



**HAL**  
open science

## **Intérêt du suivi de la composition pétrochimique des laves pour la compréhension des mécanismes éruptifs: exemples de la brève éruption latérale de Noël 1985 à l'Etna (Sicile)**

Roberto Clocchiatti, Pierre Briole, Jean Louis Joron, Romolo Romano

### ► **To cite this version:**

Roberto Clocchiatti, Pierre Briole, Jean Louis Joron, Romolo Romano. Intérêt du suivi de la composition pétrochimique des laves pour la compréhension des mécanismes éruptifs: exemples de la brève éruption latérale de Noël 1985 à l'Etna (Sicile). BULLETIN PIRPSEV, 1986, 114. <hal-04298888>

**HAL Id: hal-04298888**

**<https://hal.science/hal-04298888v1>**

Submitted on 21 Nov 2023

**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.



HAL Authorization

# PIRPSEV



PROGRAMME INTERDISCIPLINAIRE DE RECHERCHE  
SUR LA PREVISION ET LA SURVEILLANCE  
DES ERUPTIONS VOLCANIQUES



## BULLETIN PIRPSEV n° 114

INTÉRÊT DU SUIVI DE LA COMPOSITION  
PÉTROCHIMIQUE DES LAVES POUR LA COMPRÉHENSION  
DES MÉCANISMES ÉRUPTIFS :

EXEMPLES DE LA BRÈVE ÉRUPTION LATÉRALE DE  
NOËL 1985 À L'ETNA (SICILE).

R. CLOCCIATTI - J.-L. JORON

P. BRIOLE ET R. ROMANO

*Juillet 1986.*

INTÉRÊT DU SUIVI DE LA COMPOSITION PÉTROCHIMIQUE DES  
LAVES POUR LA COMPRÉHENSION DES MÉCANISMES ÉRUPTIFS:  
L'EXEMPLE DE LA BRÈVE ÉRUPTION LATÉRALE DE NOËL 1985 À  
L'ETNA (SICILE)

R. GLOCCIATTI <sup>1</sup>, J.-L. JORON <sup>1</sup>, P. BRIOLE <sup>2</sup> et R. ROMANO <sup>3</sup>

- *Groupe des Sciences de la Terre, Laboratoire Pierre Süe, CEN  
Saclay, 91191 Gif-sur-Yvette Cedex (France).*
- *Délégation aux Risques Majeurs, 25 avenue Charles Floquet, 75700  
Paris (France)*
- *Istituto Internazionale di Vulcanologia, Viale Regina  
Margherita, 6, 95123 Catania (Italia).*

## I. HISTORIQUE DE L'ERUPTION.

### I.1. Phénoménologie.

Après l'éruption du 12 mars - 13 juillet 1985 (Tanguy et Patané, 1985 ; Kieffer, Clocchiatti, Tanguy, 1986), une activité strombolienne a été observée sur le fond de la Bocca Nuova (Voragine Ouest) à une profondeur comprise entre 150 et 250 mètres. A partir du 19.12.85. le cratère S.E. a été le siège, à intervalles irréguliers, d'une activité de même type, qui a été difficile à suivre en raison des mauvaises conditions atmosphériques.

Le 25.12.85, à 3h40 a.m. (heure locale), une fracture éruptive s'est ouverte sur la paroi occidentale de la Vallée del Bove, à l'altitude de 2750 mètres environ. L'ensemble de la fracture a donné lieu à une activité explosive assez intense. Simultanément en est sortie une coulée de lave qui, favorisée par la grande pente, a parcouru en dix-huit heures une distance de 3,5 kilomètres et s'est arrêtée à l'Est des Monti Centenari à 1650 mètres d'altitude (Fig.1).

