Géologie Alpine, t.61, 1985

DIVERSITE DU GISEMENT DES GRANITOIDES SODIQUES:

DEUX EXEMPLES AU SUD DU MASSIF DE BELLEDONNE (Isère, France).

par D. SCARENZI *, R.P. MENOT ** et M. PIBOULE *.

RESUME.- L'étude des roches leucocrates de l'ophiolite de Chamrousse, et des granitoïdes sodiques des formations de Rioupéroux et de Livet, met en évidence la grande diversité des types pétrographiques et de leurs modes de gisement. Dans l'ophiolite, des cumulats plagioclasiques, des diorites quartziques, des tonalites, des leucotonalites et des kératophyres, souvent largement recristallisés ont été recensés, au coté de leptynites diverses. Ils constituent des bouffées, des sills des filons et filonnets intrusifs dans des environnements variés. Dans les formations de Rioupéroux et de Livet des diorites quartziques et des leucotonalites, peu métamorphisées constituent des filons, des sills et des petits massifs.

L'examen du gisement permet de définir le cadre des études géochimiques.

ABSTRACT.- The petrographic and field studies of the leucocratic rocks from the Chamrousse ophiolite and of the Na-granitoïds from the Riouperoux and Livet formations point out the important diversity of faciès and field settings. In the ophiolitic complex, leucocumulats, quartz-diorites, tonalites leucotonalites and keratophyres, extensively recristallised, have been recognized together with various felsitic rocks. They occur as patches, sills, dikes and dikelets within different lithological contexts. The quartz-diorites and leucotonalites from the Riouperoux-Livet formations are less altered and form sills, dikes and stocks.

The observation of these field setting supports some contraints for the geochemical interpretation of these rocks.

I/ Généralités - Introduction:

Une meilleure connaissance des granites sodiques permet maintenant de caractériser un certain nombre de sous- types (Coleman et Peterman, 1979; Scarenzi, 1984). Cette caractérisation est basée essentiellement sur des différences de composition chimique. Par contre, rares sont les publications consacrées à ces roches qui rendent compte d'une manière détaillée, de leur gisement. En particulier, la nature des contacts entre les granitoïdes sodiques et leur encaissant est peu décrite. Pourtant les travaux récents (Pedersen et Malpas, 1984) montrent que l'examen détaillé de ces relations est un élément précieux pour l'élaboration d'hypothèses génétiques: cet examen permet de percevoir quels sont les mécanismes possibles de la genèse des granitoïdes, et de déterminer les contraintes pour les différents modèles issus de l'étude géochimique.

Deux sites comportant des granites sodiques sont présentés ici; ils permettent de décrire, parallèlement à la diversité des types pétrographiques, une grande variété dans le mode de gisement. Ces deux sites sont géologiquement très différents: il s'agit du complexe ophiolitique de

* Institut Dolomieu, Université de Grenoble, L.A.69 (CNRS), 38031-Grenoble Cedex, France.
** U.E.R. Sciences, Université de Saint Etienne, U.A.726 (CNRS), 42023-Saint Etienne Cedex: France.

Chamrousse-Tabor (formations de Séchilienne et de Chamrousse) et d'un ensemble volcano-plutonique essentiellement acide (formations de Rioupéroux et de Livet). Ces deux ensembles affleurent de part et d'autre de la basse vallée de la Romanche, en amont de Séchilienne (Isère). Elles constituent l'extrémité Sud-occidentale du rameau interne de la chaîne de Belledonne (fig. n°1). Le complexe UB-B de Chamrousse-Tabor chevauche, en position inverse, les formations de Rioupéroux et de Livet (Carme, 1965; R.P. Ménot, 1979).

II/ Gisements des plagiogranites ophiolitiques de Chamrousse-Séchilienne:

1-Présentation du massif ophiolitique:

A/ Lithostratigraphie:

Ce massif correspond à une séquence ophiolitique (Carme, 1965; Ménot, 1979; Bodinier et al., 1981). Plusieurs unités lithostratigraphiques y ont été reconnues. Celles-ci sont, de haut en bas (selon la géométrie actuelle du massif (fig. n°3):

- une "zone des cumulats ultramafiques" (zone A), constituée de serpentinites et de métapyroxénolites (en cumulats interstratifiés ou en filons discordant dans les serpentinites).
- une "zone de transition blastomylonitique" (zone B), qui est formée pour l'essentiel de gabbros cumulats flasérisés, associés à des métapyroxénolites, à des gabbros isotropes des métadolérites, des métabasaltes, des métagranophyres et des leptynites s. l.
- une "zone des métacumulats gabbroïques" (zone C), qui est recoupée par des matériaux très variés (dolérites, basaltes, plagiogranites s.l.).
- une "zone de contact" (zone D) qui assure la transition entre l'ophiolite et la série volcano-sédimentaire (groupe de Séchilienne) qui la surmonte. Cette zone de transition, plus ou moins bréchique renferme des gabbros, basaltes et dolérites, ainsi que des termes leucocrates.
- le groupe de Séchilienne, surtout amphibolo-leptynique, au contact avec l'ophiolite s'enrichit ensuite en termes pélitiques (micaschistes et chloritoschistes).
- enfin, le "complexe filonien" qui est une formation intrusive dans l'ensemble de la séquence ophiolitique, groupe de Séchilienne compris. Il est constitué de métapyroxénolites (présentes essentiellement dans les cumulats ultramafiques), de métagabbros, de métadolérites et de métabasaltes.

Les termes acides ont été signalés et décrits récemment, ils ont été assimilés à des plagiogranites (Ménot, 1981).

B/ Site géotectonique et age de l'ophiolite de Chamrousse:

La lignée de différenciation des roches basiques de l'ophiolite est clairement comparable à celle des tholéites abyssales (Carme, 1975). Toutefois, un examen détaillé révèle l'existence de plusieurs lignées à cachet tholéitique: trois lignées sont en effet identifiées dans les matériaux basiques (Bodinier et al., 1981). Elles correspondent successivement à des roches du type "E", "T" et "N" "MORB". Les travaux récents (Sun et al., 1979; Tarney et al., 1980) montrent que ce type d'évolution est celui qui serait observé lors de l'ouverture et de l'océanisation des bassins marginaux. Les caractères géochimiques de certains des plagiogranites ophiolitiques présents dans ce massif sont en accord avec l'hypothèse d'une filiation de ceux-ci à partir des E ou des T-MORB. (Scarenzi, 1984). En particulier, dans le diagramme Nb vs. Y (Pearce et al., 1985), ils évoluent dans le champ de répartition des plagiogranites issus de la différenciation des basaltes transitionnels de la ride médio-océanique (M.A.R. 45°N.); ce cachet géochimique des différenciats acides confirme l'appartenance de ce site à l'ensemble récemment défini des croûtes océaniques transitionnelles (Aldiss, 1981).

Les datations effectuées par dosage U/Pb des zircons de ces plagiogranites révèlent un age cambro-ordovicien pour cet ensemble ophiolitique (496 +/- 6 M.A., Ménot et al, 1984a).

