



HAL
open science

Les Volcans Actifs de Turquie: Guide géologique et itinéraires d'excursions. Réédition océrisée 2026 du Mémoire N° 2 de LAVE de 1994

Jean Feraud

► To cite this version:

Jean Feraud. Les Volcans Actifs de Turquie: Guide géologique et itinéraires d'excursions. Réédition océrisée 2026 du Mémoire N° 2 de LAVE de 1994. 2026. <hal-05519525>

HAL Id: hal-05519525

<https://hal.science/hal-05519525v1>

Submitted on 19 Feb 2026

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.



Distributed under a Creative Commons CC BY 4.0 - Attribution - International License



MÉMOIRE N° 2 DE L'ASSOCIATION VOLCANOLOGIQUE EUROPÉENNE

Les Volcans Actifs de Turquie

Guide géologique et itinéraires d'excursions

Rédition 2026 du Mémoire de 1994

Ocerized 2026 reedition for Internet



Jean FÉRAUD

Mémoires LAVE

- N° 1 – Les Volcans, le climat et la Révolution française, par Roland Rabartin et Philippe Rocher (1993).
N° 2 – Les Volcans actifs de Turquie, guide géologique et itinéraires d'excursions, par Jean Féraud (1994).
N° 3 – Volcans et poésie, collectif (2003).
N° 4 – Volcans des îles Canaries, par Raphaël Paris, Juan Carlos Carracedo, Francisco José Pérez-Torrado et Hervé Guillou (2003).
N° 5 – Les rites et croyances en Indonésie et aux Comores, par Mireille Pacallet-Even et Franck Bouttemy (2004).
N° 6 – Les Volcans et leurs associations, collectif (2004).
N° 7 – Les Volcans des Açores, par Guy Caniaux (2005).
N° 8 – L'île de Vulcano, par Claude Grandpey, Maurice Aubert et Philippe Bouysse (2005).
N° 9 – À la rencontre des volcans de l'Hérault, par Alain Guillon et Claude Lesclingand (2005).
N° 10 – Les ophiolites, par Désiré Corneloup (2006).
N° 11 – Les éruptions de l'Etna dans l'œuvre d'Orazio Silvestri (1835 – 1890). Le dessin comme instrument de l'observation scientifique, par Tiziana Abate, Stefano Branca et Carmelo Monaco. Traduction par Jean- Claude Tanguy (2015).
N° 12 – L'éruption de la Montagne Pelée à la Martinique le 8 mai 1902 et la destruction de la ville de Saint-Pierre. Le récit du Dr Émile Berté, témoin oculaire de l'éruption, par Michel Morisseau, Dominique Decobecq et Simone Chrétien (2017).
N° 13 – Les Fajãs des Açores par Guy Caniaux (2019).
N° 14 – Campi Phlegraei de William Hamilton, par Michel Morisseau (2023)

LEGENDE DE LA COUVERTURE : Caldera du Nemrut Dagi en hiver, avec à droite les dômes-coulées d'obsidienne (photo Gregor Tadeas, Wikimedia Commons)

Revue de **L'Association Volcanologique Européenne** (ISSN 0982-9601 ; CPPAP: 0428 G 83918)
32 rue du Docteur Vaillant - 93160 Noisy-le-Grand - France
Tél. : +33 (0) 7 81 63 01 09 - Courriel : lave@lave-volcans.com - Site internet : <http://www.lave-volcans.com>

Directeur de publication : Dominique Decobecq

Adhésion à l'association et abonnement aux publications LAVE

Revue LAVE : Prix au numéro : 12 € ; Abonnement annuel (4 n°) : 42 € ;

Adhésion simple à l'association L.A.V.E. : 15 € ;

Abonnement à la revue LAVE + Adhésion à l'association L.A.V.E. : 45 € ;

Abonnement à la revue LAVE + Adhésion à l'association L.A.V.E. : 30 € pour écolier,étudiant ou demandeur d'emploi (sur justificatif)

Tarifs pour une année calendaire du 1^{er} janvier au 31 décembre.

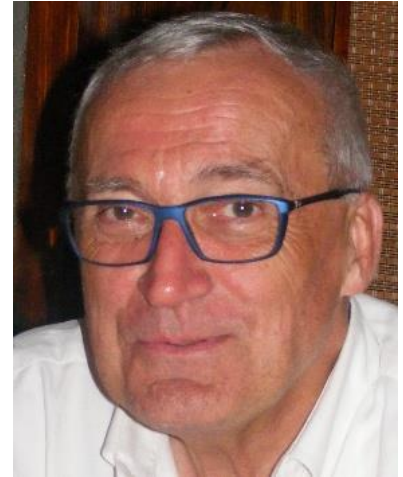
Souscription abonnement et adhésion sur le site : <https://lave-volcans.assoconnect.com/>

FOREWORD TO THIS 2026 REEDITION

LAVE (L'Association Volcanologique Européenne) is a non-profit scientific french association ruled under the 1901-law. It is based near Paris. **In 1994**, it counted around 700 members, either professional geologists or amateur volcano-lovers, most of them french, and many followers abroad.

Very kindly, it accepted a manuscript of my own to be published as its Memoir No. 2, edited under the title « Les volcans actifs de Turquie ; guide géologique et itinéraires d'excursions ».

At that time, these volcanoes (still presently dormant) had already been studied by pioneer geologists of the Turkish universities and by the national Geological Survey of Turkey, the Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü (M.T.A.). My Memoir of LAVE thus benefited from those various publications, supplemented by my experience of BRGM exploration geologist on the field.



An updating of that Memoir is currently under progress. It will be printed by LAVE as its Memoir N° 15 by the end of 2026 (with a completely new text). Why an updating, 32 years later ?

First of all, because as soon as 1992, the scientific knowledge on the active volcanoes of Turkey literally exploded. This huge progress resulted in particular from an intense cooperation between the Geological Department of Hacettepe University in Ankara and the french laboratory of Volcanology of the Clermont-Ferrand University. Moreover, other researchers carried out intensive field and laboratory work as well.

The Geopark label was given by UNESCO to a first volcanic district, the KULA-SALIHLI area north of Izmir. A second district, the NEMRUT and SÜPHAN Dağı area north of Lake Van, is in good way to get this famous international reward as well.

Last but not least, every volcano lover will be astonished and deeply disappointed to learn that the reknown british archaeologist James Mellaart, who had discovered the famous neolithic city of Çatal Höyük near Cappadocia and its extraordinary 7000 BCE fresco of a local volcanic eruption, revealed to be (at the end of his life) a fake maker and a forger. A geological statement is thus needed, in the hope to distinguish what data were false and what are still true, concerning the turkish prehistorical volcanology.

While awaiting Memoir 15 be issued, you will find hereafter the entire reedition of memoir N° 2, 1994. Eventually, that reedition is supplemented by 195 additionnal bibliographical references, selected from the 1994-2026 period. It will not be possible to quote them entirely in Memoir 15.

Best regards, awaiting please a PDF copy of your own publications on Turkish volcanoes,

Dr Jean Féraud

Email : jeanferaud@free.fr

"En 1441, il se produisit un grand prodige, car la montagne qu'on appelle Namrut, qui se trouve entre Kelath et Bitlis, se mit soudainement à gronder comme un lourd tonnerre. Ceci plongea le pays tout entier dans la terreur et la consternation, car on vit que la montagne s'était ouverte en deux sur la longueur d'une cité toute entière et de cette fente, des flammes s'élevaient, enveloppées des tourbillons d'une fumée dense, d'une puanteur si nuisible que des hommes tombèrent malades par cause de cette odeur mortelle. Des pierres rouges et chaudes portées à incandescence dans les terribles flammes, et d'énormes blocs, furent projetés en l'air avec des grondements de tonnerre. Même dans les autres provinces, les gens virent tout cela distinctement."

Extrait du colophon d'un manuscrit du XV^e s. du chroniqueur arménien Vardan le Scribe [réf. dans Abich (1882) et dans Tchalenko (1977) p. 200].

Frontispice : *Sur l'Ararat (face NE) en 1844 [extrait de Abich, 1882, coll. part.]*

Mémoire de l'Association Volcanologique Européenne (L.A.V.E.), 1994, n° 2

LES VOLCANS ACTIFS DE TURQUIE

GUIDE GEOLOGIQUE ET ITINERAIRES D'EXCURSIONS

par

Jean Féraud

docteur-géologue

chargé de mission à la Direction Générale du BRGM,
chef de la Mission de Coopération française en Turquie 1988-1992

L.A.V.E. [L'Association Volcanologique Européenne]
7 rue de la Guadeloupe, 75 018 - Paris

HAUPTGLETSCHER DES GROSSEN ARARAT.
Von einem Höhenpunkt des linken Thalrandes gesehen der dem Ende
der punktirten Linie f auf Taf. VI des Atlas entspricht

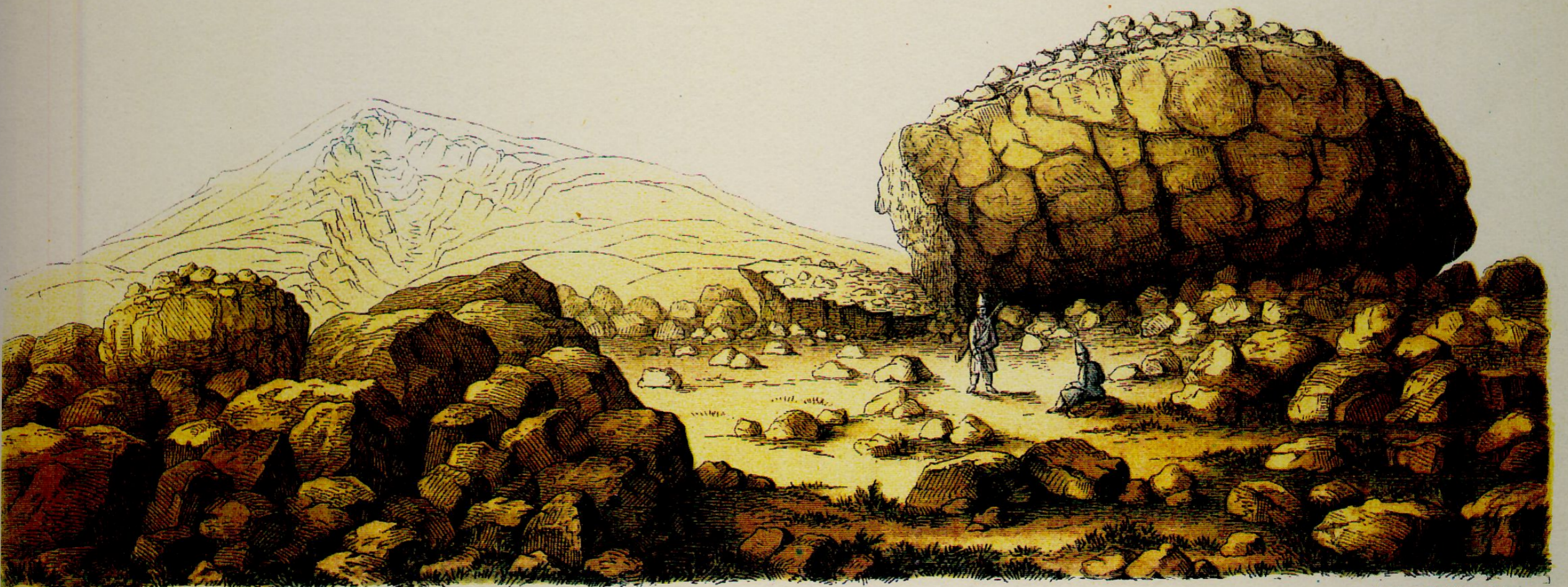
Gipfel des Ararat

Vergletscherter Rand

Fig. 1.



Fig. 2.



Gezeichn. v. H. Abich.

Lith. v. F. Köke Wien.

DER GRÖSSTE TRANSPORT BLOCK.

Andesitischer Pechstein
Trachyt

Andesit Gesteine-
Lager.

Trachytisches Tuff-
conglomerat.

Sommaire

INTRODUCTION

LE VOLCANISME DE LA TURQUIE EN TERMES DE TECTONIQUE
GLOBALE : HUIT PLAQUES EN COLLISION

ITINERAIRE VOLCANOLOGIQUE JUSQU'EN CAPPADOCE
sur les traces de William Hamilton

LE MONT ARGEE OU ERCIYES DAG
un haut lieu de l'Antiquité

VOLCANISME DE LA TURQUIE CENTRE-ORIENTALE
Ayrancı, Göl et Bingöl Dağları, Hatay et Karacadağ

LA CALDEIRA DU NEMRUT DAG
et sa place dans la chaîne des volcans actifs d'Anatolie Orientale

LE SÜPHAN DAG ET LE MAAR D'AYGIRGÖLÜ

SUR L'ARARAT ET LE TENDÜREK
avec Herrmann Abich

LES IGNIMBRITES DE KARS ET ANI

EPILOGUE

FICHES TECHNIQUES ET TOURISTIQUES

BIBLIOGRAPHIE

REMERCIEMENTS

Un peu de linguistique !

Écrit avec normalement (quand le clavier le permet) un petit "v" sur le g, Dag est un mot qui, en turc, signifie "montagne", et se prononce dah ; le pluriel est daglar. Placé juste après le **nom** de la montagne en question, Dag est écrit avec un i sans point, comme dans Hasan Dagi (règle grammaticale du rapport d'annexion entre nom et complément de nom, comme dans Paris Oteli, l'hôtel de Paris). Ce i sans point se prononce comme un e muet ou un é, et pas du tout comme le i strident du français.

Cette lettre turque très répandue, tout comme le g surmonté d'un petit v, n'existe pas en français, ce qui fait qu'il est tout aussi fallacieux d'écrire Hasan Dag que Hasan Dagi, Bingöl Daglar que Bingöl Daglari.

Dans le présent mémoire, les deux orthographes seront données, au choix du lecteur. Ainsi, chacun pourra décider de la meilleure transcription française de cette particularité linguistique. Sur le terrain, essayez de caser le "i muet" du rapport d'annexion : cet effort dénotera votre plaisir à parler plus correctement la langue de vos hôtes, il sera apprécié !

Quant au petit v, il y va de votre intérêt de penser à la prononciation qu'il entraîne pour son compagnon g-uttural, car en fait, celle-ci est tout à fait inattendue : Daglari se prononce dah'lare. De même, Dogubayazit (dont le g est surmonté normalement de ce petit v) se prononce en une seule fois do'houbailazit'. La chose devient importante si vous venez à demander le chemin de cette ville à un berger, car pour lui, Dogrou sonne pour exact, tandis que Do'hou sonne pour à l' est.



INTRODUCTION

Depuis quelques années, la Turquie a entamé un processus d'intégration économique et politique à la CEE. À contre-courant des Hittites venus jadis se fixer en Anatolie, ses richesses touristiques attirent désormais des "hordes" de touristes européens, chaque année plus nombreux.

Ses merveilleux volcans restent cependant peu connus.

Le catalogue de "Active Volcanoes of the World" (28) ne recensait en 1964 que trois volcans actifs, présentement en repos, sur l'étendue du vaste territoire turc étiré d'ouest en est (presque le double de la France) :

- l'Erciyes Dag, au centre, en Cappadoce (prononcer "Ergiès Da'h");
- le Nemrut Dag, et
- le Tenduruk Dag à l'extrémité est du plateau anatolien.

(N.B., il existe aussi un célèbre mausolée antique du nom de Nemrut Dag, orné de statues géantes, à 400 km à l'ouest du volcan du même nom).

La mise à jour prochaine (135) du répertoire des volcans du monde, édité par la "Smithsonian Institution", est l'occasion d'un sérieux élargissement de ce panorama.

L'objectif de la rédaction de LAVE est de préciser cet inventaire, à la lumière des données bibliographiques les plus récentes et des visites réalisées par l'auteur sur le terrain.

Le but est de donner un aperçu des recherches volcanologiques en cours en Turquie par des chercheurs de divers instituts, et de servir de guide au visiteur, qu'il soit spécialiste, étudiant en géologie ou simplement curieux et attiré par la beauté des volcans.

Mais l'Anatolie, c'est aussi l'Orient, le pays des "Mille et une nuits", un pays de rêve. Si ses volcans sont passionnants, ses paysages le sont aussi. Et connaître ses habitants procure de grandes joies. Pour cette raison, il ne fallait pas que cet ouvrage affiche l'aridité des livrets-guides des excursions de congrès géologiques. Le plan adopté est donc celui d'un documentaire.

Ce livre est conçu avant tout comme une "invitation au voyage".

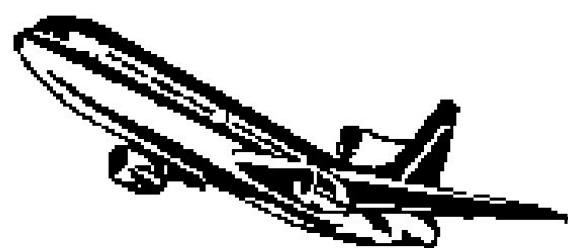
S'il a pour parrains tous les amis et les collègues turcs, anglais, allemands et français qui ont aidé à le réaliser, il a aussi pour inspirateurs deux illustres voyageurs du XIX^e siècle : les géologues William John Hamilton et Herrmann Abich, qui découvrirent ces merveilleux volcans à dos de mule. Ayant su mériter la sympathie et le soutien des autochtones plutôt farouches à cette époque, ils réussirent à gravir les cônes éruptifs, qui culminent à 3, 4 et plus de 5 000 m, avec leurs simples cannes ferrées et leurs chaussures à clous.

Que le lecteur se rassure, aujourd'hui, on circule facilement en Turquie : visiter la plupart de ces volcans ne demande qu'un peu de temps. En outre, il y a toujours, au voisinage d'un volcan, bien d'autres trésors à voir, de nature archéologique ou historique : de quoi satisfaire les goûts des autres voyageurs du groupe !

Et peut-être même à cette occasion, dans le silence et la majesté des paysages éruptifs assoupis, certains touristes découvriront au fond d'eux-mêmes la joie de connaître le volcanisme, sans y avoir songé au départ.

A cet effet, ce mémoire spécial de l'Association Volcanologique Européenne présente un premier chapitre : la Turquie en termes de tectonique globale, la fameuse "tectonique des plaques", qui fait trembler l'Anatolie si souvent. Les divers volcans qui s'égrènent d'Izmir jusqu'à la Cappadoce font le but du deuxième chapitre. Le troisième fait le point sur l'Erciyes Dag, ce volcan majestueux qui ferme la Cappadoce à l'est. Le quatrième est consacré à divers volcans de la Turquie centre-orientale, très érodés et peu spectaculaires. Le cinquième chapitre fait découvrir une autre merveille de la Turquie, le volcan de Nemrut, dont la visite est un "sommet" inoubliable. Le Süphan Dag fait l'objet du sixième chapitre. Dans la septième partie de ce guide, le point est fait sur le fameux Ararat, et sur son voisin le Tendürek, un peu méconnu, et que beaucoup soupçonnent d'être le "prochain" à devoir se réveiller. Enfin, le volcanisme ignimbritique de Kars est signalé aux plus curieux, en prétexte pour leur faire découvrir la féérique cité moyennageuse d'Ani.

Ces indications, ainsi que les fiches techniques qui leur font suite, permettront au lecteur d'organiser son voyage, de façon à ne "rien manquer" dans le temps et les lieux qu'il a prévus.¹



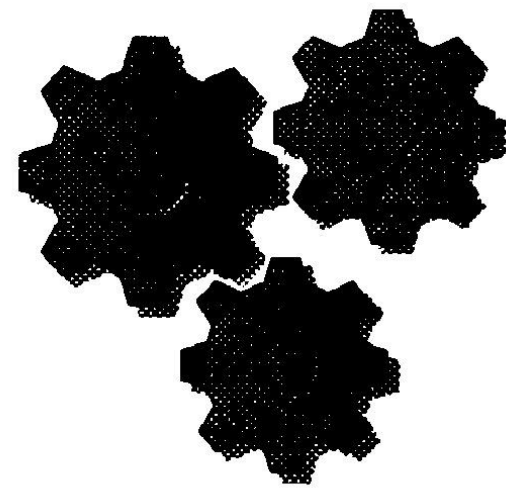
¹ La liste bibliographique placée à la fin du livre permettra aux plus exigeants de s'orienter sur des publications plus spécialisées. Les titres de cette liste sont appelés dans le texte par des renvois numérotés (1), (2) etc.

LE VOLCANISME DE LA TURQUIE en termes de tectonique globale : huit plaques en collision

La terre tremble souvent en Turquie. Les belles cités romaines d'Anatolie, comme Ephèse où Saint-Paul a prêché, ont été maintes fois détruites et reconstruites durant l'Antiquité et le haut Moyen Age.

