



**Martin P., Pistre K., Rouer O. et Zany D.
(2024)**

Thélod (54) : Laves du Crétacé sup. – le Mont

*Contribution ORAGE originale à la Banque de données du sous-sol
n°36.*

Coordonnées SRS : Latitude : 48.5535 Longitude : 6.0417

Département : Meurthe-et-Moselle Commune : Thélod

Nature : Affleurement

Thélod (54) : Laves du Crétacé supérieur – le Mont

Nature : Affleurement et déblais

Coordonnées SRS : Latitude : Y = 48.5535

Longitude : X = 6.0417

Altitude : 378 m

Citation : Martin P., Pistre K., Rouer O. et Zany D. (2024) - Thélod (54) : Laves du Crétacé sup. – le Mont.
Contribution ORAGE originale à la Banque de données du sous-sol n°X.

En forêt, sur la colline le Mont se détachant de la côte, au NNO du village (fig.1), le territoire de la commune de Thélod (54) abrite quelques pointements sporadiques de roches volcaniques (fig.2), reliques d'anciennes cheminées, percant la couverture sédimentaire mésozoïque (fig.1) et recensés depuis les travaux de l'ingénieur Levallois au XIX^{ème} siècle (Levallois J.-J., 1847).

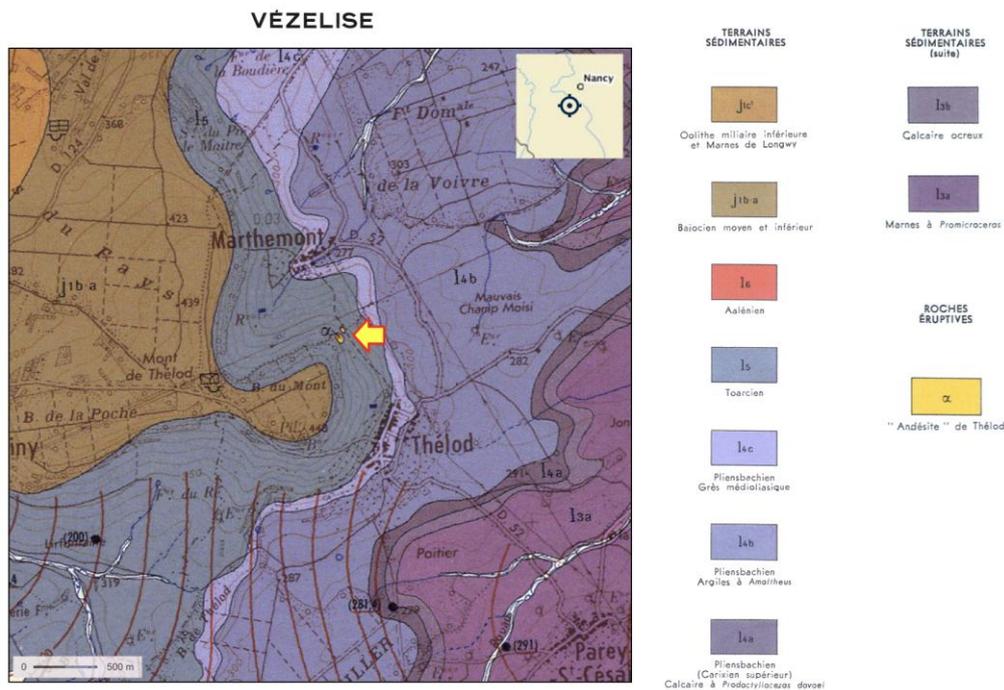


Fig.1 : Localisation des laves de Thélod notées « α » (extrait de la carte géologique de Vézelize à 1/50 000–BRGM-InfoTerre)

Ces laves ont été datées par radiochronologie K-Ar entre 74 et 67 Ma (Campanien – Maastrichtien / Crétacé sup. – Baranyl L. *et al.*, 1976). L'origine de l'épisode volcanique de Thélod doit être rattachée à l'activité magmatique pré-rift de mise en place du fossé rhénan. Cet épisode de rifting continental a affecté l'ouest de l'Europe dès la fin du Crétacé et a perduré jusqu'à l'Oligocène inférieur. Les émissions volcaniques de Thélod sont actuellement les plus anciennes laves connues en rive gauche du rift rhénan.

Les volcanites ont fait l'objet de nouvelles analyses pétrographiques (Martin P. et Zany D., 2013) à partir de lames minces d'échantillons à texture porphyrique et aphyrique récoltés *in situ* (fig.2). Ces analyses

complètent les rares études publiées par le passé (Levallois J.-J., 1847 ; Braconnier A., 1879 ; Bleicher G., 1882 ; Nicklès R. *et al.*, 1913 ; Maubeuge P.-L., 1963), qui assimilaient ces roches tantôt à des andésites (cf. carte géologique de Vézelize à 1 : 50 000), tantôt à des basaltes à micas (Bleicher G., 1882 ; Baranyl L. *et al.*, 1976).



