
CONTRIBUTION A L'ÉTUDE DES LAVES D'ÂGE TRIASIQUE DE LA ZONE ALPINE EXTERNE (RÉGION DE VILLARD-NOTRE-DAME, MASSIF DU PELVOUX)

par Jean-Louis TANE ¹

Si les roches volcaniques affleurent assez largement dans les Alpes, nos connaissances à leur sujet demeurent bien incertaines et peuvent passer pour un des points faibles de la Géologie alpine. En fait il s'agit là d'un chapitre qui déborde le cadre purement régional : les laves des Alpes posent un problème que posent bien d'autres laves du globe : le problème des « spilites ² ».

Sur l'exemple de la zone alpine externe, au Trias, je rappellerai brièvement les données de ce problème et les diverses solutions proposées pour le résoudre. Ensuite, je dégagerai les enseignements que m'a fournis, à ce propos, l'étude du gisement de laves de Villard-Notre-Dame-en-Oisans.

Le problème des spilites.

Très schématiquement, les laves alpines présentent l'anomalie pétrographique suivante : on y trouve associés des caractères de roches acides (pauvreté en chaux, richesse en feldspaths alcalins) et des caractères de roches basiques (présence de périclites et pyroxènes ou de leurs produits

¹ Laboratoire de Géologie de la Faculté des Sciences de Grenoble.

² Ce problème présente dans les Alpes un assez grand degré de généralité, au moins en ce qui concerne la zone externe (Trias du Pelvoux, Verrucano glaronnais, etc...). Dans la zone interne au contraire, les laves sont beaucoup plus rarement spilites, elles sont d'ailleurs d'âge plus récent et se sont épanchées dans une mer plus profonde.

d'altération, pourcentage de SiO_2 assez bas). Une première conséquence de cette association réside dans l'impossibilité de situer ces roches dans les classifications pétrographiques. En effet, par-delà des nuances de convention, toutes les classifications de roches éruptives supposent admis le principe que les associations de minéraux ne s'opèrent pas de manière quelconque et qu'en particulier certains minéraux acides ne voisinent pas avec certains minéraux basiques.

Dès lors on considère comme normales et ne soulevant pas de problèmes pétrographiques les roches dont la classification est immédiate, et c'est le cas naturellement d'une immense majorité. Au contraire, on considère comme anormales et soulevant un problème pétrographique les roches qui ne s'intègrent pas immédiatement dans les classifications.

Tel est le problème posé par les laves triasiques de la zone externe alpine. Voyons maintenant quelles solutions ont été successivement proposées pour le résoudre.

Selon Pierre TERMIER (1897), les laves triasiques du Pelvoux ont comporté à l'origine un feldspath calco-sodique dont la présence à côté d'olivine ou de pyroxène était normale. Mais en s'épandant dans les lagunes triasiques, ces laves ont été contaminées par décalcification et enrichissement en soude ou potasse. De plagioclases très calciques qu'ils étaient, les feldspaths sont devenus albite ou anorthose, s'arrêtant parfois aux stades intermédiaires d'oligoclase, d'andésine ou de labrador; les minéraux ferromagnésiens subissaient parallèlement une altération plus ou moins forte, mais toujours sous la forme d'une pseudomorphose qui, par conséquent, permettait de les reconnaître. Enfin, la chaux arrachée à la molécule des plagioclases se combinait au gaz carbonique, déterminant ainsi les concentrations de calcite qui, çà et là, parsèment la lave.

Première en date, cette explication de P. TERMIER n'est plus adoptée aujourd'hui de façon universelle. Faisant suite à des considérations métamorphiques, une tout autre théorie a pris corps avec P. NIGGLI, E. LEHMANN et P. DALY, à laquelle les travaux de P. BELLAIR (1948) et surtout ceux de M. VUAGNAT (1948-49) confèrent une valeur indiscutable.

