

# **MAGMATISMES DANS LE SUD-EST DE LA FRANCE**

**SEANCE SPECIALISEE  
DE LA  
SOCIETE GEOLOGIQUE DE FRANCE  
ET DE  
L'ASSOCIATION DES GEOLOGUES DU SUD-EST**

**25-26 Octobre 1995  
Excursion le 27 Octobre 1995**

organisée par

**I'INSTITUT DE GEOLOGIE**

**Université de Nice - Sophia Antipolis**

# **MAGMATISMES DANS LE SUD-EST DE LA FRANCE**

**SEANCE SPECIALISEE  
DE LA  
SOCIETE GEOLOGIQUE DE FRANCE  
ET DE  
L'ASSOCIATION DES GEOLOGUES DU SUD-EST**

**25-26 Octobre 1995  
Excursion le 27 Octobre 1995**

organisée par

**L'INSTITUT DE GEOLOGIE**

**Université de Nice - Sophia Antipolis**

SEANCE SPECIALISEE  
DE LA SOCIETE GEOLOGIQUE DE FRANCE  
ET DE L'ASSOCIATION DES GEOLOGUES  
DU SUD-EST

UNIVERSITE DE NICE-SOPHIA ANTIPOLIS

MAGMATISMES  
DANS LE SUD-EST DE LA FRANCE

25-26 OCTOBRE 1995

EXCURSION LE 27 OCTOBRE

**J.P. Pupin, Institut de Géologie, Organisateur.**

**Lieu:** Université de Nice, Campus Valrose, Faculté des Sciences  
06108 NICE cedex 2  
Salle de séminaires du Bâtiment T.P. Sciences Naturelles (près de l'Isba)

(pour chaque communication, 15 mn de présentation + 5 mn de discussion)

**Mercredi 25 octobre 1995.**

**Après-midi 13 h 30 - 14 h 30**

Accueil des participants.

**14 h 30 - 15 h 00**

Allocutions d'ouverture.

**15 h 00 - 18 h 00**

**A.** Magmatismes pré-hercyniens (5 communications) (Présidence: G. Boillot).

**B.1.** Magmatisme hercynien (3 communications) (Présidence: G. Féraud).

**Jeudi 26 octobre 1995.**

**Matin 8 h 40 - 12 h 20**

**B.2.** Magmatisme hercynien (8 communications) (Présidence: F. Debon)

**C.1.** Magmatisme permotriassique (1 communication)

**Après-midi 14 h 00 - 18 h 00**

**C.2.** Magmatisme permien (5 communications) (Présidence: B. Bonin).

**D.** Magmatisme tertiaire (6 communications) (Présidence: H. Lapierre).

Mercredi 25 octobre 1995.

**A. Magmatismes pré-hercyniens (15 h 00 - 16 h 40).**

- 15 h 00 **Colombo F., Compagnoni R. & Lombardo B.**, Univ. Turin, Italie:  
Tectono-metamorphic implications of meta-igneous felsic rocks from the Argentera massif.
- 15 h 20 **Wirsing A.**, Inst. Min.Pétr. Pérolles, Fribourg, Suisse.:  
Petrography and geochemistry of the orthogneisses in the upper part of the Val Bérard (Aiguilles Rouges massif, Western Alps).
- 15 h 40 **Crévola G. & Pupin J.P.**, Univ. Bordeaux III & Nice:  
Les orthogneiss alumineux du socle varisque provençal.
- 16 h 00 **Lancelot J., Moussavou M., Pupin J.P. & Seyler M.**, Univ. Montpellier II, Nice & Lille:  
Témoins-clés de l'évolution anté-hercynienne et anté-cambrienne des Maures.
- 16 h 20 **Pupin J.P. & Crévola G.**, Univ. Nice & Bordeaux III:  
Apport de l'étude du zircon à la démonstration de l'origine granitique des "gneiss de la Cézarenque" (Cévennes méridionales, Massif Central français).
- 16 h 40 Pause.

**B.1. Magmatisme hercynien (17 h 00 - 18 h 00).**

- 17 h 00 **Abdelghaffar R., Darboux F., Montel J.M., Diot H., Didier J., Duthou J.L. & Pin C.**, Univ. Clermont-Ferrand II:  
Un granite sodique dans le Massif Central: le massif du col de la Chavade.
- 17 h 20 **Améglio L., Bayer R. & Vignerese J.L.**, Univ. Toulouse & Montpellier, CREGU Vandoeuvre/Nancy:  
Anomalie de Bouguer sur les granites de l'Aigoual et de Saint Guiral-Liron.
- 17 h 40 **Gardien V., Guillot S. & Lardeaux J.M.**, Univ. Lyon:  
Signature magmatique de l'évolution tardi-orogénique de la chaîne hercynienne: exemples de la bordure est du Massif Central français, du bloc corso-sarde et des massifs cristallins externes.

Jeudi 26 octobre 1995.

**B.2. Magmatisme hercynien (8 h 30 - 11 h 50).**

- 8 h 40      **Guillot S. & Pecher A.**, Univ. Lyon & Grenoble:  
Magmatisme carbonifère et décrochements ductiles dans le massif de Belledonne (Alpes).
- 9 h 00      **Debon F., Cocherie A., Ménot R.P., Guerrot C., Lacheney B., Vivier G. & Barféty J.C.**, Univ. Grenoble & Saint-Etienne, BRGM Orléans & Grenoble:  
Le granite des Sept Laux (massif de Belledonne): un représentant du plutonisme magnésien varisque des massifs cristallins externes des Alpes.
- 9 h 20      **Bussy F.**, Univ. Lausanne, Suisse:  
Une revue des âges radiométriques de mise en place de magmatites dans les massifs cristallins externes des Aiguilles-Rouges et du Mont-Blanc.
- 9 h 40      **Pupin J.P.**, Univ. Nice:  
Le zircon, marqueur de mélanges magmatiques à l'origine de granites de l'association subalcaline ferro-potassique: exemple du Mont-Blanc (Alpes).
- 10 h 00      Pause.
- 10 h 20      **Cadoppi P. & Bussy F.**, Univ. Turin, Italie & Lausanne, Suisse:  
Zircon typology and dating of caledonian and variscan granitoids in the Dora Maira massif (western Italian Alps).
- 10 h 40      **Morillon A.C., Sosson M., Féraud G. & Ruffet G.**, CNRS-Univ. Nice:  
Mise en évidence à partir de datations  $^{39}\text{Ar}/^{40}\text{Ar}$  de deux évolutions thermochronométriques distinctes au carbonifère supérieur de part et d'autre de l'accident de Grimaud (massif des Maures, SE France).
- 11 h 00      Pause.
- 11 h 10      **Rossi Ph. & Cocherie A.**, BRGM Orléans:  
Chronologie des intrusions du batholite corse: données de l'évaporation du plomb sur monozircon.
- 11 h 30      **Moine B., Lazareth Cl., Kaminsky E., Cottin J.Y. & Menot R.P.**, Univ. Saint-Etienne:  
Différenciation intracrustale des intrusions stratifiées ultrabasiqes-basiqes tardi-hercyniennes de Corse.

### C.1. Magmatisme permo-triasique (12 h 00 - 12 h 30).

- 11 h 50 **Bonin B.**, Univ. Paris-Sud:  
Les épisodes magmatiques permo-triasiques en domaine téthysien: fin ou début d'orogénèse(s) ?
- 12 h 20 DEJEUNER.

### C.2. Magmatisme permien (14 h 00 - 15 h 40).

- 14 h 00 **Dupuis V., Lapiere H. & Basile C.**, CNRS Nice & Univ. Grenoble:  
Les laves permiennes d'Agay (Esterel, France): une série tholéiitique transitionnelle émise dans un bassin en extension.
- 14 h 20 **Gondolo A. & Pupin J.P.**, Univ. Nice:  
Origine du caractère hyperpotassique des roches volcaniques acides de l'Esterel, Var, France.
- 14 h 40 **Mercury J.P., Bardintzeff J.M., Bonin B. & Platevoet B.**, Univ. Paris-Sud:  
Volcanisme explosif à la limite Permien-Trias dans la province anorogénique de Corse: la caldeira du Monte Cintu.
- 15 h 00 **Poitrasson F., Pin C. & Duthou J.L.**, Br.Geol.Surv., Nottingham, UK:  
Genèse des granites anorogéniques d'après les relations entre la pétrologie et les signatures isotopiques du Nd. Exemple de la province corse.
- 15 h 20 **Platevoet B., Bonin B., Bardintzeff J.M. & Mercury J.P.**, Univ. Paris-Sud:  
Contrôle des teneurs en terres rares et de quelques éléments en trace durant la différenciation des magmas monzo-syéniitiques à granitiques: le rôle des phases minérales accessoires.
- 15 h 40 Pause.

### D. Magmatisme tertiaire (16 h 00 - 18 h 00).

- 16 h 00 **Ruffini R., Cosca M., d'Atri A., Hunziker J.C. & Polino R.**, Univ. Lausanne, Suisse & CNR-CS Turin, Italie:  
The Taveyenne Formation: record of the tertiary alpine volcanism.
- 16 h 20 **Lapiere H., Tardy M., Tricart P., Féraud G. & Stephan J.F.**, Univ. Grenoble & Nice, CNRS Nice;  
Le contexte géodynamique des magmatismes calco-alcalins des grès de Taveyannaz, du Champsaur et de Saint-Antonin.
- 16 h 40 **Féraud G., Ruffet G., Stéphan J.F., Lapiere H., Delgado E. & Popoff M.**, CNRS Nice, Univ. Nice & Grenoble.  
Nouvelles données géochronologiques sur le volcanisme paléogène des Alpes occidentales: existence d'un événement magmatique bref généralisé.

- 17 h 00 **Chennaoui H. & Pupin J.P.**, Univ. Nice:  
Morphologie-géochimie de traces des zircons de l'estérellite, marqueurs de  
la contamination du magma calco-alcalin.
- 17 h 20 **Van Tellingen H.W., Verschure R.H. & Andriessen P.A.M.**, Univ.  
Amsterdam, Pays-Bas:  
Indications for an early miocene mafic dike swarms in western Corsica.
- 17 h 40 **Ottaviani-Spella M.M., Girard M. & Cheilletz A.**, Univ. Corte & Aix-  
Marseille III, CRPG-INPL Nancy:  
Le volcanisme acide burdigalien du sud de la Corse.
- 18 h 00 Clôture de la Réunion.

Mercredi 25 octobre 1995.

- A. Magmatismes pré-hercyniens (15 h 00 - 16 h 40).....p. 8  
B.1. Magmatisme hercynien (17 h 00 - 18 h 00).....p.14

Jeudi 26 octobre 1995.

- B.2. Magmatisme hercynien (8 h 30 - 11 h 50).....p.18  
C.1. Magmatisme permo-triasique (11 h 50 - 12 h 20).....p.27  
C.2. Magmatisme permien (14 h 00 - 15 h 40).....p.28  
D. Magmatisme tertiaire (16 h 00 - 18 h 00).....p.33

A

# Magmatismes pré-hercyniens

**TECTONO-METAMORPHIC IMPLICATIONS  
OF META-IGNEOUS FELSIC ROCKS  
FROM THE ARGENTERA MASSIF**

COLOMBO Fabrizio<sup>(1)</sup>, COMPAGNONI Roberto<sup>(1)</sup> and  
LOMBARDO Bruno<sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup>Dip. Sc. Min. Petrol., Via Valperga Caluso, 35 I-10125 Torino.

<sup>(2)</sup>C.N.R. C.S. Geod. Cat. Collis., c/o D.S.M.P. Via Valperga  
Caluso, 35 I-10125 Torino.

A new geologic survey and a petrologic study of the Malinvern-Argentera Complex, Argentera Massif (Maritime Alps), revealed the presence of metamorphosed felsic rocks which place tight constraints in reconstructing the tectonometamorphic evolution.

The metamorphosed felsic rocks were found in migmatite gneisses of the upper Val Gesso, and from oldest to youngest are:

1) leucocratic HP granulite associated to eclogite boudins, which most likely derives from pre-Caledonian rhyolite and/or leucogranite.

2) younger meta-dacite, which locally preserves relicts of the primary subvolcanic igneous fabric. The meta-dacite is locally crowded with basement xenoliths, mostly of Opx-bearing granulite.

3) meter-thick lenses of monzonitic augen gneisses, which locally preserve remnants of the primary igneous fabric. The monzonite gneisses are common especially in the Gelas-Maledia area.

These magmatic episodes predate the pervasive low pressure-high temperature metamorphism of Variscan age and indicate that in the Malinvern-Argentera Complex a Cover Unit, made up of meta-dacite and meta-granitoid rocks, may be differentiated from a Basement Unit made up of the leucocratic granulites and associated eclogites.

## PETROGRAPHY AND GEOCHEMISTRY OF THE ORTHOGNEISSES IN THE UPPER PART OF THE VAL BÉRARD (AIGUILLES ROUGES MASSIF, WESTERN ALPS)

WIRSING Angela

Institut de Minéralogie et de Pétrographie, Pérolles, CH-1700 Fribourg

The Aiguilles Rouges Massif is one of the External Massifs of the Helvetic zone in the Western Alps. Its pre-Mesozoic basement is composed of metasedimentary rocks, amphibolites, meta-ultrabasites, migmatites and orthogneisses formed under high-grade metamorphic conditions during Variscan orogeny (probably Lower Carboniferous). An anchimetamorphic overprint and brittle deformation was the result of the Alpine orogeny (von Raumer 1984).

In the Val Bérard a N-S striking banded metamorphic sequence comprises different types of orthogneisses (meta-granitoids) and metasedimentary rocks (metapsammopelites). The main foliation  $S_2$  dips steeply towards E or W (Schulz & von Raumer 1993). A profile from W towards E starts with a migmatitic K-feldspar-augengneiss (qtz, kf > plag, bt, ms) with twinned K-feldspar porphyroclasts up to 5 cm. A hornblende-biotite-orthogneiss with varying contents of green hornblende and biotite besides quartz, plagioclase and rare K-feldspar. An augen-bearing orthogneiss is abundant in biotite and characterized by missing primary white mica. The augens are composed either of microcline or a mélange of qtz, plag and kf. The last two types appear as steeply dipping folds of km-scale (Schulz & von Raumer 1993). Towards E a granitic orthogneiss (qtz, plag > kf, bt, ms) shows a ductile deformation. Small scale shear zones and S-C fabrics are frequent. A leucocratic gneiss appears as lenses with a sharp contact at the different lithologic boundaries and as intercalations in the metasedimentary units. The transition from the orthogneiss units to the metapsammopelites is sometimes faded. A probable interpretation for this feature is an interlocking of volcanic and sedimentary sequences.