Fig.2 : Affleurements de volcanites de Thélod en forêt (longueur de la loupe = 4 cm)

Les nouvelles déterminations de minéraux au microscope polarisant (pl.3 à 6) et à la microsonde électronique de Castaing (cf. annexe et pl.6 – fig.6B) confirment en partie certaines observations antérieures (présence du mica Mg-K, le phlogopite, décrit par G. Bleicher en 1882) et révèlent la présence d'apatite, de plages de calcite (calcite non liée à l'altération comme le suggérait G. Bleicher ?) mêlée à des petits cristaux prismatiques de chlorite et de barytine ainsi qu'une étonnante variété de minéraux titanifères (ilménite, pérovskite, spinelle et titano-magnétite).

Macroscopiquement, la roche est sombre (cassure gris foncé – fig.2) et dense, mafique, altérée et patinée en surface (teinte ocre). Sur cassure fraîche, elle fait effervescence à l'acide chlorhydrique. Les fissures de la roche sont parfois comblées de veines de calcite/aragonite (pl.1), probablement mises en place postérieurement à la solidification de la lave.

Dans les échantillons à texture porphyrique, les phénocristaux automorphes ne subsistent le plus souvent qu'à l'état de reliques et ne sont plus reconnaissables qu'à leurs habitus et leurs clivages. Ils sont de couleur ocre (due à l'altération) ou brun foncé à verdâtre (couleur originelle) et se présentent en masse feuilletée (clivages), avec une section hexagonale fuselée émoussée ou rectangulaire et une couronne d'altération. Il s'agit de micas magnésiens ou phlogopite (pl. 1, pl.2 - fig.2A, pl.3 – fig.3A et pl.6 - fig.6B).

Des amas de cristaux plus petits, translucides (pl.2-fig.2A) correspondent à des plages de cristaux de calcite imbriqués. Ils apparaissent de manière spectaculaire sur les clichés de cartographie de lame mince (pl.3-fig.3B). De rares occurrences d'inclusion de calcite dans le phlogopite peu altéré semblent possibles (pl.4-fig.4A). Quelques gros cristaux allongés d'apatite (identifiés au microscope) complètent la paragenèse des phénocristaux.

Des cristaux de phlogopite automorphes sont également observés, bien qu'en moindre quantité et de plus petite taille, dans les échantillons à texture aphyrique (pl.2-fig.2B).

En microscopie, les cristaux de phlogopite constituent la majorité des minéraux colorés (15% à 20% de la roche). Ils apparaissent le plus souvent complètement transformés (à l'exception de quelques rares plages reliques préservées découvertes lors d'analyses à la microsonde électronique) en chlorite et minéraux argileux d'altération. Ces derniers constituent le plus souvent l'épaisse couronne d'altération qui entoure les cristaux de ces micas (pl.4-fig.4A et pl.6).

De sporadiques fantômes d'amphiboles (hornblende ?) ont été reconnus à leurs formes allongées ou losangiques et à leurs clivages à 120° (pl.3-fig.3A), ainsi que des reliques de clinopyroxènes trapus dont les quelques plages préservées, analysées à la microsonde électronique, indiquent une composition de diopside. Ces phases complètent occasionnellement la liste des silicates ferromagnésiens de la roche. Bien que la présence de certains habitus de cristaux fantomatiques craquelés le suggère, la présence d'olivine dans la paragenèse n'a pu être caractérisée avec certitude à l'examen des lames minces.

Aucun silicate apparenté aux plagioclases ou aux feldspathoïdes n'a été observé ; cependant ces minéraux pourraient être contenus de façon normative dans le verre originel.

Les plages éparses de calcite (pl.4-fig.4B, pl.5 et pl.6) constituent 8% à 10% de la roche. Elles sont presque systématiquement frangées d'une auréole jaunâtre qui contient des petits cristaux prismatiques allongés automorphes de chlorite, souvent associées à des cristaux d'apatite ou de baryte.

La mésostase (pl.6) occupe environ 70% à 80% de la roche. Elle est composée d'une pâte sombre, probablement vitreuse à l'origine mais complètement déstabilisée et recristallisée aujourd'hui, riche en petits fantômes de silicates (olivines microscopiques ?), en microcristaux d'oxy-hydroxydes de fer (goéthite) et surtout de minéraux titanifères variés (ilménite, titano-magnétite, pérovskite et spinelle, déterminés et analysés à la microsonde électronique).

Ces roches mafiques possèdent donc une minéralogie qui est très originale : elles sont très riches en minéraux silicatés colorés magnésiens (donc sont très basiques, à signature mantellique), riches en divers oxydes de

titane (titano-magnétite, spinelle, ilménite et pérovskite) et en carbonates ainsi que d'autres minéraux accessoires originaux de basse température (phosphates, sulfates) comme l'apatite et la baryte (ou barytine) toujours associés aux carbonates.

