



Volcans de la Chaîne des Puys (Massif Central, France) : point sur la chronologie Vasset-Kilian-Pariou-Chopine

Didier Miallier, Laurent Michon, J. Evin, Thierry Pilleyre, S. Sanzelle, G.
Vernet

► To cite this version:

Didier Miallier, Laurent Michon, J. Evin, Thierry Pilleyre, S. Sanzelle, et al.. Volcans de la Chaîne des Puys (Massif Central, France) : point sur la chronologie Vasset-Kilian-Pariou-Chopine. Comptes Rendus Géoscience, Elsevier Masson, 2004, 336, pp.1345-1353. <in2p3-00023418>

HAL Id: in2p3-00023418

<http://hal.in2p3.fr/in2p3-00023418>

Submitted on 10 Dec 2004

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Volcans de la Chaîne des Puys (Massif Central, France) : point sur la chronologie Vasset-Kilian-Pariou-Chopine

D. Miallier, L. Michon, J. Evin, T. Pilleyre, S. Sanzelle et G. Vernet.

Résumé

La compilation des datations radiocarbone de bois carbonisés par leurs déferlantes basales, complétée par des observations téphrochronologiques, permet d'avancer que le puy Chopine, il y a environ 9700 ans, a précédé le Vasset et le Kilian, tous deux pénécotemporains, vers 9400-9300 ans. Les produits du Nouveau Pariou sont recouverts par ceux d'un volcan trachytique, probablement le Kilian. Sous les produits explosifs initiaux du Nouveau Pariou (faciès "Traversin"), les trachytes à amphibole qui avaient été attribués au Kilian, sont vraisemblablement une forme méconnue des trachytes de la phase acide du Pariou lui-même. L'ordre chronologique des éruptions serait donc : Chopine/Pariou/Vasset/Kilian, la position du Vasset, hypothétique, restant à confirmer.

Introduction

En 1996, Juvigné et al. ont publié une compilation d'études de sédiments lacustres et de tourbes contenant des lamines de téphra [12] ; celle-ci permettait de proposer, pour le Massif-Central, un cadre téphrostratigraphique où les auteurs regroupaient les produits du puy Vasset, du Cratère Kilian et du puy Chopine dans une seule entité "trachytes" (téphra éponyme de La Taphanel, [10]) sans interclassement chronologique. Son âge radiocarbone moyen est 8500 BP [12], soit environ 9500 ans (sauf mention "BP", les âges seront donnés ici en années réelles, au sens naturel du mot "âge", les calibrations étant faites avec le logiciel Oxcal du laboratoire de radiocarbone d'Oxford, d'après les tables de Stuiver et al. [20]). D'après la dispersion des résultats, la succession des éruptions aurait duré un peu moins de

trois siècles. Des variations de composition minéralogique d'un site à l'autre suggèrent que l'on peut, dans certains cas, avoir affaire à des mélanges de deux (ou plus) retombées dans une même lamine (Chopine + Kilian ou Vasset), ce qui témoignerait d'une succession rapide des éruptions : au plus quelques décennies ? (d'après [12] et Juvigné, in litt.).

Selon les observations de Camus au col de la Moréno [4], le Vasset serait antérieur au Kilian.

Il était par ailleurs admis que le Pariou est plus récent que le Kilian : Camus [4] avait noté des produits de type "Lacroix" (trachytes à amphibole, comme ceux trouvés au voisinage du Kilian) sous des produits "Traversin" (produits de débouillage explosif qui préludent au Nouveau Pariou, décrits sur le Traversin) au sommet du puy de l'Aumône. Les trois datations disponibles jusqu'à présent ne permettaient pas de situer l'éruption du Pariou avec une grande précision : une datation ^{14}C indirecte de la grande coulée orientale donne un âge maximal, 8580 ± 350 BP (Sa 94, [6]), soit 9600 ± 1000 ans (2σ) après calibration (Cf. plus loin : § Datations), et deux datations par thermoluminescence donnent 8200 ± 800 ans (1σ) sur coulée [9] et 8700 ± 900 ans (1σ) sur téphras [19].

En ce qui concerne le Chopine, ses produits sont visibles sous ceux du Pariou dans toute la zone commune aux deux recouvrements (Cf. Carte [1]).

