



HAL
open science

Reconnaissance de l'ignimbrite campanienne en contexte archéologique entre Salerno et Policastro (Italie)

Guy Kieffer, Gérard Vernet, Jean-Paul Raynal, Paolo Gambassini,
Anna-Maria Ronchitelli

► **To cite this version:**

Guy Kieffer, Gérard Vernet, Jean-Paul Raynal, Paolo Gambassini, Anna-Maria Ronchitelli. Reconnaissance de l'ignimbrite campanienne en contexte archéologique entre Salerno et Policastro (Italie). Tephros, chronology, archaeology, ss la dir. de E. Juvigné et J.P. Raynal, Les dossiers de l'Archéo-Logis n°1, 2001, Goudet, France. pp.153-158. halshs-00004102

HAL Id: halshs-00004102

<https://shs.hal.science/halshs-00004102>

Submitted on 12 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.

Juillet 2001

TEPHRAS

chronologie
chronology

archéologie
archeology

sous la direction de E. Juvigné et J.-P. Raynal

édité avec le concours de la région Auvergne et du Conseil Général de Haute-Loire

les dossiers de l'Archéo-Logis n°1

CDERAD éditeur - 43150 Goudet

Reconnaissance de l'ignimbrite campanienne en contexte archéologique entre Salerno et Policastro (Italie)

The Campanian Ignimbrite in archeological context between Salerno and Policastro (Italy)

Guy Kieffer¹, Gérard Vernet², Jean-Paul Raynal³, Paolo Gambassini et Anna-Maria Ronchitelli⁴

Résumé : la reconnaissance de pyroclastites de faciès et de composition chimique caractéristiques de l'ignimbrite campanienne à 150 km de Naples, près du golfe de Policastro, double l'extension jusqu'alors établie vers le Sud-Est sur le continent pour cette éruption préhistorique majeure dont la magnitude est sans doute plus importante qu'on ne le supposait.

Mots-clés : Italie, Campanie, Ignimbrite, Pléistocène supérieur, sites préhistoriques, impacts distaux.

Abstract: pyroclastites whose facies and chemical composition are congruent with those described for the Campanian Ignimbrite have been recognised close to the Gulf of Policastro, 150 km south east of Naples. This doubles the extent in that direction hitherto known for this igneous event which appears of greater magnitude than previously hypothesised.

Keywords: Italy, Campania, Ignimbrite, Upper Pleistocene, prehistoric sites, distal impacts.

L'ignimbrite campanienne est le plus vaste recouvrement pyroclastique de l'aire méditerranéenne avec 30 000 km² de superficie supposée et un volume de matériaux émis estimé de 80 km³ (Thunell *et al.*, 1978) à 500 km³ (Fisher *et al.*, 1993). Elle résulte d'une phase éruptive majeure (Barberi *et al.*, 1978) initialement supposée dans les Champs Phlégréens (Rosi *et al.*, 1987 ; Fisher *et al.* 1993) mais également localisée au Nord de Naples (Scandone *et al.*, 1991 ; Rossano *et al.*, 1996), hypothèse retenue ici (figure 1).

L'extension jusqu'alors reconnue est déjà considérable. Cet écoulement pyroclastique a franchi des reliefs de mille mètres d'altitude vers le Nord-Est, traversé sur 25 km l'emplacement actuel du golfe de Naples jusqu'à Sorrento avant de franchir les crêtes de la péninsule sorrentine et de napper les dépressions du littoral amalfitain au Sud-Est. Dans l'hypothèse d'un point éruptif localisé au Nord de Naples (Scandone *et al.*, 1991), l'ignimbrite aurait parcouru

radialement au moins 80 km (Rossano *et al.*, 1996) : des témoins existent à Roccamonfina au Nord-Ouest (40 km), dans les environs de Benevento au Nord-Est (Cusano, 45 km) et autour de Salerno à l'Est (56 km). Sa vitesse minimum à 50 km du point éruptif a été estimée à 100 m/s (Sparks *et al.*, 1978) et sa vitesse initiale à 160 m/s (Rossano *et al.*, 1996).

