

Les « granites à tablettes d'orthose » du Vivarais, témoins d'un magmatisme post-épaississement d'âge Dinantien inférieur ; identification d'une unité géologique Nord-Ouest-Vivarais

Bernard Briand^{a,*}, Jean-Louis Duthou^b, Catherine Guerrot^c, Maurice Chenevoy^d

^a UFR sciences de la Terre et UMR CNRS 5570, université Claude-Bernard, Lyon-1, 43, bd du 11-Novembre-1918, 69622 Villeurbanne cedex, France

^b Département des sciences de la Terre et UMR CNRS 6524, université Blaise-Pascal, 5, rue Kessler, 63038 Clermont-Ferrand cedex, France

^c BRGM, Service « Analyse et caractérisation minérale », BP 6009, 45060 Orléans cedex 2, France

^d Université Claude-Bernard, Lyon-1, 43, bd du 11-Novembre-1918, 69622 Villeurbanne cedex, France

Reçu le 6 février 2002 ; accepté le 10 juin 2002

Présenté par Zdenek Johan

Abstract – The orthoclase lath-rich granites from Vivarais, products of a Dinantian post-tectonic magmatism; identification of a NW-Vivarais geological unit. On the southern side of the Mont Pilat (eastern French Massif Central), an orthoclase-rich granite, which intrudes orthogneisses overlying a granito-migmatitic complex, gives a Dinantian age (Rb–Sr age: 353 ± 21 Ma; U–Pb age: $341 + 8/-5$ Ma). Such a dating confirms the reality of a 'northwestern Vivarais' geological unit, whose metamorphic and granitic evolution cannot be assigned to a Late-Carboniferous event. These results impose a re-examination of both the 'granite du Velay' problematic and the geodynamic evolution of the eastern French Massif Central. **To cite this article:** B. Briand et al., C. R. Geoscience 334 (2002) 741–747.

© 2002 Académie des sciences / Éditions scientifiques et médicales Elsevier SAS

post-tectonic granite / Rb–Sr and U–Pb geochronology / Dinantian / Vivarais / French Massif Central

Résumé – En Vivarais occidental, sur la bordure orientale du Massif central, un granite à tablettes d'orthose, intrusif dans des orthogneiss sus-jacents au complexe granito-migmatique sombre (CGMS) et indemne de toute transformation, a fourni un âge Rb–Sr sur roche totale de 353 ± 21 Ma (Dinantien inférieur) et un âge U–Pb sur zircon de $341 + 8/-5$ Ma (Viséen inférieur). Ces deux âges, cohérents, confirment l'existence d'une unité géologique « Nord-Ouest-Vivarais », déjà suggérée par la datation au Viséen inférieur d'un autre type granitique intrusif dans le CGMS. La reconnaissance de cette unité, dont l'évolution métamorphique et granitique ne peut être rapportée au Carbonifère supérieur, comme cela était auparavant admis, impose de réexaminer la problématique « granite du Velay » et l'histoire géodynamique du Massif central oriental. **Pour citer cet article :** B. Briand et al., C. R. Geoscience 334 (2002) 741–747.

© 2002 Académie des sciences / Éditions scientifiques et médicales Elsevier SAS

granite post-tectonique / datations Rb–Sr et U–Pb / Dinantien inférieur / Vivarais / Massif central français

Abridged version

1. Introduction

On the southern side of the Mont Pilat (eastern French Massif Central, Fig. 1), microgranular porphyritic granites

(MPG) of Visean age (342 ± 8 Ma [10]) are intrusive in a granito-migmatitic complex (GMC = monzogranites and cordierite-bearing migmatites), previously assigned to the Upper-Carboniferous 'Velay granite–migmatite dome', e.g. [2, 9, 14, 23]. The ante-Visean age of the GMC argues for

* Correspondance et tirés à part.
Adresses e-mail : Bernard.Briand@univ-lyon1.fr (B. Briand),
c.guerrot@brgm.fr (C. Guerrot).

the existence of a new geological unit, mainly constituted by a granite–migmatite domain [10], and distinct from the north–south trending leucogranitic domain resulting from the Upper Carboniferous ‘Velay anatectic episode’ [3, 18]. To confirm this hypothesis, whole-rock Rb–Sr and U–Pb isotopic studies have been carried on an orthoclase-rich granite (OG), which crops out both within the GMC and within an overlying migmatitic orthogneisses unit.

