

L'usage des trachytes de la Chaîne des Puys dans l'antiquité

HAL Id: in2p3-00700484

<http://hal.in2p3.fr/in2p3-00700484>

Submitted on 23 May 2012

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.

Rapport d'opération archéologique **Opération de prospection thématique annuelle**

Opération archéologique n° 6889
Arrêté n° 2011-130

L'usage des trachytes de la Chaîne des Puys dans l'antiquité

Didier Miallier¹, Pierre Boivin², Bertrand Dousteysier³

1 - Clermont Université, Université d'Auvergne, Laboratoire de Physique Corpusculaire, CNRS/IN2P3, 63177, Aubière cedex, France

2 - Clermont Université, Université Blaise Pascal, Laboratoire Magmas et Volcans, OPGC-CNRS, BP 10448, 63000 Clermont-Ferrand, France

3 - Clermont Université, Université Blaise Pascal, Centre d'Histoire Espaces et Cultures, Maison des Sciences de l'Homme, 1, rue Ledru, 63000 Clermont Ferrand, France.

25 février 2012

Rappel des objectifs

Les études des années 2008 à 2010 ont mis en évidence l'existence de carrières de trachyte inconnues auparavant à proximité immédiate du col de Ceyssat, au lieu-dit Cratère Kilian (Chaîne des Puys, département du Puy-de-Dôme). Ces carrières ont visiblement permis de sortir de très grandes quantités de matériaux.

Par ailleurs, il a été démontré lors de nos travaux précédents (Miallier *et al.* 2009 et 2010) que l'essentiel des matériaux trachytiques utilisés à l'époque romaine, notamment au temple de Mercure (sommet du puy de Dôme) et dans l'agglomération gallo-romaine du col de Ceyssat proviennent du Kilian. Ces carrières apparaissent donc avoir une importance socio-économique certaine à l'époque gallo-romaine.

On se propose de poursuivre leur étude par différentes voies :

- Investigations géophysiques *in situ* pour 2012
- Analyse topographique fonctionnelle des carrières du Kilian
- Vérification de l'origine du trachyte utilisé à l'époque gallo-romaine, à partir d'échantillonnages sur des objets bien datés, de façon à établir une chronologie de l'exploitation des différentes carrières de trachyte (en travaillant à partir de la base de données pétrographiques et géochimiques acquise en 2009-2010).

1 - Résumé

Un relevé 3D LiDAR du centre de la Chaîne des Puys, effectué en mars 2011 (Coordination Centre Régional Auvergnat de l'Information Géographique, CRAIG ; contrôle scientifique P. Labazuy, LMV-OPGC, UBP), a compris spécifiquement la zone du Kilian en haute résolution. Le fichier définitif a été livré au CRAIG au mois d'octobre 2011, suite à quoi il a été possible d'extraire les données intéressant le Kilian. Leur analyse a permis de mettre en évidence la très forte anthropisation du cratère et sa complexité. Elle a, de plus, aidé à la définition des parcours d'investigations géophysiques qui seront effectués en 2012.

Une campagne de prospection systématique des dépôts de fouille et dépôts de musées (Musées de la Ville de Clermont, dépôts DRAC, INRAP, Conseil Général du Puy-de-Dôme) a été entreprise afin de repérer tous les trachytes gallo-romains provenant, soit de fouilles et découvertes fortuites anciennes - et conservés dans des collections publiques - soit de fouilles récentes. Plusieurs dizaines d'objets ont ainsi pu être inventoriés. Par suite, des prélèvements systématiques de trachyte ont été effectués, en donnant la priorité à des objets documentés et datables. Des lames minces ont été réalisées et analysées. Les conclusions des analyses confirment que le Kilian a été, de beaucoup, la principale source de trachyte dès la seconde moitié du premier siècle de notre ère, aussi bien dans le secteur du puy de Dôme qu'en Limagne. En outre, de rares éléments témoignent ponctuellement de l'utilisation d'autres trachytes : trachyte du puy de Dôme, du Sarcouy et du Clierzou (ou de l'Aumône).

En parallèle, des prélèvements de trachyte sur les sites potentiels d'exploitation (volcans trachytiques), ont été poursuivis de façon à enrichir et affiner notre base de données. Enfin, de nouvelles analyses d'éléments traces non encore pris en compte (séries U et Th) ont montré que ces derniers pouvaient être très discriminants dans la recherche des sources.

2 - Analyse de site du Cratère Kilian

Les travaux précédents ont permis de comprendre les grandes lignes du site et de faire des hypothèses sur des aspects non élucidés :

La topographie initiale du site est celle issue de la dernière éruption qui a violemment détruit une protrusion trachytique et laissé à sa place un massif rocheux forme de dent creuse, enchâssée dans le puy des Grosmanaux. Ce massif occupe la moitié nord d'un cratère très allongé N-S, tandis que la moitié sud, ouverte dans le flanc d'un ancien cône strombolien (le puy des Grosmanaux) ne semble pas présenter de roche trachytique en place (Fig.1, 2 et 3). Les flancs supérieurs internes nord-est et nord-ouest du cratère ont été exploités à l'époque mérovingienne. Le trachyte qui en a été extrait est un trachyte de médiocres propriétés mécaniques (Cf. Auzanneau et Héritier in : Miallier et al., 2010). Le fond du cratère, dans sa moitié nord, est entièrement occupé par des terrasses formées de déblais d'exploitation sur une surface voisine d'un hectare. Celles-ci ont un volume considérable et une épaisseur qui peut avoisiner 15 mètres au maximum. Une partie des déchets de taille examinés montre un trachyte de qualité différente de celui observé sur les flancs supérieurs. Il a de meilleures propriétés mécaniques et il présente des caractéristiques minéralogiques semblables à celles observées dans la majorité des artefacts gallo-romains (Miallier *et al.* 2009 et 2010). Il en a été conclu que les gallo-romains ont exploité des bancs de trachyte aujourd'hui cachés profondément sous les déblais, les colluvions et le sol forestier.