Geochemical analyses show that all orthogneisses are calc-alkaline to high-K calc-alkaline and predominantly peraluminous rocks. Different variation diagrams have pointed out three groups:

- (1) intermediate with 60-65% SiO<sub>2</sub> (hornblende-biotite-gneiss)
- (2) acid with 65-69% SiO<sub>2</sub> (migmatitic K-feldspar-augengneiss, biotite-rich augengneiss, granitic orthogneiss)
- (3) acid with 74-76% SiO<sub>2</sub> (leucocratic gneiss)

Using trace element variation diagrams (e.g. Rb vs. Y+Nb after Pearce et al. 1984) evidence is given for a volcanic arc environment. Data from the leucocratic gneiss plots in the field of syn-collision granites which might indicate the late stage evolution of a hypercollision. The first two groups could be the result of magmatic differentiation (dacit-rhyodacite-rhyolite) or the product of volcanic activity distinct in space and time.

### References:

- Pearce, J.A. et al. (1984): Trace element discrimination diagrams for the tectonic interpretation of granitic rocks.- *J. Petrol.* **25**, 956-983.
- von Raumer, J.F. (1984): The External Massifs, relics of Vaiscan basement in the Alps.- *Geol. Rdsch.* **73**, 1-31.
- Schulz, B. & von Raumer, J.F. (1993): Syndeformational Uplift of Variscan High-pressure Rocks (Col de Bérard, Aiguilles Rouges Massif, Western Alps).- *Z. dt. geol. Ges.* **144**, 104-120.

## LES ORTHOGNEISS ALUMINEUX DU SOCLE VARISQUE PROVENÇAL

Gilbert CREVOLA\* et Jean-Pierre PUPIN\*\*

\* *Institut de Géodynamique, Université Michel de Montaigne - Bordeaux III, 33405 Talence Cédex, France.*

\*\* *Z.I.R.C., Institut de Géologie, Université de Nice, Parc Valrose, 06108 Nice Cédex 2, France.*

L'étude cartographique, pétrographique et structurale de la transversale septentrionale du socle provençal (Pierrefeu - la Garde-Freinet - St Aygulf, dans le massif des Maures, et Pennafort - Vallauris, dans le massif de Tanneron) [1 à 6] a permis de mettre en évidence 5 formations principales d'orthogneiss granitiques anté-tectoniques de type alumineux. Ces orthogneiss présentent des faciès métagranitiques, blastomylonitiques, ou migmatitiques, avec des passages progressifs. En dehors de ces orthogneiss bien caractérisés, plusieurs formations migmatitiques à faciès "d'embranchement", épaisses et homogènes, mais sans reliques métagranitiques, correspondent vraisemblablement aussi à d'anciens granites (gneiss migmatitiques de Cannes et de Mandelieu, d'Auribeau, de Peygros, leptynites des Adrets [2, 3]).

Les 5 formations orthogneissiques alumineuses sont, d'Est en Ouest :

- **l'orthogneiss de Tanneron** [1, 2] (13 x 1,5 km), à cordiérite et grenat magmatiques, à grain fin non porphyroïde, à composition monzonitique, mais avec plusieurs petits massifs annexes;
- **le complexe orthogneissique du Reyran et des Issambres** [2] (30 x 3 km), à cœur d'orthogneiss granodioritique à grain fin et à enclaves sombres (orthogneiss du Bois de Bagnols) enveloppé par un cortex de gneiss ocellés mylonitiques (gneiss de la Moure, de Malpasset et des Issambres);
- **le complexe orthogneissique du Fournel et du Rioutard** [2] (30 x 3 km), composé de divers orthogneiss de compositions variées, non porphyroïdes, dont certains à cordiérite magmatique et à enclaves sombres (il sera présenté lors de l'excursion du 27 Octobre);
- **l'orthogneiss de la Garde-Freinet** [5] (20 x 2 km), à grain fin, non porphyroïde, à enclaves sombres, et à cordiérite magmatique, de composition granodioritique;
- **l'orthogneiss de Bormes** [8,9] (35 x 5 km), porphyroïde, à grain grossier, à enclaves sombres, de nature monzogranitique, comportant des portions reliques à cordiérite magmatique (granite de Barral).

L'étude de la typologie du zircon [9], de la minéralogie originelle et de la géochimie (50 analyses) montrent que les granites originels étaient des granites anatectiques peralumineux de fusion crustale, avec participation mantellique [10]. En particulier, les zircons de l'orthogneiss de Bormes, qui ont fait l'objet d'une étude géochimique (120 analyses) montrent l'existence de noyaux caractéristiques d'un protolithe composite [10].

L'importance volumétrique de ces granites montre l'existence d'une fusion crustale dont d'âge est encore indéterminé et qu'il conviendra de relier à un événement géodynamique paléozoïque ou infrapaléozoïque.

**REFERENCES.** [1] CREVOLA, Thèse, 1977; [2, 3, 4, 5] Feuilles Fréjus-Cannes, Grasse-Cannes, St-Tropez - Cap Lardier et Fayence; [6] CREVOLA *et al.* Sci. géol., 44, 1991; [7] CREVOLA, C.R.A.S., 301, 1985; [8] MALUSKI, Thèse, 1968; [9] PUPIN, Thèse, 1976; [10] PUPIN, C.R.A.S., 319, 1994.

## TEMOINS-CLES DE L'EVOLUTION ANTE-HERCYNIENNE ET ANTE-CAMBRIENNE DES MAURES.

LANCELOT J.<sup>1</sup>, MOUSSAVOU M.<sup>1</sup>, PUPIN J.P.<sup>2,1</sup> & SEYLER M.<sup>3</sup>

(1) URA CNRS 17-63 Géochronologie-Géochimie-Pétrologie, "Pétrologie de la Croûte et de ses Interfaces", USTL, case courrier 066, place E. Bataillon, 34095 MONTPELLIER Cedex 5.

(2) Laboratoire de Pétrologie-Minéralogie, Institut de Géologie, Faculté des Sciences, Parc Valrose, 06108 NICE Cedex 2.

(3) Département de Géologie, SN5, Université de Lille, 59655 VILLENEUVE-D'ASCQ Cedex.

Des datations systématiques par la méthode U-Pb sur monazite et sur zircons ont été entreprises dans le Massif des Maures-Tanneron et se poursuivent actuellement depuis plus d'un an en collaboration avec le BRGM. Les données présentées ci-dessous correspondent à la première phase des travaux.

Une phase majeure de l'évolution géodynamique anté-hercynienne est mise en évidence dans le Massif des Maures par la datation de 3 niveaux de leptynites alcalines (Valescure, Tourtins, Rouve-Gavot) associées à des amphibolites.

La typologie des zircons datés par U/Pb indique une origine ortho pour ces leptynites et une cristallisation dans des roches effusives alcalines différenciées de rifts intracontinentaux. Un âge de  $507 \pm 5/4$  Ma est déterminé dans le diagramme Concordia et interprété comme celui de la mise en place d'un magmatisme bimodal caractéristique d'une phase majeure de distension crustale en domaine continental, déjà reconnu dans les segments varisques voisins du Sud du Massif Central (Lozère, Montagne Noire) et en Péninsule Ibérique (Alto Alentejo, SE-Galice).

Il a été proposé pour les orthogneiss de Bormes un âge cadomien, sur la base de données K-Ar sur biotite, des analyses K-Ar sur ~~marbre~~ <sup>marbre</sup> donnant un âge varisque. La typologie des zircons de ces orthogneiss correspond bien à un ancien granite alumineux d'anatexie crustale. Les analyses U/Pb ont été réalisées sur un échantillon d'un faciès de ces orthogneiss dit "granite de Barral". Ces données U/Pb sont similaires à celles obtenues récemment sur des orthogneiss prélevés en carrières à proximité de Bormes.

Les zircons de ces échantillons présentent très fréquemment une composante héritée (sous forme de coeurs) à laquelle correspond dans le diagramme Concordia un intercept supérieur compris entre 1510 et 1580 Ma considéré comme l'âge minimum des zircons hérités pouvant être d'origine détritique dans les roches ayant subi la fusion partielle. L'intercept inférieur fournit un âge de  $344 \pm 15$  Ma considéré comme l'âge de mise en place d'un granite syncinématique. Une fraction de monazite fournit un point concordant à  $318 \pm 12$  Ma. Cet âge est considéré comme celui de franchissement de l'isotherme 600 °C. Ces datations impliquent donc de considérer les orthogneiss de Bormes, non pas comme des terrains précambriens repris lors de l'orogénèse varisque, mais comme un pluton granitique varisque syncinématique. L'âge ancien obtenu sur biotite par K/Ar pouvant être dû à un excès d'argon radiogénique.

APPORT DE L'ETUDE DU ZIRCON A LA DEMONSTRATION DE L'ORIGINE GRANITIQUE DES GNEISS DE LA CEZARENQUE (CEVENNES MERIDIONALES, MASSIF CENTRAL FRANCAIS)

Jean Pierre PUPIN\* et Gilbert CREVOLA\*\*

\* Z.I.R.C., Institut de Géologie, Université de Nice, Parc Valrose, 06108 Nice Cedex 2, France

\*\* Institut de Géodynamique, Université Michel de Montaigne - Bordeaux III, 33405 Talence Cedex, France.

Dans les Cévennes méridionales, au NW d'Alès, le complexe des Gneiss de la Cézarenque [1, 2, 3], intercalé au sein des micaschistes cévenols, est constitué d'alternances de trois termes principaux : a) des gneiss oeuillés et micro-oeuillés, b) des gneiss micacés albitiques, c) de micaschistes.

Jusqu'au début des années 80 les gneiss de la Cézarenque ont été interprétés soit comme une ancienne série détritique associant des conglomérats à galets feldspathiques à des produits plus fins et phylliteux [1, 2], soit comme une ancienne série volcano-sédimentaire [4]. Ils ont été réinterprétés depuis comme dérivant d'anciens granites [3, 5, 6] par **blastomylonitisation synmétamorphe avec transfert de matière**, les différents termes correspondant à des produits parvenus à différents stades de transformation.

Si l'origine granitique des gneiss oeuillés et micro-oeuillés est claire (portions à texture granitique conservées, enclaves, contacts magmatiques) [5, 6], le type chimico-minéralogique du granite originel ne peut être déterminé avec précision par utilisation de diagrammes discriminants géochimiques faisant intervenir les éléments majeurs en raison de modifications chimiques importantes intervenant dans la transformation dès le stade orthogneiss. L'origine granitique des produits banalisés (gneiss micacés albitiques et micaschistes) est en revanche plus délicate à démontrer (transformations progressives, reliques minéralogiques).

Les études typologique (6 échantillons de gneiss oeuillés et micro-oeuillés, 4 échantillons de gneiss albitiques micacés, 1 échantillon de micaschiste) [7] et géochimique du zircon [8] (225 analyses  $HfO_2$ ,  $Y_2O_5$ ,  $ThO_2$  et  $UO_2$  sur 2 échantillons de gneiss oeuillés) apportent des éléments complémentaires pour la caractérisation de cette association.

Dans tous les échantillons étudiés, les populations de zircons ne montrent pas de variations très sensibles. Les zircons sont subautomorphes de type S avec de très rares surcroissances et fréquemment des noyaux reliques, soit de type calco-alcalin, soit de type anatectique. Dans le diagramme (A, T) ils se situent dans le domaine anatectique avec de fortes valeurs de T.

Ces caractères permettent : a) de démontrer une communauté d'origine pour les divers termes du complexe, b) de caractériser précisément le protholite. Le granite initial était un granite d'anatexie crustale avec faible participation mantellique. Il peut être rapproché des granites cambriens de la Mancellia type Vire, ou des granites à cordiérite-grenat-hypersthène de Darongshan (Chine) et des orthogneiss de Bormes (Maures).

**REFERENCES.** [1] PELLET, Bull. Serv. Carte géol. Fr., LXI, 282, 1972; [2] WEISBROD & MARIGNAC, C.R.A.S. 266, 1968; [3] BROUDER, Feuille Bessèges à 1/50 000, 1989; [4] CHENEVOY, Rev. Géogr. Phys. Géol. Dyn., 3, 1968; [5] CREVOLA *et al.*, C.R.A.S., 296, 1983; [6] CREVOLA, Geodin. Acta, 1, 1987; [7] PUPIN, Contr. Min. Petr., 73, 1980; [8] PUPIN, S.G.F., 163, 1992; [9] PUPIN, C.R.A.S., 319, 1994.

**B.1-2**

# **Magmatisme hercynien**

## Un granite sodique dans le Massif Central: le massif du Col de la Chavade

R. ABDELGHAFAR, F. DARBOUX, J.M. MONTEL, H. DIOT, J. DIDIER, J.L. DUTHOU, C. PIN  
CNRS, URA 10 Magmas et Volcans, Université Blaise Pascal, Clermont -Ferrand

Le Granite du Col de la Chavade qui affleure au Col du même nom sur la N 102, et occupe une partie du flanc Nord de la très haute vallée de l'Ardèche. Il est depuis Bertucat (1956) classiquement rangé parmi les granites tardimigmatitiques du Velay. Il est constitué d'un massif principal et de petits massifs périphériques, intrusifs dans les gneiss oillés, affectés par la phase de déformation 3 (plissement) et une migmatisation limitée, dans le domaine de stabilité de la biotite (M3). L'étude structurale (ASM et étude de l'encaissant) montre que le massif principal a la forme d'un laccolite faiblement penté vers le Sud. Il est fortement structuré, en parfaite concordance avec les structures de l'encaissant. Les relations de terrain montrent que sa mise en place est contemporaine d'un événement migmatitique, et de la mise en place de vaugnérites, ce qui suggère qu'il se met en place durant la phase D3-M3 du domaine varisque.