LE DISPOSITIF GENERAL : UN PUZZLE

Cette instabilité du sol résulte du choc ou du frottement de pas moins de huit plaques et micro-plaques continentales entr'elles. Cette complexité peu courante dans le monde passionne les géodynamiciens. Les plus mordus des lecteurs pourront se reporter à de nombreuses publications (36, 45, 47, 49, 51, 69, 77, 78, 80, 125, 138, 140 notamment), pour mieux comprendre comment ces plaques s'affrontent "en sous-sol", au niveau du manteau supérieur et de la croûte, comme le schématise la figure 1. En surface, ce dispositif est **masqué** par les déformations des roches en anticlinaux, synclinaux, écaillages, nappes de charriage et fossés d'effondrement, qui sont d'une complexité analogue à ce que l'on connaît en d'autres points des chaînes péri-méditerranéennes. La chaîne des Pontides, au nord, et celle des Taurides ou Taurus, au sud, sont les manifestations superficielles les plus spectaculaires de la **collision** des plaques en profondeur.



DE LA SUBDUCTION A LA COLLISION

La mer Egée et l'Anatolie permettent de comparer des volcans se distribuant en deux classes suivant leur contexte géodynamique : le volcanisme de subduction, et celui de collision. Le volcanisme de subduction est bien illustré par les appareils qui frangent les côtes égéennes de la Turquie : Kos, Nisyros, Yali. Ces volcans matérialisent l'arc calco-alcalin sud-égéen. Le volcanisme de collision caractérise les volcans de Cappadoce, ceux de la Turquie de l'est, et ceux d'Arménie et d'Iran. Lors de la dérive des plaques qui forment la croûte terrestre, il arrive que le passage se produise d'un régime à l'autre : ainsi, le stade ultime de la subduction peut aboutir à une collision "continent-continent".

EXTENSION DE L'ARC SUD-EGEEN À TERRE: LES TRAVERTINS DE PAMUKKALE

Le plan de "Bénioff" par lequel la plaque africaine (AF) vient s'enfoncer lentement sous la plaque égéenne (EG) est le siège d'une fusion partielle de la croûte qui, en surface, aboutit à l'arrivée d'un volcanisme andésitique dont les appareils sont disposés en arc : ce sont les îles volcaniques des Cyclades (Milos, Santorin) et du Dodécanèse (Nisyros, Yali, Kos). À terre, en Turquie, cet arc pourrait se matérialiser par plusieurs pointements volcaniques dans la région de Bodrum (9, 47, 51, 69), Mugla et Denizli. Ils ont été datés, par la méthode $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$, du Pliocène pour les plus récents.

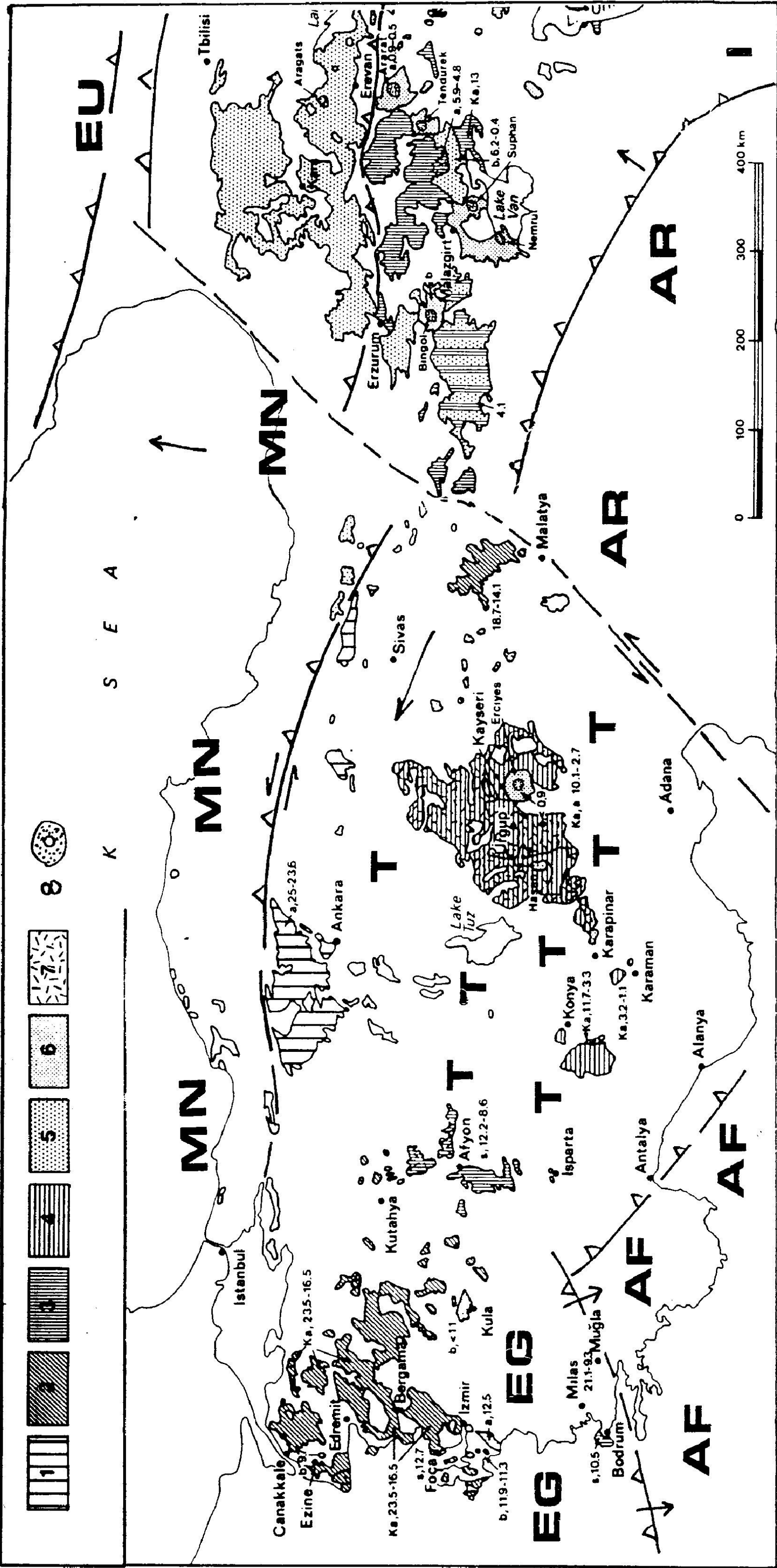


Figure 1 : Esquisse géologique de la Turquie et du NE de l'Iran en matière de tectonique globale ; importance du volcanisme Néogène et Quaternaire, simplifiée d'après Innocenti et al., 1982 . Légende : EU = plaque Eurasienne ; AF = plaque Africaine ; I plaque Iranienne ;

T = plaque Turque ; EG = plaque Égéeenne ; MN = plaque de la mer Noire ; AR = plaque d'Arabie ; a : séries calco-alcalines ; Ka : séries calco-alcalines hautement potassiques ; s : séries shoshonitiques ; b : séries alcalines. Les chiffres correspondent

aux datations par K-Ar. Signification des figurés : 1 = Oligocène sup.-Miocène inf. à moyen ; 2 = Miocène inf. à moyen ; 3 = Miocène moyen à sup. ; 4 = Miocène sup. à Pliocène ; 5 = Pliocène ; 6 = Quaternaire ; 7 = pyroclastites et ignimbrites dominantes ; 8 = volcans centrés quaternaires.

Plus à l'intérieur de l'Anatolie, la trace de la ligne de suture se perd en surface. Les sources thermales de Pamukkale en sont néanmoins un jalon indirect possible : des circulations d'eau chaude y sont à l'origine des magnifiques bassins, vasques incrustantes, en cascades d'un blanc immaculé, que l'on visite chaque fois avec la conviction que les besoins en eau sanitaire multipliés par le développement hôtelier les feront hélas tarir bientôt (seuls les romantiques imaginent qu'une éruption les pulvérisera un jour, à la façon de celle de Tarawera, survenue en Nouvelle-Zélande en 1885 : la possibilité d'une telle éruption est très faible, quoique parfaitement plausible du point de vue géodynamique).

LE VOLCANISME DE COLLISION CONTINENTALE EN CAPPADOCE ET EN TURQUIE DE L'EST

Le volcanisme calco-alcalin se développe surtout en Anatolie centre-ouest (Cappadoce) et en Anatolie de l'est (lac de Van) à partir du Néogène jusqu'à nos jours (69, 76 à 80, 156). Le chimisme des laves, qui a varié d'un appareil à l'autre et même, parfois, dans l'évolution d'un même appareil, traduit la complexité des phénomènes au niveau profond où s'opère la naissance du magma : par exemple, dans l'Anatolie de l'ouest, l'activité de type calco-alcalin démarre fin Oligocène-début Miocène en régime compressif ; mais par suite du passage des contraintes à un régime extensif au Miocène moyen, le volcanisme ultérieur se met à tendre vers un chimisme alcalin ; dans l'Anatolie de l'est, le volcanisme démarrant fin Miocène se poursuit de nos jours, en montrant tous les types, alcalin d'abord, puis calco-alcalin et tholéitique transitionnel presque ensemble, selon la profondeur de la fusion mantellaire, asthénosphérique ou lithosphérique.

Parallèlement, la sismicité est importante, liée à la collision de la plaque eurasiennne (EU sur la figure 1) et de l'ensemble des plaques africano-arabes. L'Arabie, initialement s'est détachée de l'Afrique et du Gondwana. L'Anatolie orientale se trouve à la pointe extrême nord de ce "radeau", au point de compression maximum.

En Anatolie extrême-orientale, où la sismicité liée à la double chaîne caucasienne dressée en arrière est forte, les tensions sont accrues par l'influence du jeu de la plaque arabe subductée sous la faille du Zagros. Cette longue faille marque l'avancée de la plaque iranienne vers l'ouest.

Ce poinçonnement serait spectaculaire, s'il ne s'effectuait au rythme de quelque 14 mm par an, suivant des saccades (36). Il se traduit, latéralement, par l'éjection de la sous-plaque d'Anatolie vers l'ouest, à une vitesse de 5 mm par an (124, 125), ce qui ne se passe pas sans "grincements de dents" le long des failles Nord et Est Anatoliennes, à la bordure de la plaque ! Le volcanisme de l'Anatolie centre-orientale, coincé dans un noeud de plusieurs copeaux ou "sous-plaques", est peut-être le plus complexe (69).

Si les édifices volcaniques relativement récents (Ararats) ou franchement récents et même actuels (Nemrut Dag, Tendürek Dag) de l'Anatolie de l'est sont spectaculaires, ils ne doivent pas faire oublier les manifestations plus anciennes de la collision : les nappes de ponce et les nappes d'ignimbrites de Cappadoce en sont les exemples les plus touristiques. Les merveilleuses cheminées de fées de Cappadoce résultent en effet du jeu de l'érosion dans les alternances tabulaires de tufs ponceux, laves et lahars développés (122) entre deux strato-volcans néogènes (campés fièrement encore aujourd'hui dans le paysage) : l'Hasan Dag à l'ouest et l'Erciyes Dag à l'est qui domine la ville de Kayseri. Tous deux sont considérés comme encore actifs, quoiqu'actuellement en sommeil. Les fouilles préhistoriques et archéologiques effectuées à Çatal Höyük près de Konya apportent la preuve d'une violente activité de l'Hasan Dagi il y a encore 8 500 ans, et de celle de Karapinar il y a moins de 4 300 ans (James Mellaart, comm. pers. inédites, 1992).



Photo 1 - Flanc sud du cône de Karadivlit Tepe, près du village de Sandal, à l'ouest de Kula
Photo 2 - Flanc sud du cône de Kuladivlit Tepe, juste au nord-nord-est de Kula



ITINÉRAIRE VOLCANOLOGIQUE JUSQU'EN CAPPADOCE sur les traces de William Hamilton

Au XIX^e siècle, l'anglais William John Hamilton (1805-1867), diplomate, explorateur et géologue, à ne pas confondre avec l'ambassadeur anglais spécialiste du Vésuve à la fin du XVIII^e s.) nous a laissé en 1842 les mémoires d'un érudit fasciné par ses "*recherches sur les antiquités et la géologie en Asie Mineure, Pontus et Arménie*" publiées en anglais, à Londres (72), et rééditées en allemand chez Weidmann, à Leipzig, en 1843. Il escalade l'Erciyes Dag en 1837 et s'extasie notamment sur les cheminées de fées de Cappadoce. Secrétaire, puis président de la "Geological Society of London", c'est un bon géologue. Avec Sir Charles Lyell et George Poulett-Scrope, la volcanologie anglaise est alors à la pointe de l'Europe, et les observations de Hamilton sont extrêmement pertinentes pour l'époque.

Aujourd'hui, un voyage jusqu'aux divers volcans de l'extrémité est de la Turquie n'est pas spécialement aisé au touriste moyen, non guidé, même volcanologue. On ne le recommandera qu'aux mieux préparés, ou au moins à des groupes de deux voitures minimum.

Pour tous les autres lecteurs, ceux qui sont pressés, ou ceux qui n'ont pas le courage d'endurer la longue route jusqu'à la Turquie de l'est, l'ouest de la Turquie suffira à donner bien des joies :

Et si la Cappadoce en constitue bien le "summum", on découvrira aussi, le long d'un itinéraire allant d'Izmir jusqu'à la Syrie, de nombreux autres appareils volcaniques.



D'Izmir à Afyon : la Katakekaumene

Les Anciens localisaient sur cette terre ingrate le mythe de Typhon, ce fils de la Terre qui vomissait des flammes. D'après Pionios, martyrisé à Izmir vers le milieu du III^e s., la Terre brûlée de Lydie était citée en exemple aux incroyants pour leur faire redouter le Jugement de Dieu par le feu.

Strabon (v. 58 av. J.C. - entre 21 et 25 apr. J.C.) géographe grec, désigne ainsi (littéralement « la Terre brûlée ») la contrée de Mysie ou de Méonie qui, dans l'Antiquité, était réputée pour ses vins. William Hamilton (tome I, p. 136-144 de l'édition anglaise) compare la région à la chaîne des Puys, en Auvergne, que son compatriote George Poulett-Scrope venait (1827) de décrire dans son ouvrage "*Memoir on the geology of Central France*".

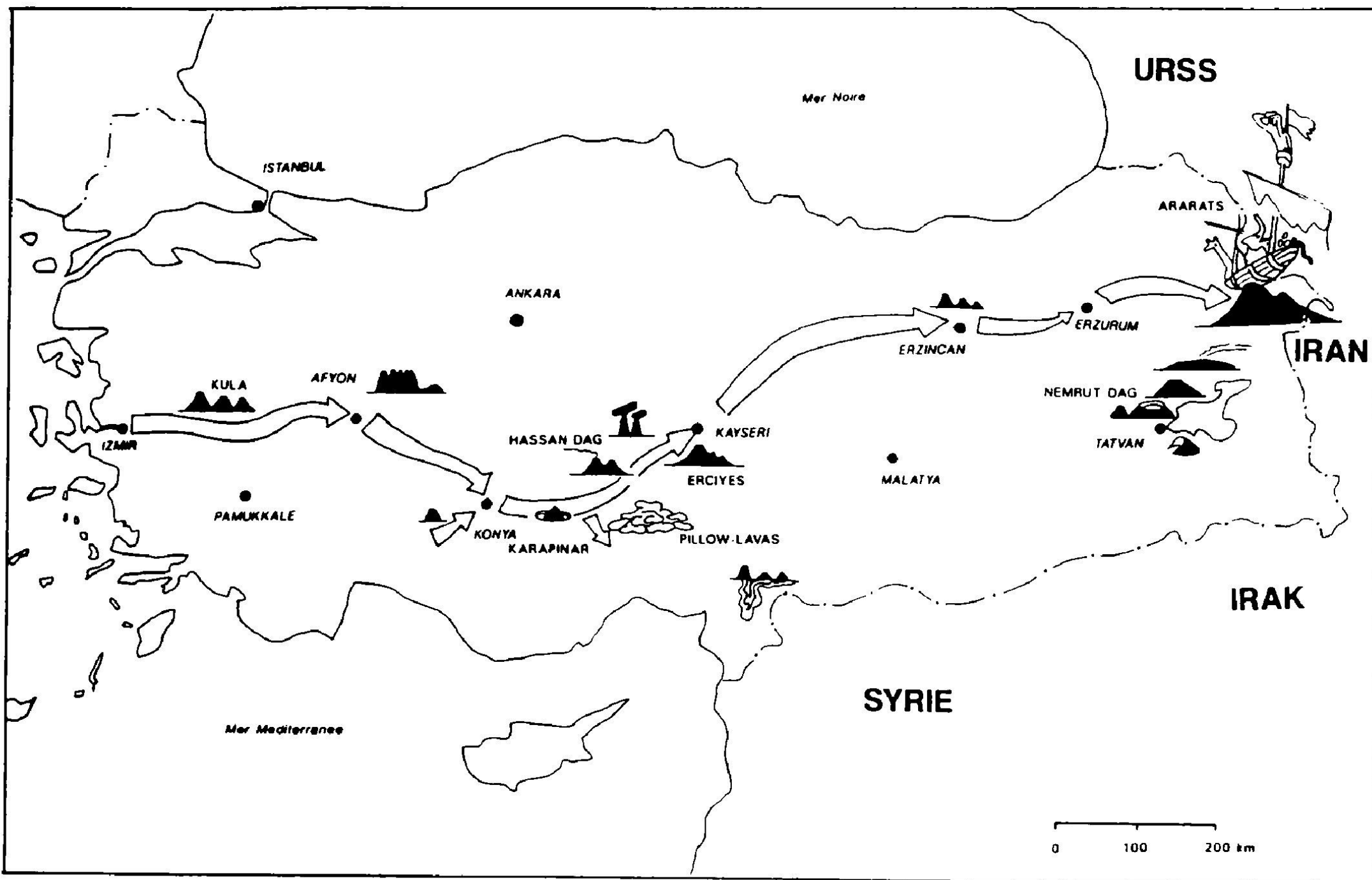
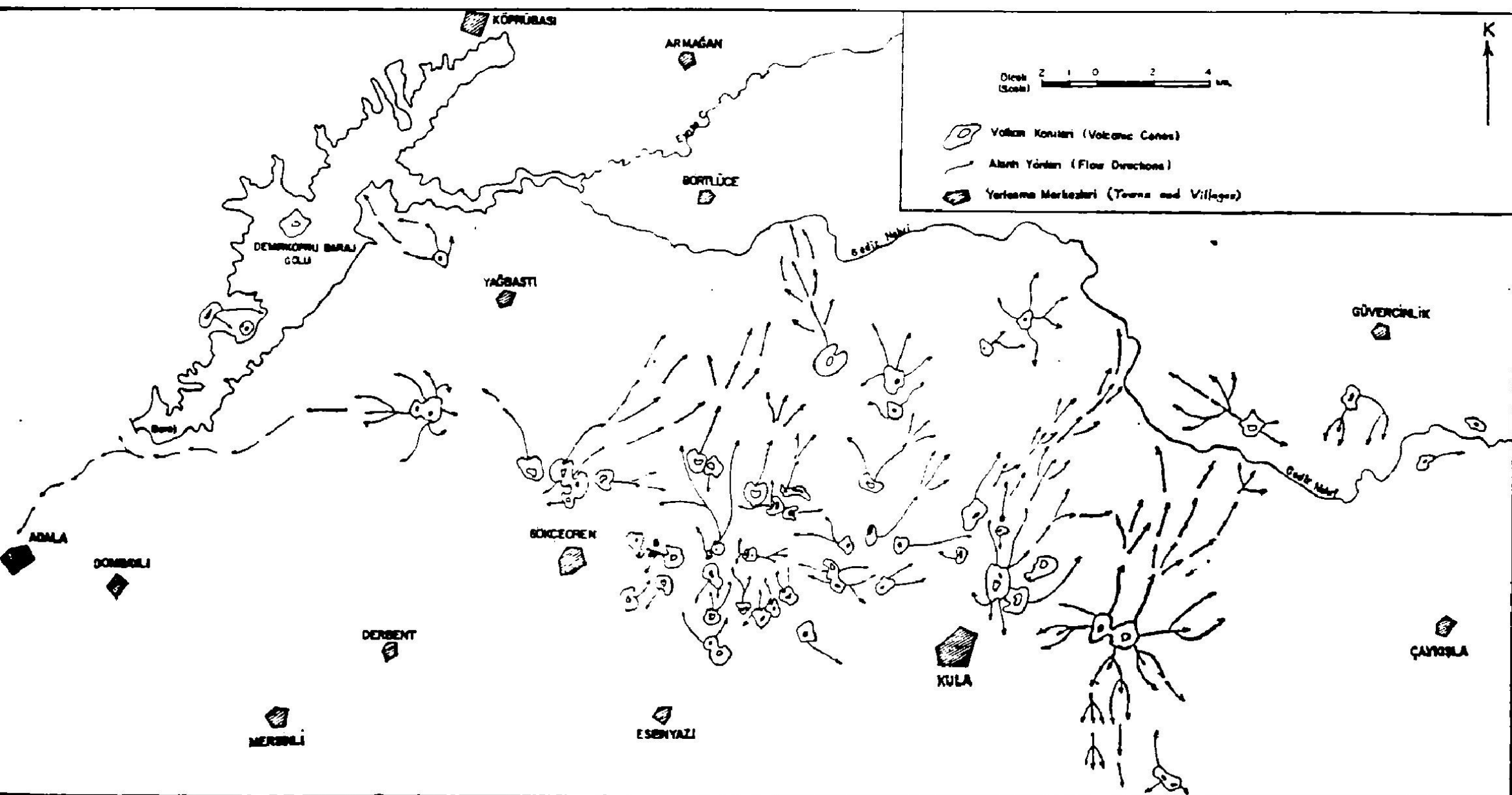


Figure 2a - Itinéraire volcanologique en Turquie (suggestion), suivant le plan du présent livret-guide.



