

LES GRANITOÏDES SUBALCALINS POTASSIQUES DE LA LAUZIÈRE MASSIF CRISTALLIN EXTERNE DE BELLEDONNE (ALPES FRANÇAISES)

Par Roland AUMAITRE*, Pierre GIRAUD**, Eddy PONCERRY***, Gérard VIVIER**

ABSTRACT. - The Lauzière range, which is located between the Isère valley to the North, the Arc valley to the South, the "median syncline" to the West, and the boarder fault to the East, is a fragment of the Belledonne inner branch. The crystalline schists are represented by more or less migmatitic volcano sedimentary series. The Col de Montjoie complex, which consists of orthogneiss with alkali feldspar megacrysts, is a witness of an old calca-kaline magmatism. At about 330 m.y. to the West of the range, the Sept Laux - Epierre leucocratic monzogranite is emplaced along a N 30° trend.

Later, the Lauzière granitoïd complex is emplaced. It comprises two main facies:

- a basic, monzosyenitic, amphibole bearing facies, emplaced along a N-S trend. To the North, it forms a central band, 6 x 0,6 km in size ; South of the Fond de France accident it forms smaller bandes or masses in the gneisses ;

- a mostly monzogranitic, N 30 - trending, facies. It is younger than the latter : along the border of the main mass of leucocratic monzogranite, one may observe decametric to hectometric enclaves of balls of monzosyenite, partly digested and transformed into granosyenites.

From a geochemical point of view, this monzogranitic basic-acidic association shows a subalkalic potassic character. On the scale of the outer crystalline Massifs, similar subalkalic associations occur locally, viz. the granite at Roche Noire (Grandes Rousses), Rochail, Colle-Blanche, and Moutières (Pelvoux). However, the subalkalic character is less well-defined to the South.

Dans le rameau interne du massif cristallin externe de Belledonne (fig. 1), la chaîne de la Lauzière (fig. 2) se développe entre la vallée de l'Arc au Sud et celle de l'Isère au Nord. Elle est limitée à l'Ouest par le "Synclinal Médian" (SM) qui la sépare de la Série Satinée (SS) qui est un ensemble monotone de sérécito-chloritoschistes et, à l'Est par l'accident bordier qui la met en contact avec la couverture sédimentaire mésozoïque.

Outre ces deux accidents majeurs qui se prolongent au NE et au SW, il faut signaler, au Sud, celui de Fond de France (F. de Fr.) orienté N 30 à N 50 E. Ces accidents et leurs satellites sont très importants. En particulier ils ont découpé le massif de Belledonne en une série d'amygdales plus ou moins déplacées les unes par rapport aux autres et ont joué un rôle dans la mise en place des granitoïdes de la Lauzière (fig. 2).

* Total Cie Minière. 4 pl. de la Pyramide. Défense 9. 92070 Paris La Défense.Cedex 33.

** Institut Dolomieu. Rue Maurice Gignoux. 38031 Grenoble et Laboratoire de Géologie Alpine, associé au CNRS (LA. 69).

*** 19 rue des Sources. 38550 Saint-Maurice-1'Exil.

I - GEOLOGIE DE LA CHAÎNE DE LA LAUZIÈRE

Entre le "Synclinal Médian" à l'Ouest et l'accident bordier oriental, la chaîne de la Lauzière montre la succession des ensembles suivants (fig. 3) :

- terminaison nord du granite des Sept-Laux/Epierre ;
- série du Bois des Ravères ;
- série du Plan du Tour (ou série verte) ;
- complexe orthogneissique de Montjoie ;
- complexe granitoïdique de la Lauzière ;
- série de la Montagne des Plans ;
- série de Villard-Benoît.

Les caractères généraux de ces unités sont les suivants :

1) L'encaissant cristallophyllien des granites

a) Les séries du Bois des Ravères et de la Montagne des Plans

Il s'agit d'un ensemble de faciès gneissiques et migmatitiques très variés et d'amphibolites. La série volcano-sédimentaire originelle, à charge basique plus ou moins importante, a été métamorphosée et localement migmatisée sous les conditions estimées à $T = 635 \pm 30^\circ\text{C}$, $P_s = P_{H_2O} = 4$ à 6 kb (D. GASQUET, 1979).

Subsistant en enclaves dans le complexe de St-Colomban, dont les faciès granitiques ont été datés à environ 500 Ma , elle pourrait être d'âge briovérien (?). Cette série se raccorde au Nord avec les gneiss de Pussy -Plan du Col- zone est (Y. SIMEON, 1979) et au Sud avec les gneiss de St-Rémy (D. GASQUET, 1979), de l'Argentière-Puy-Gris (J.L. VERJAT, 1980) et de Bourg-d'Oisans (J.L. GIORGI, 1979).

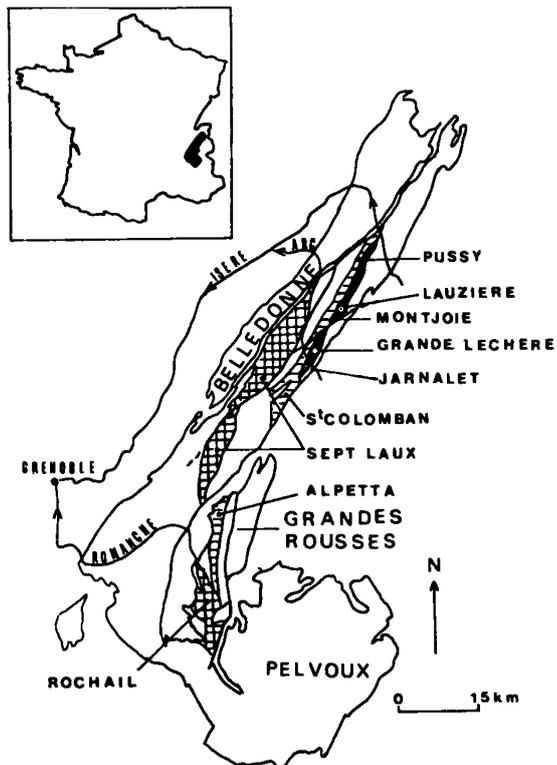


Fig. 1 : Croquis de situation.

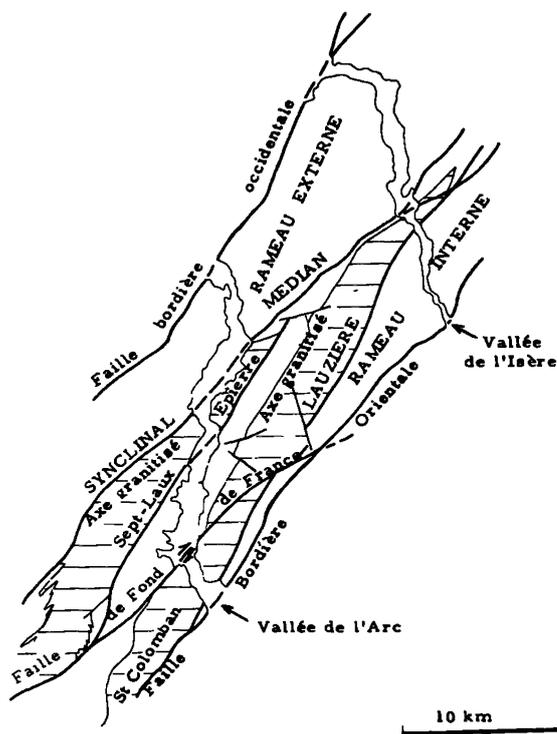


Fig. 2 : Découpage amygdalaire du massif cristallin externe de Belledonne.

b) La série du Plan du Tour

Il s'agit d'une série de chloritoschistes, schistes quartzeux, schistes graphiteux souvent très pyriteux, schistes amphiboliques et leptynites grossières. A l'Est, une bande de gneiss amphiboliques la sépare des orthogneiss de Montjoie.