Sur le plan pétrographique, c'est une roche très fraîche, leucocrate, à grain très fin, à fine biotite à tendance aciculaire. Sa composition minéralogique est celle d'une leucogranodiorite. Il ne contient pas de minéraux colorés autres que biotite, ni d'enclaves microgrenues ni surmicacées, mais seulement des enclaves de granodiorites à gros grain de composition minéralogique identique. Muscovite et chlorites sont rares et secondaire. La paragenèse accessoire comprend de la monazite, abondante, du zircon, et des sulfures.

Ses caractéristiques géochimiques sont exceptionnelles pour le Massif Central. Il s'agit d'un granite sodique ( $\text{Na}_2\text{O} > \text{K}_2\text{O}$ ), et ferrifère, légèrement peralumineux (1.3-1.8 % Cor norm.). Il est très riche en Sr (> 800 ppm) et Ba (>1300 ppm), avec un spectre de terre rares enrichi en terres rares légères (Ce=100 ppm), très fractionné, sans anomalie en Eu. La thermométrie REE et Zr indique qu'il se serait formé vers 750 °C.

Une tentative de datation par la méthode Rb/Sr sur roche totale a donné  $349 \pm 36$  Ma comme meilleure estimation, avec de grandes difficultés en raison du faible étalement du rapport Rb/Sr. Le rapport isotopique du Sr ramené à 350 Ma donne pour 8 échantillon de 0.70575 à 0.70622, ce qui est exceptionnellement bas pour un granite du Massif Central.

Pour le moment deux hypothèses sont proposées pour l'origine de ce granite: différenciation à partir d'un souche basique mantellique, ou fusion partielle de niveau d'amphibolites. Compte tenu de son âge estimé et de sa structure interne, ce granite ne peut plus être considéré comme tardimigmatitique.

## Anomalie de Bouguer sur les granites de l'Aigoual et de Saint Guiral-Liron

L. Améglio<sup>1,2</sup>, R. Bayer<sup>3</sup>, J.L. Vignerresse<sup>2</sup>

1 URA-CNRS 067, Péetrophysique/Tectonique, Univ. Paul Sabatier, 31400 Toulouse

2 CREGU, BP 23, 54501 Vandoeuvre/Nancy

3 URA-CNRS 1760, ISTEEM, Géophysique et Tectonique, 34095 Montpellier

Les massifs granitiques de l'Aigoual et de Saint Guiral-Liron ( $290 \pm 10$  Ma) affleurent entre Alès et Millau, au sud-est du Massif Central, dans les schistes des Cévennes. Ils paraissent congénères, bien que de chimisme différent. L'Aigoual, au nord, est séparé de Saint Guiral-Liron par un accident NW-SE en bordure duquel affleurent les calcaires jurassiques des Causses. Le complexe est granodioritique à tendance monzonitique. Le caractère porphyritique du centre passe peu à peu à des microgranites en bordure. Le mécanisme d'intrusion a été décrit comme diapirique (DeWaard, 1949) alors que les fabriques magmatiques dans la partie centrale du massif sous-tendent deux hypothèses: l'une en lame déversée vers le sud avec succession d'antiforme et de synforme, l'autre un complexe de bulles de magma emboîtées (Oberlinkels, 1985).

Pour cerner sa géométrie en profondeur, 275 mesures gravimétriques à maille de 1 km, ont été réparties sur 2 zones à l'est et à l'ouest du granite de Saint Guiral-Liron. Ces données permettent d'établir une carte de l'anomalie de Bouguer avec une précision de  $\pm 0.035$  mgal. Les densités des terrains (cornéennes 2.745; schistes 2.721; gneiss 2.654 et granites 2.633) sont mesurées sur échantillons.

L'anomalie de Bouguer s'étale de -35 à -52 mgal avec un gradient croissant vers le nord-est. Les courbures et gradients d'isanales soulignent les fractures NE-SW qui décalent les granites. A l'ouest, un fort gradient négatif vers le NE contourne l'affleurement. A l'est, une bande d'anomalie d'environ 15 km, chevauche le contact nord du granite. Cette zone est bordée au NW par un fort gradient qui contraste avec la remontée lente et régulière observée à l'est.

Les modélisations 2D des données gravimétriques permettent d'assimiler le complexe à un laccolithe dissymétrique plus épais au sud (5-7 km) qu'au nord (1-2 km), et se prolongeant sous sa couverture. Dans la partie ouest, le contact du granite avec l'encaissant est fortement redressé, à pendage vers le NE, géométrie confirmée par la faible amplitude du développement de l'auréole du métamorphisme de contact. Une étude 3D du massif, jointe à une étude structurale ASM permettrait d'étudier les relations avec le granite du Mont-Lozère au nord.

**SIGNATURE MAGMATIQUE DE L'ÉVOLUTION TARDI-OROGÉNIQUE DE LA CHAÎNE HERCYNIENNE: EXEMPLES DE LA BORDURE EST DU MASSIF CENTRAL FRANÇAIS, DU BLOC CORSO-SARDE ET DES MASSIFS CRISTALLINS EXTERNES.**

**GARDIEN Véronique, GUILLOT Stéphane et LARDEAUX Jean-Marc.**

**Lab. Pétrol. Tecto. UCB Lyon I et URA 726, 69622 Villeurbanne, France.**

Des études récentes dans la chaîne Paléozoïque ont démontré que l'extension d'une croûte préalablement épaissie était guidée par des forces gravitaires associées à la migmatitisation de la croûte intermédiaire et au développement de failles normales ductiles. Sur la bordure est du Massif Central durant l'extension (330-290 Ma) qui affecte les séries métamorphiques, se mettent en place les granites qui forment le dôme du velay au cours de 2 étapes majeures qui sont: i) un stade initial de fusion hydratée (320 Ma) associé à des températures de l'ordre de 750°C et des pressions de 5 kbar, ii) un stade de fusion anhydre (300 Ma) associé à des températures de 760 et 850°C et des pressions de 3-4 kbar. En Corse occidentale et en Sardaigne des séries métamorphiques Paléozoïques sont affectées par des déformations extensives dans les conditions BP-HT (600-650°C, 4 kbar). Des plutons Carbonifères calc-alkalins intrudent ces séries et sont également déformés. Leurs structures internes observées sont parallèles à celles décrites dans les séries métamorphiques suggérant que la mise en place de ces granites est contemporaine de la déformation extensive qui affecte les séries métamorphiques. Des observations similaires ont été faites dans des portions de la croûte Hercynienne démantelée par la tectonique alpine. La zone interne du Massif du Haut Dauphiné qui appartient aux Massifs cristallins externes est formée d'amphibolites associées à des migmatites à cordiérite et recoupé par des granites d'anatéxie (300 Ma). L'évolution pression température des roches basiques se fait dans les conditions de haute température (750-850°C) et basse pression (4-6 kbar). En revanche, dans les séries d'Allemond-Rochetaillée (Massif de Belledonne) une déformation extensive calée entre le Viséen supérieur et le Stéphanién affecte des séries Paléozoïques pour des conditions pression-température comprises entre 600-650 °C et 4-6 kbar. En résumé, les données thermobarométriques obtenues sur ces différents secteurs de la chaîne Paléozoïque montrent que la fin de l'évolution thermomécanique contemporaine d'une tectonique extensive est associée à un régime thermique contrasté. Ce contraste peut refléter i) des niveaux structuraux différents dans la croûte, ii) des circulations locales de fluides induisant la fusion des roches crustales à plus basse température iii) l'injection de magmas basiques en base de croûte apportant une source de chaleur supplémentaire par advection.

## MAGMATISME CARBONIFERE ET DECROCHEMENTS DUCTILES DANS LE MASSIF DE BELLEDONNE (ALPES)

GUILLOT stéphane<sup>1</sup> et PECHER Arnaud<sup>2</sup>

1 : LPT (CNRS et UCB-LYON); 2 : LGCA (CNRS et UJF-Grenoble)

Le trait majeur du Massif de Belledonne (Alpes Occidentales) est l'existence de grands décrochements (> 100 km) d'âge hercynien, réactivés à l'alpin. L'étude structurale du granite des Sept-Laux, jalonné par deux décrochements (accidents de Belle-Etoile à l'Ouest et Eau d'Olle à l'Est) permet de faire le lien entre le magmatisme carbonifère et cette tectonique décrochante.

Le granite des 7-Laux forme un corps allongé de plus de 50 km de long pour 2 à 4 km de large de direction NNE daté à  $332 \pm 13$  Ma, caractéristique de la lignée calco-alkaline potassique du Carbonifère inférieur. L'étude structurale a permis de mettre en évidence l'existence d'une foliation magmatique omniprésente dans l'ensemble du massif. Cette foliation, de direction globale N20°, pentée vers l'Est de 70 à 90° est parallèle aux épontes du granite et associée à une linéation minérale subhorizontale de même direction. Les trajectoires de foliation dessinent au sein du granite, des sigmoïdes délimitant des couloirs de cisaillements senestres tardi-magmatiques dont la direction et la cinématique sont compatibles avec le fonctionnement des accidents de bordure. Une telle géométrie suggère une mise en place syntectonique du granite des Sept-Laux à la faveur de décrochevements senestres d'âge Carbonifère inférieur.

Peu d'accidents ductiles senestres du type des Sept-Laux ont été rapportés à cette époque, à l'exception des accidents du Sud-Morvan et de la faille de Ramatuelle-Plan de la Tour dans les Maures. De part leur direction et leur cinématique, les accidents du type des Sept-Laux confirment l'importance de déplacements vers le Nord de la partie orientale des massifs hercyniens sud-européens.

LE GRANITE DES SEPT LAUX (MASSIF DE BELLEDONNE): UN REPRÉSENTANT DU  
PLUTONISME MAGNÉSIEEN VARISQUE DES MASSIFS CRISTALLINS EXTERNES DES ALPES

DEBON François<sup>1</sup>, COCHERIE Alain<sup>2</sup>, MÉNOT René-Pierre<sup>3</sup>, GUERROT Catherine<sup>2</sup>,  
LACHENY Benjamin<sup>1</sup>, VIVIER Gérard<sup>4</sup> & BARFÉTY Jean-Claude<sup>5</sup>

<sup>1</sup> LGCA (CNRS), Institut Dolomieu, Grenoble - <sup>2</sup> BRGM, Orléans -  
<sup>3</sup> URA 110 (CNRS), Université de St Etienne - <sup>4</sup> CNRS, Grenoble - <sup>5</sup> BRGM, Grenoble

Le massif de Belledonne comprend trois axes granitiques majeurs, parallèles à son allongement, tous localisés dans son domaine nord-oriental (Sept Laux, Saint Colomban, La Lauzière). Le granite des Sept Laux forme un ruban d'environ 50 km de long sur seulement 2 à 4 km de large, intrusif dans un ensemble de gneiss et migmatites. Sa structure zonée concentrique, reconnue dans la partie méridionale du pluton, réunit deux unités (Debon *et al.*, 1994): (1) une *unité externe*, très hétérogène, principalement composée d'adamellites à biotite, sub-leucocrates à leucocrates, foliées, porphyroïdes ou à grain fin, localement très riches en enclaves ignées basiques (vaugnérites et durbachites notamment) et en *septa* de gneiss encaissants; (2) une *unité interne*, parallèle à l'allongement du pluton, homogène, constituée d'une adamellite sub-leucocrate à biotite, à foliation discrète, grain moyen, très pauvre en enclaves microgrenues (<< 1%). La mise en place des termes porphyroïdes a précédé celle des granites à grain fin et celle de l'unité interne. Globalement, cette mise en place apparaît tardi-cinématique par rapport à la structuration tectono-métamorphique varisque du massif de Belledonne. Les termes granitiques (adamellites principalement) des deux unités sont riches en Na, Ba et Sr. Ils représentent une association peu différenciée, de type subalcalin (intermédiaire entre l'alcalin et le calcoalcalin), à caractère *magnésien*.

La mise en place du granite des Sept Laux a été datée par la méthode d'évaporation du plomb sur monozircons, appliquée à une adamellite de l'unité interne. De nouvelles mesures ont permis d'affiner l'âge précédemment obtenu ( $332 \pm 13$  Ma; Debon *et al.*, 1994), conduisant désormais à une valeur de  $337 \pm 13$  Ma (Viséen).

L'indice typologique des zircons du granite des Sept Laux situe celui-ci dans le domaine 3 de J.P. Pupin, c'est-à-dire parmi les granites dérivant, pour l'essentiel, de la croûte continentale. Toutefois, son caractère subalcalin et magnésien, sa richesse en enclaves basiques, les particularités chimiques qu'il partage avec elles, et son rapport  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  initial peu élevé (0,7066) s'accordent avec une contribution mantélique. Son origine serait donc hybride, à la fois crustale et mantélique. Une telle composante mantélique conforte les modèles de mise en place en contexte de transtension avec amincissement relatif de la croûte.

Sur la base du caractère magnésien ou ferrifère, deux grands groupes peuvent être distingués parmi les plutons carbonifères des massifs cristallins externes des Alpes. (1) Un groupe fortement magnésien, dont la mise en place, précoce, se situerait essentiellement au Viséen ( $\approx 330$ -340 Ma). Le granite des Sept Laux en est un bon représentant. Très largement développés dans les massifs de Belledonne, Grandes Rousses et Pelvoux occidental, ces granites fortement magnésiens semblent par contre assez rares (Aar, Pelvoux central et oriental) ou inexistantes ailleurs. On les retrouve cependant dans le batholite de la Corse, dont l'unité Mg-K est, là aussi, la plus précoce. (2) Un groupe plus ou moins ferrifère, développé dans les massifs de l'Aar (granite central), du Mont Blanc, de l'Argentera et peut-être aussi du Gothard, dont la mise en place se situe au Stéphanien ( $\approx 300$  Ma). Nombre des granites du Pelvoux central et oriental, à caractère faiblement magnésien ou ferrifère et d'âge encore mal défini, pourraient soit se rapporter à ce dernier groupe soit constituer un groupe transitionnel autonome. L'étude comparée des deux grands groupes plutoniques mérite d'être approfondie et étayée, notamment au plan chronologique, les âges fiables de mise en place faisant encore défaut pour bien des plutons, en particulier pour tous ceux du Pelvoux.