La paragenèse de cette roche n'avait pas encore été décrite de façon aussi détaillée. Une telle association minérale pourrait s'apparenter à celles décrites pour les carbonatites (Ackerman L. *et al.*, 2021 ; Kamenetsky V.S. *et al.*, 2010 ; Van Wambeke L., 1995) ; en particulier les alvikites de Valone Toppo di Lupo (Apennins, Italie), une carbonatite à phénocristaux de calcite primaire (parfois regroupés en amas), méllilite (feldspathoïde), phlogopite, diopside, apatite et magnétite titanifère (d'Orazio M. *et al.*, 2017 ; Da Mommio A., 2020). Une origine magmatique des carbonates des laves de Thélod n'est donc pas à exclure. Les carbonatites sont habituellement associées au magmatisme en domaine intraplaque continental tectoniquement stable ou celui accompagnant un épisode de rifting continental (Da Mommio A., 2020), contexte de mise en place des laves de Thélod. Par ailleurs, des massifs carbonatitiques, associés au même épisode de rifting continental sont connus au Kaiserstuhl, plus à l'Est, dans le fossé rhénan.

L'autre origine possible de l'association calcite-chlorite-baryte des volcanites de Thélod est l'hypothèse d'une genèse résultant de processus d'altération (sans lien direct avec le magmatisme) et privilégiée par les anciens auteurs en raison notamment de la fréquence de veines de calcite/aragonite, observées à l'affleurement (voir pl. I). La chlorite peut apparaître à l'issue du métamorphisme (faciès schistes verts) ou par action de solutions postmagmatiques, hydrothermales ou météoriques sur les minéraux ferro-magnésiens comme les micas (biotite, phlogopite). Il en est de même pour la barytine qui peut se former à l'issue du métamorphisme de sédiments riches en baryum, de l'hydrothermalisme ou de l'altération météorique (lessivage du baryum provenant de minéraux comme le phlogopite pouvant en contenir). Les textures associées avec des minéraux automorphes de calcite ou de baryte, seraient, dans ce cas, liées à une cristallisation secondaire à partir de fluides dans des cavités, vacuoles, veines, ou tout autre zone où un vide créé par l'altération pourrait être présent.

Qu'elle soit primaire et magmatique ou consécutive à des phénomènes d'altération, l'origine des carbonates et paragenèses associées des roches de Thélod reste donc ouverte.

Cette nouvelle détermination pétrographique conforte néanmoins l'hypothèse d'un basalte ou d'une roche plus sous-saturée apparentée, issus d'un magma d'origine mantellique, mais celle-ci est impossible à qualifier avec plus de précision en absence d'analyses géochimiques plus détaillées.

Si elles sont un jour réalisées, ces analyses complètes (éléments majeurs, éléments traces, terres-rares, traceurs isotopiques (Sr notamment), et sur la calcite en particulier : $\delta^{18}\text{O}$, $\delta^{13}\text{C}$) permettront de préciser la géochimie exacte et d'approcher avec davantage de précision la pétrogenèse de la roche de Thélod, comme ce fut le cas pour les roches volcaniques du gisement voisin d'Essey-la-Côte (54) près de Bayon (Velde D. et Thiébaud J., 1973).

Références bibliographiques

Ackerman L., Rappich V., Polak L., Magna T., McLemore, V.T., Pour O. et Cejkova B. (2021) - Petrogenesis of silica-rich carbonatites from continental rift settings: A missing link between carbonatites and carbonated silicate melts? *Journal of Geosciences*, 66, pp.71-87.

Baranyl L., Lippolt H.J. et Todt W. (1976) - Kalium-Argon Alterbestimmungen an tertiären vulkaniten des Oberrheingraben-Gebietes. II: Die Altertraverse vom Hegau nach Lothringen. *Öberrheingeb. geol. abh., Karlsruhe*, 25.

Bleicher G. (1882) - Minéralogie micrographique sur la roche de Thélod et sur le basalte d'Essey-la-Côte. *Bull. Soc. Sciences de Nancy*, sér. II, tome VI, fasc. XIV.

Braconnier A. (1879) - Description des terrains qui constituent le sol du département de la Meurthe-et-Moselle. Nancy : Préfecture de Meurthe-et-Moselle.

D'Orazio, M., *et al.* (2007). Carbonatites in a subduction system: the Pleistocene alvikites from Mt. Vulture (southern Italy). *Lithos* 98.1: 313-334.

Kamenetsky V.S., Doroshkevich A.G., Elliott H.A.L. et Zaitsev A.N. (2010) – Carbonatites : Contrasting, complex, and controversial. *Mineralogical Magazine*, 74, pp.803-820.

Levallois J.-J. (1847) - Notice sur des roches d'origine ignée (avec talc et fer oxydulé) observées au milieu des marnes supra-liasiques à la coté de Thélod (arrondissement de Nancy, département de la Meurthe). Lue dans la *réunion extraordinaire de la Société géologique de France*, le 16 sept. 1847. Nancy.

Maubeuge P.J. (1963) - Notice de la Carte Géologique au 1/50 000 Feuille de Vézelize, BRGM Ed., 6 pages.

Nicklès R., Joly H. et Merle A. (1913) - Carte géologique détaillée de la France au 1/80000ème. 2ème édition. Paris : Service de la carte.

Van Wambeke L. (1995) - Les carbonatites : Origine, minéralogie et importance économique actuelle : La contribution belge et de l'Union Européenne. *Bulletin de la Société Belge de Géologie*, tome 104, 3-4, pp. 291-299.