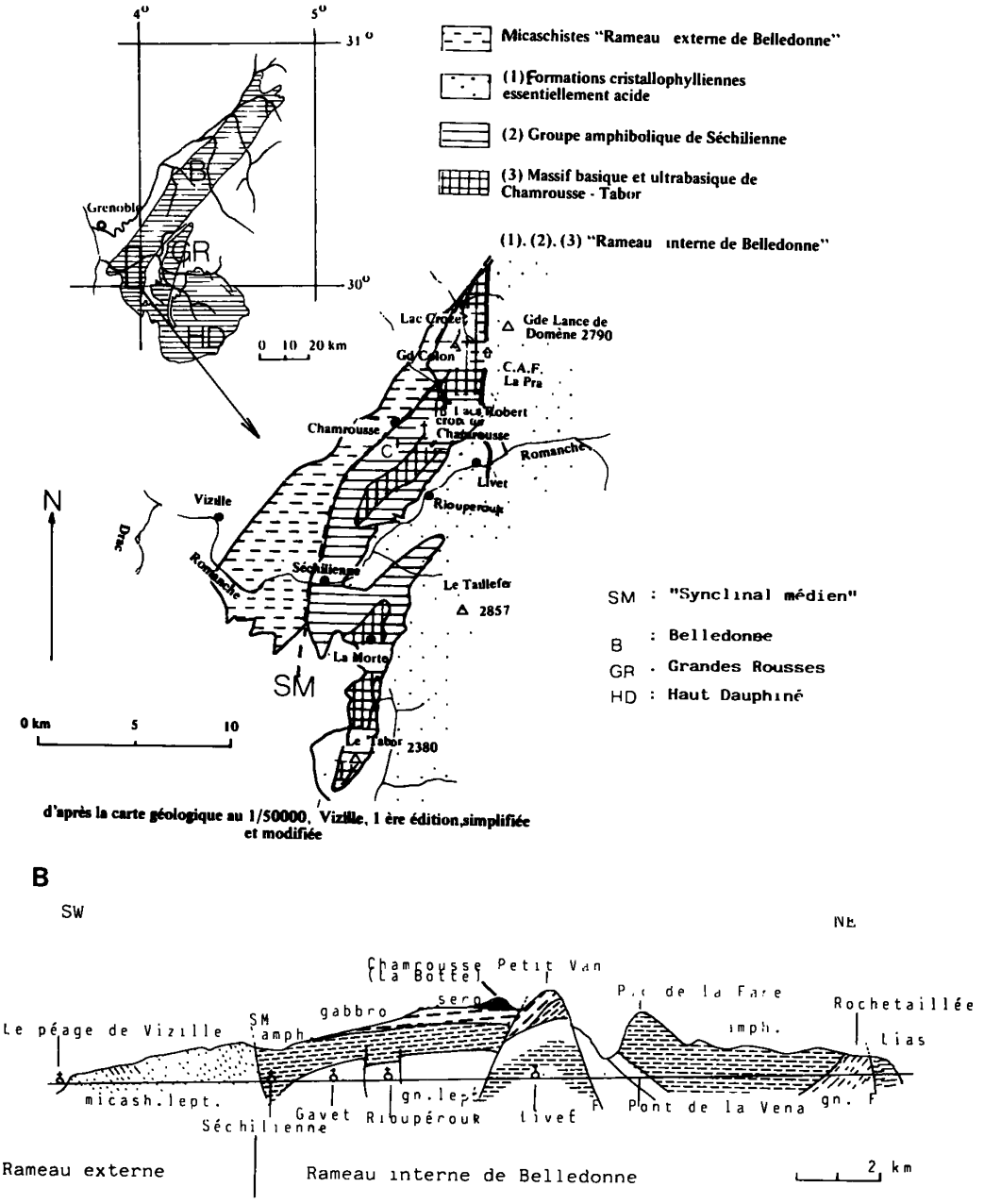


Fig. 1: Contexte géologique et géographique:

A: schéma géologique, in R.P. Ménot, 1979.

B: coupe du massif de Belledonne, au niveau de la vallée de la Romanche, in "Guides géologiques régionaux": Alpes du Dauphiné, J.Debelmas Ed., Masson, 1983, p.57.

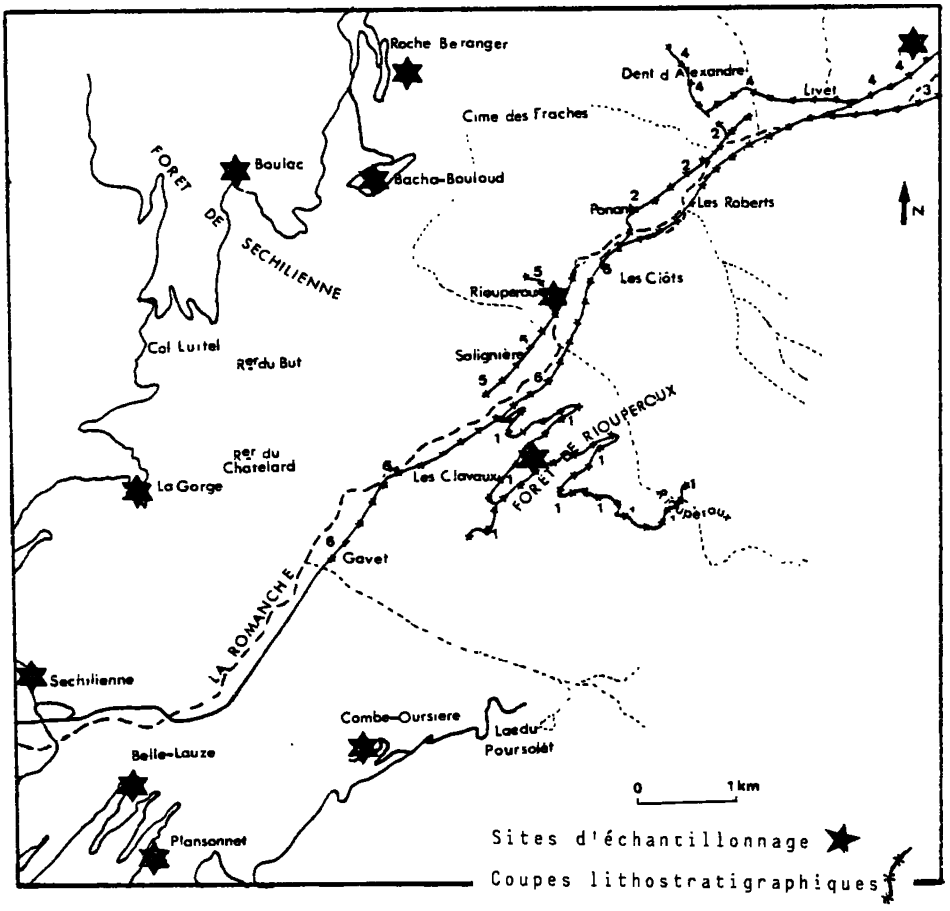


Fig. 2: Schéma de localisation des sites d'échantillonnage et des coupes lithostratigraphiques (Rioupéroux-Livet).