Cette ancienne série à dominante argilo-pélitique, à niveaux grauwackeux et gréseux, a subi un métamorphisme d'intensité plus faible que celui ayant affecté les séries précédentes ($425 < T < 460^{\circ}\text{C}$; $4 < ps < 7 \text{ kb}$).

L'âge de son dépôt a été attribué au Dévono-Dinantien (C. BORDET, 1961, 1963) ou au Briovérien (F. CARME, 1970). Il est plus vraisemblablement cambrien comme en témoignent ses analogies avec les schistes d'Huez datés paléontologiquement (L. GIORGI, 1979). Toujours par analogie avec ces derniers, la phase majeure de son métamorphisme pourrait être fixée à $373 \pm 3 \text{ Ma}$ (P. DEMEULEMEESTER, 1982).

c) Série de Villard-Benoît

Située en bordure orientale de la chaîne de la Lauzière, il s'agit d'une ancienne série constituée de grès grossiers, grès micacés, schistes noirs et niveaux conglomératiques. Les paragenèses observées ne sont pas assez caractéristiques pour déterminer précisément les conditions du métamorphisme principal. Y. SIMEON (1979) donne pour les micaschistes de Feissons sur Isère (prolongement nord de la série de Villard-Benoît) une fourchette de température comprise entre 450 et 600°C , la pression n'étant pas déterminable.

Il est également difficile à l'heure actuelle de situer précisément dans l'échelle géochronologique le dépôt des séries originelles. Toutefois, l'idée actuelle est de voir dans ces faciès des dépôts de type molassique, postérieurs aux dépôts dévono-dinantiens des fossés flyschoides et antérieurs au dépôt des séries détritiques des grabens du Houiller. Un âge namuro-westphalien serait donc le plus probable mais reste à confirmer.

2) Les axes granitiques

Le complexe orthogneissique de Montjoie

A l'Ouest, un système de failles sépare le complexe de Montjoie de la série du Plan du Tour. A l'Est, son contact avec les granitoïdes de la Lauzière est soit tectonique soit intrusif, ces derniers recoupant les orthogneiss.

Les gneiss à mégacristaux de feldspaths alcalins qui en constituent le faciès dominant dérivent d'un monzogranite porphyroïde. Y sont associés : des gneiss amphiboliques à schlieren micacés (anciennes granodiorites), des leptynites représentant des faciès plus granitiques, des gneiss biotitiques, en panneaux hectométriques. Ces derniers sont à considérer comme des enclaves non digérées des gneiss de St-Rémy (ou du Bois des Ravères) dont ils se rapprochent géochimiquement. Sécants sur les structures magmatiques des orthogneiss porphyroïdes, les granodiorites orthogneissifiées du Rognolet (*) représentent des termes filoniens.

Les caractères du métamorphisme qui a affecté ce complexe granitique ne peuvent pas être précisés. Seule une schistosité de fracture nette, et non une véritable foliation métamorphique, matérialise les déformations subies par celui-ci.

Du point de vue régional il se rattache, au Nord, avec les gneiss de Pussy-Plan du Col - zone ouest dont le caractère subvolcanique est bien marqué (D. BONNET, 1982), au Sud, d'une part avec les faciès orthogneissiques porphyroïdes du complexe de Saint-Colomban et, d'autre part, dans le massif des Grandes Rousses, avec les orthogneiss porphyroïdes de l'Alpetta.

L'âge de la mise en place de ce vaste complexe plutono-volcanique serait de l'ordre de 500 M a. Il a été établi par la méthode Rb/Sr à partir de quatre roches totales qui donnent un "alignement statistiquement vraisemblable" (P. DEMEULEMEESTER, 1982).

Le granite des Sept-Laux/Epierre et ses satellites

Le granite d'Epierre, limité à l'Ouest par le synclinal médian est en contact tectonique à l'Est avec soit la série du Bois des Ravères, soit celle du Plan du Tour. Il n'est que l'extrémité septentrionale du massif des Sept-Laux qui, au Sud de l'Arc, se poursuit sur plus de 40 km jusqu'à la vallée de l'Eau d'Olle. Il s'agit d'un monzogranite leucocrate à biotite, intrusif dans les schistes cristallins décrits précédemment. Minéralogiquement et géochimiquement, il est homogène en grand, quels que soient ses faciès : fins ou grossiers, isogranulaires ou porphyroïdes, équants ou orientés. Sa mise en place s'est effectuée suivant une direction N 30°E à la faveur d'une zone de décompression dans un système décrochant. Elle a été datée à 322 ± 43 M a (P. DEMEULEMEESTER, 1982). Il comporte des manifestations tardimagmatiques : chevelu filonien granophyrique et pegmatitique en bordure et en dehors du massif, filons hydrothermaux à Cu, Pb, Zn.

On peut rattacher à ce magmatisme différents petits corps granitiques en particulier ceux de Champoudru-les-Chavannes au Sud de la chaîne de la Lauzière et de la Croix du Cuchet dans le complexe de St-Colomban. Il s'agit de granites leucocrates à grain moyen ou grossier, parfois porphyroïdes, de monzodiorites plus nettement porphyroïdes et d'aplitites en filons. Du fait de leur mode de gisement et de leurs caractères minéralogiques et chimiques, proches de ceux du granite des Sept-Laux, on peut considérer qu'ils en constituent des apophyses mises en place à la faveur de petites zones de distension.

Le complexe monzonitique de la Lauzière

Sur 30 km en direction et avec une puissance maximale de 2 km, il forme l'épine dorsale de la chaîne de la Lauzière. Des points de vue cartographique et pétrographique, il doit être séparé en deux ensembles, de part et d'autre de l'accident majeur de Fond de France. Au Nord de ce dernier, il s'agit de la masse principale, composée de faciès monzosyénitiques et monzogranitiques ; au Sud, seuls les faciès basiques monzosyénitiques sont représentés.

* E. PONCERRY (1981) avait nommé ces faciès "granodiorite du Colomban". Pour éviter toute confusion avec les granodiorites de Saint-Colomban, nous les avons rebaptisés "granodiorites du Rognolet".