Debon F., Cocherie A., Ménot R.P., Vivier G. & Barféty J.C. (1994) - Datation du plutonisme magnésien varisque des massifs cristallins externes des Alpes: l'exemple du granite des Sept Laux (massif de Belledonne, France). *C.R. Acad. Sci. Paris*, 318, II, 1497-1504.

## UNE REVUE DES ÂGES RADIOMÉTRIQUES DE MISE EN PLACE DE MAGMATITES DANS LES MASSIFS CRISTALLINS EXTERNES DES AIGUILLES- ROUGES ET DU MONT-BLANC

François BUSSY, Geochronology Lab., Royal Ontario Museum, 100, Queen's Park, Toronto, Ontario, Canada, M5S 2C6. Adresse permanente: Institut de Minéralogie, BFSH2-Université, CH-1015 LAUSANNE

Le Mont-Blanc (MB) et les Aiguilles-Rouges (AR) représentent, à l'instar des autres massifs cristallins externes, les rares témoins de l'histoire pré-mésozoïque de l'arc alpin occidental, ayant échappé à une forte surimpression tectonométamorphique alpine. Les deux massifs consistent en un assemblage complexe de paragneiss, d'orthogneiss, de métavolcanites interstratifiées, de lentilles (ultra)mafiques et de corps granitiques. A l'exception des intrusions les plus tardives, toutes ces roches ont été affectées par une histoire tectonométamorphique complexe, qui inclut au minimum un événement métamorphique de haute pression (éclogitisation), suivi d'une anatexie poussée associée à une structuration subverticale majeure de direction NS. L'existence d'un socle antécambrien n'a pas été démontrée à ce jour. Dans un ensemble aussi complexe, une approche géochronologique efficace consiste à déterminer l'âge de mise en place des différentes générations de roches magmatiques en présence. Compte tenu de la nature polymétamorphique de ces unités, les méthodes de datation au Rb/Sr, K/Ar et Ar/Ar, très sensibles aux variations dynamométamorphiques, ne sont pas adaptées. Ainsi, des tentatives de datation du granite du Mont-Blanc par la méthode au Rb-Sr par Baggio et al. (1967) et Bussy et al. (1989) n'ont-elles pas donné de résultats satisfaisants. Il en est de même des datations K/Ar effectuées dans les deux massifs par Krummenacher et Evernden (1960) ou Soom (1990), qui indiquent au mieux l'âge du métamorphisme alpin, sinon des valeurs mixtes ininterprétables.

La méthode qui s'impose est celle de l'U-Pb sur zircons, qui, lorsqu'elle est bien conduite, permet de remonter à l'âge de cristallisation des magmas. Une série de datations sur zircon fut entreprise par Buchs et al. (1962, 1970, 1971), mais les techniques employées alors (plomb total ou évaporation directe), non fiables, produisirent des résultats inutilisables. La première datation moderne sur une éclogite du lac Cornu (AR), appliquant les techniques de dilution isotopique, est due à Paquette et al. (1989); un âge de 453 Ma a été interprété comme l'âge du protolithe basique à l'origine des boudins éclogitiques.

Un projet de datation U-Pb sur zircon de diverses magmatites des massifs MB et AR a débuté en 1990. Les résultats actuellement disponibles sont les suivants.

Dans le massif du MB, un grand corps de gneiss ocellé d'affinité calco-alcaline a donné un âge concordant de  $453 \pm 3$  Ma et une intersection supérieure avec la courbe Concordia à  $1196 \pm 40$  Ma. Ces orthogneiss ont subi une fusion partielle le long de zones de cisaillement transpressif dextre d'orientation N10, conduisant à la production de mobilisats anatectiques datés à  $317 \pm 2$  Ma par des monazites. Les structures N10 sont recoupées par le granite du Montenvers, une intrusion hyperalumineuse fortement déformée, dont les zircons ont donné un âge de  $307 +6/-5$  Ma. Le volumineux granite ferro-potassique du Mont-Blanc s'est mis en place consécutivement à  $304 \pm 3$  Ma, tandis que des rhyolites adjacentes ont donné un âge sur zircon de  $307 \pm 2$  Ma et une intersection supérieure à  $639 \pm 30$  Ma. Dans le massif des AR, le granite hyperalumineux à cordiérite de Vallorcine a été daté par zircon et monazite à  $307 \pm 2$  Ma, un âge identique à celui du granite du Montenvers.

De ces résultats se dégagent les points suivants: (1) les orthogneiss du MB sont comparables aux nombreux gneiss ocellés rencontrés dans les autres massifs externes et généralement attribués à l'Ordovicien. Ils témoignent d'une activité calco-alcaline majeure à cette période. L'âge identique du protolithe basique de type MORB des éclogites du lac Cornu suggère l'existence d'une (proto)croûte océanique dans le secteur, elle est compatible avec l'existence d'une zone de subduction active à cette période. (2) l'épisode anatectique enregistré dans le MB est nettement plus jeune que dans d'autres secteurs de la chaîne varisque. Il est probablement responsable de la mise en place des granites hyperalumineux subséquents. (3) des granitoïdes témoignant de sources très différentes se mettent en place dans un intervalle de temps très court, dans un contexte décrochant, caractéristique de la fin du cycle orogénique varisque.

## LE ZIRCON, MARQUEUR DE MELANGES MAGMATIQUES A L'ORIGINE DE GRANITES DE L'ASSOCIATION SUBALCALINE FERRO-POTASSIQUE: EXEMPLE DU MONT-BLANC (ALPES).

Jean-Pierre PUPIN

Laboratoire de Pétrologie-Minéralogie, Institut de Géologie, Faculté des Sciences, Parc Valrose, 06108 NICE Cedex 2, et URA CNRS 17-63 "Géochimie, Géochronologie, Pétrologie de la Croûte et de ses Interfaces", USTL, place E. Bataillon, 34000 MONTPELLIER.

Le monzogranite du Mont-Blanc présente des populations de zircons dont les caractères morphologiques et géochimiques l'apparentent aux granites subalcalins potassiques (Barrière, 1977; Pupin, 1981) ou ferro-potassiques (Rossi *et al.*, 1987) des lignées monzonitiques. La genèse de tels granites est encore controversée (voir par ex. Lagarde *et al.*, 1992) et la croûte sialique est généralement invoquée soit pour l'origine du magma lui-même, soit comme élément de contamination d'un magma mantellique.

On remarquera que les données chimico-minéralogiques sur roches totales, chimiques sur biotite, ainsi que morphologiques des zircons montrent des caractères intermédiaires entre ceux des granites alcalins et calco-alcalins.

L'étude couplée morphologie-géochimie (U,Th,Y,Hf)-structures internes des zircons (images en électrons rétrodiffusés à la microsonde électronique) du granite du Mont-Blanc conduit à proposer un schéma génétique nouveau permettant d'expliquer ce caractère intermédiaire.

Les zircons étudiés montrent assez fréquemment la présence de noyaux, automorphes ou non. Ces coeurs sont très sombres observés en transmission ou en électrons rétrodiffusés, et prismatiques courts, avec toujours la pyramide (101) seule ou très largement prédominante. Les analyses ponctuelles obtenues à la microsonde électronique (Camebax Univ. Montpellier II; cond. util.: Pupin, 1992) montrent que ces noyaux plus ou moins résorbés possèdent des teneurs en (U+Th) élevées avec très majoritairement  $U > Th$ . Ces caractères sont typiques des zircons de pegmatites ou cristallisés dans les bains résiduels granitiques (matériel des surcroissances), ainsi que des granites alcalins subsolvus (Pupin, 1992). Ce même phénomène existe dans d'autres sites subalcalins potassiques (Ploumanac'h par ex. en France, parmi une dizaine d'autres cas déjà reconnus dans le monde).

L'hypothèse de coeurs reliques d'une anatexie crustale ne peut être retenue en raison de l'absence d'une "morphologie anatectique" des zircons du Mont-Blanc, ainsi que par la contrainte d'une nature alcaline monogénique du protolithe évoqué.

L'existence de noyaux dans des zircons très précoces, ainsi que la grande reproductibilité des caractères observés dans des sites très éloignés conduit à rejeter l'hypothèse d'une contamination lors de la mise en place du corps intrusif. On est donc conduit à privilégier l'hypothèse d'un mélange magmatique, qui, en éliminant l'origine pegmatitique spatialement trop localisée, procéderait du scénario suivant:

1) mise en place d'un magma alcalin pendant l'orogénèse varisque, avec contamination par la croûte hydratée, ce qui conduit à une minéralogie subsolvus des feldspaths. L'existence de zircons "alcalins" de morphologies tardives contraint à considérer que le magma alcalin a totalement ou presque totalement cristallisé;

2) dans des conditions proche du solidus, le granite alcalin subit une importante refusion par l'intrusion d'une masse calco-alcaline chaude (env. 900°C), probablement granodioritique. Le zircon alcalin devient restitique, pouvant même subir une résorption partielle (coeurs corrodés). Une génération de zircons clairs et pauvres en traces (U,Th) cristallise alors autour des zircons restitiques.

Le zircon fournit ainsi des preuves tangibles de l'hybridation de magmas d'origines distinctes. La mise en place de magmas alcalins est ainsi reculée dans le temps (vers 300 MA), dans une croûte encore très active, et ne doit plus être considérée comme succédant aux mises en place calco-alcalines et anatectiques vers 280-275 MA avec un gap plus ou moins court (0-20 MA).

## ZIRCON TYPOLOGY AND DATING OF CALEDONIAN AND VARISCAN GRANITOIDS IN THE DORA-MAIRA MASSIF (WESTERN ITALIAN ALPS)

CADOPPI Paola<sup>(1)</sup> & BUSSY François<sup>(2,3)</sup>

1. Dipartimento di Scienze della Terra, Via Accademia delle Scienze, 5 - 10123 Torino, Italy
2. Royal Ontario Museum, Toronto, Canada;
3. Institut de Minéralogie, BFSH2 - UNIL - 1015 Lausanne, Switzerland;

The Dora-Maira Massif belongs to the Penninic Domain of the Western Italian Alps. It consists of a Palaeozoic basement and various Mesozoic covers. The basement is composed of a polymetamorphic, mainly metapelitic, unit and several Carboniferous to Permian monometamorphic, detrital sequences (Sandrone *et al.*, 1993). Granitoids attributed to the Variscan magmatic cycle intruded all unit types. In the polymetamorphic unit, some metagranitoids are thought to be pre-Variscan in age. The whole massif underwent a strong Alpine metamorphic overprint, which obscured most of its pre-Alpine history.

A first series of granitic intrusions from this petrologically poorly-known region were selected. Systematic zircon typology and high-precision U-Pb isotopic techniques have been applied to characterize these rocks.

A polymetamorphic group of biotite-muscovite granodioritic gneiss at Punta Muret (Germanasca Valley) yielded a concordant Ordovician age of  $461 \pm 2$  Ma. Zircon typology and whole-rock geochemistry point to a peraluminous character. Relics of a relatively high-T assemblage (red biotite, muscovite, plagioclase and garnet) are attributed to the Variscan metamorphism (Cadoppi, 1990).

The oldest granitoid belonging to the Variscan cycle is the slightly peraluminous Cavour two-mica leucogranite forming the "Rocca di Cavour", that yielded an upper intercept age of  $309 \pm 3/4$  Ma (MSWD = 0.13). Relics of muscovite, biotite and garnet are found in the less deformed facies.

The "Malanaggio diorite" (*auct.*) is a dioritic to granodioritic composite body located in the Chisone Valley. It has a typical calc-alkaline signature, as shown by geochemistry and zircon typology. A quartz-metadiorite and a well-preserved metagranodiorite yielded almost identical concordant ages of  $291 \pm 2$  Ma and  $289 \pm 2$  Ma, respectively.

The youngest ages were found for metagranites outcropping in the Sangone Valley, *i.e.* the Sangone-type porphyritic monzogranite and the Freidour-type equigranular metagranite, both of alkaline affinity, as indicated by zircon typology. The two rocks gave near identical upper intercept ages of  $275 \pm 4$  Ma (MSWD = 0.56) and  $276 \pm 7$  Ma (MSWD=0.31), respectively.

In conclusion:

- 1) a mid-Ordovician magmatic activity is recorded in the Dora-Maira Massif (as in most other pre-Mesozoic massifs in the Alps);
- 2) the whole variscan magmatic cycle in this region seems to be slightly younger than in the External Massifs (see references in von Raumer & Neubauer, 1993), but more data are required to confirm this statement;
- 3) The chronological succession from peraluminous through calc-alkaline to alkaline magmas seems to be similar to that observed in other parts of the pre-Mesozoic Alpine basement (Bonin, 1988).

### References

- Bonin B. (1988) - *From orogenic to anorogenic environments: evidence from associated magmatic episodes*. Schweiz. Mineral. Petrogr. Mitt., 68, 301-311.
- Cadoppi P. (1990) - *Geologia del basamento cristallino nel settore settentrionale del Massiccio Dora-Maira (Alpi Occidentali)*. PhD Thesis, Univ. Torino, Italy.
- Sandrone R., Cadoppi P., Sacchi R. & Vialon P. (1993) - *The Dora-Maira Massif*. In: "Pre-Mesozoic Geology in the Alps", Von Raumer & Neubauer eds, Springer-Verlag, 317-325.
- von Raumer J.F. & Neubauer F. (Eds.) (1993) - *Pre-Mesozoic Geology in the Alps*. Springer-Verlag, Berlin, 677 pp.

## MISE EN ÉVIDENCE A PARTIR DE DATATIONS $^{39}\text{Ar}/^{40}\text{Ar}$ DE DEUX ÉVOLUTIONS THERMOCHRONOMÉTRIQUES DISTINCTES AU CARBONIFÈRE SUPÉRIEUR DE PART ET D'AUTRE DE L'ACCIDENT DE GRIMAUD (MASSIF DES MAURES, SE FRANCE) .

MORILLON Anne-Claire, SOSSON Marc, FERAUD Gilbert et RUFFET Gilles  
Institut de Géodynamique, CNRS-UNSA, URA 1279, Parc de Valrose, 06000 Nice.

