



HAL
open science

La Tephra de la Rue Sous-les-Vignes, marqueur en Limagne du volcanisme trachytique postglaciaire de la Chaîne des Puys

Gérard Vernet, Jean-Paul Raynal, Dominique Vivent

► **To cite this version:**

Gérard Vernet, Jean-Paul Raynal, Dominique Vivent. La Tephra de la Rue Sous-les-Vignes, marqueur en Limagne du volcanisme trachytique postglaciaire de la Chaîne des Puys. *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences*, 1996, 323, série IIa, pp.325-331. halshs-00004324

HAL Id: halshs-00004324

<https://shs.hal.science/halshs-00004324>

Submitted on 29 Jul 2005

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.

La Tephra de la Rue Sous-les-Vignes, marqueur en Limagne du volcanisme trachytique postglaciaire de la Chaîne des Puys.

The Rue Sous-les-Vignes Tephra, a marker in Limagne of the Chaîne des Puys trachytic volcanism

Gérard VERNET, Jean-Paul RAYNAL, Dominique VIVENT

Résumé : La tephra de la Rue Sous-les-Vignes (CF5) représente le premier témoin distal direct des éruptions trachytiques de la Chaîne des Puys repéré dans une séquence du début de l'Holocène en Limagne. La composition minéralogique de cette lamine cendreuse et sa position dans la tephrostratigraphie du bassin de Clermont-Ferrand permettent de proposer le cratère Kilian comme volcan émetteur au cours du Boréal.

Mots-clés : Chaîne des Puys, Limagne, trachyte, Cratère Kilian, Boréal.

Abstract : *The Rue Sous-les-Vignes or CF5 tephra is the first direct distal evidence of trachyte eruptions in the Chaîne des Puys to be recorded in a sequence at the beginning of the Holocene in Limagne. The mineralogical composition of this ashy layer and its position within the tephrostratigraphy of the Clermont-Ferrand basin suggests that the Kilian Crater was a volcanic source during the Boreal.*

Key -words : *Chaîne des Puys, Limagne, Trachyte, Kilian Crater, Boreal.*

Abridged English Version

The volcanic eruptions which formed the Chaîne des Puys and its highest point, the Puy de Dôme (1465m), include trachyte extrusions (figure 1). Although the proximal flows and falls of the Puy Chopine, the Kilian Crater and the Puy Vasset have been fully described (CAMUS, 1975), their distal products are little known. Lamina attributed to the eruptions of the Puy de Dôme and the Puy Chopine have been noted in peat deposits (JUVIGNE, 1983, 1987). An acid tephra (VERNET, 1992) and a mix of trachytic tephra (JUVIGNE et al, 1992), have been identified on the edge of Limagne. Finally, a widespread dispersal of minerals of trachytic origin during the Boreal has also been recorded as far as Switzerland (MARTINI, 1970 ; JUVIGNE, 1991, 1992). Detailed analysis presented here concerns the only fall to have been identified at the heart of the tephra succession in the Clermont-Ferrand basin (VERNET, op cit).

1 - Lithostratigraphy

The section was situated at the foot of the east slope of the Puy de Chanturgue. The following deposits were recorded, from bottom to top (figure 2) :

- 1 base : *Tephra CF2, Rue Descartes fall. Basaltic trachyandesite (shoshonite), 0.5m thick, with a TL age estimate 8 700 ± 900 before 1980 (RAYNAL et al, 1989).*
- 1 top: *slope deposits, 0.2m thick.*
- 2 base : *Tephra CF3, Rue de Montjuzet fall. Trachybasalt composition at the limit of potassic trachybasalte - hawaïte, showing the transition from a phreatomagmatic (blast) phase to a magmatic phase, 0.3m thick.*
- 2 top : *Tephra CF4, Rue de Blanzat old fall. Basaltic trachyandesite (shoshonite), indicative of a new phase of phreatomagmatism. 0.1 to 0.25m thick.*

- 3 : slope deposits, 0.5m thick, incorporating a pink powdery ash layer (3c) three centimetres thick with occasional angular trachyte fragments with grey biotite and exceptional xenoclasts of quartz and black vesicular basalt : Tephra CF5, Rue Sous-les-Vignes fall.
- 4 and 5 : colluviums at least 1.6m thick.

