
LES FORMATIONS VOLCANO-DÉTRITIQUES DU TERTIAIRE DE THONES (SAVOIE), DU CHAMPSAUR (HAUTES-ALPES) ET DE CLUMANC (BASSES-ALPES)

par S. BEUF, B. BIJU-DUVAL et Y. GUBLER *

L'existence d'un volcanisme contemporain du dépôt des flyschs de Taveyannaz et du Champsaur a fait l'objet de controverses déjà anciennes auxquelles les travaux importants de M. VUAGNAT [18, 21] apporteraient en conclusion que le matériel volcanique, présent dans ces séries, provient du démantèlement de coulées préexistantes.

Des études récentes de J. GOGUEL [4, 1952], P. BELLAIR [2, 1957], Y. GUBLER [5, 1958], R. BARBIER et R. MICHEL [1, 1958], S. BEUF [3, 1958], sur le terrain et au laboratoire, ramènent aux conclusions des premiers auteurs (STAUB [8], TERMIER et al.) et montrent que des formations pyroclastiques sont synchrones des dépôts volcano-détritiques rencontrés dans ces flyschs. C'est de ces formations associées aux « grès mouchetés » dans le synclinal de Thones, du Champsaur et de Clumanc, qu'il est question ici.

Pétrographiquement, les éléments éruptifs sont de type andésitique à plagioclases zonés, pyroxène et amphibole, dont la fraîcheur et la répartition impliquent la proximité des centres d'émission. Ils sont répandus sous la forme de tufs hypoclastiques ou de coulées, dans un ensemble sédimentaire non stratifié constituant de véritables « coulées volcano-détritiques » où s'observent boules, pseudo-galets et graded-bedding. Ces coulées ravinent brutalement les dépôts stratifiés du flysch sous-jacent et sont reconnaissables à Thones, dans le Champsaur, à Clumanc.

La répartition spatiale et verticale des éléments « volcaniques » est strictement limitée aux tufs et grauwwacks qui constituent des « coulées. »

* Laboratoire de Sédimentologie de l'Institut Français du Pétrole (Rueil-Malmaison, Seine-et-Oise).

Ils ne se retrouvent pas mélangés aux éléments terrigènes qui alimentent l'ensemble du flysch.

Par ailleurs, ces « coulées » n'apparaissent jamais tout à fait à la base du flysch; à Clumanc, elles reposent directement sur les marnes dont J. ESPITALIE et J. SIGAL [1] ont étudié la microfaune très abondante, dont la forme caractéristique est *Caucasina oligocaenica* KHALILOV, et dont l'âge est oligocène, très probablement inférieur.

1. Observations de terrain.

La présence de grès mouchetés, mal stratifiés, dans les dépôts lités de type flysch, de Thônes et du Champsaur, est connue depuis longtemps sans qu'une explication satisfaisante n'en ait été donnée jusqu'à présent. A Clumanc, l'aspect flysch de ces formations est moins net à cause du développement de masses considérables de conglomérats dispersés au sein d'une masse gréseuse.

Des observations de détail sur le terrain dans ces trois régions montrent que le passage du flysch lité aux grès mouchetés se fait latéralement et verticalement d'une manière brutale.

A partir de ces faits, nous nous sommes efforcés systématiquement de suivre ces contacts, de les analyser du point de vue de la morphologie des bancs et des figures sédimentaires que l'on y rencontre, et de compléter ces observations par autant d'études pétrographiques en laboratoire.

On peut en déduire :

- 1° l'existence de fluxo-turbidites formées par le mélange du matériel détritique encaissant et d'apports volcaniques;
- 2° l'absence de matériel volcanique dans les dépôts lités adjacents aux fluxo-turbidites, ce qui constitue un argument valable pour synchroniser les phénomènes volcaniques responsables de ces formations.