The OG forms a 50 km linear array of small plutons, aligned along a N20E regional fracture direction. The OG plutons always show intrusive contacts with the orthogneisses (chilled margins) but they show both intrusive and progressive contacts with the cordierite-bearing migmatites from the underlying GMC. Only the OG intruding the upperlying orthogneisses will be considered. In a Q – P diagram [8], the orthoclase-rich granites plot in the adamellite field ($100 < Q < 170$; $-100 < P < -5$) and, in a A–B diagram [8], the more Fe–Mg-rich samples plot in the metaluminous domain and the whole population define an aluminous trend, similar to the trend of the Visean MPG [10]. These OG also exhibit some trace element and REE characteristics similar to those of the MPG.

2. Isotopic results

Eight OG samples (six from the ‘Pyfara Massif’, a small massif intruding the orthogneisses) give an isochron age ($MSWD = 0.28$) of 353 ± 21 Ma, with an initial $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ ratio of 0.70725 (Table 1, Fig. 2). This age is interpreted as the intrusion age of the Pyfara OG granite and we consider that all the OG granites massifs are probably contemporaneous.

The zircons from a sample from the same OG massif were separated following the method of Krogh [12, 13]. Techniques of zircon dissolution and chemical separation of Pb and U were adapted from Krogh [13] and Parrish [20]. Analyses were performed on a Finnigan MAT 261 spectrometer, using a secondary electron multiplier. Total procedure blanks were less than 15 pg for Pb and 1 pg for U. The measured ratios are corrected for fractionation, procedure blank, standard, and initial common Pb according to Stacey and Kramers [22]. All the errors are given at 2σ . The regression was calculated according to Ludwig (ISO-PLOT/EX, version 2.06d [16]). All the results are given at the 95% confidence level.

Four zircon fractions (each of two to three individual grains) were analysed from this sample (Table 2; Fig. 3). Except for one fraction (‘1’), the $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ ratios are rather low (280 to 580). The fraction ‘1’ is sub-concordant and gives a $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ age at 340 Ma; the fractions ‘2’, ‘3’ and ‘4’ are discordant but the $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ ages are nearly identical (337 to 339 Ma, Fig. 3). The four points define a discordia intersecting the concordia at $341 + 8/-5$ Ma, the lower intercept being near zero (32 ± 110 Ma).

The age of $341 + 8/-5$ Ma, i.e. Early Visean [19] is interpreted as the crystallisation age of the orthoclase-rich granite.

3. Discussion

The Visean age of the MPG [10] intruding the GMC already demonstrated that this granito–migmatitic complex may no longer be assigned to the ‘Velay granite–migmatite Massif’, of Upper Carboniferous age [3, 18]. The Lower Dinantian age of the OG, resulting from both Rb–Sr and U–Pb studies, clearly indicates that the overlying migmatitic orthogneisses, also, may no more be linked to the ‘Velay Massif’.

This dating also confirms that both the GMC and the overlying migmatitic orthogneisses cannot be repeatedly viewed as the basal part of the upperlying HT–LP metamorphic series (‘Pilat series’ [5]) of Upper Carboniferous age [4, 7]. This implies the existence of a major tectonic contact between the metasedimentary ‘Pilat series’ [5] and the underlying unit, defined as the ‘northwestern Vivarais geological unit’.

4. Conclusion

The Lower Dinantian age of the orthoclase-rich granite from the southern side of the Mont Pilat confirms the reality of a ‘NW–Vivarais geological unit’, already demonstrated by the Visean age of the microgranular porphyritic granites [10]. A distinctive feature of this unit is the widespread occurrence of high-level granitic plutons, devoid of any post-magmatic or metamorphic transformation. The northern limit between this unit and the ‘Pilat series’ is underlined by syn-kinematic granitic sheets, which underline a more recent tectonic contact (possibly contemporaneous with the end of the Westphalo–Stephanian low-pressure metamorphism [4, 7]). The eastern limit, with the ‘eastern Vivarais’ barrovian metamorphic series [6], is another tectonic contact, also marked by a mylonitic complex and/or syn-kinematic granitic sheets, older than the Upper Visean Tournon granite [1]. The western limit is possibly a N20°W fault, separating this unit from the north–south-trending ‘Velay-Forez’ leucogranitic domain, of Upper Carboniferous age [3, 18]. Some small Carboniferous leucogranitic plutons locally intrude the ‘northwestern Vivarais geological unit’, along N50°E fractures (e.g., the Quatre-Vios granite [17]).

The metamorphism, widespread anatexis and granitic evolution of this ‘northwestern Vivarais geological unit’ cannot result from the Late Carboniferous event, recognised in adjacent domains (e.g., ‘Pilat series’). These new geochronological data therefore impose a re-examination of the limits and definition of the ‘Velay granite–migmatite dome’, since the voluminous cordierite migmatites previously assigned to the eastern side of this dome belong to this new unit. Such a dating also imposes new constraints on the geodynamic evolution of the whole eastern French Massif Central.