2. - Palaeobotany, climate and chronology

The nine samples studied (tableau 5) were rich in pollen and spores but the material from slope deposits interbedded with the tephras had poor preservation averaging only 32 pollen grains/gram. Samples from the lower levels 1 to 3 characterised by the abundance of *Pinus*, *Quercus* and *Corylus* can be attributed to the end of the Preboreal and the Boreal. Immediately below fall CF5 the peaks of *Quercus*, *Corylus* and *Ulmus*, as well as the abundance of *Alnus*, are characteristic of the end of the Boreal going into the Atlantic optimum. The samples from the top of layer 3 could be attributed to the Sub-Boreal and Sub-Atlantic.

3-Granulometry, mineralogy and geochemistry of CF5

CF5 consists of a distinct coarse ash (FISHER, 1961), in which Inman parameters (1952) $Md\phi = 2,58$ and $s\phi = 1,30$ characterize a well-sorted fall (WALKER, 1971) (figure 3). In thin section, the angular or rounded non-vesicular grains of lava in a transparent volcanic glass show microcrystals of feldspars and apatites and, in lesser amounts, brown hornblende, biotite and magnetite. The suite of heavy minerals includes green clinopyroxene (55%), zircon (16%), brown hornblende (14%), apatite (10%), olivine (4%) and brown clinopyroxene (1%). The green clinopyroxene (augite) is always present in flakes. The zircon is automorphous and limpid. Chemical analysis of 160 mm and 80 mm fractions of the total rock specify a rhyolite (figure 4). Tephra CF5 is thus the first uncontaminated acid cover to be confirmed in Limagne.

4 - Origin of CF5

Several chronological and mineralogical traits indicate the origin of CF5.

The trachyte of the Puy de Dôme is different (BENTOR Y.K., 1955) from CF5 and, according to palynology (PAQUEREAU, in litteris) and TL age estimates obtained on potassium oligoclase (10800 ± 1000) and zircon (9700 ± 1000), older (FAIN et al, 1986, 1991).

The trachyte of the Puy Chopine which was erupted about 8 415 BP (CAMUS 1975) is characterized by the abundance of sphene (BENTOR, 1955). Mineralogical research on the distal tephras confirms this (JUVIGNE, 1987). In the proximal flows, the sphene is abundant (20-30%) and is associated with a green clinopyroxene (30-40%). The latter occurs in elongated prisms and has a green intense colour in natural light (VERNET, 1992). By contrast, sphene is absent from CF5 and the clinopyroxenes are different.

The "Puy Lacroix" trachytic cover was emitted by the Kilian Crater (BAUDRY et CAMUS, 1972 ; CAMUS, 1975). This trachyte contains amphibole but not sphene (BENTOR, 1955). The paste consists of innumerable small feldspars in the form of Carlsbad twinned rods, as well as a large number of spicules and larger prisms of a pyroxene of vegetal colour and some microlite amphiboles. The CF5 fall at Rue Sous-les-Vignes can be compared and attributed to the eruption of Kilian Crater.

The palynological results obtained from the top of the Puy de Dôme (PAQUEREAU in litteris) and Rue Sous-les-Vignes do not contradict the equation of CF5 with the Kilian Crater and place the event at the end of the Boreal. The northeast limit of the lobe of trachyte containing amphiboles but not sphene, provenanced to the Chaîne des Puys and attributed to Kilian Crater or Puy Vasset and of Boreal age, has been recorded in Switzerland (JUVIGNE, 1991). Tephra CF5, deposited more than twelve kilometres eastwards of Kilian Crater, may belong to the coarse proximal part of this lobe.

Les éruptions trachytiques ont, pour certaines, provoqué des extrusions de laves qui donnent à la Chaîne des Puys son aspect original actuel et son point culminant, le Puy de Dôme (1465m) (figure 1).

Les autres appareils trachytiques ne sont pas directement datés. Si les produits proximaux du Puy de Dôme, du Puy Chopine et du Cratère Kilian ont été bien caractérisés (CAMUS, 1975), les produits distaux restent en revanche très mal connus. Des lamines provenant de points éruptifs acides ont été repérées dans des tourbières au Sud de la Chaîne, et rapportées aux éruptions du Puy de Dôme et du Puy Chopine (JUVIGNE, 1983, 1987 ; JUVIGNE et GEWELT, 1987). Une tephra trachytique (VERNET, 1992) et un mélange de tephtras trachytiques (JUVIGNE *et al*, 1992), ont été identifiés en bordure de Limagne. Enfin, une large dispersion de minéraux d'origine trachytique est attestée jusq'en Suisse au cours du Boréal (MARTINI, 1970 ; JUVIGNE, 1991, 1992).

On présente ici le diagnostic détaillé relatif à la seule retombée trachytique directe identifiée au sein de la succession téphrique de la cuvette de Clermont-Ferrand (VERNET, 1992).