Cette théorie rejette toute intervention du milieu lagunaire; M. VUAGNAT envisage une cristallisation directe des minéraux (chlorite, calcite, albite) dans un magma passablement refroidi et riche en éléments volatils (Na_2O , CO_2 , H_2O). Bref, les causes qui engendrent le faciès spilitique sont repoussées vers les profondeurs de l'écorce terrestre et, en première apparence, cela peut sembler moins séduisant que l'explication due à P. TERMIER.

En réalité, cette divergence d'idées vient surtout d'une divergence d'observations. Le problème posé est un problème de feldspaths et l'on sait quelles difficultés soulève leur détermination précise. Selon que l'on

admet les observations de P. TERMIER ou celles de M. VUAGNAT, on se range assez facilement à chacune de leurs interprétations respectives. Une contribution à l'étude des spilites alpins ne consiste donc pas tant à repenser le problème sur des données antérieures, qu'à partir de nouvelles séries d'observations. Est-ce à dire que le raisonnement soit à jamais écarté de ce chapitre, je ne le pense pas, puisque sur des observations se rapprochant de celles de M. VUAGNAT, C. ALSAC (1961) n'exclut pas totalement l'hypothèse de P. TERMIER. Le débat reste donc largement ouvert : donnons la parole au gisement de laves de Villard-Notre-Dame-en-Oisans.

Étude des laves de Villard-Notre-Dame.

Surplombant la vallée de la Romanche, sur la rive gauche, au droit de Bourg-d'Oisans, Villard-Notre-Dame est en partie construit sur les laves triasiques; mais pour découvrir un affleurement géologiquement significatif, il faut remonter à près de 3 000 m vers le Sud, en direction du col du Rochail. On rencontre un premier pointement de laves au lieu-dit le grand Clot (coordonnées : $x = 890,9$; $y = 305,3$, feuille au 1/20 000^e La Mure, n° 3). Enfin, immédiatement à l'Ouest du col, on peut dénombrer six coulées de laves superposées (coordonnées : $x = 890,5$; $y = 304,7$ sur la même feuille) qui constituent notre second matériel d'étude.

L'affleurement du Grand Clot (fig. 1) nous avait révélé pour la première fois dans la zone externe des Alpes une disposition en coussins

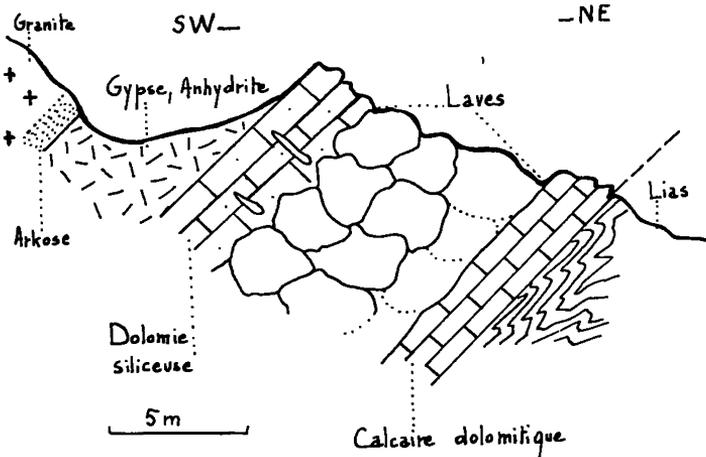


Fig. 1. — Coupe schématique du Grand Clot.

de la lave. De plus, l'examen au microscope permettait de deceler de l'orthose là où généralement les laves alpines présentent de l'albite. Ces caractères d'exception sont exposés dans deux notes auxquelles je renvoie (R. MICHEL, L. MORET, J.-L. TANE, 1960 *a* et *b*).

Le second affleurement, celui du col du Rochail, n'a fait encore l'objet d'aucune publication : j'en donne ci-dessous le détail (fig. 2).