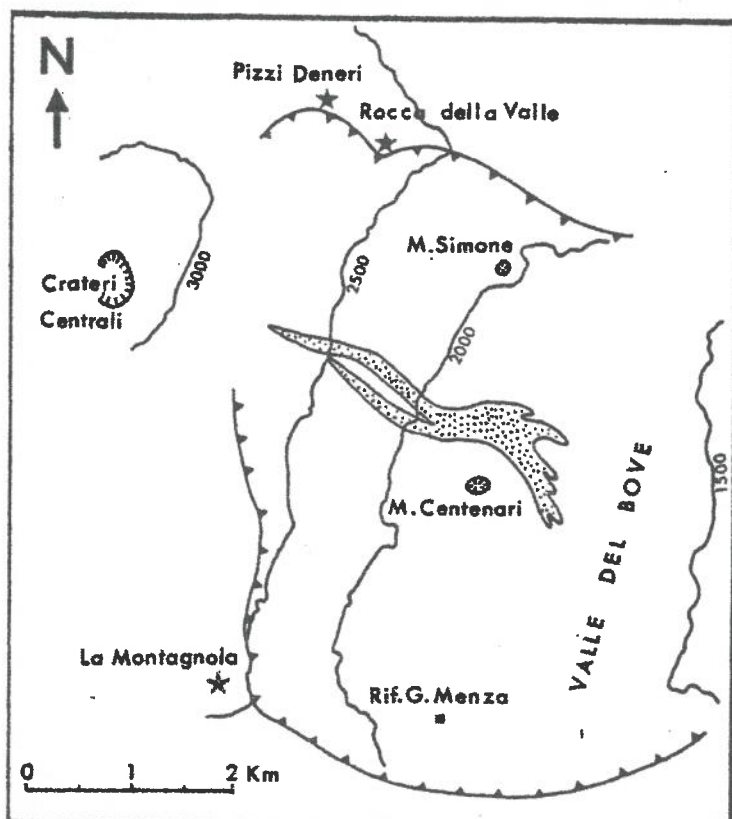


Figure 1 :  
Localisation et extension de la coulée de Noël 1985.

Pendant ce temps, les cratères sommitaux ont été le siège d'une activité explosive très violente, le 25 des petites scories de magma frais, atteignant 2 à 3 mm viennent constituer une couche de

plusieurs centimètres à Macchia di Giarre à une distance de 15 kilomètres des cratères centraux. Le 26, cette activité a été progressivement remplacée par l'émission de matériaux anciens sous forme d'un nuage de cendres de couleur rougeâtre (Clocchiatti, Joron et Romano, 1985). Le 26.12.85. vers 3-4 heures a.m., l'activité éruptive, le long de la fracture, cesse. Le 27.12.85, les cratères centraux émettent un panache de vapeur blanche.

L'éruption reprend le 28.12.85. vers la même heure (4h. a.m.), l'activité est située dans la partie amont de la fracture où trois ou quatre bouches émettent des projections de lave de manière quasiment continue et atteignant 2 à 300 mètres de hauteur. La lave sort de trois bouches différentes (observations de O. Consoli), elle converge rapidement pour former une courte coulée (300 à 400 mètres de long) dont la largeur ne dépasse pas 70 mètres. L'écoulement très lent témoigne d'une viscosité élevée donc d'une faible température. Le front atteint la rupture de pente de la Vallée del Bove sans parvenir pour cela à s'écouler dans la vallée. Pendant ce temps, la Bocca Nuova et la Voragine émettent en continuité un panache de matériel ancien ; cette activité cessera dans le courant de la nuit du 28 au 29. Le 29.12.85., l'activité effusive dans la partie amont de la fracture continue avec une activité égale à celle de la veille, un petit cône de scories prend progressivement de l'ampleur. Les cratères centraux continuent à émettre de la vapeur. Le 30.12.85., l'activité strombolienne commence à faiblir (1 explosion/15 minutes), elle est fortement réduite par rapport à la veille en fréquence (1 explosion/30 secondes) et en intensité car les projections ne dépassent pas la trentaine de mètres. A partir du 31.12.85 au matin, on peut considérer que l'éruption est terminée.

## I.2. Activité sismique associée.

L'éruption s'est produite pendant une crise sismique, avec des secousses principalement localisées dans la zone comprise entre Piano Provenzana et la vallée del Bove. Le 25.12.85, à 3h38 (heure locale), une secousse de magnitude  $M = 4$  a détruit l'Hôtel "le Betulle" de Piano Provenzana et a provoqué la mort d'une personne. Plusieurs fractures de direction N.E. sont apparues sur l'asphalte du parking de la station de ski, elles sont parfaitement alignées dans l'axe de l'Hôtel "le Betulle". Un réseau de cassures normales à la direction principale les accompagne. Elles montrent des figures senestres avec un déplacement horizontal d'ordre centimétrique et un rejeu vertical de 2 à 3 centimètres. Les jours suivants, la crise sismique a été localisée à la base de la Vallée del Bove.

### I.3. Quantité de produits émis.

La surface recouverte par les laves a été estimée à  $0,7 \text{ km}^2$ , le volume de lave épanchée à  $0,7 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ , l'énergie libérée à  $2,66 \cdot 10^{22} \text{ erg}$ . Si l'on considère que plus de 90% des matériaux ont été émis pendant les dix-huit premières heures de l'éruption, le débit moyen peut être estimé à  $10,8 \text{ m}^3/\text{s}$ .