1 - Lithostratigraphie

La coupe était située rue Sous-les-Vignes, au pied du versant Est du Puy de Chanturgue, zone où l'on rencontre fréquemment des tephra piégées dans des dépressions du substratum. L'affleurement n'est plus visible aujourd'hui. On distinguait, de bas en haut (figure 2) :

- 1 base : Tephra CF2 (ou retombée de la rue Descartes) (0,50m), litée, constituée de fines scories grises et de nombreux xénoclastes de socle (quartz, feldspaths). Rue Descartes, elle présentait une composition de trachyandésite basaltique (shoshonite) et a été datée par TL à $8\,700 \pm 900$ avant 1980 (RAYNAL *et al*, 1989).
- 1 sommet : formation de versant, à matrice grise limono-argileuse emballant de fines scories grises et des fragments anguleux de marno-calcaires (0,20m).
- 2 base : Tephra CF3 (ou retombée de la rue de Montjuzet), à composition de trachybasalte (à la limite trachybasalte potassique - hawaïite), montrant ici le passage d'une phase phréatomagmatique à une phase magmatique avec :
 - dépôt de blast, plurimillimétrique, rouge, de scories fines avec quelques xénoclastes de socle,
 - scories noires fines à moyennes, à granoclassement inverse, contenant encore quelques xénoclastes de socle, (0,02 à 0,03m), terme de passage vers une éruption purement magmatique,
 - niveau scoriacé non lité (2a) (0,20 à 0,25m), scories noires bleutées très vésiculées avec au sommet un mince niveau consolidé de scories plus fines, caractéristique d'une retombée de panache.
- 2 sommet : Tephra CF4 (ou retombée ancienne de la rue de Blanzat), à composition de trachyandésite basaltique (shoshonite), représentée ici par un niveau scoriacé lité (2b), (0,10 à 0,25m), avec présence de xénoclastes de marnes cuites, témoins d'une nouvelle phase phréatomagmatique,
- 3 : dépôt de pente à matrice sablo-argileuse emballant des fragments de marnes (0,50m). Présence de scories noires remaniées de l'ensemble 2. On distingue : à la base, un niveau assez grossier (3a), puis un niveau plus fin (3b/3d) et enfin un niveau grossier (3e). Dans le niveau plus fin (3b/3d), un niveau cendreux rose pastel pulvérulent de trois centimètres d'épaisseur (3c) contient de rares fragments anguleux de trachyte à biotite gris et de très rares xénoclastes de quartz et de basalte bulleux noir : *il s'agit de la Tephra CF5 ou Tephra de la Rue Sous-les-Vignes.*

- 4 : colluvions noires à grises, argileuses, avec blocs de marnes et de basalte vers la base et bioturbations (0,60m).
- 5 : colluvions beiges argileuses avec blocs de marnes et de basalte (1,00m minimum).

2. - Contenus polliniques, indicateurs botaniques, climatiques et chronologiques

Neuf échantillons ont été étudiés, provenant des niveaux 1 sommet, 3 et 4 (figure 2). Ils sont assez riches en matériel sporo-pollinique : 153 pollens ou spores comptés en moyenne par échantillon. Quinze taxons ont été déterminés en moyenne par échantillon. Les échantillons provenant de dépôts de versant intercalés entre des tephra ont un taux de conservation pollinique faible (32 pollens/g en moyenne).

Dans les niveaux 1 sommet et 3 base (sous la retombée CF5), le taux de pollens arboréens est élevé. *Pinus* domine *Betula*, *Quercus*, *Corylus*, *Ulmus* et *Alnus*. Les herbacées sont bien représentées par les *Compositae*, *Poaceae* et *Ericaceae*. *Cyperaceae*, *Potamogeton* et *Salix* sont des indicateurs d'humidité. En terme de paysage, il faut imaginer en plaine des prairies humides à bosquets de saules et aulnes et sur les hauteurs, une pinède bien développée avec quelques bouleaux et chênes en lisière. Immédiatement sous la retombée CF5, on note la régression de *Pinus* et les maxima de *Betula*, *Quercus*, *Corylus* et *Alnus*. Les herbacées sont toujours bien représentées (*Poaceae* et *Compositae*). *Betula*, *Alnus* et *Cyperaceae* (en essor) traduisent un milieu humide. Si les paysages correspondants sont les mêmes, les apports lointains de *Pinus* sont perturbés (sans doute suite à l'activité volcanique dans la Chaîne) et l'image pollinique est plus locale.