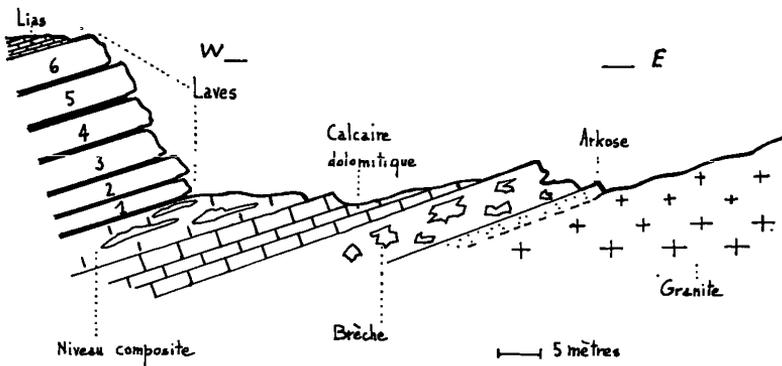


Fig. 2. — Coupe schématique du col du Rochail.

Au-dessus du granite du Rochail, qui a l'œil nu se distingue du granite normal du Pelvoux par l'absence de cristaux roses, on trouve 1 mètre d'arkose, 6 mètres d'une brèche à ciment d'abord noir, puis « café au lait », et dont les éléments sont pour partie siliceux, pour partie calcaréodolomitique, 5 mètres d'un calcaire dolomitique à patine jaune, à cassure gris clair et à grain fin, 5 mètres enfin d'un niveau composite où l'on reconnaît du gypse rose, des blocs d'un matériau identique au calcaire dolomitique sous-jacent et des passées schisteuses vertes ou rouges souvent mentionnées dans les écrits géologiques comme des argilites.

Puis viennent six coulées de laves régulièrement séparées par ces mêmes produits verts et rouges avec cette particularité que l'horizon vert précède toujours l'horizon rouge.

Les coulées proprement dites sont assez homogènes tant par leur couleur vert sombre en cassure que par leur épaisseur de 4 mètres environ. Il est remarquable que les pustules de calcite affectent spécialement leur base.

Recouvrant la sixième coulée viennent les calcaires gris sombres du Lias qui terminent l'affleurement.

Tout cet ensemble plonge de 30° vers l'Ouest.

J'ai recueilli dans chacune des coulées plusieurs échantillons que j'ai étudiés en lame mince et au diffractomètre de rayons-X. J'ai superposé les diagrammes obtenus suivant l'ordre de prélèvement des échantillons sur le terrain, et pu suivre ainsi facilement l'évolution chimique de la lave à travers le temps. En effet, la constance du pendage impose que l'ordre des coulées à l'affleurement représente l'ordre chronologique des divers épanchements.

Un fait saute aux yeux lorsqu'on consulte le tableau d'assemblage des diagrammes : les principales raies de diffraction s'alignent suivant des verticales, mais sont d'importance inégale d'un diagramme à l'autre; cela traduit d'une part l'identité des minéraux mis en jeu, mais d'autre part leur intervention en proportions variables, suivant les coulées et même suivant différents points d'une même coulée.

Les tables de détermination indiquent que ces minéraux sont l'orthose, l'albite B. T., le quartz, la calcite, la pennine. Le rapport orthose/albite oscille entre l'infini et zéro plus qu'il ne varie dans un sens déterminé.

Ainsi on ne trouve pratiquement que de l'orthose à la base de la première coulée, au sommet apparaît l'albite qui dominera dans la seconde et la troisième coulée; avec le début de la quatrième, l'orthose reprend l'avantage, le reperd au sommet où l'albite est presque seule. La cinquième coulée voit l'opération inverse puisque le rapport redevient favorable à l'orthose; il reste tel dans la sixième coulée.

Si le rapport orthose/albite est donc éminemment variable, les pourcentages correspondants de calcite et de pennine ne paraissent pas être fonction de ce rapport. La quantité de pennine semble plutôt dépendre de la position de l'échantillon dans une coulée donnée : d'une façon générale, les coulées s'appauvrissent en pennine de la base vers le sommet; la calcite présente des variations de pourcentage tout à fait inattendues et sans relation apparente avec un autre phénomène. En particulier, l'abondance de pustules à la base des coulées, que j'ai remarquée à l'œil nu, ne correspond pas à une effective prédominance du CO_3Ca . Il faut en conclure que la calcite de taille microscopique compte plus que la calcite visible en masse; quant au quartz, il semble d'autant plus largement représenté que le rapport orthose/albite est plus grand.