Plusieurs datations obtenues par différentes méthodes sur cette formation la situent aux environs de 35 ka BP (Gillot *et al.*, 1982, Alessio *et al.*, 1971, 1973) mais la dispersion des âges suggère qu'elle se place dans une période éruptive marquée par plusieurs événements "Campanian Ignimbrite Series" (Paterne *et al.*, 1986) ou "Campanian eruptive events" (Fisher *et al.*, 1993).

Dans le cadre de l'étude des téphras interstratifiées dans les dépôts archéologiques de Campanie méridionale, grottes de Castelcivita et du littoral du Cilento entre Marina di

1. UMR 6042 CNRS, Université Blaise Pascal Clermont-Ferrand II, France, Centre de Recherches Volcanologiques et GDR 1122 CNRS

2. 7 rue du Mont Mouchet, 63320 Chadeleuf, AFAN, UMR 6042 et GDR 1122 CNRS

3. U.M.R. 5808 C.N.R.S., Université de Bordeaux I, Avenue des Facultés, F- 33405 TALENCE et GDR 1122 CNRS

4. Sezione di Preistoria, Dipartimento di Archeologia e Storia delle Arti, Università di Siena, Via delle Cerchia, 53100 Siena, Italia e GDR 1122 CNRS

Camerota et Scario, plusieurs niveaux d'origine volcanique ont été recensés et un affleurement d'ignimbrite a également été reconnu hors des cavités karstiques : ses caractères permettent de supposer qu'il se rattache à cette éruption majeure et d'en faire un lambeau témoin de son extrême extension vers le Sud-Est, à 148 km du centre de la zone d'émission supposée (figure 1).

1. Localisation et description des affleurements

1.1. Cala Bianca

Cet affleurement est situé à proximité de Camerota, au Nord-Est du Golfe de Policastro (Kieffer *et al.*, 1998). Il s'agit d'un banc d'environ 0,80 m de puissance, d'extension pluridécamétrique, qui nappe un versant, à 300 m environ du littoral vers 50 m NGM d'altitude, avec un pendage de 16° N 160.

1.2. Grotta Grande di Scario

Un niveau téphrique de 0,10 m d'épaisseur moyenne identifié au sommet de la séquence d'un sondage près de l'entrée de la grotte, scelle des dépôts archéologiques contenant des outillages du Paléolithique moyen (Moustérien avec présence de technique Levallois) et reposant sur une plage à strombes du dernier interglaciaire (stade isotopique 5) (Ronchitelli, 1995 ; Gambassini e Ronchitelli, 1998 ; Ronchitelli *et al.*, 1998).

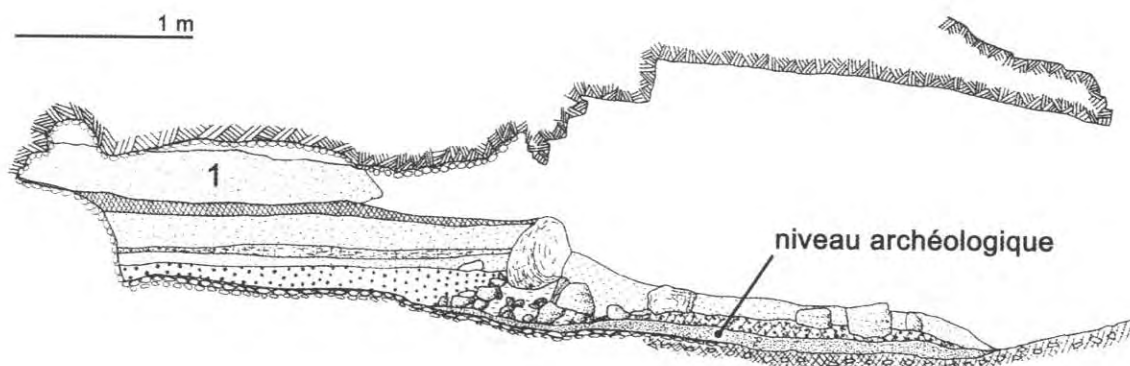


Figure 2. Stratigraphie de Grotta Grande di Scario. 1 : niveau téphrique.