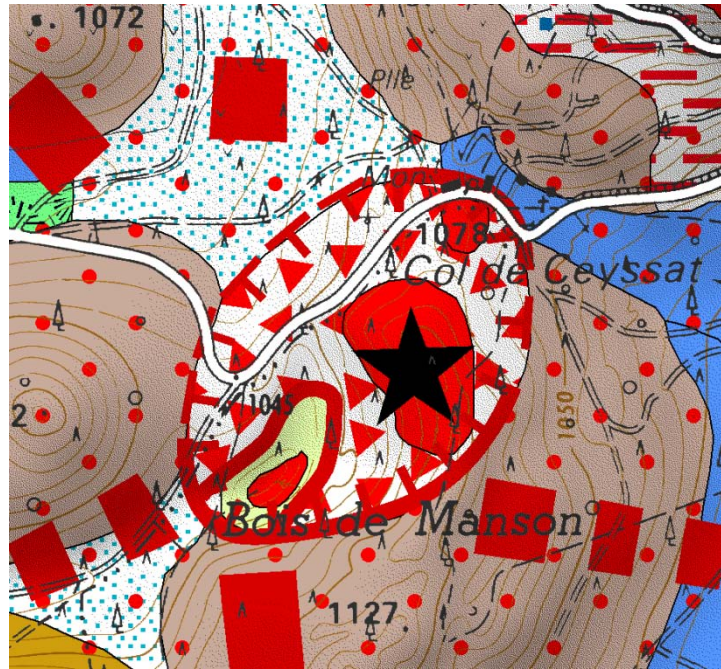


Figure 1. Carte géologique du Cratère Kilian (Boivin et al., 2009). Zone rouge : trachyte massif ; zone verte : fond du cratère. Etoile : cœur de la protrusion. Ce schéma doit être largement revu à la lumière des travaux récents.

Un apport des nouvelles analyses (voir § 4) est la découverte que des sarcophages datant du Haut Moyen Âge ont été taillés dans ce trachyte du fond du cratère. Cela remet en cause la première supposition - appuyée sur une idée émise par certains chercheurs - selon laquelle les fabricants de sarcophages recherchaient plutôt une roche tendre, poreuse et légère. Cela remet aussi en cause la dichotomie : exploitation mérovingienne en haut du cratère / exploitation gallo-romaine au fond du cratère.

Le site n'a pas fait l'objet de sondages en 2011, mais seulement de nombreuses prospections de surface. Ces prospections ont montré que le trachyte dur est présent en éclats dans des terrasses de déblais de l'extrémité nord de la dépression, à une altitude relativement élevée par rapport au fond du cratère ; ceci indique que les affleurements de ce trachyte sont, eux aussi, atteignables à cette altitude (et pas seulement plus bas comme l'hypothèse en avait été faite). Au cours de ces prospections, un tessons de céramique peu caractéristique, mais pouvant être gallo-romain, a été recueilli parmi des déchets de trachyte dur, en éclats (avec plan de frappe et bulbe ; Cf. rapport Miallier et al., 2010).

Au mois de mars 2011, a été réalisé un relevé aéroporté LIDAR du centre de la Chaîne des Puys par la société Géophénix (devenue depuis Fit-Conseil). Cette opération a été organisée par le Centre Régional Auvergnat d'Information Géographique (CRAIG) dans le cadre d'une collaboration de plusieurs équipes de recherche clermontoises et avec un cofinancement Université Blaise Pascal-Conseil Général du Puy-de-Dôme-FEDER-Drac Auvergne. Le CG 63 a été le plus important contributeur.

Dans le cahier des charges, il était spécifié que certains secteurs devaient comporter une plus haute densité de points, c'était le cas du Cratère Kilian, pour les besoins de l'analyse géo-archéologique de ce volcan.

Les images (Figures 2 et 3) nous apportent une vision d'ensemble qui manquait à cause de la densité du couvert forestier.

La topographie du secteur paraît plus accidentée que sur les cartes d'état major et l'allongement nord sud du cratère y est plus marqué.

L'examen du relevé confirme des traces d'intervention humaine généralisées sur tout le flanc interne nord-ouest et sur le flanc nord-est du cratère. Les contours des grandes terrasses de déblais sont nets, ainsi que les voies de circulation : accès sud-est (le plus facile), accès est rejoignant le contournement est de la dépression et accès nord est rejoignant la route actuelle. Par ailleurs, outre cette route actuelle deux chemins anciens conduisent de l'extrémité nord-est du cratère au col de Ceyssat (Fig. 2). Un autre tracé conduisant aussi au col est partiellement caché par la route actuelle.