A l'image des diagrammes de rayons-X, toutes les lames minces présentent un certain nombre de caractères communs qui permettent de définir un type moyen. De grosses lattes de feldspaths y dessinent une trame indécise dont une chlorite verte tend à occuper les vides. Cette ébauche de structure intersertale ne remplit pas l'espace, elle se détache simplement sur un fond de feldspaths microlitiques et arborescents. Les contours des minéraux, ceux des chlorites en particulier, sont souvent soulignés par un liseré opaque qu'on rapporte généralement à un oxyde

de fer. La calcite apparaît sous plusieurs aspects : tantôt elle forme seule des vacuoles telles celles qu'on peut voir à l'œil nu sur certains échantillons, tantôt elle s'associe au quartz à l'intérieur de vacuoles plus petites dont le bord est chloriteux, tantôt elle se présente en paillettes petites et éparées. On retrouve donc bien sous le microscope, les minéraux décelés par l'analyse aux rayons-X; la pennine correspondant évidemment aux nombreuses plages de chlorite verte. Ces plages sont de deux sortes : les unes ont des contours géométriques de périclites ou de pyroxènes, les autres ont des contours quelconques. Il est vraisemblable que les premières dérivent d'anciens ferro-magnésiens qui ont effectivement cristallisé, puis qui ont été pseudomorphosés en chlorite avec exsudation de fer, les autres provenant de la dévitrification du verre volcanique originel.

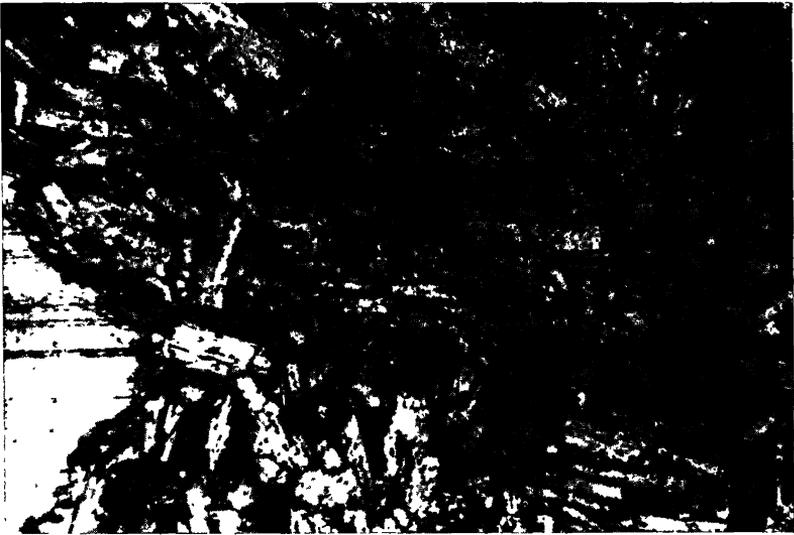
Au sujet des feldspaths nous avons vu que les rayons-X indiquaient des échantillons à dominante orthosique, d'autres à dominante albitique. Il s'avère au microscope que l'agencement est le même dans les deux cas : orthose et albite donnent indifféremment la trame intersertale, seules changent les caractéristiques optiques. Lorsque les deux coexistent, ils se réunissent dans un même cristal dont le centre est orthosique, tandis que l'albite reste en bordure.

Le microscope ne permet pas d'identifier les feldspaths microlitiques qui forment le feutrage de fond. Mais si l'on considère un diagramme de rayons-X où le seul feldspath reconnu est l'orthose, il devient évident que les microlites de la lame mince correspondante sont orthosiques au même titre que les grandes lattes. La même remarque s'applique aux diagrammes purement albitiques. On est ainsi amené à penser que la taille des cristaux de feldspath est indépendante de leur nature, et en extrapolant dans le domaine des échantillons orthosi-albitiques, leurs microlites deviennent orthosi-albitiques au même titre que les cristaux optiquement mesurables.

