
CONTRIBUTION A L'ÉTUDE DES ALBITOPHYRES ET ORTHOALBITOPHYRES DU DÔME DE REMOLLON (HAUTES-ALPES)

par Claude ALSAC ¹

RÉSUMÉ. — Les couches terminales du Trias du Dôme de Remollon sont constituées par une alternance de sédiments lagunaires ou continentaux et de coulées volcaniques. Ces roches éruptives (spilites, kératophyres et orthoalbitophyre) présentent toutes des caractères albitophyriques très marqués. Ces caractères seraient d'origine magmatique mais auraient été encore accentués par les effets de l'altération au cours des temps géologiques.

SOMMAIRE

INTRODUCTION. — *Le problème de l'origine et de la classification des albitophyres.*

- I. — La classification pétrographique des albitophyres.
- II. — Les modes de formation des albitophyres.
- III. — Les faits expérimentaux.
- IV. — Les spilites dans le cadre de la géologie alpine.

CHAPITRE I^{er}. — *Le cadre géologique.*

- I. — Le Dôme de Remollon.
- II. — La position des albitophyres.

CHAPITRE II. — *Etude géologique des albitophyres.*

- I. — Les sédiments en rapport avec les albitophyres.
- II. — Le mode de gisement des albitophyres.
- III. — Les données de l'observation sur le terrain.

¹ Laboratoire de Pétrographie à la Sorbonne, Paris.

CHAPITRE III. — *Etude pétrographique des albitophyres.*

- I. — Les différents types d'albitophyres du Dôme de Remollon.
- II. — Les spilites.
- III. — Les kéraatophyres.
- IV. — L'orthoalbitophyre.
- V. — Le bilan des études en laboratoire.

CHAPITRE IV. — *Essai d'interprétation pétrogénétique.*

- I. — Les produits de la cristallisation directe du magma.
- II. — Le rôle de la lagune triasique.
- III. — L'altération récente des albitophyres.

CONCLUSIONS.

BIBLIOGRAPHIE.

INTRODUCTION

LE PROBLÈME DE L'ORIGINE ET DE LA CLASSIFICATION DES ALBITOPHYRES

La question des albitophyres constitue un des chapitres les plus obscurs de la pétrographie. C'est pourquoi je rappellerai d'abord brièvement les principaux problèmes qui se posent à propos de leur nomenclature et de leur origine. Ces données préliminaires permettront ensuite de mieux situer les roches volcaniques triasiques du Dôme de Remollon dans l'ensemble de la géologie alpine.

1. La classification pétrographique des Albitophyres.

La plus grande confusion règne dans la terminologie des albitophyres. Il convient donc de préciser dans quel sens seront employés ici les différents mots.

a) *La définition.*

COQUAND a créé en 1857 le terme « *albitophyre* », dont il a donné la définition fondamentale suivante : « roche essentiellement constituée d'une pâte de feldspath albite, empâtant ordinairement des cristaux d'albite et accidentellement des noyaux calcaires, des géodes de quartz et de la calcédoine ».

Cette définition ancienne est remarquable puisqu'elle a été proposée avant l'usage en pétrographie du microscope polarisant, mais il convient de la préciser. On classe actuellement dans les albitophyres des roches volcaniques et hypovolcaniques présentant un ensemble de caractères minéralogiques et chimiques nommés indifféremment *caractères spilitiques* ou *albitophyriques* :

1) Du point de vue minéralogique, les principaux éléments constitutifs sont des minéraux de basse température, habituellement considérés comme hydrothermaux : plagioclase sodique (souvent albite B.T.)¹, chlorites, épidotes, calcite. Les minéraux ferro-magnésiens habituels dans les laves (olivine, pyroxène) sont totalement absents ou en général profondément altérés.

² B. T. = basse température.

2) Du point de vue chimique ceci se traduit par une teneur relativement élevée en sodium et en eau de constitution. Des observations ont aussi montré, quoique ce ne soit pas une règle absolue, la présence de quantités assez importantes de fer ferreux et de titane et une grande pauvreté en potassium.

Le débit des coulées en pillows-lavas et la structure sphérolitique fréquents dans certains albitophyres, l'âge généralement ancien de ces formations sont parfois considérés comme des caractères spilites. Je ne tiendrai volontairement aucun compte de ces critères qui n'ont pas leur place dans les classifications pétrographiques actuellement en usage (JUNG J., 1958).

b) Les divisions.

Les albitophyres typiques sont divisés en deux groupes :

1) Les *kératophyres*, qui sont des roches claires à albite abondante. Il faut noter que le terme d'albitophyre est parfois employé dans un sens restreint comme synonyme de kératophyre.

2) Les *spilites*, qui sont des roches sombres où les minéraux ferromagnésiens dominent. Ce sont les albitophyres les plus répandus ; aussi le mot spilite est-il parfois utilisé pour désigner l'ensemble des albitophyres.

3) A ces albitophyres caractéristiques, on doit ajouter des roches ayant les mêmes particularités, mais comprenant des feldspaths potassiques : ces roches, les *orthoalbitophyres*, se répartissent en deux groupes :

Les *orthokératophyres*, qui sont sodi-potassiques et leucocrates ;

Les *weilburgites* définies par E. LEHMANN (1941) comme des roches essentiellement constituées de feldspaths sodi-potassiques et de chlorites. Les weilburgites se seraient formées directement par solidification d'un magma particulier. On peut, du point de vue génétique, leur opposer les *poenéites* (W. P. DE ROEVER, 1942), qui sont des basaltes où les plagioclases sont particulièrement ou totalement remplacés par de l'orthose.

Les orthoalbitophyres sont des roches relativement rares ; si j'insiste sur leur place dans la classification, c'est que j'aurai à en décrire une variété dans le Dôme de Remollon.

c) Les confusions dues à la nomenclature.

La terminologie des albitophyres a été singulièrement compliquée et obscurcie par l'usage de noms impliquant une interprétation pétrogénétique toujours plus ou moins controversée et par le maintien de mots locaux souvent fort anciens.

En dehors des weilburgites et des poenéites, on doit citer dans le premier cas le terme de *mélaphyre* qui désigne de vieux basaltes ayant acquis par albitisation et chloritisation le faciès paléovolcanique. L'usage spécial des mots albitophyre, kératophyre, spilite pour des roches anciennes correspond à cette même tendance. Vu l'usage très étendu de cette terminologie, je la résume pour mémoire dans le tableau I.

TABLEAU I.

Roche fraîche	Roche ancienne	Roche ancienne	
		albitisée	adularisée
Trachyte	Orthophyre	Albitophyre s. str. ou Kératophyre	
Andésite	Porphyrite	Porphyrite	
Basalte		Mélaphyre ou Spilite	Poenéite

Enfin, les géologues alpins nomment traditionnellement *variolite* deux sortes de spilites très différents comme l'a déjà observé M. VUAGNAT (1948) :

1) D'une part la *variolite du Drac*, qui est un spilite amygdalaire avec des vacuoles remplies par de la calcite (« *mandelstein* » des auteurs allemands) ;

2) D'autre part la *variolite de la Durance*, qui doit son aspect à la présence de sphérolites d'albite. Cette roche, très répandue sous forme de galets dans les alluvions de la Durance, provient des pillows-lavas du Mont Genève.

2. Les modes de formation des Albitophyres.

Les hypothèses sur l'origine des albitophyres sont nombreuses. Cette complexité semble d'ailleurs tenir à la nature même des choses : les caractères spilitiques peuvent apparaître sous l'action de plusieurs processus pétrogénétiques (A. K. WELLS, 1922-1923). En d'autres termes, il s'agit d'un faciès de convergence (E. NIGGLI, 1944).

a) *Les différentes hypothèses.*

Les diverses hypothèses qui ont été émises sur la pétrogenèse des albitophyres peuvent être divisées en deux grands groupes : pour les uns, les caractères spilitiques sont d'origine magmatique ; pour les autres, au contraire, ils sont d'origine externe.

H. DEWEY et J. S. FLETT ont pour la première fois parlé en 1911 d'une lignée magmatique spéciale commune à toutes les roches de la famille spilitique. Pour ces auteurs, la composition chimique particulière de certains magmas anormalement riches en éléments volatils entraînerait des conditions de cristallisation de type hydrothermal. Les caractères albitophyriques étant dans cette hypothèse directement liés au magma, ils peuvent indifféremment se rencontrer dans les coulées continentales massives ou dans les coulées sous-marines en pillows-lavas. C. BURRI et P. NIGGLI (1945), E. LEHMANN (1941, 1954), E. NIGGLI (1944), M. VUAGNAT (1946) sont les auteurs qui ont le plus développé cette notion de « magma spilitique ».

Pour d'autres auteurs au contraire il y aurait eu épanchement d'un magma analogue à ceux que l'on peut observer actuellement, puis la lave aurait été transformée sous l'action de facteurs extérieurs soit au moment même de son écoulement, soit bien après sa consolidation au cours des temps géologiques. Dans le premier cas une éruption sous-marine ou tout simplement l'intrusion de la lave dans des sédiments humides auraient suffi à modifier profondément la composition minéralogique du magma en voie de cristallisation (G.C. AMSTUTZ, 1956 ; R. A. DALY, 1933 ; E. SZADECZKY-KARDOSS, 1958). Dans le second cas c'est le vieillissement, accompagné d'actions hydrothermales ou métasomatiques, qui aurait agi (P. TERMIER, 1897, 1898 ; J. GILLULY, 1935 ; R. PERRIN et M. ROUBAULT, 1941).

b) *Les possibilités réelles.*

Les albitophyres, je le répète, ne forment pas un groupe homogène : selon les cas, les uns ou les autres des processus pétrogénétiques évoqués ci-dessus ont pu se produire ou même se combiner (M. H. BATTEY, 1956). Il faut étudier chaque cas isolément et aucune interprétation n'est valable pour l'ensemble des albitophyres.

3. Les faits expérimentaux.

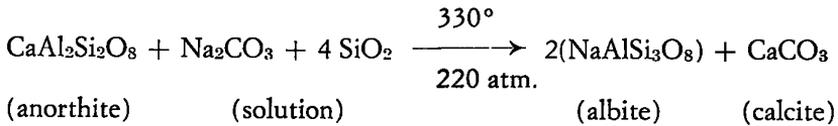
Des expériences de laboratoire peuvent être invoquées pour appuyer les différentes hypothèses.

a) Les études de cristallisation des minéraux.

