

A propos de la découverte d'un massif de granite au Bourg-en-Valgaudemar

Remarques sur trois expressions du granite du Pelvoux (Alpes françaises)

par Patrick LE FORT¹

SOMMAIRE. — La découverte d'un massif de granite au Bourg-en-Valgaudemar (massif cristallin externe du Pelvoux) révèle sur les plans pétrographique et géochimique une nouvelle variété de granite du Pelvoux, intermédiaire entre le faciès alcalin (type granite de Turbat) et le faciès calcique (type granite à hornblende verte de Colle Blanche). Ces trois faciès correspondent à des stades successifs, probablement congénères, d'une même séquence granitique calco alcaline à net caractère potassique.

ABSTRACT. — The discovery of a granite massif at Bourg en-Valgaudemar (Pelvoux external crystalline massif) shows, both from petrographic and geochemical points of view, the existence of a new variety of Pelvoux granite. This variety is comprised between the alkalic facies (viz. Turbat granite) and the calcic facies (viz. Colle Blanche granite, with green hornblende). These three facies represent successive stages of one single, calco-alkalic, definitively potassic granitic sequence.

Dans son étude du massif des Ecrins-Pelvoux, Pierre TERMIER avait défini le granite du Pelvoux, granite alcalin affleurant en six massifs isolés et montrant dans le Sud un faciès calcique amphibolique.

Mes travaux dans la partie sud-ouest du massif m'ont amené à retrouver ces deux faciès : le faciès alcalin dans le granite porphyroïde de Turbat (granite de Fond Turbat - Muzelle de P. BELLAIR), le faciès calcique dans le granite à hornblende verte de Colle Blanche (fig. 1). De plus, j'ai découvert un nouveau massif, situé sensiblement à mi-distance des deux précédents et différant d'eux tant par ses caractères pétro-

graphiques que géochimiques : le granite du Bourg-en-Valgaudemar.

Le massif de granite du Bourg se situe principalement sur les feuilles n^{os} 5 et 6 au 1/20 000^e de Saint-Christophe-en-Oisans : il déborde au Sud sur la feuille n^o 2 d'Orcières. Allongé suivant la direction 135°, il a une superficie d'environ 7 km² (fig. 2).

Sa morphologie est très accidentée. Il est coupé dans sa pointe sud-est par la vallée méridienne du Valgaudemar (1 150 m) et constitue au Nord la majeure partie de l'arête sud de la Rouve où il culmine à 2 800 m.

Il est entaillé par une série de gorges profondes où coulent les torrents du Bourg et de Chalance. L'oubli où il a été laissé tient probablement à ce qu'il ne forme aucun relief majeur, mais sert seulement de soutènement ou de piédestal au

¹ Centre de Recherches Pétrographiques et Géochimiques, C.O. n^o 1, 54 Vandœuvre lès-Nancy.