Dans les niveaux 3 sommet et 4 (base et milieu), les taux de pollens arboréens décroissent. Après un certain essor immédiatement après le dépôt de la retombée CF5, la pinède décline progressivement. Il en va de même pour la corylaie, la boulaie et la chênaie. Les herbacées sont en augmentation (*Poaceae* et *Compositae*), indiquant l'extension des prairies humides (*Cyperaceae*, *Nuphar*, *Salix*) aux dépens du couvert arboré. L'image pollinique n'est peut-être que locale, mais on peut également penser à des défrichements.

Au sommet du niveau 4, on note un fort taux de pollens arboréens, essentiellement représentés par *Pinus*. Les herbacées se raréfient. Ces résultats inattendus sont sans doute dus à un problème de conservation du cortège pollinique. En terme de climat, les feuillus thermophiles (*Tilia*) et de nombreux marqueurs d'humidité indiquent un climat tempéré et humide.

Les échantillons des niveaux 1 et 3 base, caractérisés par l'abondance de *Pinus*, *Quercus* et *Corylus*, peuvent être rapportés à la fin du Préboréal et au Boréal. Immédiatement sous la retombée CF5, les maxima de *Quercus*, *Corylus*, *Ulmus* et l'abondance d'*Alnus*, seraient caractéristiques de la fin du Boréal, voire de l'optimum atlantique. Les échantillons des niveaux 3 sommet et 4 pourraient appartenir au Sub-Boréal et au Sub-Atlantique.

3-Granulométrie, minéralogie et géochimie de CF5

La granulométrie globale de la tephra a été établie par tamisage mécanique. Il s'agit d'une cendre grossière (FISHER, 1961). L'histogramme unimodal et les paramètres d'Inman (1952) - $Md_F = 2,58$ et $S_F = 1,30$ - caractérisent une retombée directe bien classée (WALKER, 1971) (figure 3). La fraction supérieure à 2mm comporte : trachyte clair en fragments anguleux (49%), trachyte gris en fragments plus arrondis et pulvérulents (13%), scories noires vésiculées (17%), fragments de quartz et granite (19%) et fragments anguleux de basalte (2%).

En lame mince de grand format, taillée après imprégnation par une résine synthétique selon la technique de Guilloré (1985), la lamine apparaît homogène, assez compacte, avec quelques traces de microlitages. Des grains de lave anguleux ou arrondis non vésiculés, comportent, dans un verre volcanique transparent, des microcristaux leucocrates (feldspaths et apatites) et, en quantité moindre, des microcristaux d'hornblende brune, de biotite et de magnétite. Entre ces fragments laviques, la matrice est constituée de minéraux libres et de microfragments laviques (cendre fine) ; quelques xénoclastes (scories basaltiques, feldspaths et quartz) sont présents.

L'étude des minéraux en grains a été conduite selon la procédure décrite par Vernet (1992). La teneur en minéraux lourds des fractions étudiées (entre 250mm et 80mm) est très faible : 0,82%. La teneur en magnétite est assez forte : 63%. Le cortège comprend : clinopyroxène vert (55%), zircon (16%), hornblende brune (14%), apatite (10%), olivine (4%) et clinopyroxène brun (1%). Le clinopyroxène vert (augite) se présente toujours en éclats. Le zircon est automorphe et limpide. L'apatite automorphe se présente en prismes très allongés (aiguilles), très limpides. L'hornblende brune est automorphe, en prisme allongé avec un pléochroïsme très fort en lumière naturelle (en éclats dans les fractions les plus fines, entre 160 et 80mm). Tous ces minéraux présentent une "bubble-wall texture" (FISCHER, 1963) plus ou moins importante. L'olivine et le clinopyroxène brun ne présentent pas de gangue vitreuse sur leurs surfaces et n'appartiennent donc pas au cortège de la retombée.

L'analyse chimique sur roche totale (fractions 160mm et 80mm) a été réalisée par fluorescence X. Elle caractérise une rhyolite dans la classification internationale (LE BAS *et al*, 1986) qui s'intègre parfaitement au domaine des laves et retombées trachytiques de la Chaîne des Puys (analyses inédites et d'après BROUSSE, 1971 ; CAMUS, 1975 ; MAURY *et al*, 1980 ; FOURY, 1983 ; ARNAUD, 1989 ; JUVIGNE *et al*, 1992) (figure 4). *La Tephra CF5 est donc le premier témoin d'un recouvrement acide non pollué en Limagne : son origine reste à établir.*

4 - Origine de CF5

Plusieurs éléments chronologiques et minéralogiques permettent d'établir l'origine de la Tephra CF5.