Mais on doit aujourd'hui décrire une réalité plus complexe que celle de trois volcans trachytiques qui auraient simplement précédé le Pariou. En effet, Vernet et al. [21] ont mis en évidence le dépôt, vers la fin du Boréal, d'une vaste nappe de produits trachytiques (dénommés CF7) qui localement, en Grande Limagne, se superposent aux téphras du Nouveau Pariou. De plus, un dépôt de déferlante trachytique a été observé sur la grande coulée orientale du Nouveau Pariou, au lieu-dit La Bruyère des Moines, au pied même du volcan [1]. Les produits échantillonnés s'apparentent indistinctement à ceux du Vasset, du

Kilian et à CF7 [15]. Il est donc acquis que l'un des deux au moins, Vasset ou Kilian, a fonctionné postérieurement à la dernière phase d'activité du Pariou.

En outre, Vernet a observé, à 1km au nord du Pariou (site de Vulcania), un niveau décimétrique de cendres interstratifiées dans les produits les plus récents du Chopine [22]. Ces cendres ont une composition de trachyandésite sans parallèle dans celles du Pariou (Cf. [8]). C'est aussi le cas, avec une composition de hawaïite, d'une autre retombée d'origine inconnue, reposant sur les produits du Chopine au pied sud du Puy de Porcherolles, (étude en cours).

Le puy de Vasset et le Cratère Kilian

La chronologie relative Vasset-Kilian est difficile à établir avec certitude à cause de la difficulté de distinguer physiquement leurs produits respectifs. Deux critères ont été proposés par Michon [16] reposant, d'une part, sur des différences dans les cortèges de xénoclastes et, d'autre part, sur le fait que les trachytes du Kilian présentent parfois une figure de brassage ("rubannement") jamais observée pour ceux du Vasset. Sur ces bases et à partir des gradients d'épaisseur de recouvrements et de taille des blocs, on peut imaginer une ligne est-ouest qui, passant vers le sommet du Montchier, séparerait la nappe du Vasset, au sud, de celle du Kilian, au nord (Figure 1). On devra alors revoir les attributions d'échantillons déjà datés par ^{14}C [3] après avoir constaté que la majorité d'entre eux concernent le Vasset.

Le volcan qui s'est manifesté après le Nouveau Pariou serait le Kilian, d'après la coupe de la Bruyère des Moines. La coupe-type fait environ 1,2 m de hauteur. A la base, 40 cm de lapilli scoriacés, lités, de mugéarite (Table 1), reposent sur la surface tourmentée de la cheire. Au dessus de ce niveau, les mêmes lapilli sont emballés dans une matrice brune, d'aspect argileux (sur 35 cm environ), contenant quelques rares nodules millimétriques de trachyte. On

passé, au dessus, à l'horizon de dépôts trachytiques (30 à 40 cm) et, enfin, à un sol noir (10 à 20 cm).

Le dépôt trachytique, constitué de lapilli et blocs de masses diverses, jusqu'à 360 g, emballés dans une matrice brun-beige, a les caractères d'une déferlante : granoclassement inverse, accumulation dans les dépressions du terrain, abondance, à la base, de fragments centimétriques de bois brisé et carbonisé. Les xénoclastes sont nombreux. Les trachytes se présentent, en proportions à peu près égales, en bombes sous deux formes :

1 : une roche dense, gris clair à gris foncé, riche en phénocristaux d'amphibole et de feldspaths, souvent de forme allongée, anguleuse, parfois trempée en "croûte de pain" et

2 : un bloc arrondi, léger, de roche fragile et vésiculée ("moussue"), de couleur gris clair à gris jaune.

En section polie, quelques blocs denses présentent des figures de brassage, et, parfois, une orientation préférentielle des amphiboles.

La composition des trachytes ne permet pas de les rapprocher plus du Kilian que du Vasset, par contre, une différence entre les blocs denses et les blocs vésiculés semble se dessiner (Table 1 et Figure 2). L'attribution des produits trachytiques de La Bruyère des Moines au Kilian repose sur la présence de « rubannements » et le fait que l'on peut suivre la nappe depuis le Kilian, en passant par les sommets du Puy de Dôme et du Petit Puy de Dôme, avec une diminution de la taille des produits et de l'épaisseur des dépôts avec la distance.

Les trachytes du secteur Filhu-Balmet

Entre le puy Filhu et le puy Balmet, Camus [4] décrit une épaisse (plus de 1m) couche de projections à faciès de débouillage rappelant les produits de type « Traversin » qu'il attribue