1) *Les coulées volcano-détritiques* (fluxo-turbidites Dzulynski) sont le mieux observables dans le Champsaur (combe Roranche, ravin de Meollion) et à Clumanc. La figure 1 en donne un exemple pris dans le ravin de Meollion (feuille 1/20 000^e Orcières n° 6, $x=906, 100$; $y=272,500$).

Bloc I. — Une barre massive de grès mouchetés est surmontée par une vingtaine de mètres de marnes noires alternant avec des grès fins.

Au-dessus vient une « masse gréseuse » sans stratification visible

¹ J. SIGAL et J. ESPITALIE (1961), Microstratigraphie des marnes bleues des bassins tertiaires des Alpes méridionales. Le Genre *Caucasina* (Foraminifères) (à paraître dans la *Revue de Micropaléontologie*).

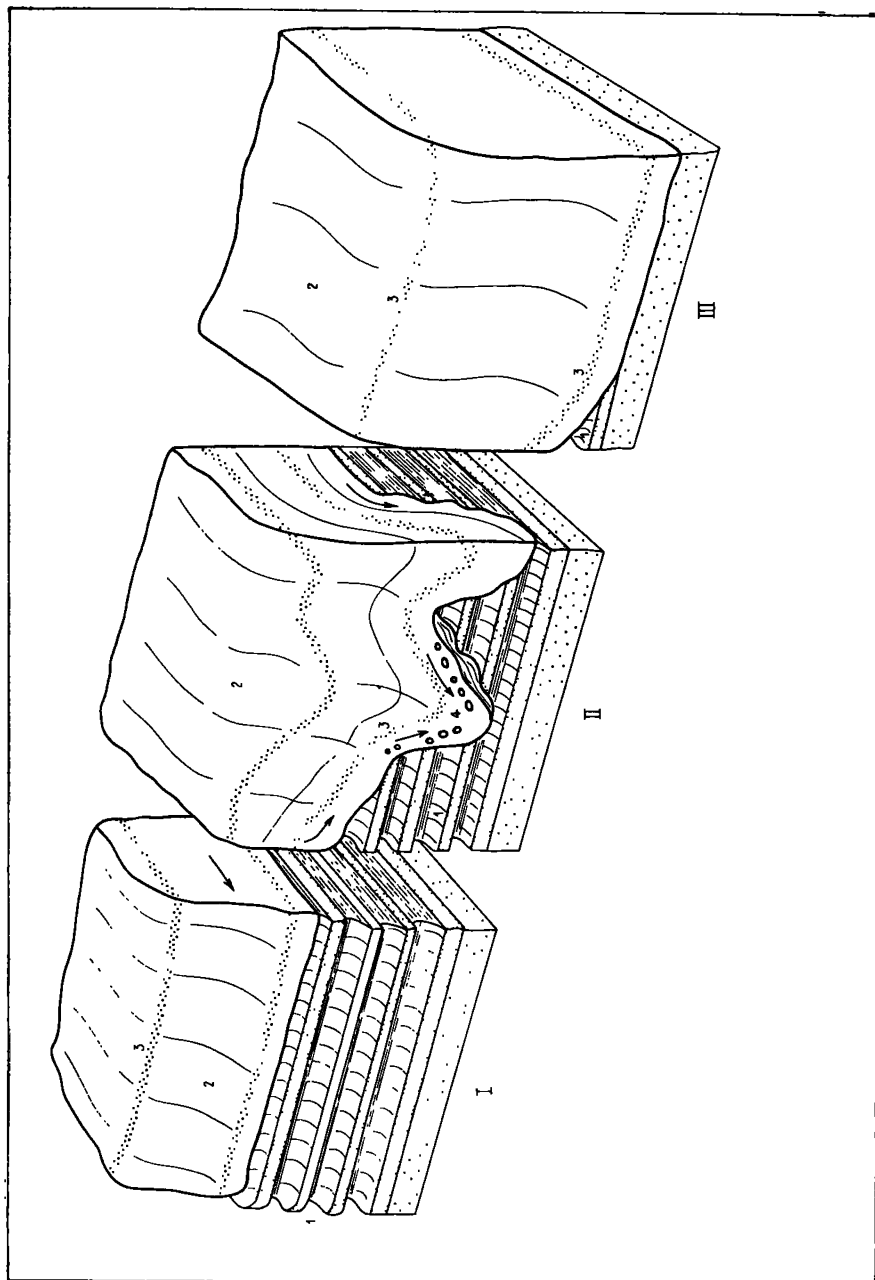


Fig. 1. — Coulée volcano-détritique dans le Flysch du Champaur (Ravin de Méollion).