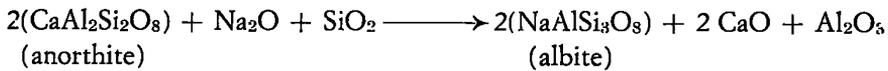
Elles semblent constituer des arguments en faveur de la théorie de l'origine primaire des albitophyres. Pour N. SUNDIUS (1930), c'est la présence d'une quantité relativement importante de fer ferreux qui provoque la cristallisation d'albite avec absorption d'une partie du calcium par les pyroxènes. Par contre, les expériences citées par M. H. BATTEY (1956) montrent le rôle de la vapeur d'eau dans la formation d'albite B.T. et de chlorite.

b) L'expérience de P. Eskola, U. Vuoristo et K. Rankama.

Cette réalisation expérimentale semble, contrairement aux précédentes prouver l'origine secondaire des spilites. Elle s'écrit :



Pour J. F. TURNER (1948), cette réaction de laboratoire deviendrait dans la nature une transformation du type :



CO_3 — serait ici aussi l'agent transporteur des ions calciques et sodiques. Le calcium et l'aluminium libérés se retrouveraient dans la chlorite, l'épidote et la calcite.

c) Les expériences sur les remplacements d'ions dans les feldspaths.

Les récents travaux de J. WYART et G. SABATIER (1956, 1958, 1959) ont montré la mobilité dans les feldspaths non seulement des ions alcalins et alcalino-terreux, mais aussi des ions siliceux et alumineux.

4. Les spilites dans le cadre de la géologie alpine.

M. VUAGNAT a mis en évidence, dans ses études alpines (1946, 1948, 1951), deux catégories de spilites radicalement différents :

a) Les spilites à texture en pillows-lavas.

La partie périphérique des coussins est en général parsemée de sphérolites d'albite. Ce sont d'anciennes coulées sous-marines qui se sont

épanchées au fond des fosses de sédimentation alpines. Les variolites de la Durance se rattachent à ce type.

b) *Les spilites compacts, sans pillows ni varioles.*

Ce sont d'anciennes laves permienes ou triasiques qui se sont épanchées en milieu lagunaire ou franchement continental. Elles se rattacheraient peut-être à la fin du cycle orogénique hercynien (M. VUAGNAT, 1948). Citons, à titre d'exemple, les spilites permienes du Verrucano glaronnais et les spilites triasiques du Pelvoux auxquels se rattachent les albitophyres du Dôme de Remollon.

CHAPITRE PREMIER

LE CADRE GÉOLOGIQUE

Avant d'aborder l'étude détaillée des albitophyres du Dôme de Remollon, il importe de les situer dans leur contexte géographique et géologique.

1. Le Dôme de Remollon.

La région étudiée est située à une vingtaine de kilomètres au Sud-Est de Gap, dans les vallées de la Durance et de son affluent l'Avance. Les terrains forment dans ce secteur un vaste bombement limité au Nord par Tallard, Gap, La Bâtie-Neuve, Chorges, bombement qui s'ennoie au Sud dans les écailles de Digne (fig. 1). Cette structure en voûte a remonté les assises les plus anciennes et le socle cristallophyllien lui-même affleure dans le fond des vallées (M. GIGNOUX et L. MORET, 1937).

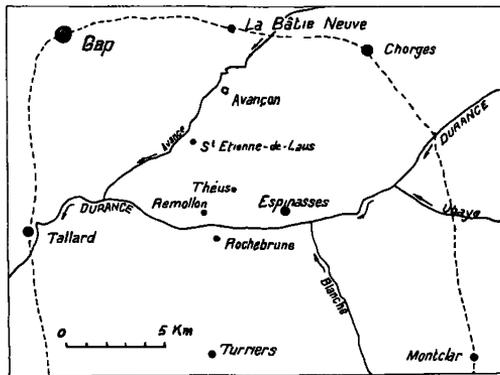


Fig. 1. — Limites nord du Dôme de Remollon.

a) *La série stratigraphique.*

Dans le cadre particulier de cette étude, seuls les terrains les plus anciens ont été examinés attentivement. En voici sommairement les principales caractéristiques :

Le socle cristallophyllien n'est visible qu'en deux points : d'une part à Chaussenoire dans la vallée de l'Avance où affleurent des micaschistes, d'autre part à la chapelle Saint-Roch, près de Remollon, où un pointement de gneiss très mylonitisé fait saillie au milieu des alluvions de la Durance.

Le Trias débute par un grès grossier composé de grains de quartz dans un ciment micacé. Ce niveau gréseux, épais seulement d'une dizaine de mètres, n'est visible qu'à Rochebrune et Chaussenoire.

La masse essentielle du Trias est constituée de gypse avec des amas discontinus de dolomies, de cargneules et d'anhydrite.

Le Trias se termine sur une épaisseur de cinquante à cent mètres par une alternance de couches dolomitiques ou conglomératiques et de coulées albitophyriques.

Une discordance marque souvent la limite entre le Trias et la base du Lias. Le plus souvent c'est une différence de comportement mécanique entre ces deux sortes de terrains qui est à l'origine de la discontinuité. Par contre, à l'entrée de la route de Bréziers sur la rive gauche de la Durance, près du pont de Rochebrune, les calcaires marneux du Lias se sont directement déposés en légère discordance sur le Trias, ce qui témoigne de l'existence dans notre région d'une érosion antéliasique (C. ALSAC et R. MICHEL, 1961).

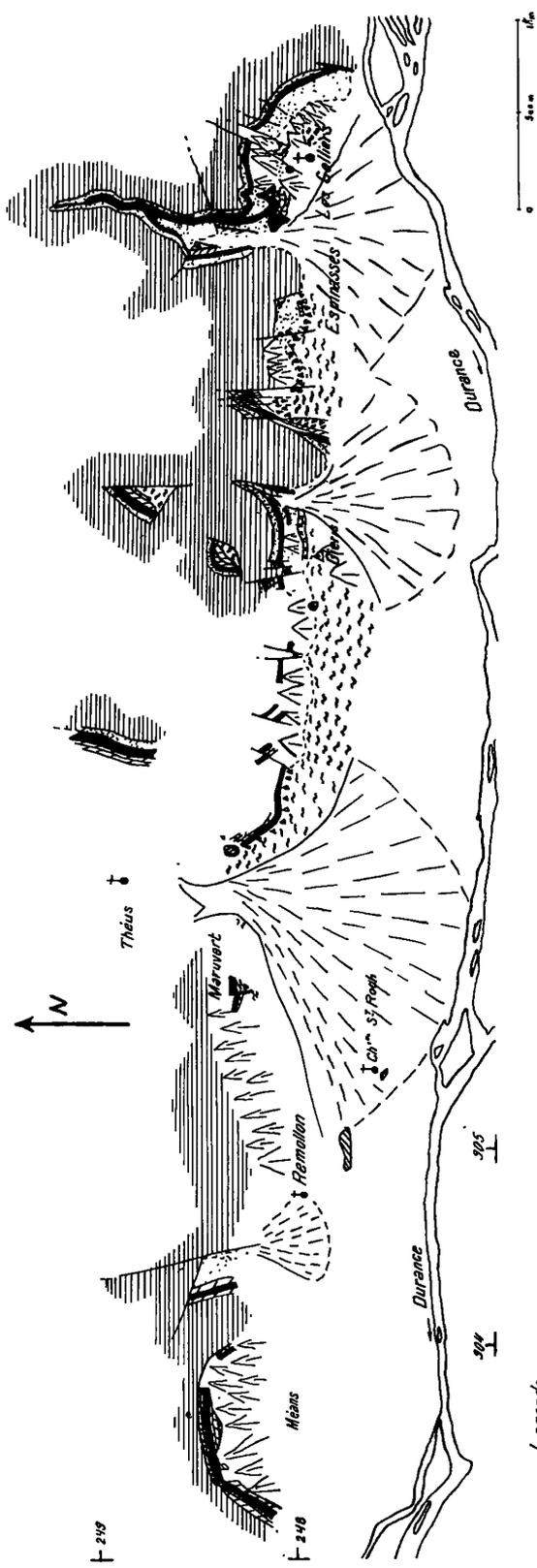
Le Lias débute par des calcaires marneux bleutés, en alternance régulière avec de petits lits argileux jaunâtres épais de quelques centimètres. Dans les cas litigieux, c'est le changement de faciès dolomie-calcaire que j'ai considéré comme le passage Trias-Lias.

Les terrains plus récents ne présentent pas d'intérêt particulier pour la présente étude. O. GARIEL les a d'ailleurs récemment étudiés en détail (D. E. S., Grenoble, 1959).

b) Les grands traits de la tectonique.

Dans son ensemble le cœur du Dôme de Remollon ne présente pas d'accidents tectoniques spectaculaires. Mais, en réalité, il faut bien distinguer l'épaisse couverture liasique, où les cassures s'amortissent très vite en ondulations assez lâches et les assises triasiques hachées par de multiples failles et traversées par des giclées de gypse.

La carte de la figure 2 schématise les principaux accidents entre Remollon et Espinasses. Deux failles se distinguent nettement par l'importance relative de leur rejet qui est supérieur à cent mètres; elles remontent le Trias au milieu des bancs liasiques dans le torrent de l'Hermitage, près de Remollon, et dans le torrent de Merdarel, près d'Espinasses. De petites failles, de dix à vingt mètres de rejet, disloquent un peu partout les dolomies et les albitophyres triasiques; ces petites cassures se perdent très vite dans l'épaisse couverture liasique.



Legende

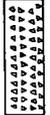
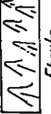
-  Socle
-  Liass
-  Dolomie
-  Coulees Albicapyriques
-  Breche coëra-cabonilique
-  Gypse
-  Sediments détritiques
-  Eboulis
-  Cône de déjection

Fig. 2. — Carte géologique de la région étudiée.

2. La position des Albitophyres.

La carte géologique de Gap au 1/80 000^e propose une représentation très schématique du sommet du Trias : l'ensemble des coulées et des niveaux sédimentaires intercalaires est groupé dans une rubrique unique « mélapphyres ». Cette interprétation simplifiée est parfaitement valable pour cette carte d'ensemble, mais j'ai refait pour mon étude un lever détaillé des albitophyres au 1/5 000^e. La carte de la figure 2 donne un aperçu d'ensemble de la disposition des différents terrains entre Espinasses et Remollon.

a) La position stratigraphique des Albitophyres du Dôme de Remollon.