## II. CARACTERES PETROLOGIQUES ET MINERALOGIQUES.

On constate tout d'abord que les caractéristiques minéralogiques et texturales de la coulée de lave du 25 sont différentes de celles des laves qui se sont mises en place à partir du 28. La lave du 25 a une porphyricité faible (phénocristaux  $< 27\%$ , mesure effectuée par compteur de points, données inédites de M. Pompilio), la dimension moyenne des cristaux est inférieure à  $700 \mu\text{m}$ . De plus, cette lave montre des figures de mélange avec un matériel plus évolué enrichi en microphénocristaux de plagioclase baignant dans une mésostase beaucoup plus finement cristallisée que celle de la lave hôte. Ces figures de mélange n'ont pas été observées dans la lave du 28, qui se différencie aussi par l'abondance de ses phénocristaux ( $> 30\%$ ) et par leur taille moyenne ( $> 700 \mu\text{m}$ ) ainsi que par la texture de sa mésostase.

Les caractéristiques minéralogiques de la lave hôte du 25.12.85 (Tableau I) sont les suivantes :

- présence de pyroxènes salitiques peu zonés  $\text{En}_{39,2}$  à  $\text{En}_{38,9}$   $\text{Fs}_{12,5}$  à  $\text{Fs}_{13,9}$  ;
- abondance de phénocristaux de plagioclases très basiques  $\text{An}_{89,6}$   $\text{Or}_{0,4}$  analogues à ceux des laves émises par le cratère SE le 10 Mars 1985 et la quasi absence de plagioclases de composition intermédiaire  $\text{An}_{77}$  ;
- l'existence d'olivines légèrement évoluées systématiquement zonées de manière inverse  $\text{Fo}_{72,6}$  au centre à  $\text{Fo}_{76,4}$  en bordure ;
- le spinelle est exprimé uniquement sous forme de microphénocristaux de composition variable entre  $\text{Usp}_{32,8}$  et  $\text{Usp}_{39}$  (microlites de la pâte).

Les zones de "mélange" se distinguent de la lave hôte par l'abondance des plagioclases essentiellement exprimés sous forme de microphénocristaux de composition assez évoluée  $\text{An}_{65,7}$   $\text{Or}_{2,5}$  à  $\text{An}_{47,0}$   $\text{Or}_{5,1}$ . Les ferromagnésiens, bien que rares, évoluent dans le même sens ; le clinopyroxène est une salite  $\text{En}_{40,9}$   $\text{Fs}_{13,7}$  à  $\text{En}_{35,0}$   $\text{Fs}_{20,1}$  ; l'olivine, très rare, a une composition qui varie de  $\text{Fo}_{72,5}$  à  $\text{Fo}_{70,7}$ .

Les caractéristiques de la lave du 28 au 30.12.85.

Très peu différente de la lave hôte du 25, sa minéralogie est typique des laves actuelles de l'Etna (Tanguy, 1980 ; Cristofolini et Romano, 1982; Clocchiatti et Metrich, 1984 ; Tanguy et Clocchiatti, 1984). Le plagioclase a une composition qui varie de An83,8 à An54,2, le clinopyroxène est peu zoné En41,6 Fsl10,7 à En37,0 Fsl15,5, comme le plagioclase l'olivine montre une variation de composition assez vaste de Fo82,3 à Fo63, cette règle est aussi suivie par les spinelles Usp35,2 à 50,9 et semble traduire un début de refroidissement de l'ensemble avant l'émission qui est en accord avec la forte viscosité de cette lave observée sur le terrain.

En conclusion, les caractères structuraux, l'abondance et les dimensions des phénocristaux, leur composition chimique, l'existence ou non de mélanges, permettent de distinguer de manière très nette les deux épisodes éruptifs du 25 et du 28 Décembre.

III. CARACTERES GEOCHIMIQUES.

Les laves de l'éruption de Noël 85 sont des hawaïites basiques (D.I. = 35,5-38,5) (Tableau I), analogues à celles émises depuis 1980 (Tanguy et Clocchiatti, 1984). Les différences minéralogiques et texturales observées entre les produits du 25 et ceux du 28 sont marquées aussi par des caractères géochimiques particuliers (Tableau I). La lave du 25 (D.I. = 35,5) est plus primaire que celle du 28 (D.I. = 38,5), sa teneur en MgO et en éléments de transition est plus élevée, parallèlement les éléments hygromagmaphiles sont en plus faible quantité. Comme toutes les laves de la période récente (1970-85) (Clocchiatti et al., 1985), elles sont caractérisées par une anomalie très nette en alcalins (Rb, Cs, K).