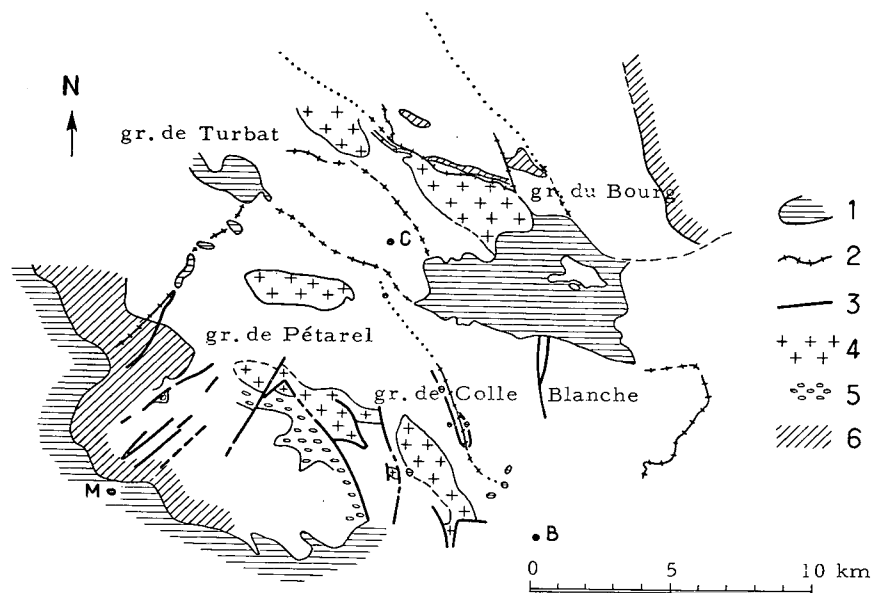


Fig. 1. — Carte structurale du Massif des Ecrins - Pelvoux.
Secteur Sud-Ouest.

B, Les Borels-en-Champoléon; C, La Chapelle-en-Valgaudemar; M, La Motte-en-Champsaur.

1, Contours triasico-liasiques; 2, Sutures synclinales alpines du socle; 3, Failles alpines; 4, Granites; 5, Conglomerats; 6, Horizons amphiboliques.

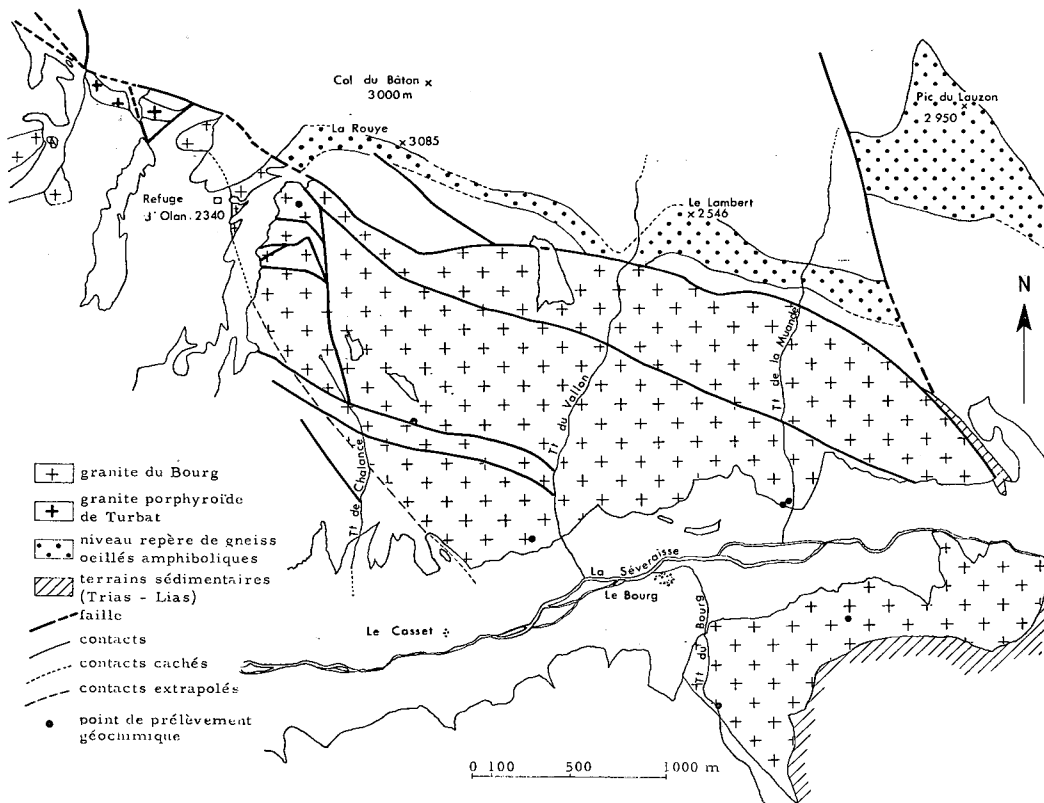


Fig. 2. — Carte géologique du granite du Bourg.

relief mou du synclinal sédimentaire de Morges au Sud, et au Nord aux cimes de migmatites amphiboliques au relief rigoureux telles que l'Olan (3 564 m), la Cime du Vallon (3 410 m) ou la Rouye (3 085 m).