Velde D. et Thiebaut J. (1973) - Quelques précisions sur la constitution minéralogique de la néphéline à olivine et ménilite d'Essey-La-Côte (Meurthe et Moselle), *Bull. Soc. Fr. Mi. Crist.*, tome 96, 6 pages.

Sitographie :

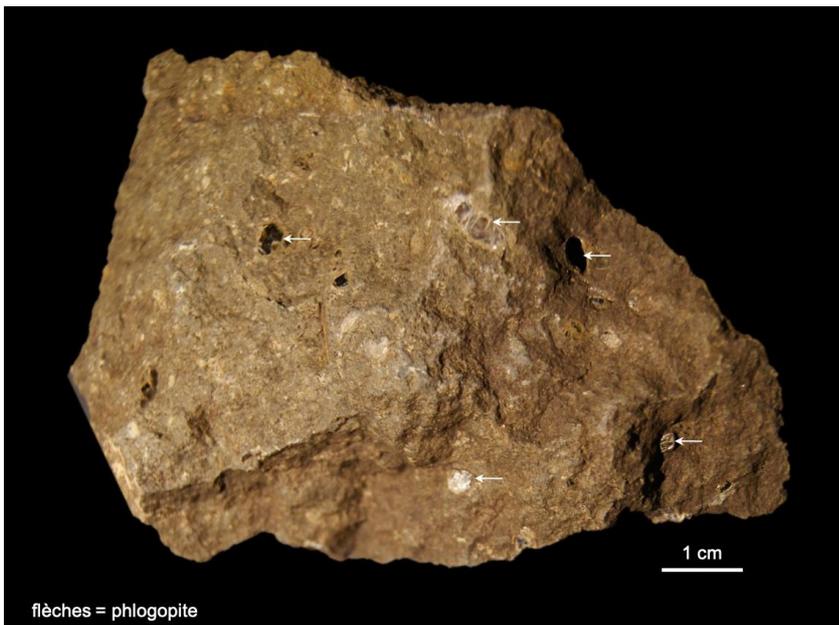
Da Mommio A. (2020) – Alex Streckeisen – Alvikite [en ligne] : <https://www.alexstreckeisen.it/english/provincia/alvikite.php> consulté le 31-10-2024

Martin P. et Zany D. (2013) – Géologie de la Lorraine – Lave de Thélod [en ligne] : <https://sites.ac-nancy-metz.fr/base-geol/fiche.php?dossier=186&p=1contgeo> (dernière mise à jour 31-10-2024) consulté le 31-10-2024.

Remerciements

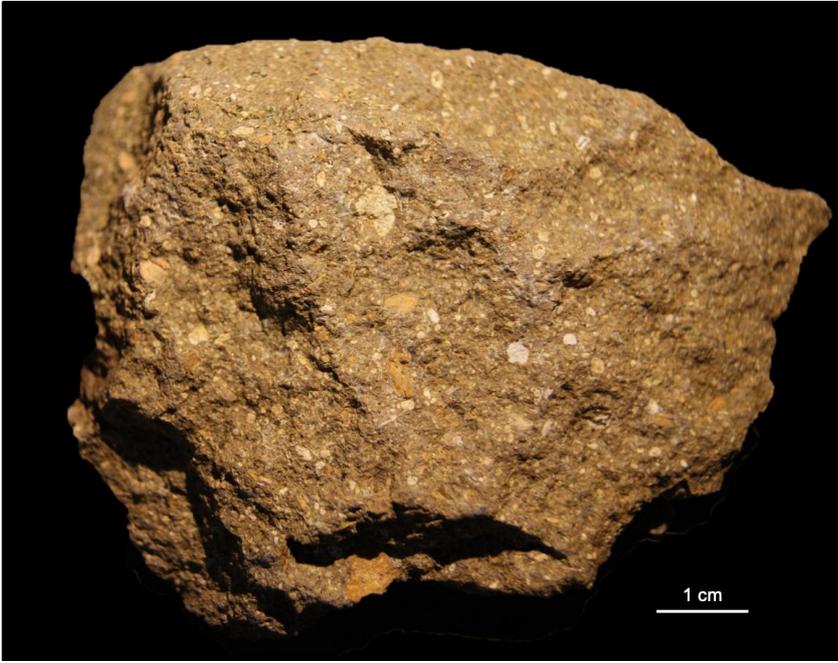
Nous remercions vivement Lydéric France (maître de conférences à l'Université de Lorraine - CRPG, membre de l'IUF) pour la relecture de cet article et ses remarques constructives, ainsi que Bernard Lathuilière (professeur émérite) et Vincent Huault (maître de conférences) du laboratoire GéoRessources de l'Université de Lorraine de leur soutien et de nous avoir permis de réaliser les lames minces des échantillons analysés dans le cadre de cette étude.