Replacées dans un diagramme binaire Th-Ta (Fig. 2), les laves de l'éruption de Noël sont bien en continuité avec celles de la période éruptive de Mars à Juillet 85, mais elles se caractérisent par un degré d'évolution plus élevé. Le rapport Th/Ta voisin de  $2,8 \pm 0,2$  est intermédiaire entre les valeurs caractéristiques des domaines de divergence de plaques et celles mesurées dans les séries tholéitiques de convergence de plaques (Joron et al., 1984). Dans le diagramme Ta-Th, ont été replacés à titre de comparaison les matériaux des éruptions de 83, 84 et 85 et ceux de l'éruption de 1974 qui a donné naissance aux Monti De Fiore, car ils représentent les produits les plus basiques émis depuis 1970. Le couple Rb/Th laisse paraître un léger mais significatif enrichissement en Rb corrélé au Th dans les laves du 28-30, parallèlement, on observe

une progressive diminution de la teneur en éléments de transition qui marque la séparation de minéraux ferromagnésiens comme l'olivine et le clinopyroxène.

#### IV. DISCUSSION ET CONCLUSIONS.

Bien que très courte et ayant émis un très faible volume de matériaux, l'éruption de Noël 85 a présenté un certain nombre de caractéristiques intéressantes.

- Les laves émises entre le 25 et le 31.12 se distinguent par leur degré d'évolution légèrement plus élevé de celles de la période de Mars-Juillet 1985 et des laves de 84 et 83.

- Les caractères pétrographiques et géochimiques de la lave hôte du 25 s'apparentent à ceux des laves émises par le cratère SE le 10 Mars 1985, ce qui paraît en accord avec la localisation géographique de l'éruption de Noël et traduirait son appartenance au même système d'alimentation.

La coulée du 25, qui représente plus de 90% des matériaux de l'éruption de Noël, est plus évoluée que l'ensemble des laves de la période de Mars-Juillet 85, ceci peut s'expliquer par un mélange entre un magma de type Mars-Juillet et celui épanché à partir du 28 Décembre. La lave du 28 représentant le pôle "non contaminé" par le mélange le plus plus évolué. La stagnation du magma de type Mars-Juillet pendant une durée de cinq mois aurait été suffisante pour atteindre ce pôle d'évolution.

#### *Modèle de mise en place à partir des éruptions de Mars 1985.*

Vraisemblablement, sous l'effet de contraintes tectoniques (Patané et Tanguy, 1985 ; Nunnari et Romano, 1986), le 25 Décembre un liquide légèrement plus primaire et profond est venu se mélanger avec une faible quantité de magma cogénétique différencié en subsurface, ce magma s'est écoulé pendant dix-huit heures donnant une coulée de 3,5 kilomètres et un volume de l'ordre de  $0,6$  à  $0,7 \times 10^6$  m<sup>3</sup>. Après une période de calme d'environ 24 heures, une contrainte superficielle a provoqué la vidange de la partie supérieure d'un filon, qui apparemment n'avait pas été intéressé lors de la première éruption, il en est sorti une très faible quantité ( $0,07 \times 10^6$  m<sup>3</sup>) de matériel homogène et plus évolué qui a donné une coulée de 300 mètres.

En conclusion, le scénario suivant a été retenu pour expliquer la période éruptive de Mars à Décembre 1985 :

L'éruption de Mars-Juillet 1985 résulterait de l'injection de magma non différencié dans le système filonien superficiel (magma présentant les mêmes caractéristiques pétrochimiques que ceux émis en 1983 et en 1984). Dès l'arrêt de l'éruption, à la mi-Juillet 85, ce magma va stationner pendant cinq mois dans les réservoirs superficiels, ce laps de temps va lui permettre d'amorcer un début de différenciation. La brève éruption de Décembre 1985 correspond à une nouvelle injection de magma non différencié dans le système filonien superficiel. Cette alimentation est mise en évidence par le mélange avec le magma plus différencié (lave du 25) contenu dans les réservoirs superficiels et provenant de l'évolution du magma mis en place dans la période de Mars-Juillet 85. L'injection du 25 Décembre est peu importante en volume, l'alimentation de la coulée s'arrête très vite.