Une question se pose encore : celle de la nature des produits schisteux verts et rouges qui séparent les diverses coulées.

Les lames minces n'y révèlent pratiquement aucun cristal. L'analyse aux rayons-X permet d'y déceler calcite, quartz et pennine. Le matériel rouge ne se distingue du matériel vert que par un fond continu plus élevé. Il paraît normal d'attribuer ces différences à une plus grande teneur en oxydes de fer du produit rouge. L'intérêt du problème reste de savoir si on est en présence de tufs volcaniques ou d'anciens sédiments.

On sait à ce propos que la calcite et le quartz peuvent avoir aussi bien une origine sédimentaire qu'une origine volcanique; toutefois, lorsqu'on observe en lame mince une roche sédimentaire calcaréo-quartzreuse, les cristaux y sont en général visibles. Ce n'est pas le cas, nous l'avons vu, pour la roche que nous considérons. En tout cas cette roche n'est pas une argilite, comme pourrait le suggérer la finesse du grain,



Exemple de structure intersertale tendant vers le type fluidal
(à gauche, vacuole de calcite).



Exemple de pseudomorphoses de ferro-magnésiens sur un fond
intersertal de feldspaths microlitiques.

puisque les argiles, qui n'échappent pas aux rayons-X, n'apparaissent pas sur les diagrammes³. L'hypothèse d'une origine volcanique de ces produits paraît donc plus soutenable, et l'analogie de leurs minéraux (quartz, calcite, pennine) avec ceux des coulées me paraît constituer à cet effet un argument de poids.

Sur ces quelques données, revenons au débat que soulèvent les spilites en général. L'hypothèse de P. TERMIER se heurte à plusieurs observations : rien n'indique dans les gisements de Villard-Notre-Dame la présence, à l'origine, de plagioclases calciques secondairement altérés. Une telle altération eût engendré de l'albite et de la calcite cohabitant sous la même enveloppe à contours de plagioclases. Ici, albite et calcite existent indépendamment, et la limpidité de l'albite ne permet pas de la considérer comme un produit d'altération.

La même remarque vaut pour l'orthose dont l'état de conservation est souvent excellent.

Enfin certains auteurs admettaient avec difficulté que des eaux marines enrichies en sodium et potassium aient pu altérer de manière uniforme une coulée de lave. N'est-ce pas encore plus difficile à admettre devant l'uniformité de six coulées ?

Du reste, si l'on compare les deux gisements de Villard-Notre-Dame, celui auquel je renvoyais plus haut et celui que je viens de décrire, on doit noter ceci : le premier gisement présente seul une texture en pillow-lavas, et il est surmonté stratigraphiquement par un banc dolomitique marin qui couronne la série triasique. Au contraire, le gisement du col du Rochail ne montre, après la première coulée volcanique, aucun dépôt triasique sédimentaire, puisque les produits schisteux sont, nous l'avons vu, plutôt des cinérites, et que la dernière coulée est directement surmontée par les calcaires du Lias. Sans vouloir préjuger du mode de formation des pillows, force est de constater que les sédiments qui les accompagnent impliquent un milieu aquatique et qu'inversement l'absence de pillows paraît liée à l'absence de dépôts sédimentaires, donc à un milieu éventuellement continental⁴.

Si cette hypothèse s'avère exacte, il ne faut pas chercher dans les lagunes la cause de la différenciation spilitique, puisqu'il n'y a plus de lagunes.

³ Il se peut que la présence simultanée d'oxyde de fer, de quartz et de calcite annule l'effet de diffraction d'une certaine proportion d'argile, laquelle ne saurait toutefois suffire à qualifier d'argilite la roche considérée.

⁴ Si la présence de pillows implique un milieu aquatique, leur absence n'implique pas nécessairement un milieu aérien (on connaît des laves sans coussins intercalées dans des séries marines), mais, lorsqu'à cette absence s'ajoute celle de sédiments, sans que rien n'indique une érosion, il paraît normal de la rapporter à des conditions d'épanchement continentales.