Figures 2b - (ci-dessus) et 2c - (et ci-contre) cartes des coulées quaternaires de Kula, d'après T. Ercan et O. Öztunali (1982). Légende : flèches = directions de coulées ; figures circulaires = cônes d'émission ; polygones hachurés oblique = villages ; au NW est figuré le contour du lac de Demirköprü.

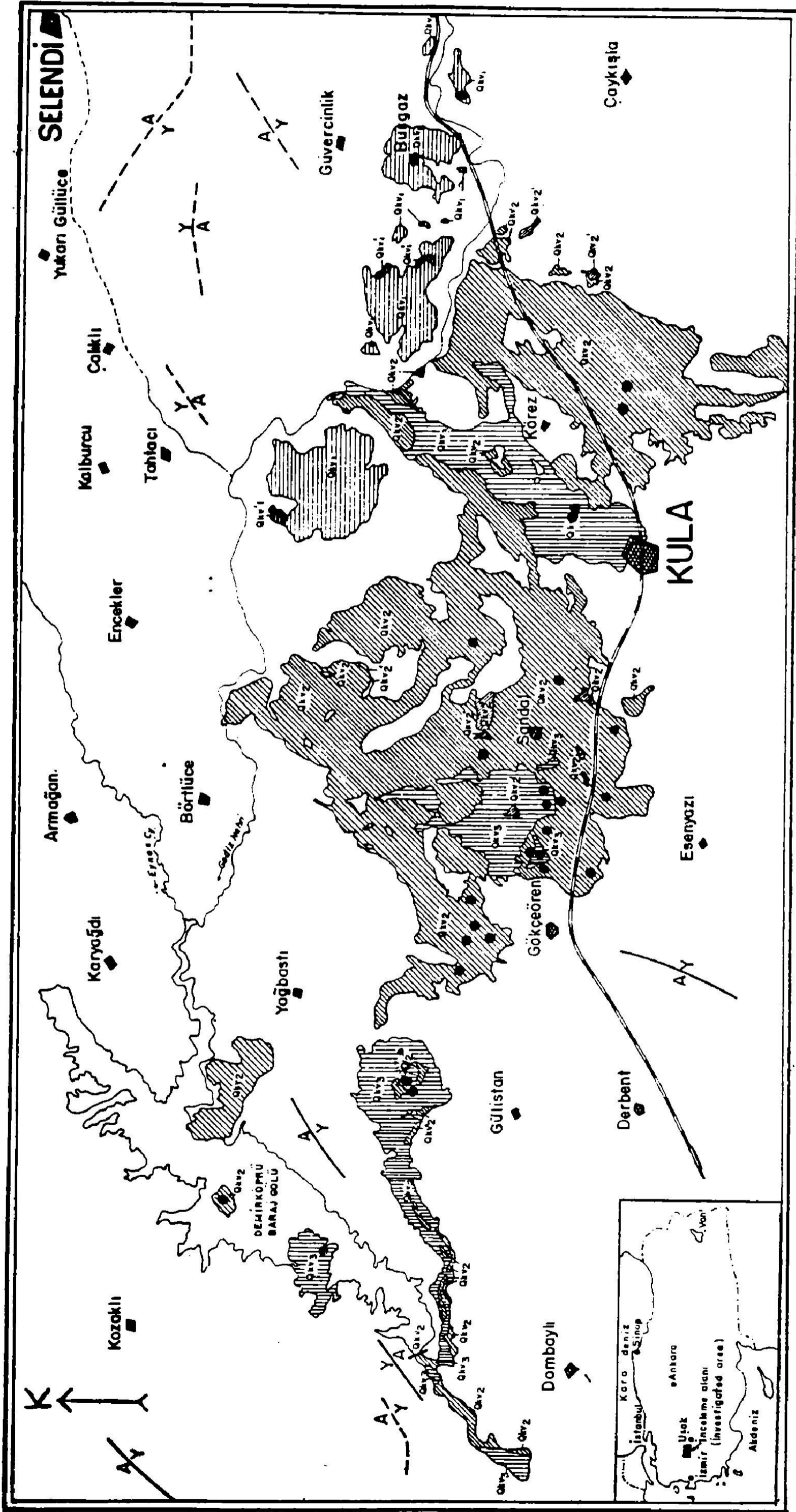


Figure 2c - Légende : Qkv3 = laves de Divlittipe ; Qkv2 = laves et tufs de Elektepe ; Qkv1 = laves de Burgaz ; ronds noirs = cratères principaux ; polygones = villages ; la flèche K indique le Nord - Kuzey en Turc ; A/Y = compartiments respectivement abaissé et soulevé de part et d'autre d'une faille (d'après T. Ercan et O. Öztunalı, 1982).

ACIKLAMALAR (Explanations)

- Divlittipe Volkanitleri (Diylittipe volkanitleri)
- Elektepe volkanitleri (Qkv2 Lav, Qkv2 Tuf) Elektepe volcanics (Qkv2 Lava, Qkv2 Tuff)
- Burgaz Volkanitleri (Qkv1 Lav, Qkv1 Tuf) Burgaz volcanics (Qkv1 Lava, Qkv1 Tuff)
- Kuvaterner Kula volkanitleri (1,1 Milyon yıl-12 000 yıl) (Quaternary aged Kula Volcanics (1,1 Million Years-12,000 Years))

Kula volkanitleri.
Kula volcanics.

Il s'agit de la région comprise aujourd'hui entre les villes de Salihli et Usak aux abords de la sous-préfecture de Kula. Le « Lacroix américain », l'illustre Henry Stephens Washington, en a fait en 1893 le sujet de sa thèse de doctorat de Philosophie (148, 149).

La kulaïte, une roche peu connue

A l'origine (1894), Washington nomme ainsi une variété de basanite caractérisée par une teneur en hornblende supérieure à celle en augite. Par la suite (1933), Lacroix désigne par là une téphrite analcimique. Plus récemment, le terme a été employé pour des trachybasaltes à néphéline.

À l'époque moderne, Tuncay Ercan du MTA (le Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü, qui est le Service géologique national turc), et ses collègues, en ont donné une description pertinente (38, 40, 45, 49). Outre les déferlantes basales (*base surge*) bien visibles un peu avant Kula dans le talus de la route nationale, on remarquera, au nord de la route, la fraîcheur des cônes de scories (cf photos 1 & 2) et la spectaculaire coulée sur laquelle la ville de Kula semble hésiter à s'étaler. Les laves sont (80) d'affinités alcalines et sous-saturées. Si l'activité remonte au Miocène pour les basaltes de plateau qui se développent entre Kula et Usak, les termes les plus récents sont franchement quaternaires et, peut-être, vieux de moins de 10 000 ans (45).



Dans un article récent, Ibrahim Tekkaya et Çetin Ertürk¹, du MTA, attirent en effet l'attention sur les empreintes de pied d'homme primitif qui ont été trouvées à Köprübasi, sur la berge ouest du lac de barrage de Demirköprü (cf. fig. 2C). Ces empreintes sont actuellement déposées au musée d'Histoire naturelle de la Direction du MTA à Ankara, et une y est exposée au centre de la grande salle de conférence appelée "Sadrettin Alpan". Il y en a également qui sont présentées dans un musée en plein air sur le site proprement dit. Les empreintes affectent une cinérite gris blanc. Les traces de trois personnes différentes sont reconnaissables, un enfant et deux adultes. La plus grande mesure 27 cm, ce qui correspondrait aujourd'hui à une pointure de 40-41. Une épaisse couche de scories les recouvrait.

Seuls quatre autres sites dans le monde (en France, Italie, Hongrie et Ethiopie) ont fourni des empreintes de pas d'homme primitif. Celles de Kula sont d'autant plus émouvantes qu'elles proviennent sans doute d'hommes en fuite, peut-être les survivants d'une famille, essayant d'échapper à une éruption il y a 10 à 12 000 ans (âge en cours de vérification). Des empreintes similaires, mais beaucoup plus récentes, ont été décrites à Hawaï.

Les ignimbrites potassiques d'Afyon

Réputée pour ses délicieuses pâtisseries, les « sultan loukoums », Afyon est également attrayante pour ses colonnades de rhyolite, qui dominent la route nationale. Il s'agit d'une série d'ignimbrites d'âge miocène à pliocène (il s'étale de -14,7 à -8,6 millions d'années) que l'on ne peut, donc, ranger dans les manifestations du volcanisme vraiment « récent » de Turquie, mais qui mérite un arrêt éventuellement gastronomique.

Jörg Keller (85) a souligné l'affinité de ces roches avec celles de la province comagmatique romaine (définie par Washington en 1906), dans la mesure où elles représentent les manifestations d'un volcanisme hautement potassique et souvent riche en

¹ (1993).- (en turc, rés. angl.) The anatomic structure and importance of the fossil human footprints at the Cakallar locality (Salihli-Manisa). Türkiye Jeoloji Kurultayı, Bildiri Özleri, p. 47.

leucite, dans un contexte de collision de plaques. Les convergences avec le volcanisme des îles éoliennes et, de façon mineure, avec les laves de Kos, Patmos et Bodrum (47, 126) dans l'arc hellénique, sont frappantes. Alfred Lacroix, dans quelques notes traitant des laves à leucite de la Trébizonde (nom ancien de l'empire byzantin de Trabzon) avait attiré en son temps l'attention sur cette province turque particulière. Dans le détail, on distingue (83, 87) quelques structures bien conservées en dômes de latites et trachytes, autour d'Afyon et au sud de la ville sur la route de Konya. Les phénocristaux de sanidine y atteignent 5 cm de diamètre. Associée aux extrusions en dôme, on rencontre aussi une immense masse de brèches, qui sont tantôt des nuées ardentes, tantôt des brèches de friction à la périphérie des dômes. A la manière des dômes coulés décrits par Leyden à Aegine et Méthana en Grèce, ces dômes sont prismés grossièrement.

Au nord-est d'Afyon, sur la route d'Ankara, des tufs ponceux rhyolitiques et des rhyolites compactes flammées formant un vaste plateau ignimbritique, entaillé par un col entre les petites villes d'Iscehisar et Bayat. Grossièrement prismées, ces formations tabulaires fortement entamées par l'érosion (le col est enneigé en hiver) présentent un début de ravinement en cheminées de fées, avec quelques grottes ou taffoni où un habitat humain s'est jadis installé, comme en Cappadoce. La caldeira à l'origine des ignimbrites n'a pas encore été localisée.

Dans ce secteur existe un important potentiel minier, en cours de prospection. D'une part, des intercalations de laves riches en phénocristaux de leucite atteignant 10 cm de diamètre ont donné lieu à un projet d'enrichissement des terres cultivables par engrais potassique; les recherches ne sont pas encore terminées aujourd'hui, elles en sont au stade des études de faisabilité. D'autre part, le contexte est hautement favorable à la présence de minéralisations épithermales (or, argent), uranium ou antimoine, et toute la région est couverte de permis de recherche (115).

Dômes à ignimbrites néogènes de Konya

Durant une période qui s'étale de - 11,95 à - 3,35 millions d'années, une série de dômes, nuées ardentes péleennes et ignimbrites s'est mise en place au sud-ouest de Konya, entre Hatunsaray, Seydisehir et la route de Beysehir (86).

Cette région, située, en fait, en marge de notre itinéraire, ne justifie pas le détour du volcanologue pressé, d'autant que ces manifestations volcaniques sont antérieures au Quaternaire. Ceux qui, par hasard, rejoindraient l'itinéraire en venant de Pamukkale par exemple, via Beysehir, pourront contempler, de la route, les dômes péleens de Sillé, sur la gauche peu avant la descente sur Konya. Ils sont constitués de rhyodacite à biotite et hornblende.

Les ponces de Gölçük à Isparta

Au pied des contreforts nord du Taurus, les dépôts volcaniques d'Isparta marquent un jalon supplémentaire du magmatisme associé à la collision des plaques afro-arabe et eurasiennne. Comme à Konya, ces vestiges datent d'un stade relativement ancien de la collision, puisqu'ils ont été datés à 4,5 millions d'années, c'est-à-dire du Pliocène. On ne peut donc pas les traiter dans un mémoire consacré aux volcans de l'Ere quaternaire : bien que plus jeunes que les ignimbrites de Cappadoce, ils ne justifient guère le détour du visiteur, même si celui-ci dispose de son temps.

Plusieurs études détaillées viennent d'être publiées sur ces dépôts (27, 60, 83, 92, 114).



Photo 3 - Karapinar: le cône strombolien de Mekegölü dans son maar, vu du sud
Photo 4 - Karapinar: le maar d'Acigöl, vu du sud



De Konya en Cappadoce : les merveilleux maars de Karapinar

Le touriste pressé, en fin de journée, de rallier un hôtel indiqué dans son guide, filera directement de Konya à Aksaray, la porte de Cappadoce, par l'ancienne piste des caravansérails, aujourd'hui rapide et asphaltée. Néanmoins, la boucle plus longue, en direction de Nigde via Karapinar est recommandée, quitte à dormir à Konya. Les maars de Karapinar signalés par W. Hamilton (1842, II, p. 214-216) et J. Westerweld (150), ont été minutieusement décrits par J. Keller (84). Avec la caldeira du Nemrut Dag, c'est un moment inoubliable dans une visite de la Turquie, recommandable juste après Istanbul, la Cappadoce, Pammukale, Ephèse, Bursa et le Nemrut Dag-mausolée.

Un accès très facile

Il y a quatre maars et plusieurs cônes stromboliens mais les sites à ne pas manquer sont au nombre de deux : après avoir quitté le village de Karapinar, sur la route en direction d'Adana, on rencontre d'abord, à droite, au bout d'environ cinq kilomètres, l'embranchement de la piste du Mekegölü (lac, en turc, se dit "göl") ; on aperçoit de très loin le sommet roux, surnaturel, du cône strombolien (photo 3) qui émerge de la cavité du maar (remplie par un lac salé).

Cinq kilomètres plus loin, juste au niveau de la station d'essence située au col, c'est au tour du maar d'Acigöl d'apparaître, à gauche de la route (photo 4). On peut faire facilement le tour de chacun de ces maars grâce à des pistes relativement accessibles à un véhicule normal, le meilleur éclairage est l'après-midi. On se reportera à la carte géologique de la figure 3.

Le dynamisme particulier

L'évolution de ces maars (84) est extrêmement bien exposée sur le terrain. Le mécanisme éruptif a été le suivant (cf. coupes fig. 4) :

* La plaine de Konya qui est située actuellement à 1 000 m d'altitude correspond au fond d'un ancien lac dont on remarque les berges fossiles à la cote 1 015 m. Ce lac s'était installé au Pleistocène, sur de vieilles coulées de dacite à biotite et hornblende d'âge néogène.

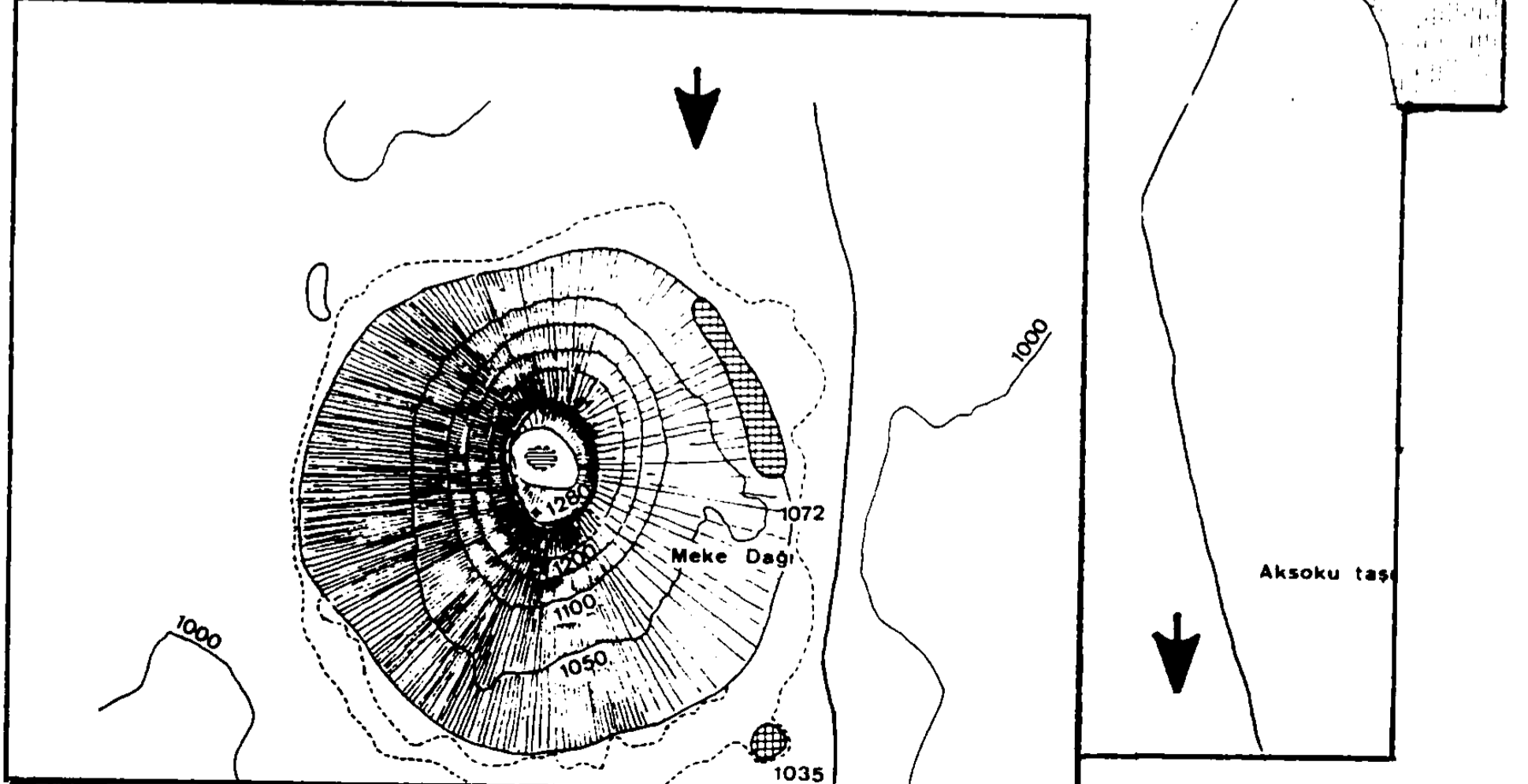
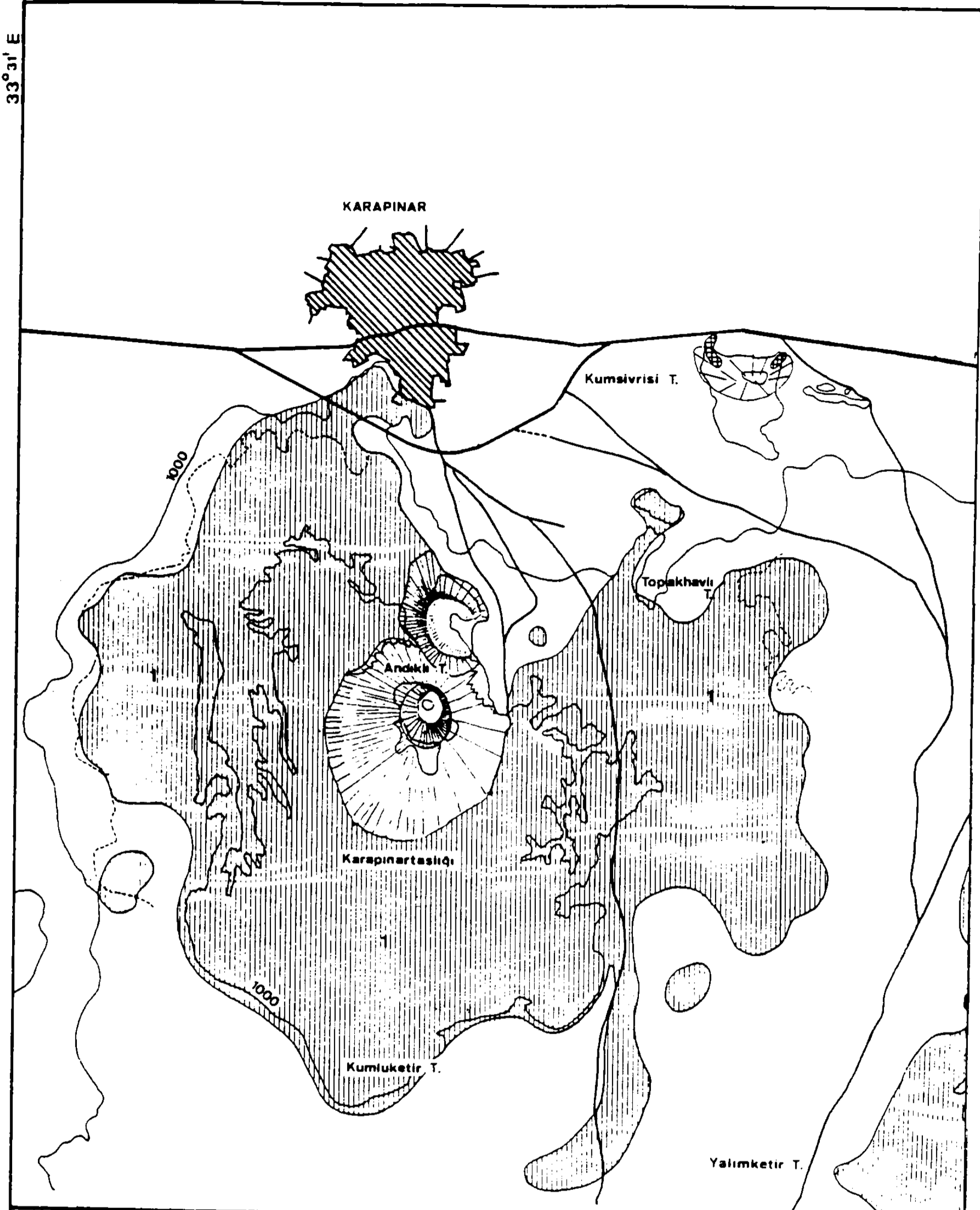
* Lorsque le magma, sous la forme cette fois, de basalte à olivine, remonte à la surface il y a quelque 10 000, ou même seulement 2500 ans², il fait irruption au fond du lac, et, sous l'effet de trempe, il se fragmente alors en hyaloclastites : ce sont des tufs de la granulométrie des lapilli, jaunâtres, constitués de sidéromélane partiellement palagonitisé.

