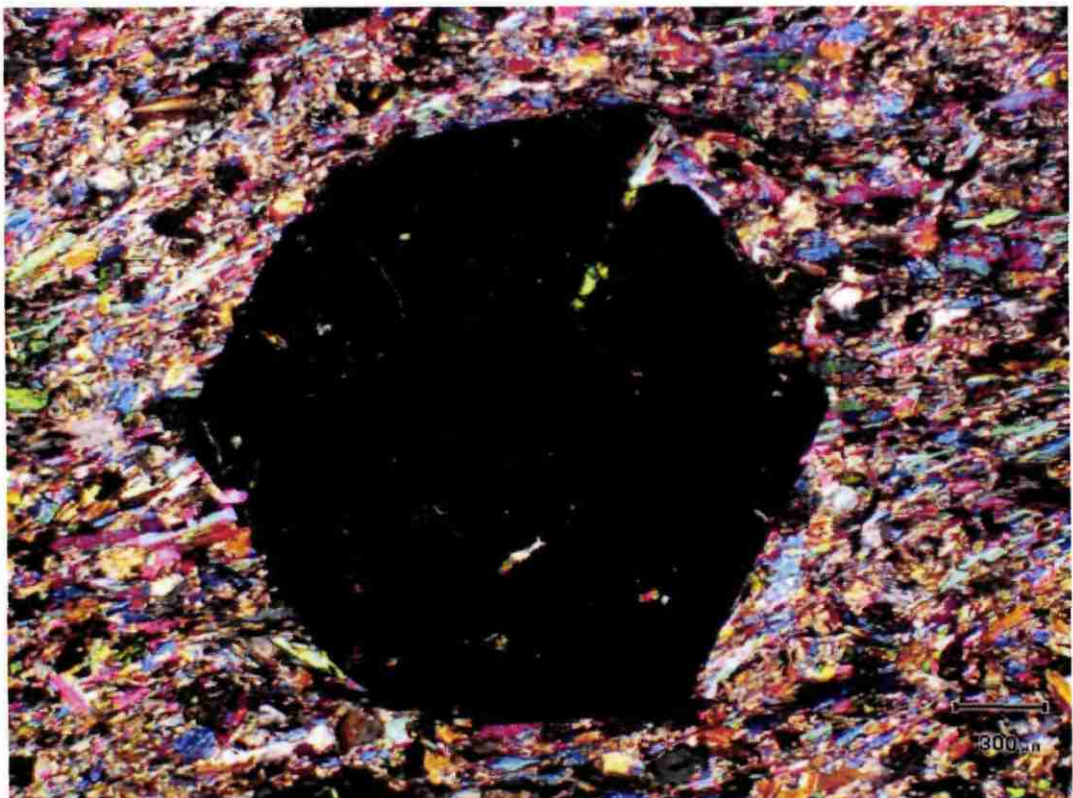


BS 499 - Schiste microplissé à glaucophane. Lumière « polarisée » (x 20)

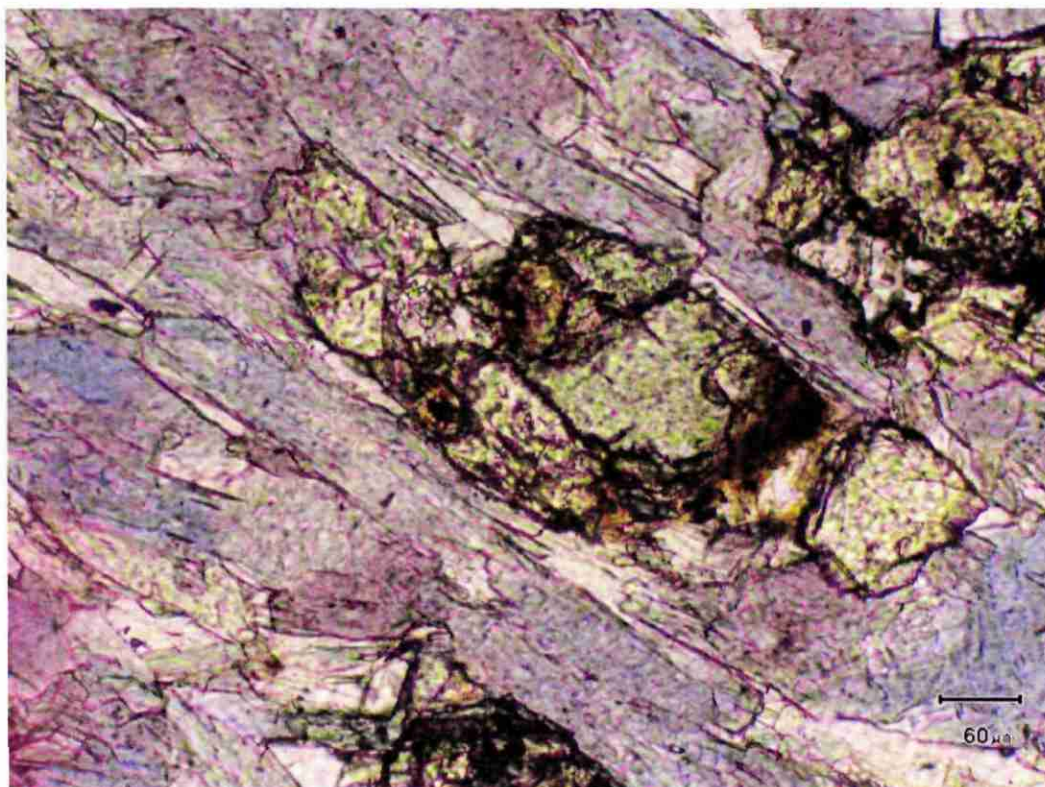
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <u>Lame mince <b>BS 504</b> (n° de série BRGM : C50666) (photos pages suivantes)</u>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Nature de la roche : <b>Eclogite à glaucophane</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| <b><u>Texture</u></b><br><br>Porphyroblastique (grenats automorphes de 2-3 mm), dans une matrice nématolépidoblastique de grain très fin (amphibole bleue, prédominante) et orientée (schistosité). Les blastes de grenats sont moins abondants que ceux du metabasalte BS 458.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| <b><u>Composition minéralogique</u></b><br><br>(Analyses minéraux à la microsonde n° A58 à A85) <ul style="list-style-type: none"><li>• <b>Grenat</b> rosé, en <b>porphyroblastes</b> fracturés, non chloritisés (contrairement à BS 458) ; avec clinopyroxène (omphacite) ± épidote et, localement apatite, dans les fractures ; clinopyroxène (omphacite) et phengite sont aussi observées au contact et à l'extérieur du grenat, en « zones abritées », ou ombres de pression ;</li><li>• <b>Matrice</b> composée :<ul style="list-style-type: none"><li>• d'amphibole bleue (<b>glaucophane</b>), prédominante, ± orientée et associée à du mica blanc, <b>phengitique</b> (soulignant le plan de schistosité) ;</li><li>• d'<b>épidote</b> (jaune) assez abondante, en prismes plus ou moins orientés parallèlement aux lamelles micacées ;</li><li>• de prismes de <b>clinopyroxène</b> vert pâle (<b>omphacite</b>), épars et semblant en reliques, associées à l'épidote,</li><li>• de <b>sphène</b>, fréquent dans la matrice, sous forme de gros cristaux ;</li><li>• Des traces d'<b>albite</b> (an. A70) sont analysées dans la matrice, et présentes dans une fracture de grenat (liée à la rétro-morphose de l'éclogite) ;</li></ul></li></ul> |



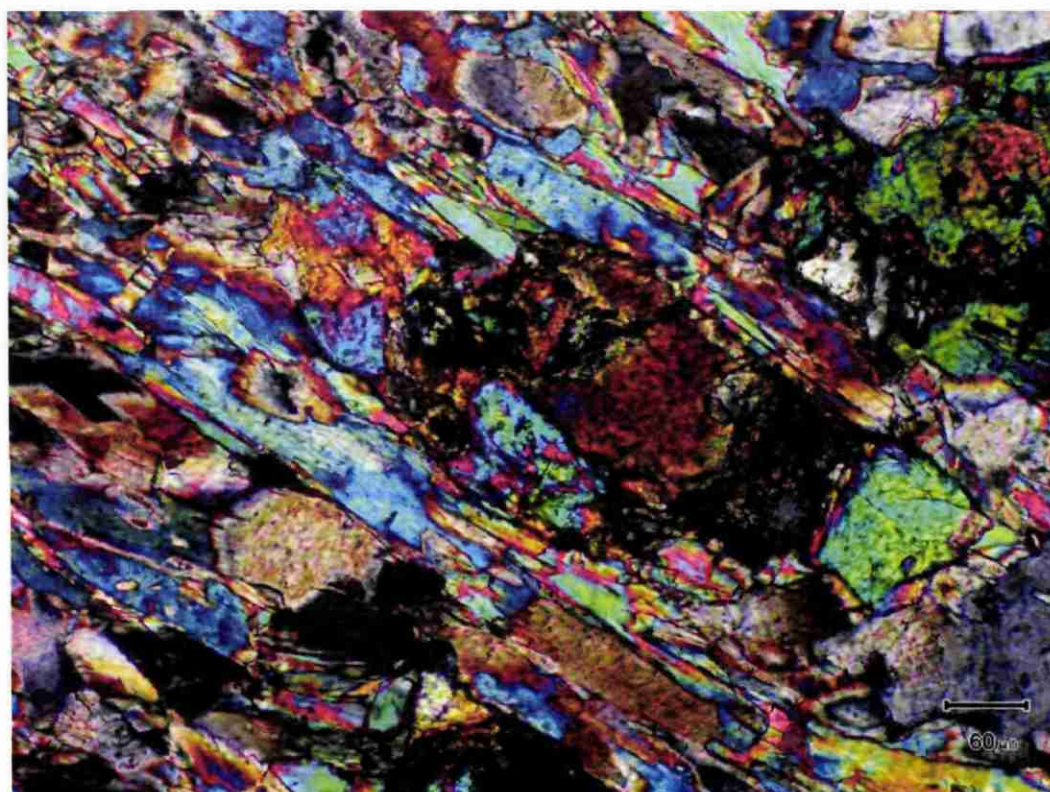
BS 504 – Grenat automorphe au sein de la matrice bleue (riche en glaucophane). « Lumière naturelle » (x 20).



BS 504 – Même grenat automorphe que photo précédente. Lumière « polarisée » (x 20)



BS 504 – Omphacite verdâtre, associé à de l'épidote au sein de la matrice bleue, riche en glaucophane. Lumière « naturelle » (x 100)



BS 504 – Idem photo précédente. Lumière « polarisée » (x 100).



Lame mince **BS 523** (n° de série BRGM : C50667) (photos pages suivantes)

Nature de la roche : **Schiste albitique à glaucophane**

### Texture

De grain grossier, granonématolépidoblastique : albite abondante, amphibole et mica soulignant la schistosité crénelée.

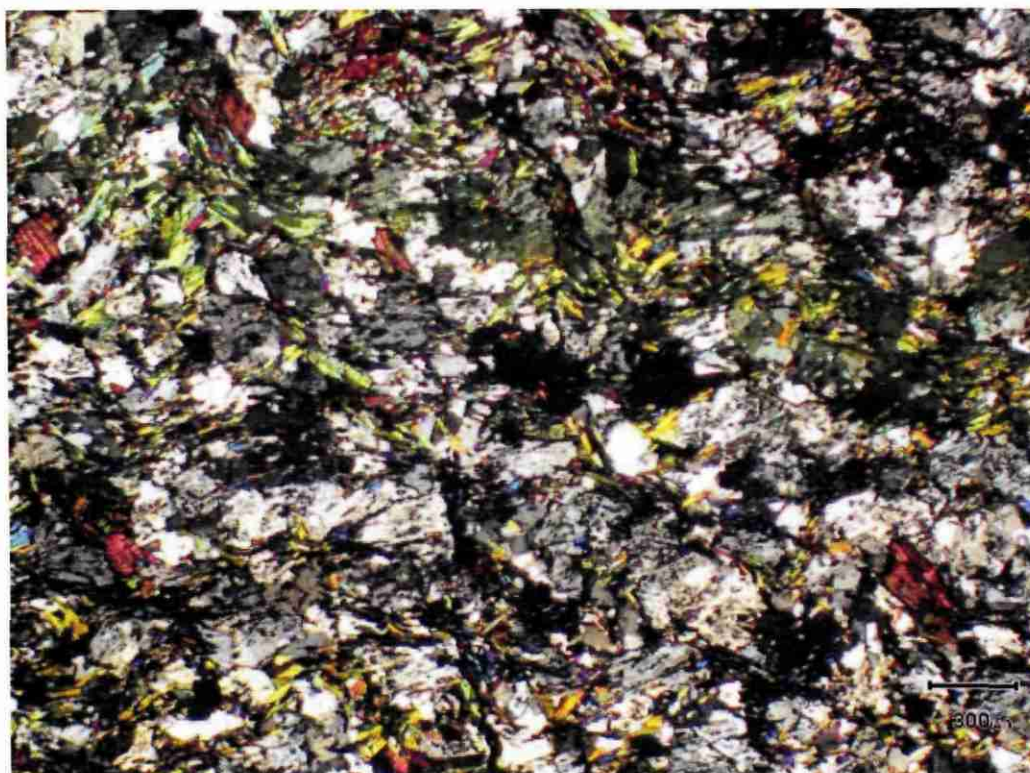
### Composition minéralogique

*(Analyses microsonde n°31 à 44 du 5 mars)*

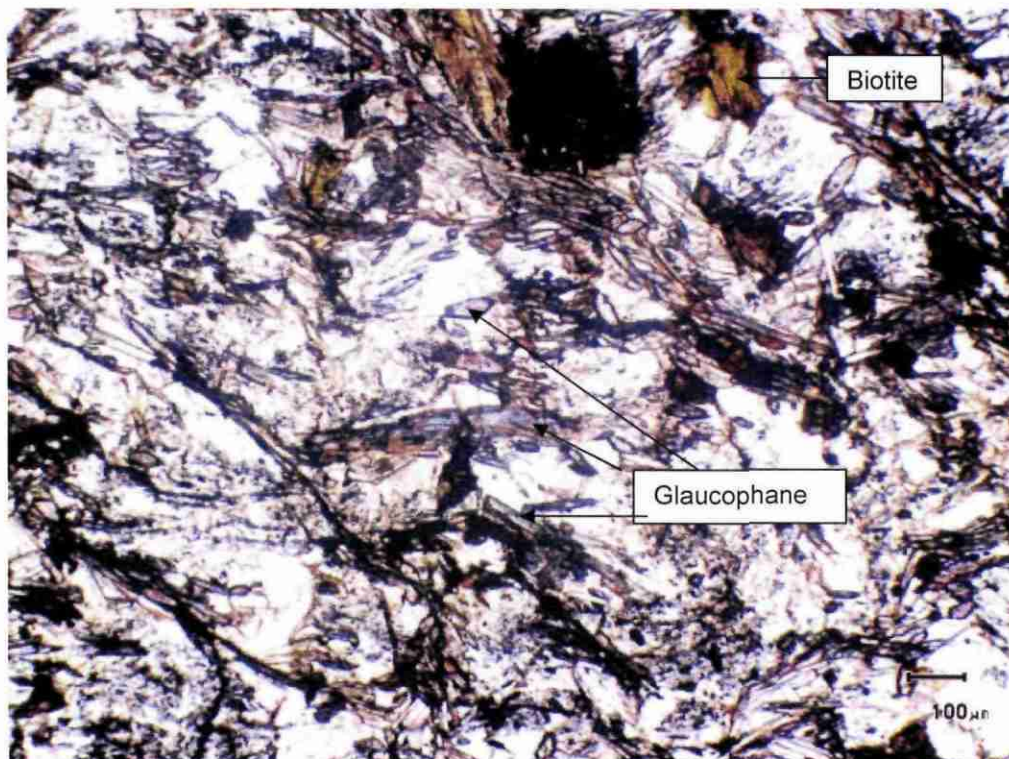
- **Blastes d'albite**, prédominants : ils forment le fond clair, granoblastique polygonal ;
- Prismes aciculaires de **ferro-glaucophane** (15 à 18,5 % FeO : an. 31, 40-41, 44), abondants ;
- Multiples et fines lamelles de **muscovite phengitique** ;
- Quelques grandes lamelles de **biotite** affectées par la déformation (crénelation) et en voie de **chloritisation** (an. 33 à 37) ;
- Le **sphène** est fréquent, disséminé dans la matrice.



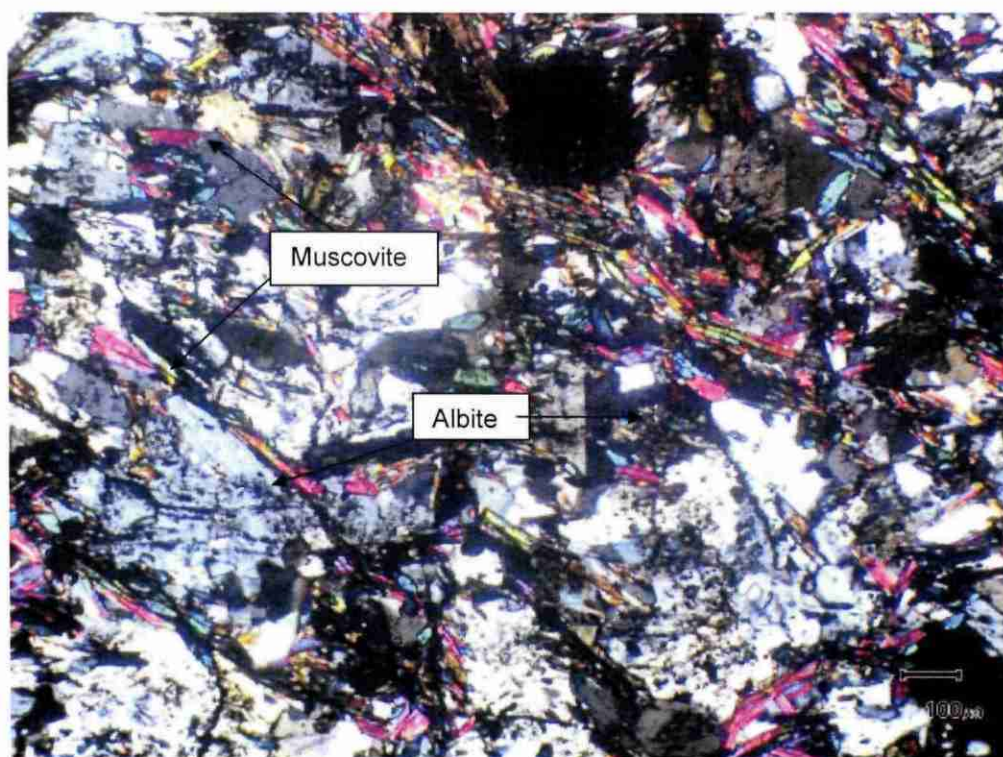
BS 523 – Schiste albitique à glaucophane, schistosité crénulée – Lumière « naturelle »  
(x 20)



BS 523 – Schiste albitique à glaucophane – Lumière « polarisée » (x 20)



BS 523 – Schiste albitique à glaucophane, schistosité crénulée. Lumière « naturelle »  
(x 40)



BS 523 – Schiste albitique à glaucophane, schistosité crénulée. Lumière « polarisée »  
(x 40)

|

Lame mince **BS 532** (n° de série BRGM : C50668) (*photos page suivante*)

Nature de la roche : **Serpentinite (ultrabasite altérée)**

**Texture et structure**

Texture initiale de la roche totalement effacée par l'altération qui transforme l'ensemble en un minéral fibreux, formant le long de veines (microfractures) des assemblages fibroradiés plus larges.