2 - Insertion générale des granites sodiques:

Les roches leucocrates sont présentes esentiellement dans la partie sommitale de la masse métagabboïque (zone C), la zone de transition avec le groupe de Séchilienne (zone D) et dans ce groupe lui-même. Ainsi, ont été identifiés au sommet de la séquence ophiolitique (zones C, D et groupe de Séchilienne) (1) des cumulats plagioclasiques divers (albitites et anorthosites), (2) de rares diorites quartziques, (3) des granitoïdes sodiques (tonalites et leucotonalites), (4) de rares kératophyres. Des leptynites felsitiques associées à des amphibolites sont plus particulièrement présentes dans la formation de Séchilienne. Ces leptynites sont des blastomylonites qui correspondent vraisemblablement aux dérivés métamorphiques des matériaux leucocrates préservés dans l'ophiolite.
Certaines de ces roches sont associées à des ferro-gabbros et sont comme ceux-ci intrusives dans des cumulats gabbroïques (Ménot, 1981). Les ferro-gabbros se présentent sous la forme de filons massifs, de puissance pluridécimétrique à plurimétrique. Ils sont systématiquement recoupés par les plagiogranites. Les contacts sont nets et leur tracé est droit ou faiblement sinueux. Ce type de relation indique une postériorité constante et nette du matériel plagiogranitique. Toutes ces roches sont recoupées par les métabasites tardives du complexe filonien qui post-date l'ophiolite.

3 - Etude des gisements:

A/ Gisement des cumulats plagioclasiques:

Les albitites et anorthosites ne sont présentes que dans la zone des métacumulats gabbroïques (zone C) et dans la zone de transition avec la formation de Séchilienne (zone D); dans cette formation proprement dite, ils n'ont pas été identifiés. Ces cumulats plagioclasiques adoptent divers modes de gisement: "bouffées", filons, filonnets et gisements mixtes. Ils sont très difficiles à déterminer le terrain avec certitude (*). Les anorthosites semblent cependant pouvoir être caractérisées par la présence de phénoclastes plagioclasiques dont le coeur est de couleur bleu-violet.

A1- Les "bouffées": Celles-ci sont constituées de "poches plagioclasiques" de dimension décimétrique à pluridécimétrique qui s'individualisent au sein du cumulat gabbroïque par diminution de la densité des minéraux ferromagnésiens (hornblende et opaques) du cumulat gabbroïque. Le contact entre les deux faciès, diffus et lobé, est progressif et mal défini dans ce type de gisement. Cette zone de transition entre les cumulats gabbroïques et plagioclasiques, très irrégulière, indique une sub-contemporanéïté des matériaux.

A2 Les filons et les filonnets: Ils sont selon les cas, de puissance centimétrique à décimétrique et présentent des contacts tranchés avec l'encaissant. Ils recoupent indifférement des cumulats gabbroïques leucocrates à mélanocrates. Ces gabbros parfois bréchifiés peuvent être remobilisés dans le matériel plagioclasique sous forme de petites enclaves (photo n° 2). Ces deux types de gisements intrusifs sont surtout développés au sommet de la zone des cumulats gabbroïques.
Si les roches anorthositiques peuvent exister indifféremment sous une forme de gisement ou une autre, les albitites sont exclusivement identifiées sous forme de filons ou de filonnets. Ces cumulats sont tardifs par rapport au cumulat gabbroïque dans lequel ils s'injectent.

(*) Au microscope il est possible de différencier deux types de matériaux cumulatifs selon la composition des phénoclastes plagioclasiques relictuels: des albitites et des anorthosites (s.l.). Cependant seule l'étude des concentrations en éléments-traces permet de distinguer avec certitude des matériaux sodiques fortement enrichis en éléments incompatibles (les albitites s.s.), de roches correspondant à des anorthosites plus ou moins albitisées secondairement.

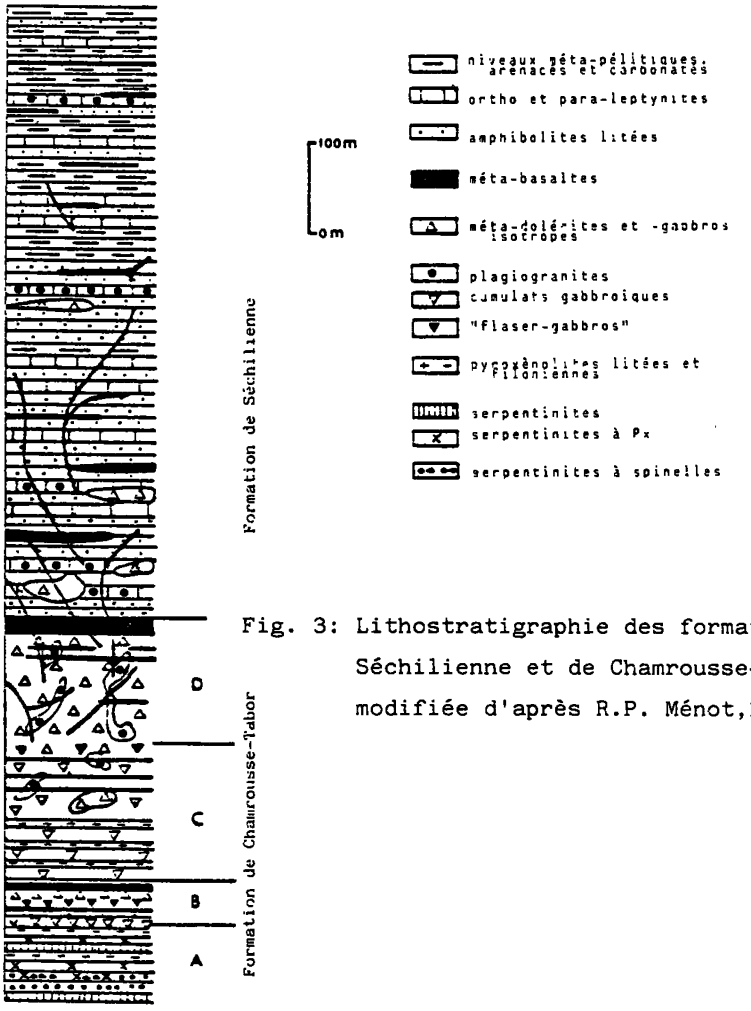
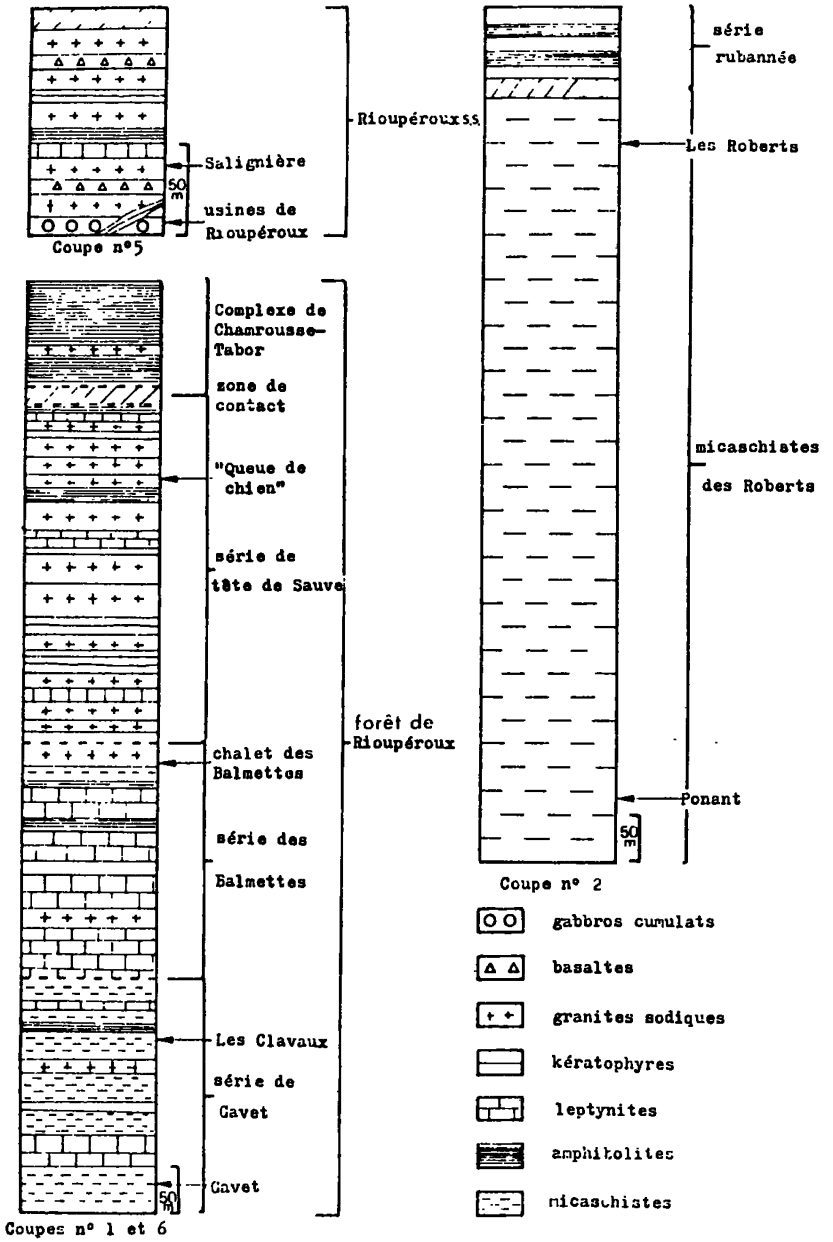
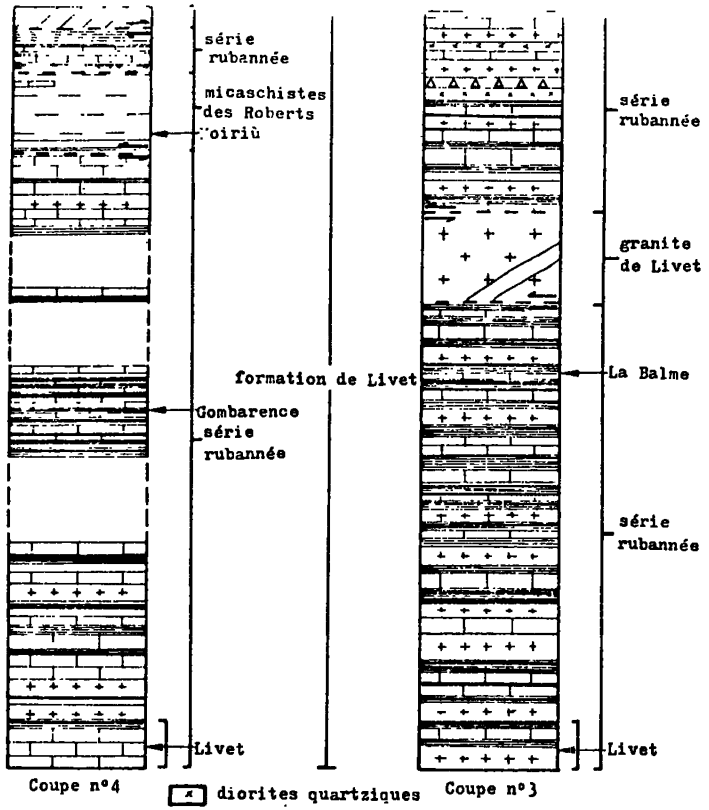