1. — Flysch.

3. — Lits de cailloutis et de galets.

2. — Coulée volcano-détritique.

4. — Coulée en ravinement oblique.

→ Sens présumé de l'écoulement.

(à part quelques lits de cailloutis et de galets interstratifiés), en concordance apparente sur des marnes noires; les lits de galets sont horizontaux.

Bloc II. — A 100 m à l'W, sur la rive gauche du ravin, la masse gréseuse (2) est en discordance de ravinement sur le flysch qu'elle recouvre vers le Nord (la modification du contact se suit sur le terrain); des blocs de grès (provenant de bancs interstratifiés dans les marnes) sont enrobés dans la coulée (4). Les lits de cailloutis s'inflé-

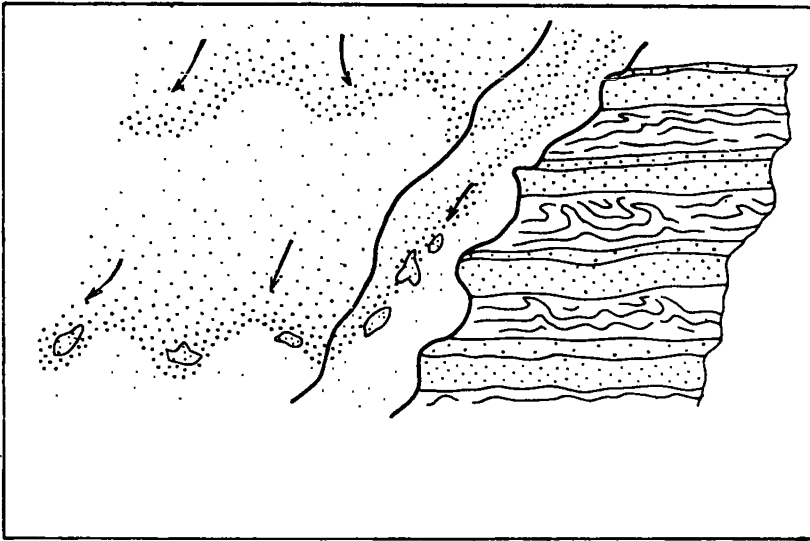


Fig. 2. — Coulée en recouvrement oblique sur le flysch montrant le classement du matériel détritique et la présence de blocs de flysch.

chissent vers le fond du ravin dans le même sens que le recouvrement sur le flysch.

Bloc III. — A 100 m plus à l'W, le flysch a totalement disparu et l'érosion montre une concordance apparente de la coulée sur la barre inférieure de grès. Les lits de cailloutis redeviennent horizontaux.

On remarquera, d'autre part qu'un « graded bedding » apparaît à la base de la coulée (fig. 2), et que ce classement se fait sous deux directions montrant la pente sur laquelle glissait le matériel détritique.

Dans le Champsaur, d'autres coulées volcano-détritiques apparaissent à différents niveaux dans la série; elles sont toujours soulignées par une

morphologie caractéristique, la présence de figures sédimentaires (slumpings et galets mous) et les contacts avec les formations sous-jacentes.

On peut rattacher à ces formations de nombreux affleurements de grès mouchetés de Savoie qui présentent des caractères analogues.

Il en est de même à Clumanc (feuille Digne 3-4; $x = 923,700$; $y = 200,850$) où s'observe le ravinement d'un flysch en petits bancs par une coulée de 2 à 3 m (pl. III, fig. 2).