A partir de ce relevé, des directions privilégiées de prospection géophysique ont été déterminées. L'objectif n°1 de ces prospections étant la recherche de la roche en place sous les déblais. Une première ligne est-ouest sera tracée à la hauteur du milieu de la dépression et sera prolongée très largement des deux côtés. Une seconde sera implantée suivant l'axe principal de la dépression (sud-ouest/nord-est). Un levé sismique marteau NS a été réalisé durant l'été 2011. L'impact manuel s'est révélé insuffisant pour traverser le sol forestier et l'épaisseur des remblais et aucun écho n'a pu être récupéré.

Il est à noter que l'exploitation des données LIDAR ne fait que commencer. Un filtrage plus poussé des données permettra d'affiner la résolution de l'image. Une évaluation quantitative des volumes de déblais pourra être faite. Une reprise complète de l'interprétation volcanologique du cratère (travail en cours) permettra de mieux qualifier et cartographier la masse de trachyte massif initialement exploitable.

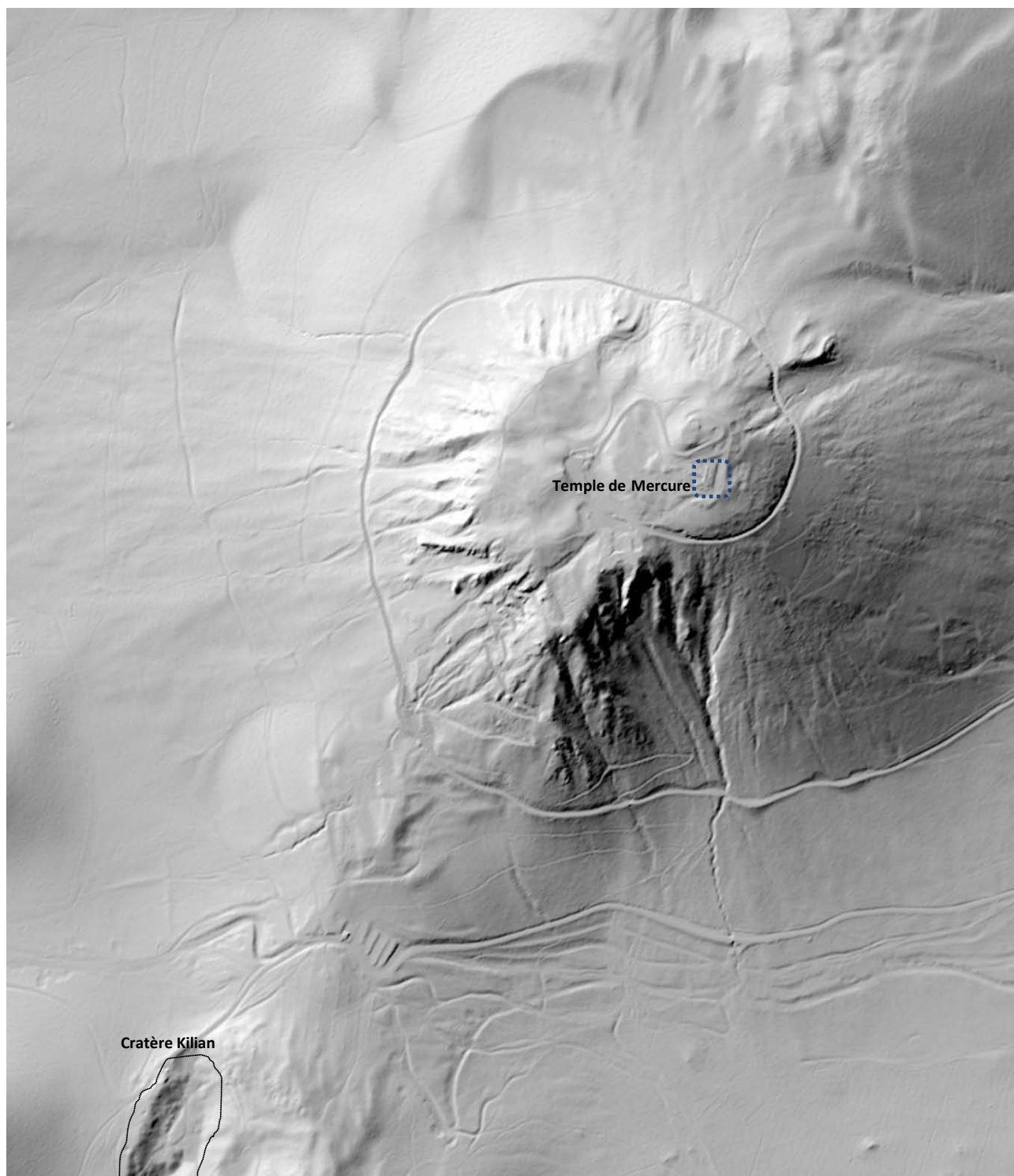


Figure 2. Vue d'ensemble LIDAR. Puy de Dôme et cratère Kilian.