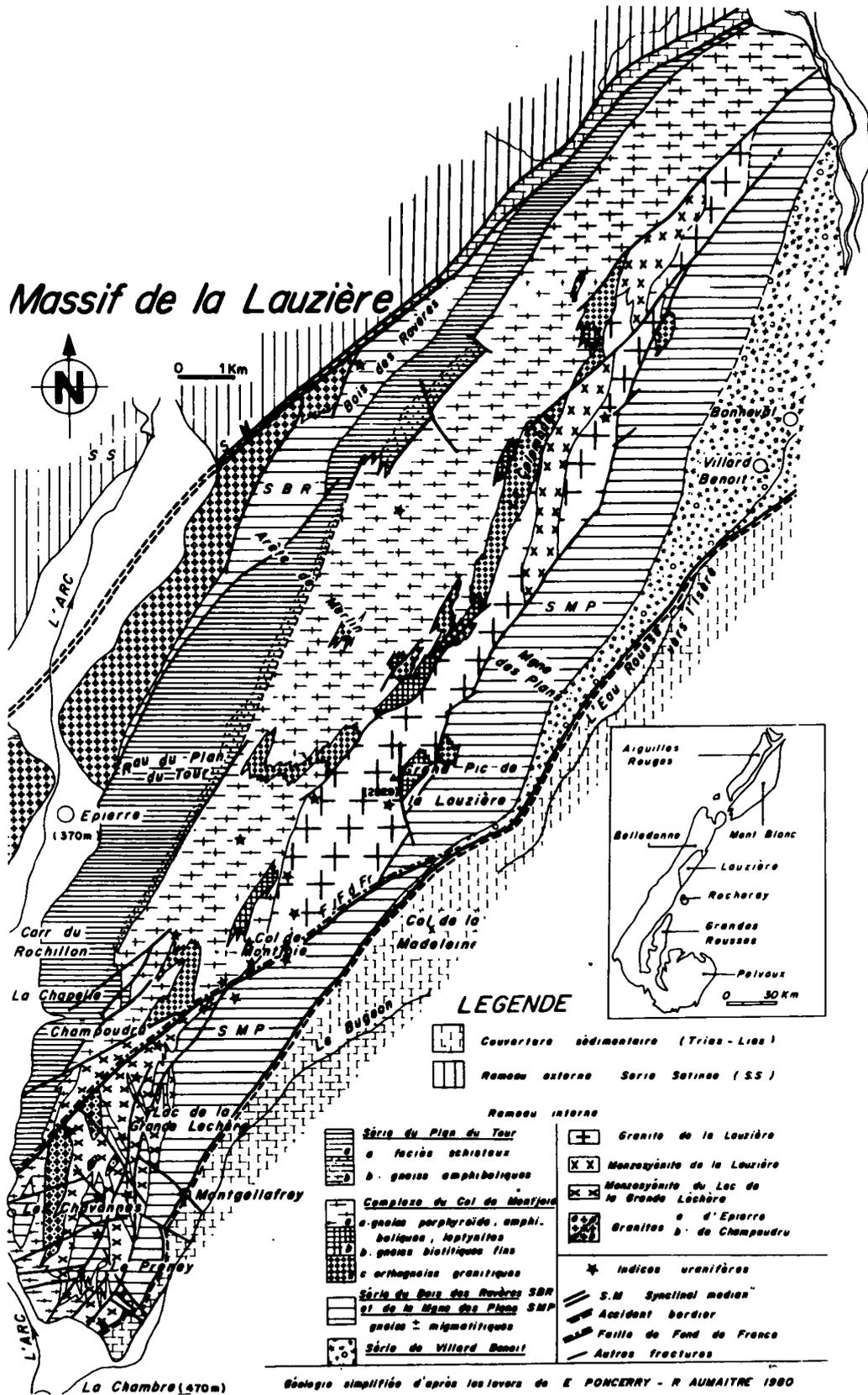


Fig. 3 : Carte géologique du massif de la Lauzière.

1) Au Nord de l'accident de Fond de France

A l'Est, il est en contact avec la série de la Montagne des Plans par un système de failles alternativement nord-sud et nord-est. A l'Ouest, avec les gneiss porphyroïdes du Col de Montjoie ou les granodiorites du Rognolet qui lui sont antérieurs, le contact est soit tectonique, soit recoupant. Au Nord, il se biseaute près du village de Pussy puis disparaît. Comme l'a montré Y. SIMEON (1979), le granite de Cevins n'en n'est pas la prolongation. Enfin, il faut noter que la galerie hydroélectrique EDF Arc-Isère de Randans, percée à la cote 500 m ne l'a pas recoupé.

Le complexe de la Lauzière n'est pas enraciné et pourrait correspondre à la quille d'un laccolite. De plus, il ne développe aucun chevelu filonien dans son encaissant. Tous ces caractères ajoutés à sa forme très allongée font penser à un massif de type fissural linéaire.

Pétrographiquement, deux faciès sont prédominants : monzosyémitique et monzogranitique.

Le faciès monzosyémitique affleure au Nord de la chaîne selon une bande centrale nord-sud de 6 x 0,6 km. Il s'agit de roches grenues isogranulaires (0,5-1 cm), parfois porphyroïdes, généralement non orientées, riches en minéraux ferromagnésiens. La composition minéralogique est la suivante :

- microcline intermédiaire perthitique, poecilitique, parfois zoné et subautomorphe, à frange albitique ;
- hornblende vert-olive subautomorphe ;
- biotite, brun verdâtre, en amas d'individus millimétriques à aiguilles de sagénite ;
- plagioclase (An 30) automorphe, séricitisé et saussuritisé ;
- quartz, peu abondant, en plages millimétriques, plus ou moins granulé ;
- sphène automorphe (> 1 mm) bien visible à l'oeil nu ;
- muscovite accessoire en bordure des biotites ;
- pistachite abondante ;
- apatite en inclusions fréquentes dans les ferromagnésiens ;
- calcite moultant parfois les autres minéraux.

On doit noter l'absence de clinopyroxène.

Le faciès monzogranitique. C'est le faciès dominant. Il s'est mis en place selon une direction N 30°E postérieurement au précédent. En effet, on observe dans la masse monzogranitique des enclaves décimétriques à hectométriques ou, en bordure, des boules de monzosyémites, parfois digérées et transformées en granosyémites.

De grain grossier (4 mm), sa composition minéralogique est la suivante :

- quartz, tardif, en individus plurimillimétriques, à extinction roulante ou recristallisé en mosaïque dans les faciès déformés ;
- plagioclase (An 10-20) xénomorphe, parfois poecilitique et au coeur souvent séricitisé ;
- microcline à tendance automorphe, perthitique et poecilitique, semblant parfois digérer le plagioclase ;
- biotite peu abondante, souvent chloritisée et riche en exsudations ferrifères ;
- sphène peu abondant, souvent épigénisé en leucoxène, quartz, biotite et épidote ;
- apatite en général abondante.

En bordure nord de l'accident de Fond de France affleurent les termes les plus évolués des monzogranites. Il s'agit de granites leucocrates souvent hématisés et caractérisés par leur faible teneur en minéraux ferromagnésiens (biotite verdie, sphène complètement épigénisé). Il ne s'agit pas là à proprement parler de leucogranites qui paraissent absents dans le complexe de la Lauzière. Ce dernier, ne comportant pas non plus de cortège filonien, à l'exception de quelques aplites (localisées dans la masse granitique même), était donc pauvre en fluides.

Enfin, les mouvements liés à l'accident de Fond de France sont à l'origine de faciès mylonitiques : quartz en lentilles polycristallines, feldspaths cassés, morcelés ou tordus, micas déchiquetés dans une trame constituée d'un broyat de ces différents minéraux, de zoïsite abondante, de chlorite et de minéraux opaques (hématite, pyrite, leucoxène).

2) Au Sud de l'accident de Fond de France

Seuls sont représentés les faciès basiques monzosyénitiques à hornblende. Ils affleurent au niveau de la Grande Lechère. Plus au Sud dans le complexe de St-Colomban, essentiellement au flanc du Jarnalet, des monzosyénites sont riches en enclaves mésocrates à mélanocrates. A la Grande Lechère, les caractères originels ont été oblitérés par le jeu des failles subméridiennes très denses dans ce secteur.

Les monzosyénites se sont mises en place suivant une direction subméridienne, laquelle caractérise également les alternances lithologiques de l'encaissant. Dans certains cas, elles donnent l'impression d'être interstratifiées dans ces dernières. Lorsqu'elles affleurent plus largement (en corps parfois pluri-kilométriques), elles contiennent des panneaux relictuels de leur encaissant.

En dehors des couloirs tectoniques où les monzosyénites apparaissent complètement laminées, elles montrent des contacts intrusifs nets, aussi bien avec les schistes cristallins et gneiss encaissants qu'avec les amas de granite de Champoudru, et une texture parfaitement équante.