C'est donc bien vers les profondeurs de l'écorce terrestre qu'il faut situer le problème des spilites. Le contour géométrique des chlorites indique de toute évidence la réalisation première de cristaux d'olivine ou de pyroxène. Mais la cristallisation de plagioclases que, pour des roches normales, on observe tant sur le terrain que lors d'essais expérimentaux ne n'est pas opérée. Le matériel destiné à donner des laves semble s'être déplacé vers la surface, de sorte que les cristaux formés postérieurement, mais directement, sont des individus de basse température : albite orthose, calcite, quartz, chlorite, tandis que les ferro-magnésiens devenus stables passaient à l'état de chlorite de pseudomorphose.

Le moteur de cette remontée magmatique vers un stade intermédiaire demeure une énigme. Est-il lié à des phénomènes tectoniques ou s'agit-il d'un processus purement pétrogénétique ? De toutes façons, ce premier mouvement d'ascension de la lave a été accompagné d'un balayage d'éléments volatils (Na_2O , K_2O , H_2O , CO_2), transformant le magma normal en un magma spilitique, et déterminant à côté de fantômes de ferro-magnésiens, outre la calcite, des minéraux primaires alcalins tels qu'albite et orthose.

Conclusion.

Il ressort de cette étude que, dans les Alpes dauphinoises, comme ailleurs, le problème des spilites ne se pose pas aujourd'hui exactement comme il se posait autrefois. Aux seules considérations de composition chimique, dont nous avons suivi les vicissitudes propres, s'ajoutent à présent celles des températures de formation des minéraux. Cette évolution des données a entraîné une évolution des interprétations. Elle a été également à l'origine d'une nomenclature embrouillée où, dans les dernières années, M. VUAGNAT et C. ALSAC ont mis de l'ordre.

Les laves de Villard-Notre-Dame illustrent assez bien cet aspect moderne du problème des spilites. En résumé, je crois qu'on peut en dégager les précisions suivantes :

— Les pillows-lavas semblent associés à un milieu aquatique et, corrélativement, l'absence de pillows, lorsqu'elle va de pair avec une absence de sédiments est peut-être l'indice d'un milieu aérien.

— Le potassium joue dans la différenciation spilitique le même rôle que le sodium et ne doit plus être regardé comme une rareté.

— Enfin, la théorie de M. VUAGNAT, selon laquelle la lignée spilitique prend naissance en profondeur sans intervention de facteurs externes, doit supplanter l'hypothèse ancienne de P. TERMIER. Au surplus, s'il est encore besoin de trancher ce débat, l'étude prochaine d'une cheminée

d'alimentation du volcanisme triasique, à l'abri par conséquent de toute contamination d'origine lagunaire, me paraît apte à fournir sur ce point un précieux enseignement.

BIBLIOGRAPHIE SOMMAIRE

- ALSAC (C.) (1961). — Contribution à l'étude des albitophyres et orthoalbitophyres du dôme de Rémollon (Hautes-Alpes) (*Travaux du Laboratoire de Géologie de Grenoble*, t. 37).
- BELLAIR (P.) (1948). — Pétrographie et Tectonique des massifs centraux dauphinois (*Mém. C. Géol. Fr.*).
- MICHEL (R.), MORET (L.), TANE (J.-L.) (1960). — *a*) Découverte de laves en coussins dans le trias de la zone dauphinoise (massif du Pelvoux) (*C. R. Ac. Sc.*, t. 250, p. 2735-2737); — *b*) Sur la présence de spilites potassiques dans la couverture triasique du massif du Pelvoux (*C. R. A. Sc.*, t. 251, p. 184-187).
- TERMIER (P.) (1897). — Sur le graduel appauvrissement en chaux des roches basiques de la région du Pelvoux (*C. R. Ac. Sc.*, t. 124, p. 633).
- VUAGNAT (M.) (1948-49). — Problèmes de géologie dauphinoise (Extrait des Comptes-Rendus des Séances de l'association des Prospecteurs de l'Université de Genève, Série n° 7).