Lancés hors de l'eau à la façon des jets cypressoïdes de Surtsey ou de Capelinhos, ils retombent à Acigöl en *tuff-ring*, de 1,5 km environ de diamètre, autour du point d'émission sous-lacustre, au-dessus des sédiments limniques et des cailloutis fluviaux qui forment le remplissage du lac de Konya.

Aujourd'hui, ce dépôt, qui forme falaise, est bien visible tout autour d'Acigöl, à mi-pente (photos 4 & 5). A Mekegölü (photo 3), il n'y eut pas de *tuff-ring* proprement-dit, mais les hyaloclastites se sont interstratifiées avec des coulées de boues sous-aquatiques.

* Le stade de dépôt suivant intervient au moment où la tranche d'eau du lac a pratiquement disparu par suite de l'accumulation des retombées volcaniques sur le point de sortie. A ce moment, les explosions ne se produisent plus au fond du lac, mais à fleur d'eau et même au sec.

² Il y a certes une énorme différence entre ces deux nombres, mais le profane ne doit pas oublier que, pour un géologue, c'est une bagatelle ! En tout état de cause, il est certain que les dernières de ces éruptions sont extrêmement récentes.



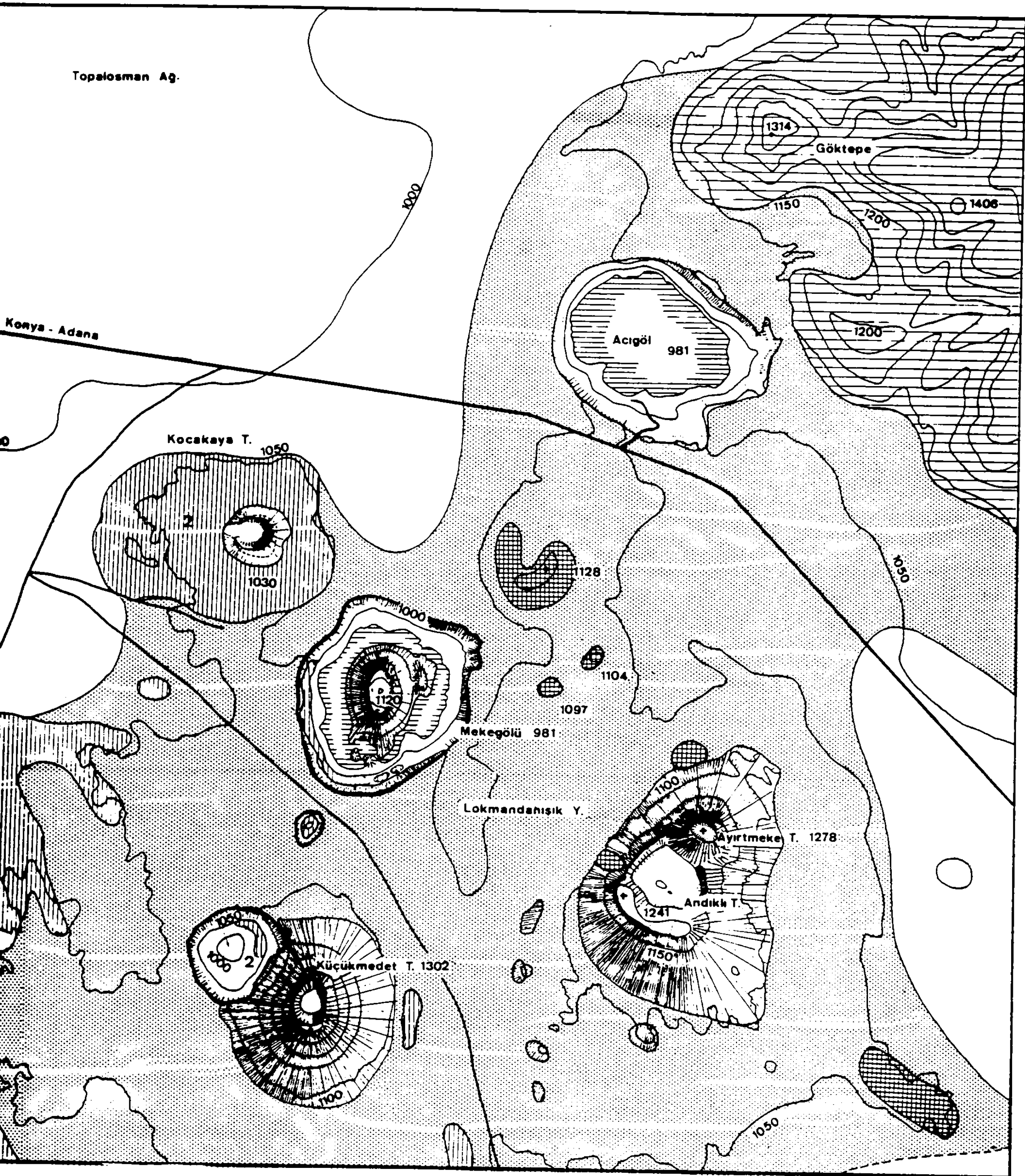







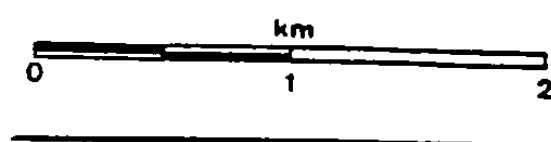


Figure 3 - Carte géologique des appareils volcaniques quaternaires de Karapinar, d'après J. Keller et K.J. Kott (1974).

-  sédiments lacustres du lac quaternaire de Konya ;
-  cendres et lits de lapillis des explosions de maar ;
-  cratère de maar, remparts avec principalement tufs sidéromélanifères à déferlantes basales ;
-  cône de scories basaltique ;
-  laves basaltiques ;
-  champs de lave 1 et 2 de Karapinar, latites ;
-  andésites néogènes calco-alcalines du Karaca Dag.



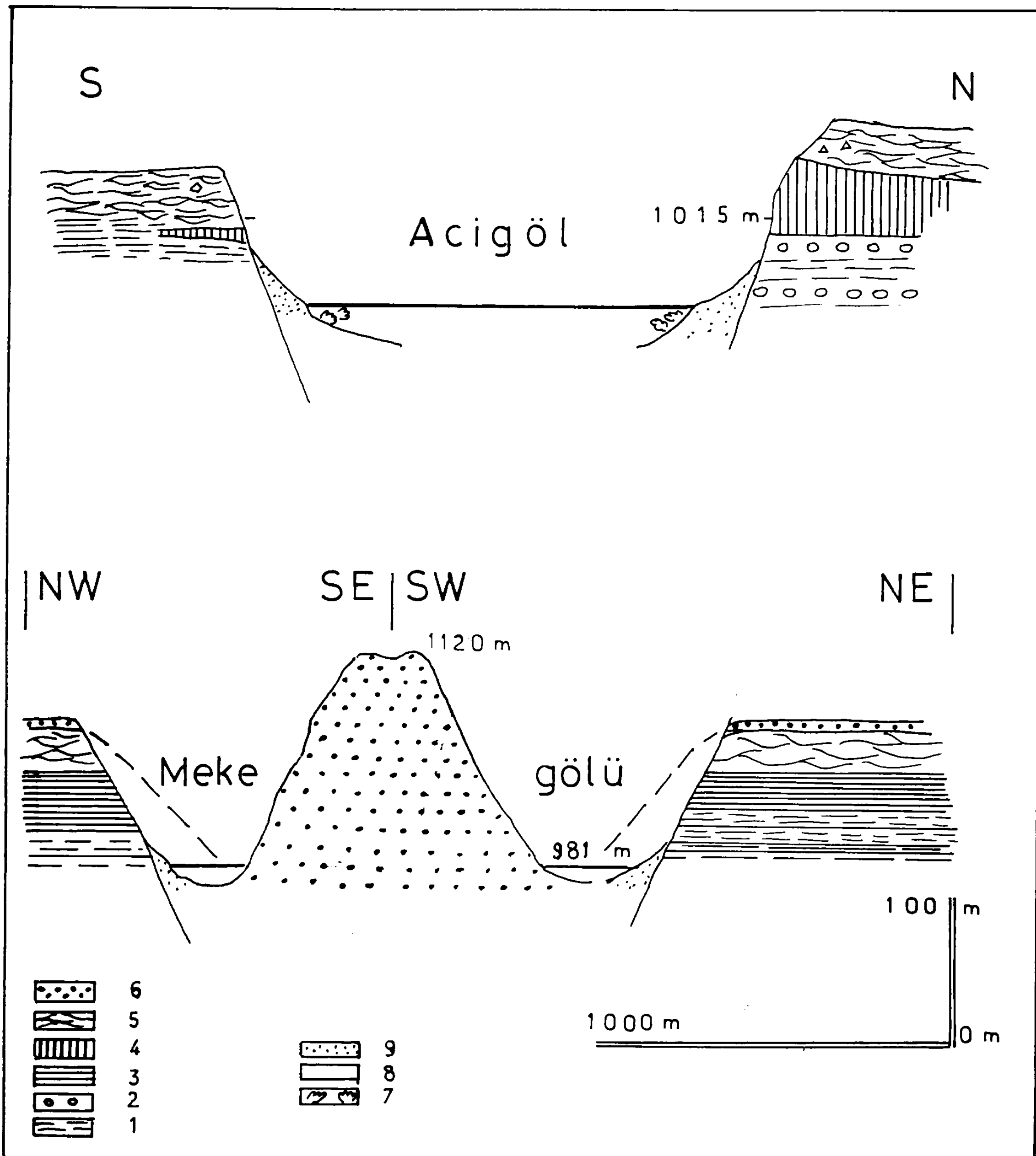


Figure 4 - Coupes schématiques des maars d'Acigöl et Mekegölü à Karapinar (modifié d'après J. Keller, 1974). Légende : 1 = sédiments limniques, calcaire argileux lacustre beige ; 2 = sédiments fluviatiles, poudingue beige ; 3 = tufs vitreux (hyalotufs) à caractère de lahar, avec sidéromélane ; 4 = *tuff ring* de hyaloclastites palagonitisées jaunes finement litées ; 5 = tufs de maar gris à déferlantes basales ; 6 = bombes agglomérées (sur le cône strombolien central) et cendres et lapillis brun noir (formant un saupoudrage concentrique) ; 7 = calcaire à concrétions algaires aragonitiques (bord du lac salé) ; 8 = lac salé ; 9 = éboulis de pentes.



Photo 5 - Maar d'Acigöl (Karapinar) vu du sud, avec sa falaise de hyaloclastites

Photo 6 - Maar d'Acigöl (Karapinar) : dépôts de déferlantes basales (*base surge*)



Il se produit alors une colonne verticale de fragments qui s'élève au-dessus du point d'émission, puis retombe, tandis qu'au raz du sol, un nuage circulaire, centrifuge, de poussières se détend brusquement, à la manière de ce que l'on voit dans les explosions nucléaires. Ce phénomène, classiquement reconnu depuis les années 60, se matérialise par l'accumulation de couches à stratification recroisée, dénommées "dépôts de déferlantes basales" (en anglais *base surge*), comme à Kula. On les voit bien en descendant au fond du cratère du Acigöl, au départ de la piste (photo 6).

Ces dépôts de couleur gris cendré sont caractérisés par les fines stratifications ondulées, les structures en vagues, en dunes, les fauchages des structures préexistantes par le dépôt d'une nouvelle couche de cendres, les bombes du panache vertical qui, pendant ce temps-là, retombent et creusent un cratère d'impact dans les fines stratifications encore mal indurées. Les matériaux qui se déposent sont de la taille des lapillis, à l'exception des bombes, qui, à Acigöl, sont soit des fragments de vieille dacite, soit des éclats de hyaloclastite arrachés au tuff-ring sous-jacent, soit des boules de lave fraîche en forme de chou-fleur, noire. Tout indique que le moteur principal des explosions est la détente de la vapeur d'eau, au niveau de la nappe phréatique du lac surchauffée par l'irruption du magma neuf.

* Dernier stade : au Mekegölü, la dernière trace d'eau ayant été éliminée, le magma sort librement du fond du maar et, explosion après explosion, édifie un cône de scories et de bombes de lave fraîche (photo 3). Tout autour de l'anneau cratérique, une grêle de lapillis s'abat sur la région, saupoudrant les cendres grises du stade précédent jusqu'à constituer, par dessus, une chape uniformément plate, de 2 à 4 m d'épaisseur, formée de lapillis noir brunâtre (qui sont aujourd'hui exploités artisanalement en carrière). Le dégazage s'acheva par l'émission de fumerolles qui donnèrent peu à peu au cône moribond sa coloration rousse. En fait, J. Keller pense d'ailleurs que le niveau du lac de Konya était pendant tout ce temps toujours au-dessus de celui du fond du maar, mais que l'eau avait été expulsée de ce dernier par les explosions, ce qui revient au même résultat.

L'âge de cette dernière éruption se révèle très récent, d'après les découvertes archéologiques (James Mellaart, comm. pers. inédite, 1992³). En effet, un site de l'âge du Bronze ancien a été découvert en 1958 *sous les sables noirs grossiers* situés près des hérissements rocheux qui se dressent juste à l'est du village de Karapinar, du côté nord de la route menant aux lacs de cratère (un kilomètre à l'est-nord-est de Kumalvrissi Tepe). Ces sables noirs (à moins qu'ils résultent simplement d'un remaniement éolien tardif) pourraient être l'équivalent distal des lapillis de la dernière phase de Mekegölü. Dans ce cas, ils seraient donc plus récents encore (104) que le site archéologique qui, lui, se situe vers 2 300 avant J.C., et montre des traces d'incendie. Cette découverte encourage en tout cas à effectuer des fouilles dans le secteur des carrières de lapillis noirs de Mekegölü.



³ publié depuis dans MELLAART J. (1993).- *Contribution des découvertes archéologiques à la datation du volcanisme quaternaire en Turquie: descriptions (picturales) d'éruptions récentes du Hasan Dagi par les hommes du Néolithique à Çatal Höyük*. Bull. LAVE, n° 42, mars 1993, p. 17-30.

Les appareils quaternaires de la Cappadoce

La Cappadoce doit sa beauté au jeu de l'érosion dans des ignimbrites qui se sont empilées, en alternance avec des niveaux de cendres et des couches sédimentaires de diverses couleurs, dans un vaste bassin au Tertiaire. Ce volcanisme couvre plus de 15 000 km².

Toutefois, il co-existe en Cappadoce un volcanisme d'âge **quaternaire** qui, à l'exception des deux strato-volcans Erciyes et Hasan Dag, est relativement méconnu. Il renferme de nombreux appareils monogéniques, fort dispersés, et des nappes de ponces. Ses produits couvrent 7 000 km², entre les villes de Karapinar, Aksaray, Kirsehir, Kayseri et Nigde (fig. 5a).

La Cappadoce constitue un point, ou plutôt une zone de « passage obligé » dans notre itinéraire. Il est recommandé de s'y attarder plusieurs jours car, malgré la nuisance des flots de touristes, cela reste une des merveilles du monde.

Les études volcanologiques en cours

Après les études de quelques géologues "pionniers" chargés par le Service géologique national turc (Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü = MTA.) de la reconnaissance de quelques grands ensembles géologiques du territoire, la cartographie géologique systématique du pays a été organisée par le MTA. Lancé dans le cadre de cette entreprise, le travail de Giorgio Pasquare (122, 124, 76) a été la première étude volcanologique globale de cette région volcanique très attractive. Depuis, le M.T.A. s'est intéressé au potentiel géothermique (22, 37) et des sondages ont été effectués au nord-est du volcan Hasan Dagi, tandis que Bahattin Ayranci réalisait (1969) une thèse de doctorat à Würzburg sur le volcan Erciyes Dagi (16-18).

A la suite de Jörg Keller, les universités de Freiburg, Hannover et Hamburg ont lancé dans les années 70 une série d'études de pétrographie, magmatologie et volcanologie en collaboration avec le MTA (thèse de E. Schischwani par exemple) ; à l'heure actuelle certains travaux se poursuivent par J. Keller et en particulier par Rolf Schumacher, qui après sa thèse commence une étude sur la magmatologie et les éléments en trace des ignimbrites tertiaires de la Cappadoce. Des résultats préliminaires sont en cours de publication par J. Keller, R. Schumacher et H. Bayhan (131, 132).

Plus récemment, l'Université Hacettepe d'Ankara a lancé, de son côté, une série de thèses sous la houlette du Prof. Niyazi Gündogdu (13, 69, 107) : Abidin Temel effectue l'étude sédimentologique des bassins sédimentaires d'Urgup et de leurs intercalations volcaniques. Plusieurs étudiants, de leur côté, étudient les aspects volcanologiques, en liaison avec l'Université de Clermont-Ferrand.

Cette collaboration est supervisée côté français par Philippe Vidal et Alain Gourgaud, avec la collaboration de Guy Camus et, à Orléans, de Jean-Louis Bourdier. Elle concerne les travaux sur le terrain réalisés par Jean-Luc Lepennec (mécanismes ignimbriques), Erkan Aydar (dynamisme éruptif de l'Hasan Dag) et Kayhan Olanca (géochimie isotopique, géochronologie et magmatologie des appareils monogéniques récents depuis Karapinar jusqu'aux abords de l'Erciyes). En prélude éventuellement à d'autres thèses, deux diplômes de maîtrise ont été réalisés à Clermont-Ferrand, par un étudiant turc qui sera spécialisé sur la géochimie isotopique strontium/néodyme et K/Ar des ignimbrites de Cappadoce (ce sera A. Karadagli) tandis que son compatriote (B. Kürkçüoğlu) étudiera les maars acides de la Cappadoce (aspects volcanologiques et magmatologiques). La collaboration franco-turque concerne également des chercheurs de Paris et Montpellier.