**Composition minéralogique**

- Serpentine, seul minéral présent, d'après les analyses microsonde n° 26 à 30 du 5 mars.



BS 532 : Serpentine. Lumière « naturelle » et « polarisée » (x 20)

Lame mince **BS 551** (n° de série BRGM : C50669) (photos pages suivantes)

Nature de la roche : **Métadolérite à glaucophane et lawsonite**

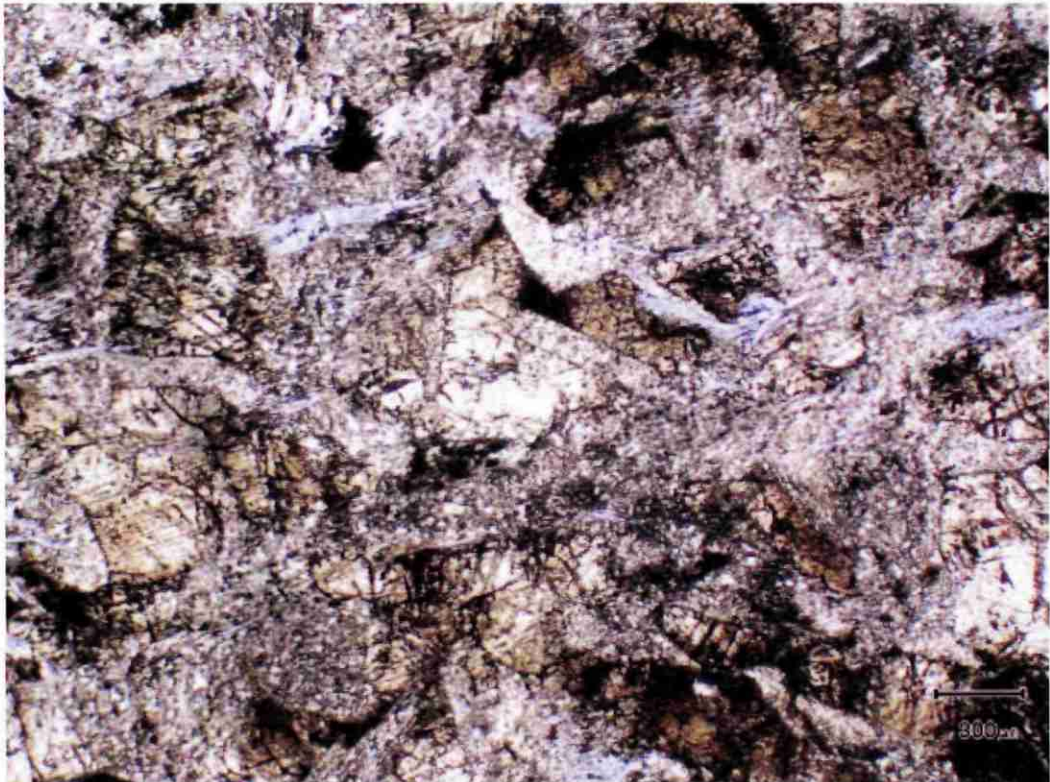
### Texture

Microgrenue ophitique (texture magmatique) estompée par les transformations minérales ; seul, le clinopyroxène « relique » conserve la trace de cet assemblage primaire ; les lattes de plagioclase (en fantômes dans ces pyroxènes) sont remplacées par des mélanges de produits métamorphiques et hydrothermaux ( ? ), plus ou moins lamellaires (chlorites) ou prismatiques (amphibole + lawsonite).

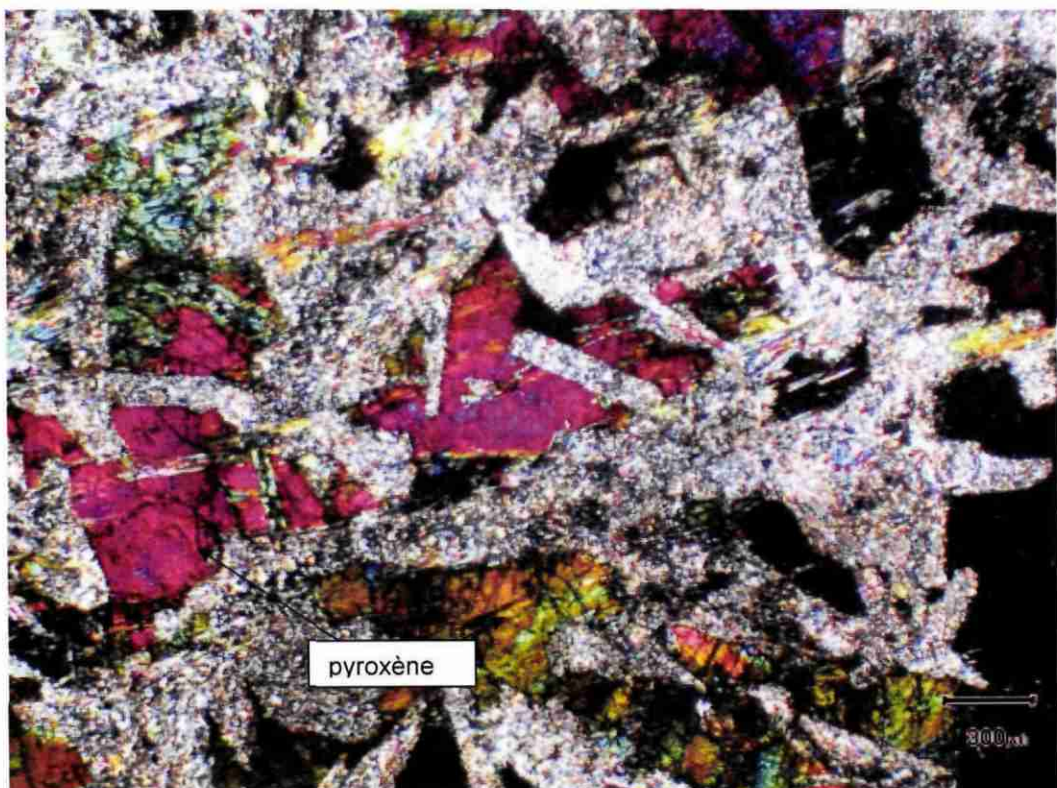
### Composition minéralogique

*(Analyses microsonde n° A86 à A97 du 26/02)*

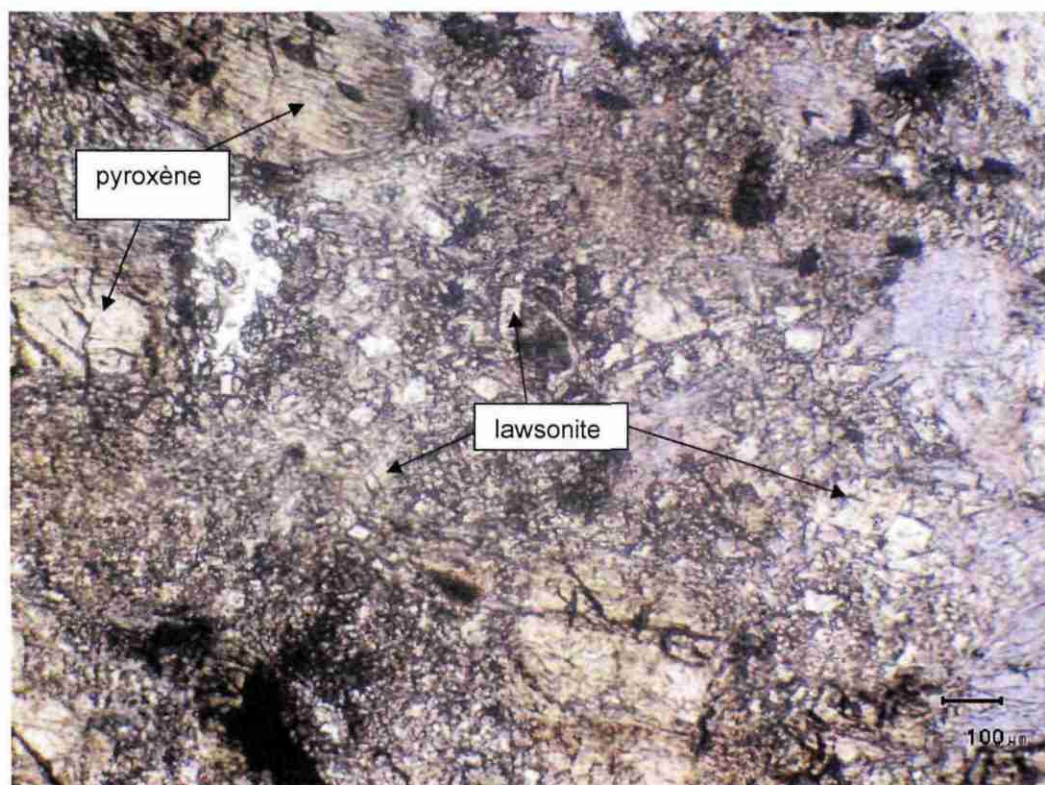
- Reliques de la roche magmatique :
- **clinopyroxène** (augite) en grands cristaux  $\pm$  poecilites autour de lattes de plagioclase (en fantômes, car remplacées par des produits secondaires) ;
- Paragenèse métamorphique, dans la « matrice » renfermant des « fantômes » de plagioclases, sans reliques, et composée :
- d'amphibole bleue, de type **ferro-glaucophane**, prédominante (an. A89, A92, A94) ;
- de **lawsonite**, assez abondante en prismes automorphes, remplaçant des plagioclases ; avec peut-être quelque **prehnite** ;
- des lamelles de **chlorite** (an. 91) ;
- de grands cristaux de **sphène** ; et du leucoxène pseudomorphosant de l'ilménite (cristaux squelettiques typiques) ;
- de quelques cristaux d'**hématite** peuvent remplacer de la pyrite.



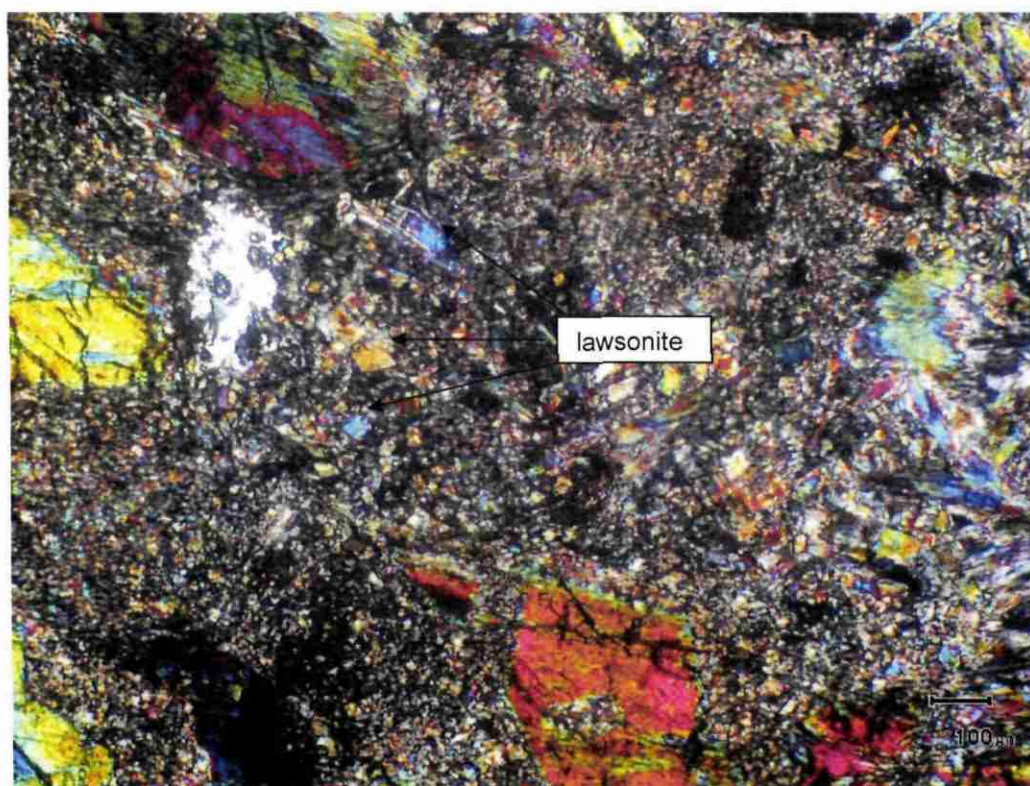
BS 551 - Métadolérite à glaucophane et lawsonite : texture ophitique « fantôme ». Lumière « naturelle » (x 20)



BS 551 Métadolérite à glaucophane et lawsonite. Lumière « polarisée » (x 20)



BS 551 - Détail montrant les prismes de lawsonite. Lumière « naturelle » (x 40)



BS 551 - Idem, en lumière « polarisée » (x 40)



Lame mince **BS 562** (n° de série BRGM : C50670) (photos pages suivantes)

Nature de la roche : **Métavolcanite à albite, glaucophane et lawsonite**

### Texture

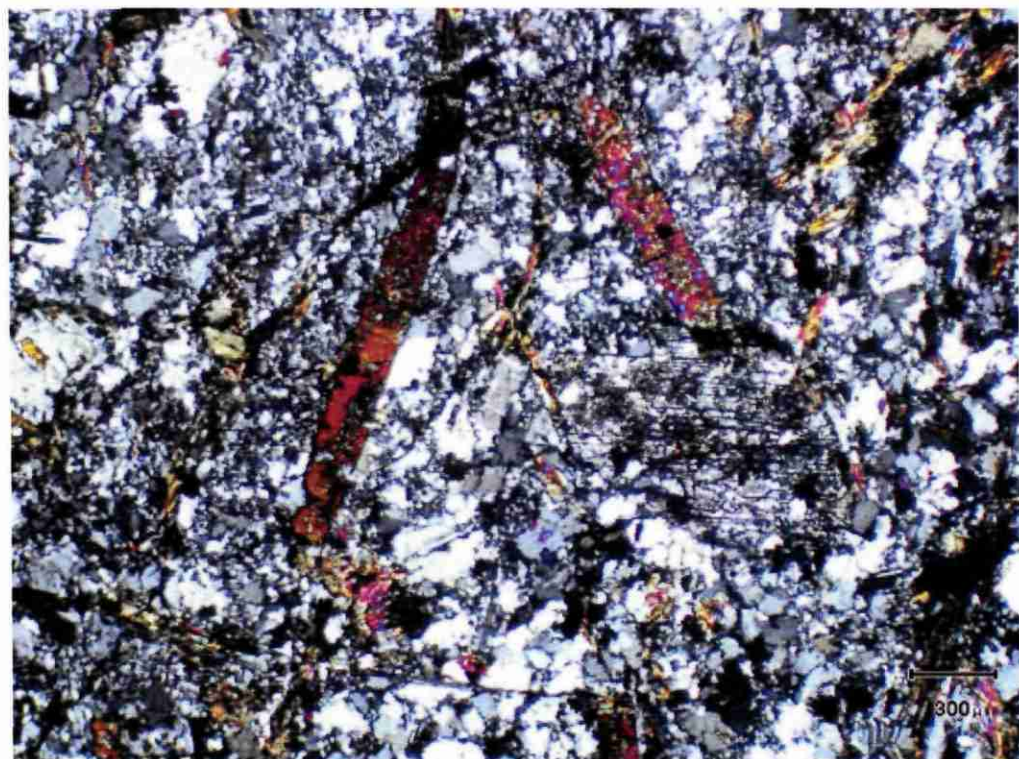
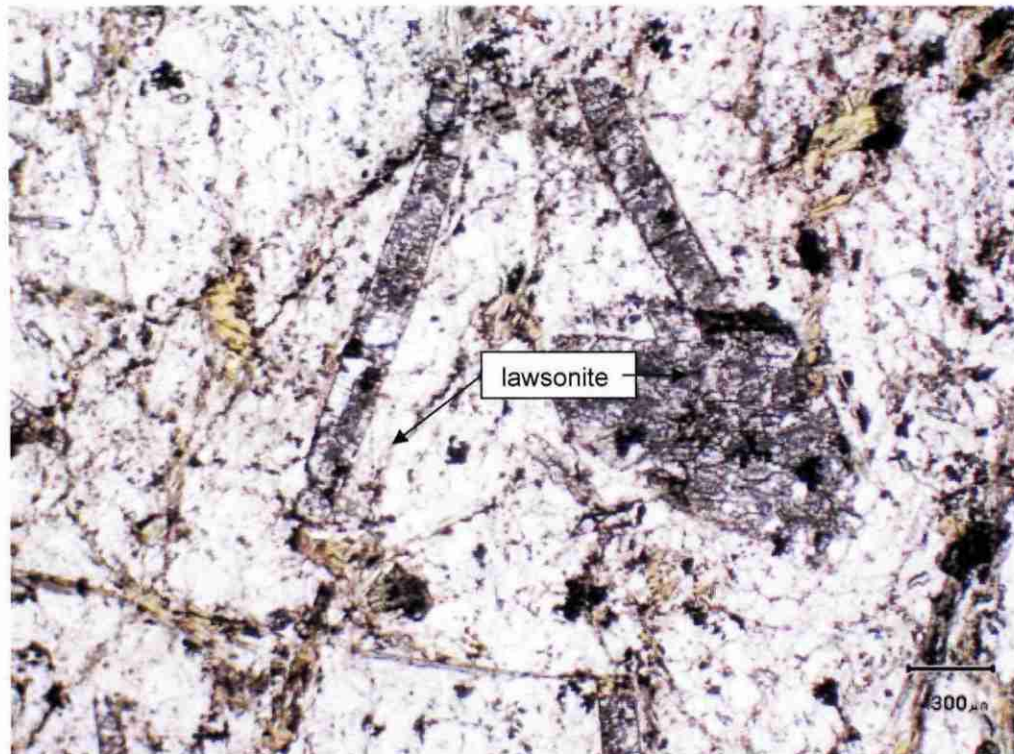
Aucune trace de texture magmatique préservée.

Porphyroblastique (blastés de lawsonite automorphes de 1 à 3 mm) ; matrice granoblastique (essentiellement quartzo-feldspathique) non orientée, à fines amphiboles aciculaires.