PLANCHE 1
Échantillons pétrographiques



Deux échantillons de laves de Thélod à texture porphyrique à phénocristaux de phlogopite et plages de calcite

PLANCHE 2
Échantillons pétrographiques



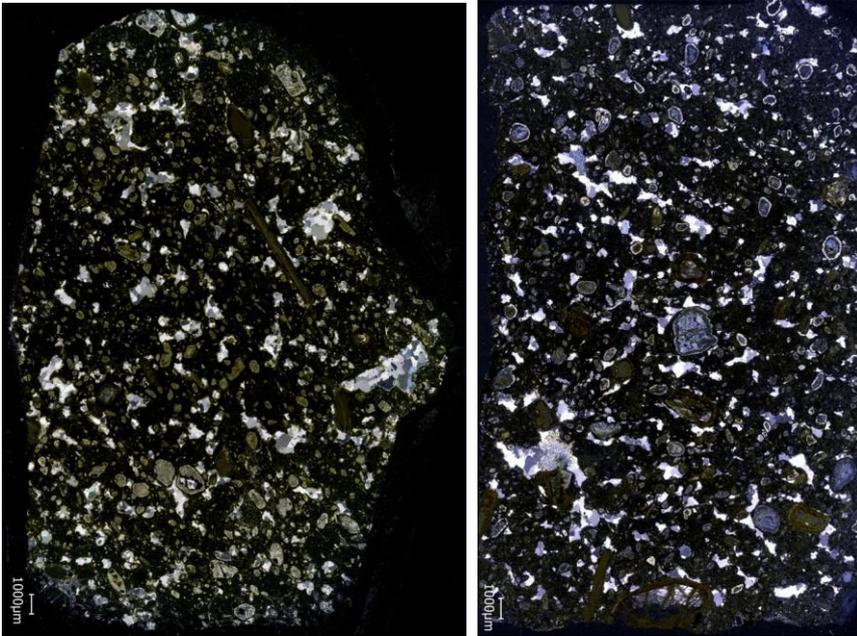
2A : Échantillons de lave de Thélod à texture porphyrique à nombreux phénocristaux (altérés) de phlogopite



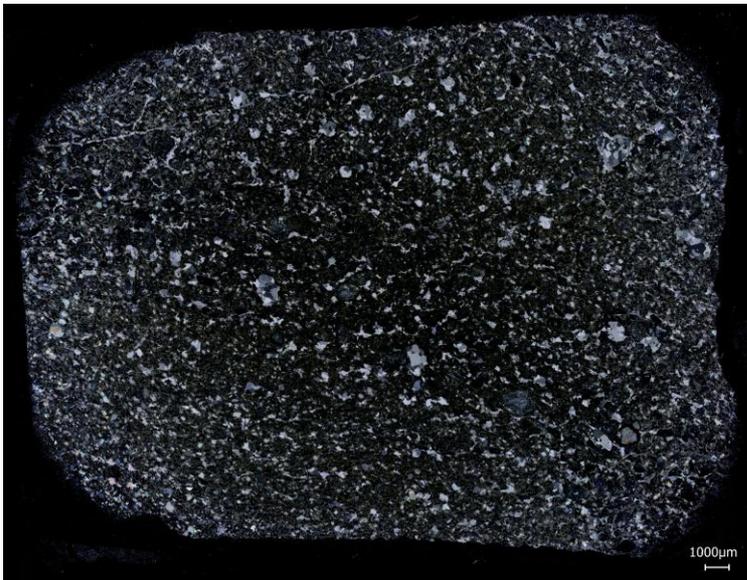
2B : Surface d'un échantillon de lave de Thélod à texture aphyrique montrant quelques phénocristaux bruns de phlogopite

PLANCHE 3

Lames minces – microscope polarisant

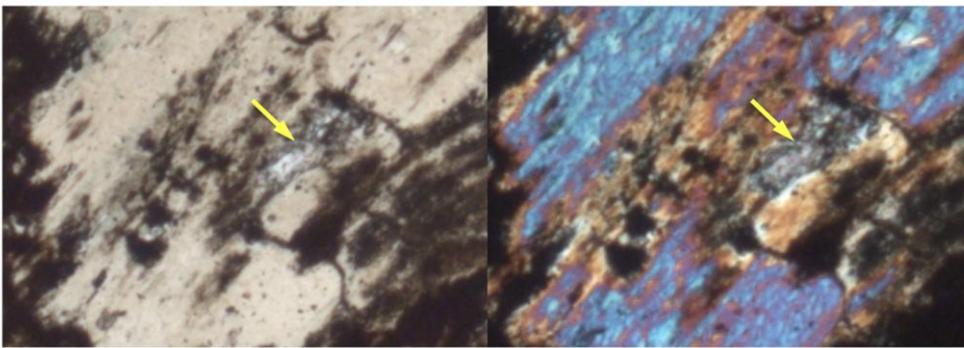
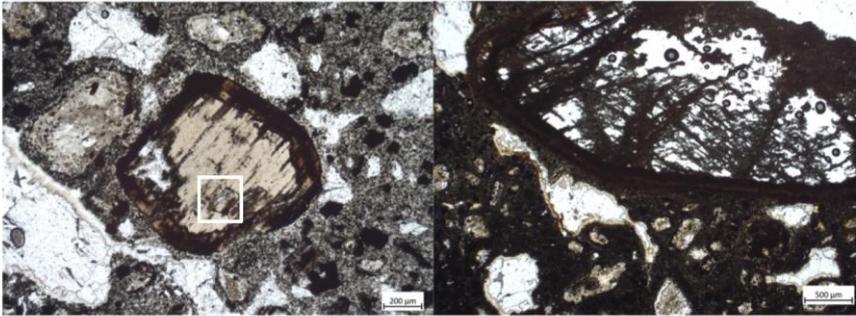