cependant à une destruction partielle du premier puy de Côme. Celle-ci recouvre un lit de 20 à 40cm d'épaisseur de ponces trachytiques à amphibole, correspondant à un « faciès latéral de vannage de trachytes de type Lacroix ». En fait, selon nos propres observations, les trachytes en question ne ressemblent pas à ceux qui ont été décrits plus haut. Ce sont des cendres et lapilli d'un mélange, en proportions à peu près égales de trachyte et de roches diverses (socle et autres laves). Les trachytes sont représentés majoritairement par des ponces vraies (densité, $d < 1$) de couleur grise, rouge ou jaune, souvent rubanées, dont on ne connaît d'équivalent nulle part ailleurs si ce n'est dans le même secteur entre Côme et Balmet, et de lapilli gris ou jaunâtres de densité variable ($1 < d < 2,5$), dont la proportion diminue en raison inverse de la densité. La composition de deux échantillons les place dans le champ des trachytes (Fig. 2), le troisième étant un trachy-andésite. Mais la chimie de ces deux trachytes est beaucoup plus proche de celle des trachytes "noirs vitreux" décrits par Camus [4] et El Arabi [8] à la base des produits explosifs « Traversin » que de celle de Kilian ou Vasset (Tableau 1). La majorité des grains, notamment les non-trachytiques, sont superficiellement marqués par des vitrifications brunes. Cette strate est supportée par un lit mince (2 à 3 cm), jaunâtre, de cendres composées de trachyte de même aspect que celui du niveau sus-jacent, très majoritaire, et de fragments de roches et minéraux du socle. L'analyse des indices de réfraction des minéraux transparents (T. Danhara, com. pers.) confirme que ce ne sont pas les mêmes que ceux du Kilian et du Vasset (Cf. [15]). La limite entre les ponces trachytiques et les produits de débouillage n'est pas franche (lapilli mélangés au voisinage de l'interface), ce qui suggère une continuité dans les éruptions. Ce lit repose sur des lapilli émoussés déjà signalés par Camus (Fig.3). Une séquence très semblable à celle-ci a été observée par Camus [4] au puy de l'Aumône (non retrouvée). Au dessus des produits de débouillage qui recouvrent les trachytes à ponces, on trouve des lapilli de trachytes appartenant aux deux types décrits à la Bruyère des Moines, dispersés dans un niveau brun, de consistance plus ou moins argileuse,

caractéristique de cet horizon largement répandu dans la Chaîne des Puys. Au dessus, sous l'humus forestier, on trouve un niveau décimétrique de cendres et lapilli à faciès de débouillage, contenant une proportion significative de roches et minéraux du socle. Ce dernier niveau avait été déjà observé par Camus dans ces parages et rattaché par lui au téphra de l'étang de Fung (Mazayes), rapportés par hypothèse à une éruption tardive (vers 4350 ans ?) du puy de Côme ou d'un adventice du Montchier [4]. Il est à noter que ces deux hypothèses posent problème : les produits du Vasset, au sud, ou du Kilian, au nord, semblent recouvrir partout le Montchier ; dans le cratère sommital du Côme et sur sa couronne ne sont visibles que des produits juvéniles au dessus desquels on trouve, rares mais bien présents, des trachytes type Kilian.

Datations

A la Bruyère des Moines, le niveau intermédiaire de lapilli mugéaritiques emballés dans une matrice fine est probablement, pour l'essentiel, le résultat d'un brassage intense de la partie supérieure du niveau de saupoudrage par les turbulences de l'air associées au passage de la déferlante. Mais il peut aussi comprendre une composante de pédogenèse et de solifluxion, auquel cas il témoignerait de l'écoulement d'un laps de temps significatif entre l'éruption du Pariou et la déferlante trachytique. La datation ^{14}C d'un bois carbonisé prélevé à la base du niveau de déferlante a donné : Ly-12117 : 8815 ± 65 BP. Ce résultat est sensiblement plus élevé que les trois déjà disponibles pour Kilian (Table 2), toutefois on sait que les distributions d'âges pour une nuée unique peuvent être larges, à l'exemple du Laacher See, vers 11000 BP, soit 12900 ans, dont la durée d'éruption est estimée à quelques jours tandis que la dispersion des âges ^{14}C est de près d'un millénaire [13]. Pour faciliter la discussion, on fera la moyenne pondérée des mesures (avant calibration) pour obtenir une approximation de

l'âge du Kilian, soit : 8380 ± 40 BP, ce qui, après calibration, donne un âge compris dans l'intervalle [9550-9320] avant nous (2σ). Bien que, en toute rigueur, l'opération de calibration conduise seulement à une distribution de probabilités, on admet pour la commodité des exposés que le centre de l'intervalle est une bonne évaluation de l'âge, soit : 9430 ± 115 ans (2σ).

La même opération pour le Vasset donne l'âge moyen 8210 ± 100 BP, soit un âge réel de 9270 ± 280 ans. Pour le Puy Chopine, la moyenne pondérée, 8672 ± 40 BP, conduit à un âge moyen de 9700 ± 115 ans. Il faut noter que, dans les trois cas, on fait implicitement l'hypothèse qu'il n'y a eu qu'une seule vague de déferlantes basales brûlant des arbres sur leur passage, en accord avec les observations de Michon [16] pour Vasset et Kilian, et Montiel [17] pour Chopine.