Tous les niveaux spilitiques sont situés dans le sommet du Trias, juste sous les bancs calcaro-marneux du Lias. Un examen particulier des mélapphyres liasiques signalés dans la carte géologique au 1/80 000^e m'a permis de distinguer deux cas d'erreur :

1) Les affleurements du Mont Soleil, au-dessus du village des Celliers et de l'embouchure du ruisseau de Brézières, bien visibles de loin dans le paysage, donnent l'impression d'être dans le Lias, le premier à cause d'un jeu de failles (figure 3), le second à cause de sa structure en anticlinal (voir figure 1 in C. ALSAC et R. MICHEL, 1961).

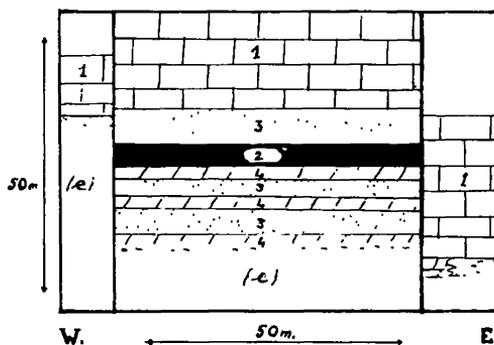


Fig. 3. — Affleurement du Mont Soleil au-dessus des Celliers.

1 : Lias ; 2 : Spillite ; 3 : Sédiments détritiques fins ; 4 : Dolomie ; (e) éboulis masquant partiellement le Trias.

De loin le niveau spilitique du compartiment central donne l'illusion d'une intrusion dans le Lias.

2) Les mélapphyres figurés au Puy par Rochebrune n'existent pas. En réalité cette région est parsemée de nombreux blocs albitophyriques sans

doute déposés par des glaciers; il est en effet très improbable qu'il s'agisse de restes démantelés par l'érosion d'une intercalation volcanique, car les roches volcaniques sont résistantes et ont tendance à former de petites falaises. De même, les placages de blocs spilitiques parsemés dans la région de l'Avance ne peuvent être considérés comme les restes d'un volcanisme liasique.

b) *Le mode de gisement.*

Les albitophyres du Dôme de Remollon se présentent sous forme de coulées massives. Les projections franches sont très rares et je n'ai pas observé de cheminées en rapport avec les coulées, comme celle qui a été repérée dans le Sud du Pelvoux par R. MICHEL et J. VERNET (1956). A la rigueur certains niveaux spilitiques pourraient même être interprétés comme des sills.

CHAPITRE II

ÉTUDE GÉOLOGIQUE DES ALBITOPHYRES

L'observation sur le terrain des roches volcaniques du Dôme de Remollon conduit d'une part à brosser une esquisse paléogéographique de cette région, d'autre part à reconstituer le mode d'épanchement des laves triasiques.

1. Les sédiments en rapport avec les Albitophyres.

Tous les terrains du sommet du Trias forment une entité homogène, tant du point de vue morphologique que du point de vue stratigraphique : cet ensemble a d'ailleurs été figuré globalement comme « mélaphyres » sur la carte géologique au 1/80 000^e. Ces assises, constituées essentiellement de niveaux dolomitiques avec des intercalations albitophyriques, dessinent dans le paysage de petits escarpements de teinte ocre et verte entre les ravinements blanchâtres de gypse et la grande falaise bleutée du Lias.

a) La dolomie.

La dolomie constitue la roche principale de ce sommet du Trias. Lorsqu'elle est pure, au Méans par exemple, c'est un niveau blanc, à grain fin et très massif. Elle se patine souvent dans des teintes jaunâtres (dolomie nankin).

Cette dolomie contient fréquemment des cubes de pyrite triglyphe dispersés de façon quelconque ou au contraire disposés en traînées. Leur dimension moyenne est de l'ordre du centimètre.

Les résultats obtenus par différentes méthodes d'investigation permettent d'affirmer que dans les niveaux les plus élevés le carbonate constitutif est de la dolomite, à l'exclusion totale de la calcite :

1) L'examen au microscope montre des petits rhomboèdres non maclés.

2) La mesure de l'indice de réfraction donne $N_o = 1,678$ (en lumière jaunes).

3) Une analyse thermique différentielle (A. T. D.) a donné une courbe caractéristique de la dolomite (fig. 4).

4) Un diffractogramme de R. X. exécuté par P. MOREL a confirmé ce diagnostic.

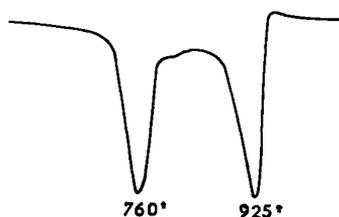


Fig. 4. — Courbe A. T. D. de la dolomite.

Ces dolomies, même les plus homogènes sur le terrain, ont toujours au microscope un aspect graveleux. Elles rappellent par ce faciès les micropoudingues calcaires décrits dans la nappe de Champcella (J. DEBELMAS, 1955). D'ailleurs en descendant vers le gypse on trouve du calcaire mélangé à la dolomie. En particulier le niveau qui surmonte directement le gypse, et qui se trouve même souvent disloqué par la tectonique salifère, est constitué d'une brèche calcaro-dolomitique avec des éléments schisteux. Cette formation prend sous l'action des eaux de ruissellement un aspect de cargneule, d'une part à cause de la dissolution sélective du calcaire, d'autre part à cause de l'arrachement plus facile des fragments de schiste.

Des restes de microorganismes ont été trouvés dans la Combe Fère, près de Chaussenoire (planche I, fig. 1).

b) Les apports détritiques fins.

La dolomie contient toujours quelques rares cristaux de minéraux authigènes : albite très limpide, plus rarement microcline. Cependant la plus grande partie des éléments silicatés ou oxydés est d'origine détritique.

Dans le secteur du Méans, près de Remollon, on passe latéralement de la dolomie à une roche brunâtre où les produits ferrugineux sont abondants. Ce faciès se trouve aussi bien au-dessus qu'en-dessous du niveau volcanique qui affleure dans cette région.

La rive droite du torrent de Merdarel près d'Espinasses (figure 5) met à l'affleurement un banc d'une dizaine de mètres de puissance où alternent régulièrement des lits plus ou moins argileux, soit bleutés, soit marrons, lits épais d'un centimètre environ.

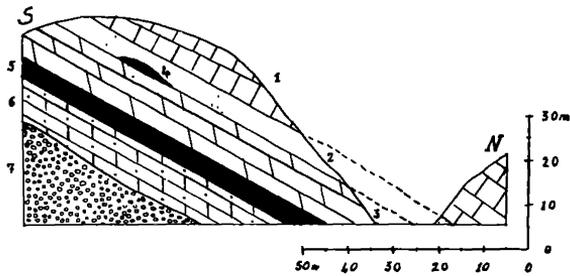


Fig. 5. — Coupe du torrent de Merdarel près d'Espinasses.

1 : Lias; 2 : Sédiments détritiques fins; 3 : Dolomie;
4 : Spilite; 5 : Spilite à taches et blocs siliceux bleutés;
6 : Dolomie à petits lits argileux; 7 : Brèche calcaro-dolomitique à éléments schisteux.

En dehors de ces cas très localisés, la dolomie passe un peu partout de façon continue à une belle roche d'un vert pistache, à grain fin et présentant une schistosité très fruste. Sur le terrain l'interprétation la plus plausible est d'en faire des cendres volcaniques tombées directement dans la lagune triasique. Comme il sera dit au chapitre IV, la composition chimique et minéralogique de cette roche m'a plutôt amené à y voir une roche sédimentaire déritique formée par le remaniement de diverses roches.

c) Les apports détritiques grossiers.

Deux sortes de conglomérats se rencontrent dans le Dôme de Remolton : des brèches et des poudingues.

1) Les brèches forment un banc d'une vingtaine de mètres de puissance au maximum (figure 5), mais très réduit en beaucoup de points. Cette assise géologique se situe juste au-dessus du gypse et est souvent recoupée par des giclées de type diapyrique. C'est cette brèche calcaro-dolomitique contenant des éléments schisteux qui acquiert parfois le faciès de cargneule auquel j'ai fait allusion.

2) La dolomie et les sédiments détritiques fins sont interrompus en de nombreux points par des poudingues d'origine continentale comme le prouvent leur stratification irrégulière et l'absence de tout classement granulométrique. Ces conglomérats se composent d'éléments dolomitiques allongés et anguleux et de galets arrondis d'albitophyres, éléments qui sont réunis par un ciment dolomitique plus ou moins chargé de chlorite. La taille des éléments de ces poudingues est de l'ordre de quelques centimètres.

d) Répartition des différents sédiments du sommet du Trias.

Il n'apparaît pas dans un ensemble aussi réduit que le secteur étudié de variations géographiques des sédiments. Par contre, leur succession verticale obéit à certaines tendances plus ou moins bien réalisées.

Lorsqu'on s'élève dans la série en allant vers le Lias on voit, d'une part, la tendance dolomitique s'accroître et, d'autre part, les apports détritiques devenir de plus en plus fins. Le diagramme de la figure 6 permet de saisir ces deux aspects de la sédimentation triasique.

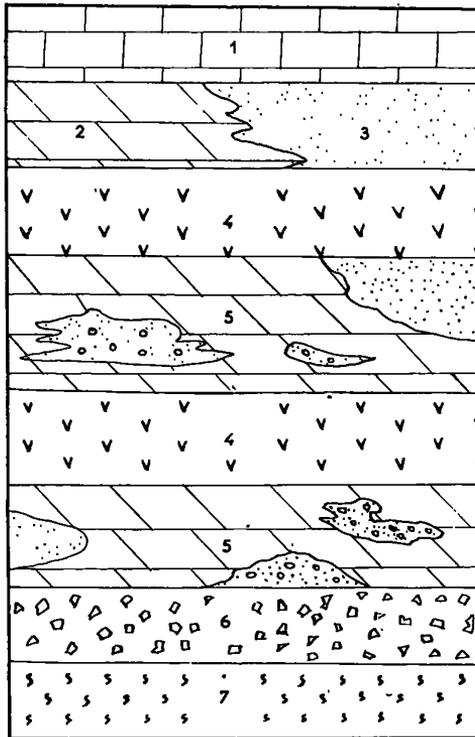


Fig. 6. — Diagramme montrant les principaux faciès du sommet du Trias.