1.3. Porto Infreschi

Dans cette cavité, un niveau téphrique de 0,20 m d'épaisseur moyenne avec une pente de 15° vers la mer est intercalé dans des dépôts archéologiques contenant des outillages du Paléolithique moyen (Moustérien avec présence de technique Levallois) qui repose sur un conglomérat marin (Sarti, 1995).

1.4. Castelcivita

A l'entrée de cette grotte, des téphras ponceux sont intercalés à la base du spéléothème édifié pendant une période biostatique tempérée et humide (phase 9) qui recouvre les niveaux proto-aurignaciens datés vers 32 à 33 000 BP (Gambassini *et al.*, 1997).

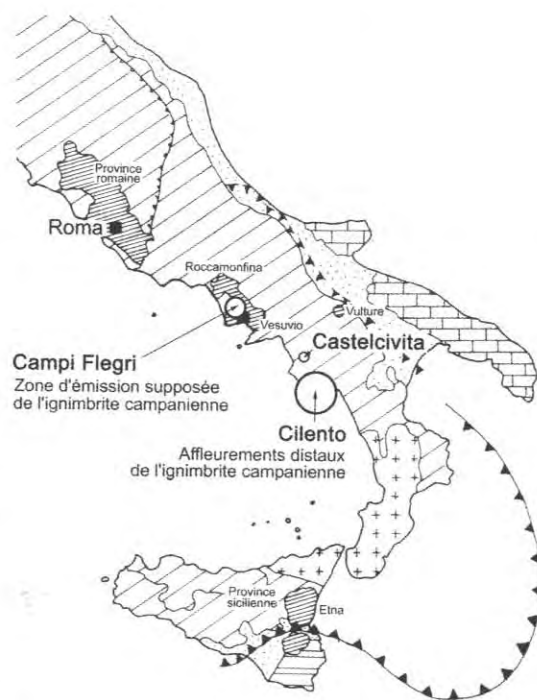


Figure 1. Les témoins de l'ignimbrite campanienne sur le littoral du Cilento dans le cadre général du volcanisme italien.

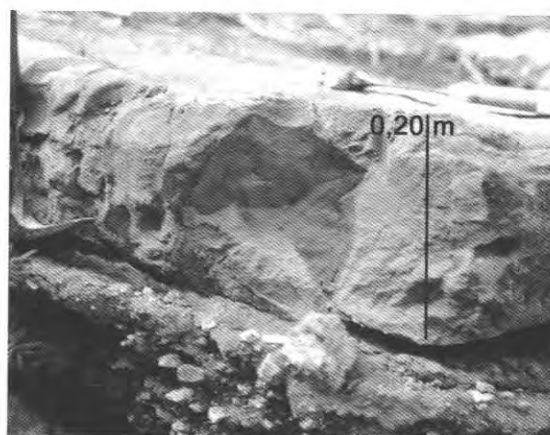


Figure 3. Porto Infreschi : le niveau téphrique.

2. Faciologie

2.1. Macrofaciès

A Cala Bianca, le matériel, de couleur jaune-orangé, est induré par soudure et sa fluidalité est exprimée par des fiammes de scories noires vésiculées, centimétriques en longueur et millimétriques en épaisseur. Des phénocristaux de feldspaths potassiques sont visibles à l'oeil nu. Par sa couleur et sa structure, ce faciès est identique, à l'échelle près, à ceux d'affleurements de même nature de la région napolitaine (bien visible dans les constructions de Pompéi par exemple) mais diffère du faciès gris rencontré en position distale à Sorrento, Tocco Caudio, Maiori et Salerno dans lequel on note cependant toujours la présence de ponces et scories noires étirées.

Dans les cavités de Grotta Grande di Scario et de Porto Infreschi, le macrofaciès est massif et moins caractéristique.

Dans la grotte de Castelcivita, le matériel pyroclastique, de couleur grise, est grossièrement lité et encroûté de carbonates dans sa partie sommitale. Il s'agit pour l'essentiel de ponces plurimillimétriques, comportant quelques lits de texture sableuse fine riches en minéraux opaques.