### Composition minéralogique

*(Analyses microsonde n° 73 à 90 du 5 mars)*

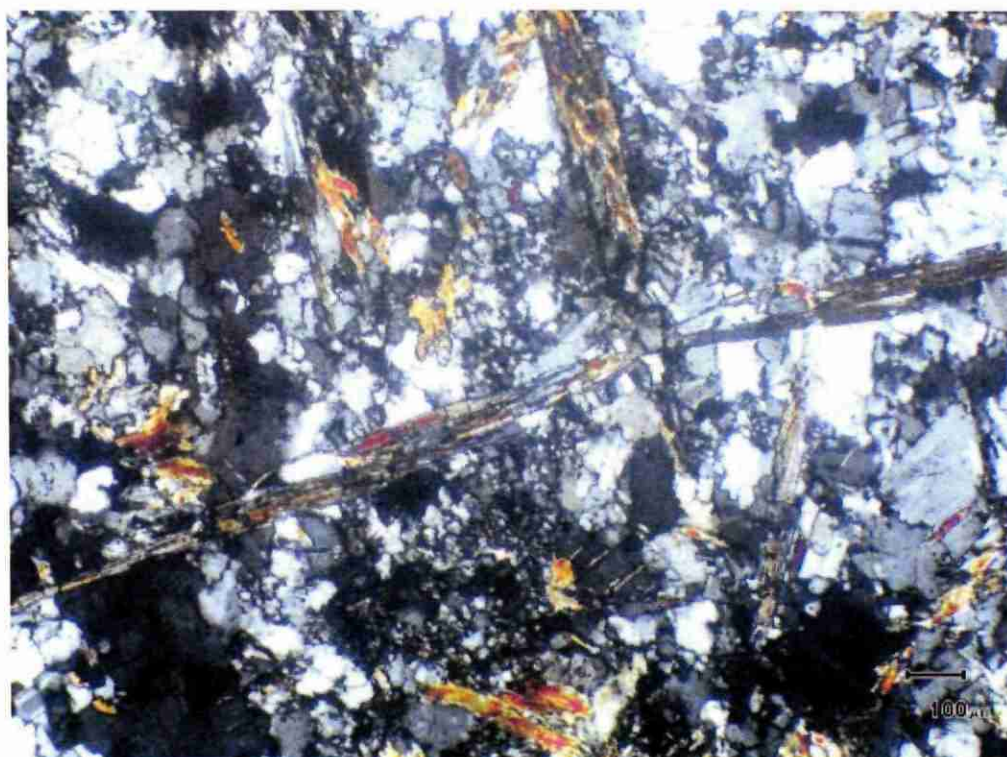
- **Matrice claire** composée de **quartz** et d'**albite** :
- Porphyroblastes de **lawsonite**, abondants, cristallisés en tous sens ;
- Et d'amphibole bleuâtre très claire, aciculaire et plus ou moins microfracturée (avec phyllites dans les fractures) : **glaucophane** riche en magnésium (12 à 13 % de MgO, contre 6 à 7 % de FeO seulement –comme dans BS444) ;
- Phyllites jaunes (**chlorites** ou **smectites**, an. 81-82), en groupes lamellaires  $\pm$  sinueux, semblant tardifs (en particulier pouvant provenir de l'altération d'autres minéraux : ancienne biotite possible, par comparaison avec BS450 ou BS523) ;
- Le **sphène** est fréquent, disséminé dans la matrice.



BS 562 - Métavolcanite acide : porphyroblastes de lawsonite, dans une mésostase quartzo-albitique recristallisée. Lumière « naturelle » et « polarisée » (x 20)



BS 562 : Détail : glaucophane en prismes presque millimétriques – Lumière « naturelle » (x 40)



BS 562 - Idem., en lumière « polarisée » (x 40)



Lame mince **AMOS** (n° de série BRGM : C50671) (photos pages suivantes)

Nature de la roche : **Eclogite à glaucophane et épidote**

### Texture

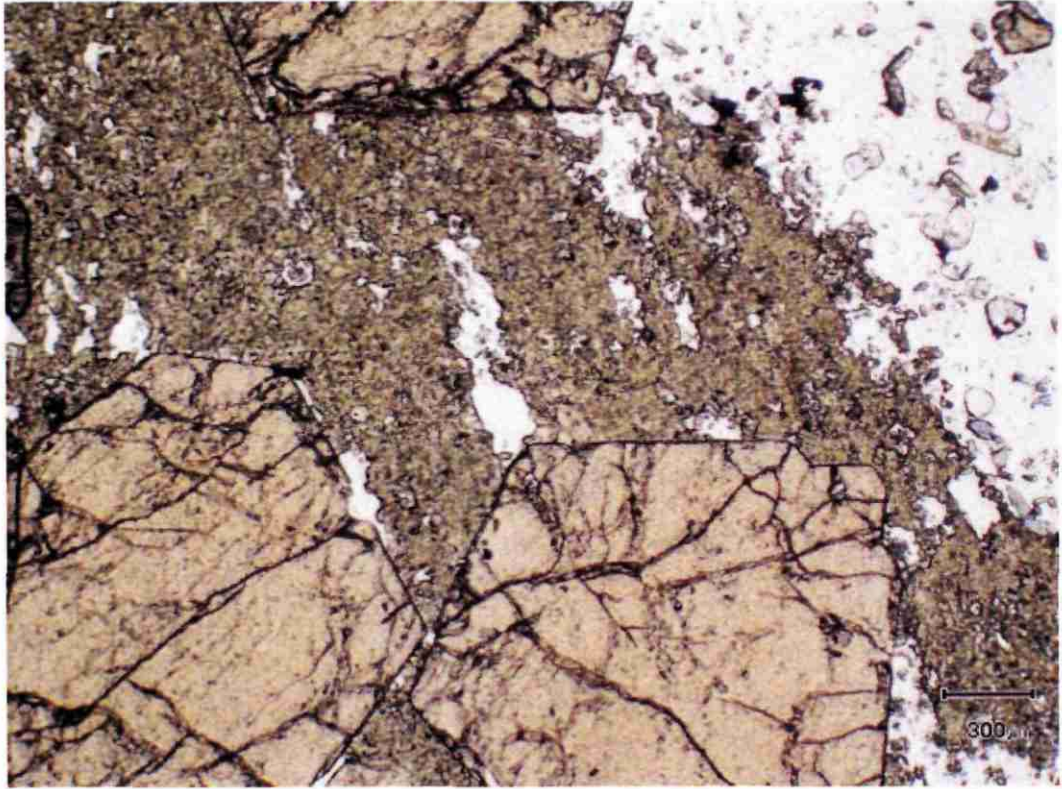
Porphyroblastique (nombreux blastes de grenat automorphes, mesurant de 1 à 4 mm), à matrice granonématoblastique de grain très fin : essentiellement à glaucophane formant un fond bleu massif d'où se détachent des prismes automorphes et jaunâtres d'épidote, non orientée, parsemée de veines quartzuses recristallisées en assemblages polygonaux.

Dans certaines zones, la matrice est composée d'épidote massive, plus ou moins accompagnée de veines quartzuses ; dans ce cas, les grenats sont mieux préservés de l'altération (photos)

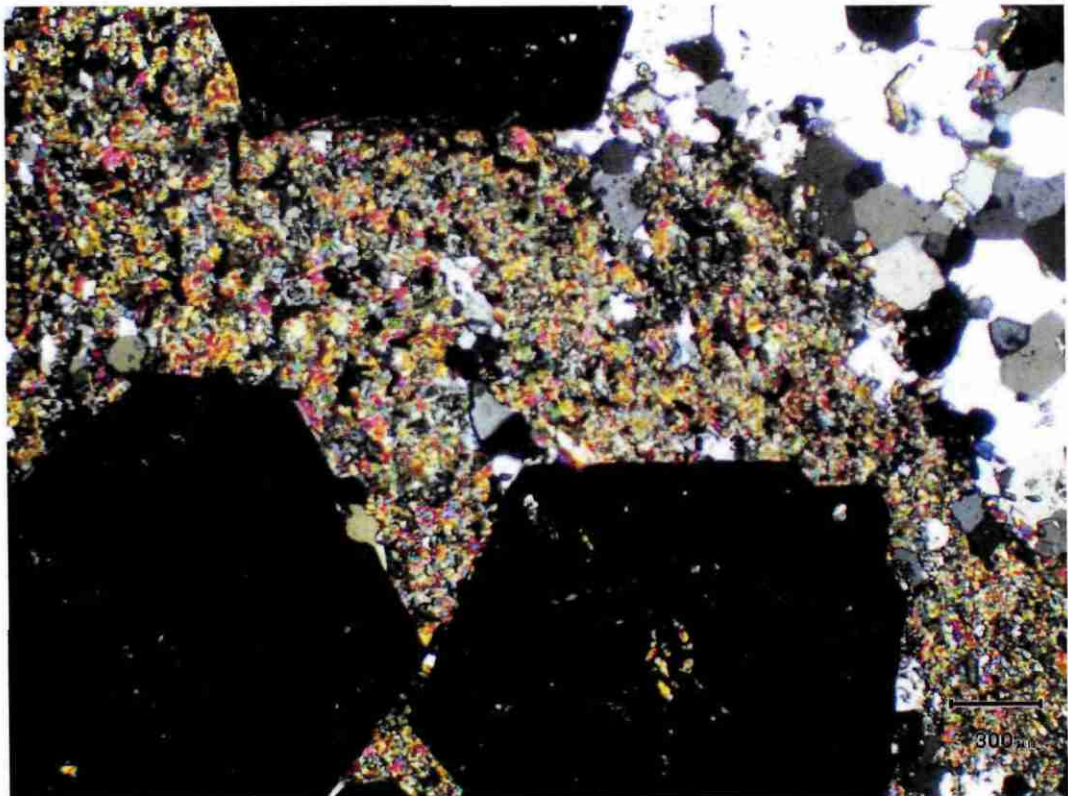
### Composition minéralogique

*(Analyses microsonde n° B47 à B61 du 3 juin 2009 )*

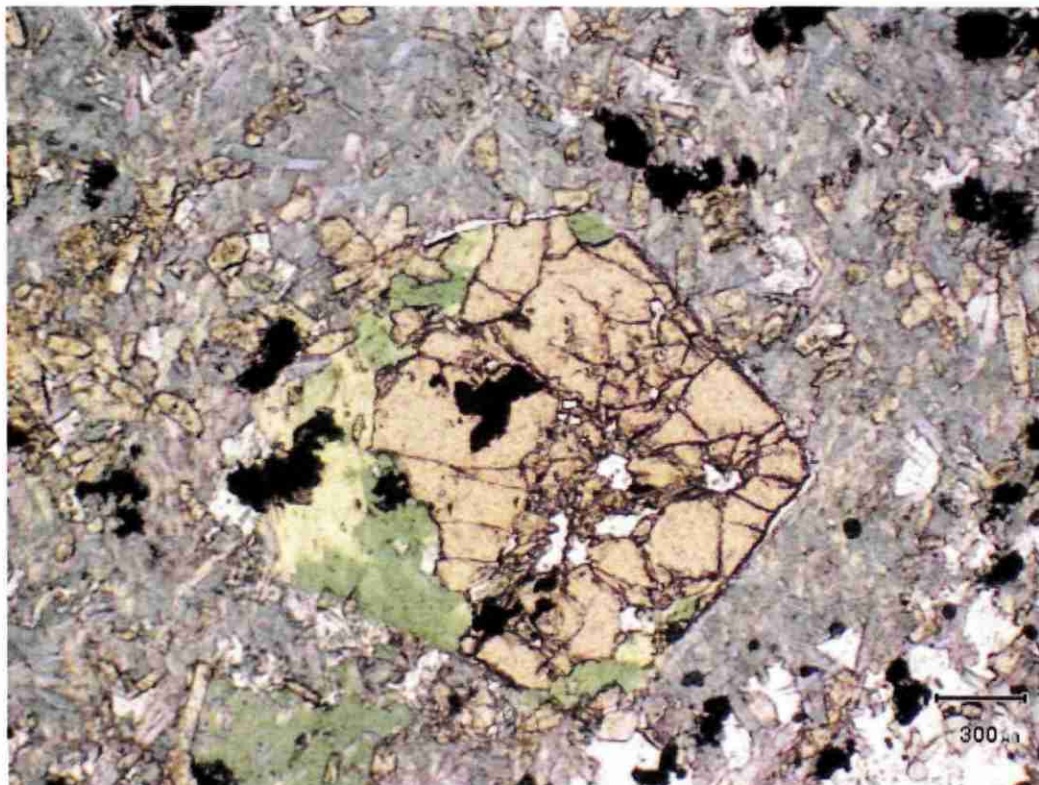
- **Matrice claire**, principalement composée de **glaucophane** et d'**épidote**, avec plages de **quartz** ; localement, elle est totalement **épidotisée** et plus ou moins **silicifiée** (quartz recristallisé en mosaïque polygonale (HT) ;
- **Porphyroblastes** de **grenat**, abondants, automorphes et très légèrement zoné (augmentation du rapport MgO/FeO du cœur vers la périphérie ; certains sont partiellement altérés en **chlorite** ferrique très verte (an. B58), avec quelque **quartz**, et renferment des prismes d'**épidote**, ainsi que du **rutile** (an. B52) ; dans les parties à matrice riche en épidote, ils ne sont pas chloritisés ;
- Le **glaucophane** est riche en fer (an. B53, B56), comparable à celui de l'éclogite BS504 ;
- Accessoirement : le **sphène** est fréquent, autour de **rutile** contenu dans la chlorite ; l'**apatite** est en nombreux cristaux de 100 à 200 µm.



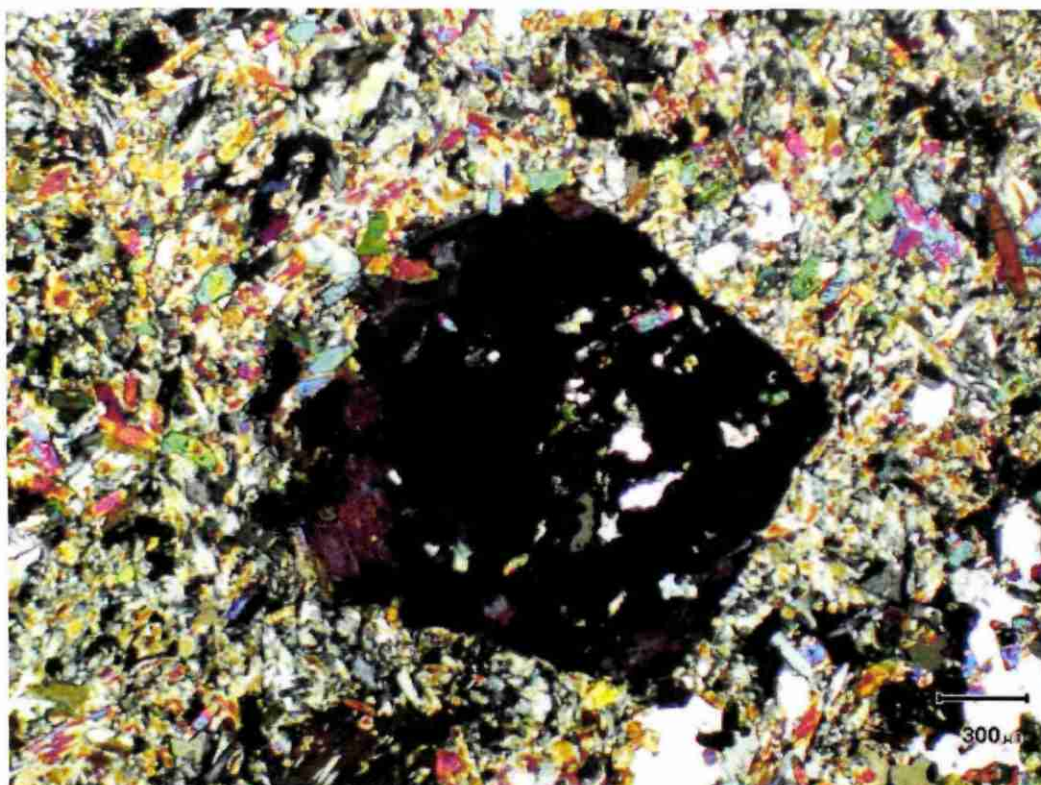
AMOS – Eclogite : porphyroblastes de grenat dans la matrice épidotisée – Lumière « naturelle »  
(x 20)



AMOS - Idem en lumière « polarisée » (x 20)



AMOS : Porphyroblastes de grenat en voie de chloritisation dans la matrice à glaucophane.  
Lumière « naturelle » (x 20)



AMOS – Idem en lumière « polarisée » (x 20)



Lame mince **NC 117 DL-B** (n° de série BRGM : C50517) (photos pages suivantes)

Nature de la roche : Talc schiste à chlorite et spinelle chromifère

### Texture

La texture magmatique initiale a été complètement oblitérée par la cristallisation de la nouvelle paragenèse (silicatée). Seuls composants hérités : des cristaux de spinelle chromifère.

Equante (pas de plan de schistosité visible dans la lame mince), la texture est lépidoblastique de gros grain (les lamelles trapues de talc atteignent le millimètre).

Des plages inframillimétriques de chlorite sont éparées ou, localement, concentrées autour des cristaux de spinelle.

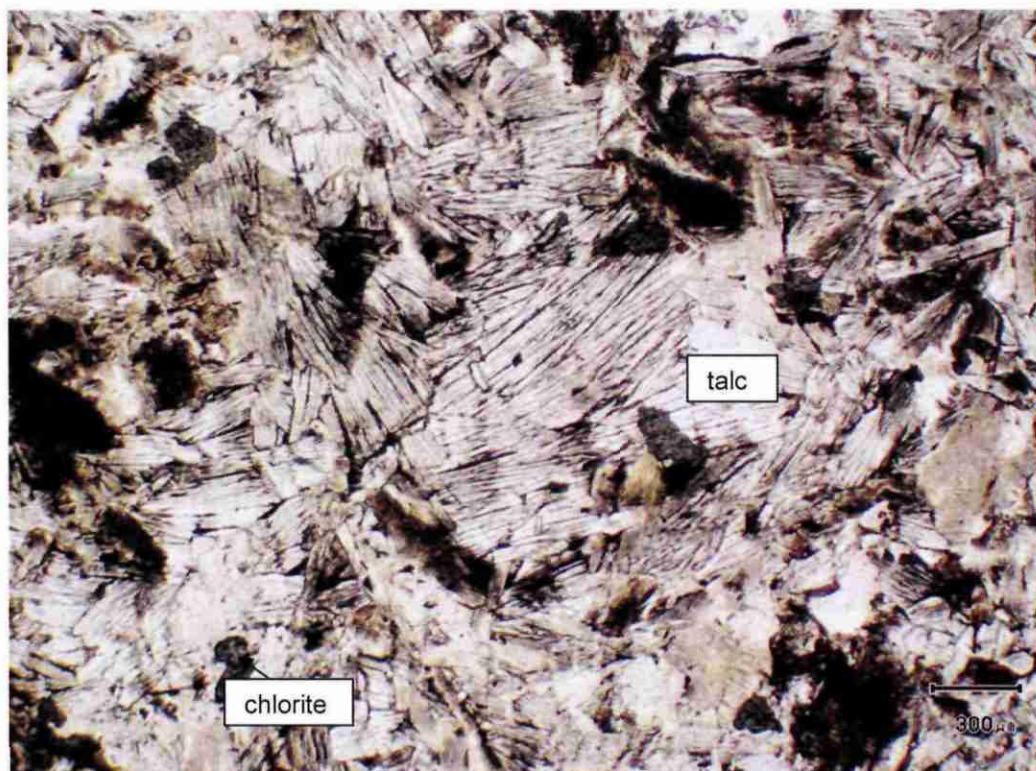
### Composition minéralogique

*(Analyses microsonde n° B62 à B73 du 3 juin 2009.)*

- **Talc**, composant principal en lamelles divergentes (an. 66, 67 et 71, 73) ;
- **Chlorite** riche en magnésium (an. 64, 65 et 70, 72) en petits assemblages polycristallins éparés ;