1 : Lias; 2 : Dolomie; 3 : Sédiments détritiques fins
4 : Albitophyres; 5 : Dolomie passant à des sédiments détritiques plus ou moins fins; 6 : Brèche calcaire-dolomitique à éléments schisteux; 7 : Gypse.

e) Essai de reconstitution paléogéographique.

La dolomie succédant au gypse évoque une zone lagunaire typique et les poudingues sont la marque d'anciens apports fluviaux.

Les manifestations volcaniques du Trias du Dôme de Remollon, comme celles de la bordure du massif cristallin du Pelvoux et celles du Verrucano glaronnais, se sont donc produites dans une zone lagunaire de type continental.

2. Les modes de gisement des Albitophyres.

Les affleurements d'albitophyres que j'ai observés sont constitués par des coulées dont les particularités méritent d'être étudiées en détail.

a) *L'aspect général.*

Les coulées, épaisses de quelques mètres, ont un aspect massif, et je n'ai jamais rencontré la moindre trace de débit en coussins (pillows-lavas). Elles sont constituées d'une roche verdâtre plus ou moins foncée dont les vacuoles sont remplies par de la calcite ou des produits phylliteux (chlorite, mica).

On trouve dans le torrent de Merdarel (fig. 5) et près du signal de Giéris un spilite avec des blocs siliceux bleutés et des taches bleuâtres. Leur signification sera discutée au chapitre suivant.

b) *Le sommet des coulées.*

La limite supérieure des niveaux albitophyriques est généralement nette et régulière. Néanmoins la coulée inférieure de la zone du ruisseau de Bréziers a une surface irrégulière qui évoque une ancienne surface scoriacée (cheyre) dont les anfractuosités auraient été ensuite comblées par les dépôts triasiques.

c) *La base des coulées.*

Selon l'état de cohésion du substratum sur lequel elle s'est écoulée, la lave s'est mélangée plus ou moins intimement avec les sédiments du socle. Il n'y a cependant pas eu de métamorphisme de contact.

Lorsque la coulée arrivait sur une roche suffisamment indurée, elle la recouvrait purement et simplement. On peut encore observer dans les cas les plus favorables des scories de base souvent colorées en rouge et vert, comme c'est notamment le cas dans les gorges du torrent de Trente Pas où les coulées reposent sur de la dolomie et d'autres coulées. Il faut aussi citer l'escarpement des Antonious au-dessus d'Espinasses (fig. 7), où une coulée surmonte des conglomérats.

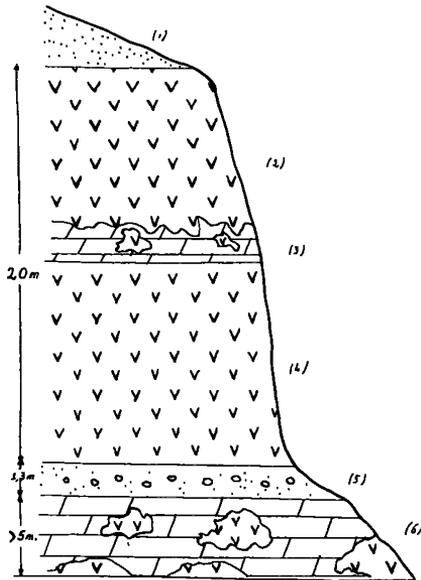


Fig. 7. — Affleurement des Antonious au-dessus d'Espinasses.

1 : Sédiments détritiques fins; 2 : Coulée supérieure de spilite; 3 : Mélange de dolomie et de spilite (base de la coulée supérieure); 4 : Coulée médiane de spilite; 5 : Conglomérat; 6 : Mélange de dolomie et de spilite (coulée inférieure).

Le cas le plus intéressant est celui où la lave s'est directement écoulée dans la lagune en voie de sédimentation. La dolomie et l'albitophyre se sont alors étroitement mélangés comme Ch. LORY l'avait déjà remarqué dans le Pelvoux en 1864. On peut distinguer dans ces ensembles très complexes :

1) Des blocs de roche volcanique grossièrement arrondis, emballés dans la dolomie et sillonnés par des fractures probablement causées par un refroidissement brutal. Ces blocs (planche I, fig. 2) peuvent avoir un volume de quelques mètres cubes. Il est évident que ces masses de formes et de dimensions très variables n'ont rien de commun avec les vrais pillows-lavas. On peut par contre les comparer aux « pseudo-pillows-lavas » trouvés dans les pépérites de la montagne d'Andance dans l'Ardèche (P. GRANGEON et R. MICHEL, 1957).

2) Des traînées sineuses de lave dans la dolomie (planche I, fig. 3) et plus rarement, aux Antonious par exemple, des bandes orientées.

Ces blocs et ces diverticules se trouvent très près les uns des autres (planche I, fig. 3); en effet, la base des coulées constituait selon toute

vraisemblance un milieu hétérogène en partie déjà solidifié et en partie encore fluide.

Que ce soit aux Antonious (fig. 7) ou sur les rives du torrent de Trente Pas, les spilites ont donné ces roches à double trame de lave et de sédiment.

d) *Les conditions d'épanchement et la pétrogenèse des Albitophyres.*

Les caractères spilitiques des roches volcaniques étudiées ne semblent pas être dus à leurs conditions d'épanchement un peu particulières.

On ne constate sur le terrain aucune différence entre les diverses coulées, qu'elles soient franchement aériennes ou qu'elles soient arrivées directement dans les eaux de la lagune. L'étude pétrographique des échantillons a d'ailleurs confirmé cette observation.

La seule modification que l'on observe parfois au contact des sédiments est un liseré d'un centimètre d'épaisseur plus riche en leucoxène. Ce même leucoxène se trouve aussi en quantité importante dans les rares lapillis vitreux qui ont dû tomber directement dans la lagune.

3. Les données de l'observation du terrain.

L'étude sur le terrain du Dôme de Remollon permet d'éclaircir certains points de stratigraphie et de paléogéographie, mais ne résout pas les problèmes pétrographiques qui se posent à propos des albitophyres. Au point de vue stratigraphique, tous les albitophyres du Dôme de Remollon sont intercalés dans les sédiments du sommet du Trias.

Au point de vue paléogéographique, les éruptions volcaniques se sont produites dans une région lagunaire ou continentale. Quant au problème de l'origine des albitophyres, nous pouvons juste dire, de façon négative, que les conditions d'épanchement des laves étudiées ne semblent pas être la cause de leurs caractères pétrographiques particuliers.

CHAPITRE III

ÉTUDE PÉTROGRAPHIQUE DES ALBITOPHYRES

L'étude au laboratoire des albitophyres du Dôme de Remollon permet d'en préciser les caractères minéralogiques et chimiques et d'en saisir les étapes de cristallisation.

1. Les différents types d'Albitophyres du Dôme de Remollon.

D'après leurs seules différences minéralogiques et chimiques, les roches effusives du Trias de Remollon peuvent être classées en trois catégories : spilites, kéraatophyres et orthoalbitophyres.

a) Les spilites.

Ils forment la majorité des affleurements. L'étude au microscope permet de faire quelques subdivisions dans toutes ces roches verdâtres avec quelques vacuoles remplies de calcite (« mandelstein » des géologues allemands).

b) Les kéraatophyres.

C'est au Maruvert, en bordure de la route de Théus, qu'on trouve en place cette roche teintée de blanc et de vert, qui ne se rencontre ailleurs que dans un petit pointement de la vallée de Vallauria.

c) Les orthoalbitophyres.

C'est au Méans, en aval de Remollon, qu'affleure cette roche singulière dont les vacuoles, remplies de produits micacés, font des taches vertes sur le fond beige clair de la lave.

2. Les spilites.

Je décrirai d'abord en détail le type de spilite le plus courant dans le secteur étudié, puis je donnerai rapidement les principaux caractères des variétés les plus intéressantes.

a) *Les caractères minéralogiques.*

Tous les spilites que j'ai observés ont une structure intersertale, mais le feldspath forme, dans les uns des lattes et des microlites, dans les autres uniquement des lattes. Cette différence de structure a pu se faire sous l'influence de conditions de refroidissement légèrement dissemblables : la base de la coulée médiane des Antonious (fig. 7) contient des lattes et des microlites, alors que seules les lattes se rencontrent dans le centre de ce même épanchement. Je décrirai donc ces deux sortes de spilites simultanément en mentionnant au passage leurs différences.

Les lattes (0,1mm×1 mm) et les microlites (0,01 mm×0,15 mm) sont souvent bifides, ce qui est l'indice d'une cristallisation rapide. L'examen à la platine de Fédorof permet de préciser qu'il s'agit d'albite à peu près pure, nettement cristallisée dans la forme de basse température. La régularité des macles, dont la plus courante est l'albite-ala B, est généralement interrompue par des décrochements du plan de macle et des terminaisons en biseau. Les clivages sont soulignés par une chlorite verte et très peu biréfringente. Quelques mouches de calcite dans la masse du feldspath semblent être des inclusions.

Comme l'a déjà signalé M. VUAGNAT (1947), il n'y a aucun minéral ferro-magnésien de haute température (olivine, pyroxènes) mais, à leur place, des minéraux phylliteux de type hydrothermal (chlorites, micas, talc) et des minéraux opaques. Dans les cas les plus favorables les pseudomorphoses d'olivine ont des formes caractéristiques (planche I, fig. 4) mais, le plus souvent, ces figures sont très estompées. Plusieurs chlorites étroitement associées se rencontrent dans ces pseudomorphoses : au centre une chlorite polychroïque du vert au jaune, douée d'un allongement négatif par rapport au clivage et polarisant dans une teinte bistre aberrante, sur les bords une autre chlorite à allongement positif et à teinte de polarisation bleutée. Le contour des pseudomorphoses est souvent souligné par des minéraux opaques, en particulier dans les spilites à lattes sans microlites.

La mésostase est formée de chlorite, de quartz, de fins granules de leucoxène et d'un réseau de dendrites d'hydroxyde de fer. Dans les échantillons les plus frais la calcite est totalement absente.