2.2. Microfaciès

A Cala Bianca, on observe en lame mince l'association suivante : une structure vitroclastique soudée, avec orientation assez nette des éléments, le matériel étant relativement altéré (produits rouille à opaques en imprégnation principalement sur des minéraux ou plus ou moins diffus) et des échardes de verre très fines, qui donnent un feutrage avec une orientation frustrée mais suffisante pour donner une texture fluidale. On observe des lamelles ou des esquilles de verre très fibreuses, plus grossières, étirées, avec quelques vacuoles généralement allongées dans le sens de l'étirement et disposées dans le plan de fluidalité. Les fibres sont souvent imprégnées d'oxydes rouillâtres. On note de plus quelques ponces, plus grossières, de forme plus trapue, moins fibreuses et vacuolaires, à texture moins nettement orientée, çà et là imprégnées de traces d'oxydation et qui englobent parfois des feldspaths potassiques. On note aussi quelques fragments de laves très feldspathiques, certains très altérés avec des oxydations rouille et des éléments opaques, la présence de nombreux phénocristaux de feldspath potassique, des plagioclases moins nombreux, un clinopyroxène vert en cristaux automorphes, des lamelles de biotite et une petite proportion d'éléments opaques qui pour une part peuvent résulter de l'altération. Enfin, certaines plages à faible polarisation pourraient résulter de phénomènes de dévitrification... Ces caractères sont en accord avec ceux déjà décrits pour l'ignimbrite campanienne (Barberi *et al.*, 1978). En particulier, à l'échelle près de la taille des éléments, on retrouve dans les autres affleurements cités *supra* le même feutrage d'échardes de verre, en particulier à Salerno.

A Grotta grande di Scario, on observe en lame mince une structure vitroclastique grossière plus ou moins soudée et orientée. Le dépôt est constitué de ponces millimétriques et de minéraux libres dans une matrice d'échardes de verre.

L'orientation est marquée par des ponces allongées et des minéraux et une fissuration horizontale la souligne dans la partie sommitale du dépôt. Les ponces fibreuses sont soit étirées, soit globuleuses et très vésiculées. Les minéraux présents sont des feldspaths potassiques automorphes ou en éclats, des clinopyroxènes verts, de la biotite et sont associés à des éléments opaques. Les ponces les plus grossières sont concentrées à la base du dépôt ; la matrice d'échardes vitreuses est plus abondante dans sa partie supérieure : cette différenciation granulométrique peut résulter d'une retombée de panache co-ignimbritique.

A Porto Infreschi, on observe en lame mince une structure vitroclastique plus ou moins soudée sans orientation. L'altération du matériel se marque par des taches rouille millimétriques. Les échardes de verre sont très fines. Les ponces fibreuses les plus grosses sont parfois étirées et on note quelques ponces vacuolaires. Les minéraux présents sont des feldspaths potassiques en éclats, de rares clinopyroxènes verts, de rares biotites et sont associés à des éléments opaques. La granulométrie du dépôt est fine ($Md_F = 5,05$) et le matériel est bien classé ($s_F = 1,80$) bien que présentant une distribution bimodale. Il pourrait s'agir d'une retombée de panache co-ignimbritique.

A Castelcivita, on observe en lame mince la succession de six lits principaux :

Lit 1 (1,6 cm) : ponces (\varnothing maximum de 8 à 9 mm) pour certaines étirées, dans une matrice de cendres fines beiges en partie vitreuse. Les minéraux libres sont rares et petits (feldspaths, pyroxènes). Un lappilli accréionné (\varnothing 7 mm) est présent. La base est marquée par une lamine riche en minéraux et en échardes de verre.

Lit 2 (1cm) : sables fins plus ou moins lités, constitués de minéraux libres émoussés (feldspaths, pyroxènes et opaques).

Lit 3 (4 cm) : A la base, on observe une lamine (0,5 à 1 mm) de cendres fines plus ou moins litées à lapillis accréionnés qui moule le sommet du lit 2. Au-dessus, le microfaciès est identique à celui du lit 1 avec une passade médiane plus riche en xénoclastes (scories noires, fragments laviques) avec quelques lappillis accréionnés.