I. — Cadre structural du granite du Bourg.

a) *Contacts.*

Il faut distinguer le contact nord-est de celui du Sud-Ouest (fig. 3). Au Nord-Est, le granite du Bourg est limité par un accident majeur du massif dans lequel vient progressivement s'insérer une lame de Trias accompagné de Lias encore plus au Sud, quand cet étroit synclinal s'élargit avant de faire sa jonction avec la cuvette synclinale secondaire de l'Aiguille de Morges. C'est un accident récent, postérieur au dépôt du Lias ; il n'est pas possible de préciser s'il s'agit du rejeu d'un accident antétriasique important. Il se prolonge à l'Ouest en s'incurvant pour passer au Pas d'Olan, puis en se redressant au pied de l'arête ouest de l'Olan. Le pendage à 60° de cet accident fait chevaucher l'ensemble des migmatites amphiboliques de l'Olan sur le granite du Bourg.

L'importance de cet accident se traduit sur le terrain par une zone broyée réduite qui se

remarque mal dans le paysage mais s'imprime nettement sur les photos aériennes. Elle occasionne de part et d'autre de la fracture une schistosité secondaire qui lui est parallèle mais s'atténue rapidement. De petites diaclases perpendiculaires recouvertes d'un film d'épidote, de quartz et de produits argileux donnent au granite et aux migmatites amphiboliques un déhit en petits cubes de quelques centimètres d'arête.

Je n'ai pu retrouver dans le compartiment nord le reste du massif de granite du Bourg. Il est donc difficile d'évaluer le sens et l'importance du jeu de cet accident. Toutefois, l'une de ses ramifications nord qui franchit la crête du Valgaudemar entre le col de Chalance et la brèche de la Muande permet de noter une descente du compartiment est de près de 400 m.

Au Sud-Ouest, le contact avec les gneiss granitisés à biotite est au contraire progressif. On délimite facilement sur le terrain la limite du granite du Bourg, soulignée par une ceinture de quelques décimètres à quelques mètres de granite leucocrate à 2 micas, qui recoupe ensuite les gneiss en filons à bords francs. Le granite du Bourg se retrouve encore dans les gneiss encaissants sous forme de poches et apophyses variées, plus ou moins grossièrement concordantes jusqu'à 100 ou 200 m du contact. A grande échelle, les gneiss sont concordants sur la limite du granite dont ils

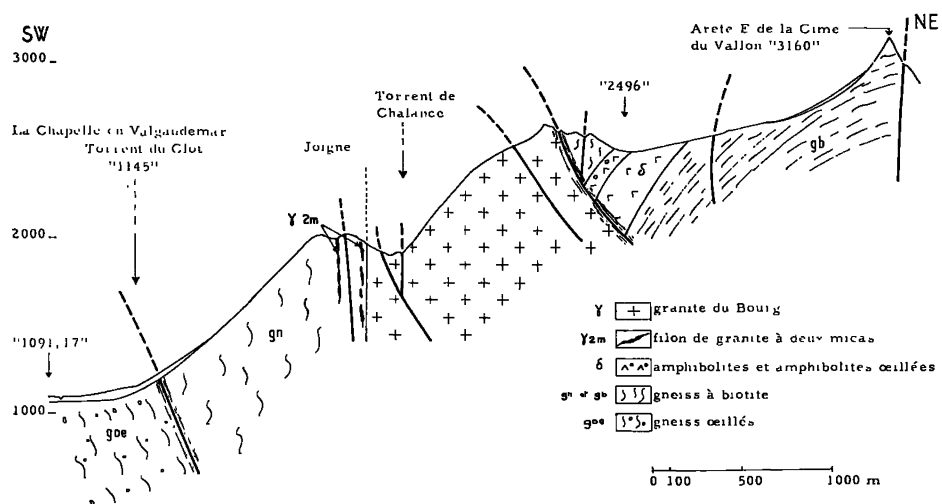


Fig. 3. — Coupe géologique de La Chapelle-en-Valgaudemar à l'arête est de la cime du Vallon.