Les vacuoles sont remplies au centre par de la calcite et du quartz avec, accidentellement, de la pyrite, sur les bords par de la chlorite. J'ai pu isoler des lamelles de cette chlorite que Mlle CAILLÈRE a déterminée comme un clinochlore voisin des prochlorites associé à une petite quantité de mica. Au microscope cette chlorite se présente sous forme de paillettes vertes polychroïques, dans les tons vert-jaune, allongée négativement par rapport au clivage et polarisant dans une teinte bistre anormale; quant au mica il n'est généralement pas visible au microscope ou

apparaît en très petites lamelles ayant l'aspect de la séricite. La courbe d'analyse thermique différentielle (fig. 8) présente deux crochets endothermiques bien marqués : le premier, qui correspond à la déshydratation de la couche brucitique, se situe vers 500°; le second, qui se place vers 750°, est dû au dégagement de l'eau du feuillet mica de la chlorite. La courbe montre en outre une légère inflexion vers 680° qui peut être attribuée à la présence d'une petite quantité de mica. L'étude à l'aide des RX met en évidence non seulement la phyllite à 14 Å, mais aussi une raie à 10 Å qui révèle la présence d'un silicate de type mica. L'étude des produits immergés dans le glycérol et chauffés à 600° permet de vérifier en outre que la phyllite à 14 Å ne gonfle pas et résiste au chauffage : ce comportement est caractéristique d'une chlorite.

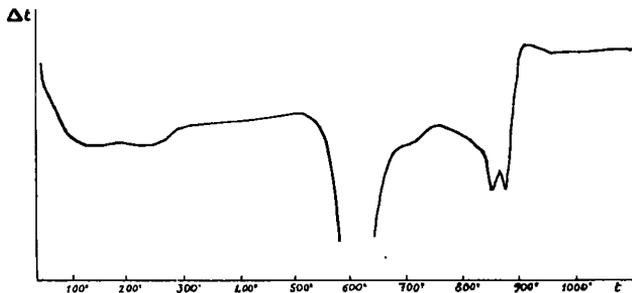


Fig. 8. — Clinocllore mélangé à un peu de mica (A.T.D.).

Tous ces minéraux sont parfois remplacés partiellement ou totalement par d'autres. Les pseudomorphoses de minéraux ferro-magnésiens peuvent être remplies de petits grains de quartz encastrés les uns dans les autres à la manière d'un puzzle et associés à du clinocllore et de la calcite. Ces mêmes minéraux et des plages d'albite de néoformation extrêmement limpides se substituent parfois aux lattes de feldspath. Il faut enfin noter que la calcite, presque totalement absente dans la pâte des spilites frais, peut parfois envahir toute la roche : c'est notamment le cas dans certains galets des conglomérats triasiques.

b) Les caractères pétrochimiques.

Le pourcentage faible en calcium est un des aspects caractéristiques des albitophyres. J'ai repris à ce sujet un artifice déjà utilisé par E. LEHMANN (1944) et M. VUAGNAT (1946) qui permet de laisser de côté le calcium entrant dans la roche sous forme de calcite, pour ne

considérer que celui des feldspaths (ou plus généralement des silicates). Pour cela, il suffit de combiner le plus de Ca^{++} possible à du CO_3^{--} . J'ai appelé Ca' le calcium restant après cette opération. Le paramètre R (J. JUNG et R. BROUSSE, 1958) défini par

$$R = \frac{K + \text{Na}}{K + \text{Na} + \text{Ca}} \cdot 100$$

devient alors R' défini par le nouveau rapport :

$$R' = \frac{K + \text{Na}}{K + \text{Na} + \text{Ca}'} \cdot 100$$

Les valeurs ainsi obtenues permettent de mieux situer les albitophyres, lorsqu'on considère que la calcite est d'origine externe. Toutefois cette méthode n'est valable que lorsque le CO_2 vient uniquement de la calcite; elle est en particulier inapplicable dans les roches renfermant plusieurs carbonates.

Deux analyses nouvelles ont été faites par P. BLOT sur les échantillons 88 et 405, choisis en raison de leur fraîcheur relative (tableau II). Comme termes de comparaison, j'ai relevé des analyses de spilites du Pelvoux citées P. TERMIER (1898, p. 168-172) et P. BELLAIR (1948, p. 201).

Une simple lecture des valeurs données par les analyses permet de dégager quelques caractères généraux : quoique variable, la proportion relative de sodium est habituellement grande; l'eau de constitution est dans tous les cas abondante; les quantités de titane et de phosphore sont assez importantes. Comme l'a déjà signalé E. LEHMANN (1952), la proportion de ce métalloïde est nettement supérieure à celle qu'on attendrait d'après le seul examen microscopique.

Les rapports R, R' et S permettent de comparer les proportions relatives des éléments alcalins et alcalino-terreux. La valeur du rapport R est généralement élevée; ce caractère est encore plus net avec le rapport R'

405 : Torrent de Vallauria, près Théus (Les minéraux ferro-magnésiens sont représentés uniquement par de la chlorite). — 88 : Coulée médiane des Antonious (fig. 7) (Lattes d'albite et pseudomorphoses de minéraux ferro magnésiens cernées par des minéraux opaques). — I : P. BELLAIR (1948, p. 201, an. 50). — II : P. BELLAIR (*Ibid.*, an. 49). — III : P. BELLAIR (*Ibid.*, an. 47). — IV : P. BELLAIR (*Ibid.*, an. 44). — V : P. BELLAIR (*Ibid.*, an. 46). — VI : P. BELLAIR (*Ibid.*, an. 48). — VII : P. TERMIER (1898, p. 170). — VIII : P. TERMIER (*Ibid.*, p. 171). — IX : P. TERMIER (*Ibid.*, p. 168). — X : P. TERMIER (*Ibid.*, p. 169). — XI : P. TERMIER (*Ibid.*, p. 172). — XII : P. TERMIER (*Ibid.*, p. 171).

TABLEAU II

Analyses chimiques de spilites

	405	88	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
SiO ₂	53,10	45,4	48,2	47,2	46,0	43,0	42,5	41,1	50,94	50,80	49,00	48,60	46,19	45,67
Al ₂ O ₃	15,30	16,4	25,2	18,9	15,1	16,6	15,6	16,2	22,49	18,71	19,10	16,50	18,38	13,45
Fe ₂ O ₃	1,70	8,8	5,1	2,5	0,1	4,2	0,4	1,2	—	—	—	—	—	—
FeO	8,50	6,75	5,3	7,5	8,9	2,8	8,1	6,7	11,70	10,02	10,50	9,54	14,47	18,95
MgO	5,50	5,6	2,0	7,0	3,0	7,7	4,8	5,2	4,27	3,40	6,04	9,40	6,76	6,80
CaO	2,60	3,2	0,35	2,7	8,5	8,0	8,7	10,3	1,08	3,83	4,75	4,10	1,89	2,72
Na ₂ O	5,85	4,45	5,1	0,8	1,9	3,9	4,0	2,8	5,26	6,20	5,45	5,47	4,65	4,84
K ₂ O	0,50	1,65	2,3	0,44	2,5	2,4	1,2	2,0	1,13	0,96	0,70	0,52	0,98	0,63
TiO ₂	1,20	2,0	0,9	1,0	1,8	1,5	1,8	1,7	—	—	—	—	—	—
P ₂ O ₅	0,60	0,80	0,66	0,5	0,66	0,45	0,5	0,64	—	—	—	—	—	—
MnO	0,10	tr.	0,03	0,17	1,1	0,13	0,1	0,13	—	—	—	—	—	—
H ₂ O—	0,10	0,2	5,0	4,6	5,9	5,56	4,8	4,5	4,07	4,70	6,15	7,04	4,56	4,92
H ₂ O+	4,4	3,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
CO ₂	1,25	2,6	0,25	—	5,1	3,74	7,2	7,4	—	—	—	—	—	—
S	—	tr.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Total	100,70	100,85	100,39	100,61	99,56	99,98	99,7	99,87	100,94	98,62	101,69	101,17	96,88	97,98

R	87	76	97	42	43	54	50	42	91	78	63	71	83	77
R'	92	100	100	42	76	75	100	93	—	—	—	—	—	—
S	5	6	23	26	47	29	17	32	13	9	7	9	10	7

dont la valeur tend vers 100, comme on pouvait s'y attendre. Le rapport S par contre est assez peu élevé et il tend même parfois vers zéro. Ces caractères sont très nets dans les analyses de P. TERMIER (fig. 9), moins nets dans celles de P. BELLAIR (fig. 10) qui semblent plus hétérogènes.

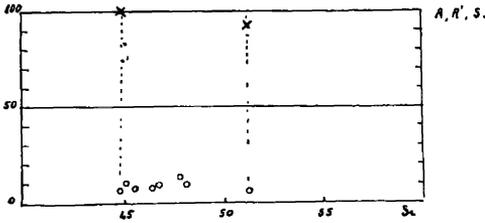


Fig. 9. — Paramètres des albitophyres cités par P. TERMIER.

● = R, × = R', ○ = S.

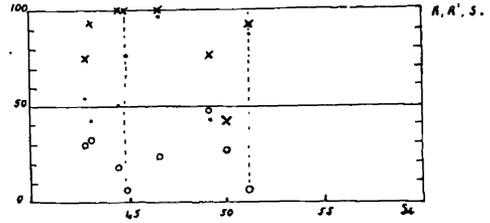


Fig. 10. — Paramètres des albitophyres cités par P. BELLAIR

(mêmes signes que dans la figure 9).

c) L'ordre de formation des minéraux.

Bien que cette question soit toujours délicate, il est néanmoins possible de préciser dans une certaine mesure l'ordre de cristallisation des minéraux et les transformations qu'ils ont subies.

Certains minéraux sont incontestablement d'origine secondaire : c'est notamment le cas des phyllites des pseudomorphoses d'olivine. De même, certains amas allongés de leucoxène sont les restes d'anciennes dendrites d'ilménite.

La mésostase chloriteuse des spilites est généralement interprétée comme résultant de la dévitrification d'un ancien fond vitreux. Dans cette hypothèse, il faudrait faire le bilan des échanges chimiques qui permettent de passer du verre initial au fond chloriteux actuel.