Les caractéristiques pétrochimiques (comme la variation importante et continue de la composition des minéraux, le degré d'évolution chimique élevé, l'absence de contamination par les produits plus primaires), les propriétés rhéologiques et dynamiques (faible température et forte viscosité, forte explosivité) ainsi que le faible volume de matériaux émis, laissent penser que la lave du 28 était isolée dans une poche superficielle de petites dimensions. La vidange de cette poche aurait été entraînée par le déséquilibre structural de l'édifice superficiel du volcan (Nunnari et Romano, 1986) provoqué par le phénomène majeur de cette éruption, à savoir la réalimentation du système filonien superficiel.

Remerciements.

Nous tenons à remercier vivement Messieurs Orazio et Antonio Nicoloso, Monsieur Orazio Consoli et les guides de la SITAS pour l'aide qu'ils nous ont apportée au cours de cette mission. Ce travail a bénéficié des critiques constructives de Messieurs G. Kieffer, J.-C. Tanguy et M. Treuil. M. J.-C. Tanguy a mis aimablement à notre disposition les analyses chimiques des éléments majeurs.

*Un grand merci aussi au Père Noël qui n'a pas oublié la cheminée du volcan, pendant la nuit de Noël.*

## LEGENDES

### Tableau I :

Composition chimique des laves de l'éruption de Noël 1985.

25C, 28C, 30C : analyses effectuées à l'Institut International de Volcanologie de Catane (Italie).

85-40, 85-45, 85-47 : analyses effectuées au Laboratoire de Pétrologie minéralogique de l'Université Paris VI (M. Lenoble, analyste). Compositions anhydres.

Éléments en traces : analyses par activation neutronique effectuées au Laboratoire Pierre Süe, Groupe des Sciences de la Terre, Centre d'Études Nucléaires de Saclay.

\* Échantillon prélevé au front de la coulée du 25.

\*\* Échantillon de la partie médiane.

### Figure 1 :

Localisation et extension de la coulée de Noël 1985.

### Figure 2 :

Diagrammes Ta/Th (a), Rb/Th (b), Ni/Th (c) et Co/Th (d).

Carrés évidés : 1983,

les ronds pleins : 1984, les carrés pleins : la période Mars-Juillet 1985 et les étoiles évidées l'éruption de Noël 1985. Ont été reportées les dates des éruptions et l'altitude d'émission.

A titre de comparaison ont été reportés les matériaux de l'éruption de 1974 (étoiles pleines) qui figurent parmi les plus basiques de l'époque historique (Tanguy et Kieffer, 1976).

**BIBLIOGRAPHIE.**

- CLOCCHIATTI R. et METRICH N., 1984 : La cristallisation des pyroclastes des éruptions etnéennes de 1669 (Mt Rossi) et 1892 (Mt Silvestri). Bull. PIRPSEV 92.
- CLOCCHIATTI R., JORON J.-L. et ROMANO R., 1985 : L'émission des cendres du 22.11.84 à l'Etna : critères rapides de reconnaissance du magma frais. Bull. PIRPSEV, 104,
- CLOCCHIATTI R., JORON J.-L. et TREUIL M., 1985 : Interaction entre le magma de l'Etna et son soubassement sédimentaire : arguments en faveur de la contamination sélective en alcalins des laves récentes. IAVCEI Scientific Assembly Potassic Volcanism Mt Etna Volcano, Giardini Naxos (Italy), September 16-21. Abstracts.
- CRISTOFOLINI R. et ROMANO R., 1982 : Petrologic features of the Etnean volcanic rocks. Mem. Soc. Geol. Italiana, XXIII, 99-115.
- KIEFFER G., CLOCCHIATTI R. et TANGUY J.-C., 1986 : L'éruption de 1985 (12 Mars-13 Juillet) de l'Etna. 11è R.S.T., Clermont-Ferrand, Mars 1986, 101.
- NUNNARI G. et ROMANO R., 1986 : Ground tilt deformations related with volcanological observations during 1985 Mt Etna eruption. International workshop "Resumed activity in areas of quiescent volcanism : triggers and precursors". Florence (Italy) May 15-17.
- TANGUY J.-C. and KIEFFER G., 1976 : The 1974 eruption of Mount Etna. Bull. Volcanol., 40-4, 239-253.
- TANGUY J.-C., 1980 : L'Etna étude pétrologique et paléomagnétique. Implications volcanologiques. Thèse Doctorat, Université Paris VI.
- TANGUY J.-C. et CLOCCHIATTI R., 1985 : The etnean lavas, 1977-83 : petrology and mineralogy. Bull. PIRPSEV 97.
- TANGUY J.-C. et PATANE G., 1985 : L'activité de l'Etna de 1977 à 1983 : phénomènes volcaniques et tremors sismiques. Bull. PIRPSEV 107.