3A : Lames minces en LPA de laves de Thélod à texture porphyrique - en vert ou gris foncé, auréolés = phénocristaux de phlogopite ; plages claires (teintes de polarisation de 3^{ème} ordre) = calcite

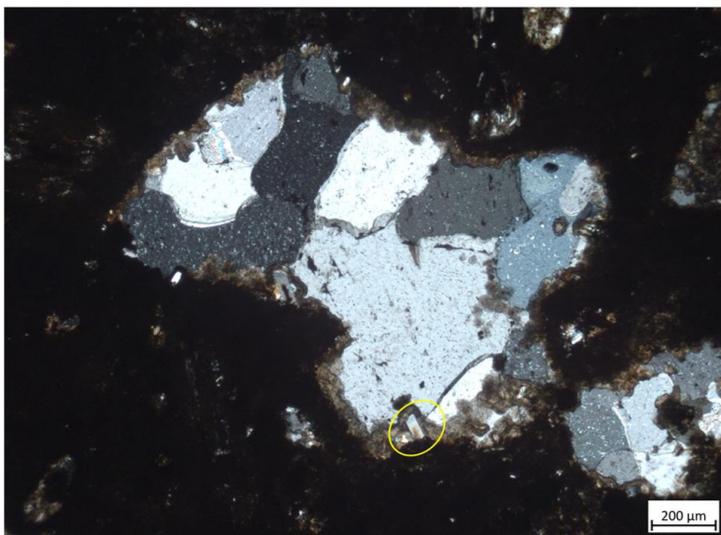


3B : Lame mince en LPA de lave de Thélod à texture aphyrique montrant de nombreuses plages de calcite et de rares phénocristaux gris-verdâtres de phlogopite (quart inférieur droit)

PLANCHE 4
Lames minces – microscope polarisant

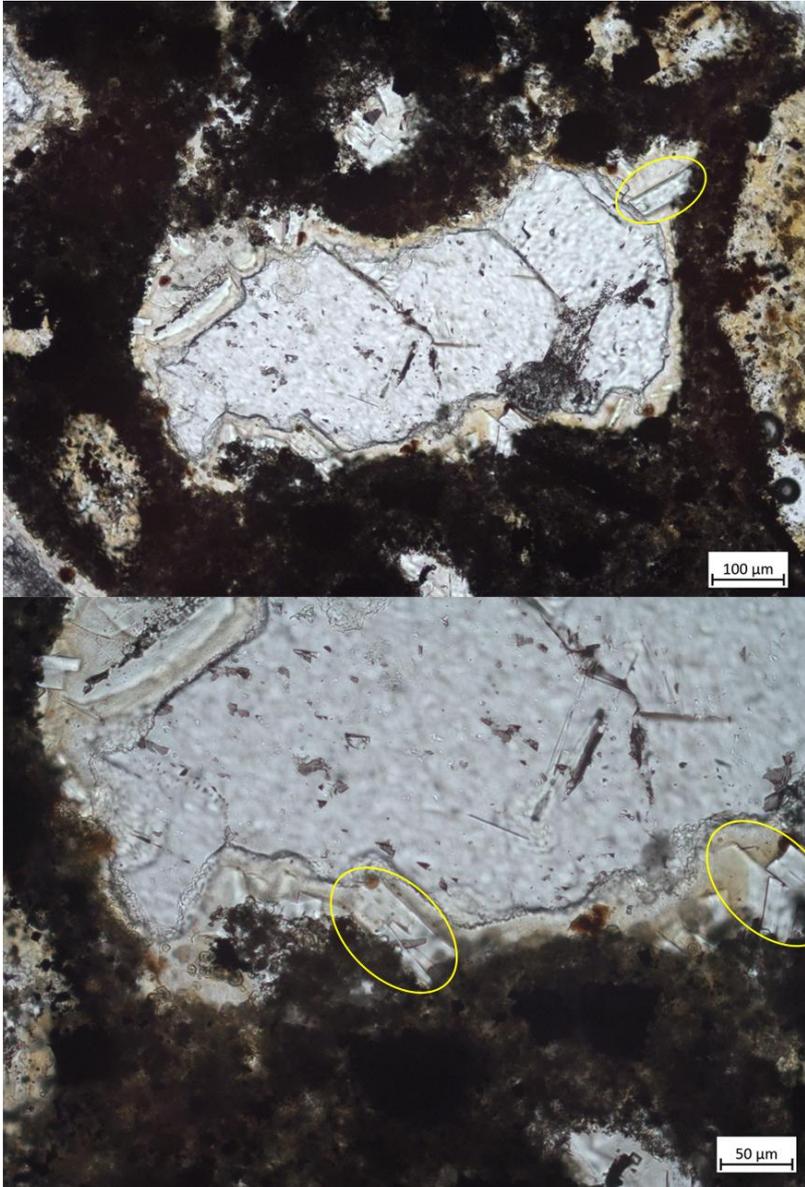


4A : Cristaux de phlogopite (à gauche – voir aussi pl.6 – fig.6B) et d'amphibole relique (clivages à 120° – à droite) en LPNA ;
encadré et clichés du bas : inclusion de calcite (primaire ?) dans le cristal de phlogopite (LPNA et LPA)