1. Introduction

Au sud du mont Pilat, bordure orientale du Massif central (Fig. 1), des granites microgrenus porphyriques (GMP), indemnes de toute transformation, ont été récemment datés du Viséen (Rb–Sr, 342 ± 8 Ma [10]). Cette datation contredit l'appartenance (e.g., [2, 9, 14, 23] au « massif granitique du Velay » ou « dôme du Velay » des monzogranites hétérogènes à cordiérite dans lesquels ces granites sont intrusifs. Les monzogranites hétérogènes, étroitement associés à des métapélites anatectiques en un « complexe granito-migmatique sombre » (CGMS) se sont développés, au sud, jusqu'au parallèle de Valence. Duthou et al. [10] suggèrent donc de distinguer dans le « dôme du Velay » un domaine granito-migmatique « Vivarais » anté-Viséen et, accolé à l'ouest, un axe leucogranitique subméridien « Velay–Forez », attribuable à l'« anatexie vellave », datée du Carbonifère supérieur [3, 18]. Cette suggestion s'accorde avec la remarquable dichotomie pétrographique ouest–est que la cartographie fait apparaître en Velay–Vivarais [15]. La mise en évidence de ce domaine anté-Viséen remet en cause les synthèses qui s'appuient sur des analyses globales du « dôme du Velay ». Afin de confirmer et de préciser cette nouvelle unité, deux études isotopiques, l'une Rb–Sr sur roche totale et l'autre U–Pb sur zircon, ont été réalisées sur un autre type de granite vivarois : un granite à tablettes d'orthose (GTO), qui forme de petits corps intrusifs dans le GGMS, déjà reconnu comme anté-Viséen, et dans des orthogneiss alcalins qui lui sont apparemment superposés.

2. Typologie du granite à tablettes d'orthose

Le GTO forme une soixantaine de petits massifs distribués (Fig. 1) dans une bande de 50×5 km entre des zones situées au nord-est de Bourg-Argental (feuille à 1:50 000 Annonay) et le nord-ouest de Cheylard (feuille Lamastre). Ce linéament granitique a l'orientation N20°E d'une des deux grandes familles de fractures de cette région ; le magmatisme parent du GTO paraît ainsi s'être exprimé selon une zone de faiblesse de ce système ruptural. Les massifs sont encaissés pour moitié dans les monzogranites hétérogènes et les anatexites associées, et pour moitié dans les orthogneiss alcalins, parfois mobilisés. Les modes de gisement varient selon la nature de l'encaissant. Dans le CGMS, le GTO est, soit en massifs intrusifs, soit en filons à épontes nettes ou enracinés progressivement dans les anatexites. Dans les orthogneiss alcalins, le GTO est toujours intrusif, avec parfois une discrète bordure « figée » ; il forme des massifs