4.1 - Exclusion du Puy-de-Dôme :

La composition minéralogique du trachyte du Puy-de-Dôme (BENTOR Y.K., 1955) n'est pas identique à celle de la Téphra CF5. La lave du Puy-de-Dôme a fait l'objet de deux datations par thermoluminescence, obtenues sur l'oligoclase potassique (10800 ± 1000) et le zircon (9700 ± 1000) (FAIN *et al*, 1991). Elle est donc plus ancienne que la Téphra CF5, située dans le Boréal par la palynologie.

4.2 - Exclusion du Puy Chopine :

Des paléosols ou des bois carbonisés conservés à la base des recouvrements de type Lemptégy et Coquille ont permis d'en établir l'âge radiocarbone moyen autour de 8 415 BP (CAMUS 1975). La composition minéralogique de la lave du Chopine (BENTOR, 1955) et des téphra distales (JUVIGNE, 1987) est caractérisée par l'abondance du sphène. L'étude minéralogique des recouvrements proximaux à Ténusset et Beauregard confirme l'abondance du sphène (20 à 30%), toujours automorphe et très caractéristique, associé à un clinopyroxène vert (30 à 40%) en prismes allongés et d'une couleur verte intense en lumière naturelle (VERNET, 1992). Dans la Téphra CF5, le sphène est totalement absent et les clinopyroxènes verts sont différents.

4.3 - Attribution au cratère Kilian :

Les éléments du recouvrement de type "Puy Lacroix" appartiennent à un trachyte à amphibole de composition pétrographique globale identique à celle du recouvrement de type Coquille issu du Puy Chopine (BAUDRY et CAMUS, 1972 ; CAMUS, 1975). Mais *ce trachyte ne possède pas de sphène* (BENTOR, 1955) ; les minéraux principaux sont l'hornblende basaltique (souvent en phénocristaux) et une augite aegyrinique (en spicules et petits prismes), les minéraux accessoires sont l'apatite (dans certains cas très répandue et en prismes très allongés) et le zircon ; la pâte des blocs trachytiques et des ponces est constituée d'innombrables petits feldspaths en forme de bâtonnets maclés Carlsbad, d'un grand nombre de spicules et de prismes plus grands d'un *pyroxène de couleur vert végétal* et de quelques microlites d'amphiboles.

Si l'on admet que l'absence de sphène ne résulte pas d'une sélection lors du transport atmosphérique, la retombée CF5 de la rue Sous-les-Vignes peut donc être rapprochée des produits du

recouvrement de type Puy Lacroix attribués à l'éruption du cratère Kilian. Les données palynologiques obtenues au sommet du Puy de Dôme (PAQUEREAU *in litteris*) et Rue Sous-les-Vignes ne contredisent pas ce rapprochement et situent cet évènement à la fin du Boréal.

5 - Conclusion

La limite nord-orientale du lobe d'une retombée trachytique à amphiboles et sans sphène, d'âge Boréal, provenant de la Chaîne des Puys et attribuée au cratère Kilian ou au Puy Vasset, a été repérée en Suisse (JUVIGNE, 1991). La Tephra CF5, déposée à plus de douze kilomètres à l'ENE du Cratère Kilian, peut appartenir à la partie proximale grossière de ce lobe. D'autres tephra trachytiques, pures ou remaniées, parfois puissantes de plusieurs décimètres, ont été observées entre Montferrand et Gerzat. Les recherches en cours dans ce secteur de Limagne devraient donc permettre, à court terme, une meilleure caractérisation des aspects distaux des éruptions trachytiques holocènes de la Chaîne des Puys et de leur impact sur l'occupation préhistorique contemporaine.

Remerciements : Ce travail a été conduit dans le cadre du GDR 1122 CNRS *Hommes et volcans avant l'Histoire* et a bénéficié des soutiens de la Région Aquitaine et du Ministère de la Culture (Programme *Espaces volcaniques préhistoriques*). Les auteurs remercient tout particulièrement Marie-Madeleine PAQUEREAU, Jill COOK, Guy CAMUS, Jean-Pierre DAUGAS, Dominique CHAILLOU et Thierry DEL ROSSO.