Discussion et conclusions

Les données exposées ici confirment d'une façon indépendante les résultats de chronologie dans les tourbes et sédiments, à savoir que la durée totale d'activité des trois volcans trachytiques n'a pas excédé quelques siècles autour du milieu du 10^{ème} millénaire. De plus, ils permettent de proposer une chronologie relative à l'intérieur de cette période. L'âge moyen des « trachytes » (8540 ± 150 BP, soit 9650 ± 550 ans), avait été calculé par Juvigné et al. [12] à partir des âges ^{14}C , mesurés sur tourbe ou macro-restes végétaux, de 16 échantillons distincts (par le site de prélèvement), parfois « mélanges de téphras » mais dans lesquels le Chopine est majoritairement représenté. On peut maintenant préciser que l'ensemble des 16 datations a deux pôles : le puy Chopine, vers 9700 ans environ, et le couple Vasset- Kilian vers 9300-9400 ans.

Le puy de Pariou a ses produits les plus récents recouverts par une nappe de trachytes à amphibole, âgée d'environ 9400 ans, vraisemblablement issue du Kilian. Jusqu'à présent, rien

n'a permis de penser que le Côme avait présenté une histoire magmatique et éruptive semblable à celle du Pariou, ce qui permet de proposer l'hypothèse plus simple que la séquence trachytes/produits-de-débouillage de Filhu-Balmet vient du Pariou. Les trachytes ponceux seraient une forme méconnue auparavant des trachytes du Pariou lui-même (première phase, acide), repérés ailleurs par Camus [4] et El Arabi [8] à la base des horizons de "débouillage". Ils étaient alors noirs et vitreux, de telle sorte qu'ils n'ont pas été reconnus à Filhu au simple examen visuel. Là, le « rubannement » fréquent signe un mélange et la ponce à composition de trachy-andésite annonce l'arrivée du magma plus basique qui formera le cône du Nouveau Pariou.

A Gerzat (Grande Limagne), Juvigné et al. [11] ont trouvé le téphra « Taphanel » directement sous-jacent aux produits du Nouveau Pariou, sans sédiment intermédiaire, et ils en déduisent qu'il s'est écoulé un temps très bref entre l'éruption du Chopine et celle du Pariou. Si tel est le cas, l'âge du Pariou serait proche de 9700 ans et, compte tenu de son âge estimé, vers 9300 ans, le Vasset serait donc plus récent, hypothèse à confirmer.

Enfin, la découverte de téphras d'origine inconnue à ce jour (Vernet et al. [22] et D.M., en cours) sur ceux du Chopine suggère que les volcans étudiés ici n'ont pas été les seuls actifs à la même époque - ou qu'ils ont eu un fonctionnement plus complexe (Pariou notamment) que celui actuellement décrit.

Remerciements :

Les auteurs sont très reconnaissants à Marie Madeleine De Goër de Hervé pour leur avoir donné accès aux archives de Alain de Goër de Hervé[†], qui a beaucoup contribué à renouveler la réflexion sur le sujet. Pierre Vincent a aimablement fait des vérifications de terrain et relu le

manuscrit. T. Danhara (Kyoto Fission Track LTD) a fait de nouvelles analyses d'indices de réfraction, nous l'en remercions.

Références

- [1] Boivin P., Besson J.C., Briot D., Gourgaud A., Labazuy P., de Larouzière F.D., Livet M., Mergoïl J., Miallier D., Morel J.M., Vernet G., Vincent P., *Volcanologie de la Chaîne des Puys. Parc Naturel Régional de la Chaîne des Puys (Edit.). Carte et fascicule. 4^o édition, 2003, (sous presse).*
- [2] Brousse R., Delibrias G., Labeyrie J. et Rudel A., *Datation par la méthode du carbone 14 d'une éruption domitique de la Chaîne des Puys. C.R. Acad. Sc. t.263, 1966, 1812-1815.*
- [3] Brousse R., Delibrias G., Labeyrie J. et Rudel A., *Eléments de chronologie de la Chaîne des Puys. Bull. Soc. Géologique de France, 11, 1969, 770-793.*
- [4] Camus G., *La Chaîne des Puys (Massif-Central Français). Etude structurale et volcanologique. Thèse de Doctorat. Ann. de l'Université de Clermont-Ferrand, N° 56, fasc. 28, série Géologie et Minéralogie, 1975, 322 p.*
- [5] Camus G., De Goër de Herve A., Kieffer G., Mergoïl J. et Vincent P.M., *Nouvelle interprétation du système Puy Chopine-Puy des Gouttes (Chaîne des Puys, Massif Central Français), C.R. Acad. Sc. Paris, 277, 1973, 1121-1124.*
- [6] Delibrias G., Guillier M.T. and Labeyrie J., *Saclay natural radiocarbon measurements, I, Radiocarbon, 6, 1964, 238-239.*
- [7] Delibrias G., Guillier M.T. et Labeyrie J., *Gif Natural Radiocarbon Measurements VII. Radiocarbon, 1671,1974, 304-307.*
- [8] El Arabi A., *Différentiation d'une série alcaline continentale. Exemple du puy de Pariou. Rapport de DEA, Université Blaise Pascal, Clermont-Ferrand, 1987, 50p.*