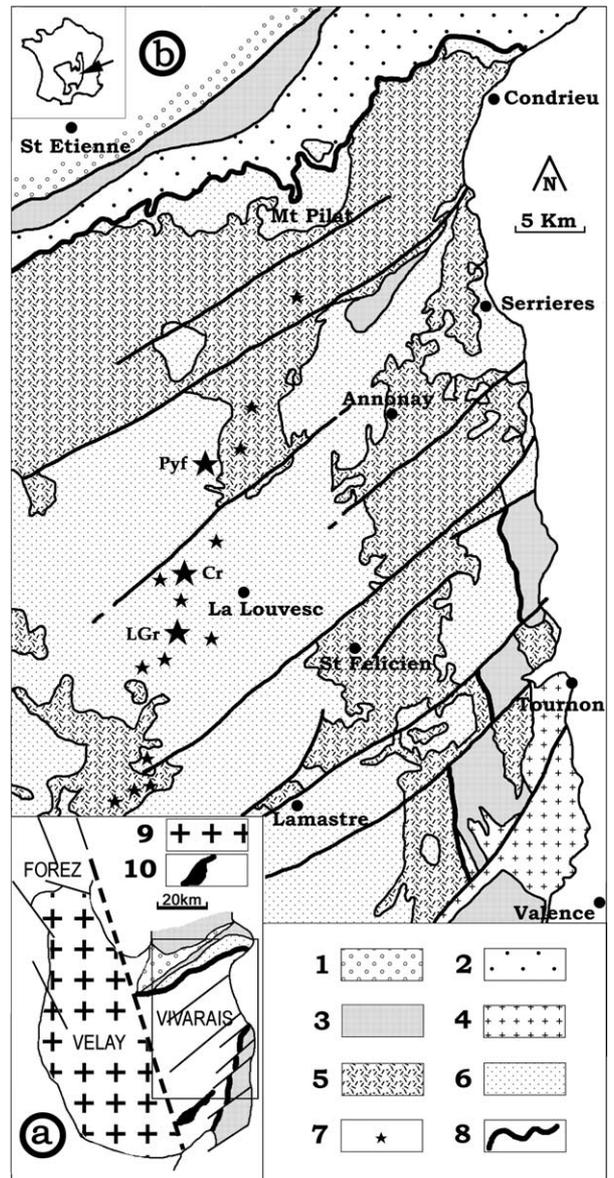


Figure 1. Le « massif granitique du Velay » (a) et la région Vivarais (b) : schéma géologique. 1 : Bassin houiller de Saint-Étienne ; 2 : série de basse pression du Pilat ; 3 : série barroviennne du Vivarais oriental ; 4 : granite de Tournon ; 5–7 : unité Nord-Ouest-Vivarais (5 : complexe granito-migmatique sombre, 6 : orthogneiss alcalins et 7 : granites à tablettes d'orthose, principaux gisements) ; 8 : contact tectonique majeur ; 9 : granites d'anatexie à cordiérite du Velay ; 10 : granite tardi-migmatitique du Velay.

Figure 1. The Velay granitic massif (a), and Vivarais area (b). 1: coal basin of Saint-Étienne; 2: Pilat low-pressure series; 3: Barrovian series of eastern Vivarais; 4: Tournon granite; 5–7: northwestern Vivarais unit (5: dark granito-migmatitic complex, 6: alkaline orthogneisses, and 7: orthoclase lath-rich granite – OLG –, main outcrops); 8: major tectonic contact; 9: Velay cordierite-bearing granite; 10: Velay late-migmatitic granite.

équidimensionnels hecto- à pluri-kilométriques, ou des lentilles d'épaisseur pluridécamétrique et concordantes ou non à la foliation de l'orthogneiss, dont elles

Tableau 1. Données analytiques Rb–Sr. Précision sur $^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$: 2 % ; précision relative sur le rapport $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$: 0,07 % (2σ). Échantillons Py1, 2, 4, 5, 6 et 66a du Pyfara (770–325,3) ; Cr3 des Crozes (768,3–312,2) et Gr de La Grange (767,7–316,7).

Tableau 1. Rb–Sr analytical data. $^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$ precise to 2%. $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ has an accuracy better than 0.07% (2σ).

Échantillon	Rb ($\mu\text{g g}^{-1}$)	Sr ($\mu\text{g g}^{-1}$)	$^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$	$^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$
Cr3	140,1	350,6	1,16	0,712 97
Py4	173,4	342,5	1,47	0,714 51
66a	171,6	325,9	1,52	0,714 95
Py5	170,3	279,6	1,76	0,716 14
Py6	181,1	271,7	1,93	0,717 14
Py2	206	229,6	2,60	0,720 46
Gr	194,7	197,9	2,85	0,721 44
Py1	204	198,7	2,98	0,722 10

contiennent de rares enclaves anguleuses. Deux sortes de GTO semblent ainsi exister sur le même linéament : le GTO, toujours intrusif dans les orthogneiss alcalins clairs (GTO/C), et le GTO p.p. « autochtone » du CGMS (GTO/S). C'est le GTO/C seulement qui est considéré ici.

Le GTO/C banal, sombre, est massif, à tablettes centimétriques d'orthose, d'abondance variable dans une matrice grenue quartzo-plagioclasique assez riche en biotite. Tablettes d'orthose et biotite, celle-ci ramassée en amas aplatis, déterminent une fluidalité magmatique parfois très marquée dans certaines lentilles, où elle est parallèle aux épontes. La cordiérite prismatique est généralement discrète. Le zircon se trouve presque exclusivement en cristaux aciculaires, canaliculaires et incolores, caractères qui témoignent, selon Pupin [21], d'une cristallisation précoce dans un magma pauvre en eau et en voie de refroidissement rapide.