2) *Les figures sédimentaires.* — Différentes figures sédimentaires associées à ces phénomènes ont été observées :

- a) Ravinements et galets mous. On en retrouve à tous les niveaux, mais ils sont surtout bien observables à la base des coulées volcano-détritiques (pl. I, fig. 1 et 2).
- b) Lentilles. — Elles sont constituées le plus souvent par des accumulations de matériel grossier dans un sédiment fin; leurs dimensions vont de quelques centimètres à plusieurs dizaines de mètres.
- c) « Graded bedding ». — Ce phénomène est observable dans la plupart des formations. Le granoclassement est soit complet (passage graduel aux schistes), soit incomplet, interrompu dans ce cas par une nouvelle turbidite.
- d) « Slumping » et « convolute lamination ». — Les schistes et grès fins montrent souvent ces phénomènes, spécialement au contact des coulées (pl. II, fig. 2).
- e) Alignement de galets et de plantes. — Ces deux phénomènes sont fréquents.
- f) Boules encroutées. — Elles sont liées aux sédiments volcano-détritiques et le plus souvent localisées dans la partie frontale de certaines coulées. Ces boules sont caractérisées par la présence d'un noyau interne (galet de schiste par exemple), une première enveloppe blanchâtre rarement mouchetée et une enveloppe externe à patine brune. Leur formation rappellerait celle de boules de neige dans une coulée de poudreuse (pl. I, fig. 3; pl. II, fig. 3; pl. III, fig. 1).
- g) Stratifications obliques. — Elles ont l'apparence de microdiscordances et peuvent provenir, dans certains cas, de divagations dans l'écoulement du matériel des coulées (Champsaur) (pl. I, fig. 4).

3) *Directions d'apports.* — De mesures directes et systématiques d'orientation de certaines figures sédimentaires d'après les méthodes de KUENEN et Ten HAAF, il apparaît que, dans le synclinal de Thones, le matériel du flysch vient du SE, tandis que les séries volcano-détritiques proviendraient du SW.

2. Observations pétrographiques.

A) Données qualitatives.

L'étude d'environ 400 plaques minces a permis de dégager les caractères suivants :