- [9] Guérin G., La thermoluminescence des plagioclases, méthode de datation du volcanisme. Applications au domaine volcanique français : Chaîne des Puys, Mont Dore et Cézallier, Bas Vivarais. Thèse, Université Pierre et Marie Curie, Paris, 1983, 260p.
- [10] Juvigné E., Contribution à la téphrostratigraphie du quaternaire et son application à la géomorphologie. Mémoires pour servir à l'explication des cartes géologiques et minières de la Belgique N°36, Service géologique de Belgique, 1993, 66 p.
- [11] Juvigné E., Kroonenberg S., Veldkamp A., El Arabi A. and Vernet G., Widespread Allerod and Boreal trachyandesitic to trachytic tephra layers as stratigraphical markers in the Massif Central France. *Quaternaire*, 3, 1992, 137-146.
- [12] Juvigné E., Bastin B., Delibrias G., Evin J., Gewalt M., Gilot E., et Streel M., A comprehensive pollen and tephra-based chronostratigraphic model for the late glacial and holocene period in the French Massif-Central. *Quaternary International*, 35/36, 1996, 113-120.
- [13] Juvigné E., Bastin B., Delibrias G., Evin J., Gewalt M., Gilot E. and Streel M., Chronostratigraphic relationships of tephras, pollen features, and ^{14}C dates in the french Massif Central and in the Eifel (Germany), Alfred-Wegener-Conference "Climate dynamics recorded in long continental high resolution time series since the last interglacial", Berlin, 1994, 48-52.
- [14] Le Bas M.J., Le Maître R.W., Streckeisen A., Zanettin B., A chemical classification of volcanic rocks based on the total alkali-silica diagram, *J. Petrol.* 27, 1986, 745-750.
- [15] Miallier D., Sanzelle S., Pilleyre T., Vernet G., Brugière S. Danhara T., Nouvelles données sur le téphra de Sarliève et le téphra CF7, marqueurs chronostratigraphiques de Grande Limagne (Massif Central, France) *C. R. Acad. Sci. Paris.* 2003, xxx

- [16] Michon L., Le cratère Kilian et le Puy de Vasset : mécanismes éruptifs et distinction des produits proximaux et distaux. Comparaison avec le cratère-lac Pavin et le Puy Chopine, Mémoire de DEA, Université Blaise Pascal, 1996, 20 p.
- [17] Montiel N., La nappe de recouvrement du Puy Chopine. Mémoire de Travail d'Etude et de Recherche (TER), Université Blaise Pascal, 1997, 59 p.
- [18] Raynal J.P., Paquereau, M.M. et Daugas J.P., Contribution à l'étude chronostratigraphique des formations volcano-sédimentaires de la Chaîne des Puys. *Nouv. Rech. Mus. d'Hist. Nat. de Lyon*, 19 (supplément), 1981, 59-64.
- [19] Raynal J.P., Miallier D., Vernet G., Faïn J., Camus G., Montret M., Daugas J.P., et Sanzelle S., Extension de la datation par thermoluminescence à une retombée trachyandésitique rapportée au Puy de Pariou (Chaîne des Puys, France), *C.R.Acad. Sc.*, Paris, 308, série II, 1547-1552.
- [20] Stuiver M., Reimer P.J., Bard E., J.W. Beck, Burr G.S., Hughen K.A, Kromer B., McCormac G., van der Plicht J. and Spurk M., INTCAL98 Radiocarbon Age Calibration, 24000-0 cal BP *Radiocarbon* 40(3), 1998, 1041-1083.
- [21] Vernet G., Raynal J.P., Un cadre téphrostratigraphique réactualisé pour la préhistoire tardiglaciaire et holocène de Limagne (Massif central, France). *C.R. Acad. Sci., Sciences de la terre et des planètes*, 330, 2000, 399-405.
- [22] Vernet G., Raynal J.P., Kieffer G., Camus G., Guadelli J.L., Vivent D., Miallier D., Sanzelle S., Pilleyre T., Faïn J., Montret M., L'éruption du Puy Chopine (Puy de Dôme, France) : impacts proximaux et distaux et implications éco-archéologiques. In *Tephros. Actes du symposium INQUA-UISPP, Le Puy en Velay, 24-29 Août 1998*. Editions CDRAD, 43150 Goudet, 2001, 227-234.