Lit 4 (2 cm) : ponces (\varnothing maximum 7 mm), pour certaines étirées, rares échardes de verre et petits minéraux libres (feldspaths, pyroxènes), cimentés secondairement par des carbonates.

Lit 5 (0,2 à 0,8 cm) : minéraux libres anguleux prépondérants (feldspaths, pyroxènes et opaques) et fragments anguleux de ponces en entassement libre avec de rares carbonatations secondaires.

Lit 6 (3,5 cm) : ponces de taille moyenne (\varnothing maximum 2 à 3 mm) pour certaines étirées, rares échardes de verre et quelques minéraux libres (plagioclases, pyroxènes), ennoyés secondairement par un ciment carbonaté.

Ces lits caractérisent une retombée plinienne en position primaire qui contient à sa base des lappilli accréionnés (4, 6). Les niveaux de sables fins riches en minéraux (2, 5) résultent de la concentration en particules lourdes lors de remaniements acqueux synéruptifs. La partie supérieure

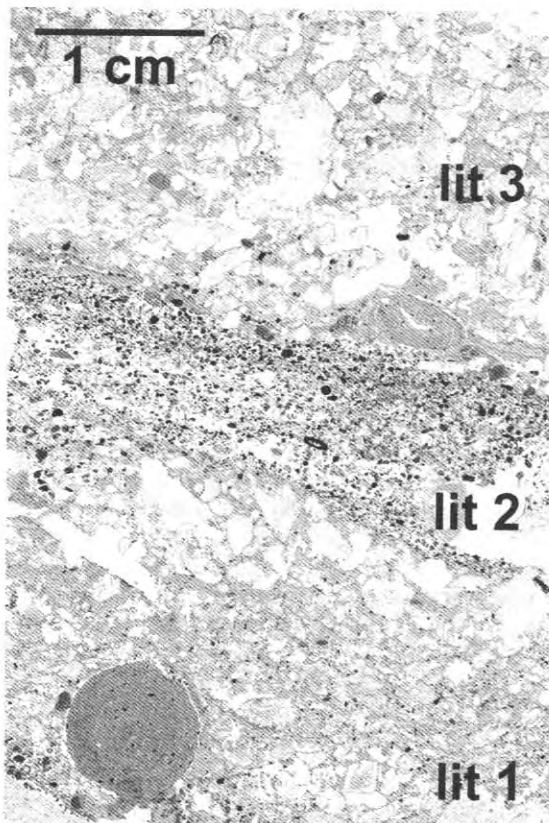


Figure 4. Castelcivita, détail des tephras.

du dépôt (1, 2) a subi une carbonatation secondaire des vides et de la matrice. Les caractéristiques minéralogiques sont identiques à celles notées, en position plus distale, pour l'ignimbrite de Cala Bianca.

2.3. Composition chimique

Les analyses chimiques ont été réalisées sur verre à la microsonde. Elle indiquent pour l'échantillon de Cala Bianca un magma de nature trachytique, comparable à celui des affleurements plus proximaux (Barberi *et al.*, 1978). Un autre affleurement, en contexte archéologique dans la Grotta Grande di Scario, présente une composition chimique identique mais le faciès est moins caractéristique (tableau 1, figure 2).

3. Discussion

Il est fort probable que les affleurements de Cala Bianca, Porto Infreschi et Grotta Grande di Scario soient des témoins de l'extension extrême de l'ignimbrite campanienne.

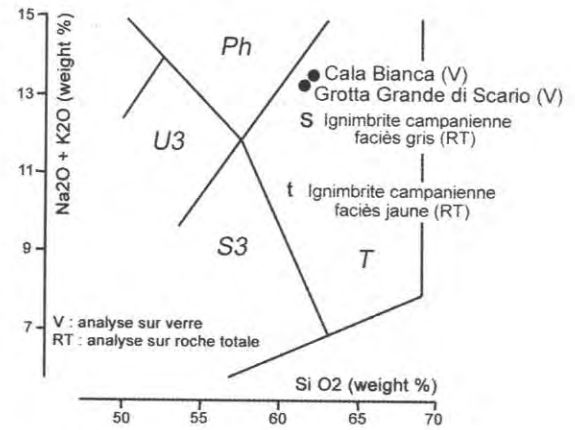


Figure 2. Téphras identifiées entre Camerota et Scario et analyses de références pour l'ignimbrite campanienne (Barberi *et al.*, 1978) dans le diagramme SiO_2/Na_2O+K_2O de Le Bas *et al.* (1986).