De nouvelles datations  $^{39}\text{Ar}/^{40}\text{Ar}$  sur populations et minéraux individuels des roches métamorphiques et plutoniques provenant des deux compartiments de l'accident vertical de Grimaud ont été effectuées pour évaluer les mouvements verticaux de part et d'autre de l'accident.

Dans le compartiment Ouest, des hornblendes provenant d'amphibolites au sud de la Garde-Freinet ont donné des âges plateau à  $327.5 \pm 2.8$  et  $323.4 \pm 1.3$  Ma. Des muscovites et biotites provenant d'amphibolites, de gneiss et de micaschistes fournissent des âges plateau concordants (à  $2\sigma$ ) entre  $322.9 \pm 1.7$  et  $317 \pm 1$  Ma. Ces nouvelles datations suggèrent que le métamorphisme haute température moyenne pression ( $550-600^\circ\text{C}$ ,  $<5\text{kb}$ ) enregistré dans le compartiment Ouest doit avoir eu lieu peu avant ou à  $327.5 \pm 2.8$  Ma. La concordance des âges autour de 320 Ma et la faible différence d'âges entre amphiboles et biotite-muscovite indique un refroidissement rapide entre 500 et  $250-300^\circ\text{C}$ , épisode vraisemblablement en relation avec une tectonique distensive. La présence d'un conglomérat Stéphanien discordant sur l'unité métamorphique occidentale montre que l'évolution thermique est achevée aux alentours de 300 Ma.

Dans le compartiment Est, une hornblende des amphibolites du col du Bougnon donne un âge plateau de  $315.7 \pm 1.2$  Ma alors qu'une hornblende provenant d'un lambeau d'amphibolite, au NW de Grimaud, dans la zone médiane de l'accident, a fourni un âge plateau à  $308.8 \pm 2.4$  Ma. Les muscovites provenant des migmatites et gneiss de la Bagarède et du granite syn- à tardi-tectonique du Plan de la Tour fournissent des âges plateau concordants entre  $303.6 \pm 1.8$  Ma et  $299.0 \pm 1.5$  Ma. Les biotites provenant de ces mêmes roches ont donné de façon assez systématique des âges plateau légèrement plus anciens que ceux des muscovites probablement en relation avec leur état de chloritisation. Un âge Rb/Sr à  $325 \pm 15$  Ma a été obtenu sur le granite du Plan de la Tour (Amenzou, 1988). Un couple muscovite-biotite du granite post-tectonique de Camarat donne des âges plateau concordants respectivement à  $299.4 \pm 0.5$  et  $300.2 \pm 0.2$  Ma. Ces âges sont concordants avec un âge Rb/Sr (Amenzou, 1988) à  $287 \pm 10$  Ma sur ce même granite. De même une amphibole de la tonalite de Reverdit fournit un âge plateau à  $300.5 \pm 0.6$  Ma. De plus une amphibole d'un échantillon de l'amphibolite de Bonne Terrasse, prélevé à 30m de la bordure du granite, fournit des âges aux alentours de 301 Ma. Ces résultats suggèrent que le compartiment Est, initialement dans une position structurale plus profonde, subit un refroidissement lent dans le domaine de température  $700-350^\circ\text{C}$  entre  $325 \pm 10$  Ma et 300 Ma ( $\sim 10-15^\circ\text{C}/\text{Ma}$ ). Cet épisode est suivi par un refroidissement rapide à 300 Ma, contemporain de la mise en place du granite de Camarat.

Ces résultats laissent également supposer que l'accident de Grimaud a joué un rôle prépondérant au moins durant la dernière phase de refroidissement puisqu'il limite à l'Ouest le bassin Stéphanien contemporain de la remontée rapide de l'unité métamorphique orientale du Massif des Maures.

AMENZOU, Mohamed, 1988. Les granitoïdes hercyniens du Massif des Maures (Var, France), 280p., Doctorat Univ. Nice.

## CHRONOLOGIE DES INTRUSIONS DU BATHOLITE CORSE : DONNEES DE L'EVAPORATION DU PLOMB SUR MONOZIRCON

ROSSI Philippe, COCHERIE Alain,  
BRGM, B.P. 6009 - 45060 Orléans cedex 2 - France

Les appareils volcaniques et volcano-plutoniques du batholite corse ont fait l'objet d'investigations géochronologiques par la méthode d'évaporation du Pb sur monozircon. Chaque mesure d'âge a été effectuée à partir de l'analyse de grains représentatifs de populations déterminées après réalisation d'une étude typologique. Les résultats obtenus montrent que l'édification du batholite résulte de la succession discontinue d'événements volcano-plutoniques discrets, chacun de faible durée de vie (de l'ordre du Ma) qui se sont déroulés autour de 340 Ma et entre 310 et 280 Ma.

Les intrusions les plus anciennes sont datées vers 340 Ma, monzogranite de Capo Cavallo :  $341 \pm 9$  Ma et celles de chimisme magnésio-potassique : monzogranite de Calvi :  $339 \pm 11$  Ma, syénoleucogranite de Porto Agro :  $339 \pm 12$  Ma.

Les appareils volcano-plutoniques de l'association calco-alkaline composite (CAC) tardivarisque sont datés, pour les termes les plus précoces, entre 305 et 290 Ma (granodiorites : Casta :  $305 \pm 12$  Ma; Malfalco :  $306 \pm 14$  Ma ; Pila Canale  $307 \pm 8$  Ma), dacites (entre  $294 \pm 11$  Ma et  $288 \pm 13$  Ma), monzogranites (Roccapina :  $302 \pm 10$  Ma).

Les termes leucomonzo-granitiques CAC livrent des âges autour de 290 Ma (Coti :  $299 \pm 15$  Ma ; Tana :  $294 \pm 16$  Ma ; Punta di Carbone :  $288 \pm 11$  Ma ; Tenda :  $284 \pm 20$  Ma), mais ces mesures sont toutefois entachées d'une plus large incertitude en raison de fortes teneurs en Pb commun des zircons. Les mesures effectuées sur des zircons de granites hypersolvus métallumineux (GMH) fournissent des âges précis autour de 295 Ma (Popolasca :  $294 \pm 14$  Ma ; Cinque Frati :  $294 \pm 10$  Ma ; Bavella :  $296 \pm 7$  Ma ; Tolla  $296 \pm 17$  Ma). L'intrusion des GMH interfère donc avec celle des plutons leucomonzogranitiques CAC.

La mise en place des termes basiques CAC de composition de tholéites continentales, exprimés sous forme d'intrusions mafiques-ultramafiques stratifiées, filons ou volcanites accompagne celle des termes acides depuis 305 jusqu'après 280 Ma. Des phénomènes de mélanges entre magmas tholéitiques et acides sont responsables de la distribution selon une tendance "calco-alkaline" des analyses de roches basiques prises dans leur globalité.

## DIFFERENCIATION INTRACRUSTALE DES INTRUSIONS STRATIFIEES ULTRABASIQUES-BASIQUES TARDI-HERCYNiennes DE CORSE

MOINE Bertrand, LAZARETH Claire, KAMINSKY Edouard,  
COTTIN Jean-Yves et MENOT René-Pierre .

Univ J. Monnet, Dpt de Pétrol.-Géoch.URA CNRS 10, 23 rue Michelon, F42023 St-Etienne.

Les complexes ultrabasiques-basiques lités du Tenda et de Pila canale (300-270 Ma) présentent des produits à caractère calco-alcalin, différenciés à partir d'une souche magmatique tholéiitique continentale. Ils sont associés à des plutons granitiques calco-alcalins et se mettent en place au sein d'une croûte continentale amincie (Ménot et Orsini, 1990 ; Rossi et al., 1992 ; Thévoux- Chabuel et al., 1995). Le litage est caractérisé par l'alternance de péridotites, de troctolites ou de gabbros-norites à olivine et amphibole et de diorites. Ils illustrent des tendances évolutives contrastées qui s'expliquent à la fois par des réinjections, en volumes variables, dans une chambre contenant un magma résident déjà différencié et contaminé et par des processus d'hydratation affectant le magma tholéiitique primaire lors de son transfert à travers la croûte (cf. Platevoet, 1993 ; Poitrasson et al., 1994).

A la séquence cristallogénétique générale : Ol-Sp-Pl-Cpx-Opx-Hb-Bt... se surimposent des modifications minéralogiques différentes d'un massif à l'autre. Dans le massif du Tenda (Lazareth, 1994) des récurrences de niveaux ultramafiques (Fo<sub>81</sub>) apparaissent au milieu de la série cumulative (Fo<sub>81-71</sub> et An<sub>68-60</sub>), associées à des inversions de l'ordre de cristallisation (Cpx avant Pl). Des péridotites (type cortlandite)(Fo<sub>80</sub> et An<sub>30</sub>) riches en amphiboles et phlogopites intercumulus appartiennent sous forme d'enclaves au complexe sommitale de la chambre. Dans le massif de Pila Canale, les niveaux péridotitiques et troctolitiques sont plus magnésiens (Fo<sub>84-82</sub>) et plus calciques (An<sub>80</sub>) et les termes différenciés témoignent d'une plus forte pression d'eau que dans les niveaux équivalents du Tenda. Dans les orthocumulats péridotitiques et les adcumulats troctolitiques les spinelles précoces (SpI) incluant des ilménites manganésifères, montrent des composition inusitées dans les intrusions tholéiitiques (chromite riches en Fe<sup>3+</sup> et Ti). Dans l'intrusion de Pila Canale, des spinelles plus tardifs, apparaissent en surcroissance sur SpI et dans l'intercumulus. Ce sont de véritables pléonastes pauvres en chrome et dépourvus de Ti. Une telle évolution des spinelles est elle aussi, une illustration de la réinjection d'un magma primaire au sein d'un réservoir contenant un liquide différencié, hydraté et contaminé.

L'étude minéralogique et chimique des différentes intrusions stratifiées permet d'estimer les variations relatives de p<sub>H2O</sub>, f<sub>O2</sub> et D/H et de repérer les zones hybrides où se marque l'inflexion entre les évolutions tholéiitiques et calco-alcaline.

Lazareth Cl., 1994 - DEA Saint Etienne ; Ménot R.P. et Orsini J.B., 1990 - Bull.SuisseMin.Petr, 70,35-53 ; Platevoet B., 1993 - C.R.A.S., Paris, II, 317, 371-378 ; Poitrasson F. et al., 1994 - J. Geophys. Res., 99, ; Rossi Ph. et al., 1992 - C.R.A.S., Paris, II, 315, 1341-1348 ; Thevoux-Chabuel H. et al., 1995 - CRAS, Paris, Iia, 321, 47-56.

**C.1-2**

**Magmatisme  
permo-  
triasique**

## LES ÉPISODES MAGMATIQUES PERMO-TRIASIQUES EN DOMAINE TETHYSIEN: FIN OU DÉBUT D'OROGENÈSE(S) ?

Bernard Bonin

Laboratoire de Pétrographie-Volcanologie, Bâtiment 504  
CNRS-URA 1369, Département des Sciences de la Terre  
Université de Paris-Sud, F-91405 ORSAY CEDEX (France)

Il est communément admis que les épisodes magmatiques qui se développent en Europe occidentale à partir du Carbonifère moyen et surtout du Permien accompagnent les mouvements tardifs, voire posthumes, de l'événement orogénique varisque. Les travaux structuraux récents dans la chaîne varisque ont insisté sur les phénomènes d'effondrement gravitaire subis par la croûte continentale préalablement épaissie au cours d'épisodes d'hypercollision continentale. Deux périodes d'extension ont été reconnues (Burg *et al.*, 1994):

\* au Carbonifère (330-305 Ma), l'extension parallèle à l'axe de la chaîne et associée à une tectonique d'expulsion latérale accompagne les derniers mouvements de convergence,

\* au Stéphano-Permien (305-260 Ma), l'extension en général transverse par rapport à la chaîne et variable en direction et en quantité d'étirement crustal traduit un changement du régime des contraintes. La dissymétrie de l'extension stéphano-permienne suggère l'existence au sud-est de la chaîne d'une frontière libre, ouverte sur un domaine océanique permanent.

Selon ce schéma, la plateforme européenne devient stable dès le Permien moyen et sa bordure méridionale évolue en marge passive au Mésozoïque.

La revue des données actuellement disponibles sur les provinces magmatiques finipaléozoïques et éo-mésozoïques du pourtour ouest-méditerranéen, dans la chaîne alpine et les Carpathes, ainsi que, plus à l'est, en Asie, montre le diachronisme des épisodes tardi- à post-orogéniques. La séquence des suites magmatiques: calco-alcalin syn- à post-subduction -> [calco-alcalin K + crustal anatectique] syn- à post-collision -> subalcalin à alcalin post- à non-orogénique est reproduite de façon identique, mais à des époques différentes. Deux provinces se distinguent par leurs histoires différentes du Carbonifère au Trias:

1. L'Europe occidentale, marquée par la collision fini-dévonienne (*ca.* 350 Ma), est le siège au Carbonifère d'un volumineux magmatisme orogénique associé à l'anatexie crustale. Mises en place du Stéphaniens à l'Autunien (305-285 Ma), les suites post- à non-orogéniques présentent des caractères subalcalins à alcalins, traduisent des changements importants de champs de contraintes et accompagnent un événement thermique culminant à l'Autunien. Les suites alcalines du Stéphaniens et de l'Autunien, présentes dans la chaîne varisque, aussi qu'en Europe du nord et dans le bouclier scandinave, sont donc *post-varisques*.

2. Le futur domaine téthysien montre la même séquence mais environ 30 Ma plus tard. Après les batholites calco-alcalins au Carbonifère, les suites calco-alcalines K et l'anatexie crustale se mettent en place au Permien inférieur. Le diachronisme des épisodes magmatiques et le faible développement de l'anatexie crustale suggère une histoire géodynamique marquée par la présence d'un domaine océanique actif et permanent et, au cours du Permien inférieur, par un stade peu important de collision continentale, synchrone de l'épisode alléghénien du sud des Appalaches et également connu plus à l'est en Asie.