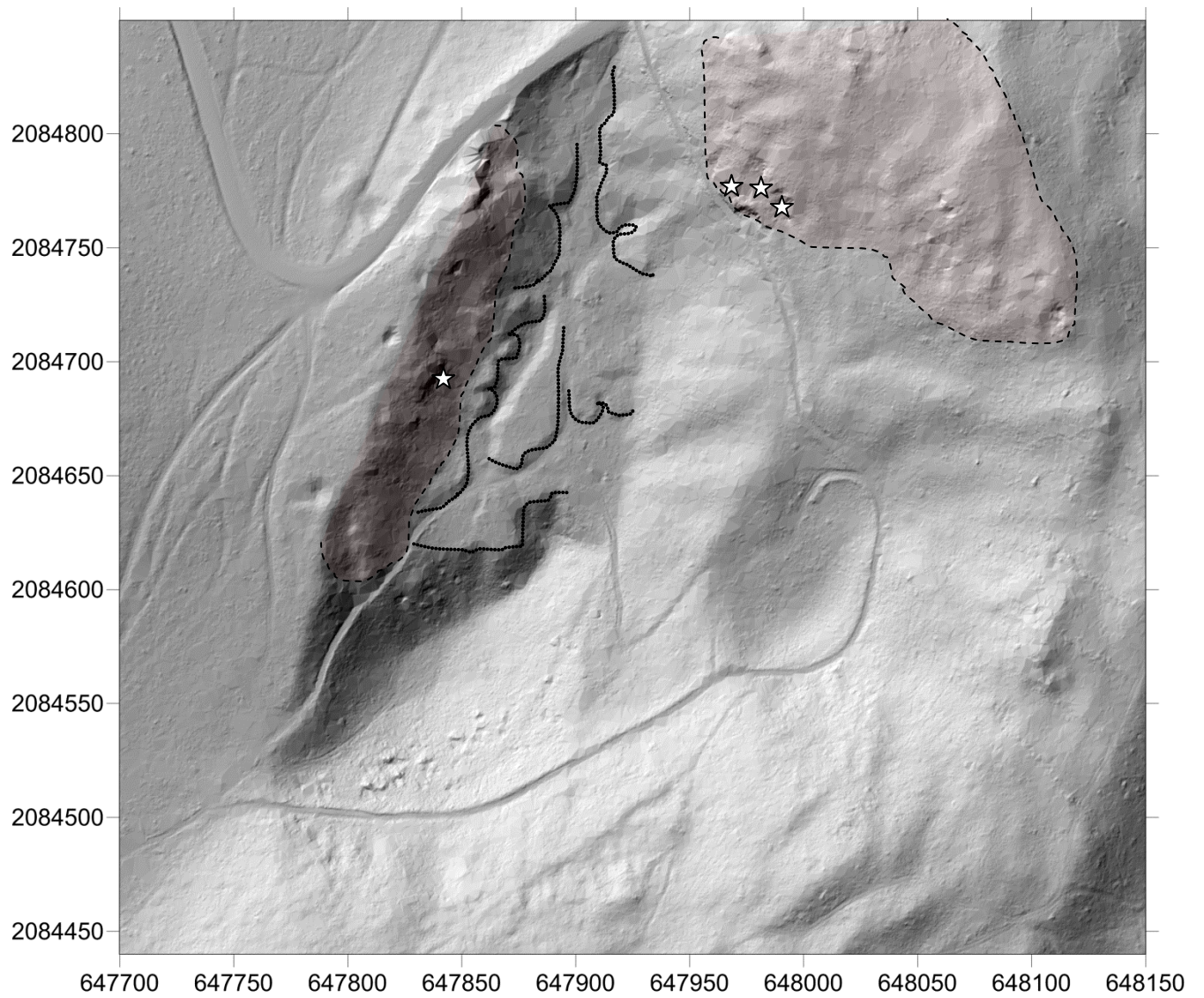


Figure 3. Relevé LIDAR. Détail du Cratère Kilian (échelle métrique). Zone colorée : secteur où affleure le trachyte massif, en place. Pointillés : limites approximatives des terrasses de déblais. Etoiles : cavages repérés et/ou sondés en 2008-2010.

3 - Echantillonnages et analyses de trachytes

La majorité des échantillonnages a été effectuée avec un carottier diamanté acquis dans le cadre de ce programme. Les carottages se font sous flux d'eau courante (Fig. 4 et 5). Pour les plus grosses pièces et les moins fragiles, un diamètre de 2 cm a été adopté. Pour quelques pièces, un trépan de 1 cm seulement a été préféré pour limiter l'impact de l'opération. Dans quelques rares cas, un fragment déjà détaché de l'objet a été utilisé.



Figure 4. Carottage dans un couvercle de coffre cinéraire au Musée Bargoin



Figure 5. Extraction de la carotte

Le tableau 1 (ci-dessous) récapitule l'ensemble des 54 échantillonnages déjà effectués, y-compris ceux des campagnes précédentes.