Les compositions chimiques du GTO/C sont principalement, dans le diagramme Q – P de Debon et Lefort [8], dans le champ des adamellites ($100 < Q < 170$; $-100 < P < -5$). Dans le diagramme A – B des mêmes auteurs, elles déterminent une tendance évolutive de pente négative, enracinée en domaine méta-alumineux au niveau de ses termes ferro-magnésiens et qui illustre une association alumino-cafémi-que. Le GTO/C serait ainsi proche des GMP de source p.p. mantellique [10]. Les contenus en éléments traces confirment ce rapprochement : les deux sortes de roches, riches en Ca, Fe, Mg et Ti, le sont également en Ba, Sr, Y, Nb, Zr et terres rares, ces dernières étant peu fractionnées.

3. Étude isotopique Rb–Sr

L'étude radiométrique Rb–Sr sur roches totales a été réalisée sur huit échantillons (Tableau 1). Six d'entre eux proviennent du massif du Pyfara (feuille Annonay à 1:50 000), les deux autres des massifs des Crozes et de la Grange (feuille Saint-Agrève).

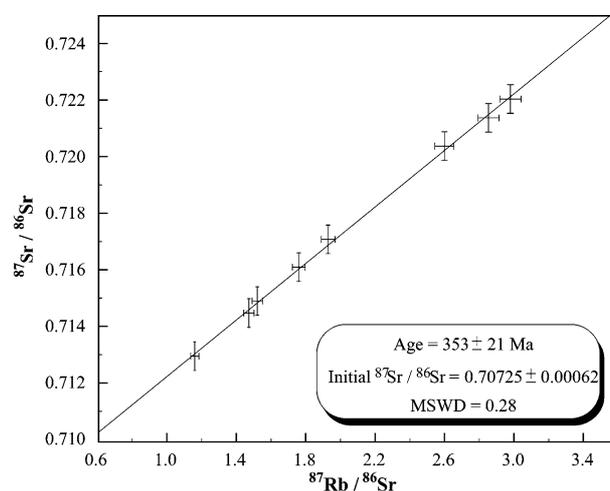


Figure 2. Diagramme isochrone Rb–Sr du GTO/C.

Figure 2. Rb–Sr isochron diagram for OLG/L.

Le massif du Pyfara est une lentille affleurant sur 1,5 km, avec une épaisseur d'une cinquantaine de mètres ; intrusive dans des orthogneiss alcalins non mobilisés, cette lentille recoupe leur foliation sous un angle faible, y émet des filonnets et en contient de rares enclaves. Les autres massifs, du type équidimensionnel, sont intrusifs dans des orthogneiss alcalins mobilisés. Ces huit échantillons déterminent une droite (MSWD = 0,28), dont la pente définit un âge de 353 ± 21 Ma (Dinantien inférieur [19]), avec un rapport isotopique initial du strontium $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr} = 0,70725 \pm 0,00062$ (Fig. 2). Nous interprétons cet âge comme celui de la mise en place du GTO/C, dont tous les massifs sont sans doute contemporains.

4. Étude isotopique U–Pb

L'étude radiométrique U–Pb a été réalisée sur des zircons d'un échantillon du massif du Pyfara, extraits et préparés selon les méthodes de Krogh [12, 13]. La mise en solution, la séparation et la purification

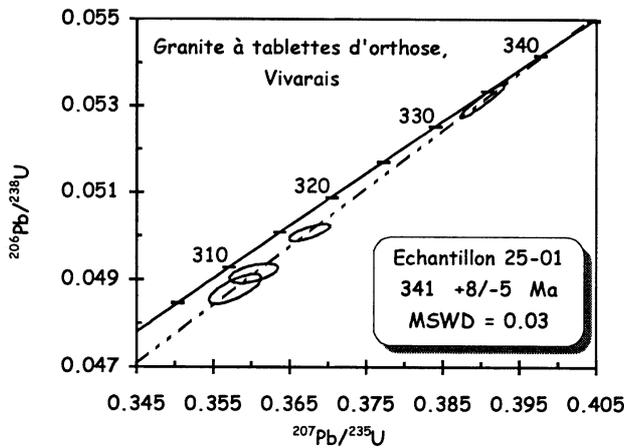


Figure 3. Diagramme concordia U–Pb pour les zircons du GTO/C.
 Figure 3. U–Pb concordia diagram for zircons from the OLG/L.

de l’uranium et du plomb sont adaptées de Krogh [11] et Parrish [20]. Les analyses ont été effectuées sur multiplicateur d’électrons en mode dynamique au moyen d’un spectromètre de masse Finnigan MAT 261. Les niveaux de contamination sont inférieurs à 15 pg en Pb et 1 pg en U. Les rapports mesurés sont corrigés du fractionnement, du blanc de procédure, de l’étalon, et du plomb commun initial, en utilisant le modèle de Stacey et Kramers [22]. Toutes les erreurs sont données à 2σ . La régression est effectuée en utilisant le programme ISOPLOT/EX, version 2.06d [16]. Tous les résultats sont donnés à 95 % de niveau de confiance.