Entre 280 Ma (Permien moyen) et 225 Ma (Trias supérieur), les suites post- à non-orogéniques forment de vastes plateaux volcaniques et des complexes annulaires à caldeira. Leur mise en place est associée à l'ouverture de rifts intra-continentaux et à la culmination d'événements thermiques. Deux épisodes magmatiques majeurs s'y succèdent:

\* le premier, daté du Permien moyen ( $275 \pm 5$  Ma), est de loin le plus volumineux. Alcalin et bimodal, il se caractérise par l'abondance des fluides (minéralogie subsolvus) et une certaine contamination crustale. Marquant l'extrême fin des événements orogéniques paléozoïques, cet épisode alcalin *post-orogénique* est plus spécialement *post-alléghénien*.

\* le second débute à la limite Permien-Trias (250 Ma) et se poursuit dans le Trias. Moins abondant, il est célèbre par les faciès monzonitiques de Monzoni-Predazzo (Alpes du Sud) et hyperalcalins de Corse (Scandola-Senino, Bonifatto-Monte Cinto, Evisa-Calasima, Cauro-Bastelica). La contamination crustale y est à peu près nulle. Ailleurs, le magmatisme, moins franchement alcalin, évolue vers des termes transitionnels (Cervin-Mont Collon-Dents de Bertol) et tholéitiques (Pyrénées, Est-américain), en prélude de l'ouverture de la Téthys au cours du Lias. Cet épisode *anorogénique* pourrait être qualifié également de *pré-orogénique*, en l'occurrence de *pré-alpin*.

## LES LAVES PERMIENNES D'AGAY (ESTEREL, FRANCE) : UNE SÉRIE THOLÉIITIQUE TRANSITIONNELLE ÉMISE DANS UN BASSIN EN EXTENSION

Vincent Dupuis<sup>(1)</sup>, Henriette Lapierre<sup>(2)</sup> et Christophe Basile<sup>(2)</sup>

(1) URA-CNRS 1279, Univ. Nice-Sophia-Antipolis, France

(2) ERS 129, Univ. Joseph Fourier, Grenoble, France

Le Permien est caractérisé par deux épisodes magmatiques. Le plus ancien, daté du Carbonifère supérieur-Permien inférieur est constitué de laves calco-alcalines et shoshonitiques de compositions intermédiaires à acides. Le plus jeune (Permien supérieur) est bi-modal, et comprend des ignimbrites et des rhyolites fluidales ainsi que des basaltes (Agay) et des dolérites (Esterel). Cependant, il faut noter la présence de trachytes hyperalcalins (Batterie de Lyons) et de pantellerite (necks de la région de Maure Vieille).

Les basaltes d'Agay sont aphyriques et riches en vacuoles remplies de céladonite, de zéolites et calcite, ou porphyriques à phénocristaux d'olivine calcitisée et de plagioclases albitisés dans une mésostase intersertale. Leurs spectres sont enrichis en terres rares légères  $[(La/Yb)_N = 5]$  avec des anomalies négatives en Eu ( $Eu/Eu^* < 0,9$ ). Dans les diagrammes  $La/10-Y/15-Nb/8$  et  $TiO_2-MnO \cdot 10-P_2O_5$ , les basaltes d'Agay comme les autres faciès basiques de l'Esterel (Poitrasson, 1994) sont dans le champ des basaltes alcalins. Par contre, d'après le diagramme  $2Nb-Zr-Y$ , ils présenteraient une affinité de tholéiite intra-plaque.

Le trachyte de la Batterie des Lyons, caractérisé par un spectre enrichi en terres rares légères  $[(La/Yb)_N = 3,4]$ , est géochimiquement comparable aux basaltes d'Agay.

Les basaltes d'Agay et le trachyte présentent des rapports  $\epsilon Nd_{(T=250Ma)}$  très homogènes, compris entre 0,2 et + 1,7, et proches du "Bulk Earth". Ces rapports sont très comparables à ceux des sills et filons basiques de l'Esterel ( $\epsilon Nd$  compris entre -0,14 et +0,8; Poitrasson, 1994). Les roches basiques et le trachyte de l'Esterel dérivent vraisemblablement de la fusion partielle du manteau sous-continentale.

Le pointement de pantellerite de Maure Vieille diffère des trachytes par (i) de fortes teneurs en terres rares lourdes et en Zr (1380 ppm) car elle contient du zircon; (ii) une importante anomalie négative en Eu ( $Eu/Eu^* = 0,04$ ); et (iii) un rapport  $\epsilon Nd_{(T=250Ma)}$  plus élevé de +3,9. Ce rapport suggère que la rhyolite dérive d'une source mantellique asthénosphérique, plus ou moins fortement contaminée par un composé crustal.

Les basaltes d'Agay se sont mis en place dans un petit bassin rempli par une sédimentation détritique contrôlée par la tectonique. Les données structurales sur les failles bordières et dans les sédiments non consolidés, le basculement progressif des strates et la répartition des sédiments détritiques grossiers dans le bassin indiquent un basculement syntectonique vers le sud-ouest dans un environnement de transtension.

**ORIGINE DU CARACTERE  
HYPERPOTASSIQUE DES ROCHES  
VOLCANIQUES ACIDES DE L'ESTEREL  
(Var, France)**

GONDOLO André & PUPIN Jean-Pierre  
Laboratoire de Pétrologie-Minéralogie, Institut de Géologie,  
Faculté des Sciences, Parc Valrose, 06108 NICE Cedex 2, et  
URA CNRS 17-63 "Géochimie, Géochronologie, Pétrologie de la Croûte  
et de ses Interfaces", USTL, place E. Bataillon, 34000 MONTPELLIER.

Dans la région de l'Estérel, se met en place durant le Permien et le début du Trias un volcanisme alcalin acide et basique, post orogénique, première manifestation de l'ouverture du rift qui aboutira au Jurassique à la création de l'océan alpin.

Les laves acides, très importantes en volume, sont des rhyolites caractérisées par des teneurs très élevées en potassium (souvent > 6%) et en silice (souvent > 75%), et de basses teneurs en sodium (souvent < 1%).

L'étude de la composition et de la structure des feldspaths, des inclusions vitreuses des quartz, de certains faciès particuliers (rétinite) et des minéraux secondaires montrent que ces caractères sont acquis lors de la mise en place des roches et durant leur refroidissement à partir d'un magma originel équilibré en alcalin.

Des échanges ioniques hautement sélectifs à l'interface fluide-magma, à des températures proches de 400 à 500°C, semblent provoquer un départ du sodium et du fer dans les phases fluides, enrichissant ainsi relativement le magma en potassium, silice et aluminium.

## Volcanisme explosif à la limite Permien-Trias dans la province anorogénique de Corse: la caldeira du Monte Cintu.

Jean Pierre MERCURY, Jacques-Marie BARDINTZEFF,  
Bernard BONIN, Bernard PLATEVOET

Laboratoire de Pétrographie-Volcanologie, URA-CNRS 1369, Bâtiment 504  
Université de Paris Sud, 91405 Orsay Cedex

Une trentaine de complexes anorogéniques, volcaniques et/ou plutoniques, est connue dans la province magmatique post-hercynienne de Corse. Les diamètres varient de 800 m pour l'île Rousse jusqu'à 30 km pour Bavella-Sambucco. Les seuls massifs volcaniques représentent des fragments de caldeira et forment les presqu'îles de Scandola et de Senino. Parmi les massifs volcano-plutoniques, Cauro-Bastelica est surtout plutonique alors que le Monte Cintu montre, à l'affleurement, 80 % de formations volcaniques et 20 % de roches plutoniques. Le complexe du Monte Cintu est une vaste caldeira de 18-20 km de diamètre, recoupée à sa base par une coupole constituée de plusieurs intrusions granitiques. Les unités volcaniques intra-caldeira ont pu être étudiées en détail le long de la vallée du Stranciacone sur 10 km de longueur et environ 2000 m d'épaisseur.

- Les pyroclastites inférieures, dites de Giunte (830 m d'épaisseur), forment huit unités. A la base, trois unités subverticales épaisses de 110 m comprennent des matériaux pyroclastiques séparés par des niveaux sédimentaires. Ensuite, discordantes sur les unités précédentes, cinq unités de 100 m d'épaisseur présentent un pendage vers le sud-ouest et sont constituées de pyroclastites et d'ignimbrites, intercalées avec un lahar et des formations lacustres .

- Les pyroclastites moyennes (740 m d'épaisseur), horizontales, se sont mises en place sous forme de déferlantes ('surge'). L'épaisseur des formations varie: 35 m pour les deux unités à la base, 1-3 m au milieu (environ 200 unités), 25 m pour les deux unités au sommet.

- Les pyroclastites supérieures de la Muvrella (au moins 410 m d'épaisseur), horizontales, comprennent une ignimbrite épaisse de 110 m et six unités de 50 m composées de cinérites, ignimbrites et brèches.

Les épisodes post-caldeira sont marqués par des filons acides et basiques et des dômes rhyolitiques. Les formations extra-caldeira, observées dans la région du Monte Padru, ont une extension plus limitée. Les produits volcaniques ont tous un chimisme rhyolitique alcalin à hyperalcalin (comendite). Les fortes teneurs en LILE et HFSE prouvent leur affinité avec les suites anorogéniques intra-plaque. Les rhyolites alcalines sont identiques à celles, synchrones, de l'Esterel, en particulier des unités les plus tardives.

Le volume des formations volcaniques préservées à l'intérieur de la caldeira est évalué à 500-625 km<sup>3</sup>. Si l'on suppose que 2/3 à 3/4 des produits émis ont été éjectés dans l'atmosphère et/ou évacués par l'érosion, le volume total est de l'ordre de 1500-2500 km<sup>3</sup>. La caldeira du Monte Cintu rappelle les plus grandes caldeiras récentes, comme Long Valley (Californie, U.S.A.), Yellowstone (Wyoming, U.S.A.) et, au chimisme près, Toba (Sumatra, Indonésie).

## Genèse des granites anorogéniques d'après les relations entre la pétrologie et les signatures isotopiques du Nd: Exemple de la province corse.

Franck Poitrasson<sup>1</sup>, Christian Pin<sup>2</sup> et Jean Louis Duthou<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> Analytical Geochemistry Group, British Geological Survey, Keyworth, Nottingham NG12 5GG, UK.

<sup>2</sup> Département des Sciences de la Terre, URA10 CNRS, Université Blaise Pascal, 5, rue Kessler, 63038, Clermont-Ferrand, France.

Les modèles proposés jusqu'ici pour expliquer la genèse des granites anorogéniques sont très variés. Cela peut résulter du fait que ces granites de "type A" regroupent des magmas qui ont eu une histoire pétrogénétique différente. C'est en tout cas ce que suggèrent nos travaux sur les liens entre les signatures isotopiques et les caractéristiques pétrologiques des granites anorogéniques de Corse.

Trois différents types de granites ont été définis: Alumineux Subsolvus (AS), Peralcalins (P) et Alumineux Hypersolvus (AH). Les granites AS ont les signatures isotopiques du Nd ( $\epsilon_{Nd_i}$ ) les moins radiogéniques et les plus variées à l'échelle de la province (de +0.5 à -5.8, mais essentiellement autour de -4 à -5; c'est à dire  $\Delta\epsilon_{Nd_i}=6.3$ ). Ils montrent également une hétérogénéité des isotopes du Nd significative à l'échelle de l'intrusion. Les granites P ont les  $\epsilon_{Nd_i}$  les plus radiogéniques et la gamme de variation de ces valeurs à l'échelle de la province est plus réduite que celle des granites AS (de +0.5 à -1.4,  $\Delta\epsilon_{Nd_i}=1.9$ ). Les granites P sont homogènes à l'échelle de l'intrusion. De la même façon, les granites AH présentent une faible gamme de variation de leurs  $\epsilon_{Nd_i}$  à l'échelle de la province (de -0.1 à -2.2,  $\Delta\epsilon_{Nd_i}=2.1$ ), mais ils sont généralement moins radiogéniques ( $\epsilon_{Nd_i}$  dans la plupart des cas inférieurs à -1.4) que les granites P.

Les granites AH sont également homogènes isotopiquement à l'échelle de l'intrusion. Cette caractéristique, couplée à une large gamme de variation des rapports Sm/Nd nous a permis d'obtenir pour la première fois une isochrone Sm-Nd de roches totales sur un granite phanérozoïque.

L'étroite corrélation entre les caractéristiques pétrologiques et isotopiques de ces différents types de granites indique qu'ils ont des matériaux source contrastés et/ou ont subi ultérieurement différents processus pétrogénétiques. L'absence d'indices pétrologiques suggérant une contamination crustale à faible profondeur (par exemples des xénolithes de roches encaissantes), la faible viscosité des magmas parentaux de ces granites leur permettant une ascension rapide dans la croûte, et leur concentration élevée en Nd par rapport aux roches encaissantes suggère que leurs caractéristiques isotopiques ont essentiellement été acquises dans la croûte profonde. Divers arguments nous ont amenés à la conclusion que les granites AS ont été générés par la fusion partielle d'une croûte inférieure ayant des  $\epsilon_{Nd_i}$  faibles et très hétérogènes. Au contraire, les granites P et AH proviennent de magmas d'origine mantellique qui ont interagi avec la croûte profonde. L'absence de corrélation entre les  $\epsilon_{Nd_i}$  et les concentrations en Nd exclu l'assimilation-cristallisation fractionnée comme processus majeur. La contamination a plutôt eu lieu assez tôt dans l'histoire de ces magmas, et par mélange avec des composants basi-crustaux. De nettes corrélations entre les  $\epsilon_{Nd_i}$  et des indexes d'appaïcité (les compositions des amphiboles et les concentrations en Zr des roches totales) suggèrent que les granites AH ont des magmas parentaux similaires à ceux des granites P, mais qui ont assimilé une plus grande proportion de matériaux crustaux.

La sensibilité des compositions isotopiques du Nd des granites AH et AS à la présence de roches basiques récentes dans la croûte sous-jacente suggère que la composante basi-crustale impliquée dans la genèse de ces granites est probablement elle-même mafique. La décroissance du rapport  $(Si+Na+K)/(Ca+Al^{IV})$  des amphiboles lorsque la contamination crustale augmente, ainsi que l'observation que des granites perthitiques existent également en contexte intraocéanique sont autant d'arguments en faveur de ce scénario.

Des calculs de mélange suggèrent que la proportion de la composante mantellique des granites AH et P varie de 40 à 85%.