Fig. 3: Lithostratigraphie des formations de Séchilienne et de Chamrousse-Tabor, modifiée d'après R.P. Ménot,1979.



Coupes lithostratigraphiques; formation de Rioupéroux et unité des micaschistes des Roberts



Coupes lithostratigraphiques; formation de Livet

Fig. 4: Lithostratigraphie des formations de Rioupéroux et de Livet.

A3 Les gisements composites: Ceux-ci se rencontrent surtout dans la zone de contact avec le groupe de Séchilienne. Le matériel plagioclasique est intrusif dans les cumulats gabbroiques, mais montre par place une transition avec celui-ci.

Ces cumulats au gisement composite sont contemporains des gabbros ou légèrement postérieurs. Lorsque le contact entre les deux faciès gabbroique et plagioclasique est net, il se caractérise par un tracé sinueux, lobé ou denticulé. Ces figures évoquent d'éventuelles interpénétrations de deux magmas à l'état plastique. Ce type de gisement montre clairement (1) la filiation du matériel plagioclasique différencié à partir des cumulats gabbroïques (bouffées à bords diffus) et (2) la migration de ce même matériel leucocrate au sein des gabbros (gisements intrusifs). Sur certains affleurements (route de Séchilienne à La Morte, alt. 920 m.) ces caractères sont exposés de façon spectaculaire: les cumulats plagioclasiques bréchifient totalement le gabbro encaissant et l'on observe une large variété de faciès depuis des bouffées de cristaux plagioclasiques incluant quelques rares amphiboles millimétriques, jusqu'à des filonnets mobilisant de petites enclaves gabbroïques centimétriques (photo n° 2). De plus, l'examen de plaques polies de roche permet de constater que les filonnets plagioclasiques (photo n° 5) sont formés de la juxtaposition de cristaux centimétriques . Leur accumulation dans les fissures du gabbro pourrait avoir provoqué un arrêt de la migration du matériel plagioclasique et permettre le développement d'un phénomène de filtre-presse. L'étude géochimique en cours permettra de préciser dans quelle mesure ce filtre-presse peut être générateur de liquides de composition tonalitique ou leucotonalitique.

A4 Conclusions: Les observations de terrain suggèrent la différenciation et la migration d'une phase plagioclasique à partir de cumulats gabbroïques : les filons et les filonnets individualisés à partir de poches feldspathiques sont sécants sur la foliation des gabbros précocément tectonisés (Bodinier et al., 1981; Ménot et al., à paraître). D'autre part la texture de ces filonnets suggère l'existence de mécanismes particuliers de différenciation tels que le filtre-presse.

B/ Gisement des plagiogranites et des kératophyres:

Dans le massif UB-B de Chamrousse-Tabor ont été identifiés divers types de plagiogranites ophiolitiques: diorites quartziques, tonalites, leucotonalites. Ils sont accompagnés de rares kératophyres. Des leptynites très diverses correspondent à la recristallisation de ces matériaux .
Ces plagiogranites (s.l.) s'expriment au toit de la masse des cumulats gabbroïques, dans la zone de transition avec la formation de Séchilienne et dans cette formation elle-même. Ces roches ne sont pas, à l'inverse des cumulats plagioclasiques, directement associées aux cumulats gabbroïques. De plus leur gisement est strictement filonien.

B1 Les diorites quartziques: Ce sont des roches sombres, à grain millimétrique, et qui présentent quelques phénoclastes plagioclasiques dont le coeur, bleuté est visible à l'oeil nu. Les minéraux ferromagnésiens, en petits amas recristallisés millimétriques ont une répartition homogène dans la roche. Ces diorites quartziques affleurent peu et se localisent essentiellement dans la zone de contact entre le groupe de Séchilienne et l'ophiolite sensu-stricto.
Elles se présentent sous forme de filons et de filonnets qui recoupent des gabbros cumulats plus ou moins étirés. Les contacts, nets et faiblement sinueux indiquent une nette postériorité du matériel dioritique. L'orientation de ces filons dioritiques est quelconque par rapport à la foliation des gabbros.
Certains termes dioritiques, plus mésocrates, constituent quelques niveaux épais (petits sills d'épaisseur métrique) qui s'individualisent mal au sein des cumulats gabbroïques plus ou moins amphibolitisés.