Code	Objet	Site archéologique	Auteur	Datation	Lieu d'échantillon.	Nature de la roche	Volcan proposé
BPG1	Petit moellon	Puy Redon			in situ	Trachyte	Kilian
BPG2	Gros appareil	Puy Redon			in situ	Trachyte	Kilian
BPG4	Moellon (faciès différent)	Maison le long de la voie romaine			in situ	Trachyte	Kilian
BPG5	Moellon	Maison le long de la voie romaine			in situ	Trachyte	Kilian
BPAub1	Chaperon	Auberge, col de Ceyssat			in situ	Trachyte	PdD
BPM1	Moellon	Temple de Mercure, sommet PdD			in situ	Trachyte	Kilian
PB08-1405-01	Moellon	Puy Redon			in situ	Trachyte	Kilian
PB08-1405-02	Moellon	Puy Redon			in situ	Trachyte	Kilian
PB08-1405-03	Moellon	Puy Redon			in situ	Trachyte	Kilian
BPK6	Gros bloc type moellon de gros appareil, encore en place dans la carrière	Kilian carrière au sommet côté E			in situ	Trachyte	Kilian
C679	Déchet de taille	Kilian. Sondage S1. Talus de remblais au bord nord du cratère			in situ		Kilian
C680	Déchet de taille	Kilian. Sondage S1. Talus de remblais au bord nord du cratère			in situ		Kilian
C681	Déchet de taille	Kilian. Sondage S1. Talus de remblais au bord nord du cratère			in situ		Kilian

PB07-0510-01	Déchet de taille	Temple de Mercure, sommet PdD. Tranchée de reconnaissance n°32	D. Parent (INRAP)		in situ	Trachyte	Kilian
PB07-0510-02	Déchet de taille	Temple de Mercure, sommet PdD. Tranchée de reconnaissance n°32	D. Parent (INRAP)		in situ	Trachyte	Kilian
PB08-2307-T1	Moellon avec trous de louve	Temple de Mercure, sommet PdD			in situ	Trachyte	Kilian
PB08-2307-T2	Moellon	Temple de Mercure, sommet PdD			in situ	Trachyte	Kilian
Isolat 35	Anguipède	Riom ZI Nord	Maria-Pia Darblade-Audoin	début Ile AD	in situ	Trachyte	Kilian
Isolat 35	Anguipède	Riom ZI Nord	Maria-Pia Darblade-Audoin	début Ile AD	in situ	Trachyte	Kilian
Isolat 35b	Anguipède	Riom ZI Nord	Maria-Pia Darblade-Audoin	début Ile AD	in situ	Trachyte	Kilian
C701	Moellon temple de Mercure n°1	Temple de Mercure, sommet PdD			in situ	Trachyte	Kilian
C702	Moellon temple de Mercure n°2	Temple de Mercure, sommet PdD			in situ	Trachyte	Kilian
C703	Moellon temple de Mercure n°3	Temple de Mercure, sommet PdD			in situ	Trachyte	Kilian
C704	Moellon temple de Mercure n°4	Temple de Mercure, sommet PdD			in situ	Trachyte	Kilian
C705	Moellon temple de Mercure n°5	Temple de Mercure, sommet PdD			in situ	Trachyte	Kilian
C706	Moellon temple de Mercure n°6	Temple de Mercure, sommet PdD			in situ	Trachyte	Kilian

C707	Moellon temple de Mercure n°7	Temple de Mercure, sommet PdD			in situ	Trachyte	Kilian
Bloc 1 (17271)	Bloc d'exèdre	Temple de Mercure, sommet PdD		1er siècle	in situ	Trachyte	Kilian
Bloc 2 (17272)	Bloc d'exèdre	Temple de Mercure, sommet PdD		1er siècle	in situ	Trachyte	Kilian
Bloc 3 (17273)	Bloc d'exèdre	Temple de Mercure, sommet PdD		1er siècle	in situ	Trachyte	Kilian
PB10-3004-1	Moellon petit appareil	Maison le long de la voie romaine	Echt ramassé par les M2Pro		in situ	Brèche polygénique	Kilian
Moellon Sarliève	Moellon	Sarliève sud	Gérard Vernet		in situ	Trachyte	Kilian
Montaudou-Théâtre	Moellon	Théâtre gallo-romain de Montaudou	C. Le Barrier		in situ	Trachyte	Kilian
64.415.1	Couvercle d'urne funéraire (marbrier)	Vallièrre, Clermont-Ferrand	J.B. Bouillet, 1846	Première moitié Ile AD	Musée Bargoin	Trachyte	Kilian
64.423.1	Couvercle d'urne funéraire : MANSUETA	Vallièrre, Clermont-Ferrand	J.B. Bouillet, 1846	fin Ile, début IIIe AD	Musée Bargoin	Trachyte	Kilian
64.422.1	Couvercle d'urne funéraire : MOLIGOETUS	Vallièrre, Clermont-Ferrand	A. de Caumont, 1869	fin Ile, début IIIe AD	Musée Bargoin	Trachyte	Kilian
64.318.1	Bas relief : Séléné et Phosphoros				Musée Bargoin	Trachyte	Kilian
64.138.1	Fragment de chapiteau : homme nu, bras levés	Temple de Mercure, puy de Dome			Musée Bargoin	Trachyte	Kilian
64.748.1	Dédicace : CIVES ...	Sommet PdD	P.P. Mathieu	Ier ou Ile AD	Musée Bargoin	Trachyte	Kilian
98.414.2	Tête	Sommet PdD			Musée Bargoin	Trachyte	Kilian