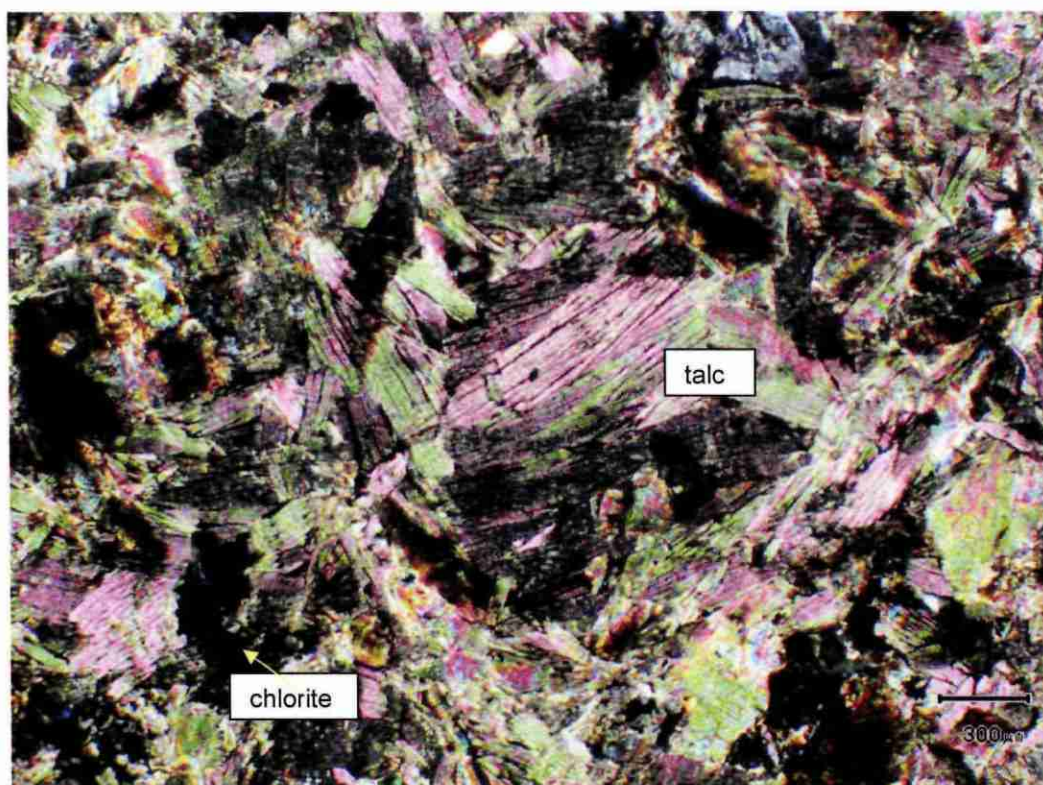
#### Accessoires :

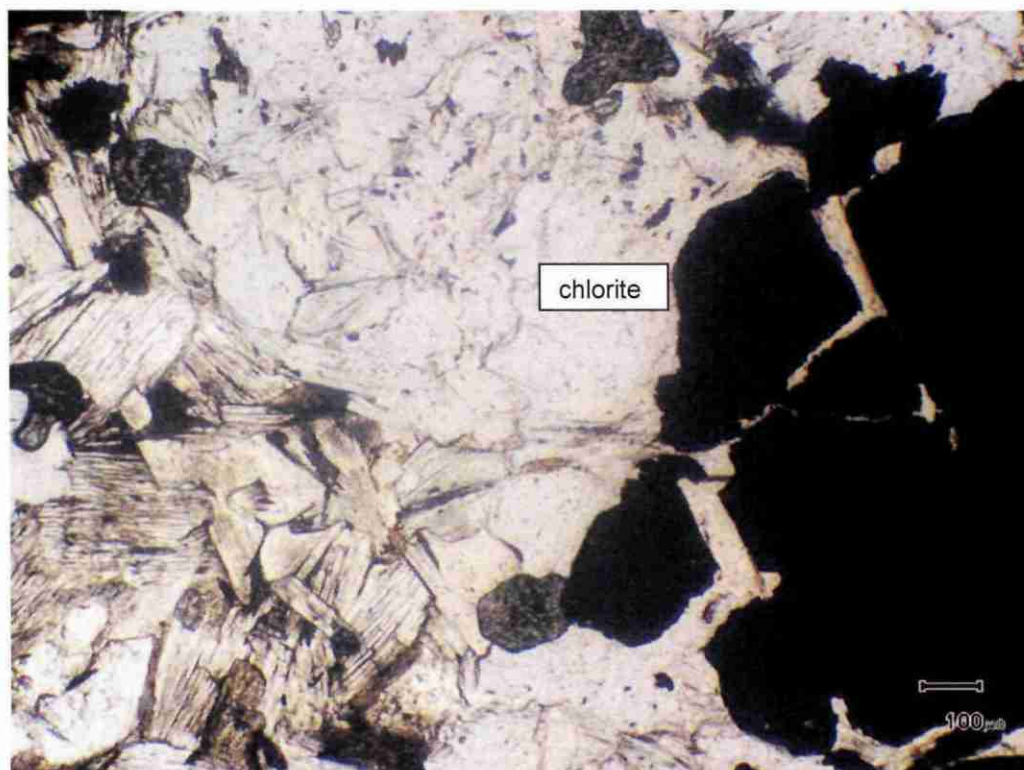
- **Spinelle chromifère** : plusieurs cristaux subautomorphes riches en chrome (50 % Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) ;
- Un cristal de **magnétite** (an. 68 et 69).



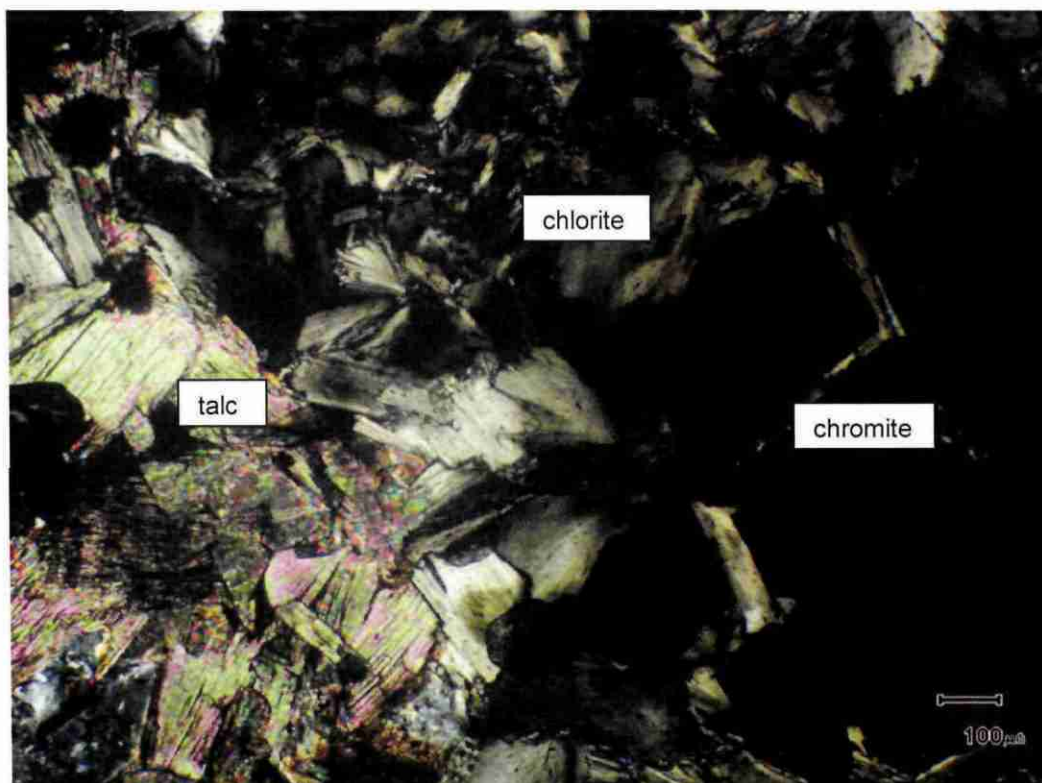
NC 117 DLB – Talschiste : assemblage lépidoblastique désordonné de talc ; quelques chlorites interstitielles.

Lumière « naturelle » (x 20), ci-dessus. Lumière « polarisée » (x 20) ci-dessous.





NC 117 DLB - Cristaux fracturés de spinelle chromifère, ceinturés par de la chlorite.  
Lumière « naturelle » (x 20), ci-dessus. Lumière « polarisée » (x 20) ci-dessous.





Lame mince **NC 126 DL-B** (n° de série BRGM : C50518) (photos page suivante)

Nature de la roche : Talcschiste à porphyroblastes d'amphibole

### Texture

La texture magmatique initiale a été complètement effacée par la cristallisation de la nouvelle paragenèse (silicatée). Contrairement à la roche précédente, celle-ci a acquis une structure planaire ; la schistosité est crénulée (photos).

La matrice lamellaire (talc) de grain fin est lépidoblastique et parsemée de petits cristaux allongés d'oxydes, allongés dans le plan de schistosité et soulignant la crénulation. Porphyroblastique, surtout dans un niveau : de grands cristaux (nématoblastes) d'amphibole, pluri-millimétriques à centimétriques, soulignent le plan principal de schistosité (ne semblent pas affectés par la crénulation).

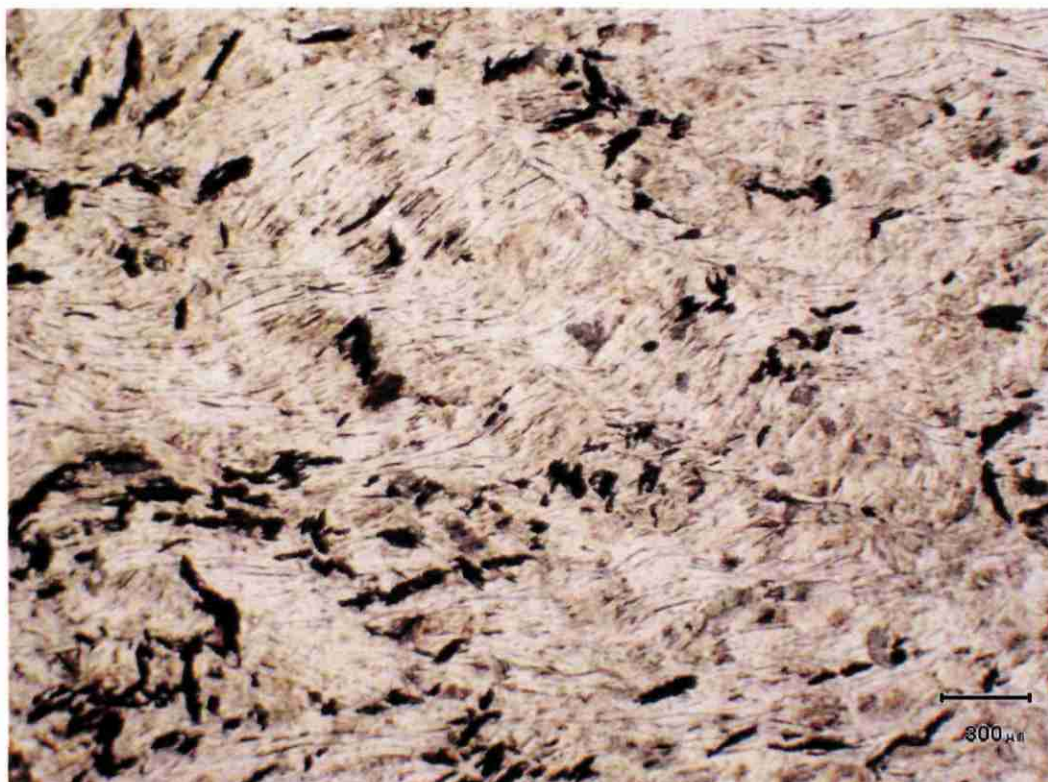
### Composition minéralogique

*(Analyses microsonde n° B12 à B17 du 3 juin 2009)*

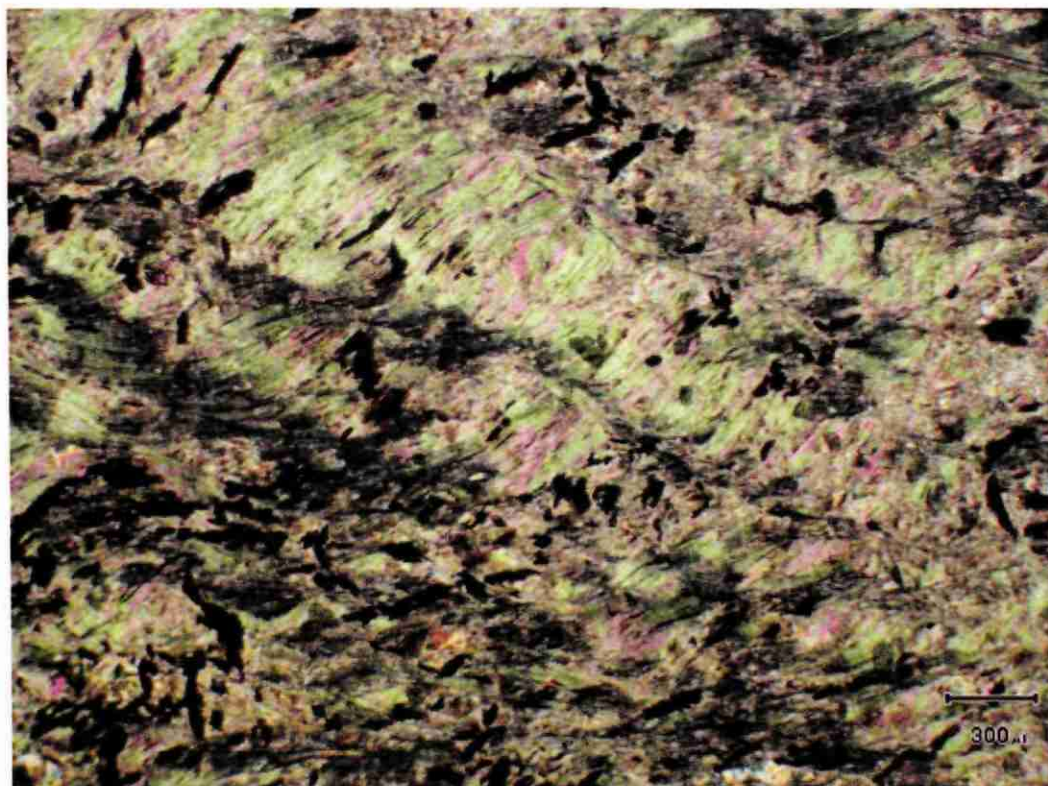
- **Talc**, composant principal en lamelles divergentes (an. B12, B14) ;
- **Amphibole de type trémolite-actinote (vert pâle)** (an. B13, B17) en longs prismes allongés selon L1 dans le plan de schistosité ;

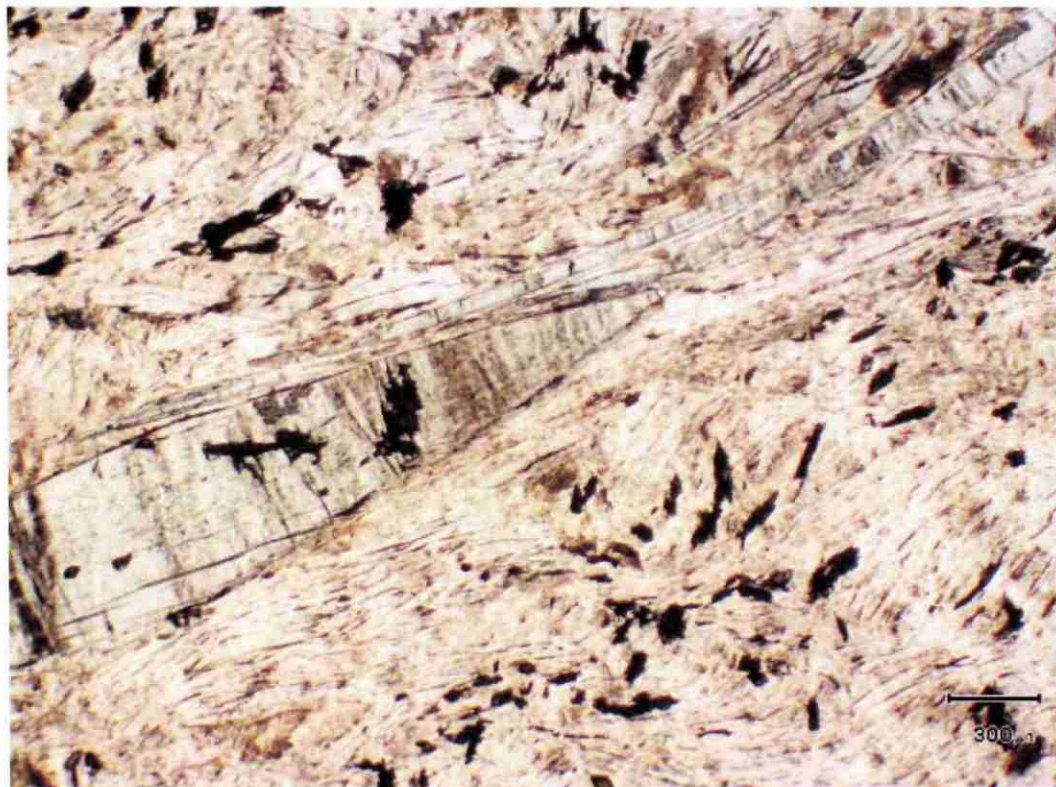
### Accessoires :

- **Rutile** : nombreux cristaux (an. B16) ;
- **sphène** (an. B15).