B2 Les tonalites et les leucotonalites:

a -Les tonalites sont surtout bien représentées dans la formation de Séchilienne, mais elles existent également de la masse métagabbroïque, quoique de façon plus discrète. Elles constituent des filons décimétriques à pluridécimétriques intrusifs dans des gabbros amphibolitisés

(affleurement du Chateau, route de Séchilienne à La Gorge, alt. 380 m.). Dans ces tonalites, des bordures figées sont observables au contact avec les gabbros (Combe-Oursière, alt. 1570m.; photo n° 4). Les contacts sont tranchés, faiblement sinueux. Ces tonalites sont franchement tardives par rapport aux gabbros cumulats et ferro-gabbros qu'elles recoupent systématiquement (contacts tranchés et bordures figées). Cette observation permet d'ecarter a priori l'hypothèse d'une genèse des plagiogranites par un processus d'immiscibilité dont les deux phases silicatées et ferromagnésiennes individualisées simultanément, correspondraient aux ferrogabbros et aux plagiogranites.
Sur certains affleurements, ces filons tonalitiques présentent des différenciations franchement leucotonalitiques. Le contact entre les deux faciès est net et tranché, mais très lobé: Il évoque l'idée du telescopage de plusieurs magmas d'acidité différente.

b -Les leucotonalites sont beaucoup plus largement répandues que les tonalites. Elles s'expriment sous la forme de sills plurimétriques, de filons décimétriques à métriques et de filonnets. Ces plagiogranites sont intrusifs dans des gabbros cumulats et sont associés à des ferro-gabbros qu'ils recoupent. Les contacts sont tranchés, faiblement sinueux. Dans certains cas les leucotonalites présentent des bordures figées qui s'injectent dans les cumulats gabbroïques. Les filons, souvent pluridécimétriques attestent du caractère tardif des plagiogranites par rapport à leur encaissant. Les filonnets ne représentent souvent que des apophyses de ces filons. Les relations précises des sills, d'épaisseur métrique à décamétrique avec les cumulats gabbroïques et les gabbros sombres associés sont masquées par les venues abondantes du complexe filonien.
Le groupe de Séchilienne comporte des niveaux de gneiss leptyniques d'épaisseur plurimétrique, correspondant aux dérivés tectoniques d'importants filons-couches. Ces niveaux leptyniques alternent avec des niveaux amphibolitiques d'épaisseur décimétrique. Ils constituent une assise puissante que le couvert végétal interdit de mesurer avec précision, mais que l'on estime d'ordre pluridécamétrique.

B3 Les kératophyres: Ce matériel est difficile à identifier en raison des intenses recristallisations qui l'on affecté. Cependant des filons kératophyriques d'épaisseur décimétrique sont observables au sommet de la séquence ophiolitique. Ils recoupent de façon quelconque la foliation des cumulats gabbroïques qui s'y manifestent. Les contacts sont tranchés avec, dans le détail, un tracé en baïonnette révélant une microfracturation contemporaine de l'intrusion.

C/ Gisement des leptynites:

Celles-ci sont surtout bien développées dans la zone de transition entre la formation de Séchilienne et l'ophiolite ainsi que dans la formation de Séchilienne elle-même. Les leptynites constituent des niveaux d'épaisseur décimétrique alternant avec des amphibolites en bancs massifs. Ces niveaux peuvent être suivis sur plusieurs mètres de longueur. Un boudinage léger les affecte. Le rubanement leptyno-amphibolique peut être plus fin et les sections de roche présentent alors un aspect de "toile à matelas" (carrière de Roche-Béranger).

4 - Conclusions:

A/ Inventaire des roches leucocrates:

L'étude pétrographique à permis de mettre en évidence dans l'ophiolite de Chamrousse-Tabor: (1) des cumulats plagioclasiques, de deux types (albitites et anorthosites), en bouffées, filons et filonnets, (2) des plagiogranites s.l. dont le spectre pétrographique s'étend des diorites quartziques aux leucotonalites, (3) de rares filons kératophyres, (4) des leptynites qui correspondent pour la plupart aux dérivés métamorphiques des roches précédemment citées.

B/ Répartition des différents faciès pétrographiques:

Cette répartition obéit à une zonation graduelle depuis la pile des cumulats gabbroïques jusqu'aux assises de la formation de Séchilienne:

a -Les cumulats plagioclasiques s'expriment au sommet de la séquence cumulative et dans la zone de transition; ils sont ensuite absents.

b -Les plagiogranites sont représentés (1) par des leucotonalites dans la partie supérieure des cumulats (2) par des diorites quartziques peu abondantes dans la zone de transition et (3) par des tonalites au sein de la formation de Séchilienne. Localement les diorites quartziques se distinguent mal des cumulats leucocrates associés dont elles pourraient dériver par silicification.

c -Les rares kératophyres identifiables recoupent les cumulats gabbroïques.

d -Enfin, les leptynites, totalement banalisées se retrouvent à ces différents niveaux, elles sont toutefois plus abondantes dans la formation rubanée de Séchilienne.

C/ Chronologie:

Les cumulats plagioclasiques sont contemporains des cumulats gabbroïques, ou postérieurs (cas des albitites; cf. § 3, A2). Les plagiogranites sont des matériaux franchement intrusifs dans ces cumulats. Ils sont de plus tardifs par rapport aux ferrogabbros auxquels ils sont associés. Toutes ces roches leucocrates sont postdatées par l'intrusion du complexe filonien doléritique et basaltique

III/ Gisement des granites sodiques des formations de Rioupéroux et de Livet:

1-Présentation des formations de Rioupéroux et de Livet:

A/ Lithostratigraphie:

Les travaux récents ont permis de distinguer dans ces formations, auparavant considérées comme une entité homogène, différentes unités lithostratigraphiques, tardivement juxtaposées. Les formations de Rioupéroux et de Livet ont été ainsi respectivement divisées en 2 et 3 unités (fig. n°3 et 4, Ménot et al., à paraître).

A1- L'unité de Rioupéroux s.s. affleure en rive droite de la vallée de la Romanche et correspond à un ensemble pluto-volcanique acide et basique peu recristallisé. Des granites sodiques et des kératophyres y sont associés à de rares cumulats gabbroiques et à des basaltes.

A2- L'unité de la forêt de Rioupéroux est caractérisée par l'abondance des termes volcaniclastiques et par une zonalité marquée, de la base au sommet, par une diminution volumétrique des termes plutoniques (granites sodiques) et une augmentation corrélative des faciès volcaniques et clastiques (kératophyres et grauwackes). Cette évolution se suit depuis la série de La Tête de Sauve (base de l'unité) à la série des Balmettes et à la série de Gavet (sommet).

A3- L'unité leptyno-amphibolique de La Balme représente l'essentiel de la formation de Livet. Elle est constituée d'une alternance d'amplitude très variable, de leptynites et d'amphibolites très recristallisées, dans laquelle s'interstratifient des sills d'épaisseur métrique à décamétrique de granite sodique à faible structuration métamorphique.

Dans cette unité de la Balme, sont insérées tectoniquement les deux unités suivantes.