GV : Université de Bordeaux 1, Institut du Quaternaire, UMR 9933 CNRS et GDR 1122 CNRS, Bâtiment de Géologie, Avenue des Facultés, F-33405 TALENCE CEDEX et Association pour les Fouilles Archéologiques Nationales (AFAN)

JPR, DV : Université de Bordeaux 1, Institut du Quaternaire, UMR 9933 CNRS et GDR 1122 CNRS, Bâtiment de Géologie, Avenue des Facultés, F-33405 TALENCE CEDEX

REFERENCES

- ARNAUD N.O. (1989) - *Les éruptions trachytiques de la Chaîne des Puys (MCF). Apports de l'étude des enclaves congénères à l'évolution des magmas trachytiques*. Rapport de DEA, 33p.
- BAUDRY D. et CAMUS G. (1972) - Les projections volcaniques de la Chaîne des Puys et leurs utilisations. *Bull. du B.R.G.M.*, (2), II, 2, 1-52.
- BENTOR Y.K. (1955) - *La Chaîne des Puys (Massif Central français) recherches géologiques et pétrographiques*. Bull. du Service de la Carte Géologique de la France, N°242, Tome LII, 1954, 787 p.
- BROUSSE R. (1971) - Magmatologie du volcanisme néogène et quaternaire du Massif Central. in *Géologie, géomorphologie et structure profonde du Massif Central français, Symposium J. Jung*, Clermont-Ferrand, Plein Air service Ed., 377-478.
- CAMUS G. (1975) - *La Chaîne des Puys : étude structurale et volcanologique*. Annales Scientifiques de l' Université de Clermont, N°56, Géol. Minéral., fasc. 28, fig. 68, 322 p.
- CAMUS G., DE GOER DE HERVE A., KIEFFER G., MERGOIL J. et VINCENT P.M. (1983) - *Volcanologie de la Chaîne des Puys (Massif Central français)*. Notice et carte, 2ème Ed. Parc Naturel Régional des Volcans d'Auvergne, découverte de la nature, 8, p. 112.
- FAIN J., ERRAMLI H., MIALLIER D., MONTRET M., SANZELLE S. (1991) - Datation par thermoluminescence d'un appareil volcanique trachytique: le Puy de Dôme. in J.P. RAYNAL et D. MIALLIER: *Datation et Caractérisation des Milieux Pléistocènes*, Cahiers du Quaternaire, CNRS Ed., n° 16, 53-62.
- FISHER R.V. (1961) - Proposed classification of volcanoclastic sediments and rocks. *Geological Society of America Bulletin*, 72, 1409-1414.
- FISHER R.V. (1963) - Bubbles-wall texture and its significance. *J. Sed. Petrol.*, 33, p. 224-235.
- FOURY P. (1983) - *Etude expérimentale des laves de la Chaîne des Puys - Massif Central français*. Thèse Doct. 3è cycle, Université Clermont-Ferrand II, 150 p.
- GUILLORE P. (1985) - *Méthode de fabrication mécanique et en série des lames minces*. Document ronéoté, Institut National Agronomique Paris-Grignon, Département des sols, 22 p.
- INMAN D.L. (1952) - Measures for describing the size distribution of sediments. *J. Sed. Petrol.*, 22, 125-145.
- JUVIGNE E. (1983) - Un marqueur stratigraphique supplémentaire dans les tourbières du Cantal : la retombée volcanique de la Taphanel. *Bulletin de l'Association française pour l'étude du Quaternaire*, 13, 3-7.
- JUVIGNE E. (1987) - Un marqueur stratigraphique à large dispersion dans le Massif Central français : la retombée du volcan Chopine vieille d'environ 8500 ans B.P., *C. R. Acad. Sc. Paris*, t. 304, série II, n° 4, 187-190.
- JUVIGNE E. (1991) - Distribution de vastes retombées volcaniques originaires de l'Eifel et du Massif Central aux temps post-glaciaires dans le NE de la France et les régions voisines. *C. R. Acad. Sc. Paris*, tome 312, Série II, 415-420.
- JUVIGNE E. (1992) - Distribution of widespread Late Glacial and Holocene tephra beds in the French Central Massif. *Quaternary international*, 13/14, 180-185.
- JUVIGNE E. et GEWELT M. (1987) - La Narse d'Ampoix comme téphrostratotype dans la Chaîne des Puys méridionale (France). *Bulletin de l'Association française pour l'étude du Quaternaire*, 1, 37-49.
- JUVIGNE E., KROONENBERG S.B., WELDKAMP A., EL ARABI A., VERNET G. (1992) - Widespread Allerød and Boreal trachyandesitic to trachytic tephra layers as stratigraphical markers in the Massif Central, France. *Quaternaire*, 3, (3-4), 137-146.
- LE BAS, M.J., LE MAITRE R.W., STRECKEISEN A., ZANETTIN B. (1986) - A chemical classification of volcanic rocks based on the total alkali-silica diagram. *J. Petrology*, 27, 745-750, Tulsa.
- MARTINI J. (1970) - Recherches de retombées volcaniques quaternaires dans le S.E. de la France et la Suisse occidentale. *Arch. Sci. Genève*, 23, 641-674.