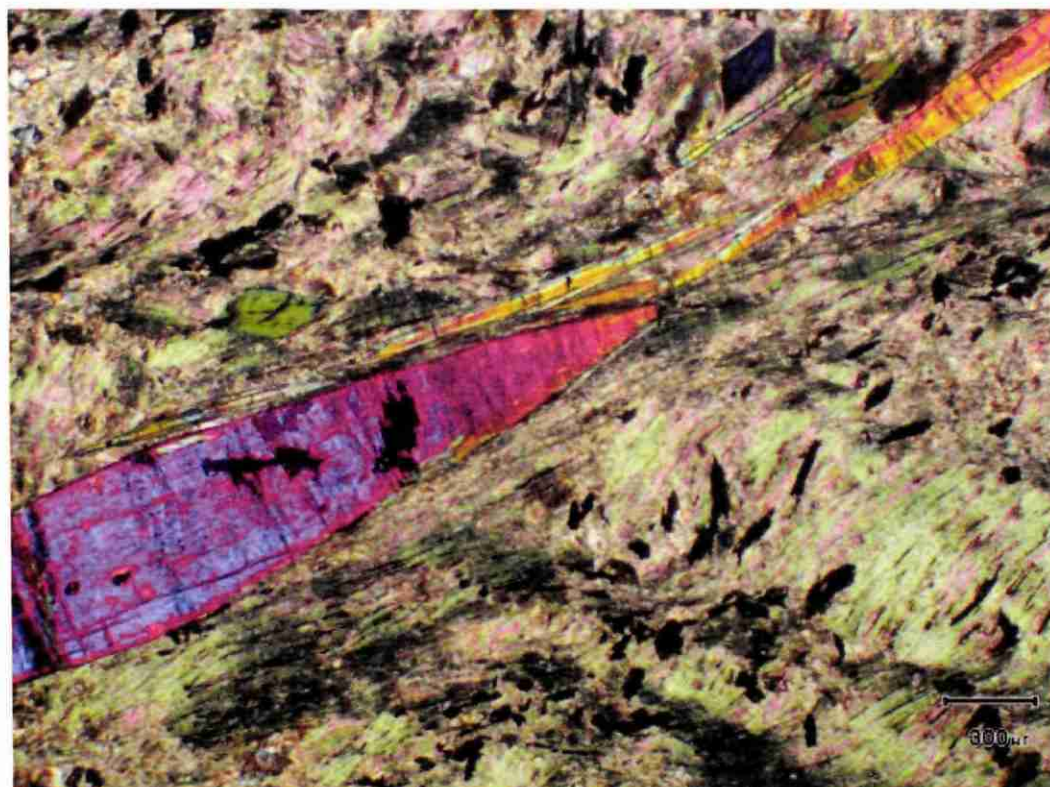


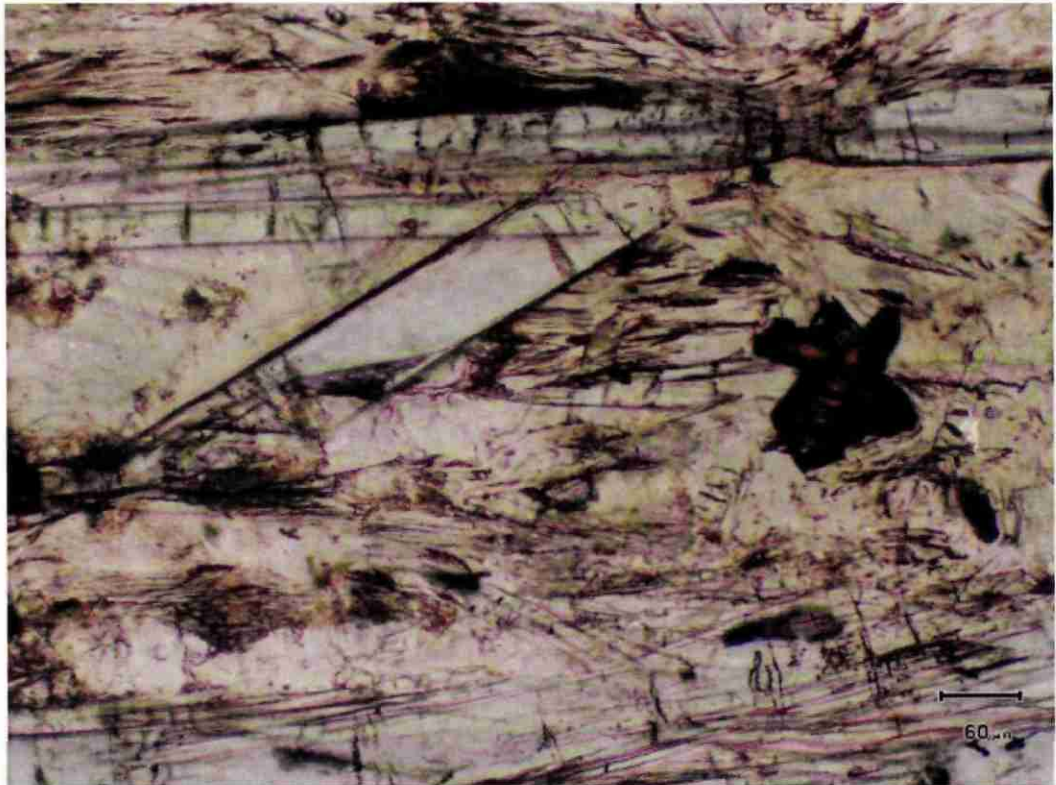
NC 126 DL-B - Vue d'ensemble montrant la crénulation de la schistosité (x 20). Lumière « naturelle » ci-dessus, lumière « polarisée » ci-dessous.



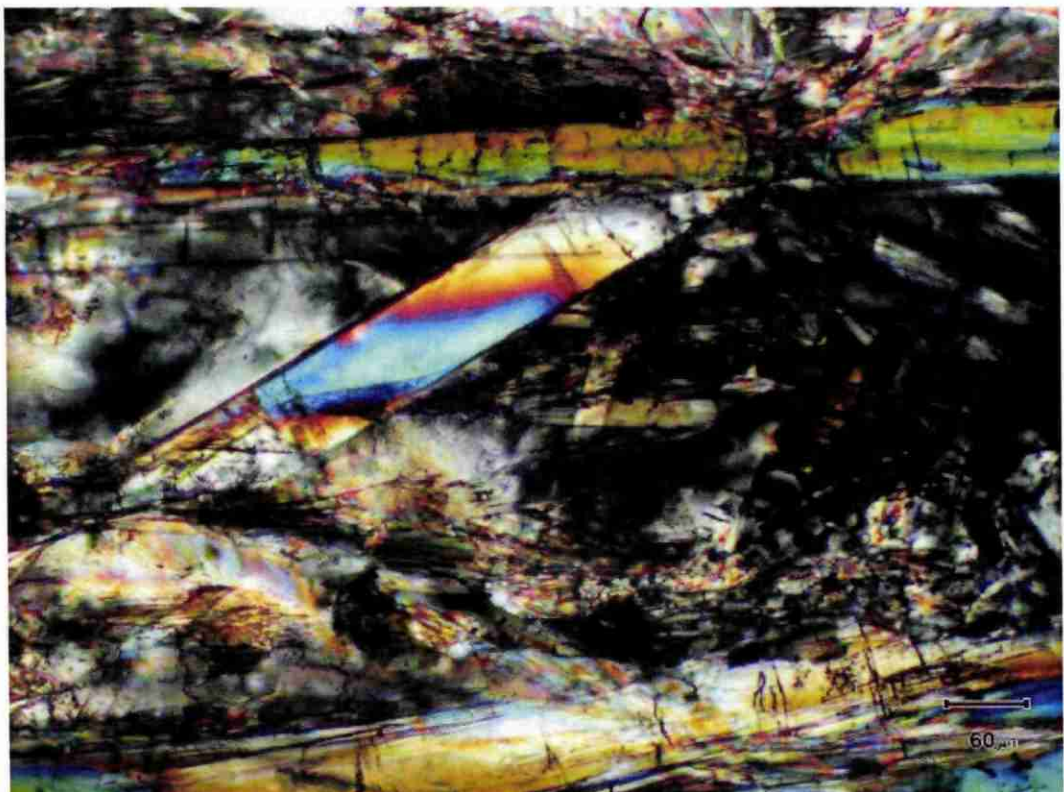


NC 126 DL-B - Porphyroblastes d'amphibole vert-bleuté pâle (x 20) – Lumière « naturelle » ci-dessus, et « polarisée » ci-dessous.





NC 126 DL-B - Détail montrant des cristaux de rutile (brun-rouge) et les prismes d'amphibole (x 100). Lumière « naturelle » ci-dessus, « polarisée » ci-dessous.



Lame mince **NC 166 DL** (n° de série BRGM : C50523) (photos page suivante)

Nature de la roche : Trémolite à chlorite et serpentine

### Texture

La texture magmatique initiale a été complètement effacée par la cristallisation de la nouvelle paragenèse (silicatée).

La roche est très hétérogène : d'une part, très déformée, et d'autre part, comportant des zones sombres fibreuses au sein desquelles subsistent des groupes prismatiques (nématoblastes d'amphibole) un peu plus clairs ; localement, ces prismes sont déformés et tronçonnés.

Une zone centimétrique, en forme de lentille, est différente : il s'agit d'un probable porphyroclaste d'olivine altéré (la pseudomorphose de l'olivine présente une structure maillée typique) entouré d'une couronne lamellaire radiée (à aspect de talc).

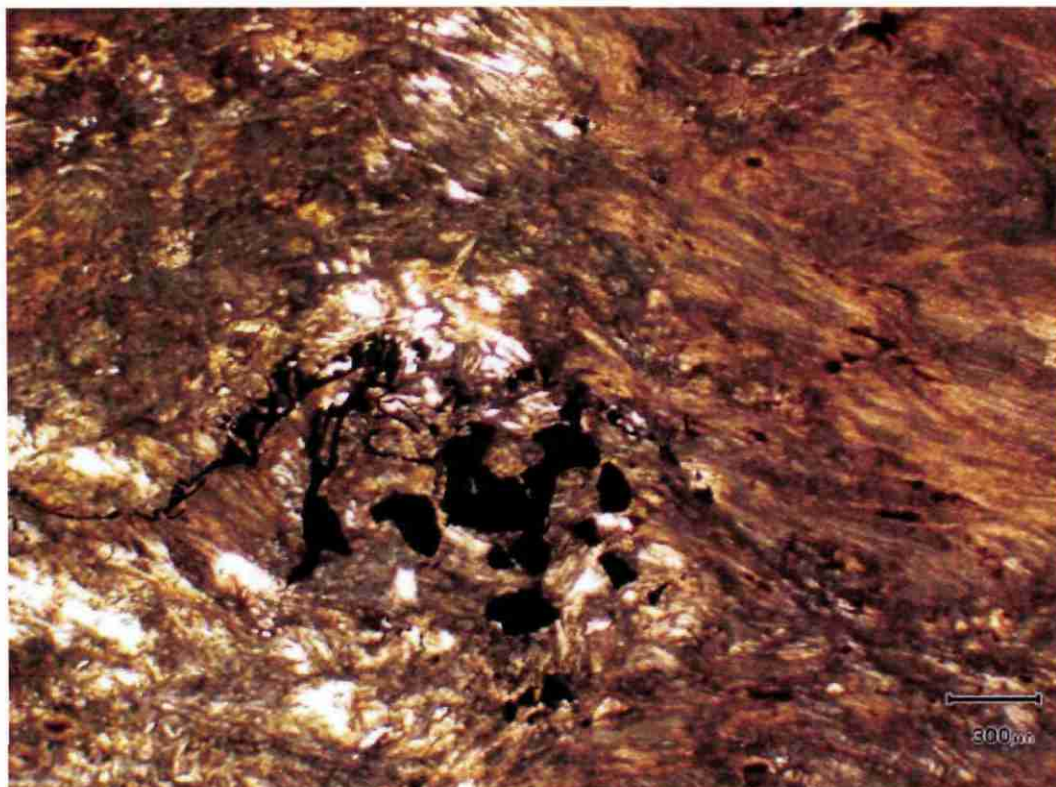
### Composition minéralogique

*(Analyses microsonde n° B1 à B11 du 3 juin 2009 )*

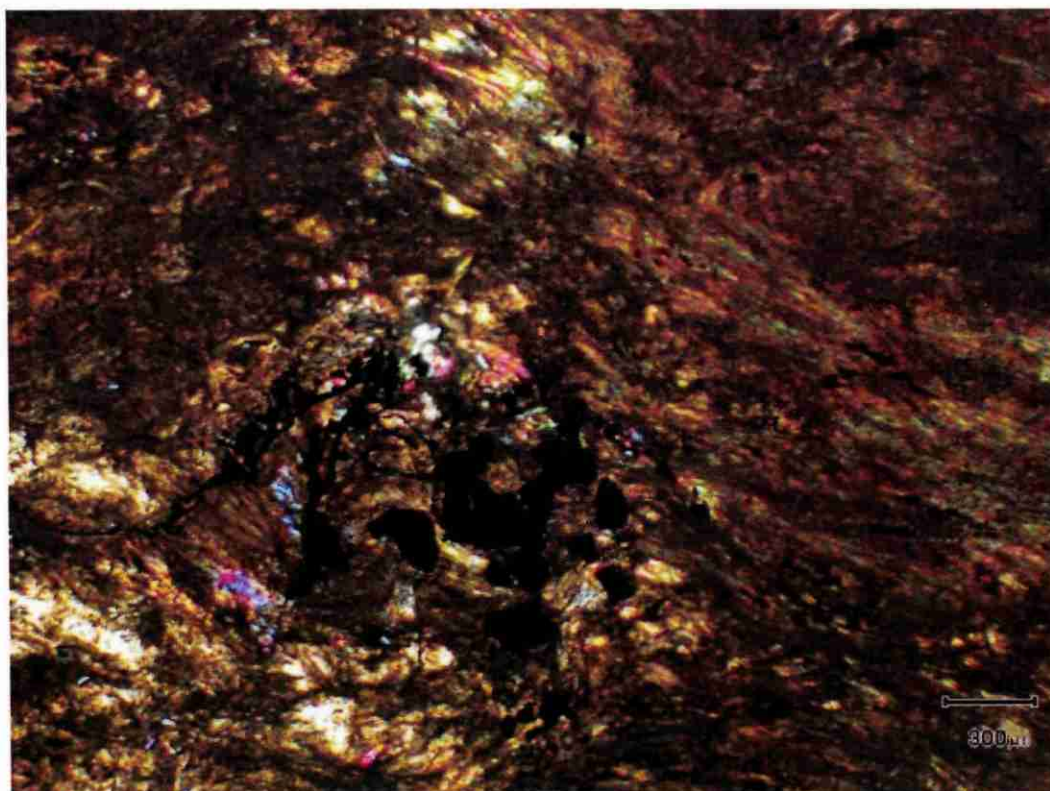
- **Amphibole de type trémolite** (an. B1), composant principal, en assemblages compacts de prismes et fibres, plus ou moins déformés ;
- de la **chlorite** a été analysée (an. B9) ; elle est peu abondante ;
- **Serpentine** (an. B4, B10) en pseudomorphose d'un gros cristal d'olivine ; à structure maillée ; en partie associée à -ou remplacée par des phyllites ayant des compositions de smectites (an.B2, B3, B6 à B8 et B11) ; celles-ci composent aussi la zone externe à texture lamellaire.

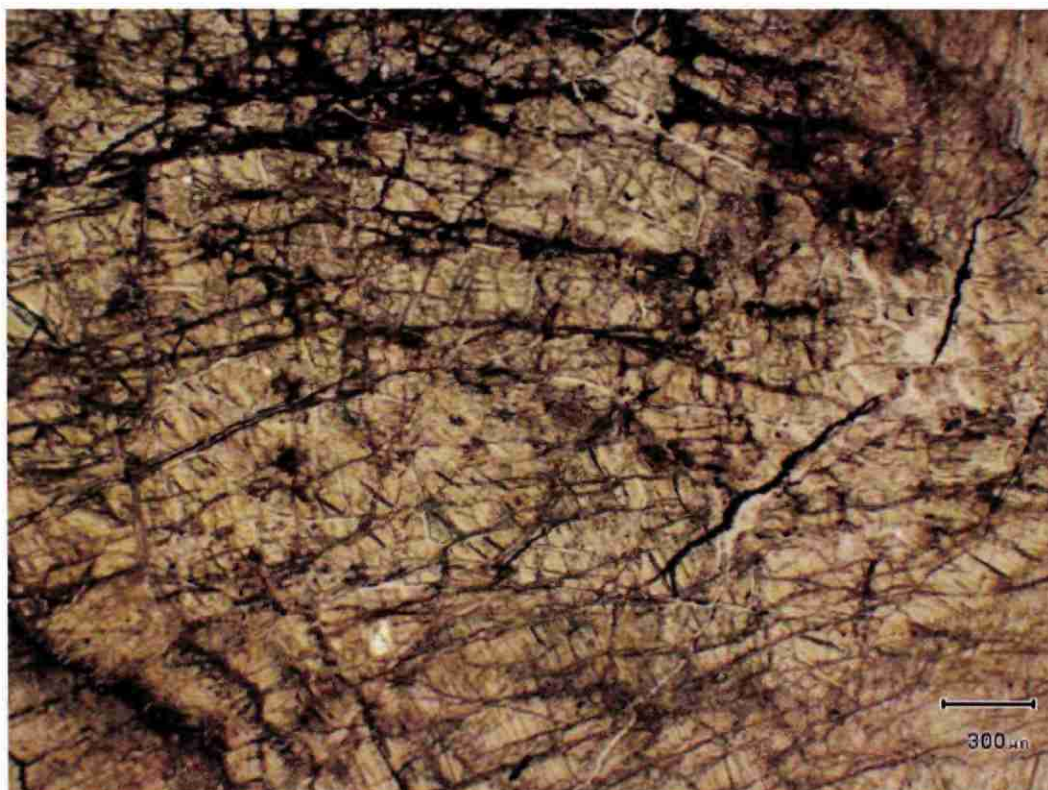
### Accessoire :

- **Spinnelle chromifère** : nombreux cristaux plus ou moins fracturés et recristallisés.



NC 166 DL – Trémolite : aspect hétérogène de la roche schistosée à spinelle chromifère dans une matrice essentiellement composée de trémolite. (x 20). Lumière « naturelle » ci-dessus, « polarisée », ci-dessous.





NC 166 DL - Fantôme d'olivine serpentinisée (à smectites) (x 20). Lumière « naturelle », ci-dessus, « polarisée », ci-dessous.



### **3. Tableaux des analyses à la microsonde électronique des principaux minéraux observés en lames minces**

| RESULTATS MICROSONDE DU 11 FEV 2009 (A + N°) NOUVELLE-CALEDONIE |         |      |       |       |       |      |        |       |      |       |       |        | MINERAL               |
|-----------------------------------------------------------------|---------|------|-------|-------|-------|------|--------|-------|------|-------|-------|--------|-----------------------|
| ROCHE                                                           | ANALYSE | K2O  | SiO2  | FeO   | CaO   | Na2O | TiO2   | Al2O3 | MnO  | Cr2O3 | MgO   | Total  |                       |
| BS 458                                                          | A2      | 0,00 | 38,04 | 13,29 | 24,28 | 0,02 | 0,02   | 23,65 | 0,34 | 0,00  | 0,02  | 99,66  | Epidote               |
|                                                                 | A3      | 0,00 | 37,89 | 11,99 | 24,10 | 0,04 | 0,11   | 24,26 | 0,11 | 0,03  | 0,06  | 98,58  | Epidote               |
|                                                                 | A4      | 0,02 | 55,14 | 15,79 | 3,23  | 5,69 | 0,01   | 7,43  | 0,13 | 0,00  | 10,70 | 98,15  | Amphibole Glaucophane |
|                                                                 | A5      | 0,00 | 30,19 | 0,44  | 30,28 | 0,07 | 39,92  | 0,82  | 0,01 | 0,00  | 0,00  | 101,74 | Sphène                |
| Méta-basalte à glaucophane                                      | A6      | 0,00 | 3,21  | 0,80  | 3,39  | 0,00 | 95,57  | 0,15  | 0,00 | 0,00  | 0,00  | 103,12 | Rutile                |
|                                                                 | A7      | 0,00 | 0,07  | 0,00  | 58,31 | 0,00 | 0,00   | 0,00  | 0,03 | 0,03  | 0,00  | 58,44  | Apatite               |
|                                                                 | A8      | 0,00 | 0,01  | 0,01  | 58,23 | 0,02 | 0,02   | 0,00  | 0,00 | 0,07  | 0,00  | 58,37  | Apatite               |
|                                                                 | A9      | 0,06 | 54,51 | 16,58 | 3,56  | 5,49 | 0,09   | 6,90  | 0,24 | 0,00  | 10,08 | 97,50  | Amphibole Glaucophane |
| et grenat                                                       | A10     | 0,00 | 27,45 | 25,30 | 0,00  | 0,00 | 0,00   | 19,79 | 0,55 | 0,00  | 16,51 | 89,60  | Chlorite              |
|                                                                 | A11     | 0,00 | 26,59 | 24,97 | 0,03  | 0,04 | 0,02   | 19,29 | 0,52 | 0,01  | 17,23 | 88,71  | Chlorite              |
|                                                                 | A12     | 0,01 | 55,35 | 17,05 | 1,81  | 6,18 | 0,04   | 7,15  | 0,08 | 0,00  | 9,91  | 97,56  | Amphibole Glaucophane |
|                                                                 | A13     | 0,02 | 38,05 | 11,48 | 24,56 | 0,00 | 0,53   | 24,14 | 0,13 | 0,00  | 0,04  | 98,96  | Epidote               |
|                                                                 | A14     | 0,00 | 37,92 | 11,36 | 24,32 | 0,01 | 0,38   | 24,65 | 0,01 | 0,00  | 0,06  | 98,70  | Epidote               |
|                                                                 | A15     | 0,00 | 0,02  | 1,06  | 0,35  | 0,04 | 100,63 | 0,00  | 0,02 | 0,07  | 0,00  | 102,19 | Rutile                |
|                                                                 | A16     | 0,00 | 36,91 | 28,55 | 10,40 | 0,00 | 0,11   | 20,90 | 1,69 | 0,00  | 2,42  | 100,98 | Grenat                |
|                                                                 | A17     | 0,00 | 0,12  | 0,19  | 57,61 | 0,06 | 0,00   | 0,01  | 0,16 | 0,00  | 0,00  | 58,15  | Apatite               |
|                                                                 | A18     | 0,00 | 0,04  | 0,26  | 58,27 | 0,00 | 0,00   | 0,00  | 0,13 | 0,06  | 0,00  | 58,75  | Apatite               |
|                                                                 | A19     | 0,00 | 36,18 | 29,55 | 9,38  | 0,00 | 0,11   | 20,80 | 1,27 | 0,00  | 2,66  | 99,94  | Grenat                |
|                                                                 | A20     | 0,01 | 30,65 | 0,40  | 30,57 | 0,01 | 40,41  | 0,81  | 0,08 | 0,00  | 0,00  | 102,92 | Sphène                |
|                                                                 | A31     | 0,05 | 53,64 | 17,90 | 2,29  | 5,87 | 0,08   | 6,29  | 0,17 | 0,00  | 10,00 | 96,28  | Amphibole Glaucophane |