épousent les rares protubérances. La schistosité des gneiss, parallèle à la stratification ancienne, épouse notamment la terminaison nord-ouest du granite du Bourg et ceinture le petit pointement isolé du vallon du Clot.

b) Accidents internes.

L'homogénéité du massif granitique du Bourg n'est interrompue que par de très rares enclaves surmicacées à grain très fin et par quelques filons microgranitiques que je n'ai pas pu observer en place.

Par contre, les accidents tectoniques interrompent fréquemment et brutalement la continuité des affleurements. Ils procèdent comme sur le contact nord-est d'une fracturation locale accompagnée de placages striés et luisants d'épidote et de quartz. J'ai représenté sur la figure n° 2 quelques-uns de ces accidents, remarquables surtout par leur continuité et leur longueur généralement décelées à la photo aérienne.

II. — Description du granite du Bourg.

1) *Macroscopiquement.*

Sur le terrain, le granite du Bourg est très homogène ; il a une teinte gris verdâtre caractéristique et acquiert une patine orangée sur les falaises soumises depuis longtemps aux intempéries. Cette patine provient de l'altération des feldspaths qui laisse le quartz en relief. Son grain est fin, isotrope. On remarque bien à l'œil nu le quartz et les feldspaths ; sur une cassure fraîche ou un poli glaciaire apparaissent les taches de biotite plus ou moins chloritisée et parfois d'amphibole.

2) *Microscopiquement.*

D'après l'examen au microscope, cette roche est caractérisée par une texture grenue très fine (0,41 mm) à plagioclases automorphes ; les minéraux constituants sont les suivants :

plagioclase	38 %	allanite
quartz	30 %	apatite
orthose	18 %	épidote
biotite-chlorite	13 %	zircon (sphène)
amphibole		minerais

séricite
myrmékites peu abondantes (1 %).

Les plagioclases, minéraux les plus abondants, se présentent en général avec des sections rectangulaires ou parallélogrammes affectées d'une zonation forte. La teneur en anorthite est comprise en général entre 35 % et 17 %. On peut souvent observer trois à quatre zones successives, séparées par des limites nettes :

- un cœur plus basique, siège d'une altération abondante en séricite qui masque la structure maclée ;
- une zone généralement peu épaisse à 35-30 % d'An ;
- une zone externe à 23 % d'An ;
- parfois une écorce à 17 % d'An formant un contour irrégulier.

Sur le pourtour des plagioclases on observe fréquemment le développement d'un mince liséré interrompu d'albite ainsi que de quelques structures myrmékites au contact du feldspath potassique.

Ils sont toujours altérés, séricitisés, sans que les petites baguettes de muscovite soient jamais accompagnées de zoïsite ou clinozoïsite ; on trouve parfois quelques petits cristaux de calcite, toujours moins abondants que la séricite.

Le quartz est assez abondant. Il forme des plages xénomorphes constituées de plusieurs cristaux juxtaposés mais rarement engrenés. Très sensible aux actions tectoniques, il présente aussitôt une extinction roulante accompagnée d'un début de granulation sans que ce dernier phénomène soit généralisé.

L'orthose également xénomorphe est toujours quadrillé grossièrement de veinules et petits fuseaux perthitiques (perthites tigrées). Il est rarement maclé, jamais altéré.

L'étude aux rayons X du feldspath potassique sur deux échantillons (PI 41, PI 42) a mis en évidence une orthose d'indice de triclinicité inférieur à 25 %. Le pourcentage d'albite dans l'orthose se situe pour ces deux échantillons entre 12 et 18 %, soit un coefficient K :

$$K = \frac{\% \text{ Ab dans orthose}}{\% \text{ Ab dans plagioclase}} = 0,22 \text{ à } 0,18$$

Cette valeur de K inférieure à 0,25 indique que la température de formation était assez faible,

en tout état de cause inférieure à 500°C ; mais la température exacte de formation ne peut pas être déterminée (T. BARTH, 1968).