De la sorte, il convient de décrire séparément les faciès non déformés et les faciès qui le sont suivant des intensités variables.

Les monzosyénites non déformées. Leur structure est grenue (grains de 0,5 à 1cm) et leur composition minéralogique est la suivante :

- microcline zoné, perthitique ;
- hornblende vert olive (hastingsite), subautomorphe, parfois centimétrique, poecilitique (biotite et apatite), moulée par les minéraux opaques ;
- plagioclase (An 30) soit en grandes lattes fines, soit en taches floues à bordure myrmékitique dans le microcline ;
- biotite abondante en lamelles millimétriques plus ou moins intriquées, renfermant de l'épidote, un peu de zircon et de la sagénite, en épitaxie, altérée en leucoxène ;
- sphène abondant, millimétrique, automorphe ;
- apatite, minéraux opaques et clinozoïsite abondants ;
- quartz en général absent : quand il est présent, il est sous forme d'une fine mosaïque dans la mésostase.

Le clinopyroxène n'a jamais été observé.

Les monzosyénites déformées. La cataclase étant plus ou moins intense, on observe soit le simple développement d'une texture planaire, soit une véritable texture mylonitique. Dans les faciès les moins déformés, la texture planaire est soulignée par une fine mésostase constituée de minéraux broyés (amphibole, mica, plagioclase) et d'autres finement recristallisés (épidote, calcite, quartz). Les faciès mylonitiques montrent des yeux de microcline nageant dans un feutrage de minéraux broyés : hornblende biotitisée et chloritisée, mouture de cristaux de plagioclase.

On ne peut qualifier ces deux faciès d'orthoigneiss car le débit planaire n'est pas une véritable foliation mais une schistosité cataclastique produite lors d'un rejeu important de l'accident de Fond de France qui a pu être daté à 217 ± 11 Ma (P. DEMEULEMEESTER, 1982). D'autres couloirs tectoniques ont fonctionné à cette époque. On y observe une rétromorphose (déstabilisation des biotites, des amphiboles, des plagioclases et du sphène) qui n'est donc pas systématiquement alpine comme on l'admettait généralement. Les phénomènes deutériques, hydratation, lessivage, liés au jeu de ces accidents ont en outre joué un rôle primordial dans la genèse des minéralisations uranifères reconnues dans cette partie de la chaîne de Belledonne.

En ce qui concerne la mise en place du complexe monzonitique, on peut d'abord dire qu'elle est postérieure à celle du granite Sept-Laux/Epierre et de ses satellites (Champoudru). Les "émulsions métriques" d'une part, et les contacts francs d'autre part sont les témoins de l'échelonnement dans le temps des pulsations magmatiques marquées par l'antériorité des faciès monzosyémitiques par rapport aux faciès monzogranitiques. En outre, il faut noter un niveau structural différent entre les faciès situés respectivement au Nord et au Sud de Fond de France. Les faciès les plus évolués, monzogranitiques, n'existant pas au Sud de cet accident.

Du point de vue géochronométrique, deux isochrones Rb/Sr ont été obtenues : l'une "haute" à 254 ± 17 M a sur 5 RT du coeur du massif, peu déformé, l'autre "basse" à 217 ± 11 M a sur 7 RT prélevées en bordure du massif à proximité de l'accident de Fond de France.

L'âge de 254 ± 17 M a (Permien) apparaît "trop jeune" compte tenu des connaissances actuelles sur l'évolution géodynamique de ce secteur des Alpes externes. En conséquence, l'isochrone "haute" à 254 M a est à considérer, pour l'instant, comme due à une réhomogénéisation isotopique partielle à l'échelle des R.T., consécutive à l'une des phases tectoniques fini hercyniennes. D'autre part, NEGGA (1984) a mis en évidence une minéralisation uranifère principale à 280 Ma remobilisée tardivement (21 Ma) (méthode U/Pb - Holliger).

II - GEOCHIMIE DES GRANITOÏDES DU MASSIF DE LA LAUZIÈRE

Les axes granitiques décrits précédemment dans le massif de la Lauzière possèdent des caractères géochimiques bien individualisés qui permettent de reconnaître un magmatisme de type calcoalcalin et un autre à caractère subalcalin potassique.

Les orthogneiss porphyroïdes de Montjoie-Pussy (500 M a environ) et les granodiorites du Rognolet qui leur sont associées, sont d'anciens granitoïdes alumino potassiques dont les compositions varient des diorites aux adamellites (fig. 4). Certains faciès porphyroïdes à biotite, déformés, associés aux gneiss migmatitiques de St-Colomban, ont une composition granodioritique potassique, riche en Ba.

Le granite intrusif des Sept-Laux (322 M a environ) et ses satellites (Champoudrou, Croix de Cuchet) possèdent des compositions très constantes : granodiorites à adamellites leucocrates.

Quant au complexe monzonitique de la Lauzière, tardif par rapport aux granites précédents, il comporte des faciès très variés couvrant un champ de composition très vaste et en dehors de celui des granites calcoalcalins.

Quels que soient les faciès, monzosyémitiques ou granitiques, les teneurs en alcalins sont très élevées : $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O} > 8 \%$ et surtout $\text{K}_2\text{O} > 5 \%$ (fig. 5). Ils se rapprochent ainsi des lignées subalcalines potassiques de la chaîne varisque européenne (Ploumanac'h, Ballons, Aar, Bohème, etc...) mises en évidence récemment (ORSINI, 1976, 1979 ; BARRIERE, 1977 ; PAGEL et LETERRIER, 1980). Ils sont également caractérisés par de fortes teneurs en Ba, Rb et surtout Sr. Ce dernier peut dépasser 1000 ppm dans les monzosyémitiques grossières, voire 2000 ppm dans les monzosyémitiques de la Grande Léchère. En outre, ils possèdent des teneurs élevées en U et Th qui les différencient de leur encaissant et rendent leur cartographie aisée au scintillomètre. Toutefois, certaines particularités doivent être soulignées. Les faciès basiques sont généralement les plus riches en U (jusqu'à 25 ppm) alors que les faciès acides sont les plus riches en Th (jusqu'à 140 ppm). La mylonitisation des faciès monzosyémitiques a entraîné une remobilisation de l'U lié aux minéraux réfractaires et a permis sa concentration dans les zones de détente (PONCERRY, 1981).

Ainsi retrouve-t-on l'un des caractères de l'évolution du magmatisme monzonitique potassique des Ballons décrite par MOUILLAC (1974) et PAGEL (1980) : les monzogranites possèdent des teneurs élevées en U, Th et les granites clairs ultimes sont enrichis en Th.

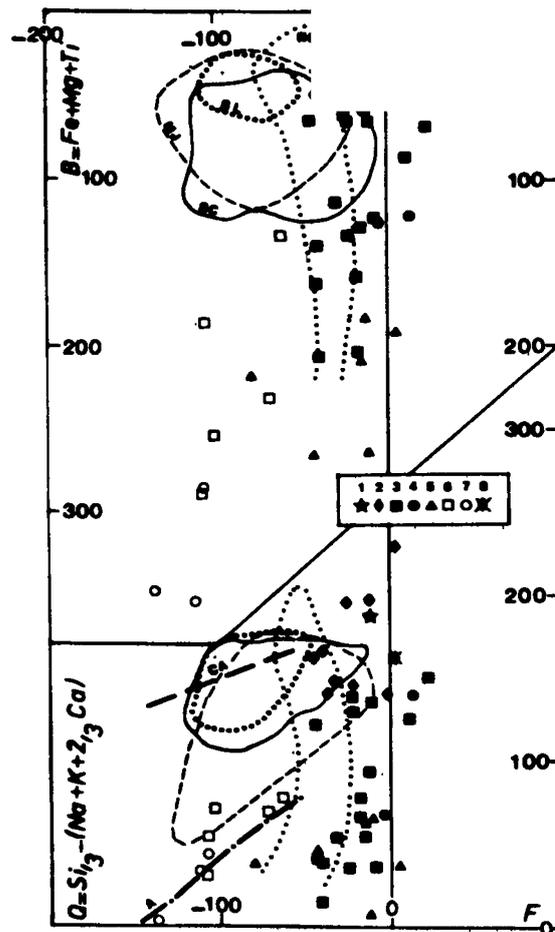


Fig. 4 : Diagramme chimico-minéralogique de H. de la ROCHE (1963) en millièmes pour 100 g. de roche.