## RESULTATS MICROSONDE DU 26 FEVRIER 2000

## NOUVELLE-CALÉDONIE

(A + N°)

| ROCHE                                                  | Point | K2O   | SiO2   | FeO   | CaO   | Na2O  | TiO2  | Al2O3 | MnO  | Cr2O3 | MgO   | Total  | MINERAL    |               |
|--------------------------------------------------------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|-------|--------|------------|---------------|
| BS 504<br>ECLOGITE                                     | A58   | 0,00  | 36,98  | 26,16 | 8,42  | 0,01  | 0,14  | 21,12 | 5,32 | 0,05  | 2,94  | 101,15 | Grenat     |               |
|                                                        | A59   | 0,00  | 37,31  | 26,99 | 7,89  | 0,04  | 0,06  | 21,40 | 1,90 | 0,08  | 3,42  | 101,09 | Grenat     |               |
|                                                        | A60   | 0,03  | 56,28  | 8,70  | 14,56 | 6,65  | 0,01  | 7,58  | 0,17 | 0,00  | 8,45  | 102,41 | CPX        | Omphacite     |
|                                                        | A61   | 0,00  | 56,62  | 9,25  | 13,99 | 6,83  | 0,03  | 7,44  | 0,18 | 0,00  | 7,81  | 102,24 | CPX        | Omphacite     |
|                                                        | A62   | 10,27 | 51,23  | 3,32  | 0,00  | 0,19  | 0,13  | 25,71 | 0,01 | 0,00  | 3,81  | 94,67  | Muscovite  |               |
|                                                        | A63   | 10,98 | 50,71  | 3,46  | 0,00  | 0,27  | 0,21  | 25,84 | 0,05 | 0,00  | 4,06  | 95,57  | Muscovite  |               |
|                                                        | A64   | 0,00  | 56,54  | 12,24 | 9,59  | 9,30  | 0,26  | 8,56  | 0,36 | 0,00  | 5,00  | 100,84 | CPX        | Omphacite     |
|                                                        | A65   | 0,00  | 55,86  | 10,51 | 9,90  | 9,48  | 0,21  | 9,53  | 0,37 | 0,00  | 5,05  | 100,91 | CPX        | Omphacite     |
|                                                        | A66   | 0,02  | 58,07  | 12,33 | 1,86  | 6,39  | 0,07  | 8,70  | 0,05 | 0,04  | 10,85 | 98,48  | Amphibole  | Glaucophane   |
|                                                        | A67   | 0,05  | 58,17  | 12,81 | 1,85  | 6,38  | 0,00  | 8,39  | 0,14 | 0,04  | 10,34 | 98,15  | Amphibole  | Glaucophane   |
|                                                        | A68   | 0,00  | 53,80  | 16,59 | 12,85 | 6,72  | 0,00  | 2,56  | 0,82 | 0,00  | 6,97  | 100,10 | CPX        | Omphacite     |
|                                                        | A69   | 0,03  | 38,28  | 28,46 | 8,05  | 0,04  | 0,12  | 21,27 | 2,15 | 0,07  | 3,38  | 101,85 | Grenat     |               |
|                                                        | A70   | 0,00  | 69,85  | 0,35  | 0,04  | 12,03 | 0,00  | 19,56 | 0,00 | 0,00  | 0,04  | 101,87 | Albite     |               |
|                                                        | A71   | 0,00  | 57,43  | 12,64 | 2,22  | 6,35  | 0,00  | 8,84  | 0,11 | 0,00  | 10,88 | 98,47  | Amphibole  | Glaucophane   |
|                                                        | A72   | 0,01  | 38,27  | 10,28 | 24,22 | 0,02  | 0,01  | 24,92 | 0,20 | 0,08  | 0,03  | 98,04  | Epidote    |               |
|                                                        | A73   | 0,01  | 55,84  | 9,59  | 14,70 | 6,45  | 0,00  | 6,50  | 0,23 | 0,00  | 7,94  | 101,05 | CPX        | Omphacite     |
|                                                        | A74   | 0,01  | 55,10  | 9,92  | 17,46 | 4,72  | 0,02  | 4,14  | 0,25 | 0,01  | 9,83  | 101,46 | CPX        | Omphacite     |
|                                                        | A75   | 0,00  | 56,35  | 9,60  | 11,79 | 7,92  | 0,02  | 8,44  | 0,23 | 0,05  | 6,61  | 100,99 | CPX        | Omphacite     |
|                                                        | A76   | 0,00  | 55,20  | 9,81  | 15,68 | 5,78  | 0,01  | 5,32  | 0,15 | 0,00  | 8,97  | 100,94 | CPX        | Omphacite     |
|                                                        | A77   | 0,02  | 32,18  | 0,98  | 28,87 | 0,45  | 37,65 | 1,49  | 0,00 | 0,00  | 0,46  | 102,09 | Sphère     |               |
|                                                        | A78   | 0,05  | 56,57  | 12,78 | 2,60  | 6,24  | 0,02  | 9,17  | 0,19 | 0,05  | 10,85 | 98,51  | Amphibole  | Glaucophane   |
|                                                        | A79   | 0,00  | 55,79  | 9,85  | 12,42 | 7,45  | 0,13  | 8,02  | 0,27 | 0,01  | 7,23  | 101,17 | CPX        | Omphacite     |
|                                                        | A80   | 0,00  | 38,46  | 10,85 | 24,11 | 0,03  | 0,02  | 24,70 | 0,24 | 0,09  | 0,01  | 98,51  | Epidote    |               |
|                                                        | A82   | 0,02  | 37,14  | 28,33 | 7,61  | 0,02  | 0,03  | 21,08 | 2,75 | 0,05  | 3,31  | 100,33 | Grenat     |               |
|                                                        | A83   | 0,01  | 54,89  | 8,79  | 12,82 | 7,44  | 0,07  | 8,63  | 0,33 | 0,01  | 7,39  | 100,17 | CPX        | Omphacite     |
|                                                        | A84   | 0,00  | 0,00   | 0,00  | 57,78 | 0,03  | 0,01  | 0,00  | 0,01 | 0,10  | 0,00  | 57,82  | Apatite    |               |
|                                                        | A85   | 0,01  | 38,53  | 28,40 | 7,92  | 0,05  | 0,13  | 21,05 | 4,88 | 0,04  | 3,12  | 99,91  | Grenat     |               |
| BS 551<br>Métabasalte<br>à glaucophane<br>et lawsonite | A86   | 0,01  | 38,14  | 0,18  | 17,84 | 0,01  | 0,05  | 32,00 | 0,00 | 0,03  | 0,05  | 89,31  | Lawsonite  |               |
|                                                        | A87   | 0,00  | 38,57  | 0,35  | 18,06 | 0,01  | 0,07  | 32,17 | 0,00 | 0,09  | 0,04  | 89,35  | Lawsonite  |               |
|                                                        | A88   | 0,01  | 52,84  | 7,42  | 21,60 | 0,31  | 0,75  | 1,79  | 0,17 | 0,17  | 16,74 | 101,79 | CPX        | magmatique    |
|                                                        | A89   | 0,01  | 57,69  | 11,53 | 0,98  | 7,13  | 0,02  | 11,80 | 0,07 | 0,01  | 9,07  | 98,29  | Amphibole  | Glaucophane   |
|                                                        | A90   | 0,00  | 38,62  | 0,51  | 18,00 | 0,00  | 0,57  | 31,50 | 0,00 | 0,00  | 0,01  | 89,21  | Lawsonite  |               |
|                                                        | A91   | 0,00  | 28,75  | 21,34 | 0,07  | 0,00  | 0,00  | 17,81 | 0,38 | 0,00  | 19,41 | 87,76  | Chlorite   |               |
|                                                        | A92   | 0,03  | 57,10  | 13,10 | 1,81  | 6,59  | 0,07  | 10,38 | 0,08 | 0,04  | 9,62  | 98,81  | Amphibole  | Glaucophane   |
|                                                        | A93   | 0,00  | 53,30  | 8,11  | 20,78 | 0,93  | 0,63  | 2,63  | 0,21 | 0,23  | 15,37 | 102,18 | CPX        | magmatique    |
|                                                        | A94   | 0,04  | 56,56  | 13,86 | 1,99  | 6,59  | 0,08  | 10,11 | 0,13 | 0,00  | 9,16  | 98,52  | Amphibole  | Glaucophane   |
|                                                        | A95   | 0,00  | 37,99  | 0,32  | 18,21 | 0,00  | 0,04  | 31,65 | 0,00 | 0,09  | 0,00  | 88,30  | Lawsonite  |               |
| BS 359B<br>Schiste<br>à lawsonite                      | A96   | 0,02  | 50,08  | 7,20  | 22,05 | 0,36  | 1,06  | 3,04  | 0,12 | 0,34  | 15,85 | 100,10 | CPX        | magmatique    |
|                                                        | A97   | 0,01  | 37,56  | 0,37  | 18,38 | 0,00  | 0,00  | 31,76 | 0,00 | 0,00  | 0,00  | 88,08  | Lawsonite  |               |
|                                                        | A98   | 0,03  | 101,72 | 0,03  | 0,01  | 0,01  | 0,00  | 0,00  | 0,00 | 0,05  | 0,00  | 101,85 | Quartz     |               |
| BS 359A<br>Schiste<br>à lawsonite                      | A99   | 0,00  | 39,04  | 0,33  | 17,94 | 0,05  | 0,06  | 31,72 | 0,03 | 0,01  | 0,02  | 89,19  | Lawsonite  |               |
|                                                        | A100  | 8,83  | 61,25  | 0,23  | 4,73  | 0,10  | 0,01  | 19,52 | 0,01 | 0,04  | 0,01  | 95,66  | Métiange ? | K-feldspath ? |
|                                                        | A102  | 0,05  | 39,15  | 0,27  | 18,29 | 0,00  | 0,11  | 32,44 | 0,04 | 0,00  | 0,03  | 90,38  | Lawsonite  |               |
| BS 359A<br>Schiste<br>à lawsonite                      | A103  | 0,08  | 39,23  | 0,41  | 17,80 | 0,00  | 0,02  | 32,44 | 0,02 | 0,00  | 0,04  | 90,03  | Lawsonite  |               |
|                                                        | A104  | 0,61  | 68,45  | 0,21  | 0,00  | 11,42 | 0,01  | 20,00 | 0,00 | 0,00  | 0,21  | 100,90 | Albite     |               |
|                                                        | A105  | 0,06  | 38,97  | 0,26  | 17,81 | 0,03  | 0,08  | 31,82 | 0,02 | 0,00  | 0,02  | 89,09  | Lawsonite  |               |
|                                                        | A106  | 10,06 | 50,66  | 3,38  | 0,00  | 0,11  | 0,00  | 26,16 | 0,04 | 0,03  | 3,28  | 93,94  | Muscovite  |               |
|                                                        | A107  | 0,03  | 41,71  | 0,26  | 17,30 | 0,02  | 0,18  | 30,82 | 0,00 | 0,07  | 0,00  | 90,37  | Lawsonite  |               |
| BS 444                                                 | A108  | 0,00  | 60,39  | 6,26  | 0,41  | 7,65  | 0,02  | 12,01 | 0,00 | 0,00  | 12,70 | 99,45  | Amphibole  | Glaucophane   |
|                                                        | A109  | 0,00  | 57,53  | 7,00  | 0,76  | 6,97  | 0,24  | 11,65 | 0,03 | 0,00  | 12,24 | 98,41  | Amphibole  | Glaucophane   |

Etude pétrographie de 26 lames minces

| log0365.cor                               |         | RESULTATS SONDÉ DU 6 MARS 2009 |        |       |       |       |       |       |       |       |       |        | NOUVELLE-CALÉDONIE |                      |             |  |
|-------------------------------------------|---------|--------------------------------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------------------|----------------------|-------------|--|
| ROCHE                                     | ANALYSE | K2O                            | SiO2   | FeO   | CaO   | Na2O  | TiO2  | Al2O3 | MnO   | Cr2O3 | MgO   | Total  | MINERAL            | ESPECE               |             |  |
| BS 444<br>Schiste à glaucophane           | 1       | 0,00                           | 60,39  | 6,26  | 0,41  | 7,65  | 0,02  | 12,01 | 0,00  | 0,00  | 12,70 | 99,45  | Amphibole          | Glaucophane          |             |  |
|                                           | 1bis    | 0,00                           | 57,53  | 7,00  | 0,76  | 6,97  | 0,24  | 11,65 | 0,03  | 0,00  | 12,24 | 96,41  | Amphibole          | Glaucophane          |             |  |
|                                           | 2       | 0,03                           | 67,34  | 1,10  | 0,05  | 11,52 | 0,02  | 18,26 | 0,00  | 0,00  | 0,23  | 98,35  | Albite             |                      |             |  |
|                                           | 3       | 0,00                           | 99,26  | 0,04  | 0,00  | 0,00  | 0,03  | 0,00  | 0,01  | 0,00  | 0,00  | 99,35  | Quartz             |                      |             |  |
|                                           | 4       | 0,02                           | 67,53  | 0,07  | 0,00  | 11,60 | 0,00  | 18,86 | 0,00  | 0,00  | 0,01  | 98,35  | Albite             |                      |             |  |
|                                           | 5       | 0,00                           | 58,14  | 6,40  | 0,58  | 7,32  | 0,24  | 11,82 | 0,00  | 0,00  | 12,45 | 96,94  | Amphibole          | Glaucophane          |             |  |
|                                           | 8       | 6,67                           | 47,78  | 2,09  | 0,03  | 0,23  | 0,06  | 25,56 | 0,15  | 0,00  | 4,28  | 86,83  | Illite             |                      |             |  |
| BS 411<br>Schiste à trémolite et chlorite | 9       | 0,56                           | 42,87  | 9,46  | 0,46  | 0,14  | 0,01  | 16,88 | 0,00  | 0,04  | 19,02 | 89,43  | Smectites          |                      |             |  |
|                                           | 10      | 0,02                           | 55,63  | 6,68  | 10,38 | 1,41  | 0,04  | 0,80  | 0,29  | 0,07  | 19,12 | 94,44  | Amphibole          | Trémolite-actinolite |             |  |
|                                           | 11      | 0,07                           | 52,90  | 7,50  | 11,92 | 1,02  | 0,42  | 3,38  | 0,30  | 0,23  | 18,87 | 96,59  | Amphibole          | Trémolite-actinolite |             |  |
|                                           | 12      | 0,04                           | 54,09  | 7,16  | 12,12 | 0,96  | 0,37  | 2,75  | 0,31  | 0,12  | 19,31 | 97,23  | Amphibole          | Trémolite-actinolite |             |  |
|                                           | 13      | 0,00                           | 19,66  | 0,80  | 17,25 | 0,10  | 25,99 | 0,51  | 0,09  | 0,07  | 1,10  | 65,57  | Leucoxène          |                      |             |  |
|                                           | 14      | 0,02                           | 30,00  | 0,28  | 28,60 | 0,01  | 39,12 | 0,38  | 0,00  | 0,15  | 0,02  | 98,57  | Sphène             |                      |             |  |
|                                           | 16      | 0,04                           | 0,05   | 0,14  | 56,93 | 0,00  | 0,00  | 0,02  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 57,18  | Apatite            |                      |             |  |
| BS 462<br>Schiste albitique à grenat      | 17      | 0,05                           | 68,60  | 0,23  | 0,00  | 11,62 | 0,04  | 18,86 | 0,10  | 0,01  | 0,02  | 99,52  | Albite             |                      | riche en Mn |  |
|                                           | 18      | 0,01                           | 67,96  | 0,16  | 0,00  | 11,58 | 0,04  | 19,13 | 0,11  | 0,03  | 0,01  | 98,98  | Albite             |                      |             |  |
|                                           | 20      | 0,07                           | 68,06  | 0,03  | 0,05  | 11,47 | 0,04  | 19,46 | 0,01  | 0,00  | 0,00  | 99,19  | Albite             |                      |             |  |
|                                           | 21      | 0,00                           | 99,24  | 0,22  | 0,00  | 0,01  | 0,00  | 0,05  | 0,00  | 0,01  | 0,01  | 99,55  | Quartz             |                      |             |  |
|                                           | 22      | 0,00                           | 37,01  | 17,41 | 11,71 | 0,01  | 0,20  | 20,50 | 12,56 | 0,00  | 0,28  | 99,68  | Grenat             |                      |             |  |
|                                           | 23      | 0,00                           | 36,89  | 15,52 | 13,05 | 0,05  | 0,13  | 20,92 | 12,75 | 0,00  | 0,21  | 99,53  | Grenat             |                      |             |  |
|                                           | 24      | 0,00                           | 100,05 | 0,11  | 0,00  | 0,01  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 0,05  | 0,00  | 100,22 | Quartz             |                      |             |  |
|                                           | 25      | 10,56                          | 50,37  | 3,95  | 0,00  | 0,22  | 0,12  | 25,03 | 0,04  | 0,05  | 2,88  | 93,21  | Muscovite          |                      |             |  |
|                                           | 26      | 0,00                           | 41,79  | 6,77  | 0,00  | 0,02  | 0,00  | 2,12  | 0,12  | 0,08  | 36,16 | 87,06  | Serpentine         |                      |             |  |
| BS 532<br>Serpentine                      | 27      | 0,01                           | 42,40  | 6,59  | 0,07  | 0,00  | 0,19  | 2,35  | 0,08  | 0,36  | 35,32 | 87,36  | Serpentine         |                      |             |  |
|                                           | 28      | 0,08                           | 41,71  | 6,72  | 0,00  | 0,00  | 0,00  | 2,11  | 0,18  | 0,37  | 35,50 | 86,59  | Serpentine         |                      |             |  |
|                                           | 29      | 0,00                           | 41,79  | 6,28  | 0,00  | 0,03  | 0,00  | 2,38  | 0,14  | 0,39  | 34,85 | 85,86  | Serpentine         |                      |             |  |
|                                           | 30      | 0,01                           | 41,71  | 6,33  | 0,01  | 0,03  | 0,00  | 2,25  | 0,06  | 0,24  | 36,02 | 86,65  | Serpentine         |                      |             |  |
| BS 523<br>Schiste albitique à glaucophane | 31      | 0,05                           | 56,42  | 14,98 | 0,24  | 6,79  | 0,00  | 11,77 | 0,17  | 0,07  | 6,46  | 96,94  | Amphibole          | Glaucophane          |             |  |
|                                           | 32      | 10,08                          | 49,67  | 3,57  | 0,00  | 0,43  | 0,22  | 27,65 | 0,05  | 0,00  | 2,42  | 94,08  | Muscovite          |                      |             |  |
|                                           | 33      | 1,67                           | 34,37  | 22,99 | 0,28  | 0,04  | 0,07  | 19,73 | 0,24  | 0,06  | 9,53  | 88,98  | Chlorite           |                      |             |  |
|                                           | 34      | 2,53                           | 33,59  | 22,39 | 0,12  | 0,12  | 0,15  | 20,05 | 0,23  | 0,01  | 9,26  | 88,44  | Chloro-biotite     |                      |             |  |
|                                           | 35      | 2,51                           | 32,12  | 23,52 | 0,16  | 0,03  | 0,04  | 18,11 | 0,08  | 0,00  | 10,15 | 86,72  | Chloro-biotite     |                      |             |  |
|                                           | 36      | 2,86                           | 31,03  | 24,01 | 0,12  | 0,06  | 0,19  | 17,33 | 0,14  | 0,00  | 9,06  | 84,79  | Chloro-biotite     |                      |             |  |
|                                           | 37      | 2,70                           | 30,96  | 23,67 | 0,10  | 0,07  | 0,09  | 18,52 | 0,11  | 0,02  | 10,07 | 86,30  | Chloro-biotite     |                      |             |  |
|                                           | 38      | 0,03                           | 67,76  | 0,03  | 0,06  | 11,47 | 0,00  | 19,08 | 0,00  | 0,07  | 0,80  | 98,51  | Albite             |                      |             |  |
|                                           | 39      | 7,74                           | 49,55  | 3,28  | 0,08  | 0,31  | 0,21  | 27,62 | 0,01  | 0,06  | 2,50  | 91,37  | Muscovite          |                      |             |  |
|                                           | 40      | 0,01                           | 54,99  | 17,02 | 0,59  | 6,68  | 0,08  | 10,79 | 0,18  | 0,00  | 5,54  | 95,88  | Amphibole          |                      |             |  |
|                                           | 41      | 0,02                           | 55,21  | 15,62 | 0,44  | 6,65  | 0,00  | 10,95 | 0,04  | 0,00  | 5,75  | 94,67  | Amphibole          |                      |             |  |
|                                           | 42      | 0,00                           | 68,46  | 0,12  | 0,04  | 11,42 | 0,00  | 18,89 | 0,06  | 0,03  | 0,03  | 99,05  | Albite             |                      |             |  |
|                                           | 43      | 0,79                           | 32,89  | 22,92 | 0,16  | 0,08  | 0,06  | 18,32 | 0,25  | 0,00  | 9,51  | 84,98  | Chlorite           |                      |             |  |
|                                           | 44      | 0,00                           | 55,10  | 18,46 | 0,76  | 6,77  | 0,11  | 10,10 | 0,14  | 0,00  | 5,05  | 96,47  | Amphibole          | Glaucophane          |             |  |