La biotite est relativement abondante sous forme d'amas de quelques tablettes présentant parfois un habitus automorphe. On remarque sa tendance à cloisonner les feldspaths ; elle peut cependant pénétrer exceptionnellement dans les cristaux automorphes de plagioclase ; elle est alors tordue. Son fort pléochroïsme brun verdâtre est souvent atténué par une altération en pennine, d'autant plus poussée que le granite a été plus tectonisé.

La hornblende verte subsiste à l'état de relique dans quelques amas de biotite. On observe alors son remplacement par de la biotite suivant l'un de ses clivages. Il y a libération d'oxydes de fer

et parfois d'un peu d'épidote. L'étude de quelques rares cristaux non altérés nous ont permis de mesurer :

$$2V = -80^\circ$$

$$\alpha = +11^\circ$$

On note enfin parmi les minéraux accessoires la présence généralisée d'allanite zonée qui ne développe qu'une faible auréole dans les biotites voisines.

III. — Etude géochimique et comparaison aux granites de Colle Blanche et de Turbat.

Les caractères pétrographiques et minéralogiques du granite du Bourg se retrouvent dans les 6 analyses chimiques que j'ai fait faire (fig 4).

Echantillon	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃ Total	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	PF	Total
PI 41	66,00	15,60	3,61	0,09	1,61	1,71	3,08	4,74	0,55	2,29	99,28
PI 42	67,40	15,10	3,32	0,09	1,37	2,53	3,22	4,30	0,55	2,38	100,26
PJ 31	63,60	15,50	4,46	0,09	1,75	2,62	2,91	4,61	0,53	2,93	99,00
PJ 41	67,70	14,70	3,09	0,07	1,13	2,55	3,43	4,32	0,34	1,87	99,22
PJ 4A	68,60	14,20	3,62	0,07	1,37	2,45	3,28	4,70	0,41	2,03	100,73
NH 8C	66,10	15,70	3,72	0,09	1,61	2,84	3,52	3,87	0,64	2,02	100,11

Fig. 4. — Tableau des analyses chimiques des éléments majeurs du granite du Bourg.

Mais par comparaison aux analyses des autres granites de la région, on constate que le granite du Bourg est à tous points intermédiaire entre les massifs de granite à amphibole de Colle Blanche au Sud et le granite porphyroïde de Turbat au Nord-Ouest. Cela apparaît sur tous les diagrammes de représentation chimique que l'on peut employer².

² Un quatrième massif, celui de Pétarel, est constitué d'un granite porphyroïde très voisin de celui de Turbat. A cause

Le diagramme de Niggli (fig. 5) sépare naturellement ces trois massifs granitiques, avec un paramètre si croissant du granite de Colle Blanche au granite de Turbat (de 150 à 460). Il résume les variations globales des 5 autres paramètres :

- nette croissance parallèle de *al* (21 à 50) et *alk* (15 à 40) ;
- forte diminution de *fm* (45 à 9) ;
- diminution de *ca* (20 à 9) et de *ti* (2 à 0,1).

du peu de données géochimiques, et pour ne pas alourdir l'exposé, il n'en sera plus fait mention dans ce qui suit.