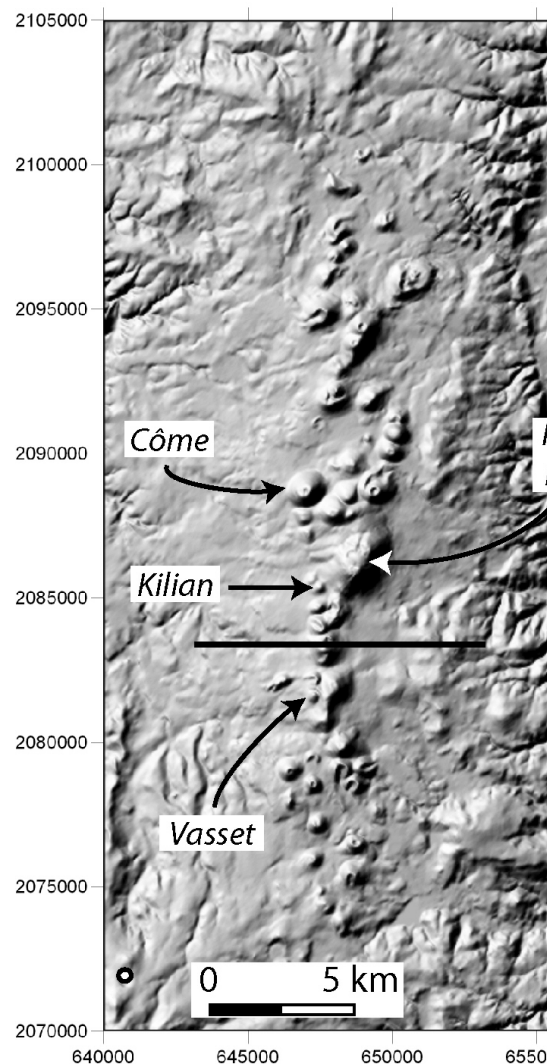
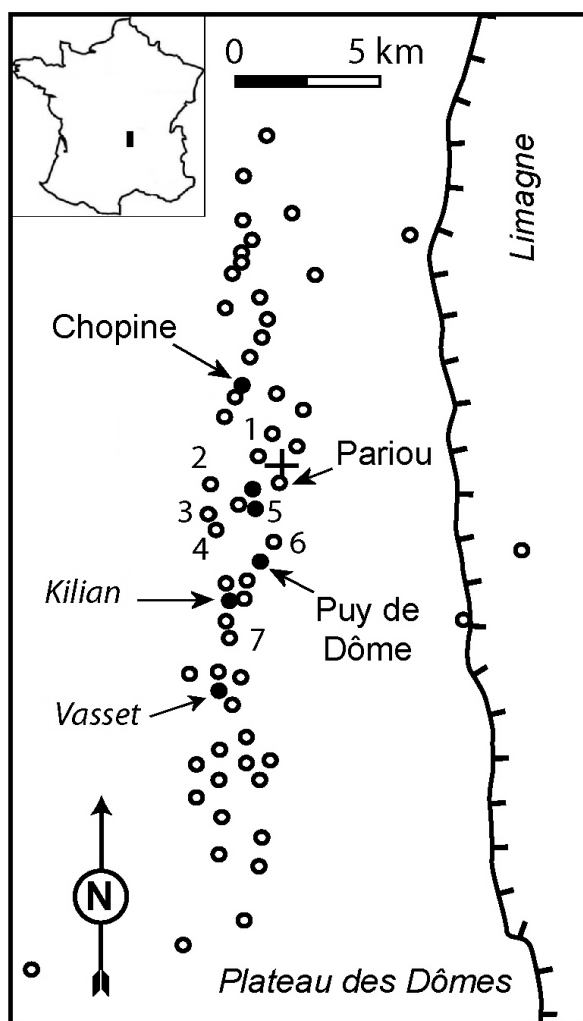


Figure 1.