Les lattes et les microlites d'albite ne montrent aucune trace d'un plagioclase initial plus calcique. Une albitisation secondaire est donc improbable, car il faudrait admettre qu'elle ait été totale et que tout le calcium ait été éliminé. Nous avons en effet signalé que la calcite semblait provenir dans sa plus grande partie d'apports extérieurs.

En fait, la seule albite qui soit indubitablement de néoformation n'a qu'une importance minime. Il s'agit des plages albitiques très limpides qui, avec du quartz, de la chlorite et de la calcite, se substituent parfois aux lattes de feldspath.

En résumé, on peut donc proposer la succession suivante : d'abord cristallisation de l'olivine et des minéraux opaques (ilménite en particulier), puis apparition du feldspath, probablement directement sous forme d'albite, ensuite formation de chlorites et de phyllites variées, peut-être

primaires dans la mésostase, remplaçant l'olivine ailleurs, enfin dans des phases nettement plus tardives remplissage des vacuoles, envahissement de la roche par de la calcite et à un moindre degré par de la chlorite (clinocllore).

d) *Les spilites à taches et blocs bleutés.*

Les escarpements voisins du signal de Giéris et la rive droite du torrent de Merdarel près d'Espinasses (fig. 5) mettent à l'affleurement un spilite vert tacheté de bleu par des plages irrégulières et des blocs anguleux de quelques centimètres. Ce spilite est du type à lattes et microlites.

Les blocs bleus sont constitués de quartz contenant quelques petites mouches de calcite et souillé par des inclusions de type argileux ainsi que quelques minuscules aiguilles qui semblent pouvoir être déterminées comme des chlorites ou des amphiboles. Ces éléments passent en continuité à des veines où le quartz est mieux développé et même parfois automorphe. Dans ces veines apparaissent en outre un peu d'albite très limpide et un peu de clinocllore. Quant aux marbrures bleutées elles ne diffèrent au microscope du reste de la lave que par leur plus grande abondance en leucoxène.

e) *Les scories de base des coulées.*

L'examen microscopique des scories montre dans un fond vitreux quelques cristaux de quartz, de chlorite et parfois des prismes minuscules de tourmaline à allongement négatif et polychroïsme énergétique du jaune au vert.

f) *Le problème des tufs spilitiques.*

Certaines roches vert-pistache évoquent sur le terrain un mélange de cendre et de sédiment, mais leurs caractères minéralogiques et chimiques amènent plutôt à y voir des faciès détritiques plus complexes.

Ces roches, souvent plus ou moins imprégnées de dolomite, sont composées d'un fond de chlorite et de mica blanc sur lequel se détachent des grains de quartz, des baguettes d'ilménite transformées en leucoxène et quelques petits prismes de tourmaline. Ces minéraux viennent probablement des roches volcaniques et métamorphiques avoisinantes. Le remaniement des éléments albitophyriques est en tout cas beaucoup plus profond que dans les tufs spilitiques de l'Isère (L. MORET et R. MICHEL, 1958).

Une analyse nouvelle (P. BLOT) faite sur un échantillon provenant du sommet des Antonious et dépourvu de dolomite montre encore mieux les différences entre cette roche et les albitophyres.

SiO ₂	50,6
Al ₂ O ₃	21,7
Fe ₂ O ₃	4,0
FeO	5,2
MgO	4,1
CaO	0,39
Na ₂ O	0,70
K ₂ O	5,71
TiO ₂	2,70
P ₂ O ₅	0,50
MnO	tr.
CO ₂	0,0
H ₂ O —	0,23
H ₂ O +	4,90
Total	<hr/> 100,73

On voit en particulier :

- 1) Une grande richesse en alumine et en eau de constitution, en rapport avec la présence de chlorite.
- 2) L'abondance relative du potassium par rapport au sodium et au calcium. Ces proportions sont totalement différentes de celles des spilites.
- 3) Une quantité assez élevée de titane.

Il semble donc bien, après examens microscopique et chimique, qu'il s'agisse d'un sédiment détritique et non du produit d'une retombée directe de cendres dans la lagune en voie de sédimentation.

3. Les Kératophyres.

C'est au Maruvert en bordure de la route de Théus, que j'ai trouvé le type le plus caractéristique.

a) *Les caractères minéralogiques.*

La structure est du type trachytique, mais les microlites sont remplacés par des lattes pouvant dépasser un millimètre de longueur.

Le feldspath, qui est le constituant essentiel de cette roche, est de l'albite B.T. dont l'angle des axes est voisin de +80°. Cette albite présente des macles albite-ala B, albite Carlsbad, Carlsbad et plus rarement Manebach. Les éléments de macle sont en général mal formés : ils se terminent en biseau ou sont tordus et peuvent même présenter des décrochements dans leur plan de macle. Cette albite est assez fraîche, mais les clivages sont bourrés de chlorite et de produits ferrugineux. De petits

cristaux de calcite et de sidérite remplissent les méats des lattes dans les zones de fissuration où ces produits carbonatés sont abondants.

Les interstices entre les baguettes de feldspath sont essentiellement composés de produits phylliteux : chlorite, talc et peut-être bowlingite (feuilletés polychroïques du jaune-brun au jaune très pâle, allongés positivement par rapport au clivage et atteignant le vert du deuxième ordre en lumière analysée. La chlorite, d'un vert clair, pléochroïque dans le jaune, possède un angle d'extinction de $+0^\circ$ par rapport au clivage et polarise dans des tons violacés aberrants. Par places cette chlorite prend une teinte brune en lumière naturelle et bistre en lumière polarisée.

Ces phyllites ont parfois vaguement l'allure de pseudomorphoses de minéraux ferro-magnésiens, mais ce caractère n'a jamais la même netteté que dans les spilites.

Comme minéraux accessoires il convient de citer des baguettes d'ilménite presque totalement transformées en un agrégat semi opaque de petits granules blanchâtres à jaunâtres en lumière réfléchi (leucoxène et oxydes de fer hydratés), des plages sans contours nets de leucoxène et accidentellement des petits cubes de pyrite limonitisés sur leur pourtour.

b) *Les caractères pétrochimiques.*

Les résultats d'une analyse chimique nouvelle (R. COULOMB) et plus encore les valeurs des paramètres R et S montrent clairement la proportion relativement élevée de sodium et les quantités nettement basses de potassium et de calcium dans le kéraatophyre du Maruvert.

SiO ₂	54,56
Al ₂ O ₃	18,40
Fe ₂ O ₃	3,86
FeO	4,62
MnO	0,02
MgO	2,63
CaO	1,79
Na ₂ O	8,02
K ₂ O	tr.
TiO ₂	2,22
P ₂ O ₅	0,39
H ₂ O +	2,40
H ₂ O —	0,19
S	0,30
	<hr/>
Total	99,40
R	89
S	0

L'eau de constitution est ici relativement moins abondante que dans les spilites : en effet, elle provient des chlorites qui sont moins répandues dans cette roche. Le pourcentage en silice peut paraître faible pour un kératophyre, mais il faut se rappeler que dans les chlorites il y a substitution du silicium par de l'aluminium, ce qui contribue un peu à fausser les valeurs obtenues.

c) *L'ordre de formation des minéraux.*

Nous avons ici une succession probablement analogue à celle qu'on rencontre dans les spilites. Le leucoxène viendrait en partie de l'altération de l'ilménite et en partie d'une cristallisation primaire. En dehors de la mésostase, les phyllites représentent peut-être parfois des produits de la transformation d'anciens minéraux ferro-magnésiens. Quant à l'albite, comme dans les spilites, elle ne montre aucune trace d'un ancien plagioclase plus calcique. Les carbonates enfin sont, au moins en partie, le résultat d'apports secondaires extérieurs.

4. L'Orthoalbitophyre.

Cette roche singulière, trouvée au M ans, près de Remollon, est souvent très altérée, ce qui en complique encore son étude.

a) *Les caractères minéralogiques.*

Des baguettes de feldspath en structure intersertale et des pseudomorphoses de minéraux ferro-magnésiens se détachent nettement dans un fond brunâtre finement cristallisé.

Les cristaux de feldspath se présentent en lattes aplaties sur (010) mesurant 1 mm \times 0,05 mm, et en cristaux plus trapus de 0,5 mm sur 0,06 mm. Mais ici, inversement à ce qu'on observe dans les spilites et kératophyres, il n'y a pas qu'une seule espèce de feldspath, mais deux : albite et orthose. Dans l'orthose, la macle de Carlsbad est de règle avec très souvent un développement inégal de ses éléments. L'angle 2V mesuré à la platine de Fédorof est voisin de -50° . L'albite semble à peu près pure mais je n'ai pu déterminer s'il s'agit d'une forme B.T. ou H.T. Elle présente deux caractères tout à fait singuliers qui peuvent nous renseigner sur son mode de formation : d'une part la présence de macles polysynthétiques (albite-ala B ?) avec un faciès en  chiquier³ (planche I, fig. 5); d'autre part des contours cristallographiques rappelant ceux des

³ J. de LAPPARENT a attribué en 1909 cette configuration à des albites secondaires venant de l'albitisation de feldspath potassique.

cristaux d'orthose dont les éléments de la macle de Carlsbad sont inégalement développés. Comme dans les spilites et les kérotophyres, ces feldspaths, que ce soit l'orthose ou l'albite, sont bourrés de chlorite dans leurs clivages.

Des plages de phyllites, dont les contours évoquent ceux de l'olivine, sont formées au centre d'un agrégat microcristallin de chlorite ou de serpentine et, sur les bords, de produits micacés. Ces derniers se retrouvent mieux développés dans les vacuoles où ils ont d'ailleurs pu être isolés.

La mésostase est constituée d'un agglomérat de petits granules brunâtres en lumière transmise non analysée et jaunâtres en lumière réfléchie. On distingue encore dans ce fond de tout petits microlites de feldspath (0,150 mm \times 0,005 mm), des phyllites analogues à celles des pseudomorphoses, quelques plages de calcite et un peu d'apatite.

Les vacuoles, dont les contours sont souvent soulignés par un liseré de sidérose ou des oxydes ferrugineux, sont remplies soit par du quartz, soit par du mica, soit enfin par des produits chloriteux ou serpentineux. Le mica, de teinte vert-jaune en lumière naturelle, atteignant le vert du deuxième ordre en lumière polarisée, a donné une courbe d'analyse thermique différentielle caractéristique (fig. 11).