Lignée monzosyéénitique de la Lauzière :

1. Monzogranite hololeucocrate de la Lauzière ;
2. monzogranite de la Lauzière ;
3. monzosyéénite de la Lauzière (N. de Fond de France) ;
4. monzosyéénite en enclave dans le monzogranite de la Lauzière (< 1 m) ;
5. monzosyéénite de la Grande Léchère ;

Pour comparaison :

6. monzosyéénite du Jarnalet (sud du complexe de St-Colomban) ;
7. monzodiorites en enclaves dans les monzosyéénites du Jarnalet ;
8. surcharge indiquant la mylonitisation d'un faciès.

Aire de répartition des compositions chimiques des formations géologiques étudiées

- S L. - granite des Sept-Laux ;
 M J. - orthogneiss porphyroïdes de Montjoie-Pussy-Plan du Col ;
 S C. - complexe granito-migmatitique de St-Colomban ;
 R O. - granitoïdes du Rochail, du Lauvitel et de Roche Noire.

Lignées reprises de la littérature

- C A. - différenciation calco-alcaline ;
 A. - différenciation alcaline.

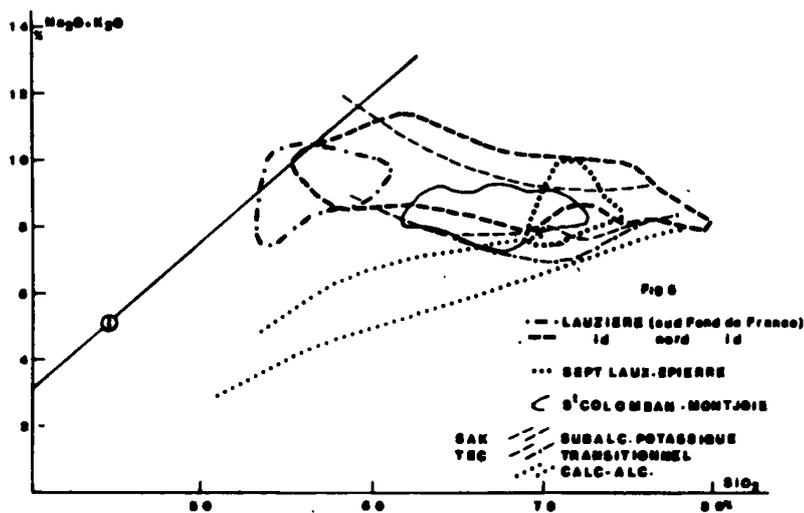


Fig. 5 : Distinction des deux familles de granitoïdes carbonifères, d'après ORSINI (1979), complété in Autran-Lameyre 26 - C.G.I., Colloque C 7, p. 90, 1980.

Légende commune avec la figure 4.

I - Séparation du domaine fortement alcalin et du domaine moyennement alcalin.

SAK - Lignée subalcaline potassique (Forez - Balagne - Val Punteglias - Ploumanac'h - Crêtes - Ballons).

TEC - Série transitionnelle ou effet de cumulat (Margeride, Aigoual, Saint-Guiral).

A l'examen des diagrammes IS/ % éléments (fig. 6), on observe, pour l'ensemble des faciès, une évolution régulière des ferromagnésiens, tandis qu'il apparaît une stagnation du Na ($\text{Na}_2\text{O} \approx 3,8\%$) à partir des monzosyénites grossières incluses dans le granite. Pour ces faciès, on observe les teneurs maximales en K_2O (7 %) et Al_2O_3 (16,5 %). Ceci correspond à la culmination du feldspath alcalin, parfois en mégacristaux et de la biotite qui prend le relais de la hornblende.

Sur le diagramme AFM (fig. 7), le fractionnement FeO/MgO apparaît faible, tandis que l'alcalinité varie fortement. On notera l'absence de faciès cumulatifs riches en Mg dans les enclaves des monzosyénites. Toutefois, ce diagramme fait ressortir la complexité de l'association monzonitique de la Lauzière sous forme d'un chapelet de faciès individualisés. Un premier groupe est constitué par les faciès monzosyénitiques situés au Sud de l'accident de Fond de France, les faciès de la Grande Léchère, déformés ou non ; ce sont les faciès les moins évolués de l'association magmatique. Ensuite, les monzosyénites situées au Nord de l'accident de Fond de France, en bordure du massif ou en enclaves dans le monzogranite sont plus alcalines.

Quant aux monzosyénites qui constituent la bande NS au coeur du massif, elles correspondent aux termes de passage avec les monzogranites leucocrates qui représentent les termes les plus évolués. Là encore, l'ensemble apparaît comme une association typiquement subalcaline.

III - ESSAI D'INTERPRETATION GENETIQUE DES GRANITOIDES POTASSIQUES DE LA LAUZIERE

Les caractères pétrographiques et géochimiques présentés précédemment nous amènent à envisager plusieurs hypothèses génétiques.