Il n'existe d'ailleurs pas d'autre source possible dans le contexte du volcanisme italien. Les éléments de chronologie relative suggérés par les affleurements de la Grotta Grande di Scario et de Porto Infreschi (Ronchitelli, 1995 ; Sarti, 1995) sont en accord avec cette hypothèse.

Sur le plan dynamique, l'ignimbrite campanienne a déjà été interprétée comme résultant de l'écroulement d'une colonne éruptive (Sparks *et al.*, 1978) ou par le développement d'une nuée turbulente à forte détente gazeuse (Fisher *et al.*, 1993). L'hypothèse d'une nuée dense à expansion rapide et radiale a également été émise (Mastrolorenzo, 1987, Rossano *et al.*, 1996).

Vu l'ampleur des manifestations à l'origine de l'ignimbrite campanienne, d'autres produits pyroclastiques ont sans doute été également projetés, par exemple à l'occasion des phases explosives initiales : le dépôt à ponces et lapillis accrétonnés de Castelcivita en serait un témoin.

L'extension ici proposée sur la base des nouveaux affleurements suppose l'existence d'une nuée très développée en hauteur, dont la progression et le dépôt ont été très largement contrôlés par la topographie et qui fut capable, en un temps très bref, d'atteindre le littoral nord-occidental du golfe de Policastro et d'y abandonner un matériel fin mais encore assez chaud pour s'étirer et se souder... La chenalisation d'un tel écoulement pyroclastique a dû jouer un rôle important dans sa progression. Dans l'hypothèse d'un point d'émission supposé au Nord de Naples, un couloir naturel existe vers le Sud-Est entre des reliefs dépassant 1100 m avant Salerno et atteignant plus de 1700 m au Nord du littoral du Cilento.

	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Cr ₂ O ₃	FeO _t	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	Total
Cala Bianca	61,93	0,44	18,7	0,00	2,59	0,45	0,38	0,38	1,68	6,37	7,05	99,96
Gr. Grande di Scario	61,56	0,49	18,49	0,03	2,79	0,48	0,29	0,46	1,94	5,74	7,62	99,99
Barberi <i>et al.</i> , 1978	62,30	0,46	18,98		3,42			0,35	1,62	5,51	7,03	99,67

Tableau 1.

La dimension de l'événement est considérable et se compare aisément à ceux déjà connus pour avoir généré des ignimbrites ayant franchi des barrières topographiques importantes : 70 km par delà des reliefs de 600 m pour la coulée pyroclastique d'Ito au Japon (Aramaki et Ui, 1966 ; Yokoyama, 1974), 45 km avec des reliefs à 1500 m pour l'ignimbrite de Taupo en Nouvelle-Zélande (Wilson, 1985 ; Wilson et Walker, 1985).

Ses retombées co-ignimbritiques sont en tous cas connues à très longue distance en Méditerranée (Sparks et Huang, 1980 ; Paterno *et al.*, 1986, 1988). Des téphras de chimisme et de position chronologique comparables ont également été signalés dans l'Adriatique (Paterno, 1992) et en contexte archéologique en Bulgarie (Pawlikowski 1992 ; Paterno, 1992), en Russie (Praslov et Rogatchev, 1982) et dans les loess de Hongrie (Horwath, 1998).