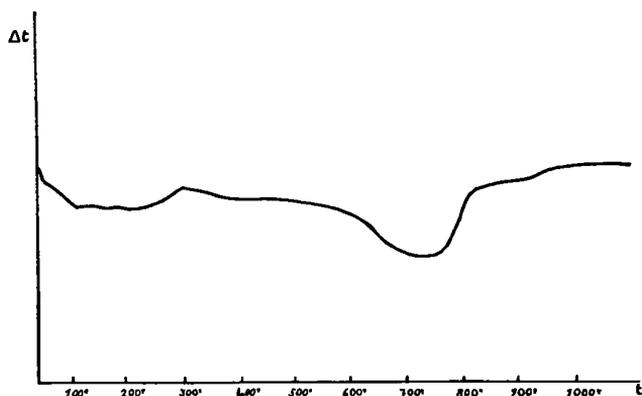


Fig. 11. — Courbe A.T.D. de mica.

Notons enfin que de très nombreux échantillons sont, au microscope, à peu près totalement envahis par de la calcite.

b) Les caractères pétrochimiques.

Une analyse partielle (P. BLOT) suffit pour mettre en évidence les caractères spécifiques de l'orthoalbitophyre du Méans :

CaO	Na ₂ O	K ₂ O	H ₂ O +	CO ₂
2,4	3,2	6,1	3,57	3,6

Conformément à ce que nous avait laissé supposer l'examen au microscope, la quantité de potassium est loin d'être négligeable. Le rapport $S = 52$ est nettement supérieur à ceux rencontrés jusqu'ici; le paramètre $R = 84$ a une valeur élevée. La présence de sidérite empêche de calculer Ca' et, à plus forte raison, R' .

TABLEAU III

Analyses chimiques d'orthoalbitophyres.

	I	II	III	IV	V	VI	VII
SiO ₂	52,05	46,60	48,9	57,86	49,70	44,27	46,99
Al ₂ O ₃	18,35	17,00	16,4	13,08	16,17	18,16	21,15
Fe ₂ O ₃	10,07	0,67	8,7	6,76	3,01	5,34	7,14
FeO	0,40	5,23	0,7	0,93	5,71	4,79	3,94
MgO	0,91	1,90	5,6	3,41	3,51	3,13	2,73
CaO	1,96	9,65	2,6	1,24	2,93	4,12	2,17
Na ₂ O	1,39	0,02	4,9	2,63	1,32	0,96	0,80
K ₂ O	8,97	9,55	7,3	8,93	9,72	7,64	6,12
TiO ₂	2,24	1,12	1,3	1,58	2,75	1,97	0,92
F ₂ O ₅	0,94	0,30	0,46	0,38	0,94	0,44	0,56
MnO	0,16	0,12	0,11	0,41	0,04	0,09	0,12
II ₂ O+	2,88	0,16	2,9	—	2,60	4,49	6,32
H ₂ O—	—	0,11	—	—	0,40	1,41	1,30
CO ₂	0,00	7,85	0,07	tr.	1,08	3,53	0,00
S	—	—	—	—	—	0,09	0,14
SO ₃	0,06	—	—	—	—	—	—
SrO	0,04	—	—	—	—	—	0,03
Li ₂ O	≤0,01	—	—	—	—	—	—
Cr ₂ O ₃	—	—	—	—	—	—	0,06
F	—	—	—	0,05	—	—	—
Total	100,43	100,28	99,94	100,37	99,88	100,30	100,49
R	96	65	87	92	83	72	80
R'	96	100	88	92	93	100	80
S	80	100	50	68	83	83	83

I : Poénéite; W. P. DE ROEVER (1942, p. 237). — II : Spilite à feldspath potassique; L. MORET (1958, p. 32). — III : Spilite orthosique du Pelvoux; P. BELLAIR (1948, p. 201). — IV : Mélaphyre altéré; Z. ROZEN (*Bull. Int. Acad. Sc. Cracovie* (1910, p. 838)). — V : Keratophyre spilite potassique; E. LEHMANN (Ber. Oberhess. Ges. für Natur. und eilk. Zugiessen, N. F. Naturw. Abt. 15, 1933, p. 312). — VI : Spilite potassique; E. LEHMANN (*Ibid.*, p. 312). — VII : Mottled diabase; F. F. GROUT (*Journ. Geol.*, vol. 18 (1910, p. 644)).

Les orthoalbitophyres sont des roches encore très mystérieuses, et il est donc assez hasardeux de les comparer les unes aux autres. J'ai cru cependant intéressant de le faire à titre d'information et sous toutes réserves (tableau III). Sur les diagrammes triangulaires K, Na, Ca (fig. 12), on voit les points se localiser près de la ligne Na - K, ce qui correspond à des valeurs étalées de S et à des valeurs faibles de R. Les points se rapprochent encore plus de la ligne Na - K si on prend Ca' au lieu de Ca (fig. 13).

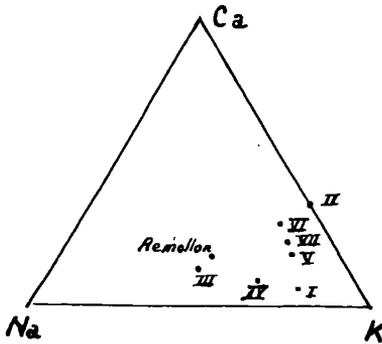


Fig. 12. — Diagramme Na-K Ca d'orthoalbitophyres.

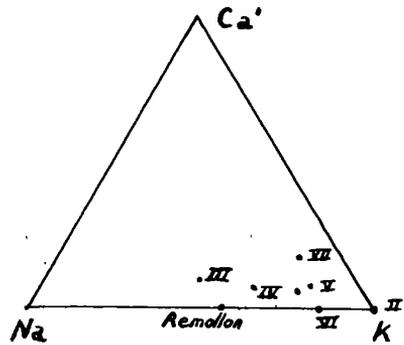


Fig. 13. — Diagramme Na-K-Ca' d'orthoalbitophyres.

c) L'ordre de formation des minéraux.

Des « spilites orthosiques » ont déjà été signalées dans les Alpes françaises par P. BELLAIR (1948) et L. MORET (1958), mais le problème de leur pétrogenèse est encore loin d'être résolu.

Différentes phases ont pu être dénombrées dans le développement de notre orthoalbitophyre, mais leur position chronologique demeure hypothétique : 1) Une phase d'albitisation de l'orthose qu'il est impossible de situer dans le temps; 2) Une phase de transformation des minéraux ferro-magnésiens en phyllites; 3) Une phase d'altération de la roche avec envahissement général par la calcite.

Par contre l'origine de l'orthose reste mystérieuse et il n'y a aucune trace d'adularisation d'un plagioclase calcique primitif comme W. P. DE ROEVER l'a signalé dans les poénéites du Permien de Timor (1942).

5. Le bilan des études en laboratoire.

L'étude pétrographique des roches volcaniques du Trias du Dôme de Remollon permet de dégager leurs principaux caractères minéralogiques

et chimiques et de saisir quelques-unes des transformations dont ils ont été le siège.

a) *Composition minéralogique et chimique.*

Toutes les roches volcaniques étudiées sont essentiellement constituées de minéraux de basse température : albite B.T., chlorite... Le sodium, l'eau de constitution et accessoirement le titane sont relativement abondants.

b) *Certaines transformations sont manifestes.*

Altération de l'olivine en produits phylliteux, albitisation de l'orthose dans l'orthoalbitophyre, envahissement tardif de toutes ces roches par de la calcite.

C'est par la synthèse des observations de terrain et des études de laboratoire qu'une hypothèse d'ensemble peut être maintenant proposée pour résoudre le problème de la pétrogenèse des albitophyres du Dôme de Remollon.

CHAPITRE IV

ESSAI D'INTERPRÉTATION PÉTROGÉNÉTIQUE

L'examen microscopique des laves de la région de Remollon - Espinasses - Avançon montre que ces roches ont acquis leur faciès actuel à la suite d'une série de transformations successives. Je vais maintenant essayer, en confrontant les données du terrain et celles du laboratoire, de retracer les traits essentiels de ces étapes pétrogénétiques.

1. Les produits de la cristallisation directe du magma.

Il ne semble pas que l'écoulement de la lave dans la lagune triasique ait pu modifier sensiblement la composition chimique du magma et ses conditions de cristallisation. En effet, l'épanchement s'est fait sous une très faible couverture d'eau et même parfois franchement à l'air libre. Ce phénomène ne peut absolument pas être assimilé aux manifestations abyssales qu'on pense être à l'origine des coulées spilitiques en pillows-lavas.

Les cristallisations initiales ont produit en profondeur certains minéraux qu'on retrouve plus ou moins transformés aussi bien dans les spilites et les kératephyres que dans l'orthoalbitophyre. Il s'agit des minéraux ferro-magnésiens de haute température (l'olivine par exemple) et des minéraux opaques du type ilménite-magnétite.

Mais le fait essentiel est que l'albite des spilites et des kératephyres a tous les caractères d'un minéral primaire ; elle aurait donc pris naissance au cours de la cristallisation de la lave, en surface. Une partie de la chlorite, celle qui forme la mésostase, proviendrait peut-être de cette phase de cristallisation.

2. Le rôle de la lagune triasique.

Si l'épanchement de la lave dans lagune triasique a été sans influence notable sur la composition minéralogique et chimique de la roche, il n'en est probablement pas de même de son séjour dans l'eau saumâtre de cette même lagune. Le sodium dissout aurait catalysé l'altération de l'olivine réactionnelle en minéraux phylliteux ; ce rôle catalytique des sels de sodium est bien connu en pédologie. Ce même sodium aurait aussi

pu participer directement à certaines réactions comme l'albitisation du feldspath potassique de l'orthoalbitophyre.

Je reprends donc ici partiellement l'ancienne hypothèse de P. TERMIER (1897, 1898) sur l'origine secondaire des « mélaphyres » du Pelvoux, mais en lui donnant une importance beaucoup plus minime. En effet, comme l'ont déjà signalé P. BELLAIR (1948) et M. VUAGNAT (1947), les caractères spilitiques des albitophyres du Pelvoux et du Dôme de Remollon sont en partie d'origine magmatique.