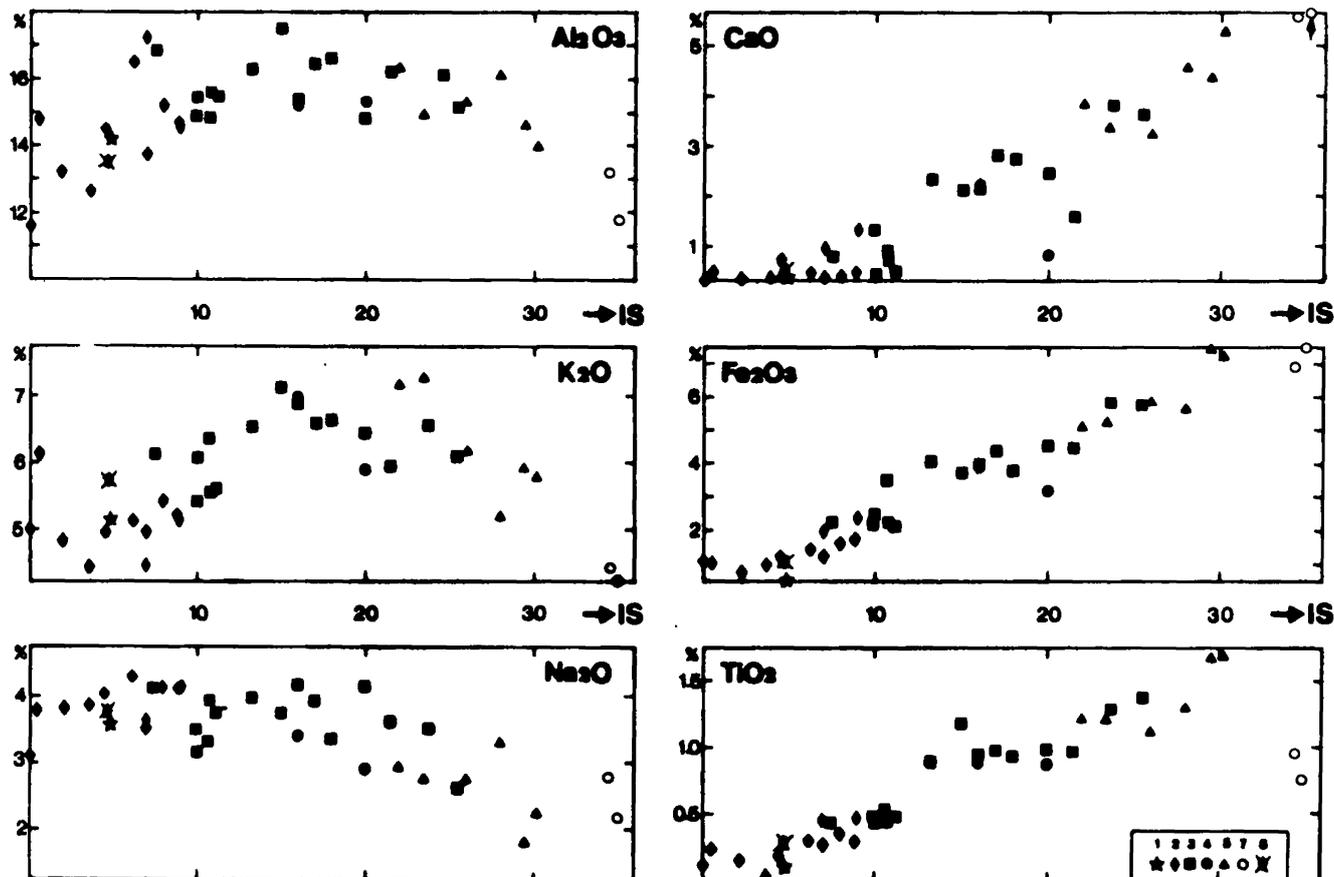


Fig. 6 : Variation des teneurs en oxydes en fonction de l'indice de solidification de KUNO. S.I. = $100 \text{ MgO} / (\text{MgO} + \text{FeO} + \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O})$. Légende commune avec la figure 4.

Tout d'abord, pour ce qui concerne le caractère potassique de l'association monzonitique de la Lauzière, nous ne retiendrons pas l'hypothèse d'une "mésomatose silicoalcaline de percolation" (F. CARME, 1978). Les raisons sont les suivantes :

- Les variations chimiques observées sont contrôlées en totalité par les paragenèses primaires. Les fortes teneurs en K_2O matérialisent l'abondance de feldspath potassique en phénocristaux et de biotite.

- Les recristallisations existantes témoignent bien d'un rééquilibrage à basse température, mais elles ne concernent pas le feldspath potassique. Ce dernier n'est recristallisé qu'à sa périphérie avec une frange d'albite parfois granulée.

- Le feldspath potassique apparaît en phénocristaux dès les faciès basiques, ce qui est un des caractères des associations subalcalines (PAGEL, 1981).

- Les teneurs anormalement élevées en K_2O apparaissant dans les monzosyérites de la Grande Léchère sont liées à des faciès schisteux. La structure mylonitique ocellée est à matrice recristallisée (quartz, calcite, épidote) et clastes de

plagioclase séricitisé, franges de biotite chloritisée, tandis que les mégacristaux de feldspath potassique sont préservés. Mylonitisation, hydratation et lessivage ont ainsi "concentré" K_2O et Al_2O_3 dans les zones de fractures.

La présence "d'émulsions" dans les zones riches en enclaves et la faible extension des faciès intermédiaires montrent une association acide-basique. De tels caractères peuvent être obtenus à partir d'une seule souche magmatique (SABATIER, 1982) dans la mesure où les différents liquides partiellement cristallisés se mettraient en place à différents niveaux structuraux.

Ce type de mélange acide-basique peut également provenir de la différenciation magmatique dans des chambres superficielles ; M.A. BUSSELL, in W.S. PITCHER et al. (1984).

A l'appui de cette hypothèse, on observe sur le diagramme Rb/Sr - Sr (fig. 8) une bonne corrélation linéaire pour la série monzonitique de la Lauzière, ce qui tendrait à confirmer l'hypothèse de l'évolution d'un magma unique d'origine profonde.

Une étude préliminaire sur la typologie des zircons provenant d'une monzosyérite et d'un monzogranite montre, pour des indices d'alcalinité proches (IA = 491 et 451 respectivement), des indices de températures de cristallisation différents (IT = 650 et 411 respectivement).

Dans le diagramme de J.P. PUPIN (1981), les deux mesures correspondent à des granites hybrides d'origine mantellique à contamination crustale. Une origine complexe de ce type pourrait peut-être expliquer la valeur du rapport isotopique initial du strontium obtenu par P. DEMEULEMEESTER (1982) sur le monzogranite central de la Lauzière (0,7078), rapport qui apparait trop élevé pour des matériaux d'origine mantellique d'âge fini-hercynien.

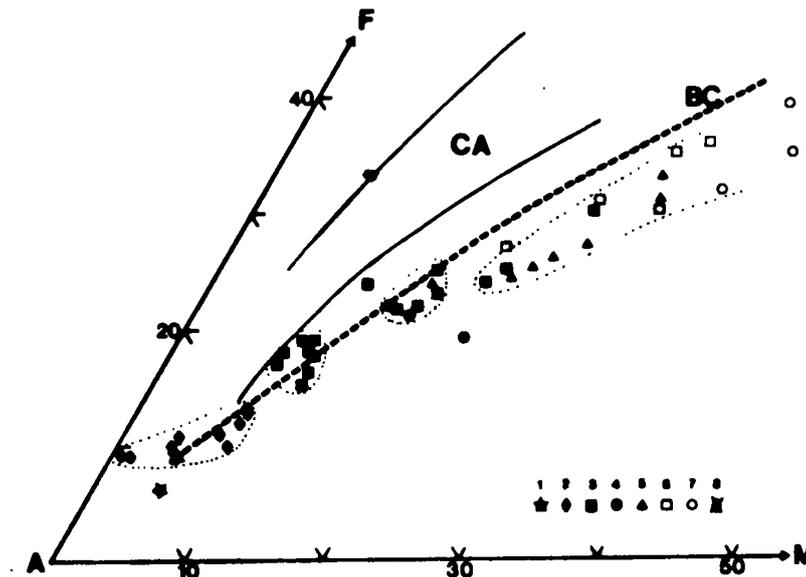


Fig. 7 : Diagramme A.F.M. de KUNO. A = $Na_2O + K_2O$; F = FeO total ; M = MgO).
 SH. - Série shoshonitique (JAKES et WHITE, 1972).
 BC. - Magmatisme du batholite de Californie du Sud (NOCKOLDS et ALLEN, 1953).

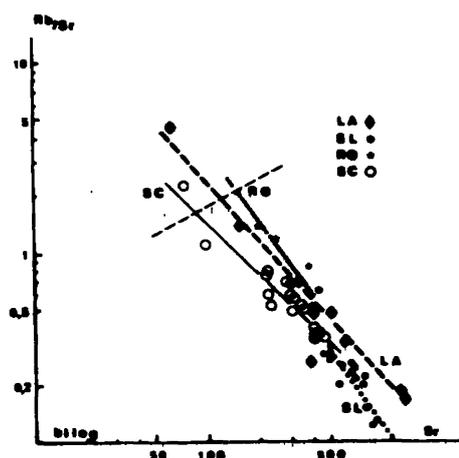


Fig. 8 : Diagramme bilog Rb/Sr en fonction de Sr (en ppm). Caractérisation par leurs teneurs en Rb et Sr des quelques granites des massifs cristallins externes des Alpes françaises.