4B : Plages de calcite et apatite (cercle jaune) en LPA

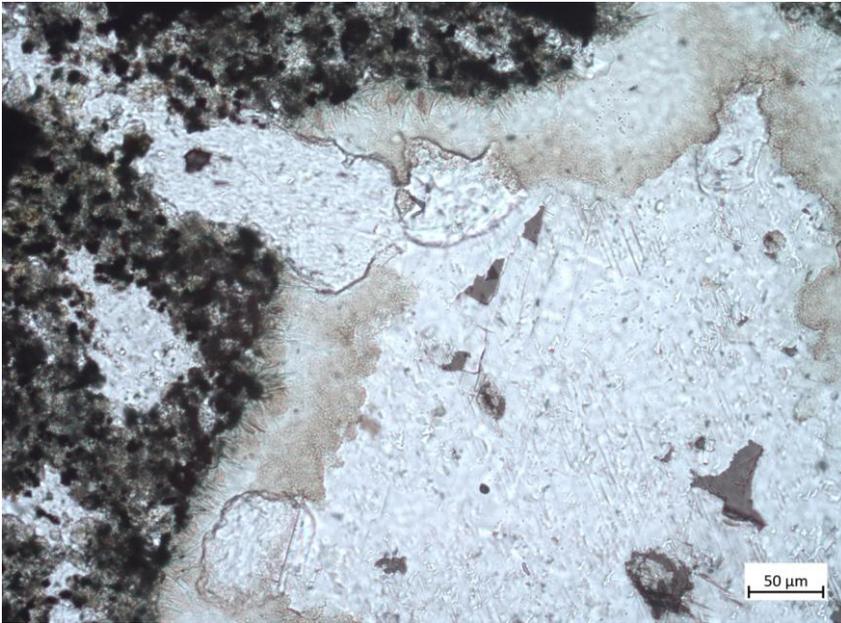
PLANCHE 5
Lames minces – microscope polarisant



Calcite et apatite (cercles jaunes) – LPNA

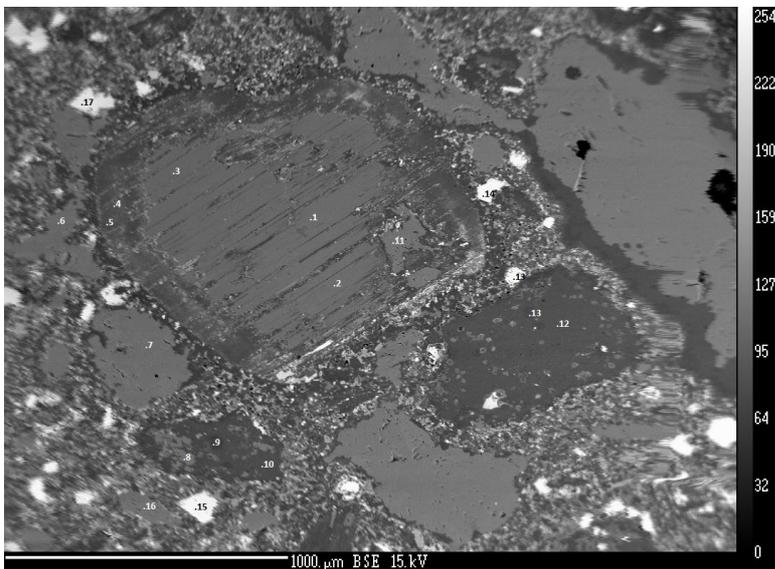
PLANCHE 6

Lame mince – microscope polarisant



6A : Frange de minéraux fibreux (chlorite) entourant une plage de calcite (à droite) au contact de la mésostase (en haut et à gauche).

Lame mince – image MEB - mode BSE – microsonde électronique de Castaing



6B : chiffres = points de prélèvement ; 1 à 3 : phlogopite (voir aussi pl.4 – fig.4A) ; 4 et 5 : chlorite ; 6 à 8, 11 et 16 : carbonate (calcite) ; 9 : argile ind. ; 10 et 12 : serpentine ; 13 : gæthite ; 14, 15 et 17 : spinelle

ANNEXE

Analyses Microsonde électronique de Castaing

Extraits d'analyses (% poids d'oxydes) à partir de 4 échantillons différents de laves de Thélod