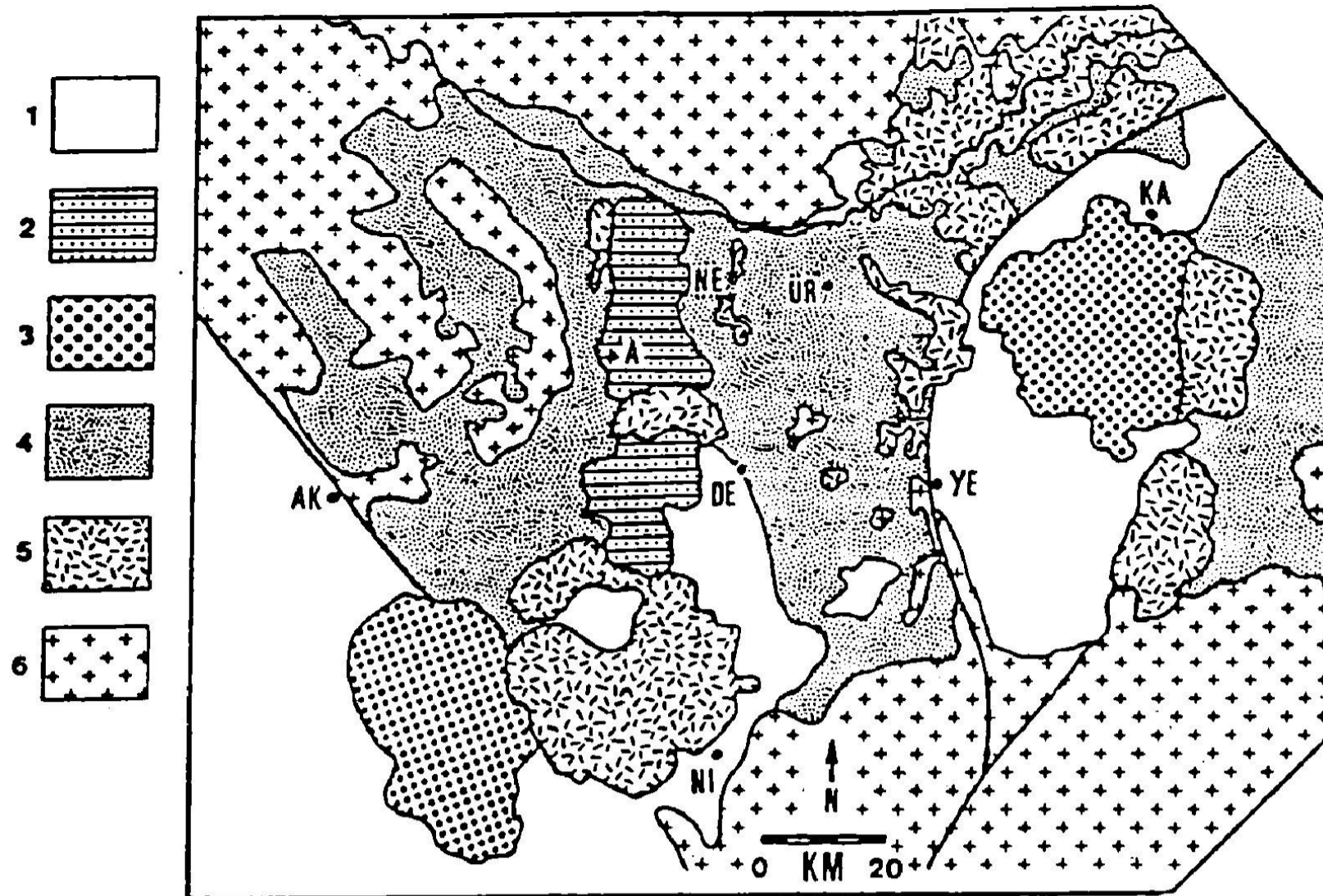


Figure 5 a - Carte simplifiée de la géologie de la Cappadoce [modifiée par (27) d'après Innocenti et al., 1975 et Pasquare et al. 1988].

Légende : 1 = alluvions récents ; 2 = volcanisme monogénique quaternaire (coulées, cônes de scories, maars, dômes) ; 3 = strato-volcans quaternaires (Hasan Dagi au sud-ouest, et Erciyes Dagi à l'est) ; 4 = volcanisme ignimbritique et sédiments intercalés ; 5 = complexes volcaniques mio-pliocènes ; 6 = substratum anté-Néogène (Massif de Kirsehir au Nord, et chaîne du Taurus au Sud) ; A = Acigöl ; AK = Aksaray ; DE = Derinkuyu ; KA = Kayseri ; NE = Nevşehir ; ÜR = Ürgüp ; YE = Yesilhisar.

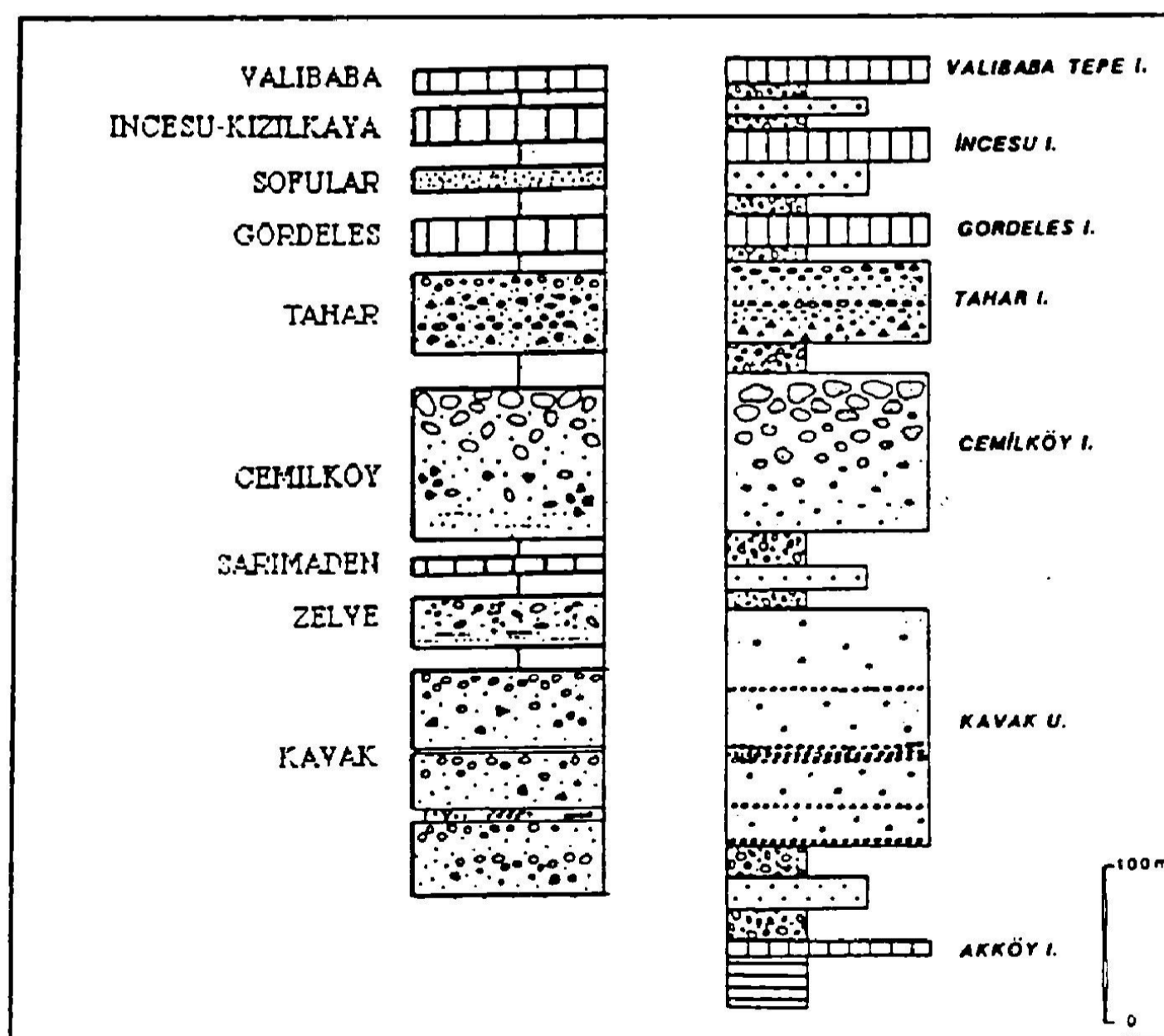


Figure 5 b - Stratigraphie des ignimbrites tertiaires de Cappadoce (d'après J.L. Le Penneç, A. Temel et coll., 1990). Comparaison du log stratigraphique de Pasquare et al. (1988) [à droite] à celui proposé en 1990 par l'équipe franco-turque [à gauche] des universités de Clermont-Ferrand et d'Ankara-Hacettepe.

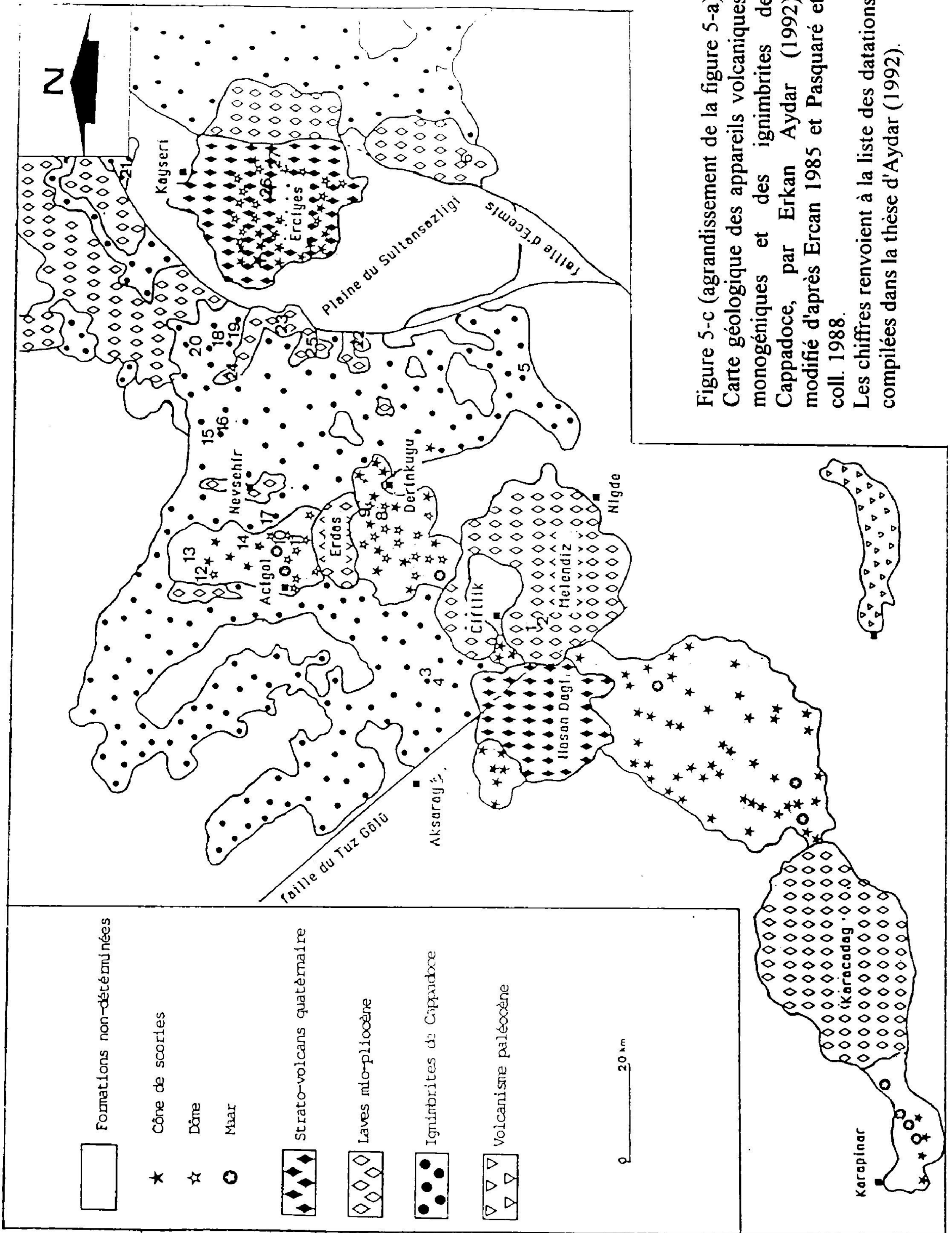


Figure 5-c (agrandissement de la figure 5-a)
 Carte géologique des appareils volcaniques monogéniques et des ignimbrites de Cappadoce, par Erkan Aydar (1992) modifié d'après Ercan 1985 et Pasquaré et coll. 1988.
 Les chiffres renvoient à la liste des datations compilées dans la thèse d'Aydar (1992).

Catherine Kucucuoglu prépare sur la région de Karapinar une étude des paléoenvironnements au Pléistocène supérieur et à l'Holocène, en relation avec les éruptions. Ce travail est effectué au Laboratoire de Géographie physique de Meudon (URA 141 du CNRS) en collaboration avec l'Université de Clermont.

Une collaboration avec des chercheurs japonais s'est par ailleurs instaurée (41, 46, 48, 50, 52, 105). Des travaux importants ont également été poursuivis par le M.T.A. pour continuer l'évaluation des ressources géothermiques (37, 71, 142, 153).

Le congrès, qui s'est tenu en septembre 1994 à Ankara, de l'*International Association of Volcanology and Chemistry of the Earth's Interior* (IAVCEI) est l'évènement majeur qui consacre l'intérêt des spécialistes du monde entier pour les volcans actifs de Turquie.

Les appareils entre Karapinar et le Hasan Dag

De nombreux cônes stromboliens avec coulées, et des maars, parsèment la région située dans le prolongement nord-est du Karacadag, autour d'Obruk (fig. 5c). Le maar d'Obruk, que l'on aperçoit sur la droite, depuis la route asphaltée d'Aksaray à Mersin, a un diamètre de 1,5 km. Ce sont des manifestations de type essentiellement basaltique (69, 11, 107).

Le volcanologue qui, venant de Karapinar, traverse cette région aux formes volcaniques si jeunes, le champ visuel de plus en plus envahi par la perspective élancée du Hasan Dagi, ne manquera pas de se poser la question : " quand donc le volcanisme a-t-il cessé autour de la plaine de Konya ? Etais-ce assez tard pour que l'Homme du Néolithique ait pu le voir ? " Les archéologues comme James Mellaart (comm. pers. 1992-93 inédites, et 104) ont été fascinés par ce problème.

Necdet Egeran, ancien directeur du MTA, considérait dès les années 50, que les volcans de l'Anatolie centrale ont été actifs jusqu'à la période hittite, voulant dire par là, vraisemblablement, vers 2000 av. J.C. ou même plus tard.

En effet, comme James Mellaart le rappelle (104), il y a de discrètes mentions d'événements de ce type dans certains textes historiques :

Un désastre d'origine inconnue lorsque Sargon d'Akkad résidait dans la ville de Burushattum (Parsahanda dans le texte hittite = vraisemblablement Acem Höyük à l'Ouest d'Aksaray), événement ainsi daté vers 2360 av. J.C.), mais pas assez spécifique peut-être.

Un autre texte hittite (inédit) relate la destruction du pays de Luwiya (la capitale était encore Burushattun/Parsahanda) par les Dieux, à cause de ses pêchés - "en faisant éclater la Montagne du Ciel", catastrophe après laquelle des poussières et des cendres recouvrirent le pays et le rendirent impropre à l'agriculture pendant 20 ans (une génération). Ce phénomène pourrait être daté vers 2545 av. J.C.

Le roi Huwatnalis de Parsahanda rapporte dans des tablettes déchiffrées par B. Alkim en 1976, "Dans la 10ème année de mon règne (vers 1790 av. J.C.) la Montagne du Ciel se mit à gronder, et devint tiède, et les sources de la rivière Hulaya se mirent à bouillir, et les forêts commencèrent à brûler et les neiges fondirent en hiver ! Et les gens de la cité de Parsahanda eurent terriblement peur (...) et des eaux chaudes se mirent à inonder leurs champs. Puis une autre inondation survint, et au (même) moment le lac de Tupasiya s'assécha. Les inondations touchèrent la cité, etc. et emportèrent quelques maisons détruites. Le roi apaisa le Dieu Tarhundas, et plus rien ne se produisit par la suite. Et la tombe de mes ancêtres sur la montagne ne fut pas (dérangée)."

Il s'agit là de la dernière référence faite à l'activité de la Montagne du Ciel au-dessus de Parsahanda. Pour James Mellaart (104), il s'agit du Hasan Dagi, et le lac de Tupasiya serait, non pas le Tüz Gölü actuel (Lac Salé) mais le Hamidiye Gölü au sud d'Aksaray, qui est maintenant drainé.



Photo 7 - Flanc ouest du Hasan Dagi avec (second plan sombre) sa caldeira 2
Photo 8 - Flanc nord-ouest du Hasan Dagi au Printemps



Il y a un grand nombre de sites (env. 100) dans la plaine de Konya, qui ont été, soit détruits par le feu, soit simplement abandonnés aux environs de cette date, c'est-à-dire à la fin de l'Âge du Bronze Ancien 2, comme James Mellaart (comm. pers., 1992 et 104) l'a découvert durant ses recherches dans cette plaine. Il ne subsiste en effet plus que cinq sites d'occupation durant la période du Bronze récent 3 qui suit. La plupart des habitats de la taille d'une ville montrent des traces d'incendie. Les autres habitats de taille plus petite ont été entièrement désertés. Une centaine de sites ne furent apparemment pas reconstruits. L'autre explication possible, celle d'une guerre et d'une conquête, telle que J. Mellaart l'avait proposée en 1958 (dans *l'American Journal of Archaeology*), ne semble pas avoir trouvé la faveur de ses collègues archéologues. Elle est maintenant périmée, et son éminent auteur est le premier prêt à l'abandonner au profit d'une explication plus dramatique (104). Ce phénomène date de la fin de l'Âge du Bronze Ancien 2, c'est-à-dire vers 2570-2500 av. J.C. d'après la datation au Carbone 14.

On a vu plus haut que le géologue italien Giorgio Pasquare, qui travaillait en collaboration avec le MTA, a considéré les manifestations volcaniques d'Acigöl comme les plus récentes. Il affirme (123) avoir trouvé des téphras recouvrant (une partie d') un site archéologique contenant de la poterie du Cappadocien (cette industrie remonte d'environ 2300 à 1850 av. J.C.).

Deux publications récentes des archéologues travaillant dans la région mésopotamienne viennent corroborer⁴ les conclusions de James Mellaart.

Que peuvent offrir les volcanologues, qui puisse solutionner ces problèmes - ou, au moins, contribuer à éclaircir la question ? Les recherches de volcanologie entreprises récemment sur le Hasan Dag jettent quelques lumières sur ce passionnant problème. Néanmoins, la contribution essentielle vient, on le verra plus loin, de l'archéologie encore une fois.

Le volcan Hasan Dag

Le Hasan Dag (prononcer Hassan Da'h) constitue un but d'excursion classique, qui demande avant tout de l'endurance. Il culmine à 3 253 m et couvre une surface de 760 km² environ, se dressant sur un plateau sédimentaire d'altitude comprise entre 1 000 et 1 200 m (fig. 6 et 7, & photos 7, 8 et 11).

Les connaissances sur la géologie de ce strato-volcan sont en cours de révision complète [thèse de Erkan Aydar (69, 11)]. Parmi les conclusions préliminaires, il faut souligner l'existence de trois caldeiras emboîtées (14), avec ignimbrites associées, et l'indication d'une activité fumerolienne persistante au sommet. Trois stades d'édification sont dénombrés par E. Aydar et A. Gourgaud (12), exposant une série **calco-alcaline** complète, des basaltes aux rhyolites.

Le Paleo Hasan Dag résulte de l'effusion d'andésites basaltiques, suivie d'écoulements ignimbritiques de nature dacitique (ignimbrite de Dikmen-Taspinar). Ces ignimbrites constituent deux nappes de plusieurs dizaines de mètres d'épaisseur, plus ou moins prismées, séparées par un niveau de cendres de 40 cm. L'unité inférieure a une grande extension vers le nord-nord-est du volcan. La taille des ponces peut atteindre 80 cm vers le sommet de

⁴ Cf. GIBBONS A. (1993).- *How the Akkadian empire was hung out to dry*. Science, vol. 261, p. 985, ainsi que WEISS H., COURTY M.A., WETTERSTROM W., GUICHARD F., SENIOR L., MEADOW R., CURNOW A. (1993).- *The genesis and collapse of Third Millenium north mesopotamian civilization*. Science, vol. 261, p. 995-1004.

l'écoulement (gisement de Taspinar). Les xénoclastes (andésites basaltiques, roches vertes) sont fréquents. Une première caldeira (caldeira 1) se forme après l'émission de ces nappes ignimbritiques.

Le **Meso Hasan Dagi** est principalement construit par des coulées et des dômes-coulées de nature andésitique, qui comblent la caldeira 1. Des phénomènes de mélange de magmas se produisent. Au stade de maturité, une éruption paroxysmale libère (en deux stades) des ignimbrites rhyodacitiques, et provoque (effondrement) la formation d'une deuxième caldeira (fig. 6a). On distingue bien cette caldeira 2 (8,5 x 7 km) dans le paysage, surtout en regardant le volcan depuis la route d'Aksaray à Mersin (photo 7). L'unité ignimbritique supérieure débute par une séquence plinienne importante.

Le **Neo Hasan Dagi** résulte de l'activité effusive localisée dans la caldeira 2. Il s'agit de coulées d'andésites et de dômes. L'explosion de ces dômes a libéré une première série de nuées ardentes, qui ont contribué à remplir la caldeira 2. Ces nuées sont de nature andésitique et contiennent des enclaves congénères basiques qui indiquent un mélange de magmas.