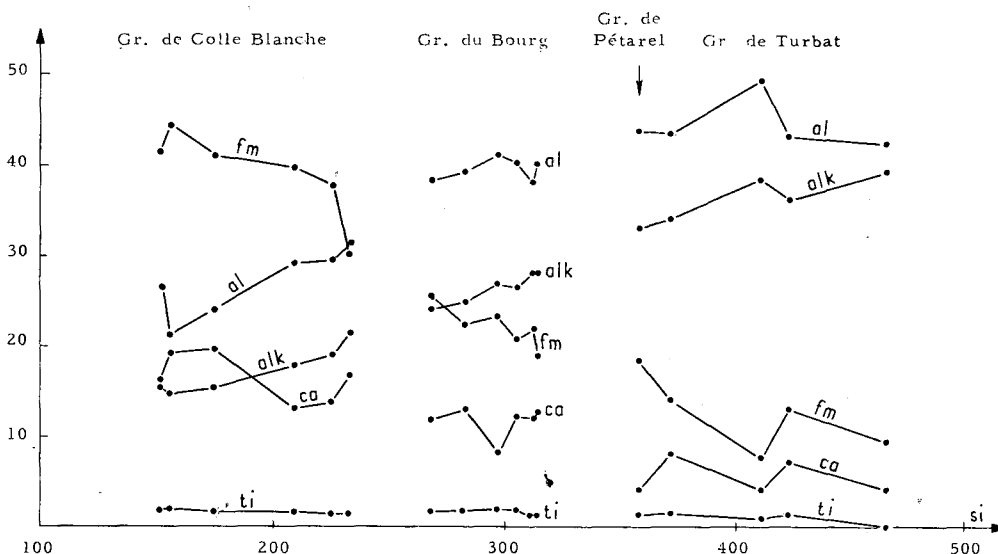


Fig. 5. — Diagrammes de Niggli.

Cette évolution continue apparaît de façon encore plus nette sur le double diagramme de H. DE LA ROCHE (fig. 6) :

$$x = K - (Na + Ca)$$

$$y = \frac{Si}{3} - (Na + K + \frac{2Ca}{3}) \text{ et } (Fe + Mg + Ti).$$

Les couples de points représentatifs de chaque analyse se groupent en une zone continue sur le diagramme sans laisser apparaître de hiatus. Seule « l'altitude » de chaque granite, c'est-à-dire sa cote relative par rapport à la surface de référence (Na + K), regroupe les points en trois ensembles correspondant aux trois massifs granitiques :

- Colle Blanche (monzonite quartzique), situé à environ — 20 sous la surface de référence ;
- Bourg (adamellite), situé à environ — 10 sous cette surface ;
- Turbat (granite porphyroïde), situé à environ + 15 en dessus de cette surface.

L'axe de ces granites présente donc un plongement sous la surface vers les termes plus basiques ;

de plus, il possède une pente $\frac{y}{x}$ plus forte que

la normale. Ces deux particularités éloignent l'ensemble de ces 3 granites d'une série classique et lui confère un caractère potassique accusé que ne permet pas de prévoir l'analyse modale du granite du Bourg donnée ci-dessus.

L'apparente disharmonie entre la minéralogie et la chimie trouve son explication dans la séricitisation très poussée des plagioclases, phénomène général que l'on retrouve dans l'ensemble du massif des Ecrins-Pelvoux.

Néanmoins, l'importance de la séricitisation met en jeu des échanges considérables, et l'on peut se demander à quel stade dans l'histoire de ces granites elle a pris place.

Une séricitisation précoce, antérieure à la cristallisation du feldspath potassique, a été avancée par ERDMANNSDORFFER pour de nombreux granites (protogine du Mont Blanc notamment). Je n'ai pas pu observer dans le cas du granite du Bourg de phénomènes analogues à ceux qu'il décrit, et notamment de baguettes de séricite traversant le contact plagioclase - feldspath potassique. L'absence de zoïsite et de clinozoïsite accompagnant la muscovite conduit d'ailleurs à penser que la séricitisation dans ce cas est un phénomène plus superficiel que celui de la mise en place du granite.

Enfin, sur le plan géochimique, une séricitisation précoce ne faisant pas appel à des apports

lointains suppose dans le cas étudié, soit un chimisme particulier du plutonisme, soit un héritage potassique de la série sédimentaire métamorphisée dans laquelle ont pris place des granites. Leur caractère relativement peu alumineux supposerait une série d'arkoses ou d'ignimbrites pour en rendre compte. Or, l'étude parallèle que j'ai menée de la série encaissante m'a permis de mettre en évidence un complexe sans convergence chimique nette avec les granites, composé essentiellement de grauwackes, d'amphibolites et de roches détritiques plus ou moins grossières qui ne semblent pas contenir d'importantes passées arkosiques.