4. Conclusion

Les affleurements de l'ignimbrite campanienne jusqu'alors connus sur le continent et interprétés comme distaux présenteraient tous une puissance de plusieurs mètres : il ne fait pas de doute que d'autres témoins distaux et peu épais aient été détruits ou aient encore échappé aux investigations. L'affleurement de Cala Bianca, qui appartient sans doute au corps principal de l'écoulement pyroclastique, et les téphras de Grotta Grande di Scario et de Porto Infreschi, témoins du nuage co-ignimbritique, ne sont sans doute pas

isolés et sont les premiers signalés à 150 km du point éruptif supposé. Nos observations permettent de doubler l'extension jusqu'ici connue pour cette formation sur le continent. Cette phase éruptive apparaît donc d'une magnitude supérieure aux hypothèses jusqu'ici admises.

La retombée plinienne de Castelcivita, en position intermédiaire, témoigne de l'importance des phases explosives initiales d'un événement de ce type, dont les produits ont directement affecté les lieux de vie des populations préhistoriques à la transition Paléolithique moyen/Paléolithique supérieur. Les conséquences environnementales de ce type d'éruption furent nécessairement considérables, principalement dans l'axe de progression du phénomène, et affectèrent sans doute durablement les écosystèmes et les populations préhistoriques. L'évaluation précise et quantifiée de ces impacts reste à établir.

Remerciements

Travail réalisé dans le cadre du projet *Espaces volcaniques préhistoriques* du GDR 1122 CNRS, co-financé par la région Aquitaine et la région Auvergne. Remerciements à E. Juvigné pour les analyses géochimiques effectuées à l'Université de Liège, G. Mastrolorenzo de l'Osservatorio Vesuviano, C. Albore-Livadie du Centre Jean Bérard et le CUEBC de Ravello pour leur accueil et leur aide sur le terrain et P. Bindon qui a révisé les textes en anglais.

Références

- ALESSIO M., BELLA F., IMPORTA S., BELLUOMINI G., CORTESI C., 1971. University of Roma carbon-14 dates IX. *Radiocarbon*, 13, 395-411.
- ALESSIO M., BELLA F., CORTESI C., TURI B., 1973. University of Roma carbon-14 dates XII. *Radiocarbon*, 15, 165-178.
- ARAMAKI, S. and UI, T., 1966. The Aira and Ata pyroclastic flows and related caldera depressions in southern Kyushu, Japan. *Bull. Volcanol.*, 29: 29-47.
- BARBERI F., INNOCENTI F., LIRER L., MUNNO R., PESCATORE T., SANTACROCE R., 1978. The Campanian Ignimbrite : a Major Prehistoric Eruption in the Neapolitan Area (Italy). *Bulletin Volcanologique*, vol. 41-1, 10-31.
- DI GIROLAMO P., 1970. Differenziazione gravitativa e curve isochimiche nella ignimbrite campana. *Rend. Soc. It. Min. e Petr.* 26-2, 547-588
- FISHER R.V., ORSI G., ORT M., HEIKEN G., 1993. Mobility of a large-volume pyroclastic flow-emplacment of the campanian ignimbrite, Italy. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, vol. 56, 205-220.
- GILLOT P.Y., CHIESA S., PASQUORE G., VEZZOLI L., 1982. <30.000 Yr K/A dating of the volcano-tectonic horst of the Isle of Ischia, Gulf of Naples. *Nature*, 299, 242-244.
- GAMBASSINI P. (a cura di), 1997 – *Il Paleolitico di Castelcivita, culture et ambiente*. Electa, Napoli, 159 p.
- GAMBASSINI P. e RONCHITELLI A., 1998 – Linee di sviluppo dei complessi del Paleolitico inferiore-medio nel Cilento. *Rivista di Scienze Preistoriche*, XLIX, 357-377.
- HORWATH E., 1998. The importance of tephrostratigraphy in the Hungarian loess research. *Colloque INQUA/UISPP Téphrochronologie et co-existence hommes-volcans, Brives-Charensac, 24-29 août 1998, Résumés*, 33.
- KIEFFER G., VERNET G., RAYNAL J.P., JUVIGNÉ E., GAMBASSINI P., RONCHITELLI A.M., 1998. Données nouvelles sur l'extension de l'ignimbrite campanienne, Italie. *Colloque INQUA/UISPP Téphrochronologie et co-existence hommes-volcans, Brives-Charensac, 24-29 août 1998, Résumés*, 102-104.
- 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.
- MASTROLORENZO G., 1987. *Meccanismi eruttivi e deposizionali. Applicazioni ai Campi Flegrei*. PhD Thesis, Università degli Studi di Napoli Federico II.
- PATERNE M., GUICHARD F., LABEYRIE I., GILLOT P.Y., DUPLESSY J.C., 1986. Tyrrhenian sea tephrochronology of the oxygen isotope recorded for the past 60 000 years. *Marine Geol.*, 72, 259-285.
- PATERNE M., GUICHARD F., LABEYRIE I., 1988. Explosive activity of the south Italian volcanoes during the past 80 000 years as determined by marine tephrochronology. *J. Volcanol. Geotherm. Res.*, 34, 153-172.