Deux cônes terminaux s'individualisent alors : le Petit Hasan Dag et le Grand Hasan Dag, plus récent. L'édification du Grand Hasan Dag commence par la mise en place de dômes-coulées rhyolitiques, localement à faciès d'obsidienne. L'explosion de ces dômes libère une coulée (double) d'ignimbrites rhyolitiques, suivie par la formation d'une caldeira 3. Ces ignimbrites atteignent 80 m d'épaisseur minimale aux pieds ouest et sud-ouest du volcan, où la route asphaltée de Taspinar à Altinhisar par le col de Hamburun permet de les approcher (petites carrières abandonnées). L'édification du Grand Hasan Dag se poursuit par l'extrusion de dômes andésitiques et dacitiques (fig. 6b et 7), accompagnée par une deuxième génération de nuées ardentes. Le sommet du volcan est occupé par deux cratères emboîtés qui recoupent les dômes terminaux. Le dernier a émis vers le sud une coulée de lave à blocs, avec de grosses levées, dont la vue, du col de Hamburun, est spectaculaire (photo 12). D'après la légère activité fumerolienne qui subsiste dans la partie supérieure du volcan, on peut conclure que le Grand Hasan Dag est sub-actif.

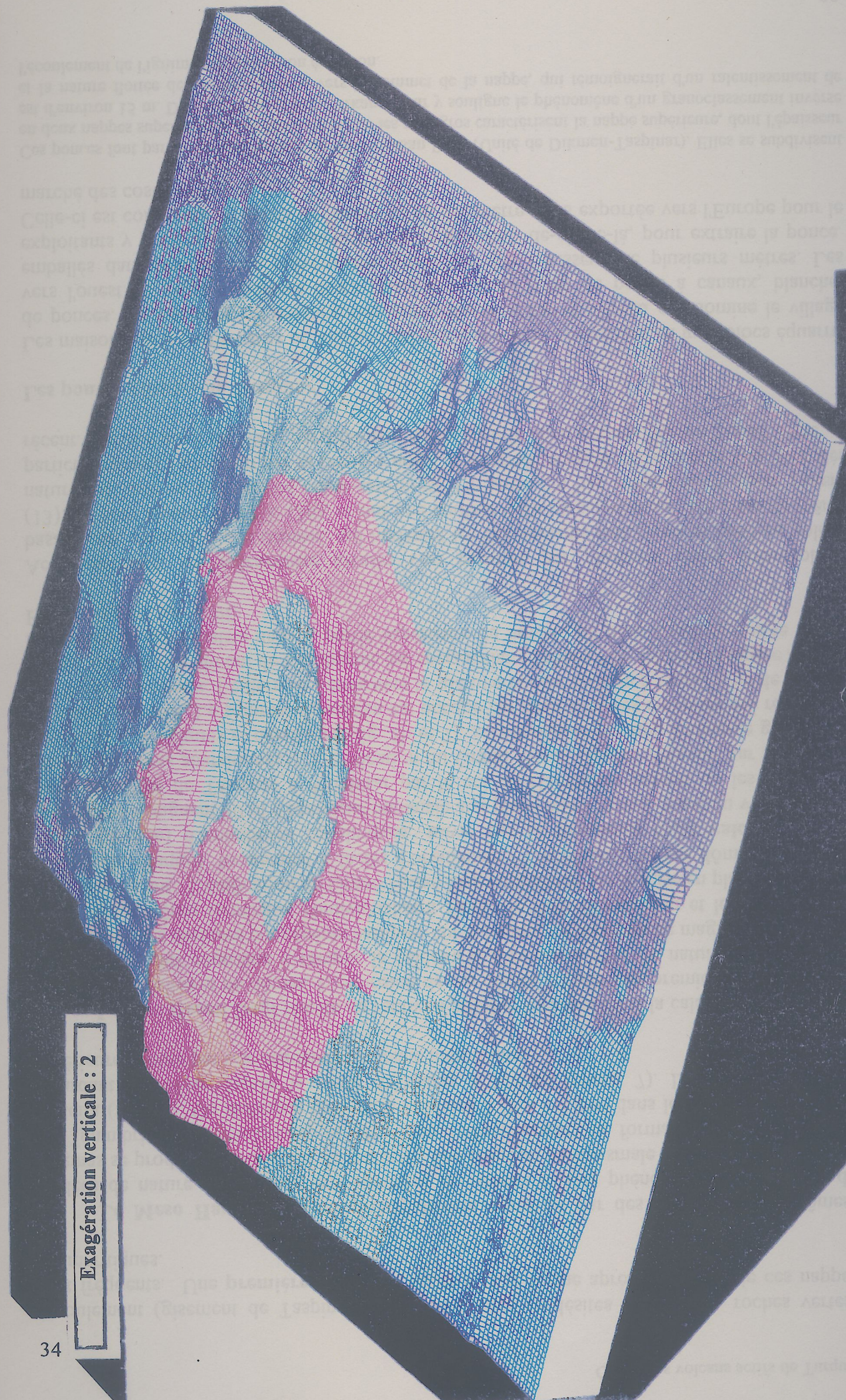
Accessoirement, un volcanisme alcalin s'est exprimé par plusieurs cônes stromboliens basaltiques, associés à des coulées, qui hérissent les bas-versants sud, ouest et nord du volcan (13). Ils sont alignés NW-SE (36), et ont une couleur ocre caractéristique. Un cône de même nature est isolé en bas versant ouest-sud-ouest. Un autre, en bas versant nord-ouest, retient particulièrement l'attention par sa couleur noire. Il pourrait, nous le verrons plus loin, être très récent. Il existe aussi un maar, partiellement comblé par le cône strombolien de Yiprak Tepe.

Les ponces géantes de Taspinar

Les maisons de la partie haute du village sont presque toutes construites en gros blocs équarris de ponces. Le gisement est exploité très artisanalement, sur le plateau qui domine le village vers l'ouest. Il s'agit d'énormes blocs (jusqu'à 1 m de côté) de ponce à canaux, blanche, emballés dans une matrice pulvérulente grise, sur une épaisseur de plusieurs mètres. Les exploitants y pratiquent épisodiquement des excavations, de-ci, de-là, pour extraire la ponce. Celle-ci est concassée en galets de l'ordre de un décimètre, puis exportée vers l'Europe pour le marché des cosmétiques.

Ces ponces font partie des ignimbrites du Paléo Hasan Dagi (Unité de Dikmen-Taspinar). Elles se subdivisent en deux nappes superposées. Les blocs de ponce les plus gros caractérisent la nappe supérieure, dont l'épaisseur est d'environ 15 m. Dans sa thèse (1992), Erkan Aydar y souligne le phénomène d'un granoclassement inverse et la nature flottée des grosses ponces vers le sommet de la nappe, qui témoignerait d'un ralentissement de l'écoulement de l'ignimbrite durant son émission.

Exagération verticale : 2



Représentation topographique 3D de la caldéra du Mésovolcan

A

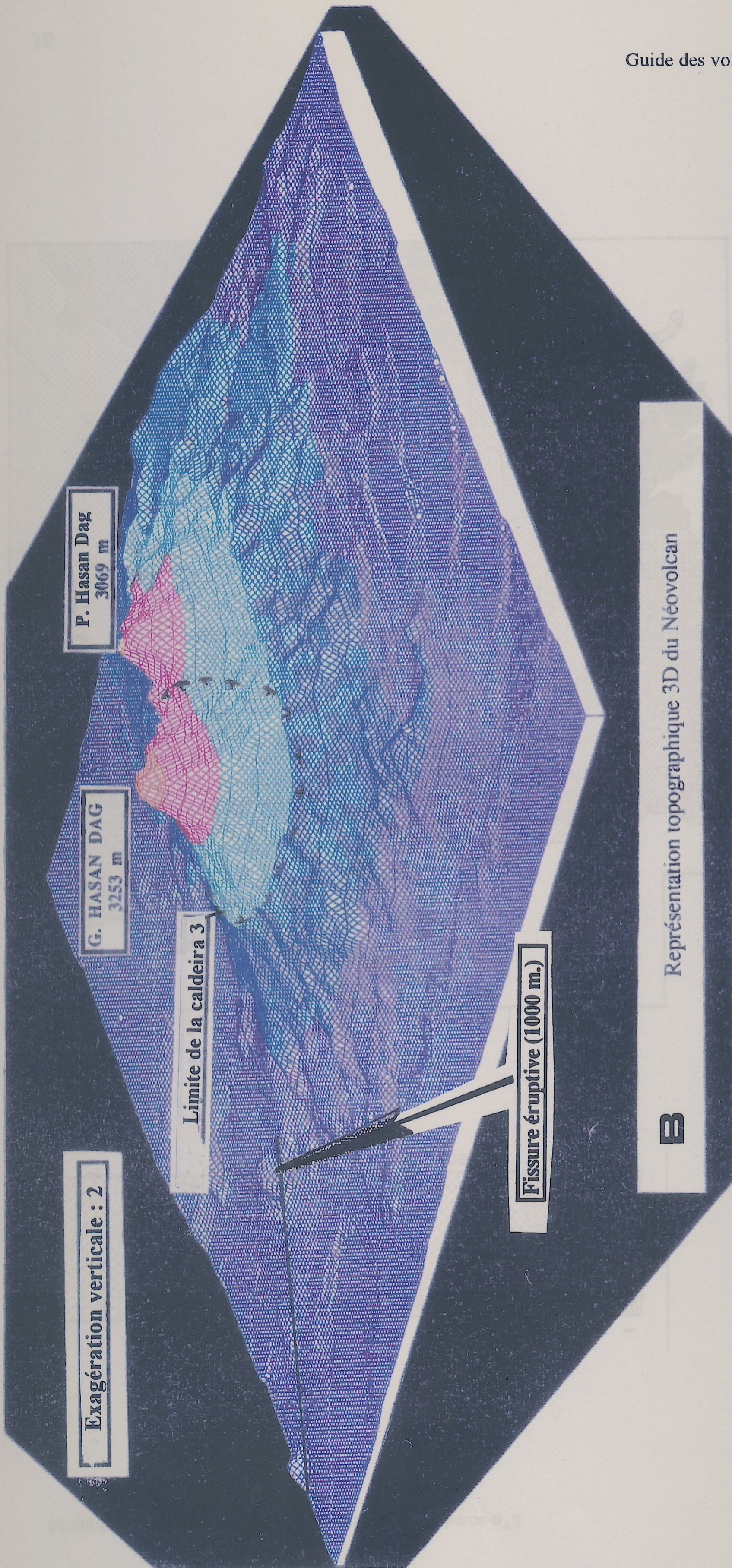


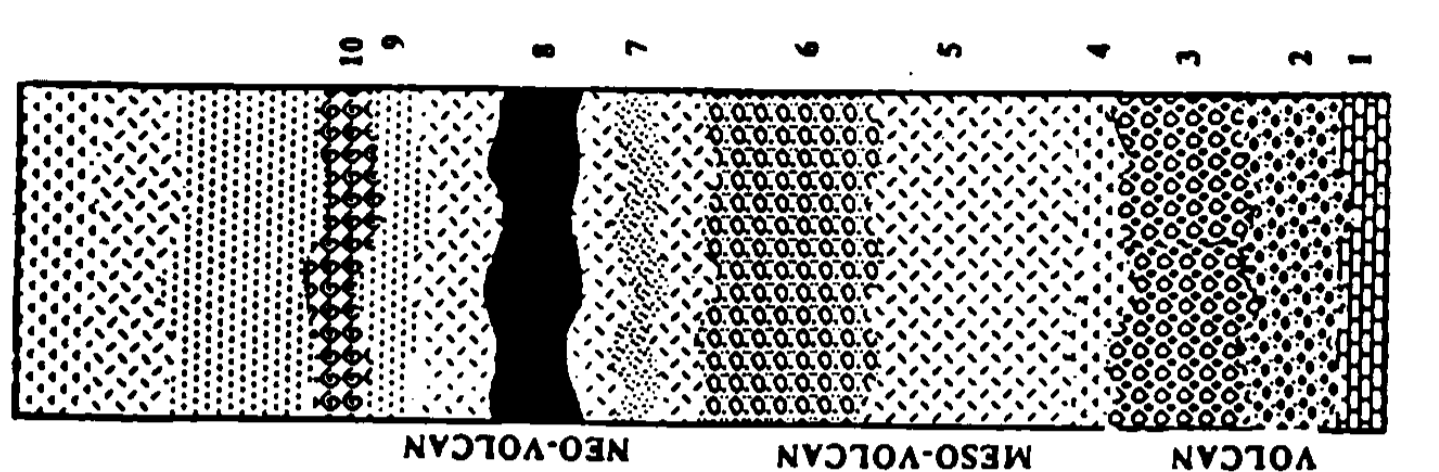
Figure 6 - Représentation en trois dimensions des divers stades d'édification du volcan Hasan Dag, vu du sud-ouest. D'après E. Aydar et A. Gourgaud, 1990 complété par E. Aydar, 1992.

A : la caldeira-2 du Mésovolcan

B : les dômes du Néovolcan installés dans la caldeira-3

Image obtenue à partir d'un modèle numérique de terrain, issu de la digitalisation des courbes de niveau de la carte topographique à 1/25 000 au moyen du logiciel *surfer*.

La coupe stratigraphique générale



La carte volcano-structurale du Hasan Dagi

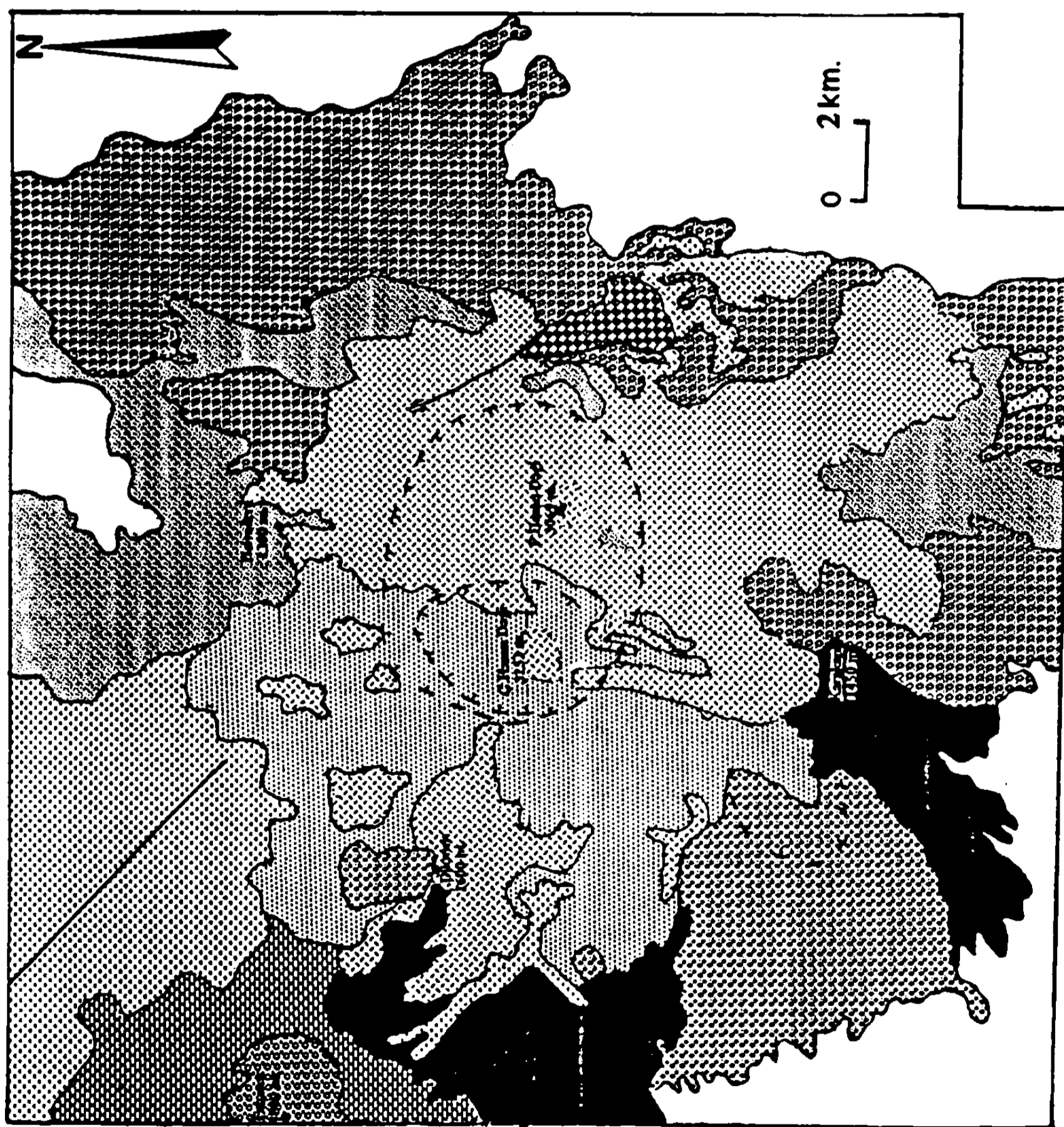


Figure 7 : Carte volcano-structurale du Hasan Dagi, et coupe stratigraphique générale [d'après E. Aydar et A. Gourgaud, 1990].
 Légende : 1 = substratum sédimentaire ; 2 = coulées de laves andésitiques basaltiques ; 3 = ignimbrites de Dikmen-Taspinar ; 4 = coulées basaltiques ; 5 = coulées ou dômes-coulées andésitiques ; 6 = ignimbrites rhyo-dacitiques ; 7 = nuées ardentes inférieures ; 8 = dôme-coulée et ignimbrites rhyolitiques ; 9 = nuées ardentes supérieures ; 10 = dôme coulée dacitique.

Pour visiter les carrières de ponces géantes de Taspinar, à partir de la route d'Aksaray à Adana, on prendra à droite la vieille route asphaltée qui dessert le village de Taspinar (le français prononcera "tache-pinar" mais retiendra que ce nom signifie "la source des pierres"). Ce site sera pour les althérophiles amateurs l'occasion de photographies athlétiques ! On n'oubliera pas qu'il s'agit d'une concession minière, privée. On a la facilité de pouvoir y accéder en voiture par la ruelle en côte qui attaque la pente directement, vers la droite, en entrant dans le village. On fera attention aux enfants et aux chiens qui peuvent sortir des maisons à l'improviste, n'étant pas habitués à voir des voitures passer en cet endroit. Au-delà des dernières maisons, la piste débouche sur le plateau et on aperçoit les diverses fouilles minières sans difficulté, à moins de un kilomètre du village.

Les ignimbrites de Cappadoce

En tout point de Cappadoce on pourra toucher des ignimbrites, tabulaires, prismées, de toutes épaisseurs, et des tufs ponceux (photo 14). Il y en a à perte de vue. Les idées que l'on avait de leur genèse ont évolué de façon drastique depuis 1990 (69, 101, 102, 139).

Leur âge

Elles sont pour l'essentiel d'âge tertiaire, et ne peuvent donc être classées parmi les volcans "actifs" de Turquie.

Néanmoins, les recherches scientifiques récentes ont établi qu'une partie, très faible, de ces ignimbrites est d'âge quaternaire : c'est le cas de l'unité, épanchée entre Acigöl et Nevsehir, que Giorgio Pasquare (122) avait distinguée par l'appellation "cendres de Kumtepe et tuf d'Alacasar" [Le Pennec et coll., 1991 (102)].

Leur mise en place

Les mots "tufs", "cendres" ou "cinérites", que l'on trouve dans les guides touristiques, et à défaut le mot "lave", ne rendent compte que très partiellement du mode de mise en place des roches de Cappadoce. Ces mots "banalisent" en effet le type d'éruption vraiment exceptionnel qui a modelé le relief de cette région durant une longue période au Tertiaire, s'étalant de 11 à 2,5 millions d'années avant l'ère chrétienne.

En effet, dans le langage des géologues, les laves de Cappadoce sont des ignimbrites (de ignis = feu, imber = pluie) c'est-à-dire des nappes de lave brûlante gorgée de gaz qui se met en place en glissant à raz du sol, à la vitesse d'un gaz qui se détend et qui fossilise tout en quelques minutes. A côté de ce type d'éruption, les nuées ardentes meurtrières de la Montagne Pelée sont comme un feu de paille.

Si les ignimbrites ont été fréquentes dans les époques géologiques reculées, il n'en est pas de même de nos jours, puisque la seule dont les géologues ont pu examiner les dépôts encore chauds est celle qui s'est produite en Alaska en 1912 (l'éruption du Katmai dans la Vallée des 10 000 fumées). Autant dire que, pour les médias, ce type d'éruption est inconnu. Le vocabulaire des éruptions périodiques de l'Etna leur est plus familier, même s'il est impropre aux éruptions vraiment colossales de Cappadoce.

En outre, une affirmation erronée s'est répandue dans les guides touristiques les plus sérieux, de façon aussi désastreuse que ne le font les ignimbrites elles-mêmes. Elle fait croire que ces grandes nappes d'ignimbrites de la Cappadoce ont été émises par les deux strato-volcans qui limitent le paysage à l'Ouest et à l'Est : le Hasan Dagi et l'Erciyes Dagi. C'est faux.

Comme il s'avère que c'est bien souvent le cas pour les ignimbrites dont on a pu reconstituer la genèse, les ignimbrites de Cappadoce ont été émises par d'énormes éruptions, résultant soit de l'ouverture de grandes fissures linéaires, soit d'éruptions centrées.