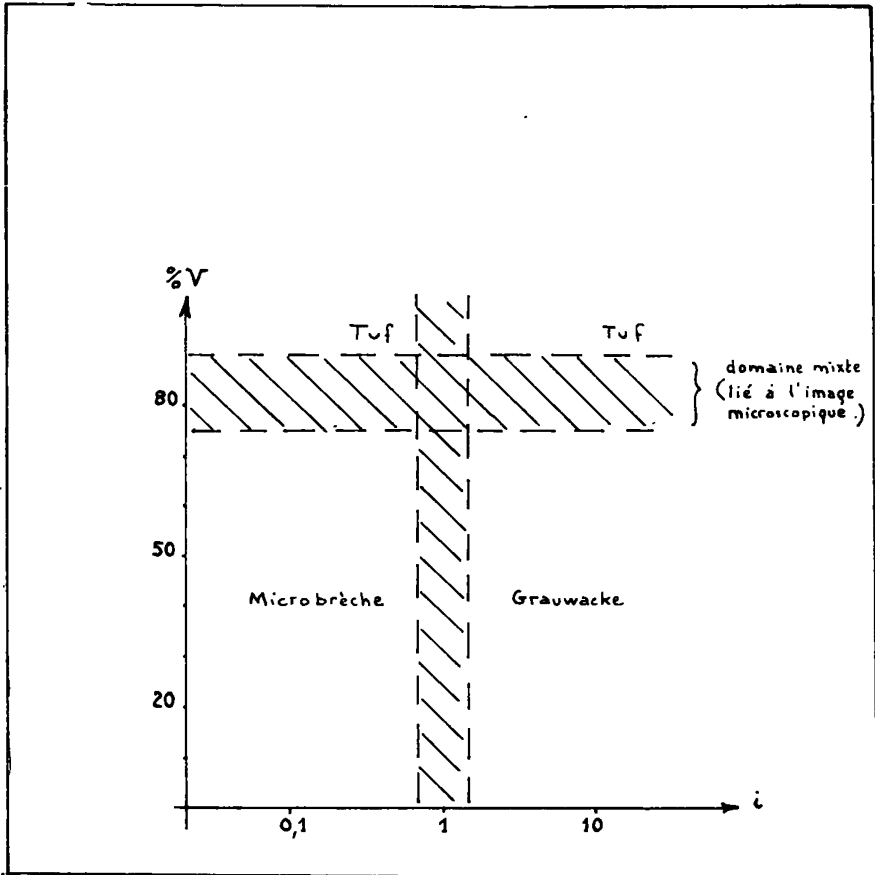


Fig. 3.

- Présence, dans les échantillons riches en matériel volcanique, de nombreux minéraux éclatés (Quartz, Feldspath, Augite...) indiquant probablement des variations thermiques brutales;
- Les plagioclases, d'origine volcanique, sont de taille supérieure au quartz et le plus souvent d'une grande fraîcheur (origine proche) (pl. 3, fig. 3);

- Certains galets de calcaire associés aux microbrèches présentent une auréole de cuisson caractéristique;
- Des laves andésitiques résiduelles peuvent mouler les autres éléments de la roche;
- Dans le Champsaur, dans des affleurements déjà reconnus par P. BELLAIR, présence de roches vitreuses;
- La plupart du temps le ciment carbonaté est secondaire et provient d'une altération;
- Les débris volcaniques sont, dans certains cas, agglomérés entre eux sans l'intermédiaire d'un ciment d'un autre type (tuf).

B) *Données quantitatives.*

Pour un type de volcanisme donné, les grauwackes, microbrèches et tufs occupent trois domaines dans le diagramme de la fig. 3. En ordonnée est représenté le pourcentage de matériel volcanique (andésitique et spilitique pour la Savoie et le Champsaur) et en abscisse l'indice de clasticité défini par :

$$i = \frac{\text{Nombre de minéraux isolés}}{\text{Nombre d'éléments de roche}}$$

$i < 1$ microbrèche

$i > 1$ grauwacke

Il n'y a pas de limite définie entre ces trois domaines, mais une zone de passage qui est fonction du mode d'association des éléments entre eux et de l'image microscopique de l'échantillon (VUAGNAT).

Dans le domaine des microbrèches du synclinal de Thônes des comptages ont montré :

- 1° que le matériel andésitique et spilitique varie de manière indifférente vis-à-vis du matériel provenant de l'érosion du socle et de sa couverture;
 - 2° que le matériel diabasique et rhyolitique varie dans le même sens que le matériel provenant de l'érosion et de sa couverture,
- ce qui montre bien l'indépendance de certaines sources de matériel (pyroclastique récent) par rapport à l'ensemble indifférencié du matériel détritique qui constitue la formation.

Il en est de même pour les conglomérats.

La fig. 4 montre schématiquement le polygénisme de l'apport dans les séries volcano-détritiques étudiées ici.

3. Interprétation sédimentologique des faits précédents.

La fin de la sédimentation marine, dans les fosses alpines externes, est marquée par l'apport de matériel détritique érodé aux dépens de reliefs plus ou moins lointains. La nature du matériel détritique, la rythmicité des dépôts, leur épaisseur sont liées aux caractères paléotopographique particuliers à chacune de ces fosses où la subsidence s'est fait sentir différemment.