Il reste donc l'image la plus simple d'une série calco-alcaline banale affectée d'un phénomène de séricitisation tardif dont les mécanismes restent pour le moment insaisissables, mais probablement contemporains de la chloritisation hercynienne de l'ensemble. Des phénomènes d'autopneumatolyse à la fin de la mise en place du granite seraient responsables de la chloritisation et lui assigneraient un âge hercynien (R. MICHEL, J.-M. BUFFIÈRE, 1963).

Les 3 granites de Colle Blanche, du Bourg et de Turbat font partie d'une seule famille géochimique. Leur origine commune ne fait pas plus de doute sur le terrain qu'en laboratoire. Du granite de Colle Blanche au granite de Turbat on observe en effet :

- 1 — une teinte de plus en plus claire passant du vert sombre au blanc rosé ;
- 2 — une composition chimique de plus en plus acide et alcaline ;
- 3 — une granulométrie croissante ;
- 4 — une homogénéité croissante à l'échelle du massif ;
- 5 — des contacts de plus en plus discordants sur la série cristallophyllienne encaissante ;
- 6 — une structure de moins en moins orientée ;
- 7 — une situation toujours plus interne dans le massif.

Il s'agit de 3 faciès d'un même granite. Leur dispersion géographique est un trait frappant qui, s'il empêche d'observer leur contact et d'en déduire directement une chronologie de formation, amène cependant à penser que leur mise en place s'est étendue dans le temps comme elle s'est déplacée dans l'espace.

Des 3 granites présentés, seul le granite de Colle Blanche est franchement hétérogène : des enclaves plus sombres, plus basiques, de taille variable sont entourées d'un granite plus clair et plus riche en microcline parfois très proche du granite du Bourg.

Un parallèle intéressant peut être avancé avec la « syénite de Lauvitel » dont R. MICHEL et J.-M. BUFFIÈRE ont revu la question en 1963. Pour eux il s'agit d'une vaugnérite granitisée, la forme pure de cette granitisation étant exprimée par le granite du Rochail. Or, les analyses que j'ai fait faire du granite de Colle Blanche montrent, pour les plus basiques d'entre elles, une identité frappante de composition avec l'échantillon prélevé par R. MICHEL et J.-M. BUFFIÈRE sur la rive ouest du lac de Lauvitel. Quant au granite du Rochail, granite gris clair, de grain moyen, relativement homogène, à plagioclases zonés subautomorphes (An 8-25), il est très proche du granite du Bourg ; tandis que le granite du Clapier de teinte rosée au grain plus grossier, de tendance porphyroïde, se rapproche du granite de Turbat, ou plutôt du granite de Pétarel (fig. 7 où se reflète l'altération prononcée de l'échantillon analysé du granite du Clapier).

Ce qui plus au Sud s'est déplacé dans l'espace s'est, dans le cas de la « syénite de Lauvitel », succédé dans la même zone, reprenant le premier faciès déjà mis en place et n'en laissant plus subsister qu'une multitude d'enclaves rapidement microclinisées vers l'extérieur. Aussi peut-on penser que la granitisation s'est effectuée dans ces zones en 2 ou 3 stades successifs bien que probablement congénères :

- mise en place de la vaugnérite du Lauvitel et du granite de Colle Blanche (dans lequel nous n'avons jamais retrouvé de texture volcanique franche et certaine). Ce premier épisode volcanique pour R. MICHEL et J.-M. BUFFIÈRE, n'existerait toutefois pas si les enclaves de vaugnérite ne représentent que les restes d'une série ortho-amphibolique mal assimilés hors de la seconde phase ;
- mise en place des granites du Bourg, du Rochail et peut-être du Clapier³ ;

³ Le granite du Rochail a été daté à 327 ± 16 MA, celui du Clapier à 319 ± 9 MA par J.-M. BUFFIÈRE et R. MICHEL, etc., sur des biotites par la méthode au Rb-Sr.