Quatre fractions de deux à trois cristaux, parmi les moins magnétiques, ont été analysées (Tableau 2, Fig. 3). Excepté pour la fraction 1, dans laquelle le rapport $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ est correct, les trois autres fractions donnent des rapports relativement bas (entre 280 et 580), les résultats obtenus étant néanmoins de bonne qualité. La fraction 1 est subconcordante et indique un âge $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ de 340 Ma, tandis que les fractions 2, 3 et 4 sont discordantes, mais avec des âges $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ quasiment identiques (337 à 339 Ma) (Fig. 3). Les quatre points sont alignés selon une discordia, qui recoupe la concordia en intercept supérieur à $341 \pm 8/-5$ Ma, l’intercept inférieur étant assimilable à zéro (32 ± 110 Ma). Cet âge de $341 \pm 8/-5$ Ma (Viséen inférieur) est considéré comme âge de cristallisation du GTO/C. On remarquera que la fourchette d’âge U–Pb (349–336 Ma) se situe dans la fourchette d’âge Rb–Sr (374–332 Ma).

5. Discussion

L’âge Dinantien inférieur, selon les résultats cohérents des études isotopiques Rb–Sr et U–Pb, du

Tableau 2. Résultats analytiques U–Pb pour les zircons du GTO/C daté (échantillon 25–01)

Tableau 2. U–Pb analytical results for zircons from the dated OLG/L sample (25–01)

#	Échantillon		Concentrations				Rapports isotopiques				Âge
	Min ¹	poids (µg)	U (ppm)	Pb radioactif (ppm)	Common Pb (pg) ²	$^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}^3$	$^{208}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}^4$	$^{206}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}^4$	$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}^4$	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}^4$	
1	2zr m1	17	598	30,8	26	1290	0,073	0,053 13 ± 32	0,3902 ± 24	0,053 26 ± 10	340
2	3zr nm	24	224	11,7	63	277	0,185	0,049 14 ± 18	0,3603 ± 26	0,053 19 ± 32	337
3	3zr nm	28	139	7,1	24	505	0,169	0,048 78 ± 28	0,3579 ± 28	0,053 21 ± 28	338
4	3zr nm	19	226	11,3	24	575	0,106	0,050 08 ± 16	0,3676 ± 22	0,053 24 ± 22	339

Notes.

¹ Minéral : nombre de grains ; zr : zircon ; m1 : magnétique à 1° ; ² plomb commun total (étalon, contamination et minéral) ; ³ corrigé pour la discrimination de masse ; ⁴ corrigé pour la discrimination de masse, la contamination générale (Pb = 15 pg, U = 1 pg), l’étalon et le Pb commun initial. Les erreurs sont présentées à 2σ . La composition isotopique du Pb commun initial a été calculée selon le modèle d’évolution de Stacey et Kramers [22].

¹ Mineral: number of grains; zr: zircon, m1: magnetic at 1° tilt; ² total common Pb (spike, contamination and mineral); ³ corrected for mass fractionation; ⁴ corrected for mass fractionation, blank (Pb = 15 pg, U = 1 pg), spike and initial common Pb according to Stacey et Kramers [22]. Uncertainties are given at 2σ .

GTO/C du Vivarais appelle en particulier les commentaires suivants :

- il s'accorde avec l'âge Viséen [10] des GMP du Sud-Pilat, qui démontrait déjà la non-appartenance au « massif granitique du Velay », formé au Carbonifère supérieur, des monzogranites hétérogènes et métapelites anatectiques (CGMS) ;
- il montre que les orthogneiss alcalins, en partie anatectiques, qui sont en couverture du CGMS et ont été rapportés eux aussi, jusqu'à présent, au « granite du Velay », sont également antérieurs au Dinantien ; cela appuie la proposition [10] d'un contact tectonique majeur entre un « domaine métamorphique Nord-Ouest-Vivarais » et la série métamorphique du Pilat, d'âge Carbonifère supérieur [4, 7] ; cette série de basse pression doit bien être réduite à la partie métasédimentaire de l'empilement métamorphique, typée par les associations à ferro-cordiérite et andalousite, conformément à sa définition originelle [5] ; les orthogneiss alcalins catazonaux sous-jacents font, quant à eux, partie intégrante du « domaine métamorphique Nord-Ouest-Vivarais » ;
- il implique que la formation des orthogneiss alcalins et leur mise en place dans leur position actuelle soient antérieures au Dinantien ; ce fait a des conséquences importantes du point de vue des évolutions métamorphiques et tectoniques de la région, dans la mesure où une bonne partie des assises métamorphiques et granitiques (CGMS et orthogneiss sous-jacents), considérées comme faisant partie intégrante du « dôme du Velay », sont en fait des constituants plus anciens, dont les caractères métamorphiques et structuraux ont été acquis antérieurement au Dinantien inférieur ;
- il révèle enfin l'importance du magmatisme dinantien, postérieur à toute transformation métamorphique, au sud du massif du Pilat, magmatisme dont les produits, GTO/C et GMP, sont ainsi contrôlés dans leur répartition par les deux directions majeures de rupture de la bordure médio-orientale du Massif central.