A4- L'unité micaschisteuse des Roberts, composée de micaschistes très microplissés, polymétamorphiques (micaschistes de Livet de Carme, 1965) est vraisemblablement étrangère au contexte de mise en place de l'ensemble pluto-volcanique.

A5- L'unité trondhjémitique de Livet, correspond à des stocks décamétriques à hectométriques de granite sodique, et en particulier au "granite de Livet" autrefois considéré comme anatectique.

Ces granites sodiques sont comparables pétrographiquement aux sills identifiés dans l'unité de La Balme et à ceux de la formation de Rioupéroux. Par rapport aux roches acides du complexe ophiolitique de Chamrousse ils sont beaucoup moins recristallisés et les textures granophyriques sont abondantes. Leur gisement est très varié: on distingue en effet des filons et des filonnets intrusifs dans des environnements divers, des sills et des petits massifs. On les rencontre également sous la forme de puissants horizons ortholeptyniques.

B/ Site géotectonique et age:

D'après Carme (1975), la lignée magmatique se rapporte à une souche calco-alcaline. Les basaltes et granites sodiques montrent un chimisme comparable à celui des des croûtes transitionnelles, et les caractères du site géotectonique demeurent ambigus (proto-rift ou arc insulaire ensialique) (Scarenzi, 1984; Ménot et al. 1984 b). Les granites sodiques seraient d'age dévono-dinantien (U/Pb sur zircons; Ménot et al.,1984 b).

2-Etude des gisements:

A/ Gisement des granites sodiques:

A1 Gisement filonien: Ce type de gisement est surtout bien développé dans la partie sommitale de l'unité de la forêt de Rioupéroux (série de Gavet). L'encaissant comprend des micaschistes passant progressivement et de façon récurente à des gneiss leptyniques par diminution de la composante terrigène. Les intrusions de granite sodique dans les micaschistes constituent des filons décimétriques ou des filonnets (photo n° 5), et le contact peut être souligné par un mince liseré (inframillimétrique) de minéraux opaques.
Lorsqu'ils sont intrusifs dans les leptynites, les granites sodiques se manifestent sous forme de gros filons plurimétriques, ceux-ci poinçonnant la trame leptynique.
Ces granites sodiques filoniens sont pétrographiquement homogènes dans les formations de Rioupéroux et de Livet: il s'agit toujours de leucotonalites à fréquentes textures granophyriques. Ces textures, souvent bien conservées, se résorbent en assemblages polycristallins synmétamorphes à albite/quartz.

A2 Gisement en sills : Ce mode de gisement existe dans l'unité de Rioupéroux s.s. (où il est presque exclusif), la base de l'unité de la forêt de Rioupéroux (série de La Tête de Sauve) et dans l'unité de La Balme (formation de Livet).

Dans l'unité de Rioupéroux s.s. les sills sont d'épaisseur métrique à plurimétrique et peuvent se suivre à l'affleurement sur plusieurs centaines de mètres. Ils sont associés à des niveaux (sills et coulées) de gabbros à caractère cumulatif, de kératophyres, de basaltes et de dolérites.
Les granites sodiques peuvent être enclavés, en masses ovoïdes étirées dans des filons couches basiques (photo n° 6). L'étirement n'affecte pas le basalte: si la consolidation du magma granitique est antérieure à celle du magma basaltique, celui-ci reste encore très plastique lors de sa remobilisation. La relation inverse entre les matériaux acides et basiques est également observable, puisque les sills de granite sodiques peuvent contenir des enclaves plus ou moins arrondies de matériel basaltique. Les magmas acides et basiques semblent donc être sub-contemporains.

Dans l'unité de la forêt de Rioupéroux les sills se localisent à la base stratigraphique, dans la série de la Tête de Sauve. Ils sont d'épaisseur décamétrique à pluridécamétrique, leur pétrographie est homogène: il s'agit de leucotonalites à fréquentes textures granophyriques.

Dans la formation de Livet le gisement en sill est également observé dans l'unité de La Balme (fig. n° 3). Des sills plurimétriques de granite sodique intrudent une formation leptynoamphibolique (photo n° 7). Dans le secteur de l'accident de la Veyna (rive droite de la Grande Vaudaine, alt.850 m.)ont également été identifiés des sills de diorites quartziques plurimétriques; ils y sont associés à des métadolérites et des granites sodiques.

A3.Gisement en massif: Ce type de gisement est illustré par le massif du granite de Livet. C'est un petit stock hectométrique qui se touve à l'Est du village de Livet. Les relations originelles entre ce granite sodique granophyrique et la série rubanée leptynoamphibolique encaissante ne sont pas observables: Le granite de Livet est en contact tectonique avec la série rubanée; il en est séparé par quelques mètres de phyllonites.
Ce massif est recoupé par des filons basaltiques et kératophyriques. Ces filons sont épais de quelques décimètres et présentent un contact tranché avec le granite

B/ Gisement des leptynites:

A l'exception de certaines leptynites des secteurs les plus

superficiels de la formation de la forêt de Rioupéroux, qui sont isues de matériaux volcanodétritiques (R.P. Ménot et al., à paraître), les leptynites dérivent pour l'essentiel de granites sodiques ainsi qu'en atteste la présence de textures granophyriques relictuelles dans ces matériaux.

Dans l'unité de la forêt de Rioupéroux, ces leptynites constituent un ensemble de plusieurs dizaines de mètres d'épaisseur. A son sommet (passage à du matériel paradérivé; série des Balmettes), les leptynites présentent fréquement une alternance de niveaux décimétriques, plus ou moins leucocrates. Les niveaux les plus clairs se biseautent et l'observation microscopique révèle l'existence de textures granophyriques relictuelles. Ces niveaux clairs, discontinus représentent d'anciens filons de granite sodiques intrusifs dans du matériel détritique (grauwackes peu évoluées). Les leptynites alternent avec des niveaux minces (de quelques décimètres d'épaisseur) d'amphibolites ou de chloritoschistes paradérivés (absence de textures ou de minéraux magmatiques relictuels, teneur en chlorite très élevée, forts exès de calcium).

Dans la formation de Livet, elles constituent, en alternance régulière avec des niveaux amphibolitiques centimétriques à métriques la trame de l'unité de La Balme. Dans cette trame s'injectent de gros sills de granite sodique (cf. § **III** 2-A2).

C/ Gisement des kératophyres:

Les kératophyres s'expriment sous forme de filons intrusifs ou en niveaux (coulées ?, filons couches ou sills) concordant avec le litage de l'encaissant. Les filons ont été observés en intrusion dans les micaschistes (sommet de l'unité de la forêt de Rioupéroux), dans les sills et stocks de granite sodique (unité trondhjémitique de Livet) et dans les cumulats gabbroïques de l'unité de Rioupéroux s.s. Dans certains cas, ils sont discordants sur le litage magmatique des gabbros (photo n° 8). Les contacts sont tranchés, et sub-rectilignes. Ils indiquent une nette postériorité de mise en place des kératophyres par rapport à la mise en place des matériaux précédemment cités.

Les kératophyres peuvent constituer des sills d'épaisseur métrique alternant avec des sills de granite sodique et de matériaux plus basiques (unité de Rioupéroux s.s.).