	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MgO	MnO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	P ₂ O ₅	H ₂ O	Total
Colle Blanche P.T44	54,75	12,70	2,57	4,10	6,76	0,11	6,34	2,82	3,84	0,93	0,83	2,06	99,35
Lauvitel	53,70	14,15	2,75	4,60	9,00	0,05	5,60	1,75	5,10	1,30	0,70	0,55	99,25
Bourg (moyenne)	66,57	15,13	3,64*		1,47	0,08	2,45	3,24	4,42	0,50	n.d.	2,25**	99,75
Rochail	69,80	16,80	1,30	1,30	0,50	0,00	1,60	3,15	3,50	0,45	0,20	0,85	99,45
Pétarel O.C51 ...	70,57	14,79	0,61	1,83	1,09	0,04	0,79	3,23	5,34	0,43	0,24	1,23	100,16
Clapier	69,30	14,80	1,90	0,90	1,70	0,00	1,10	4,05	4,35	0,30	0,20	0,75	99,35
Turbat N.D 3A ..	76,13	12,94	0,36	0,97	0,31	0,04	0,66	3,47	4,81	0,03	0,06	0,66	100,44
* Total.													
** Perte au feu.													

Fig. 7. — Analyses chimiques comparées de sept granites.

— mise en place du granite de Turbat, entre autres, lors de la phase ultime et paroxysmale de la granitisation.

Il s'agit là d'une séquence granitique calco-alcaline que l'on observe plus fréquemment dans certaines zones calmes à faciès alcalin (fossé d'Oslo par exemple) que dans les zones orogéniques telles que le massif des Ecrins-Pelvoux. Son caractère potassique marqué lui confère une personnalité

bien distincte d'autres associations granitiques (comme celle du Champ-du-Feu dans les Vosges), de même que sa dispersion en massifs isolés.

Ainsi l'entité spatiale et temporelle du granite du Pelvoux, avancée par P. TERMIER à la fin du siècle dernier, est confirmée aujourd'hui par une étude plus détaillée. En d'autres termes, nous cernons toujours d'un peu plus près le phénomène fondamental, raison des multiples visages du « granite du Pelvoux ».

BIBLIOGRAPHIE

- BARTH (T. F. W.) (1968). — Additional data for the two-feldspar geothermometer. *Lithos* 1, n° 4, p. 305-306.
- BELLAIR (R.) (1948). — Pétrographie et tectonique des massifs centraux dauphinois. I : Le haut massif. Paris, mém. pour servir à l'explication de la carte géologique de la France.
- BONHOMME (M.), BUFFIÈRE (J.-M.), MICHEL (R.), PHILIBERT (J.), ROQUES (M.) et VIALETTE (Y.) (1963). — Age absolu du massif du Rochail (secteur Nord-Ouest du massif du Pelvoux, Isère). *C.R.A.S.*, t. 256, p. 2649-2651.
- ERDMANNSDÖRFFER (O. H.) (1943). — Epochen intermediären hydrothermale in der Entwicklung der Kristallisation von Plutonischen Gesteinen. *Extr. de « Chemie der Erde »*, 15, p. 283-295.
- LA ROCHE (de) (H.) (1964). — Sur l'expression graphique des relations entre la composition chimique et la composition minéralogique quantitative des roches cristallines. *Sciences de la Terre*, t. IX, n° 3, p. 293-337.
- MICHEL (R.) et BUFFIÈRE (J.-M.) (1963). — Sur la nature et l'origine de la syénite du Lauvitel (massif du Rochail, secteur Nord-Ouest du Pelvoux, Isère). *C.R.A.S.*, t. 256, p. 225-227.
- MICHEL (R.) et BUFFIÈRE (J.-M.) (1963). — Caractères pétrographiques et pétrochimiques du granite du massif du Rochail. *C.R.A.S.*, t. 256, p. 1812-1814.
- TERMIER (P.) (1897). — Sur le granite du Pelvoux. *C.R.A.S.*, t. 124, p. 317-320.

Centre de Recherches Pétrographiques
et Géochimiques de Nancy.

Manuscrit déposé le 20 mars 1969.