Stèle Romeuf	Stèle brisée	Rue Niel, Clermont-Ferrand	A.M. et J. Romeuf	fin Ile AD	Musée Bargoin	Trachyte	Kilian
PB11-0904-1/US3691	Bloc	Fouilles de Trémonteix Exèdre	Kristell Chuniaud INRAP	Niveau gallo-romain		Trachyandésite à amphibole, bulleux	Nugère ??
PB11-0904-2/US1000	Bloc	Fouilles de Trémonteix Bloc hors contexte	Kristell Chuniaud INRAP	Niveau gallo-romain		Trachyte	Kilian
Trémonteix 1987	Bloc	Fouilles de Trémonteix. Mur 1987. Angle de la galerie du temple sud n°21	Kristell Chuniaud INRAP	Niveau gallo-romain		Trachyte	Puy de Dôme
Trémonteix 3741a	Bloc	Fouilles de Trémonteix. Mur 3741. Cella du temple n°50. Carottage	Kristell Chuniaud INRAP	Niveau gallo-romain		Trachyte	Kilian
Trémonteix 3741b	Bloc	Fouilles de Trémonteix. Mur 3741. Cella du temple n°50. Carottage	Kristell Chuniaud INRAP	Niveau gallo-romain		Trachyte	Kilian
Trémonteix 3901	Marche	Fouilles de Trémonteix. Escalier 3901. Marche cassée	Kristell Chuniaud INRAP	Niveau gallo-romain		Trachyte	Puy de Dôme
Trémonteix 3903	Marche	Fouilles de Trémonteix. Escalier 3901. Carottage	Kristell Chuniaud INRAP	Niveau gallo-romain		Trachyte	Puy de Dôme

Trémonteix 3904	Marche	Fouilles de Trémonteix. Escalier 3901. Carottage	Kristell Chuniaud INRAP	Niveau gallo-romain		Trachyte	Puy de Dôme
Trémonteix 3905	Marche	Fouilles de Trémonteix. Escalier 3901. Carottage	Kristell Chuniaud INRAP	Niveau gallo-romain		Trachyte	Cliersou/Aumône
64.379.1	Stèle figurée	Cimetière de la Lièvre. Fouille 1882			Musées de Clermont Dépôt Mermoz	Trachyte	Kilian
64.555.1	Architrave				Musées de Clermont Dépôt Mermoz	Trachyte	Kilian
Didier 11	Architrave				Musées de Clermont Dépôt Mermoz	Trachyte	Kilian
64.537.1 - Didier 12	Couvercle de coffre funéraire inscrit				Musées de Clermont Dépôt Mermoz	Trachyte	Kilian
CLFD OA 5972. Bloc n°89	Autel votif de Jaude	Fond de jaude (Clermont)	Guy Alfonso	2 ^e siècle	Dépôt INRAP	Trachyte	Kilian
	Stèle anépigraphe		Fabrice Gauthier	gallo-romain	Dépôt INRAP	Trachyte	Kilian
0A 03.6631. SP 1497	sarcophage ?	Trémonteix			Dépôt INRAP		en cours

Table 1. Liste des échantillons analysés et attributions à une origine géologique

Les résultats confirment la première tendance observée : le trachyte du Kilian est très largement majoritaire (87% des 63 échantillons trachytiques analysés).

Des nouveautés apparaissent :

La première est le fait que le trachyte du puy de Dôme est présent dans la cuvette clermontoise (Trémonteix) et qu'il n'est donc pas utilisé seulement, de façon opportuniste, au pied du puy de Dôme (chaperon de mur au col de Ceysat).

La seconde nouveauté est l'utilisation du trachyte du fond du Cratère Kilian pour la confection de sarcophages durant le Haut Moyen Âge (site de Sainte Marie à Clermont et nécropole d'Olby, Arbaret comm. pers.). Ceci invalide notre première hypothèse suivant laquelle les fabricants de sarcophages avaient toujours préféré un trachyte plus tendre, tel que celui disponible dans la partie externe des dômes trachytiques.

L'utilisation, à l'époque gallo-romaine, du trachyte de l'Aumône ou du Cliersou, depuis longtemps affirmée par certains auteurs est confirmée pour un seul échantillon (site de Trémonteix).

Enfin, le trachyte du Grand Sarcoui apparaît très localement, dans un secteur géographique proche de ce volcan (découverte fortuite de La Mouteyre). A noter, pour mémoire, qu'une prospection au sol a permis de trouver un petit fragment de céramique sigillée à proximité du col entre le Grand Sarcoui et le puy des Goules (D.M., 2011), ce qui est un premier indice de présence gallo-romaine sur ce site.

Les plus anciens témoignages d'utilisation du trachyte sont livrés par des blocs monumentaux observables dans une exèdre du temple de Mercure (seconde exèdre à partir de l'ouest) et considérés par Dominique Paillet (communication orale) comme des remplois de matériaux du premier temple (échantillons : Bloc 1, Bloc 2 et Bloc 3 de la Table 1 ; illustrations en annexe). Ces blocs auraient donc été taillés vers le milieu du I^{er} siècle. Ils ont été extraits du Kilian. Les autres éléments gallo-romains datables, au moins approximativement, sont attribuables au second siècle, dès la première moitié de ce siècle.

4 - Prospection dans le bâti

Pour compléter le panorama de l'usage des trachytes et, notamment, évaluer la possibilité que certains fronts d'exploitation dans les carrières soient plus récents que le Moyen Âge, une prospection dans le bâti a été entreprise (Table 2).