| leg0306.eor                                     |         | RESULTATS SONDE DU 6 MARS 2008 (Suite) |                  |       |       |                   |                  |                                |       |                                |       |        | NOUVELLE-CALÉDONIE |                 |  |  |
|-------------------------------------------------|---------|----------------------------------------|------------------|-------|-------|-------------------|------------------|--------------------------------|-------|--------------------------------|-------|--------|--------------------|-----------------|--|--|
| ROCHE                                           | ANALYSE | K <sub>2</sub> O                       | SiO <sub>2</sub> | FeO   | CaO   | Na <sub>2</sub> O | TiO <sub>2</sub> | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | MnO   | Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | MgO   | Total  | MINÉRAL            | ESPECE          |  |  |
| BS 450                                          | 46      | 0,01                                   | 98,90            | 0,10  | 0,04  | 0,02              | 0,00             | 0,05                           | 0,00  | 0,00                           | 0,01  | 99,02  | Quartz             | Glaucophane     |  |  |
|                                                 | 46      | 0,02                                   | 95,09            | 15,19 | 0,46  | 6,99              | 0,00             | 11,99                          | 0,37  | 0,00                           | 6,40  | 99,19  | Amphibole          |                 |  |  |
|                                                 | 47      | 0,01                                   | 95,50            | 15,54 | 0,42  | 6,91              | 0,08             | 11,34                          | 0,10  | 0,06                           | 6,41  | 99,35  | Amphibole          |                 |  |  |
|                                                 | 48      | 0,03                                   | 96,37            | 10,23 | 6,44  | 0,03              | 0,20             | 20,69                          | 24,01 | 0,00                           | 0,21  | 99,12  | Grenat             |                 |  |  |
|                                                 | 49      | 0,05                                   | 96,39            | 13,24 | 10,49 | 0,00              | 0,15             | 20,54                          | 19,79 | 0,00                           | 0,24  | 97,97  | Grenat             | Glaucophane     |  |  |
|                                                 | 50      | 0,00                                   | 96,34            | 11,92 | 7,77  | 0,00              | 0,21             | 20,78                          | 21,15 | 0,00                           | 0,22  | 99,39  | Grenat             |                 |  |  |
|                                                 | 51      | 0,03                                   | 99,70            | 0,19  | 0,01  | 0,00              | 0,02             | 0,02                           | 0,00  | 0,00                           | 0,00  | 99,97  | Quartz             |                 |  |  |
|                                                 | 52      | 1,19                                   | 47,25            | 0,42  | 0,00  | 6,42              | 0,00             | 39,20                          | 0,00  | 0,06                           | 0,36  | 93,90  | Paragonite         |                 |  |  |
|                                                 | 53      | 0,00                                   | 99,41            | 0,20  | 0,01  | 0,01              | 0,02             | 0,02                           | 0,00  | 0,00                           | 0,00  | 99,67  | Quartz             | Glaucophane     |  |  |
|                                                 | 54      | 0,79                                   | 90,43            | 23,73 | 0,24  | 0,10              | 0,03             | 19,99                          | 0,52  | 0,02                           | 12,62 | 97,35  | Chlorite           |                 |  |  |
|                                                 | 55      | 0,01                                   | 99,44            | 0,15  | 0,05  | 11,96             | 0,00             | 19,14                          | 0,02  | 0,01                           | 0,00  | 99,49  | Albite             |                 |  |  |
|                                                 | 56      | 0,05                                   | 94,99            | 16,93 | 0,97  | 6,57              | 0,02             | 11,09                          | 0,40  | 0,04                           | 8,10  | 97,15  | Amphibole          |                 |  |  |
|                                                 | 57      | 0,05                                   | 96,96            | 14,57 | 9,99  | 0,04              | 0,05             | 20,99                          | 16,77 | 0,00                           | 0,27  | 99,67  | Grenat             | Glaucophane     |  |  |
|                                                 | 58      | 0,79                                   | 90,62            | 22,95 | 0,19  | 0,06              | 0,06             | 19,91                          | 0,62  | 0,01                           | 12,93 | 99,94  | Chlorite           |                 |  |  |
|                                                 | 59      | 0,01                                   | 95,92            | 14,34 | 0,53  | 6,91              | 0,14             | 11,45                          | 0,39  | 0,00                           | 6,97  | 99,14  | Amphibole          |                 |  |  |
|                                                 | 60      | 0,01                                   | 96,29            | 10,15 | 6,25  | 0,00              | 0,33             | 20,99                          | 25,19 | 0,00                           | 0,22  | 99,97  | Grenat             |                 |  |  |
| BS 465                                          | 61      | 10,21                                  | 90,15            | 2,45  | 0,00  | 0,31              | 0,12             | 27,29                          | 0,00  | 0,00                           | 2,91  | 93,43  | Muscovite          | Glaucophane     |  |  |
|                                                 | 62      | 10,93                                  | 90,49            | 2,79  | 0,00  | 0,36              | 0,02             | 27,90                          | 0,04  | 0,03                           | 3,13  | 94,91  | Muscovite          |                 |  |  |
|                                                 | 63      | 0,00                                   | 95,37            | 11,21 | 7,12  | 0,02              | 0,00             | 12,91                          | 31,31 | 0,00                           | 0,20  | 99,12  | Grenat             | Aegyrine-augite |  |  |
|                                                 | 64      | 0,01                                   | 92,41            | 24,19 | 5,27  | 19,42             | 0,00             | 2,27                           | 0,70  | 0,01                           | 2,12  | 97,41  | CPX                |                 |  |  |
|                                                 | 65      | 0,00                                   | 92,90            | 23,27 | 7,12  | 9,46              | 0,00             | 1,99                           | 0,94  | 0,00                           | 3,05  | 99,09  | CPX                |                 |  |  |
|                                                 | 66      | 0,02                                   | 92,71            | 22,91 | 5,70  | 9,95              | 0,03             | 2,37                           | 0,99  | 0,00                           | 2,59  | 99,73  | CPX                |                 |  |  |
|                                                 | 67      | 0,00                                   | 92,93            | 23,93 | 5,93  | 9,91              | 0,01             | 2,15                           | 0,51  | 0,00                           | 2,42  | 97,99  | CPX                | Aegyrine-augite |  |  |
|                                                 | 68      | 0,00                                   | 92,74            | 23,75 | 5,41  | 9,96              | 0,06             | 2,25                           | 0,90  | 0,00                           | 2,30  | 99,97  | CPX                |                 |  |  |
|                                                 | 69      | 0,00                                   | 90,99            | 19,17 | 0,93  | 0,01              | 0,00             | 0,02                           | 0,00  | 0,00                           | 0,00  | 99,22  | Megacrinite        |                 |  |  |
|                                                 | 70      | 0,00                                   | 92,46            | 19,03 | 9,92  | 7,91              | 0,02             | 1,24                           | 2,43  | 0,00                           | 6,09  | 97,71  | CPX                |                 |  |  |
|                                                 | 71      | 0,01                                   | 92,46            | 23,97 | 5,92  | 10,21             | 0,00             | 2,39                           | 0,54  | 0,00                           | 2,77  | 97,97  | CPX                | Aegyrine-augite |  |  |
|                                                 | 72      | 0,00                                   | 95,79            | 9,42  | 6,51  | 0,02              | 0,04             | 19,94                          | 31,79 | 0,00                           | 0,32  | 99,92  | Grenat             |                 |  |  |
| BS 562                                          | 73      | 0,03                                   | 99,39            | 6,45  | 0,99  | 0,99              | 0,09             | 12,12                          | 0,02  | 0,01                           | 12,14 | 99,95  | Amphibole          | Glaucophane     |  |  |
|                                                 | 74      | 0,00                                   | 97,99            | 0,15  | 17,94 | 0,00              | 0,09             | 32,10                          | 0,00  | 0,00                           | 0,00  | 99,22  | Lawsonite          |                 |  |  |
|                                                 | 75      | 0,00                                   | 97,94            | 0,01  | 19,09 | 0,01              | 0,30             | 31,39                          | 0,15  | 0,06                           | 0,00  | 97,55  | Lawsonite          |                 |  |  |
|                                                 | 76      | 0,01                                   | 97,95            | 0,07  | 19,39 | 0,00              | 0,01             | 31,23                          | 0,09  | 0,00                           | 0,00  | 97,40  | Lawsonite          |                 |  |  |
|                                                 | 77      | 0,00                                   | 99,43            | 0,09  | 19,55 | 0,00              | 0,00             | 32,11                          | 0,00  | 0,02                           | 0,00  | 99,19  | Lawsonite          | Glaucophane     |  |  |
|                                                 | 78      | 0,00                                   | 99,99            | 0,07  | 19,29 | 0,00              | 0,00             | 32,29                          | 0,04  | 0,00                           | 0,01  | 99,32  | Lawsonite          |                 |  |  |
|                                                 | 79      | 0,00                                   | 99,29            | 0,00  | 0,03  | 11,54             | 0,00             | 19,30                          | 0,04  | 0,00                           | 0,00  | 99,29  | Albite             |                 |  |  |
|                                                 | 80      | 0,05                                   | 99,99            | 0,04  | 0,00  | 12,09             | 0,00             | 19,91                          | 0,00  | 0,00                           | 0,03  | 100,55 | Albite             |                 |  |  |
|                                                 | 81      | 0,21                                   | 99,59            | 0,09  | 0,20  | 0,09              | 0,02             | 22,20                          | 0,19  | 0,00                           | 17,70 | 99,22  | Chlorite           | ou smectite     |  |  |
|                                                 | 82      | 0,24                                   | 99,12            | 7,95  | 0,21  | 0,07              | 0,09             | 21,74                          | 0,00  | 0,00                           | 15,35 | 94,93  | Chlorite           |                 |  |  |
|                                                 | 83      | 0,00                                   | 99,39            | 0,15  | 0,00  | 11,95             | 0,01             | 19,59                          | 0,01  | 0,00                           | 0,04  | 99,12  | Albite             |                 |  |  |
|                                                 | 84      | 0,00                                   | 99,93            | 0,04  | 0,04  | 11,94             | 0,00             | 19,14                          | 0,00  | 0,00                           | 0,01  | 99,90  | Albite             |                 |  |  |
| Métavolcanite à albite glaucophane et lawsonite | 85      | 0,02                                   | 99,99            | 0,00  | 0,02  | 11,90             | 0,12             | 19,11                          | 0,00  | 0,00                           | 0,00  | 99,72  | Albite             | Glaucophane     |  |  |
|                                                 | 86      | 0,03                                   | 99,92            | 0,09  | 0,07  | 7,00              | 0,03             | 11,99                          | 0,00  | 0,01                           | 12,95 | 99,49  | Amphibole          |                 |  |  |
|                                                 | 87      | 0,04                                   | 99,92            | 6,21  | 1,53  | 6,70              | 0,02             | 11,40                          | 0,05  | 0,00                           | 13,13 | 99,90  | Amphibole          |                 |  |  |
|                                                 | 88      | 0,00                                   | 99,22            | 7,19  | 0,93  | 7,25              | 0,09             | 12,43                          | 0,13  | 0,00                           | 11,59 | 99,44  | Amphibole          |                 |  |  |
|                                                 | 89      | 0,00                                   | 90,09            | 2,09  | 29,30 | 0,07              | 33,79            | 2,42                           | 0,00  | 0,00                           | 0,00  | 97,71  | Sphère             | Glaucophane     |  |  |
|                                                 | 90      | 0,03                                   | 45,39            | 0,29  | 19,52 | 6,43              | 20,91            | 19,12                          | 0,00  | 0,00                           | 0,04  | 100,79 | Sphère             |                 |  |  |

| leg0366.cor                               |         | RESULTATS SONDE DU 6 MARS 2009 (Suite) |       |       |       |      |       |       |      |       |       |        | NOUVELLE-CALÉDONIE |                             | MINERAL | ESPECE |
|-------------------------------------------|---------|----------------------------------------|-------|-------|-------|------|-------|-------|------|-------|-------|--------|--------------------|-----------------------------|---------|--------|
| ROCHE                                     | ANALYSE | K2O                                    | SiO2  | FeO   | CaO   | Na2O | TiO2  | Al2O3 | MnO  | Cr2O3 | MgO   | Total  |                    |                             |         |        |
| DS 499<br>Schiste à glaucophane           | 91      | 0,00                                   | 56,63 | 13,54 | 0,85  | 6,46 | 0,00  | 8,09  | 0,44 | 0,07  | 10,77 | 96,85  | Amphibole          | Glaucophane                 |         |        |
|                                           | 92      | 0,83                                   | 56,55 | 13,06 | 1,53  | 6,33 | 0,00  | 7,65  | 0,41 | 0,00  | 11,27 | 96,83  | Amphibole          | Glaucophane                 |         |        |
|                                           | 93      | 0,00                                   | 36,83 | 13,91 | 22,84 | 0,00 | 0,10  | 21,37 | 0,87 | 0,00  | 0,00  | 96,92  | Epidote            |                             |         |        |
|                                           | 94      | 0,00                                   | 37,54 | 11,86 | 23,13 | 0,00 | 0,10  | 23,86 | 0,96 | 0,00  | 0,00  | 97,44  | Epidote            |                             |         |        |
|                                           | 95      | 0,02                                   | 37,08 | 12,11 | 23,24 | 0,00 | 0,14  | 22,91 | 1,36 | 0,00  | 0,01  | 96,87  | Epidote            |                             |         |        |
|                                           | 96      | 0,01                                   | 28,27 | 14,22 | 0,08  | 0,04 | 0,00  | 19,59 | 0,62 | 0,00  | 24,36 | 87,18  | Chlorite           |                             |         |        |
|                                           | 97      | 10,63                                  | 50,19 | 4,40  | 0,00  | 0,27 | 0,29  | 25,49 | 0,06 | 0,15  | 3,61  | 95,09  | Muscovite          |                             |         |        |
|                                           | 98      | 10,75                                  | 49,68 | 3,62  | 0,00  | 0,32 | 0,18  | 25,86 | 0,11 | 0,11  | 3,59  | 94,20  | Muscovite          |                             |         |        |
|                                           | 99      | 0,83                                   | 57,46 | 13,24 | 0,82  | 6,54 | 0,03  | 7,88  | 0,24 | 0,03  | 11,25 | 97,51  | Amphibole          | Glaucophane                 |         |        |
|                                           | 100     | 0,01                                   | 37,10 | 12,29 | 23,19 | 0,00 | 0,09  | 22,97 | 0,71 | 0,00  | 0,02  | 96,38  | Epidote            |                             |         |        |
|                                           | 101     | 0,81                                   | 99,66 | 0,00  | 0,00  | 0,00 | 0,00  | 0,00  | 0,00 | 0,00  | 0,00  | 99,68  | Quartz             |                             |         |        |
|                                           | 102     | 0,00                                   | 27,91 | 14,87 | 0,05  | 0,00 | 0,00  | 20,33 | 0,60 | 0,00  | 24,19 | 87,95  | Chlorite           |                             |         |        |
| DS 365<br>Schiste à trémolite et chlorite | 103     | 0,01                                   | 32,16 | 9,67  | 0,71  | 0,05 | 0,38  | 17,13 | 0,46 | 0,33  | 26,49 | 87,39  | Chlorite           |                             |         |        |
|                                           | 104     | 0,06                                   | 62,82 | 6,02  | 9,63  | 0,75 | 0,23  | 4,48  | 0,35 | 0,19  | 22,52 | 97,03  | Amphibole          | trémolite                   |         |        |
|                                           | 105     | 0,07                                   | 43,73 | 8,41  | 5,82  | 0,39 | 0,07  | 8,73  | 0,25 | 0,13  | 23,07 | 90,68  | Amphibole          | en voie de chloritisation ? |         |        |
|                                           | 106     | 0,02                                   | 0,73  | 0,26  | 57,30 | 0,05 | 0,58  | 0,03  | 0,00 | 0,00  | 0,00  | 58,96  | Apatite            |                             |         |        |
|                                           | 107     | 0,00                                   | 31,90 | 9,84  | 0,36  | 0,00 | 0,31  | 16,79 | 0,25 | 0,39  | 27,18 | 87,00  | Chlorite           |                             |         |        |
|                                           | 108     | 0,00                                   | 31,54 | 9,99  | 0,19  | 0,02 | 0,19  | 17,08 | 0,35 | 0,39  | 27,13 | 86,87  | Chlorite           |                             |         |        |
|                                           | 109     | 0,04                                   | 30,20 | 0,31  | 29,37 | 0,03 | 39,66 | 0,75  | 0,01 | 0,08  | 0,03  | 100,49 | Sphène             |                             |         |        |
|                                           | 110     | 0,83                                   | 57,83 | 5,59  | 10,01 | 0,74 | 0,03  | 0,72  | 0,33 | 0,03  | 22,91 | 98,21  | Amphibole          | Trémolite                   |         |        |
|                                           | 111     | 0,83                                   | 56,01 | 5,50  | 9,28  | 0,55 | 0,03  | 1,36  | 0,22 | 0,00  | 22,72 | 95,68  | Amphibole          | Trémolite                   |         |        |
|                                           | 112     | 0,81                                   | 33,06 | 9,92  | 0,81  | 0,07 | 0,01  | 16,49 | 0,27 | 0,40  | 27,29 | 88,33  | Chlorite           |                             |         |        |
|                                           | 113     | 0,83                                   | 44,12 | 8,21  | 5,33  | 0,33 | 0,00  | 9,41  | 0,21 | 0,30  | 24,07 | 92,02  | Amphibole          | en voie de chloritisation ? |         |        |
|                                           | 114     | 0,05                                   | 46,80 | 7,85  | 6,01  | 0,35 | 0,00  | 6,42  | 0,21 | 0,20  | 23,98 | 91,87  | Amphibole          | en voie de chloritisation ? |         |        |
|                                           | 115     | 0,00                                   | 57,37 | 4,70  | 7,76  | 0,53 | 0,00  | 0,49  | 0,15 | 0,01  | 22,65 | 93,67  | Amphibole          | Trémolite                   |         |        |
|                                           | 116     | 0,00                                   | 31,75 | 9,57  | 0,14  | 0,00 | 0,00  | 16,92 | 0,25 | 0,16  | 28,00 | 86,79  | Chlorite           |                             |         |        |
|                                           | 117     | 0,00                                   | 32,76 | 9,65  | 0,88  | 0,04 | 0,00  | 15,64 | 0,41 | 0,28  | 26,78 | 86,43  | Chlorite           |                             |         |        |
|                                           | 118     | 0,00                                   | 31,39 | 10,14 | 0,01  | 0,02 | 0,02  | 17,23 | 0,26 | 0,14  | 28,01 | 87,21  | Chlorite           |                             |         |        |
|                                           | 119     | 0,83                                   | 52,94 | 5,95  | 9,09  | 0,47 | 0,05  | 5,64  | 0,29 | 0,19  | 22,66 | 97,31  | Amphibole          | Trémolite                   |         |        |
|                                           | 120     | 0,85                                   | 57,45 | 6,10  | 11,48 | 1,30 | 0,10  | 0,99  | 0,19 | 0,17  | 20,47 | 98,30  | Amphibole          | Trémolite                   |         |        |