MAURY R.C., BROUSSE R., VILLEMANT B., JORON J.L., JAFFREZIC H., TREUIL M. (1980) - Cristallisation fractionnée d'un magma basaltique alcalin : la série de la Chaîne des Puys (Massif Central, France). I. Pétrologie. *Bull. Minéral.*, 103, 250-266.

RAYNAL J.P., MIALLIER D., VERNET G., FAIN J., CAMUS G., MONTRET M., DAUGAS J.P., SANZELLE S. (1989) - Extension de la datation par thermoluminescence à une retombée trachy-andésitique rapportée au Puy de Pariou (Chaîne des Puys, France). *C. R. Acad. Sci. Paris*, t. 308, Série II, 1547-1552.

VERNET G. (1992) - *Message du volcanisme régional dans les formations quaternaires de Limagne occidentale (Massif central français). Minéraux denses et retombées.* Thèse de l'Université de Bordeaux 1, n° 724, 335 p.

WALKER G.P.L. (1971) - Grainsize characteristics of pyroclastic deposits. *J. Geol.*, 79, 696-714.

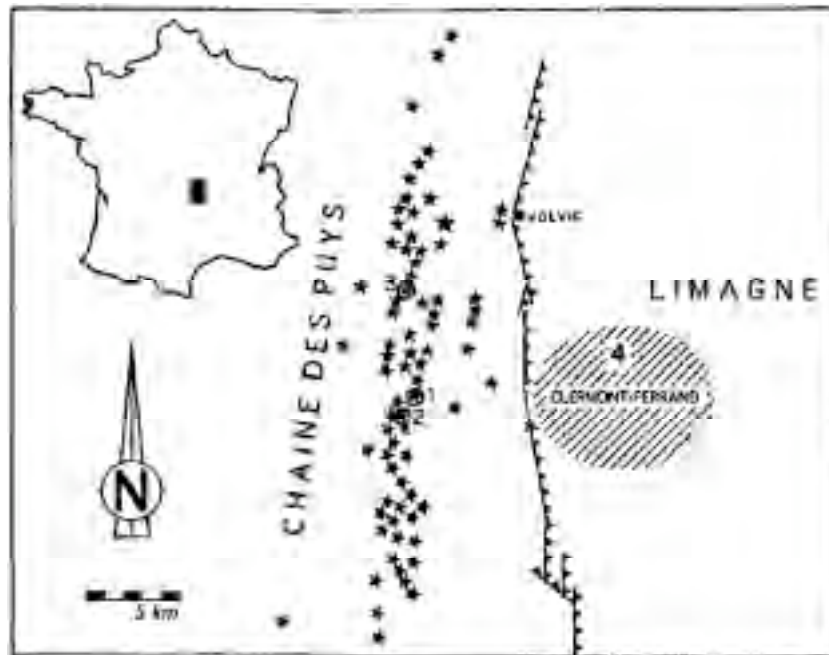


Figure 1 : Carte schématique de la Chaîne des Puys (d'après CAMUS *et al.*, 1983). Les étoiles représentent les cônes et dômes (1 : Puy de Dôme. 2 : Cratère Kilian. 3 : Puy Chopine). Hachures obliques : zone d'étude où ont été définies les retombées CF1, CF2, CF3, CF4, CF5 et CF6 (4 : Rue Sous-les-Vignes).

Schematic map of the Chaîne des Puys (after CAMUS et al., 1983). Stars represent cones and domes (1: Puy de Dôme. 2: Kilian Crater. 3: Puy Chopine) Oblic hatching: zone were CF1, CF2, CF3, CF4, CF5 and CF6 tephras have been defined (4: Rue Sous-les-Vignes.)

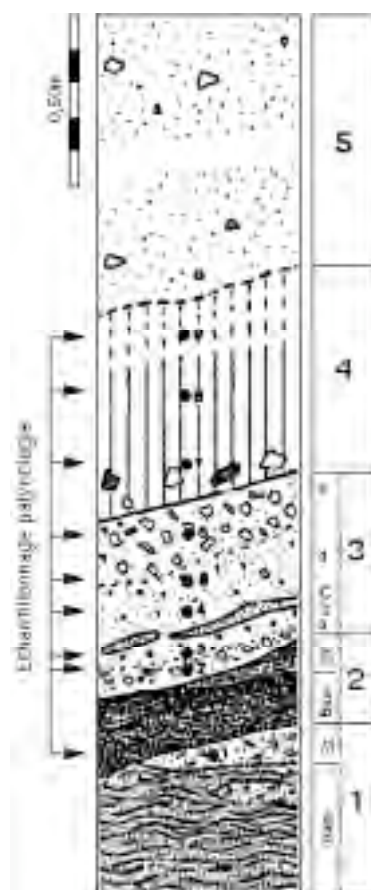


Figure 2 :Stratigraphie de la Rue Sous-les-Vignes à Clermont-Ferrand, d'après VERNET (1992).
Stratigraphy at Rue Sous-les-Vignes, Clermont-Ferrand, after VERNET (1992).