Commune	Lieu-dit	Type de bâtiment	Trachyte	Abondance	Localisation du trachyte	Références, remarques
Mozac		Abbatiale	oui	Significatif, localisé	Tour et autres	[1]
Volvic		Eglise	non			[2]
Royat		Eglise	oui	Très rare (3 moellons)	Pilier sud (2) de la façade et nef (1)	
Chamalières		Eglise	oui	Très rare (3 ou 4 moellons)	Porte murée sur le mur nord	
Clermont		Eglise ND du Port	non			
Laschamps		Eglise	non			
St Genes Champanelle	Manson	Eglise	non			
Ceyssat		Eglise	non			
—		Maisons, appentis	oui		Portes, fenêtres, angles des murs	Une date : 1833
Orcines	Le Bourg	Eglise	oui	Quelques dizaines de blocs	Contreforts (en alternance avec de la trachyandésite) et clocher	
—	Fontanas	maisons	oui	Dans plusieurs bâtiments anciens	Portes, fenêtres, angles des murs	Avant 1838 (cadastre)
—	La Font de l'arbre	Maisons, appentis	oui	Dans plusieurs bâtiments anciens	Portes, fenêtres, angles des murs	
—	Montradeix		oui	Dans plusieurs bâtiments anciens		
—	Le Gressigny	maison	oui	Une fenêtre dans une maison ancienne		
Ternant		Eglise	non			
Durtol		Eglise	non			
Montfermy		Eglise	oui	Très abondant	Toute la nef	Clocher en

						trachyandésite et quelques blocs d'arkose dans le porche
Chapdes Beaufort		Eglise	oui			XIX° info B. Dousteyssier
Saint Ours		Eglise	oui		Contreforts occidentaux et quelques éléments du clocher	Eglise du XIII°, contreforts plus récents. info B. Dousteyssier
Saint Ours		Maison	oui		Un bloc (Café Bonjean, en face de l'église)	XIX° ou plus récent. info B. Dousteyssier
Pulvérières		Eglise	non			info B. Dousteyssier

[1] : publication : Bull. Académie des Sc. Belles Lettres et Arts de Clermont, 2009. [2] : d'après Y. Connier (com. pers.), il y a du trachyte dans cette église, mais il n'a pas été retrouvé.

Table 2. Trachytes dans le bâti médiéval et moderne dans la Chaîne des puys et à proximité

L'examen préliminaire des ces trachytes apporte les informations suivantes :

Dans plusieurs cas (usage dans des bâtiments agricoles XIXe s. ou plus anciens), la variabilité des dimensions et certaines formes suggèrent fortement qu'il s'agit de remploi (Fig. 6 et 7)



Figure 6. Blocs d'angle en trachyte dans un vieux bâtiment à La Font de l'Arbre



Figure 7. Encadrement de porte en trachyte. La Font de l'Arbre.

L'origine de ces blocs est peut-être à rechercher dans des bâtiments antiques (temple de Mercure, temple de la Tourette, site du col de Ceyssat).

Dans d'autres cas, le trachyte paraît suffisamment abondant et homogène pour indiquer un accès direct à la ressource à une époque récente (trachyte en alternance avec du trachyandésite dans les contreforts et le clocher de l'église d'Orcines).

Il faut noter que ces différents trachytes n'ont pas encore fait l'objet de prélèvements. Leur simple examen visuel indique une certaine variété d'origines. Par exemple, il y a des trachytes à biotite à Ceyssat (donc le Kilian est exclu), un trachyte à sphène venant du Chopine (église de Montfermy) et les trachytes du Sarcouy (biotite seule) et du Cliersou/Aumône (amphibole seule et enclaves sombres) dans l'église d'Orcines.

5 - Analyses des traces U et Th.

Afin de compléter la caractérisation des trachytes, des mesures systématiques de teneurs en uranium et thorium ont été effectuées sur des échantillons des différents trachytes et, en parallèle, sur des objets gallo-romains en trachyte. La technique utilisée est la spectroscopie gamma avec un détecteur germanium (HPGe de Canberra), sur poudres en géométrie puits (mesures faites au LPC, Clermont-Ferrand). Cette technique permet de déterminer les teneurs en éléments radioactifs émetteurs gamma. Les éléments naturels observables sont des éléments des séries de l'uranium et du thorium ainsi que le potassium (^{40}K). Les résultats les plus précis sont obtenus sur le ^{232}Th et le ^{226}Ra (Fig. 8).