Au cours de ces cycles, accompagnant l'orogène, se sont produites en divers points de ces fosses des venues volcaniques (Collongues, GOGUEL,

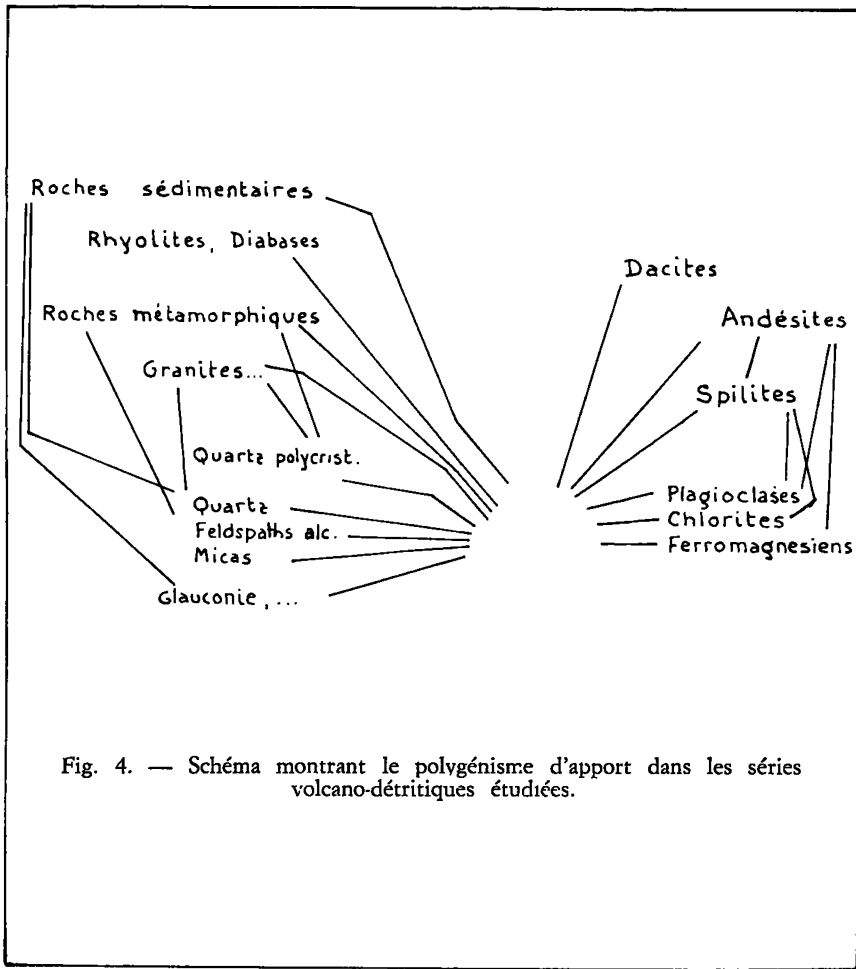


Fig. 4. — Schéma montrant le polygénisme d'apport dans les séries volcano-détritiques étudiées.

1952; Clumanc, Y. GUBLER, 1958; Riou Beyrou, BELLAIR, 1957; Combe Roranche, S. BEUF, 1958; Aiguilles d'Arves, BARBIER et MICHEL, 1958; Thônes, B. BIJU DUVAL, inédit, 1958) dont les mécanismes sont mal connus.

Transportés dans l'eau et/ou dans l'atmosphère, les éléments pyroclastiques se sont déposés rapidement sur les séries sous-jacentes (marnes oligocènes de Clumanc), provoquant des accumulations locales qui ont contribué à alimenter des coulées analogues à celles décrites plus haut dans les fluxo-turbidites.

Ces phénomènes ont pu d'ailleurs être déclanchés par des séismes liés aux périodes d'activité volcanique.

Indépendamment de l'aspect minéralogique des problèmes soulevés, nous pensons pour conclure, que la concentration du matériel volcanique dans les fluxo-turbidites où il se trouve mélangé au matériel détritique constituant le flysch, est un argument de poids qui confirme la contemporanéité des émissions volcaniques et des dépôts.