Consécutivement à leur émission, la chambre magmatique vidée en quelques heures s'est effondrée sur elle-même, engendrant une "caldeira". A l'époque de ces éruptions de Cappadoce, ni le Hasan Dagi, ni l'Erciyes Dagi n'existaient encore. D'après les études en cours de J.-L. Le Pennec et coll., les points d'émission des diverses nappes d'ignimbrites d'âge tertiaire, difficiles à localiser aujourd'hui, sont situés principalement entre Nevsehir et Derinkuyu (101, 102, 108). Leur stratigraphie et leur paléogéographie sont maintenant bien démêlées (fig. 5b).

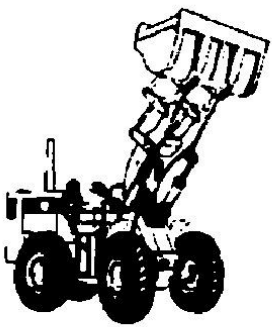
Les appareils quaternaires entre Nigde et Acigöl

Dans la zone entre Nigde, Çiftlik, Acigöl, Nevsehir et Derinkuyu se rassemblent (fig. 5c) divers appareils monogéniques (11, 20, 69, 107) de types variés : cône strombolien avec coulées, dôme de rhyolite ou de verre, et maar. Toutes les combinaisons ou presque sont représentées :

- maar occupé par un dôme ou dôme-coulée rhyolitique (Takesiktepe, Korudag, Kalecitepe, Güneydag Tepe) ;
- dôme-coulée d'obsidienne (Güneydag Tepe, Komurcu, Nenezi Dag, Kalecitepe) ;
- cônes stromboliens parfaits (à Kitréli près de Çiftlik) ;
- dôme au centre d'une petite dépression (caldeirique ?) perché tout au sommet du massif de Göllü Dag, entre Gölçük et Çiftlik, dont l'assise est constituée d'une masse de rhyolites d'âge tertiaire. Les coulées d'obsidienne sont particulièrement abondantes (fig. 9a) dans le secteur Göllü Dag-Kömürcü (20-22).

Un âge de 15500 +/- 2500 ans a été avancé pour certains appareils (54). Il est confirmé par les datations qui viennent d'être obtenues par la méthode des traces de fission, qui sont de 18 000 ans pour les obsidiennes les plus récentes⁵. Les formes très fraîches, notamment pour les cônes stromboliens, corroborent en tout cas l'âge de 0,9 +/- 0,2 MA avancé par les géologues turcs (20-22, 47).

Les ressources de ces dômes en perlite pour l'industrie ont été évaluées par le MTA. La publication de Saldirim Özkuzey et Ö. Faruk Önemli (116) fournit une bonne synthèse des données. Par ailleurs, les faciès obsidienniques de ces dômes et coulées ont alimenté une industrie préhistorique de l'obsidienne, florissante (54, 88, 133), comme on peut le voir sur les figures 8 et 9. Enfin, la région de Nevsehir est recouverte par diverses nappes de ponces d'âge très récent, quaternaire (107, 111). La ponce est intensément exploitée en carrières.



A la condition de ne pas perturber les équipes qui travaillent à l'abattage et au triage, ni encombrer les pistes desservies par les camions, les exploitants, une fois consultés, vous donneront volontiers la permission de ramasser des échantillons et prendre des photos. La Turquie est un important exportateur de ponce (110 000 t en 1992 représentant une rentrée de devises de 11 millions \$US) principalement vers l'Europe et les U.S.A. Derrière Soylu Endüstriyel Mineraller, le leader, les principaux producteurs sont Ür-Pa Ürgüp Pazarlama iç Dis Ticaret, Tampa, Baysallar, Ucay Madencilik, Dogru Madencilik, Yavuz Selim Ogretici, etc.

Il y a deux secteurs principaux d'extraction de la ponce, correspondant, en fait, à deux aires de retombée distinctes : l'aire des diverses retombées issues de différents appareils du secteur de Nevsehir-Acigöl-Kaymakli (cf. fig. 10 et 11), et l'aire des retombées issues du volcan Hasan Dagi ou du Göllü Dagi, à Nigde. Dans ces deux aires sont connues des caldeiras qui peuvent témoigner des points d'émission des diverses nappes de ponce.

⁵ BIGAZZI G., YEGINGIL Z., ERCAN T., ODDONE M., ÖZDOĞAN M. (1993).- *Fission track dating obsidians in central and northern Anatolia*. Bull. Volcanol. 55, p. 588-595.

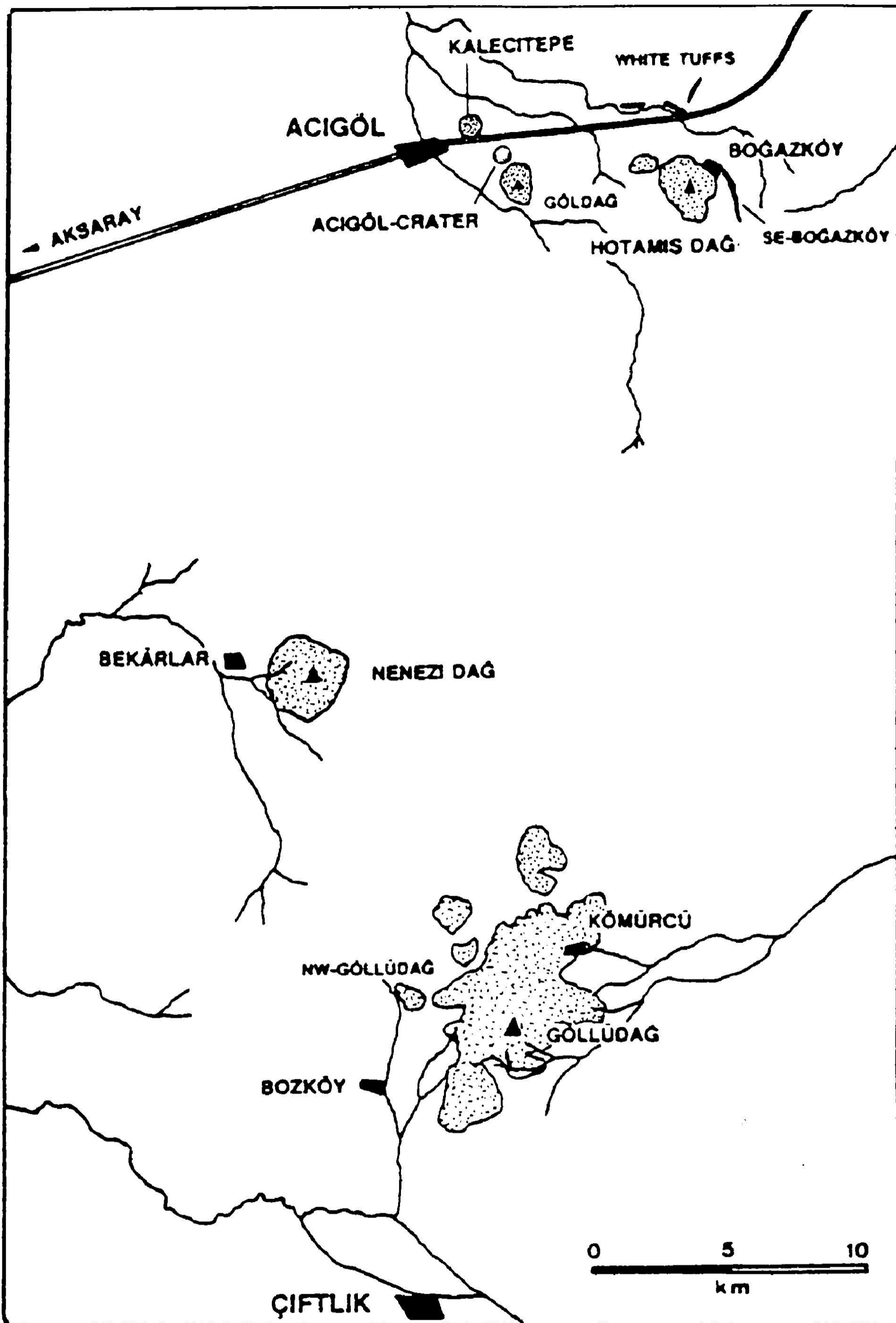
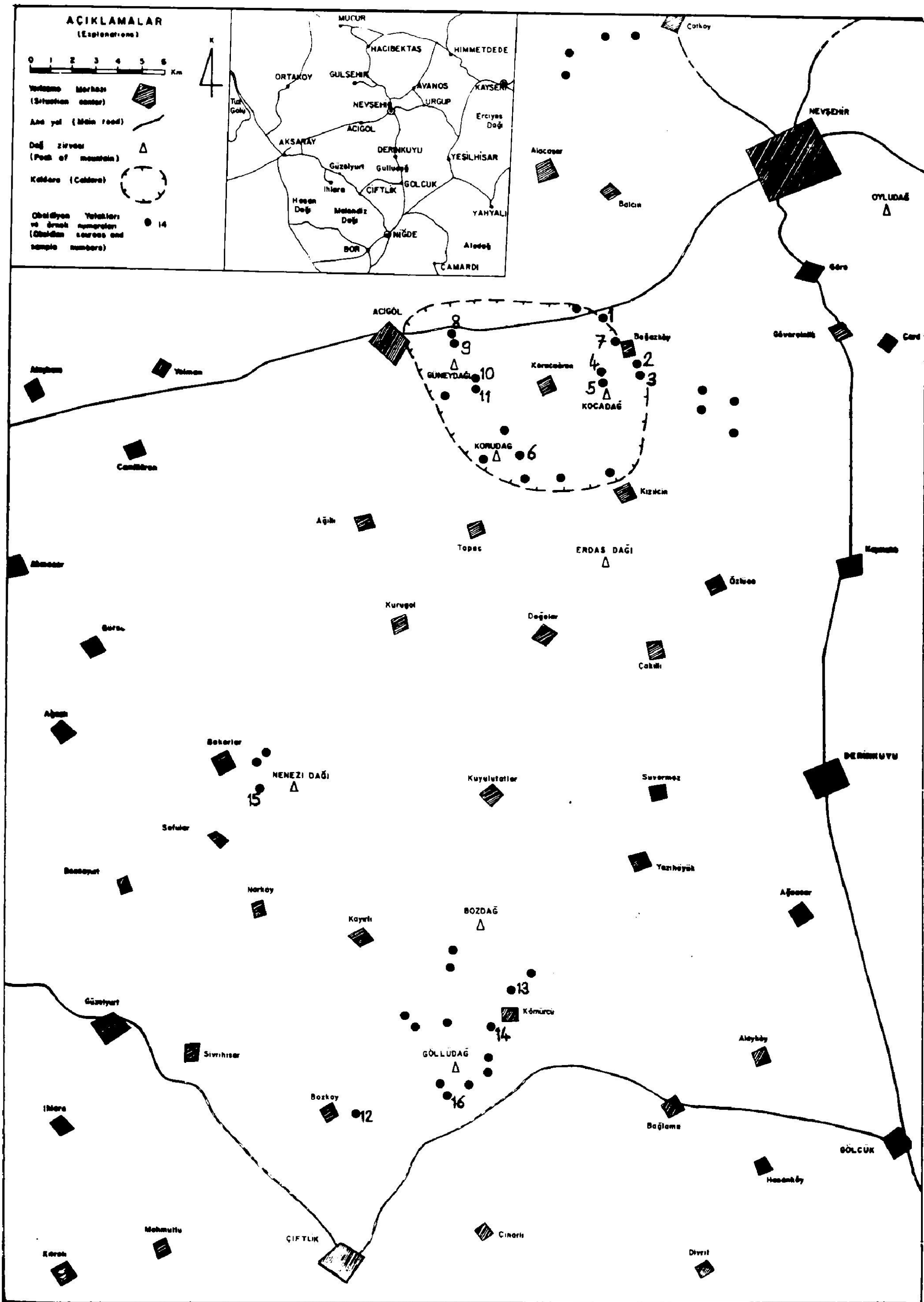


Figure 9a (ci-dessus) - Carte de situation des complexes rhyolitiques à obsidienne de la région entre Acigöl et Çiftlik : le massif quaternaire du Göllü Dag (d'après J. Keller et C. Seifried, 1989). Les cônes stromboliens basaltiques surimposés à cet édifice acide ne sont pas représentés.

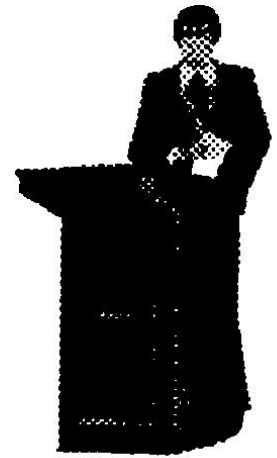
Figure 9b (ci-contre) - Gisements d'obsidienne de Cappadoce, et situation de la caldeira du Koca Dag, d'après T. Ercan et coll., 1990 (24). Légende : en tiretés, les limites de la caldeira (comparer avec la figure 10) ; les villages sont schématisés par des losanges ; les gisements d'obsidienne par des cercles pleins noirs ; les routes sont indiquées en traits continus, et les sommets par des triangles.



Visite des gisements de ponces

Des éruptions de type "plinien" : rappel de quelques notions

Les divers volcans quaternaires de Cappadoce couvrent de leurs produits une surface d'environ 7 000 km². Ils sont encadrés par deux grands strato-volcans qui dominent le paysage, le Hasan Dagi (3 253 m) à l'ouest et l'Erciyes Dagi (3 916 m) à l'est, tandis qu'un troisième important appareil volcanique de forme surbaissée, le Kocatepe ou Kocadag, encore appelé "Montagne Noire" ou Kara Dag (1 689 m), domine sa partie nord.



Les ponces proviennent des éruptions récentes de différents volcans, dont le type acide des laves favorise la formation de "bouchons" ou dômes. Lorsque ces dômes de lave pâteuse finissent par se solidifier, la pression des gaz magmatiques s'accroît sous le bouchon. Lorsque celui-ci finit par céder, le liquide lavique chargé de gaz à haute température s'éjecte à la façon de la mousse du champagne, sous forme de ponce. Selon le degré de fractionnement de cette lave, les fragments de ponce sont plus ou moins pulsés à la verticale de la cheminée dans le "panache" éruptif (cas des fragments les plus finement divisés) ou s'écoulent, trop lourds, sur les flancs du volcan (cas des fragments les plus grossiers). Les turbulences et l'énergie emmagasinée dans une colonne de gaz éruptifs sont cependant telles que même de gros fragments de ponce y sont propulsés verticalement, d'autant que leur richesse en gaz brûlants les rend très mobiles. Avec les fines du panache, ils peuvent être ainsi déportés par le vent sur plusieurs dizaines de kilomètres avant de retomber sur le sol par gravité : le dépôt qui s'accumule au sol par ce processus est appelé la **retombée**.

Le flux de gaz ne dure que quelques heures : par exemple, l'éruption du Vésuve qui a enseveli Pompéi sous ses ponces n'a duré qu'un jour. La formation des gisements de ponces de Cappadoce a donc été rapide.

Parfois, le mélange de gaz et de lave est si fin et intime qu'il s'expulse sous la forme d'un "aérosol" (gouttes de lave en suspension dans le gaz). On parle d'**épanchement ignimbrétique**. Comme cette émulsion gazeuse est relativement lourde (surtout si elle est lestée de blocs) elle rampe, à toute vitesse certes, mais à raz du sol, et sa progression est donc plus lente que celle à laquelle la retombée se met en place. En outre, alors que le **panache gorgé de ponces et de cendres**, lui, a pour seul guide le vent, ce qui provoque le dépôt de la retombée dans une certaine direction, la coulée d'**ignimbrite émise ensuite par le même cratère** peut être orientée au départ dans une direction **privilegiée** par une zone de faiblesse dans le cône volcanique, qui peut provoquer son écoulement vers une zone autre. On voit sur les figures 10 que c'était le cas à Nevsehir : la retombée principale a été entraînée vers l'est alors que l'ignimbrite s'est écoulee vers le nord (100).

Age du dernier dépôt éruptif

Comme il a été dit plus haut, les géologues turcs ont pressenti dès les travaux de Pasquare (1967) que certaines des ponces de Nevsehir sont très récentes, puisqu'on a trouvé [(122) p. 141], enfouis par un dépôt de cendres volcaniques, les vestiges d'un habitat humain. Ce gisement, situé à Hanyeri, a livré de nombreux ossements de *Homo sapiens*, *Antilope sp.*, *Sus sp.*, *Cervus sp.*, *Camelus sp.* et *Equus sp.*, et des faïences d'âge présumé romain-cappadocien (2 300 à 1 850 av. J.C.).

Origine et fréquence des éléments étrangers

La couche des ponces de Nevsehir renferme une faible proportion d'éléments étrangers. Ce sont le plus souvent des fragments de lave solidifiée (rhyolite, andésite, obsidienne) : ils proviennent du

ramonage de la cheminée éruptive où ils ont été arrachés par le flux de ponce et de gaz, et aussi du bouchon de lave durcie qui coiffait cette cheminée, et qui a été brisé et fracassé par les premières explosions de l'éruption.

En principe, la proportion de ceux-ci décroît au fur et à mesure qu'on s'éloigne du volcan : par exception, des bombes isolées peuvent avoir une trajectoire de plusieurs kilomètres de portée (on peut voir par exemple un beau bloc d'obsidienne à l'entrée de la petite galerie du Berger ouverte au front des carrières à l'est de Mercimek Tepe) ; néanmoins, les étrangers ne sont abondants qu'au voisinage des bouchons pré-éruptifs. Il est d'ailleurs à noter que la formation de ces bouchons, ou "dômes", est cyclique en Cappadoce ; après l'émission des ponces, la cheminée de chaque volcan s'est ainsi bouchée par un dôme : le dôme du Dikkartini Tepe sur l'Erciyes Dag à Develi, le dôme du Kocatepe à Bogazköy, le dôme de l'Hasan Dagi et celui du Göllü Dagi à Nigdé. Chaque couche de ponce témoigne du fracassement de "son" dôme par les explosions.

Accumulation des ponces : irrégularité du "mur"

Les ponces se sont déposées sur une surface irrégulière : à la carrière de Kumtepe par exemple, elles moulent un paléo-relief accusé, simulant un anticlinal ; les dénivelées du mur sont de 10 à 20 m. De même, certains édifices volcaniques anciens éteints, qui se trouvaient là au moment de l'émission des ponces, ont fait office de "barrière naturelle" devant laquelle les ponces se sont accumulées : c'est le cas à Déveli et à Kitreli. D'autres vieux volcans ont été entourés par le dépôt, comme on le voit dans les carrières qui entourent le Asikli Dag, ce gros dôme d'andésite qui domine à l'est la route de Nevséhir à Kaymakli (fig. 11). Naturellement, les paléo-bassins, les cuvettes préexistant dans les formes de relief antérieures à l'éruption ponceuse, ont servi de pièges naturels.

Préservation des ponces - les divers "toits"

Matériau mal consolidé par excellence, la ponce a "bougé" sur les pentes irrégulières où elle était tout d'abord retombée. Ces mouvements, ces écroulements, tassements, se traduisent, sur le terrain, par de petites failles (cas du col de Kitreli). Leur rejet est tantôt centimétrique, tantôt plurimétrique.

En outre, les explosions qui ont pu succéder à l'émission des ponces ont parfois "soufflé" le sommet de la couche de ponces qui n'était pas encore induré (cas possible de Kumtepe, où le front des carrières permet d'observer de magnifiques déferlantes basales ou autres figures de turbulence).

On a du mal à imaginer le régime d'ondes de choc chargées de cendres, de vents turbulents, les averses de pluie boueuses, la grêle de lapilli, de billes d'obsidienne, puis les coulées pyroclastiques qui arrivent ensuite, avec un décalage de quelques minutes ! Tout ceci dans un fracas épouvantable, plus l'odeur des gaz toxiques et les éclairs... L'Homme d'Hanyeri n'a pas dû rester pour voir ce spectacle de fin du monde.

A peine était elle "retombée" du panache, la couche de ponce fraîche a été, en partie (zones de Kumtepe et de Göre), fossilisée par un dépôt pyroclastique particulier ; ce dépôt est tantôt dénommé "cendres de Kumtepe", tantôt "tuf d'Alacasar"(100, 102, 122). Les cendres de Kumtepe sont bien visibles au toit des carrières de ponce du même nom. Elles y forment le niveau de ponces grossières proprement dit (4 à 6 m) surmonté d'une couche de 15 à 25 m de puissance, lardée de stratifications recroisées, résultant des explosions avec déferlantes ponceuses. Le tuf d'Alacasar est visible plus à l'est, au toit des exploitations de ponce de la vallée de Göre, au-dessus de laquelle il forme une couche de 5 à 15 m de puissance (fig. 10 et 11). Il est rose pâle, pulvérulent, avec des ponctuations rouge brun, et de petits lithiques. Il s'agit d'une ignimbrite. L'ignimbrite a dû "napper" la couche fraîche de ponce, quelques minutes ou heures à peine après son dépôt. La ponce n'a pas eu le temps d'être érodée.