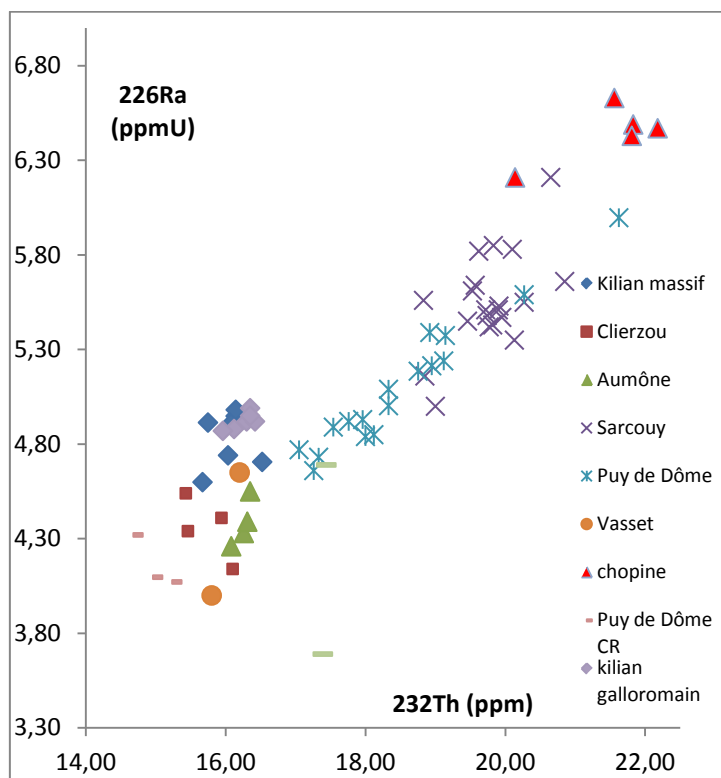


Figure 8. Teneurs en ^{226}Ra et ^{232}Th pour les différents trachytes de la chaîne des puys et pour des trachytes utilisés par les gallo-romains (losanges violets).

Les résultats de ces analyses (Fig. 8) montrent que ces deux éléments ont un fort pouvoir discriminant. En particulier, le groupe des trachytes gallo-romains déjà attribués au Kilian sur d'autres critères n'est compatible avec aucune autre origine que le Kilian.

6 - Publication

Un accord de principe nous a été donné par le comité de rédaction de la revue *Journal of Roman Archaeology* pour une publication d'un article sur les aspects archéologiques de ces travaux. Le manuscrit est actuellement en voie d'achèvement et sera envoyée à la revue au printemps 2012. En parallèle, la méthodologie, les résultats et les commentaires géologiques des analyses seront proposés à une revue spécialisée (*Archaeometry*).

7 - Budget

Le principal poste du budget (Tab. 2) a résidé dans les frais d'analyse. Il est à noter que les analyses de traces U et Th n'ont pas été financées sur le budget de l'opération, mais sur celui d'une équipe de recherche du LPC. Les analyses de traces autres que U et Th, faites au CRPG (CNRS Vandoeuvre lès Nancy), ne sont pas encore livrées (5 échantillons du Kilian).

Les déplacements ont été nombreux, mais sur des distances assez courtes.

L'équipement de carottage comprend : une perceuse électrique – parfois utilisée avec un groupe électrogène (cas de Trémonteix) – appartenant au LMV ; un mandrin spécial et deux trépan diamantés (10 mm et 20 mm) acquis en 2011 par le CHEC ; des accessoires (système de refroidissement notamment) acquis sur le budget de l'opération.

Le budget est géré par l'association EAVUC (Equipe associée de Volcanologie de l'Université de Clermont).

Poste	Nombre, quantité	Coût total (€, TTC)	Remarques
Confection de lames minces		380	LMV
Analyses des majeures (ICPMS)		360	LMV
Analyses des traces	5	350	CRPG
Analyses à la microsonde		800	LMV
Déplacements	300 km	50	
Complément d'équipement de forage		60	
Total		2000	

Table 3. Partie du budget financée sur l'opération.

Références

Boivin P., Besson J.C., Briot D., Camus G., de Goër de Herve A., Gourgaud A., Labazuy P., Langlois E., de Larouzière F.D., Livet M., Mergoil J., Miallier D., Morel J.M., Vernet G., Vincent P., 2009 Volcanologie de la Chaîne des Puys. Parc Naturel Régional de la Chaîne des Puys (Edit.). Carte et fascicule. 5^e édition (bilingue). 196p.

Miallier *et al.* 2009, Sondage d'une carrière d'extraction de trachyte sur le volcan Killian, commune de Saint-Genès-Champanelle (Puy-de-Dôme). Clermont-Ferrand, LPC-OPGC-CHEC, 2009, 44 p. : ill.

Miallier *et al.* 2010, Rapport de sondages et d'analyses. Le Kilian et les carrières anciennes de trachyte dans la Chaîne des Puys (Puy-de-Dôme). Clermont-Ferrand, LPC-OPGC-CHEC, 2010, 63 p. : ill.

Miallier *et al.* 2011, L'usage du trachyte dans le centre de la France : sources potentielles, critères d'identification et exemples d'utilisation durant l'époque romaine. XVII colloque d'archéométrie du GMPCA, Liège, Belgique, 11 - 15 avril 2011

Annexe : Illustrations d'objets analysés

(MC : musées de la ville de Clermont)



Couvercle de coffre cinéraire (MC 64.415.1)



Couvercle de coffre cinéraire (MC 64.423.1)



Personnage bras levé (MC 63.138.1)



Personnage bras levé (face arrière)



Bas relief Séléné et Phosphoros (MC 64.318.1)



Stèle de la rue Niel (MC dépôt Romeuf)



Stèle de la rue de la Liève (MC 64.379.1)



Stèle de la rue de la Liève (face arrière après carottage)



Fragment d'architrave (MC sans numéro)



Fragment d'architrave (MC 64.555 .1)



Fragment d'architrave : carottage en cours (MC dépôt Mermoz)



Inscription CIVES ... (MC 64.748.1)



Couvercle de coffre cinéraire (MC 64.5371)



Temple de mercure. Bloc d'exèdre 1



Temple de mercure. Bloc d'exèdre 2



Temple de mercure. Bloc d'exèdre 3



Villa de Trémonteix. Marche d'escalier en trachyte