6. Conclusion

Au sud du massif du Pilat, en Vivarais occidental, un granite à tablettes d'orthose (GTO/C) s'est mis en place au Dinantien inférieur, dans les orthogneiss alcalins superposés au complexe granito-migmatique sombre (CGMS) et, comme ce dernier, traditionnellement attribués au « massif granitique du Velay », formé au Carbonifère supérieur. Ce fait s'accorde à la datation [10] du Viséen de granites microgrenus

porphyriques (GMP) intrusifs dans le CGMS. Ces nouvelles informations chronologiques démontrent la non-appartenance au « phénomène vellave » des processus de formation du CGMS et de sa couverture orthogneissique ; elles imposent de distinguer une unité géologique anté-dinantienne Nord-Ouest-Vivarais.

Le GTO/C forme de nombreux massifs, distribués sur plus de 50 km, selon la direction N20°E de fracturation du Vivarais métamorphique, à l'image des GMP, dont la mise en place a été guidée sur plus de 20 km par l'autre grande direction de rupture N50°E. Ces larges distributions mettent en évidence l'importance spatiale de cette unité anté-dinantienne Nord-Ouest-Vivarais, dont l'allongement méridien est parallèle à celui de l'axe leucogranitique vellave Forez–Velay.

Un trait distinctif de l'unité géologique Nord-Ouest-Vivarais est la présence de nombreux témoins d'un plutonisme relativement superficiel d'âge Dinantien, dont les produits n'ont subi aucune transformation postérieurement à leur mise en place.

La limite septentrionale de l'unité Nord-Ouest-Vivarais est un contact tectonique majeur entre ses orthogneiss alcalins et, au nord, la série métamorphique de basse pression du Pilat [10]. Cette série du Carbonifère supérieur, réduite aux métasédiments [5], est séparée des orthogneiss alcalins par des lames granitiques syncinématiques, qui soulignent un contact tectonique récent, sans doute contemporain de la fin du métamorphisme de basse pression westphalo-stéphanien. La limite orientale de l'unité Nord-Ouest-Vivarais est un autre contact tectonique, avec, cette fois-ci, la série métamorphique barroviennne du Vivarais oriental [6]. Marquée, elle aussi, par un complexe mylonitique et/ou des feuillets de granite syncinématique, elle est toutefois plus ancienne, car les lames du granite de Tournon, daté du Viséen [1], qui lui sont proches, ne sont pas affectées. À l'Ouest enfin, où se développent les leucogranites carbonifères du Velay–Forez, la limite est probablement une grande zone de faiblesse crustale de direction N20°W, conjuguée à celle qui porte le GTO/C ; cette zone a sans doute joué ensuite un rôle dans la mise en place, au Carbonifère supérieur, de l'axe granitique Velay–Forez, dont les plutons ont parfois injecté l'unité anté-dinantienne Nord-Ouest-Vivarais à la faveur de rejeux tardifs des fracturations N50°E (par exemple, granite tardi-migmatique « vellave » des Quatre-Vios [17]). La problématique des limites de l'unité géologique Nord-Ouest-Vivarais, de son intégration dans l'édifice structural du Massif central et des conséquences géodynamiques qui en découlent sont l'objet de travaux en cours.