LA. - Association monzonitique de la Lauzière ; RO. - granite du Rochail ;
SC. - complexe granito-migmatitique de St-Colomban ; SL. - granite des Sept-Laux.

On peut également évoquer, suivant en cela NEGGA (1984) l'hypothèse d'un bimagmatisme.

Un magma subalcalin formé à grande profondeur avec une participation crustale faible serait à l'origine des faciès basiques et intermédiaires. Le faciès granitique leucocrate serait d'origine crustale.

IV - CONCLUSIONS

Dans la chaîne de la Lauzière, trois venues granitiques s.l. se sont succédées. Tout d'abord, lors de l'orogénèse "calédonienne", se met en place un massif granitique alumino-potassique à l'origine des orthogneiss porphyroïdes de Montjoie-Pussy qui se raccordent au Sud à ceux de l'Alpetta (Grandes Rousses) par l'intermédiaire des granitoïdes de St-Colomban (≈ 500 M a).

À l'Hercynien, le granite des Sept-Laux se met en place à l'Ouest de la chaîne (322 ± 43 M a). Il s'agit d'un granite leucocrate monzonitique d'origine crustale,

À la fin de l'orogénèse hercynienne, dans la partie orientale de la chaîne, l'intrusion du complexe de la Lauzière débute par des monzosyérites selon un axe nord-sud, suivie par des faciès leucocrates sécants (NE au Nord de l'accident de Fond de France seulement).

Cette association monzonitique comprend les termes suivants :

1. Monzosyérites précoces à hornblende, plagioclase An 40 et feldspaths alcalins. Ces roches qui ont un fond géochimique riche en U et Th, sont surtout représentées au Nord du massif et au Sud de l'accident de Fond de France (Grande Léchère).

2. Monzosyérites plus évoluées, dans lesquelles la biotite domine la hornblende; le feldspath alcalin très abondant (30-50 %) est souvent en phénocristaux ; la plagioclase est de l'oligoclase/andésine (30 %). Ces roches sont également riches en U et Th. Leur occurrence majeure est une large bande nord-sud au sein des monzogranites.

3. Monzogranites leucocrates grossiers riches en K, U et surtout en Th. Le plagioclase (30%) est de l'oligoclase, le feldspath alcalin est abondant (30 %). Sur leurs bordures, ils renferment des enclaves de monzosyénites donnant des "émulsions" métriques. Les monzogranites leucocrates n'apparaissent pas au Sud de l'accident de Fond de France.

4. Faciès hololeucocrates scellant la mise en place de la masse monzonitique dans sa terminaison méridionale. Ils sont limités par l'accident de Fond de France et mylonitisés le long de ce dernier.

Cette association acide-basique subalcaline potassique, caractérisée par la présence de feldspath potassique dès les termes basiques, la présence constante de sphène millimétrique dans les faciès mésocrates, la richesse en K, U et Th contraste avec les magmatismes antérieurs (Montjoie, Pussy, St-Colomban) ou subcontemporains (Sept-Laux) dans la chaîne de Belledonne.

Par contre, dans les Grandes Rousses et le Pelvoux, on retrouve localement des associations de type voisin : granites de Roche Noire, du Rochail, du Grun, de Colle-Blanche et de Moutières. Toutefois, le caractère subalcalin est moins net et les faciès basiques se présentent dans les massifs granitiques à l'état d'enclaves ou d'amas à caractère vaugnéritique.

Enfin, à l'échelle de la chaîne varisque européenne, l'association monzonitique de la Lauzière est à rapprocher des lignées subalcalines, tardi-orogéniques d'origine profonde telles que celles de Ploumanac'h, des Ballons ou du bloc corso-sarde.

BIBLIOGRAPHIE

- AUTRAN A., LAMEYRE J. (1980). - Les granitoïdes de France. 26è CGI, colloque C7 : Géologie de la France, pp. 51-97.
- BARRIERE M. (1977). - Le complexe de Ploumanac'h (Massif Armoricaïn). Essai sur la mise en place et l'évolution pétrologique d'une association plutonique subalcaline tardi-orogénique. Thèse d'Etat, Brest, 291 p.
- BONNET D. (1982). - Les mégacristaux de feldspaths alcalins dans les formations porphyroïdes des massifs cristallins externes de Belledonne et des Grandes-Rousses (Alpes françaises). Recherche de leurs origines à partir de leurs microtextures et de leur composition. Thèse 3ème cycle, Grenoble.
- BORDET C. (1961). - Recherches géologiques sur la partie septentrionale du massif de Belledonne (Alpes françaises). Mém. carte géol. Thèse Doct. Ing., 218 p.
- BORDET P., BORDET C. (1960-1963). - Belledonne - Grandes-Rousses et Aiguilles Rouges Mont-Blanc : quelques données nouvelles sur leurs rapports structuraux. Livre à la mémoire du Prof. P. FALLOT, Mém. hors série, Soc. Géol. de France, 2, p. 309-316.
- BUSSELL A. (1984). - The centred complex of the Rio Huaura : a study of magma mixing and differentiation in high-level magma chambers. In magmatism at a plate edge. The Peruvian Andes. W.S. Pitcher, M.P. Atherton, E.J. Cobbing, R.D. Beckinsale, John Wiley and Sons, New York.
- CARME F. (1970). - Age briovérien probable de la majeure partie des séries supposées dévono-dinantiennes et existence d'un cycle orogénique anté-hercynien sans doute Cadomien dans la chaîne de Belledonne. C.R.Acad.Sc. Paris, t. 271, série D, n° 8, p. 631-633.
- CARME F. (1978). - Les granitoïdes à affinité monzonitique du complexe granitique de St-Colomban (chaîne de Belledonne, Alpes occidentales). Etude géochimique et essai d'interprétation génétique. C.R.Acad.Sc., Paris, t. 286, n° 17, p. 1233-1235.
- DEMEULEMEESTER P. (1982). - Contribution à l'étude radiométrique à l'argon et au strontium des massifs cristallins externes (Alpes françaises). Distribution cartographique des âges sur biotites et amphiboles. Thèse Doctorat de spécialité, USM Grenoble.