Pour en savoir plus:

Poitrasson et al., 1994, Chem. Geol. 112: 199-219.

Poitrasson et al., 1995, J. Petrol. 36: n° d'Octobre.

**Contrôle des teneurs en terres rares et de quelques éléments en trace durant la différenciation des magmas monzo-syémitiques à granitiques : le rôle des phases minérales accessoires.**

**B. Platevoet, B. Bonin, J.M. Bardintzeff et J.P. Mercury.**

Université de Paris-Sud, Laboratoire de Pétrographie-volcanologie, bât. 504, 1er étage, 91405 ORSAY Cedex.

Les roches intermédiaires et les granites de type A appartenant au magmatisme anorogénique de Corse contiennent de nombreux minéraux accessoires, dont le rôle dans l'évolution des éléments en traces et des terres rares apparaît important. C'est le cas de l'apatite, du zircon et de l'allanite. De nombreux arguments de terrain et pétrographiques montrent que les intrusions de monzonites et de syénites sont le siège de phénomènes de différenciation au lieu de leur mise en place. Ces réservoirs fossiles superficiels ont ainsi produit des liquides différenciés granitiques, de nombreux faciès pétrographiques partiellement cumulatifs par rapport aux minéraux cardinaux (pyroxène, amphibole, feldspaths) mais aussi par rapport aux minéraux accessoires (apatite, zircon, allanite), enfin, des roches directement formées à partir d'une phase résiduelle riche en volatils. Les minéraux ont été analysés à la microsonde et séparés pour le dosage d'éléments trace et terres rares par ICPMS. Des coefficients de partage sont proposés pour le clinopyroxène, l'amphibole, l'apatite, le zircon et l'allanite. Ces coefficients sont testés en modélisant la différenciation des magmas intermédiaires à granitique. Le rôle important des phases accessoires dans l'évolution de certains éléments trace et des terres rares est ainsi précisé. L'évolution des spectres de terres rares depuis les monzonites jusqu'aux granites de type A (hypersolvus et subsolvus) s'explique en tenant compte des phénomènes de fractionnement (minéraux majeurs et accessoires) et de la mobilité des terres rares dans la phase volatile tardive.

**D**

# **Magmatisme tertiaire**

## THE TAVEYANNE FORMATION: RECORD OF THE TERTIARY ALPINE VOLCANISM

RUFFINI Raffaella<sup>1</sup>, COSCA Michael A.<sup>1</sup>, d'ATRI Anna<sup>2</sup>, HUNZIKER Johannes C.<sup>1</sup>,  
& POLINO Riccardo<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Institut de Minéralogie, BFSH2, Lausanne, Switzerland

<sup>2</sup>CNR - C.S. geodinamica catene collisionali, Via Accademia delle Scienze, 5 - Torino, Italy

The volcanic-clast rich turbidites of the Taveyanne Formation (Martini, 1968) are one of the few scattered remnants of the Tertiary volcanic activity in the Alps and thus offer a valuable opportunity to probe into the problem of Tertiary Alpine volcanism. Petrographic and modal studies of arenites, electron microprobe analyses of the main phases of the lava clasts, geochemical analyses of volcanic-clast rich turbidites, calcareous nannofossil association analyses and <sup>40</sup>Ar/<sup>39</sup>Ar dates on amphiboles have enabled some magmatic features and the age of both volcanism and Taveyanne Formation to be better defined.

The Taveyanne Formation outcrops from Eastern Switzerland to Savoie (France) along the outer border of the Alpine belt and belong to the Helvetic nappes. It mainly consists of turbiditic sandstones containing high amounts of volcanic clasts. In the investigated area small pomicies were recognized.

The terrigenous grain population of Taveyanne sandstones is characterized by a 70-97% of volcanic component ranging from basaltic-andesites to dacites-rhyolites, with a predominance of andesites; plutonic rocks, intrabasinal and extrabasinal carbonates and rare clasts of metamorphic rocks are subordinate. Modal petrographic analyses of these sandstones strongly support a dissected magmatic arc provenance. The detrital supply is thus interpreted as due to the dismantlement of a magmatic arc.

Plagioclases range in composition from labradorite to andesine in the basic-intermediate lava clasts, whereas are oligoclase in acidic ones. Pyroxenes range in composition from augite to salite, whereas amphiboles from ferroan pargasite to ferroan edenitic hornblende. The mineral chemistry of the main phenocrystic phases indicate a derivation of the volcanic detritus from high-K calc-alkaline andesite series (Gill, 1981). Major- and trace-element abundances for the volcanic sandstones confirm the high-K calc-alkaline character of the Taveyanne volcanism. Calcareous nannofossil associations refer Taveyanne Formation to Zone NP23 (Martini, 1971), between the last occurrence of *Reticulofenestra umbilicus* and the first occurrence of *Sphenolithus ciperoensis*. Taveyanne Formation should therefore be ascribed to the chronostratigraphic interval between ca 32 and 29 Ma, corresponding to the upper portion of Lower Oligocene. <sup>40</sup>Ar/<sup>39</sup>Ar geochronological determinations on amphiboles from volcanic clasts yielded an age of ca 32.5 ± 0.3 Ma. Both biostratigraphic and radiometric ages suggest that volcanic events, erosion, transport and deposition took place in a narrow time span.

According to the data here presented, Taveyanne Formation could be interpreted as originated from the dismantlement of high-K calc-alkaline volcanic edifices. The location of the volcanic activity that gave rise to the clasts of the Taveyanne Formation still remain an open problem. Owing to its petrographical characters and chemical features, it seems reasonable to relate Taveyanne volcanism to a subduction/collisional frame, and to connect it with the coeval calc-alkaline magmatic events well known along the Periadriatic fault system. We suggest that the volcanic apparatus supplying the Taveyanne detritus were located on the upper plate of the Alpine collisional belt and disappeared during the post-collisional evolution of its axial part.

Gill J.B. (1981) - *Orogenic andesites and plate tectonics* - Springer Verlag, pp230.

Martini E. (1971) - *Standard Tertiary and Quaternary calcareous nannoplankton Zonation*. In Farinacci A. (ed.): *Proceeding of the Second International Conference on Planktonic Microfossils*, 739-785.

Martini J. (1968) - *Etude pétrographique des Grès de Taveyanne entre Arve et Giffre (Haute Savoie)*. Bull. Suisse Minéral. Pétrogr., 52, 539-654.

## Contexte géodynamique des magmatismes calco-alcalins des grès de Taveyannaz, du Champsaur et de Saint Antonin

LAPIERRE H.<sup>(1)</sup>, TARDY M.<sup>(2)</sup>, TRICART P.<sup>(1)</sup>, FÉRAUD G.<sup>(3)</sup>, MASCLE G.H.<sup>(1)</sup>, STÉPHAN J.-F.<sup>(3)</sup> et SENEBIER F.<sup>(1)</sup>

(1)ERS-CNRS 129, Université Joseph Fourier, 38031 Grenoble Cedex, France.

(2)ERS-CNRS 129, Université de Savoie, 73071 Chambéry Cedex, France.

(3)URA 1279, Université Nice Sophia-Antipolis, Institut Géodynamique, 06500 Valbonne, France.

Le magmatisme paléogène, connu dans les Alpes centrales et occidentales, s'exprime dans la partie externe des Alpes françaises par des laves calco-alcalines remaniées dans les grès de Taveyannaz et du Champsaur ou en fragments dans les dépôts d'anciennes nuées ardentes à Saint Antonin. Attribuées stratigraphiquement à la base de l'Oligocène, de nouvelles datations  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  sur roche totale et amphibole confèrent à ce volcanisme un âge plateau de 31 Ma (Feraud *et al.*, ce colloque).

Les grès de Taveyannaz et du Champsaur sont affectés par un métamorphisme léger de faciès prehnite-laumontite-smectites (Chaplet, 1989; Waibel, 1990) à l'origine de l'aspect moucheté de leur surface altérée. Outre les fragments ignés calco-alcalins, ils renferment des fragments de roches issues des zones alpines internes (cortège ophiolitique), des pyroxénites blastomylonitiques, des micas blancs et des orthoses perthitiques provenant du démantèlement du socle hercynien (Chaplet, 1989; Waibel, 1990)

Les laves remaniées dans les grès de Taveyannaz sont des andésites à phénocristaux de plagioclase, de clinopyroxène et d'amphibole. Les plagioclases préservés sont à cœur d'andésine ( $\text{An}_{48-32}$ ) et bordure d'oligoclase ( $\text{An}_{25}$ ). Les clinopyroxènes sont des augites à bordure enrichie en fer. Les amphiboles varient en composition depuis des pargasites plus ou moins ferrifères jusqu'aux édénites.

Si les fragments ignés des grès du Champsaur sont en majorité des andésites, comparables à celles des grès de Taveyannaz, on observe aussi des cumulats gabbroïques à pargasite plus ou moins ferrifère, poecilithique (inclusions de cpx et plagioclases). Les clinopyroxènes des andésites sont des augites et plus rarement du diopside. Les plagioclases analysés montrent des compositions plus basiques que celles des grès de Taveyannaz: labrador ( $\text{An}_{60-53}$ ) bordé d'andésine ( $\text{An}_{36}$ ); ceux des cumulats sont à cœur d'anorthite ( $\text{An}_{90}$ ) et bordure de labrador et renferment de la titanomagnétite ( $\text{TiO}_2 \leq 13\%$ ).

Les andésites des grès de Taveyannaz et du Champsaur sont pauvres en Cr (< 25 ppm) et Ni (< 10 ppm) et riches en  $\text{Al}_2\text{O}_3$  (20 %) et en Zr ( $72 < \text{Zr ppm} < 134$ ). Elles présentent des caractères typiques de séries calco-alcalines :  $\text{TiO}_2 < 1\%$ , rapport Zr/Nb élevé ( $14 < \text{Zr/Nb} < 20$ ), spectres enrichis en terres rares légères [ $(\text{La}/\text{Yb})_N = \sim 5$ ], enrichissement plus ou moins marqué en éléments lithophiles ( $1,5 < \text{La/Nb} < 2,6$ ). Les cumulats diffèrent par des teneurs beaucoup plus élevées en Cr, Y, et un enrichissement moins

marqué en terres rares légères  $[(La/Yb)_N = 2]$ . Ces différences sont liées à l'amphibole, qui concentre l'Y, les terres rares moyennes et lourdes, et dans une moindre mesure, le Cr. Les rapports  $\epsilon Nd$  (-1 à -0,55) et  $\epsilon Sr$  (+6 à +8) recalculés à 30 Ma, des clinopyroxènes et des amphiboles prélevés dans des grès non métamorphisés tombent dans le champ du "Mantle Array". Les rapports  $\epsilon Sr_{(T=30Ma)}$  (+12 à 19) des mêmes minéraux provenant de grès métamorphisés sont supérieurs. Les feldspaths potassiques remaniés dans les grès ont des rapports  $\epsilon Nd$  (-4,7) et  $\epsilon Sr$  (+52), voisins de ceux de granites hercyniens ( $\epsilon Nd$  = compris entre -5 et -4;  $\epsilon Sr$  compris entre +34 et +49); ils dérivent vraisemblablement de l'érosion des massifs cristallins externes.

La nuée ardente de Saint Antonin est surtout formée de fragments d'andésite basique à pargasite plus ou moins riche en fer et clinopyroxène. Cette lave renferme de nombreux cumulats gabbroïques. On note aussi la présence d'andésites acides et de dacites à hornblende verte et biotite, et exceptionnellement, un faciès hypovolcanique (GS47) riche en hornblende pargasitique, biotite magnésienne et titanomagnétite. Les diopsides ( $Wo_{45-47}$ ,  $En_{43-48}$ ,  $Fs_{6-10}$ ) sont présents dans les cumulats gabbroïques et les agrégats gloméroporphyriques des andésites alors que les augites ( $Wo_{38-47}$ ,  $En_{36-43}$ ,  $Fs_{19-17}$ ) auréolent les diopsides ou sont en phénocristaux isolés. Les plagioclases fortement zonés varient de l'anorthite ( $An_{95}$ ) au labrador ( $An_{38}$ ). Les andésites de Saint Antonin sont calco-alcalines comme celles de Taveyannaz et du Champsaur mais sont plus enrichies en terres rares légères [ $6 < (La/Yb)_N < 12$ ]. Leurs rapports  $\epsilon Nd_{(T=30Ma)}$  ainsi que ceux des minéraux constitutifs ( $+0.9 < \epsilon Nd < 1.5$ ) sont très légèrement supérieurs à ceux des minéraux et des andésites de Taveyannaz, alors que les  $\epsilon Sr$  sont très nettement supérieurs (+13 à 16.5). Le faciès hypovolcanique est nettement enrichi en Nd ( $\epsilon Nd = +4$ ) et Sr radiogénique ( $\epsilon Sr = +52$ ).

Ainsi, bien que les andésites de Taveyannaz, du Champsaur et de Saint Antonin soient de même âge, calco-alcalines, et qu'elles dérivent de la fusion d'une source mantellique plus ou moins contaminée par un composé crustal (socle hercynien), le contexte du volcanisme de Taveyannaz et du Champsaur est vraisemblablement différent de celui de Saint Antonin.

Le volcanisme conservé dans les Grès de Taveyannaz et du Champsaur n'apparaît que sous forme de galets et d'éléments remaniés mais la fraîcheur des amphiboles et des clinopyroxènes isolés ou présents dans les fragments volcaniques est telle qu'il est raisonnable d'envisager que ce volcanisme se soit mis en place à la faveur d'explosions phréato-magmatiques dans le bassin flexural développé en avant des zones alpines internes au Paléogène. La contemporanéité de la sédimentation et du volcanisme exclut complètement l'hypothèse du démantèlement d'un arc volcanique néocrétacé, témoin charrié de la subduction de la Téthys. Ce volcanisme calco-alcalin se met donc en place dans un contexte distensif intra-continentale, comparable à celui du volcanisme calco-alcalin tertiaire du Colorado. Aussi, nous proposons pour le volcanisme tertiaire des Alpes externes, une origine analogue: à savoir la contamination d'un magma picritique tholéiitique par une lithosphère continentale fortement hydratée.