3. L'altération récente des Albitophyres.

La majeure partie de la calcite, peut-être même sa totalité, et accessoirement certaines chlorites ainsi que l'albite de néoformation, ont été amenés par des apports extérieurs dont l'époque doit être maintenant précisée.

Il est évident que cet envahissement par le carbonate a pu se faire en plusieurs temps depuis la fin du Trias. Je pense cependant qu'il est en grande partie extrêmement récent. En effet, les eaux d'infiltration se chargent de carbonate en traversant les couches liasiques et le déposent ensuite dans les diaclases et cavités des roches sous-jacentes. De tels dépôts de calcite sont parfois bien visibles sur le terrain dans les fissures des spilites. Même à l'œil nu, ils peuvent être distingués de la dolomie mélangée à la lave par l'absence de toute patine jaunâtre.

CONCLUSIONS

Tous les albitophyres que j'ai étudiés dans le Dôme de Remollon sont le produit d'épanchements volcaniques de la fin du Trias.

Ces laves se sont écoulées dans une région lagunaire, parfois même franchement émergée.

Ces roches présentent toutes des caractères albitophyriques marqués : les minéraux sont de type hydrothermal (albite, chlorite, calcite...) et la composition chimique révèle une richesse anormale en sodium, en eau de constitution et accessoirement en titane.

Sauf dans un orthoalbitophyre très particulier, l'albite semble bien d'origine primaire. Les chlorites viennent de l'altération d'olivine et peut-être de la dévitrification de la mésostase. La calcite enfin semble résulter d'apports beaucoup plus tardifs et non de l'albitisation de plagioclases calciques.

Les albitophyres étudiés présentent donc des caractères spilitiques d'origine magmatique qui ont été encore accentués au cours des temps géologiques par des apports et des transformations secondaires.

Cependant ce problème est encore loin d'être résolu. En particulier la découverte, en plusieurs points des Alpes françaises, d'orthoalbitophyres (R. MICHEL, L. MORET, J.-L. TANE, 1960) ouvre des perspectives nouvelles à l'étude des anciennes laves alpines.

BIBLIOGRAPHIE

- ALSAC (C.) (1960). — Nature pétrographique et origine des albitophyres du dôme de Remollon (Hautes-Alpes) (*C. R. A. S.*, t. 250, p. 1681).
- ALSAC (C.) et MICHEL (R.) (1961). — Contact discordant entre Trias et Lias dans la partie centrale du Dôme de Remollon (Hautes-Alpes) (*Congrès de Stratigraphie du Lias*, Chambéry, in : *Mém. B. R. G. M.*, n° 4, p. 695).
- AMSTUTZ (G. C.) (1954). Geologie und Petrographie der Ergusgesteine im Verrucano des glarner Freigeberges (*Mém. Inst. Vulcanol. Im. Friedlaender*, n° 5).
- (1956). — The spilite problem (*XX° Congr. Géol. Inter. Mexico.*, Résumés, p. 130).
- BATTEY (M. H.) (1956). — The petrogenesis of a spilitic serie from New-Zealand (*Geol. Mag.*, vol. XCIII, p. 89-110).
- BELLAIR (P.) (1946). — Caractères magmatiques des roches d'épanchement de la couverture des massifs centraux dauphinois (*C. R. A. S.*, t. 22, p. 1303-1304).
- (1948). — Pétrographie et tectonique des massifs centraux dauphinois (*Mém. Serv. Carte Géol. France*).
- BURRI (C.) et NIGGLI (P.) (1945). — Die Jungen Eruptivgesteine der Mediterranen Orogens. Die Spilitassociationen : t. I, chap. 2, p. 490 (*Mém. Inst. Vulcanol. Im. Friedlaender*, n° 3).
- DALY (R. A.) (1933). — Igneous rocks and the depth of the earth.
- DEWEY (H.) et FLETT (J. S.) (1911). — On some British pillow-lavas and the rocks associated with them (*Geol. Mag.*, vol. 8, p. 202-209 et p. 241-248).
- ESKOLA (P.), VUORISTO (U.) et RANKAMA (K.) (1935). — An experimental illustration of the spilite reaction (*C. R. Soc. Geol. Finlande*, n° 9, p. 2).
- GARIEL (O.) (1960). — Le Lias du Dôme de Remolon (Hautes Alpes) (*Congrès du Lias*, Chambéry, in : *Mém. B. R. G. M.*).
- GIGNOUX (M.) et MORET (L.) (1937). — Description géologique du bassin supérieur de la Durance (*T. L. G.*), t. 21, p. 165-168).
- GILLULY (J.) (1935). — Keratophyres of Eastern Oregon and the spilite problem (*Amer. Journ. Sci.*, t. 29, p. 225-336).
- GRANGEON (P.) et MICHEL (R.) (1957). — La pépérite à ciment de diatomite de la montagne d'Andance (Massif du Coiron, Ardèche) (*B. S. G. F.*, 6°, t. VII, p. 737-747). X
- JUNG (J.) (1958). — Précis de Pétrographie.
- JUNG (J.) et BROUSSE (R.) (1958). — Précisions nouvelles sur la constitution et l'origine des associations volcaniques (*B. S. Fr. Min. Crist.*, t. 81, p. 133-141).
- LEHMANN (E.) (194). — Eruptivgesteine und Eisenerze im Mittel — und Ober — Devon der Lahnmühle (*Techn. Pädag. Verlag. Scharfes Druckereien*, K. G. Wetzlar).
- (1941). — Das Keratophyr-Weilburgit Problem (*Heidelberg. Beitr. Miner. Petrogr.*, t. 2, n° 1-2, p. 1-166).
- (1949). — Über die Genesis der Eisenerzlagerstätte von Lahntypus (*Zeitschrift für Erzbergbau und Metallhüttenwesen*, t. 2, p. 239-246).
- (1952). — Diskussionbemerkung zum Thema « Weilburgit » und « Schalstein » (*Zeitschrift Dtsch. Geol. Gesellschaft*, t. 104, p. 255-256).
- (1952). — Beitrag zur Beurteilung der paläozischen Eruptivgesteine Westdeutschlands (*Zeitschrift Dtsch. Geol. Gesellschaft*, t. 104, p. 219-237).
- (1952). — The significance of hydrothermal stage in the formation of igneous rocks (*Geol. Mag.*, vol. 89, p. 61-69).
- (1954). — Merkmale Magmatischer Infiltration in der Keratophyrtuffen der Sauerlands (*Zeitschrift Dtsch. Geol. Gesellschaft*, t. 106, p. 253-256).

- LORY (Ch.) (1864). — Description géologique du Dauphiné (Isère, Drôme et Hautes Alpes).
- MICHEL (R.), MORET (L.), TANE (J. L.) (1960). — Sur la présence de spilites potassiques dans la couverture triasique du massif du Pelvoux (C. R. A. S., t. 251, p. 184).
- MICHEL (R.) et VERNET (J.) (1956). — Une cheminée triasico-liasique en Dauphiné. L'aiguille Fourchée (Secteur Sud du Pelvoux, Hautes-Alpes) (C. R. A. S., t. 242, p. 3096).
- MORET (L.) (1958). — Sur une roche à faciès variolitique, mais orthosique, provenant des conglomérats miocène de Saint-Offenge (Savoie) (T. L. G., t. 34, p. 31-33).
- MORET (L.) et MICHEL (R.) (1958). — Observations sur un spilite triasique du massif d'Allevard (Isère) (C. R. S. G. F., p. 335-337).
- NIGGLI (E.) (1944). — Das Westliche tavetscher Zwischenmassiv und der Augrenzende des Gotthardmassivs (Bull. Suisse Min. Petr., t. 24, p. 58-302).
- PERRIN (R.) et ROUBAULT (M.) (1941). — Quelques observations sur la spilite de Montvernier (Savoie) (Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse, t. 76, p. 161-171).
- ROEVER (W. P. DE) (1942). — Olivin-basalts and their alkaline differentiates in the Permian of Timor (Geol. Exp. Lesser Sunda Islands, Amsterdam, vol. 4, p. 209-289).
- SUNDIUS (N.) (1930). — On the spilitic rocks (Geol. Mag., vol. 68, p. 1-17).
- SZADECZKY KARDOSS (E.) (1958). — On the petrology of volcanic rocks and the interaction of magma and water (Acta Geol. Acad. Sci. Hungar. Budapest, t. 5, p. 197-223).
- TERMIER (P.) (1897). — Sur le graduel appauvrissement en chaux des roches éruptives de la région du Pelvoux (C. R. A. S., t. 124, p. 633).
- (1898). — Sur l'élimination de la chaux par métasomatose dans les roches basiques de la région du Pelvoux (B. S. G. F., 3, t. 25, p. 165-192).
- TURNER (J. F.) (1948). — Mineralogical and geological evolution of the metamorphic rocks.
- VUAGNAT (M.) (1946). — Sur quelques diabases suisses. Contribution à l'étude du problème des spilites et des pillows-lavas (Bull. Suisse Min. Petr., t. 26, p. 116-298).
- (1947). — Sur le caractère spilitique des mélaphyres de la région du Pelvoux (C. R. Soc. Phys. Hist. Nat., Genève., vol. 64, p. 63-65).
- (1948). — Problèmes de géologie dauphinoise (C. R. Ass. Prosp. Univ. Genève, n° 7, p. 1-8).
- (1951). — Le rôle des roches basiques dans les Alpes (Bull. Soc. Suisse Min. Pétr., t. 31, p. 309).
- WELLS (A. K.) (1922-1923). — The nomenclature of spilite suite : 1) The keratophyre rocks (Geol. Mag., t. 59, p. 346-354); 2) The problem of the spilites (Geol. Mag., t. 60, p. 63-74).
- WYART (J.) et SABATIER (G.) (1956). — Mobilité des ions alcalins et alcalino terreux dans les feldspaths (B. S. Fr. Min. Crist., t. 79, p. 444-448).
- (1956). — Transformations mutuelles des feldspaths alcalins. Reproduction du microcline et de l'albite (Ibid., t. 79, p. 574-581).
- (1958). — Mobilité des ions silicium et aluminium dans les cristaux de feldspath (Ibid., t. 81, p. 223-226).
- (1959). — Nouvelles observations sur la mobilité des ions silicium et aluminium dans les cristaux de feldspath (Ibid., t. 82, p. 216).