- PATERNE M., 1992. Additional remarks on tephra layers from Temnata Cave. in : *Temnata Cave, Excavations in Karlukovo karst area, Bulgaria.*, Jagellonian University Press, Cracow, 1992, 99-100.
- PAWLIKOWSKI M. - 1992. Analysis of tephra layers from TD-II et TD-V excavations. in : *Temnata Cave, Excavations in Karlukovo karst area, Bulgaria.*, Jagellonian University Press, Cracow, 1992, 89-98.
- ROSI M., SBRANA A., PRINCIPE C., 1987. The Flegrean Fields : structural evolution, volcanic history and eruptive mechanisms. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, vol. 17, 273.
- ROSSANO S., MASTROLORENZO G., DE NATALE G., PINGUE F., 1996. Computer simulation of pyroclastic movement : an inverse approach. *Geophysical Research Letters*, vol. 233, 3779-3782.
- RONCHITELLI A.M., 1995. Grotta Grande di Scario. in : P. Gambassini et al. Ed., *Collana Guide Archeologiche Preistoria e Protostoria in Italia, Volume 1 - Il Paleolitico dell'Italia centro-meridionale*, ABACO Ed., Forlì, 38-41.
- RONCHITELLI A., ABBAZZI L., ACCORSI C.A., BANDINI MAZZANTI M., BERNARDI M., MASINI F., MERCURI A., MEZZABOTTA C., ROOK L. 1998 – The grotta Grande of Scario (Salerno – southern Italy): stratigraphy, archaeological finds, pollen and mammals. *Proceedings of 1st International Congress on: Science and Technology for the Safeguard of Cultural Heritage in the Mediterranean Basin*, Palermo, Tip. Luxograph s.r.l., 1529-1535.
- SARTI L., 1995. Grotta di Porto Infreschi. in : P. Gambassini et al. Ed., *Collana Guide Archeologiche Preistoria e Protostoria in Italia, Volume 1 - Il Paleolitico dell'Italia centro-meridionale*, ABACO Ed., Forlì, 38-41.
- SCANDONE R., BELLUCCI F., LIRER L., ROLANDI G., 1991. The structure of the Campanian Plain and the activity of the Neapolitan Volcanoes (Italy). *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, vol. 48, 1-3.
- SPARKS R.S.J., WILSON L., HULME G., 1978. Theoretical modelling of the generation, movement and emplacement of pyroclastic flows by column collapse. *J. Geophysical Research*, 83, 1727-1739.
- SPARKS R.S.J. et HUANG T.C., 1980. The volcanological significance of deep-sea ash layers associated with ignimbrites. *Geol. Mag.*, 117, 425-36.
- THUNELL R., FEDERMAN A.N., SPARKS R.S.J., WILLIAMS D., 1978. The age, origin and volcanological significance of the Y-5 ash layer in the Mediterranean. *Quaternary Research*, 12, 241-253.
- WILSON C.J.N., 1985. The Taupo eruption, New Zealand. II. The Taupo ignimbrite. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, Series A314, 229-310.
- WILSON C.J.N. et WALKER G.P.L., 1985. The Taupo eruption, New Zealand. I. General aspects. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, Series A314, 199-228.
- YOKOYAMA, S., 1974. Flow and emplacement mechanism of the Ito pyroclastic flow in southern Kyushu, Japan. *Sci. Rep. Tokyo Kyoiku Daigaku*, Sect. C, 12: 17-62.