Quant au volcanisme calco-alcalin de Saint Antonin qui est autochtone, il est associé à des séries détritiques où abondent des conglomérats à galets de granites alcalins permians connus en Corse. Il est vraisemblablement lié, comme les intrusions contemporaines d'Esterelite, et les pointements volcaniques légèrement plus jeunes de la province Ligure (Biot, Vence, Antibes, Villeneuve-Loubet), à la subduction d'une plaque océanique pentée vers le Nord-Ouest sous le bloc Corse-Sardaigne-Provence.

## Nouvelles données géochronologiques sur le volcanisme paléogène des Alpes occidentales : existence d'un événement magmatique bref généralisé.

FERAUD G. (1), RUFFET G. (1), STEPHAN J.F (1), LAPIERRE H. (2.), DELGADO E.(1) et POPOFF M. (1)

(1). URA 1279 Université de Nice-Sophia Antipolis – Institut de Géodynamique – Nice.

(2) URA 69, Université Joseph Fournier, Grenoble.

Une étude géochronologique  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  sur cristaux individuels d'amphiboles et biotites a été entreprise sur certaines formations volcaniques paléogènes des domaines alpins externes (Estérelite du Drammont, St Antonin, grès de Taveyenne et du Champsaur) et internes (pluton de Biella, et filon d'andésite dans la zone Sesia, Italie).

Des amphiboles de l'Estérelite du Drammont ont montré une forte contamination en chlore, mais 6 monograins analysés par fusion totale ont fourni des âges relativement concordants dont la moyenne pondérée est de  $32.7 \pm 0.9$  Ma (1 sigma) et un monograin a donné un âge-plateau à  $31.1 \pm 3.8$  Ma.

Deux andésites de la région de St Antonin ont donné deux âges-plateau concordants à  $30.8 \pm 0.4$  et  $31.1 \pm 0.4$  Ma. Des cristaux isolés d'amphibole prélevés dans les formations gréseuses de Taveyenne et du Champsaur ont fourni pour chacune des formations deux âges-plateau concordants, respectivement de  $31.0 \pm 0.4$  ;  $31.2 \pm 0.4$  Ma, et  $32.5 \pm 2.2$  ;  $34.3 \pm 1.0$  Ma.

Sur le pluton de Biella, deux couples amphibole-biotite provenant de la bordure et du coeur du massif ont été analysés. Bien que les âges-plateau obtenus soient concordants au sein d'un même échantillon, ils sont divergents d'un échantillon à l'autre avec des âges autour de 29 Ma à la périphérie contre 31 Ma pour le centre du massif.

Plusieurs analyses effectuées sur des phengites et biotites dans l'encaissant du pluton (micaschistes éclogitiques de la zone Sésia) fournissent des âges-plateau qui se répartissent entre 30 Ma et 31.8 Ma. Une amphibole d'un filon andésitique intrusif dans ces micaschistes éclogitiques, situé à environ 10 km du pluton de Biella, a fourni un âge-plateau à  $33.2 \pm 0.7$  Ma.

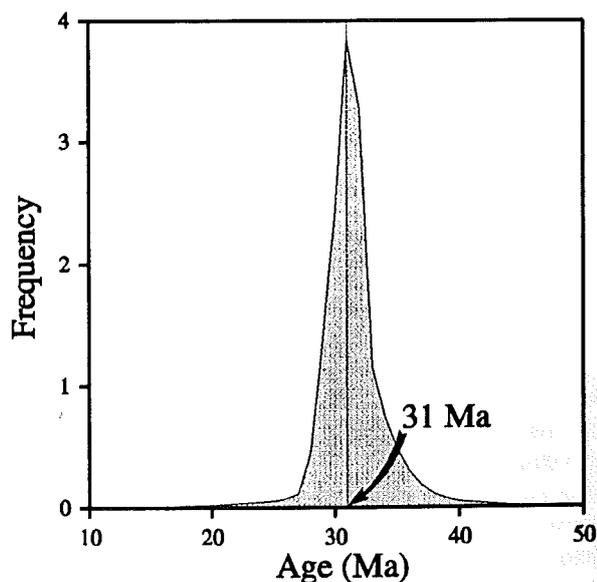
Ces résultats montrent un groupement d'âge entre  $28.9 \pm 0.3$  et  $34.3 \pm 1.0$  Ma, avec une majorité d'âge-plateau autour de 31 Ma. L'histogramme de 15 âges-plateau montre l'existence d'un pic très bien défini à 31 Ma (Figure).

Une comparaison géochimique des volcanismes de Taveyenne et Saint Antonin (Lapierre et al., 1993) a montré que les produits de ces formations magmatiques n'étaient pas cogénétiques mais dérivait toutes deux de la fusion partielle d'une source mantellique contaminée par de la croûte continentale.

Ce volcanisme calco-alcalin est généralement interprété comme représentant des produits tardifs succédant aux phases majeures de la tectonique alpine, et en contexte globalement compressif, en ce qui concerne la partie nord de la zone étudiée, alors que les formations méridionales (Drammont) sont plutôt reliées aux phases précoces d'ouverture du bassin liguro-provençal.

La contemporanéité clairement identifiée de l'ensemble de ce volcanisme plaide plutôt en faveur d'un événement bref et unique affectant les domaines alpins externes et internes entre la Méditerranée et le Nord de la zone étudiée qui n'a encore jamais été envisagé dans les modèles d'évolution tardive des Alpes occidentales.

**Référence:** Lapierre H., Bernard V., Tardy M., Tricart P. and Senebier F. (1993) : Terra Abstracts, Terra Nova 5, p. 429.



## MORPHOLOGIE-GEOCHIMIE DE TRACES DES ZIRCONS DE L'ESTERELLITE, MARQUEURS DE LA CONTAMINATION DU MAGMA CALCO-ALCALIN.

Hassan CHENNAOUI & Jean-Pierre PUPIN

Laboratoire de Pétrologie-Minéralogie, Institut de Géologie, Faculté des Sciences, Parc Valrose, 06108 NICE Cedex 2, et URA CNRS 17-63 "Géochimie, Géochronologie, Pétrologie de la Croûte et de ses Interfaces", USTL, place E. Bataillon, 34000 MONTPELLIER.

Dans le cadre d'une étude plus vaste d'intrusions et de volcanites calco-alcalines tertiaires de Méditerranée occidentale (thèse H. Chennaoui en cours), une analyse systématique des populations de zircons de l'estérellite a été entreprise. Ce travail, portant sur une étude couplée morphologie-géochimie-structures internes des zircons, avait pour buts:

- 1) de déterminer les caractères morphologiques des zircons pour préciser leurs conditions de cristallisation;
- 2) de caractériser leur géochimie des traces (Hf, Y, U, Th) et la comparer à celle d'autres formations calco-alcalines;
- 3) d'analyser les phases tardives indicatrices de l'importance des fluides dans le magma;
- 4) de rechercher la présence de noyaux, témoins de phénomènes de mélanges magmatiques ou de contamination.

L'intrusion oligocène d'estérellite s'est mise en place au sein des séries permienes sous forme d'une sorte de crypto-dôme, déformant son toit et le fragmentant en montrant des phénomènes de stoping (Giraud, 1981). L'intrusion hypovolcanique, à composition de microdiorite quartzique à Plag + Q + Hb + Biot + Cpx, est constituée d'un ensemble de faciès très divers, plus ou moins fluidaux ou porphyriques (phénocristaux variant du mm à quelques cm). Pour les différents faciès observés (Les Cous, site 90,2, Les Caous, Pierre Levée, Boulouris, Prola, La Touchque, Drammont), 11 échantillons ont été analysés.

Les populations sont pauvres en zircons (environ 10 à 40 cristaux de la fraction 0,05-0,16 mm pour 1 kg) très généralement automorphes. La distribution typologique souligne le caractère fortement hyperalumineux du milieu de cristallisation (fort développement systématique de (211)). Ce caractère est renforcé par l'existence de la face additionnelle (112) qui témoigne généralement de la présence de silicates d'alumine, notamment la cordiérite (Pupin, 1976) dans les roches dont les zircons possèdent ce caractère. L'altération hydrothermale qui affecte la plupart des faciès peut expliquer pourquoi ce minéral n'a pas encore été identifié à ce jour.

Le développement préférentiel du prisme (110) rend compte d'une cristallisation à température assez basse (750-600°C) (Pupin & Turco, 1972) et témoigne d'un comportement hygromagmatophile du Zr dans le magma calco-alcalin. Ce caractère semble lié à l'existence d'une phase fluide abondante retardant la cristallisation du zircon (Pupin *et al.*, 1978) et à la probable non saturation précoce en Zr du magma.

Les zircons de l'estérellite (500 analyses à la microsonde électronique Camebax de Montpellier II) montrent des teneurs moyennes en Hf (0,9 à 1,8% HfO<sub>2</sub>). Les basses valeurs (0,9 à 1,15%) permettent de distinguer les populations calco-alcalines des populations anatectiques crustales à morphologies comparables (Pupin, 1992, 1994). La phase tardimagmatique apparaît à la périphérie des sous-types les plus évolués (L, S1-2) et traduit l'existence d'une phase fluide notable dans le magma.

Toutes les populations étudiées ont montré par ailleurs l'existence de coeurs hérités. La fréquence de ces noyaux de contamination varie d'un échantillon à l'autre. L'étude morphologique, structurale et géochimique des noyaux permet de préciser certaines de leurs origines (Pupin, 1994): les plus abondants proviennent de roches acides alcalines (type ignimbrites rhyolitiques de l'Estérel), d'autres plus rares de granites alcalins subsolvus ou de mobilisats anatectiques. Une étude particulière a été menée pour analyser l'influence des noyaux sur la morphologie des cristaux-hôtes. L'estérellite constitue à présent l'un des plus beaux exemples d'une contamination systématique d'un magma calco-alcalin lors de sa mise en place.

## INDICATIONS FOR AN EARLY MIOCENE MAFIC DIKE SWARM IN WESTERN CORSICA.

### A COMBINED FISSION TRACK, ISOTOPIC AND GEOCHEMICAL INVESTIGATION

TELLINGEN, H. Willy van <sup>\*</sup>, VERSCHURE, Rob H. <sup>\*\*</sup> and  
ANDRIESSEN, Paul A. M. <sup>\*\*</sup>

\* Jan Vermeerlaan 4, 2343 CV Oegstgeest, The  
Netherlands

\* \* Vrije Universiteit, Faculteit Aardwetenschappen,  
De Boelelaan 1085, 1081 HV Amsterdam,  
The Netherlands

#### Summary

Combined Fission Track, K-Ar, Rb-Sr, Sm-Nd and  
Geochemical evidence support the emplacement age of  
about 20-25 Ma for the Aghia Campana mafic dike  
swarm in western Hercynian Corsica north of Porto.  
Early Miocene magmatism was up to now unknown in  
this part of Corsica. The dike emplacement coincides  
with extension in the Golfe de Lion.

## LE VOLCANISME ACIDE BURDIGALIEN DU SUD DE LA CORSE.

Marie-Madeleine OTTAVIANI-SPELLA\*, Marielle GIRARD\*\* et Alain CHEILLETZ.\*\*\*

\* CE. VA. RE. N., Université de Corse, Campus Grossetti, B. P. 52, 20250 CORTE,

\*\* Laboratoire de Pétrologie magmatique, URA CNRS 1277, FU 17, Université d'Aix-Marseille III, 13397 MARSEILLE Cedex,

\*\*\*C. R. P. G., ERS CNRS 87, 15 rue Notre Dame des Pauvres, B. P. 20, 54501 VANDOEUVRE lès NANCY Cedex et E. N. S. G. - I. N. P. L., B. P. 452, 54001 NANCY Cedex.

Au cours du Miocène, la Méditerranée occidentale a été le siège d'une importante activité volcanique dont on retrouve des témoins tout autour du bassin algéro-provençal. En Corse, les seuls dépôts pyroclastiques miocènes connus jusqu'à présent étaient les tufs ignimbriques de Balistra (au sud de Porto-Vecchio), dont le point d'émission était supposé en Toscane ou en Sardaigne.

Récemment, des ignimbrites ont été découvertes au NW de Balistra, dans des excavations situées dans la dépression de Tre Paduli (terrain militaire de Frasselli). Elles reposent sur un granite leucocrate appartenant au batholite hercynien. Ces tufs gris, dont l'épaisseur maximale observée atteint 50 cm, présentent une texture eutaxitique et sont composés de flammes vitreuses parfois pluricentimétriques, de phénocristaux partiellement brisés (plagioclases dominants), de quelques xénolites de laves acides et basiques et de granite, de clastes centimétriques de bois carbonisé, le tout dans une matrice composée d'échardes, en majorité soudées. Les analyses chimiques réalisées sur roches totales et sur les flammes indiquent que les tufs sont rhyodacitiques et qu'ils présentent une affinité calco-alkaline. Les datations effectuées au C. R. P. G. par la méthode K-Ar sur le verre de deux flammes ( $18,9 \pm 0,4$  et  $19,3 \pm 0,5$  Ma) permettent d'attribuer un âge burdigalien à ces ignimbrites. L'identification des charbons de bois (conifères et angiospermes, Thinon) est en cours.

Les tufs blancs de Balistra sont massifs et forment une falaise de 6 m en bordure de mer. Ces roches à texture vitroclastique sont constituées d'échardes de verre, de ponces et de cristaux brisés de quartz, plagioclase et biotite. Elles ont une composition de rhyolite calco-alkaline et sont également d'âge burdigalien :  $17,8 \pm 1,5$  Ma (Bellon, 1976).

Un autre affleurement de tufs pyroclastiques découvert à Francolu au NNW de Balistra est en cours d'étude (géochimie et datation).

La nature ainsi que l'âge des produits pyroclastiques de Tre Paduli et de Balistra permettent de les rattacher aux séries ignimbriques calco-alkalines sardes d'âge Miocène inférieur et notamment à la série supérieure burdigalienne (travaux de Coulon & collaborateurs et de Montigny & collaborateurs). Les données géochimiques, géochronologiques et paléomagnétiques (étude paléomagnétique en cours, Rochette) des trois secteurs seront intégrées et discutées par rapport aux données sur le volcanisme miocène de la Méditerranée occidentale.