Minéraux	Na ₂ O	MgO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	P ₂ O ₅	CaO	SO ₃	K ₂ O	TiO ₂	Cl	Cr ₂ O ₃	FeO	MnO	BaO	SrO	Total	Échantillon réf.	n° point prélèv.
Phlogopite	0,39	20,21	37,4	14,58	0	0,17	0,18	10,02	3,59	0,03	1,78	5,62	0	0,25	-	94,21	thelod-2-1-3	187 / 1
Clinopyroxène	0,86	15,11	50,9	3,21	0,33	22,21	-	0	0,86	0	-	5,39	0,05	-	0,19	99,11	thelod-4-7-2	83 / 1
Clinopyroxène	0,79	15,34	51,33	2,86	0,37	22,12	-	0	0,77	0,01	-	5,61	0,04	-	0,21	99,46	thelod-4-7-8	112 / 1
Apatite	0,18	0,06	1,39	0	38,84	55,06	0,3	0	0,03	0,02	0	0,49	0,03	0,26	-	96,67	thelod-1-13-11	180 / 1
Barytine	0,1	0,02	0	0,49	0,05	0,07	34,45	0	2,97	0,02	0	0	0	63,18	-	101,35	thelod-1-5-2	65 / 1
Carbonate	0	4,13	3,8	0,28	-	47,83	-	0	0,02	0,01	-	1,11	1,74	-	-	58,93	thelod-3-11-6	38 / 1
Carbonate	0,02	1,84	3,3	0,72	0,67	51,48	0,1	0,04	0	0,01	0	2,29	0	0,1	-	60,57	thelod-1-2-15	36 / 1
Ilménite	0	12,26	0	0,04	0	0,18	0	0	51,78	0	0,4	34,51	0,65	0,06	-	99,88	thelod-1-7-5	87 / 1
Pérovskite	0,54	0,02	0,08	0,21	0,55	37,01	0	0,01	55,18	0	0,39	2,32	0,01	0	-	96,34	thelod-1-4-10	61 / 1
Titano-magnétite	0	7,42	0,36	4,37	0	0,1	0	0,01	13,32	0	1,07	67,89	0,79	0	-	95,34	thelod-2-1-14	198 / 1
Spinelle	0,05	7,78	0	4,14	0	0,1	0,05	0	13,05	0,01	1,17	68,96	1,03	0,21	-	96,57	thelod-2-2-25	226 / 1
Sphène (?)	0,04	0,51	20,67	2,08	0,86	34,15	0,4	0,03	3,44	0,46	0,03	21,77	0,48	0	-	84,94	thelod-1-12-7	158 / 1
Chlorite	7,45	34,85	19,77	19,61	0,01	0,1	0	0	0,03	0	0,68	4,08	0,37	0	-	86,94	thelod-1-9-9	108 / 1
Serpentine	0	41,16	42,71	0,68	0	0,1	0	0	0,02	0,04	0	1,25	0,11	0	-	86,09	thelod-2-5-3	272 / 1
Gaëthite	0,31	2,51	0,5	0,29	0	0,39	0,09	0,05	2,12	0,09	1,34	83,25	1,5	0,05	-	92,5	thelod-1-13-8	177 / 1

Pour chaque oxyde, le pourcentage d'oxygène a été calculé par stœchiométrie ; l'eau ou les groupements OH ne sont pas mesurés dans les minéraux qui en contiennent ; le fer ne peut être mesuré que sous un seul état de valence, ce qui peut expliquer certains totaux déficitaires à 100 % dans certains oxydes où Fe est présent sous deux états d'oxydation ; l'élément fluor n'a pas été recherché ; pour les carbonates, le carbone n'a pas été dosé.

ANNEXE (suite)

Les analyses chimiques et la photographie de microscopie à balayage (pl.6 – fig.6B) ont été réalisées avec la microsonde électronique de Castaing Cameca SX 100 du Service Commun de Microscopie Électronique et Microanalyses X.

Les conditions analytiques pour déterminer la chimie des minéraux à la microsonde électronique sont les suivantes : tension d'accélération 15 kV, courant faisceau d'électrons 12 nA, faisceau électronique focalisé sur une surface de $1\mu\text{m}^2$, temps d'acquisition sur le pic d'émission de l'élément chimique 10 sec, temps d'acquisition de la mesure du bruit de fond 5 sec.

Les standards pour chacun des éléments chimiques présents dans le protocole d'analyse sont les suivants : sodium Na dans l'albite ($\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$), magnésium Mg dans la forstérite (Mg_2SiO_4), silicium Si dans l'albite, aluminium Al dans le corindon (Al_2O_3), phosphore P dans l'apatite ($\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3(\text{OH},\text{F},\text{Cl})$), calcium Ca dans l'andradite ($\text{Ca}_3(\text{Fe}^{3+},\text{Ti})_2\text{Si}_3\text{O}_{12}$), soufre S dans la barytine (BaSO_4), potassium K dans l'orthose (KAlSi_3O_8), titane Ti dans la pyrophanite (MnTiO_3), chlore Cl dans la vanadinite ($\text{Pb}_5(\text{Cl}(\text{VO}_4)_3)$), chrome Cr dans la chromite (Cr_2O_3), fer Fe dans l'hématite (Fe_2O_3), manganèse Mn dans la pyrophanite, baryum Ba dans la barytine et le strontium Sr dans la célestite (SrSO_4).

Mis en forme : Police :Italique, Français (France)