3- Conclusions:

L'examen conjoint du gisement et de la pétrographie des granites sodiques et des matériaux associés dans les formations de Rioupéroux et de Livet, montre que le mode d'expression de ces roches est déterminé par le niveau structural de leur mise en place: Ainsi, les filons leucotonalitiques, abondants dans la partie supérieure de l'unité de la forêt de Rioupéroux (séries des Balmettes et de Gavet) correspondent à des niveaux structuraux superficiels: ils sont en effet associés à du matériel volcano-sédimentaire dont la composante paradérivée peut-être importante. De même, les sills, et surtout les petits massifs, bien représentés dans la partie basale de l'unité de la forêt de Rioupéroux et dans l'unité de La Balme, correspondent à des niveaux structuraux plus profonds.

L'étude du chimisme des granites sodiques et des rares basaltes présents dans ce groupe en révèle globalement l'homogénéïté (D. Scarenzi, 1984).

Les formations de Rioupéroux et de Livet correspondent à des niveaux différents d'un même édifice magmatique. La polarité des gisements et des types pétrographiques montre:

a -que la formation de Livet est la partie profonde de l'édifice (présence de petits massifs et de sills de roches cristallines)

b -que la formation de Rioupéroux est plus superficielle: l'unité de Rioupéroux s.s. est constituée surtout de coulées magmatiques ou d'épanchements volcaniques basaltiques et kératophyriques, tandis que l'unité de la forêt de Rioupéroux est caractérisée par l'abondance des termes paradérivés et des coulées kératophyriques.

IV/ Apports de l'étude des gisements des granites sodiques au Sud de Belledonne:

1 - Différences de gisements entre les granitoïdes du groupe des formations de Rioupéroux-Livet et les plagiogranites du complexe de Chamrousse:

Dans les formations de Rioupéroux-Livet, les granites sodiques constituent des unités bien individualisées (sills, massifs). Ils représentent le type pétrographique dominant de ce groupe. Par contre, dans le massif ophiolitique, les plagiogranites ne représentent (excepté le cas des filons-couches du groupe de Séchilienne) que de petits corps très localisés peu développés et tardifs par rapport à leur encaissant. Ils sont volumétriquement très subordonnés par rapport aux matériaux basiques.

Dans l'ophiolite s'observe une polarité de la répartition des types pétrographiques de plagiogranite: les roches tonalitiques et leucotonalitiques se trouvent dans la partie supérieure de la pile ophiolitique, associées (bien que tardives par rapport à eux) à des ferrogabbros. Les roches plagioclasiques sont présentes dans les cumulats gabbroïques et dans la zone de transition avec le groupe de Séchilienne. Leur gisement indique une filiation à partir des cumulats gabbroïques. Ces mêmes cumulats gabbroïques paraissent également être à l'origine des ferro-gabbros et des plagiogranites auxquels ils sont étroitement associés. Un certain nombre d'arguments (cf.§ II, 3A) militent en faveur de l'existence d'une différenciation par filtre-presse au niveau des cumulats plagioclasiques. L'étude géochimique en cours permettra de vérifier dans quelle mesure ce mécanisme peut être générateur des tonalites et des leucotonalites échantillonnées dans le massif UB-B de Chamrousse-Tabor.

Dans les formations de Rioupéroux-Livet, la polarité concerne plus les modes de gisement que le faciès pétrographique (qui reste très homogène): les gros sills et petits massifs de la formation de Livet correspondent, semble t'il à des niveaux structuraux profonds tandis que les coulées et les filons de la formation de Rioupéroux expriment une position plus superficielle dans l'édifice, la série sommitale de Gavet correspondant vraisemblablement à un ensemble volcanoclastique. Ces formations de Rioupéroux et de Livet sont, d'autre part caractérisées par des intrications fréquentes entre les granites sodiques et les kératophyres. Ces deux types de matériaux manifestent ainsi un lien génétique.

2 - Comparaison avec le gisement d'autres granites sodiques:

Une compilation des publications concernant les granites sodiques met en évidence des similitudes entre ceux de l'ophiolite de Chamrousse-Tabor,et un certain nombre d'autres plagiogranites ophiolitiques. C'est le cas en particulier des plagiogranites de l'ophiolite de Sarmiento (Sud-Chili, C. Stern, 1979; A.D. Saunders et al., 1979); de ceux de l'ophiolite de Betts Cove (Terre-Neuve, R.A. Coish et al., 1982); de ceux de l'ophiolite de Coolac (Nouvelle Galle du Sud, P.M. Ashley et al., 1983) ainsi que ceux de l'ophiolite de Karmoy (Ouest norvégien, R.B. Pedersen et J. Malpas, 1984). Les plagiogranites de ces formations présentent les points communs suivants:

a -existence d'un cortège pétrographique souvent bien différencié à albitites, diorites quartziques, tonalites et leucotonalites,

b -gisement intrusif: sills filons et filonnets,

-même niveau d'apparition des plagiogranites dans la pile ophiolitique: au sommet d'une formation gabbroïque superposée à une séquence ultramafique.

Les travaux effectués sur ces massifs ophiolitiques montrent que le site géotectonique de leur mise en place est celui d'un bassin marginal.

De même, l'étude bibliographique permet de rapprocher les granites sodiques des formations de Rioupéroux et de Livet de ceux de certains massifs. C'est notament le cas des trondhjémites de Twillingate (Terre-Neuve, J.G. Payne et D.F. Strong, 1979), des granites sodiques de Chopawamsic (Virginie centrale, L. Pavlides, 1981), des granites albitiques de l'Est du Massif Central français (Brévenne-Morvan)(M. Piboule et al., 1982).

Les principales analogies entre ces granites sodiques sont:

a -la monotonie du faciès pétrographique (leucotonalites le plus souvent),

b -le gisement en unités de dimension importante: gros sills, massifs de taille variée

c -l'association à des métasédiments.

Ces formations correspondent à des arcs insulaires (Terre Neuve et Virginie), ou à un proto-rift ensialique (Brévenne).

Par leurs caractéristiques de gisement et de faciès, les plagiogranites de Chamrousse semblent comparables aux plagiogranites exprimés en contexte de bassin marginal. Par contre, les granites sodiques des formations de Rioupéroux et de Livet se rapprochent des granites sodiques des arcs insulaires ou des protorifts ensialiques.

Toutefois, le seul examen des modes de gisement ne saurait suffire pour permettre la détermination du site géotectonique. Par contre, en soulignant les rapports intimes entre faciès et révélant des mécanismes magmatiques, il constitue le cadre indispensable pour orienter et contraindre l' étude géochimique.

BIBLIOGRAPHIE

ALABASTER T., PEARCE J.A. et MALPAS J.(1982) The volcanic stratigraphy and petrogenesis of the Oman ophiolite complex. Contrib.Mineral.Petrol., 81, pp.168-183.

D.T. ALDISS (1981) Plagiogranites from the ocean crust and ophiolites. Nature,V.289,pp.557-558.

ASHLEY P.M. FRANKLIN B.J.et RAY A.S. (1983) Plagiogranites in the Coolac ophiolite suite, New South Wales, Australia. Geol.Mag., V.120, n°1, pp.1-20.

BODINIER J.L., DUPUY C., DOSTAL J. et CARME F. (1981) Chemistry of ophiolites from the Chamrousse complex (Belledonne massif, Alpes). Contrib. Mineral. Petrol., 78, pp.339-388.

CARME F. (1965) Sur deux formations d'origine volcanique des schistes cristallins anté-houillers de la chaîne de Belledonne (Alpes françaises), C.R. Acad. Sci, Paris, t. 260, pp.6401-6404

CARME F. (1975) Caractère chimique de deux ensembles de roches magmatiques pré-orogéniques du socle anté-houiller des Massifs cristallins externes alpins et des Monts du Lyonnais. C.R. Acad.Sci., Paris, (D), t.281, pp.89-92.