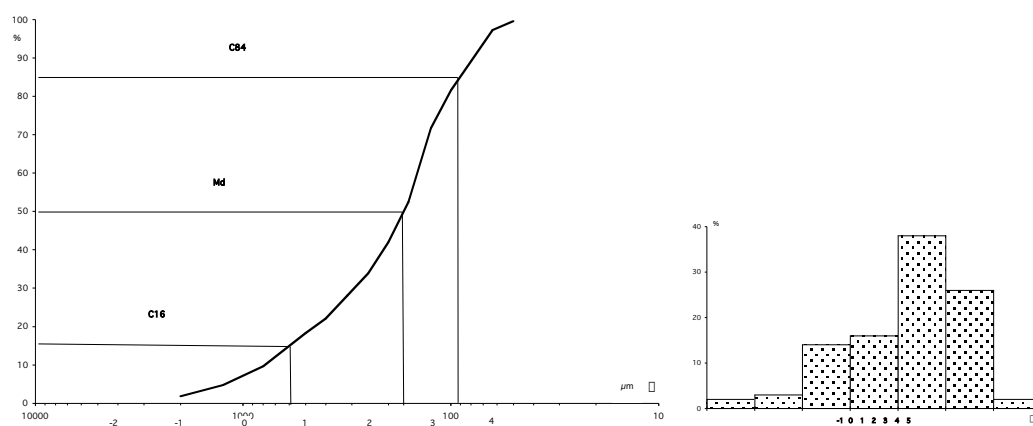


Figure 3 : Granulométrie de la tephra CF5.
Granulometry of Tephra CF5.

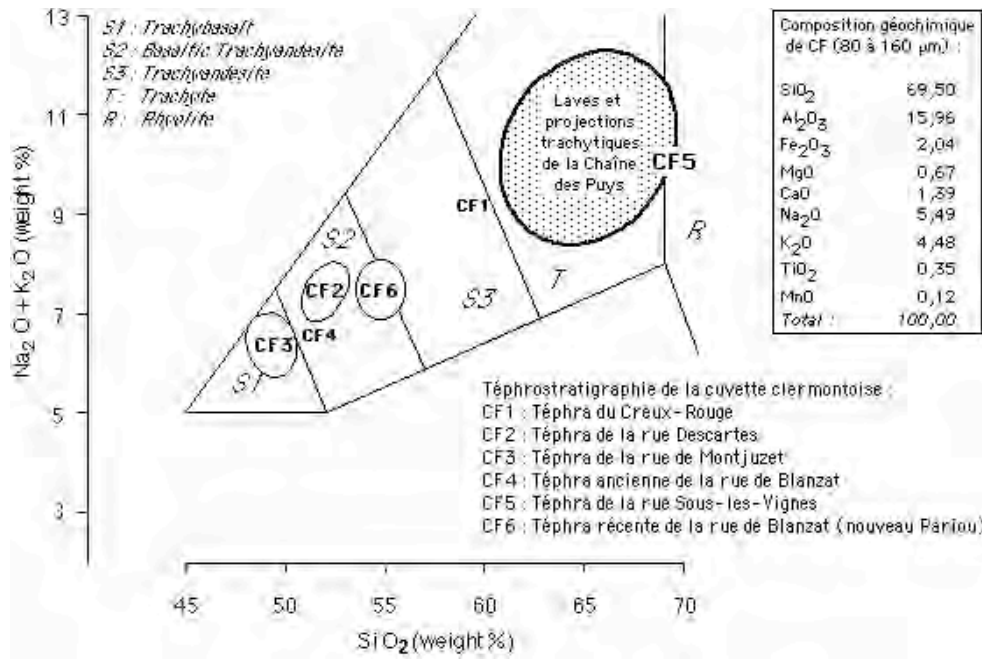


Figure 4 : Position de la tephra CF5 dans le diagramme SiO₂/Na₂O+K₂O (LE BAS *et al.*, 1985).
 Tephra CF5 in SiO₂/Na₂O+K₂O diagram (LE BAS *et al.*, 1985).