Références

- [1] Batias P., J.-L. Duthou, Âge Viséen supérieur du granite porphyroïde de Vienne–Tournon (Massif central français), in: 7^e réun. ann. Sci. Terre Lyon, 1979, p. 34.
- [2] Burg J.-P., O. Vanderhaegue, Structures and way-up criteria in migmatites, with application to the Velay dome (French Massif Central), *J. Struct. Geol.* 15 (1993) 1293–1301.
- [3] Caen-Vachette M., J.-P. Couturié, J. Didier, Âges radiométriques des granites anatectiques et tardi-migmatitiques du Velay (Massif central français), *C. R. Acad. Sci. Paris, Ser. II* 294 (1982) 135–138.
- [4] Caen-Vachette M., M. Gay, J.-M. Peterlongo, P. Pitiot, G. Vitel, Âge radiométrique du granite syntectonique du gouffre d'Enfer et du métamorphisme hercynien dans la série de basse pression du Pilat (Massif central français), *C. R. Acad. Sci. Paris, Ser. II* 299 (1984) 1201–1204.
- [5] Chenevoy M., Précisions nouvelles sur les terrains métamorphiques du mont Pilat (Massif central) et leur histoire cristallogénétique, *Bull. Soc. géol. France* 7 VI (1964) 55–63.
- [6] Chenevoy M., J. Ravier, Extension des séries cristallophylliennes à andalousite–cordiérite et à disthène–staurotide dans les Cévennes septentrionales et médianes, *Bull. Soc. géol. France* (7) X (1968) 613–617.
- [7] Costa S., De la collision continentale à l'extension tardi-orogénique : 100 millions d'années d'histoire varisque dans le Massif central français. Une étude chronologique par la méthode ^{40}Ar – ^{39}Ar , thèse, université Montpellier-2, 1990, 441 p.
- [8] Debon F., P. Lefort, A chemical-mineralogical classification of plutonic rocks and associations, *Trans. R. Soc. Edinburgh Earth Sci.* 73 (1983) 135–149.
- [9] Dupraz J., J. Didier, Le complexe anatectique du Velay (Massif central français) ; structure d'ensemble et évolution pétrologique, *Géologie de la France* 4 (1988) 73–88.
- [10] Duthou J.-L., M. Chenevoy, M. Gay, Présence d'un magmatisme d'âge Viséen moyen dans le versant sud du massif du Pilat, Massif central oriental ; conséquences, *C. R. Acad. Sci. Paris, Ser. II* 327 (1998) 749–754.
- [11] Krogh T.E., A low-contamination method for hydrothermal decomposition of zircon and extraction of U and Pb for isotopic age determination, *Geochim. Cosmochim. Acta* 37 (1973) 485–494.
- [12] Krogh T.E., Improved accuracy of U–Pb zircon dating by selection of more concordant fractions using a high gradient magnetic separation technique, *Geochim. Cosmochim. Acta* 46 (1982) 631–635.
- [13] Krogh T.E., Improved accuracy of U–Pb zircon ages by the creation of more concordant systems using abrasion technique, *Geochim. Cosmochim. Acta* 46 (1982) 637–649.
- [14] Lagarde J.-L., C. Dallain, P. Ledru, G. Courrioux, Strain patterns within the Late Variscan granitic dome of Velay, French Massif Central, *J. Struct. Geol.* 16 (1994) 839–852.
- [15] Ledru P., G. Courrioux, C. Dallain, J.-L. Feybesse, J.Y. Scanvic, Le massif granitique du Velay (MCF) : résultats préliminaires de la cartographie à 1:100 000, in: 13^e réun. ann. Sci. Terre, Grenoble, 1990, p. 77.
- [16] Ludwig K.R., Isoplot/Ex version 2.06: a geochronological toolkit for Microsoft Excel, Special Publication n° 1a, Berkeley Geochronology Center, 1999.
- [17] Montel J.M., R. Abdelghaffar, Les granites tardi-migmatitiques du Velay (Massif central) : principales caractéristiques pétrographiques et géochimiques, *Géologie de la France I* (1993) 15–28.
- [18] Mougeot R., J.-P. Respault, P. Ledru, C. Marignac, U–Pb chronology on accessory minerals of the Velay anatectic dome (French Massif Central), *Eur. J. Mineral.* 9 (1997) 141–156.
- [19] Odin G.S., Geological time scale, *C. R. Acad. Sci. Paris, Ser. II* 318 (1994) 59–71.
- [20] Parrish R.R., An improved micro-capsule for zircon dissolution in U–Pb geochronology, *Chem. Geol. (Isotop. Geosc. Sect.)* 66 (1987) 99–102.
- [21] Pupin J.-P., Zircon and granite petrology, *Contrib. Mineral. Petrol.* 73 (1980) 207–220.
- [22] Stacey J.S., J.D. Kramers, Approximation of terrestrial lead isotope evolution by a two stage model, *Earth Planet. Sci. Lett.* 26 (1975) 207–221.
- [23] Williamson B.J., H. Downes, M.F. Thirwall, A. Beard, Geochemical constraints on restite composition and unmixing in the Velay anatectic granite, French Massif Central, *Lithos* 40 (1997) 295–319.