COISH R.A., HICKEY R. et FREY F.A. (1982) Rare earth elements of the Betts Cove ophiolite, Newfoundland: complexities in ophiolite formation. Geoch. Cosmoch.Acta, V. 46, pp.2117-2134.

COLEMAN R.G. et DONATO M.M. (1979) Oceanic plagiogranite revisited. in "Trondhjemites and related rocks", F. BARKER Ed., 1979, Elsevier, Amsterdam, pp.149-168.

FURNES H.,STURT B.A. et GRIFFIN W.L. (1980) Trace element geochimestry from the Karmoy ophiolite, southwest norvegian Caledonides, Earth Planet.Sci. Let. 50, pp. 75-91.

GERLACH D.C., LEEMAN W.P. et AVE LALLEMANT H.G. (1981) Petrology and geochemistry of plagiogranite in the Canyon Mountain ophiolite, Oregon. Contrib.Mineral. Petrol., 77, PP. 82-92.

MENOT R.P. (1979) Lithostratigraphie et pétrographie du groupe amphibolique de Séchilienne et du massif basique et ultrabasique de Chamrousse (Massif de Belledonne, Alpes occidentales françaises). Géologie Alpine, t.55, pp.93-110.

MENOT R.P. (1981) Présence d'ortholeptynites à caractère de plagiogranite au sein du complexe ultrabasique et basique de Chamrousse-Tabor (Massif de Belledonne, France). C.R. Acad.Sci., II, pp.1073-1077.

MENOT R.P., PEUCAT J.J., PIBOULE M. et SCARENZI D. (1984) Cambro-ordovician age for the ophiolitic complex of Chamrousse-Tabor (Belledonne massif, French external alpine domain). Meet. "Ophiolites through time", Nancy. Abstract in Ofioliti, V.9 suppl., p.43.

MENOT R.P., PEUCAT J.J., SCARENZI D. et PIBOULE M. (1984) A (continental ?) volcanic-arc of devono-carboniferous age in the french alpine external massifs : the Rioupéroux and Livet formations (Romanche Valley, Belledonne massif). Meet. "Ophiolites through time", Nancy. Abstract in Ofioliti, V.9 suppl., p.44.

PAVLIDES L. (1981) The central Virginia volcanic-plutonic belt: an island arc of cambrian (?) age. Geol.surv.prof.pap., 1231A, pp. 1-33.

PAYNE J.G. et STRONG D.F. (1979) Origin of the Twillingate trondhjemite, north-central Newfoundland: partial melting in the roots of an island arc. in "Trondhjemites and related rocks", F. BARKER Ed., 1979, Elsevier, Amsterdam, pp.489-516.

PEARCE J.A., HARRIS N.B.W., TINDLE A.G. et ALDISS D.T. (1984) Trace element discrimination diagrams for the tectonic interpretation of granitic rocks. J.of Petrol., 25, 4, pp.956-983.

PEDERSEN R.B. et MALPAS J. (1984) The origin of oceanic plagiogranites from the Karmoy ophiolite, western Norway. Contrib.Mineral.Petrol. 88, pp.36-52.

PIBOULE M., BRIAND B. et BEURRIER M. (1982) Géochimie de quelques granites albitiques dévoniens de l'Est du Massif Central français. N.Jb.Miner.Abh. I43, 3, pp.279-308.

SAUNDERS A.D., TARNEY J., STERN R.C. et DALZIEL .D.W.I. (1979) Geochemistry of Mesozoic marginal basin floor igneous rocks from southern Chile. Geol. Soc.Am.Bull., V.90, pp.237-258.

SCARENZI D. (1984) Les granites sodiques et les roches associées de l'ophiolite de Chamrousse-Tabor et du groupe de Rioupéroux-Livet (Isère, France); pétrographie et géochimie. Thèse 3ème cycle, Univ. Grenoble I,259p.

STERN C. (1979) Open and closed system igneous fractionation within two chilean ophiolites and the tectonic implication. Contrib.Mineral.Petrol. 63, pp.243-:258.

SUN S.S., NESBITT R.W. et SHARASKIN A.Y. (1979) Geochemical characteristics of mid-ocean-ridge basalts. Earth Planet.Sci.Lett., 44, pp.119-138.

TARNEY J., WOOD D.A., SAUNDERS A.D., CANN J.R. et VARET J. (1980) Nature of mantle heterogeneity in the North Atlantic: evidences from deep-sea rilling. Phil. Trans. Roy. Soc. London, A 297, pp.I79-202.

Planche n° I : Formations de Chamrousse et de Séchilienne

1 : Cumulats plagioclasiques dans les cumulats gabbroiques: gisement en filonnets.

2 : Gisement composite: intrication des faciès cumulatifs gabbroiques et plagioclasiques. (a): cumulat plagioclasique, (b): cumulat gabbroique, (c): enclaves gabbroiques.

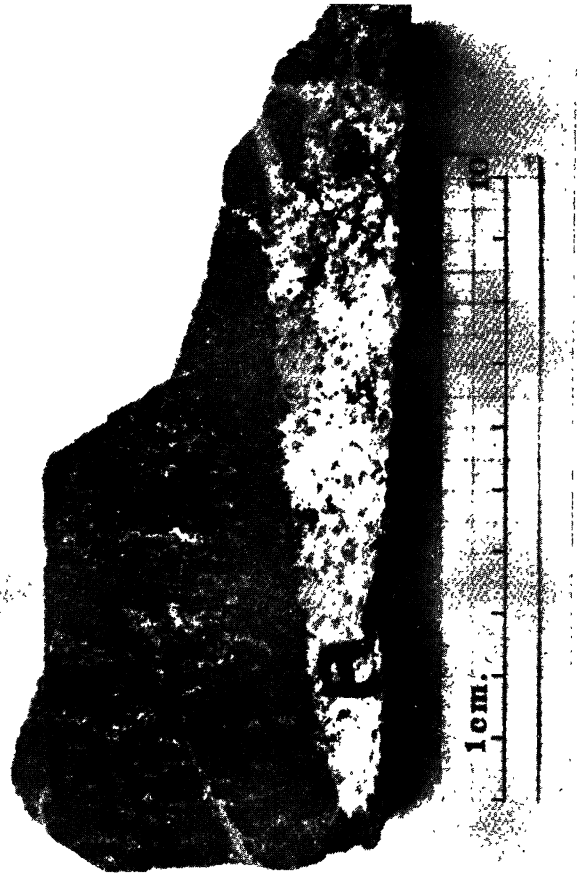
3 : Filons plagioclasiques recoupant des gabbros cumulats: accumulation des cristaux plagioclasique.

4 : Filon tonalitique présentant des bordures figées au contact avec le gabbro.

Planche n° I

1

2



3

4

Planche n° II : Formations de Rioupéroux et de Livet

5 : Filonnet de granite sodique intrusif dans des micaschistes (forêt de Rioupéroux).

6 : Granites sodiques en amygdales étirées dans un sill basique, interstratifié avec des sills de granite sodique (Rioupéroux s.s.).

7 : Alternance rubanée de La Balme (a) alternance leptynoamphibolique (b) sill de granite sodique intrusif.

8 : Filon kératophyrique intrusif dans des gabbros cumulats (Rioupéroux s.s.).

Planche n° II

5

6

7

8