| leg0803.cor                                     |         |       |       |       |       |      |       |       |      |       |       |        |                     |                         |
|-------------------------------------------------|---------|-------|-------|-------|-------|------|-------|-------|------|-------|-------|--------|---------------------|-------------------------|
| RESULTATS MICROSONDE DU 3 JUN 2009              |         |       |       |       |       |      |       |       |      |       |       |        |                     |                         |
| ROCHE                                           | ANALYSE | K2O   | SiO2  | FeO   | CaO   | Na2O | TiO2  | Al2O3 | MnO  | Cr2O3 | MgO   | NiO    | Total               | MINERAL                 |
| NC 106 DL-B<br>PERIDOTITE<br>SERPENTINISEE      | B1      | 0,03  | 58,07 | 2,78  | 13,20 | 0,10 | 0,01  | 0,25  | 0,00 | 0,03  | 24,80 | 0,01   | 98,43               | amphibole trémolite     |
|                                                 | B2      | 0,08  | 54,62 | 8,80  | 0,51  | 0,07 | 0,03  | 1,41  | 0,00 | 0,00  | 20,21 | 1,46   | 98,20               | smectite ?              |
|                                                 | B3      | 0,08  | 54,16 | 10,80 | 0,48  | 0,08 | 0,00  | 1,33  | 0,02 | 0,00  | 20,44 | 1,43   | 98,63               | ou Fe-talc ?            |
|                                                 | B4      | 0,03  | 46,87 | 4,83  | 8,12  | 0,08 | 0,03  | 8,19  | 8,14 | 8,08  | 37,85 | 8,41   | 88,25               | serpentine              |
|                                                 | B6      | 0,08  | 54,18 | 11,29 | 0,45  | 0,11 | 0,03  | 1,46  | 0,03 | 0,02  | 18,83 | 1,36   | 87,86               | smectite ? ou Fe-talc ? |
|                                                 | B7      | 0,03  | 54,18 | 8,08  | 0,33  | 0,07 | 0,00  | 1,17  | 0,00 | 0,00  | 28,14 | 0,82   | 91,81               | smectite ? ou Fe-talc ? |
|                                                 | B8      | 0,08  | 54,37 | 5,81  | 0,29  | 0,04 | 0,03  | 1,38  | 0,03 | 0,00  | 28,08 | 0,93   | 91,00               | smectite ? ou Fe-talc ? |
|                                                 | B9      | 0,04  | 34,82 | 4,79  | 0,04  | 0,10 | 0,01  | 13,45 | 0,01 | 0,00  | 36,18 | 0,37   | 88,72               | chlorite                |
|                                                 | B10     | 0,00  | 51,70 | 3,25  | 0,11  | 0,01 | 0,01  | 0,30  | 0,02 | 0,00  | 35,87 | 0,74   | 91,98               | Serpentine              |
|                                                 | B11     | 0,03  | 54,08 | 10,89 | 0,33  | 0,10 | 0,00  | 1,63  | 0,00 | 0,00  | 22,48 | 1,32   | 89,86               | smectite ? ou Fe-talc ? |
| NC 126 DL-B<br>TALCSCHISTE A<br>TREMOLITE       | B12     | 0,08  | 51,88 | 4,83  | 8,81  | 0,83 | 0,82  | 8,87  | 8,88 | 8,84  | 38,28 | 8,18   | 87,88               | talc                    |
|                                                 | B13     | 0,08  | 58,48 | 8,42  | 11,11 | 1,88 | 0,81  | 1,26  | 8,33 | 8,88  | 28,88 | 8,12   | 108,22              | amphibole trémolite     |
|                                                 | B14     | 0,08  | 62,77 | 4,38  | 8,88  | 0,88 | 0,88  | 8,82  | 8,82 | 8,88  | 29,88 | 8,14   | 87,28               | talc                    |
|                                                 | B16     | 0,00  | 38,15 | 0,19  | 30,43 | 0,05 | 40,23 | 0,81  | 0,88 | 0,88  | 0,00  | 0,04   | 101,84              | sphène                  |
|                                                 | B18     | 0,02  | 8,83  | 1,82  | 8,17  | 8,83 | 88,72 | 8,88  | 8,81 | 8,28  | 8,83  | 8,88   | 181,22              | rutile                  |
| B17                                             | 0,02    | 58,88 | 8,85  | 11,34 | 1,47  | 0,81 | 1,18  | 8,34  | 8,88 | 28,84 | 8,82  | 188,18 | amphibole trémolite |                         |
| BS 411<br>SCHISTE PLISSE                        | B20     | 0,00  | 52,44 | 5,84  | 8,05  | 1,18 | 0,10  | 2,58  | 0,28 | 0,07  | 20,85 | 0,23   | 81,50               | amphibole altérée       |
|                                                 | B21     | 0,08  | 54,84 | 8,87  | 12,58 | 8,74 | 0,27  | 2,38  | 8,32 | 8,85  | 28,84 | 8,88   | 88,88               | amphibole trémolite     |
|                                                 | B22     | 0,08  | 53,88 | 8,74  | 12,38 | 8,81 | 8,43  | 2,88  | 8,41 | 8,28  | 28,34 | 8,88   | 87,88               | amphibole trémolite     |
|                                                 | B23     | 0,02  | 62,88 | 5,87  | 8,88  | 1,22 | 0,03  | 1,00  | 0,20 | 0,11  | 20,18 | 0,10   | 90,87               | amphibole altérée       |
|                                                 | B24     | 0,01  | 33,82 | 8,85  | 1,22  | 0,18 | 8,88  | 14,88 | 8,23 | 8,87  | 27,88 | 8,18   | 88,88               | chlorite                |
|                                                 | B25     | 0,03  | 48,84 | 7,44  | 5,71  | 0,88 | 0,08  | 8,31  | 0,21 | 0,37  | 28,13 | 0,28   | 83,00               | amphibole altérée       |
|                                                 | B26     | 0,08  | 58,84 | 2,75  | 13,58 | 8,28 | 8,84  | 8,14  | 8,18 | 8,88  | 23,47 | 8,88   | 88,53               | amphibole trémolite     |
|                                                 | B27     | 0,01  | 58,55 | 2,38  | 13,88 | 8,88 | 8,82  | 8,88  | 8,18 | 8,88  | 24,22 | 8,88   | 88,27               | amphibole trémolite     |
|                                                 | B28     | 0,01  | 52,12 | 8,23  | 8,38  | 1,44 | 0,01  | 1,21  | 0,24 | 0,07  | 18,76 | 0,07   | 88,56               | amphibole altérée       |
|                                                 | B30     | 0,04  | 49,84 | 5,48  | 8,42  | 1,08 | 0,02  | 2,08  | 0,20 | 0,19  | 18,80 | 0,17   | 88,23               | amphibole altérée       |
| NC 94 DL-A<br>SERPENTINITE                      | B31     | 0,01  | 51,32 | 8,70  | 7,81  | 1,20 | 0,04  | 3,81  | 0,18 | 0,18  | 20,81 | 0,08   | 91,72               | amphibole altérée       |
|                                                 | B34     | 0,04  | 52,88 | 7,16  | 8,67  | 1,51 | 0,01  | 1,67  | 0,25 | 0,01  | 18,84 | 0,08   | 91,83               | amphibole altérée       |
|                                                 | B35     | 0,00  | 42,18 | 4,45  | 0,01  | 0,00 | 0,00  | 0,08  | 0,07 | 0,03  | 38,10 | 0,00   | 84,88               | serpentine              |
|                                                 | B36     | 0,03  | 43,87 | 5,88  | 8,81  | 8,88 | 8,87  | 8,18  | 8,87 | 8,88  | 38,43 | 8,12   | 88,82               | serpentine              |
|                                                 | B37     | 0,00  | 48,71 | 3,88  | 0,00  | 0,01 | 0,08  | 0,05  | 0,18 | 0,00  | 38,10 | 0,05   | 88,04               | serpentine              |
| BS 385<br>SCHISTE A<br>TREMOLITE<br>ET CHLORITE | B38     | 0,00  | 57,72 | 3,38  | 0,00  | 0,10 | 0,00  | 0,05  | 0,03 | 0,00  | 28,81 | 0,04   | 88,13               | smectite ?              |
|                                                 | B39     | 0,01  | 48,45 | 4,31  | 0,82  | 0,03 | 0,02  | 0,08  | 0,11 | 0,00  | 37,70 | 0,00   | 90,74               | serpentine              |
|                                                 | B40     | 0,00  | 48,38 | 4,34  | 0,82  | 0,01 | 0,02  | 0,11  | 0,13 | 0,00  | 38,79 | 0,05   | 88,88               | serpentine              |
|                                                 | B41     | 0,08  | 48,87 | 4,35  | 8,83  | 8,83 | 8,84  | 8,88  | 8,87 | 8,88  | 38,82 | 8,88   | 88,38               | serpentine              |
|                                                 | B42     | 0,00  | 44,87 | 3,78  | 8,88  | 8,88 | 8,88  | 8,11  | 8,18 | 8,82  | 38,42 | 8,11   | 88,28               | serpentine              |
| B43                                             | 0,02    | 31,34 | 8,81  | 8,21  | 8,81  | 8,88 | 17,38 | 8,38  | 8,32 | 28,11 | 8,28  | 87,53  | chlorite            |                         |
| B44                                             | 0,00    | 88,70 | 0,00  | 0,88  | 0,01  | 0,00 | 0,00  | 0,04  | 0,00 | 0,00  | 0,00  | 0,00   | 88,76               | OZ                      |
| B45                                             | 0,04    | 58,28 | 5,12  | 12,38 | 1,85  | 8,88 | 8,81  | 8,22  | 8,84 | 21,25 | 8,81  | 97,38  | amphibole trémolite |                         |
| B46                                             | 0,00    | 87,80 | 0,08  | 0,83  | 8,00  | 0,02 | 0,03  | 0,00  | 0,00 | 0,00  | 0,00  | 0,00   | 87,75               | OZ                      |

Etude pétrographie de 26 lames minces

| leg0603.cer                                   |         |      |        |       |       |      |       |       |      |       |       |      |        |                           |             |
|-----------------------------------------------|---------|------|--------|-------|-------|------|-------|-------|------|-------|-------|------|--------|---------------------------|-------------|
| RESULTATS MICROSONDE DU 3 JUN 2000            |         |      |        |       |       |      |       |       |      |       |       |      |        |                           |             |
| ROCHE                                         | ANALYSE | K2O  | SiO2   | FeO   | CaO   | Na2O | TiO2  | Al2O3 | MnO  | Cr2O3 | MgO   | NiO  | Total  | MINERAL                   |             |
| AMOS<br>ECLOGITE<br>AMOS<br>GLAUCOPHANE       | B47     | 0,01 | 37,80  | 31,52 | 5,80  | 0,00 | 0,04  | 21,08 | 0,08 | 0,00  | 3,87  | 0,00 | 100,78 | Grenat                    | cœur        |
|                                               | B48     | 0,00 | 38,47  | 29,56 | 7,36  | 0,00 | 0,02  | 21,47 | 0,19 | 0,00  | 4,83  | 0,00 | 101,90 | Grenat                    | bord        |
|                                               | B49     | 0,00 | 38,36  | 9,91  | 24,59 | 0,01 | 0,06  | 25,74 | 0,22 | 0,00  | 0,05  | 0,00 | 98,93  | épidote                   |             |
|                                               | B50     | 0,00 | 38,00  | 30,24 | 7,77  | 0,05 | 0,05  | 21,41 | 0,51 | 0,00  | 4,08  | 0,00 | 102,21 | Grenat                    | cœur        |
|                                               | B51     | 0,02 | 38,21  | 29,60 | 7,42  | 0,02 | 0,11  | 21,31 | 0,33 | 0,05  | 4,59  | 0,00 | 101,64 | Grenat                    | bord        |
|                                               | B52     | 0,00 | 0,04   | 1,07  | 0,00  | 0,00 | 99,27 | 0,01  | 0,00 | 0,02  | 0,01  | 0,00 | 100,58 | rutile                    |             |
|                                               | B53     | 0,05 | 58,30  | 11,06 | 1,21  | 0,92 | 0,04  | 9,77  | 0,01 | 0,00  | 10,82 | 0,00 | 98,87  | amphibole                 | glaucophane |
|                                               | B54     | 0,00 | 38,34  | 10,88 | 23,96 | 0,01 | 0,09  | 23,97 | 0,48 | 0,00  | 0,02  | 0,06 | 97,70  | épidote                   |             |
|                                               | B55     | 0,00 | 101,10 | 0,04  | 0,00  | 0,03 | 0,00  | 0,02  | 0,00 | 0,02  | 0,01  | 0,02 | 101,24 | QZ                        |             |
|                                               | B56     | 0,06 | 58,17  | 14,90 | 3,64  | 5,94 | 0,10  | 8,40  | 0,00 | 0,00  | 10,48 | 0,00 | 98,68  | amphibole                 | glaucophane |
|                                               | B57     | 0,00 | 37,91  | 20,17 | 7,56  | 0,01 | 0,06  | 21,50 | 0,33 | 0,00  | 4,25  | 0,00 | 100,90 | Grenat                    |             |
|                                               | B58     | 0,00 | 26,31  | 27,50 | 0,04  | 0,01 | 0,01  | 19,16 | 0,30 | 0,00  | 15,28 | 0,10 | 88,72  | chlorite                  |             |
|                                               | B59     | 0,00 | 60,92  | 6,45  | 15,78 | 0,00 | 0,07  | 16,26 | 0,06 | 0,00  | 0,05  | 0,05 | 99,65  | (à cheval sur 2 minéraux) |             |
|                                               | B60     | 0,00 | 100,55 | 0,51  | 0,04  | 0,02 | 0,00  | 0,02  | 0,00 | 0,00  | 0,00  | 0,00 | 101,13 | Qz                        |             |
|                                               | B61     | 0,00 | 37,93  | 11,14 | 23,09 | 0,06 | 0,09  | 23,80 | 0,14 | 0,00  | 0,15  | 0,00 | 96,55  | Grenat                    |             |
| NC 117 DL-B<br>TALC-chlorite<br>A<br>CHROMITE | B62     | 0,02 | 0,04   | 28,12 | 0,02  | 0,00 | 0,01  | 15,81 | 0,51 | 49,24 | 5,62  | 0,02 | 99,43  | chromite                  |             |
|                                               | B63     | 0,01 | 0,08   | 32,76 | 0,00  | 0,00 | 0,01  | 15,14 | 0,84 | 49,01 | 1,97  | 0,07 | 99,97  | chromite                  |             |
|                                               | B64     | 0,06 | 31,34  | 9,30  | 0,07  | 0,04 | 0,00  | 14,29 | 0,01 | 3,32  | 29,26 | 0,12 | 87,79  | chlorite                  |             |
|                                               | B65     | 0,00 | 30,71  | 10,47 | 0,00  | 0,03 | 0,00  | 14,35 | 0,14 | 3,02  | 29,13 | 0,10 | 87,94  | chlorite                  |             |
|                                               | B66     | 0,00 | 61,37  | 4,99  | 0,00  | 0,02 | 0,00  | 0,02  | 0,02 | 0,03  | 29,44 | 0,00 | 95,89  | chlorite                  |             |
|                                               | B67     | 0,03 | 01,55  | 2,04  | 0,05  | 0,01 | 0,00  | 0,01  | 0,00 | 0,04  | 30,81 | 0,24 | 95,50  | taic                      |             |
|                                               | B68     | 0,01 | 3,71   | 75,84 | 0,00  | 0,06 | 0,03  | 0,00  | 0,00 | 0,00  | 0,48  | 0,41 | 80,54  | magnétite                 |             |
|                                               | B69     | 0,02 | 3,82   | 76,51 | 0,06  | 0,00 | 0,00  | 0,00  | 0,00 | 0,02  | 0,23  | 0,43 | 81,09  | magnétite                 |             |
|                                               | B70     | 0,01 | 32,41  | 9,75  | 0,03  | 0,04 | 0,00  | 12,05 | 0,00 | 3,95  | 30,16 | 0,25 | 88,54  | chlorite                  |             |
|                                               | B71     | 0,00 | 63,18  | 3,48  | 0,02  | 0,07 | 0,04  | 0,03  | 0,00 | 0,00  | 30,45 | 0,26 | 97,53  | taic                      |             |
|                                               | B72     | 0,04 | 31,27  | 9,56  | 0,03  | 0,00 | 0,01  | 12,44 | 0,03 | 3,69  | 30,01 | 0,16 | 87,32  | chlorite                  |             |
|                                               | B73     | 0,07 | 01,64  | 2,09  | 0,04  | 0,16 | 0,00  | 0,02  | 0,04 | 0,00  | 30,71 | 0,31 | 95,87  | taic                      |             |





**Centre scientifique et technique  
Service GEO/GSO**

3, avenue Claude-Guillemain  
BP 36009 – 45060 Orléans Cedex 2 – France – Tél. : 02 38 64 34 34