- GASQUET D. (1979). - Etude pétrologique, géochimique et structurale des terrains cristallins de Belledonne et du Grand Châtelard traversés par les galeries E.D.F. Arc-Isère (Alpes françaises). Thèse 3ème cycle, Grenoble.
- GIORGI L. (1979). - Contribution à l'étude géologique des terrains cristallins du massif des Grandes-Rousses, Isère, France. Thèse 3ème cycle, Grenoble.
- GIRAUD P. et VIVIER G. (1980). - Les granites des massifs cristallins externes des Alpes françaises (p. 81 à 83. In Evolutions géologiques de la France, éd. par A. AUTRAN et J. DERCOURT ; 26è Congr. Géol. Int., Colloque C7, Mém. B.R.G.M., Fr., n° 107.
- JAKES P., WHITE A.J.R. (1972). - Major and trace element abundances in volcanic rocks of orogenic areas. Geol. Soc. Amer. Bull. U.S.A., vol. 83, n° 1, pp. 29-40.
- KUNO H. (1968). - Differentiation of basalt magmas. In Basalts : The Poldervaart Treatise on Rocks of Basaltic Composition. Vol. 2, pp. 623-688. Int. Sci. Publishers. John Wiley and Sons, New York.
- LA ROÛCHE H. (de) (1963). - Sur l'expression graphique des relations entre la composition chimique et la composition minéralogique quantitative des roches cristallines. Sc. de la Terre Fr., 9, p. 293-337.
- MOUILLAC J. (1974). - Géologie du granite des Ballons et de ses minéralisations cuivre-molybdène associées (Vosges méridionales). essai de contrôle métallogénique des résultats de la prospection. Thèse Université, Nancy, 201 p.
- NEGGA H.S. (1984). - Comportement de l'uranium lors des métamorphismes tardi-hercynien et alpin dans les massifs des Aiguilles Rouges et de Belledonne (Vallorcine et Lauzière). Alpes Occidentales. Thèse de 3ème cycle, CREGU, Nancy, 400 p.
- NOCKOLDS S.R., ALLEN R. (1953). The geochemistry of some Igneous Rock Series. Geochim. Cosmochim. Acta, vol. 4, pp. 105-142.
- ORSINI J.B. (1976). - Les granitoïdes hercyniens corso-sardes : mise en évidence de deux associations magmatiques. Bull. Soc. Géol. Fr., XVIII, pp. 1203-1206.
- ORSINI J.B. (1979). - Le batholite corso-sarde : un modèle de batholite hercynien. Thèse Doct. es Sciences, Marseille III.
- ORSINI J.B. (1979). - Existence d'une zonation spatiale de la chaîne varisque française aux temps carbonifères à l'aide de marqueurs plutoniques. Implications géodynamiques. C.R.A.S., Paris, t. 289, série D, pp. 1109-1112.
- PAGÈL M., LETERRIER J. (1980). - The subalkaline potassic magmatism of the Ballons massif (southern Vosges, France) : shoshonitic affinity. Lithos 13, 1-10, Oslo, ISSN 0024-4937.
- PAGÈL M. (1981). - Facteurs de distribution et de concentration de l'uranium et du thorium dans quelques granites de la chaîne hercynienne d'Europe. Thèse INPL, Nancy, 566 p.
- PONCERRY E. (1981). - Contribution à l'étude géologique des granitoïdes de Vallorcine, Beaufort, Lauzière, de leur encaissant et des minéralisations uranifères associées. Thèse 3ème cycle, Grenoble.
- PUPIN J.P. (1981). - A propos des granites potassiques. C.R.Acad.Sc., Paris, série II, pp. 405-408.
- SABATIER H. (1982). - Immiscibilité magmatique dans quelques foidorites des environs de Florac (Lozère). 9ème R.A.S.T., Soc. Géol. Fr., Paris.
- SIMEON Y. (1979). - Etude pétrologique et structurale des terrains cristallins de Belledonne entre l'Arc et l'Isère (Alpes françaises). Thèse 3ème cycle, Grenoble.
- VERJAT J.L. (1980). - Etude pétrologique et structurale des terrains cristallins du Sud-Est de Belledonne, à l'Ouest du Col du Glandon. Thèse 3ème cycle, Grenoble.

REF.	PA93	PA99	PA414	PA81	PB334	PB313	PB316	SA387	PA190	PA406	PA78	PB322	PA104	PA97	PB226	PB331	PA412	PA194
SiO2	76.28	75.39	70.74	72.00	70.72	74.04	72.85	69.40	79.14	74.60	57.80	54.38	56.03	54.26	54.38	57.61	66.41	63.14
Al2O3	13.28	13.69	15.21	14.82	16.47	14.52	14.70	17.27	11.69	13.53	14.78	16.40	16.10	14.65	13.99	15.53	15.39	15.15
Fe2O3	0.84	1.20	1.65	1.13	1.45	1.24	1.75	2.00	1.09	1.09	5.27	5.06	5.65	7.52	7.19	3.83	3.14	3.91
FeO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MgO	0.22	0.73	0.95	0.07	0.72	0.48	1.07	0.78	0.01	0.52	4.52	4.17	5.30	6.10	6.31	4.97	2.93	2.65
CaO	0.28	0.26	0.42	0.50	0.47	0.72	0.54	0.98	0.17	0.07	3.28	3.88	4.57	4.35	5.19	3.26	8.81	2.21
Na2O	3.81	3.51	4.10	3.77	4.27	4.05	4.13	3.66	3.13	3.74	2.78	2.93	3.35	1.85	2.25	2.76	2.93	3.41
K2O	4.80	4.89	5.49	6.13	5.13	4.89	5.24	4.39	5.01	5.79	7.28	7.17	5.16	5.93	5.78	6.17	5.88	6.98
TiO2	0.14	0.26	0.37	0.23	0.32	0.17	0.29	0.47	0.11	0.26	1.20	1.23	1.30	1.66	1.69	1.11	0.87	0.88
MnO	0.02	0.03	0.03	0.30	0.03	0.03	0.03	0.01	0.01	0.01	0.09	0.11	0.18	0.09	0.10	0.08	0.05	0.08
P2O5	0.04	0.09	0.12	0.06	0.11	0.06	0.11	0.14	0.03	0.06	0.54	0.55	0.52	0.75	0.85	0.59	0.44	0.36
H2O+	0.42	0.67	0.88	0.67	0.91	0.36	0.66	1.20	0.55	0.73	0.67	3.83	1.02	1.61	1.59	1.36	1.65	1.05
H2O-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL	100.13	100.81	99.96	99.51	100.60	100.65	100.57	100.30	100.94	100.40	98.21	99.71	99.18	98.77	99.32	99.23	100.58	99.82

REF.	PB321	PB227	PA191	PA94	PA193	PA95	SA64	SA65	SA66	SA68	SA301	SA86	SA63	SA88	SA83	SA70
SiO2	55.71	66.41	69.60	69.08	62.48	69.11	61.55	70.63	61.96	60.83	59.88	58.13	60.48	69.89	61.90	67.69
Al2O3	16.16	16.94	15.39	15.42	16.33	15.57	16.28	14.87	15.38	16.54	17.00	15.16	16.56	14.65	14.81	14.81
Fe2O3	5.89	2.38	2.53	2.09	4.06	2.20	4.43	2.19	4.04	4.40	3.73	5.81	3.79	2.48	4.55	3.57
FeO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MgO	4.77	1.01	1.30	1.43	2.17	1.38	3.75	1.21	2.92	2.97	2.45	4.77	2.89	1.18	3.73	1.54
CaO	3.54	0.73	0.30	0.54	2.35	0.70	1.56	1.34	2.22	2.84	2.17	3.60	2.76	1.39	2.47	0.89
Na2O	3.55	4.10	3.18	3.73	3.92	3.94	3.63	3.52	4.21	3.96	3.77	2.61	3.36	4.19	4.20	3.29
K2O	6.51	6.17	6.16	5.66	5.55	5.57	5.96	5.43	6.97	6.54	7.12	6.08	6.65	5.31	6.45	6.29
TiO2	1.28	0.42	0.42	0.48	0.89	0.43	0.91	0.47	0.90	0.97	1.18	1.35	0.91	0.49	0.99	0.53
MnO	0.08	0.03	0.02	0.02	0.05	0.05	0.04	0.04	0.08	0.07	0.03	0.09	0.07	0.07	0.31	0.03
P2O5	0.60	0.13	0.09	0.16	0.29	0.15	0.32	0.15	0.38	0.33	0.47	0.57	0.41	0.17	0.47	0.30
H2O+	1.28	1.15	1.36	0.93	0.81	0.80	1.27	0.27	0.56	0.82	0.95	1.03	1.29	0.52	0.99	0.89
H2O-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL	99.37	99.47	100.35	99.54	99.89	99.90	99.70	100.12	99.62	100.27	98.75	99.20	99.17	100.34	100.87	99.83

TABLEAU 1 : ANALYSES CHIMIQUES DES GRANITOIDES DE LA LAUZIERE