Carte schématique de la Chaîne des Puys (à gauche), avec les volcans trachytiques (en noir) et le site de la Bruyère des Moines (+). 1 : Porcherolles ; 2 : Côme, 3 : Balmet ; 4 : Filhu ; 5 : Aumône ; 6 : Petit Puy de Dôme ; 7 : Montchier. En trait gras (carte de droite) : limite approximative entre la nappe du Vasset au sud et celle du Kilian au nord. Pour plus de détails, se reporter à la dernière édition de la Carte Volcanologique de la Chaîne des Puys [1]. Carte numérique en relief (à droite).

Simplified map of the Chaîne des Puys.

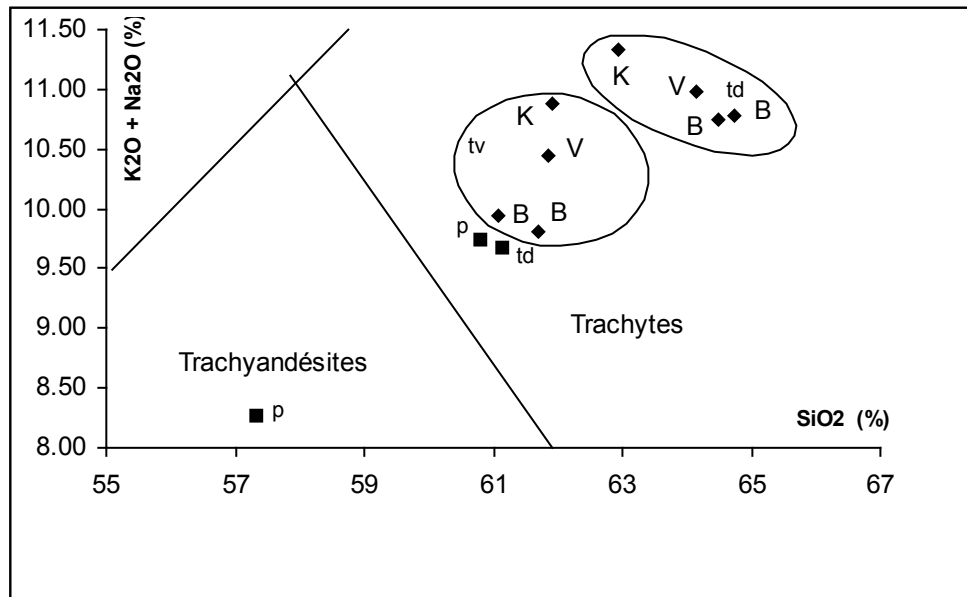


Figure 2.

Détermination de magma dans la classification de Le Bas et al. [14] : représentation graphique, dans un "diagramme TAS", $\text{SiO}_2/(\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O})$ de la composition des échantillons. Losanges : groupe Vasset Kilian, vésiculés (tv) ou denses (td). Sites : B: la Bruyère des Moines ; V : Vasset ; K : Kilian. Localisation des prélèvements : voir Tab. 1. Carrés : niveau à ponces du col Filhu-Balmet . p : ponce ; td : trachyte dense.

Magma determination according to the Le Bas et al. classification.

Origine proposée	Strate
	Sol
?	Lapilli à faciès de débouillage
Kilian	Sol brun à trachytes (type "Bruyère des Moines")
Pariou	Lapilli à faciès de débouillage type "Traversin"
	Lapilli à ponces trachytiques
	Cendres trachytiques
?	Lapilli d'aspect remanié (nature composite, éléments émoussés)
Côme ou Balmet	Lapilli scoriacés à faciès de saupoudrage (base non observée)

Figure 3.

Représentation schématique et interprétative d'une coupe de terrain au col entre le puy Filhu et le puy Balmet, d'après Camus [4], modifié et complété.

Schematic representation of the stratigraphy between Puy Filhu and Puy Balmet.