BIBLIOGRAPHIE

1. R. BARBIER et R. MICHEL (1958). — Découverte d'une andésite dans la zone du Flysch des Aiguilles d'Arves (*C. R. Som. Soc. Géol. France*, n° 14, 17 nov.).
2. P. BELLAIR (1957). — Le volcanisme nummulitique du Champsaur (*C. R. Acad. Sciences*, t. 245, n° 26, p. 2515).
3. S. BEUF (1959). — Contribution à l'étude géologique du Massif de Soleil Bœuf (Diplôme E.N.S.P.M., Grenoble).
4. J. GOGUEL (1952). — Volcanisme d'âge tertiaire dans le synclinal de Saint-Antonin (*C. R. Acad. Sciences*, t. 234, p. 2211).
5. Y. GUBLER (1958). — Etude critique des sources du matériel constituant certaines séries détritiques dans le tertiaire des Alpes françaises du Sud : formations détritiques de Barrême, Flysch « Grès d'Annot » (*Eclogae geologicae Helvetiae*, vol. 51, n° 3, 1958, p. 942-977).
6. Ph. H. KUENEN (1958). — Turbidity currents a major factor in flysch deposition (*Eclogae geologicae Helvetiae*, vol. 51, n° 3, 1958, p. 1009-1022).
7. A. LACROIX (1930). — Remarques sur les matériaux de projection des volcans et sur la genèse des roches pyroclastiques qu'ils constituent (Livre Jubilaire, 1830-1930. Paris, Soc. Géol. France, t. II, p. 431).
8. R. STAUB (1920). — Neuere Ergebnisse der geologischen Erforschung Graubündens (*Eclogae geologicae Helvetiae*, vol. XVI, n° 1, décembre 1920, p. 1-26).
9. M. VUAGNAT (1943). — Les grès de Taveyannaz du Val d'Illiez et leurs rapports avec les roches éruptives des Gêts (*Bull. Suisse Min. Pétr.*, XXIII, 2, p. 353).
10. M. VUAGNAT (1944). — Essai de subdivision à l'intérieur des grès de Taveyannaz — grès d'Aldorf (*Eclogae geologicae Helvetiae*, vol. 37, n° 2), p. 427).

11. M. VUAGNAT (1944). — Sur certains minéraux à porphyrites arborescentes de la molasse du Plateau suisse (*Eclogae geologicae Helvetiae*, vol. 37, n° 2, p. 431).
12. M. VUAGNAT (1944). — Sur quelques roches éruptives des Préalpes romandes (*Schw. Min. Petr. Mitt.*, vol. 24, p. 378).
13. M. VUAGNAT (1947). — Remarques sur les Grès mouchetés du Champsaur *C. R. Soc. Phys. Hist. Nat. Genève*, vol. 64, n° 2, p. 36).
14. M. VUAGNAT (1947). — Quelques données pétrographiques sur certains grès d'Annot de la région de Gap (Htes-Alpes) (*Arch. Sciences*, vol. 64, n° 2, p. 33).
15. M. VUAGNAT (1947). — Sur la présence de diabases arborescentes dans les grès de Saint-Disdier (Hautes-Alpes) (*Arch. Sciences*, vol. 64, n° 2, p. 43).
16. M. VUAGNAT (1949). — Sur une particularité des grès mouchetés de Champsaur (*Arch. Sciences*, n° 2, p. 393).
17. M. VUAGNAT (1949). — Problèmes de géologie dauphinoise (*Bull. de l'A. I. P. U.*, série n° 7, p. 1).
18. M. VUAGNAT (1952). — Pétrographie, répartition et origine des microbrèches du Flysch Nordhelvétique (*Mat. carte Géol. Suisse*, n. s. 97^e livr., 103 p., pl. I-V).
19. M. VUAGNAT (1954). — Le rôle des coulées volcaniques sous-marines dans les chaînes de montagne (Congr. Géol. Int. Alger, Section XV, fasc. XVII).
20. M. VUAGNAT (1956). — Observations sur les basaltes en coussins de Mooses Coulée (*Arch. Sciences, Genève*, vol. 9, fasc. 2).
21. M. VUAGNAT (1958). — Note préliminaire sur la composition pétrographique de quelques grès du Flysch de Haute-Savoie (*Arch. Sciences, Genève*, vol. 11, fasc. 1).