Volcan	réf. Labo.	réf. CRPG	Nature	SiO2	Al2O3	Fe2O3	MnO	MgO	CaO	Na2O	K2O	TiO2	P2O5
Vasset	Cler 374TV	305264	tv	61,8	20,3	3,5	0,24	0,64	2,28	6,27	4,18	0,54	0,22
Vasset	Cler 340 c	305265	td	64,2	18,3	3,1	0,22	0,59	2,02	6,41	4,57	0,47	0,16
Kilian ?	Cler 368	302389	tv	61,7	21,1	3,6	0,22	0,67	2,07	5,93	3,88	0,58	0,24
Kilian ?	cler 368 TV1	305263	tv	61,1	21,5	3,6	0,22	0,68	2,27	6,07	3,87	0,55	0,22
Kilian ?	Cler 368TD1	305261	td	64,7	17,9	3,2	0,21	0,60	1,95	6,27	4,51	0,47	0,13
Kilian ?	Cler 368 TD2	305262	td	64,5	18,2	3,2	0,19	0,59	1,97	6,27	4,47	0,48	0,14
Kilian	Cler 329	307279	td	63,0	19,3	3,1	0,23	0,45	1,99	6,64	4,68	0,46	0,16
Kilian	Salomon TV1	307278	tv	61,9	20,1	3,4	0,23	0,69	2,09	6,28	4,59	0,50	0,21
?	Cler 373c	401314	p	61,12	18,19	5,11	0,19	1,30	3,17	5,49	4,19	0,86	0,38
?	Cler 407p	401315	p	57,33	21,35	6,51	0,20	1,36	3,32	4,93	3,33	1,11	0,56
?	Cler 407d	401316	td	60,80	18,42	5,19	0,19	1,29	3,09	5,59	4,16	0,87	0,40
Pariou	R141-B		bc	61,1	18,0	5,4	0,20	1,41	3,23	5,55	4,16	1,01	ND
Pariou	Cler 370	309796	lm	52,1	18,3	10,1	0,21	2,97	6,28	4,74	2,86	1,62	0,88
Pariou	Cler 369	302390	l	51,0	19,1	10,0	0,23	3,15	6,85	4,53	2,33	1,85	0,93

Table 1.

Analyses élémentaires (C.R.P.G., Vandoeuvre-lès-Nancy, sauf R141.B), normalisées à 100%. Nature des échantillons : tv : trachyte vésiculé ; td : trachyte dense ; l : lapilli scoriacés ; lm : lave massive, p: ponce. Sites de prélèvement : Cler 374TV : pied ouest du Puy de Mercoeur ; Cler 340c : Puy de Beaune ; Cler 329 : col de Ceysat ; Salomon TV1 : Puy de Salomon ; Cler 368 : La Bruyère des Moines ; Cler 373c, Cler 407p, Cler 407d : col entre le puy Filhu et le puy Balmet, niveau à ponces. Cler 369 : saupoudrage de lapilli scoriacés, immédiatement superposés à Cler 370 : coulée orientale du Nouveau Pariou (la Bruyère des Moines). R141.B : analyse d'un "bloc à cœur noir" , trachyte du Pariou (pour comparaison, d'après El Arabi [8]).

Elemental composition of the samples.

Volcan	Site	Auteurs du prélèvement	Publication	Référence	Age (BP)	Age calibré
Chopine	Site de Vulcania	Vernet et coll.	[21]	Arc 1561	8465 ± 70	9610-7330
	Carrière de Lantégy	Camus et coll.	[5]	Gif 1492	8900 ± 190	10550-9550
	sud ouest du Puy de Louchadières	Camus et coll.	[5]	Gif 2113	8150 ± 150	9550-8650
	sud ouest du Puy de Louchadières	Camus et coll.	[4],[7]	Gif 2114	8410 ± 150	9800-9050
	Carrière de Lantégy	Brousse et coll.	[3]	Gif 1501	8200 ± 300	10000-8400
	entre Louchadières et Chopine	Pelletier	[18]	Gif 3638	8760 ± 170	10300-9500
	Puy de Tenusset (carrière)	Daugas et Raynal	[18]	Gif 5254	8610 ± 160	10250-9300
	Carrière de Lantégy	Camus, De Goër, Montel	inédit	Ly-7439	9042 ± 70	10450-9960
Kilian	col de Ceysat	Camus	[4]	Gif-2118	8150 ± 150	9550-8650
	col de Ceysat	Camus, De Goër, Michon	inédit	Ly-7796	8020 ± 66	9140-8680
	col de Ceysat	Camus, De Goër, Michon	inédit	Ly-7797	8298 ± 84	9540-9080
	La Bruyère des Moines	Miallier	inédit	Ly-12117	8815 ± 65	10250-9650
Vasset	Puy de Montchier (face sud)	Brousse et coll.	[2]	Gif-486	8540 ± 300	10300-8700
	Puy Pelat	Brousse et coll.	[2]	Gif 721	8730 ± 300	10700-9000
	Cheire de Mercoeur	Brousse et coll.	[3]	Gif 1498	8400 ± 300	10300-8600
	Puy de Laschamp (face sud)	Brousse et coll.	[3]	Gif 1499	8200 ± 170	9600-8650
	sud-est du Puy de Barme	Brousse et coll.	[3]	Gif 1500	7850 ± 180	9400-8600

Table 2.

Récapitulatif des âges obtenus par la méthode du radiocarbone, sur des bois carbonisés échantillonnés dans les déferlantes trachytiques de Vasset, Kilian et Chopine. Ages calibrés, en années réelles (calibration d'après [20]) : intervalle de confiance de 95%.

List of the radiocarbon age results for charcoal sampled with the trachytic surge products.