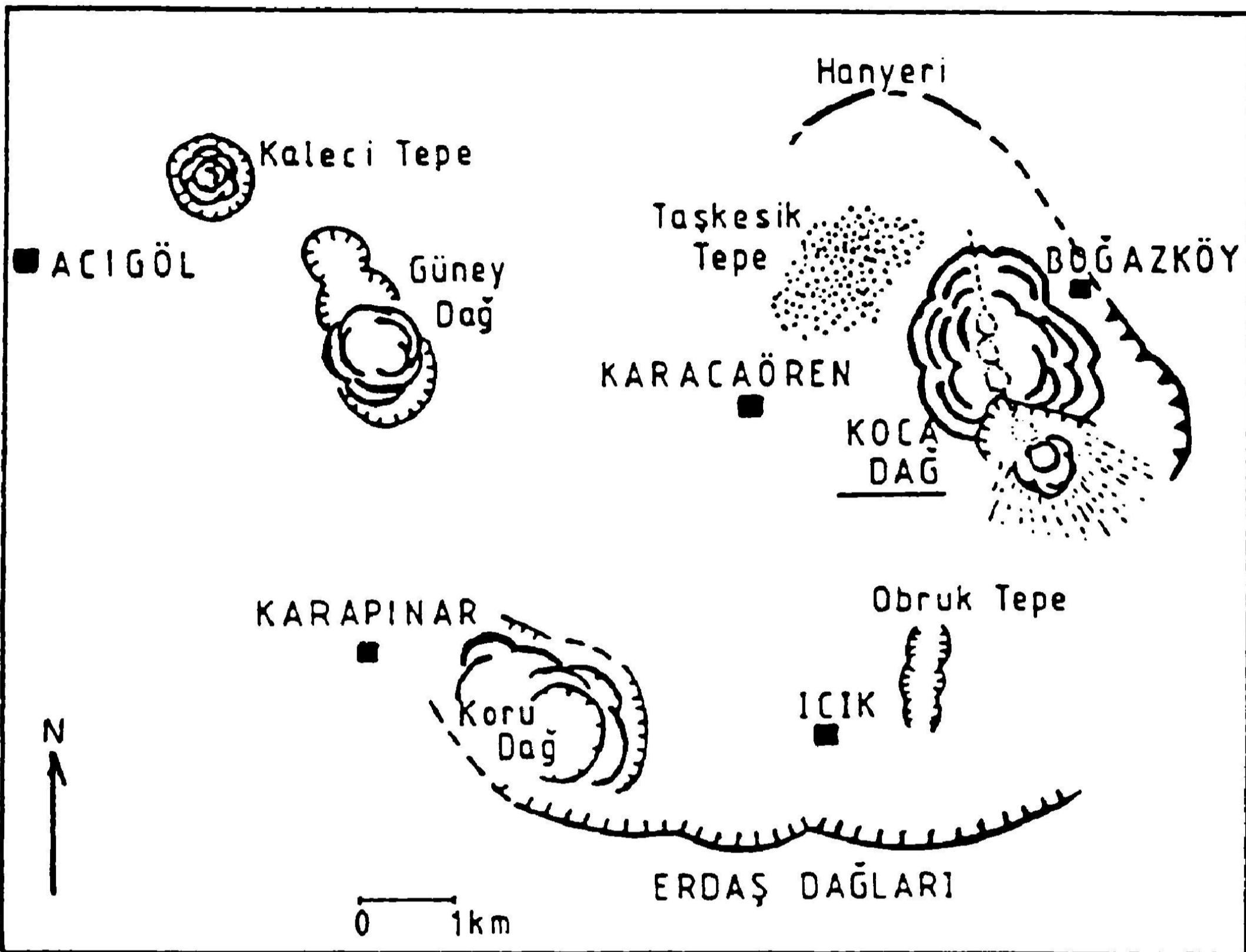


Figure 10 a - Carte détaillée de la région à l'est de Acigöl (d'après Le Pennec et coll., 1991).

Quelques maars avec leurs dômes sont représentés. On a également indiqué les structures d'effondrement locales, au nord du massif de l'Erdas et autour du Koca Dağ (falaise de Bogazköy, protrusions d'Hanyeri). La zone pointillée correspond à la région soulevée du Taskesik Tepe (cryptodôme). L'ouverture en amphithéâtre du flanc sud du Koca Dağ correspond à un effondrement dont les produits se sont répandus vers le sud (zone en tiretés).

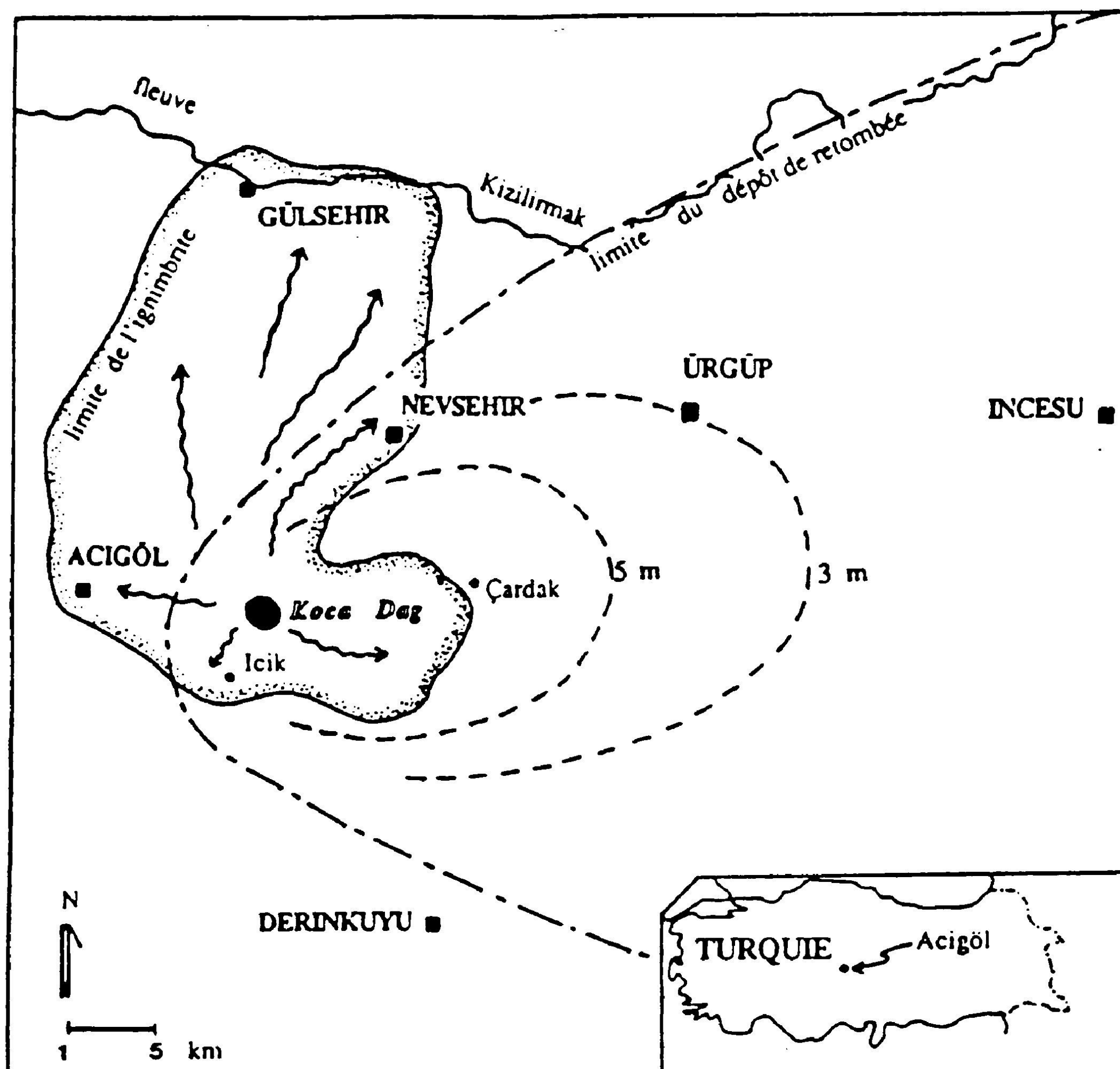


Figure 10 b - Carte de répartition des dépôts de la retombée poncéeuse de Nevşehir-Acıgöl (puissances approximatives en tiretés) et de l'ignimbrite sus-jacente. Le centre éruptif (Koca Dag) est indiqué. En encadré, carte de la Turquie avec localisation de la zone d'Acıgöl-Nevşehir. (figure extraite de Le Pennec et coll., 1991).

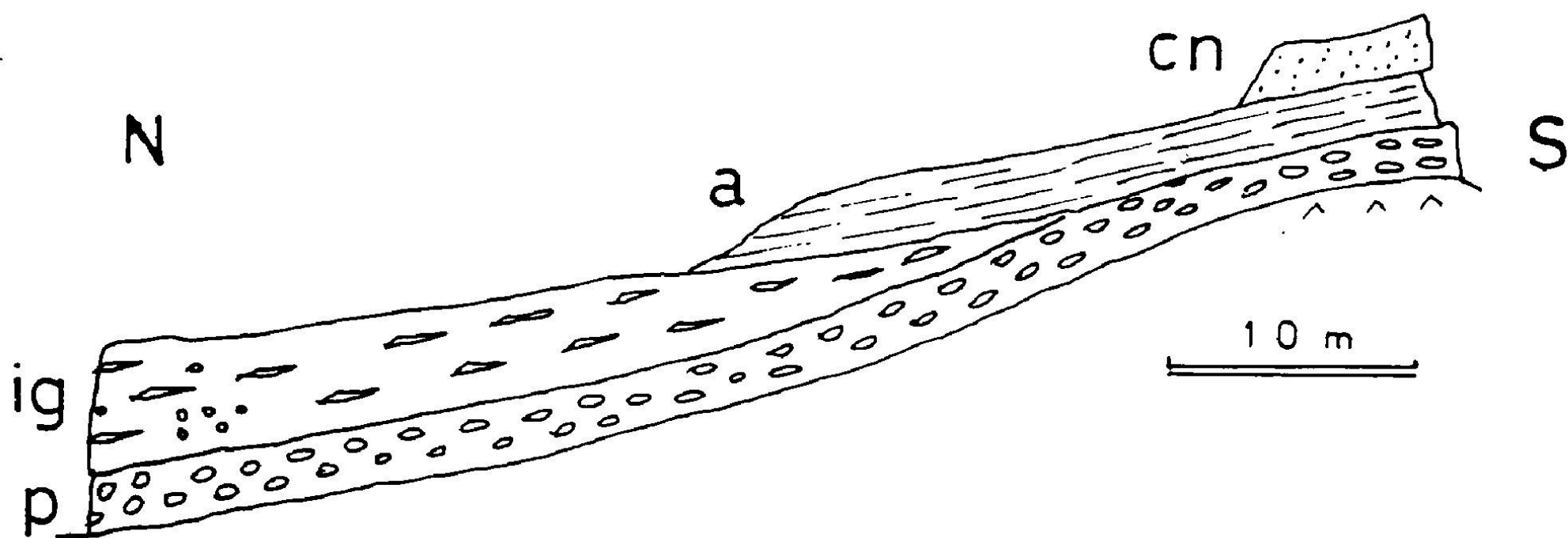
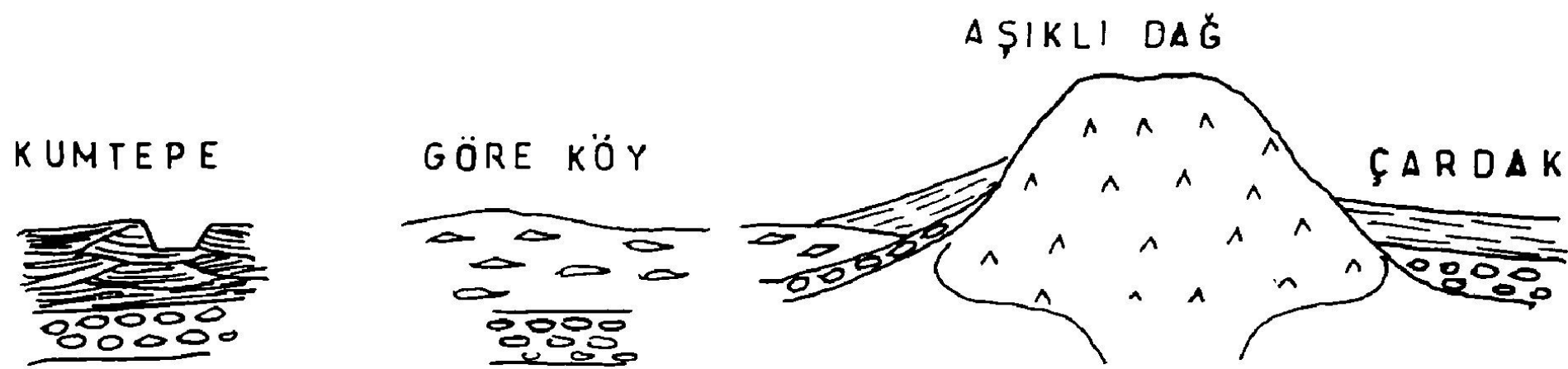
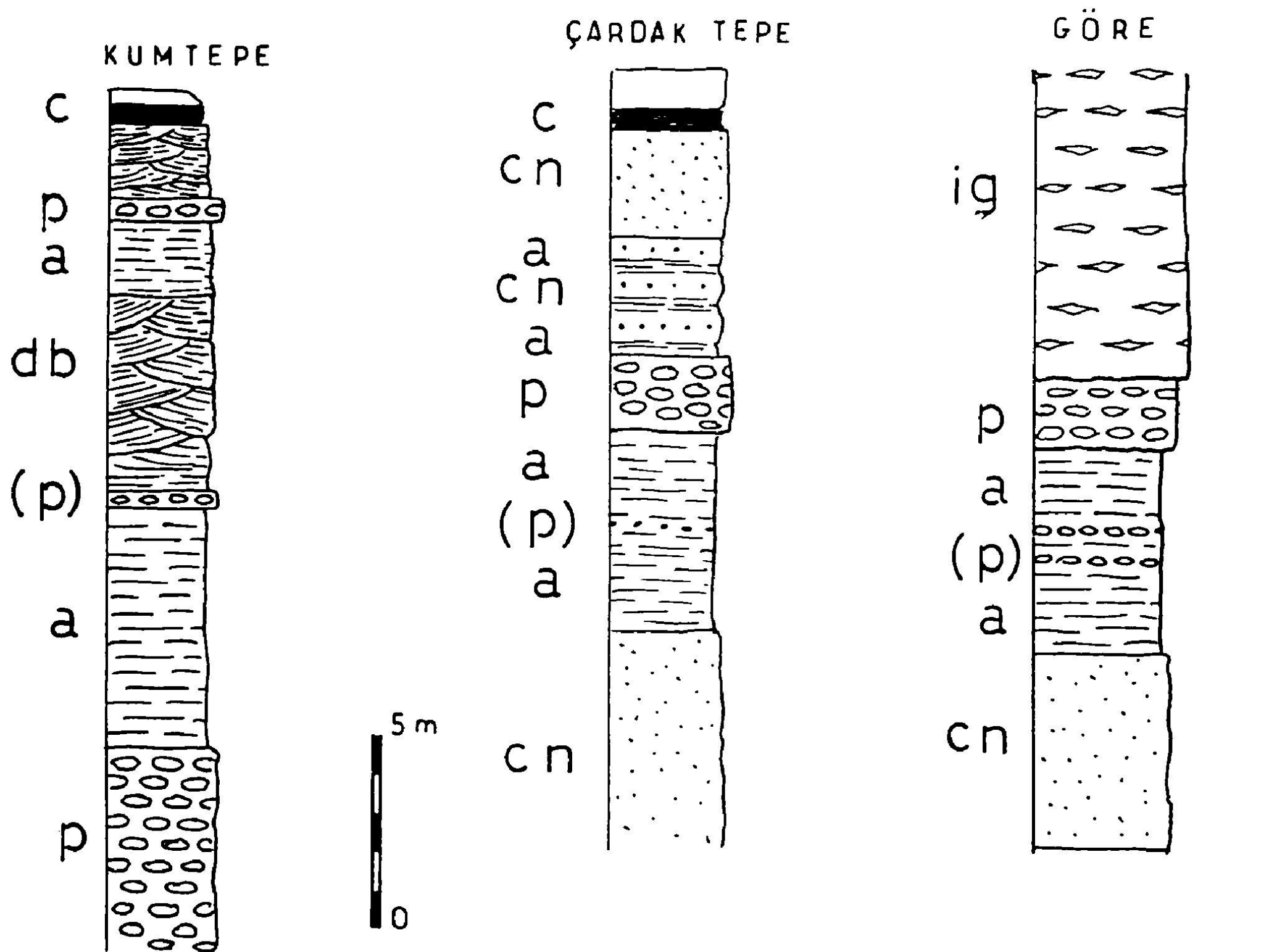


Figure 11 - Les ponces quaternaires de Nevsehir. En haut, coupes détaillées des diverses retombées de ponces, montrant les variations verticales de faciès. Au centre, coupe schématique montrant les variations latérales de Kumtepe à Çardak, et notamment l'ennoyage du dôme acide de l'Asikli Dag. En bas, coupe détaillée de la carrière de ponce du versant NW de l'Asikli Dag montrant l'ignimbrite d'Alacasar au dessus de la ponce.
 Légende : db = niveau de déferlantes basales ponceuses ; c = cendres noires ; cn = cinérites beiges ; a = argillites beiges à grises finement litées ; p = ponces ; ig = ignimbrite d'Alacasar.

Plus à l'est, à Cardak Tepe, ce sont des cinérites brunes qui ont, plus tard, recouvert le gisement et ont assuré sa protection. Elles ont été érodées depuis, et la ponce n'est parfois séparée de l'air libre que par une couche de terre arable de 0,2 m (fig. 11). Des phénomènes de calcrétisation y sont parfois notés, qui accroissent sa résistance à l'érosion. Ainsi, la nappe de retombée ponceuse se trouve pratiquement en surface structurale : un réseau de petites routes asphaltées permet de parcourir tout ce secteur, où l'on roule quasiment directement sur la couche de ponces, que diverses carrières ont entamée, depuis Güvercinlik et Çardak jusqu'au sud du pénitencier de Nevsehir.

Nombre de couches et qualités

Le scénario bouchon-explosions-émission de ponces s'est au moins produit trois fois à Nevsehir. En effet, dans les carrières de Çardak Tepe, trois couches superposées sont visibles (fig. 11). Seule une étude fine permet de discerner qu'elles n'ont pas toutes trois la même origine. En fait, les caractères pétrographiques particuliers, la nature des enclaves étrangères et l'examen de la vésiculation de la ponce, qui est spécifique à chaque niveau, permettent de présumer qu'elles proviennent d'appareils distincts dans l'espace, et sans doute aussi d'éruptions décalées dans le temps. Leurs aires respectives de retombée se chevauchent mutuellement.

Seul l'épisode médian a donné des ponces de taille supérieure à 30 mm en quantité industriellement exploitable. Cette granulométrie grossière est utilisée dans l'industrie textile, notamment pour délayer les tissus jeans. Les couches situées respectivement au-dessus et au-dessous de cet horizon grossier sont de granulométrie plus fine ; elles sont exploitées pour la fabrication de briquettes légères, pour la construction.

Les ponces de Kumtepe sont plutôt aphyriques, mais, dans les autres ponces de Cappadoce, qui sont issues vraisemblablement du Hasan Dagi et/ou du Göllü Dagi, des cristaux plurimillimétriques de biotite s'individualisent dans la masse de la ponce : c'est le cas de la nappe située au col entre le Mélandiz et le Hasan Dagi sur la piste de Kitreli à Ulukisla, ainsi que de celle qui est exploitée à l'ouest de Baglama au Kömürcü Geçidi, le col sur la route de Gölçuk à Çiftlik, en bas versant sud du volcan Göllü Dag.

La caldeira du Koca Dag

Située au coeur de la Cappadoce, la caldeira du Koca Dag est l'un des édifices volcaniques récents les plus spectaculaires, tant par sa taille que par le danger qu'elle pourrait, encore, représenter dans le futur, mot qui, heureusement en géologie, peut être pris dans un sens très vague, allant de un à plusieurs dizaines de siècles.

Giorgio Pasquare (122) et Jean-Luc Le Pennec et coll. (101) s'accordent pour voir l'origine de la retombée ponceuse de Kumtepe, et celle de l'ignimbrite d'Alacasar qui la surmonte, dans le massif de Koca Dag qui, situé juste au sud de la route d'Acigöl à Nevsehir, domine toute la région de sa masse sombre surbaissée. Il est également connu (21, 88) sous le nom de Hotamis Dag, ou encore Kocatepe. Le Pennec et ses collègues français et turcs ont minutieusement reconstitué le puzzle de la caldeira, et les produits et édifices qui lui sont associés.

Les vestiges de la structure d'effondrement, quoique fragmentaires, sont vraiment spectaculaires (fig. 10 et photo 10), et font de cet appareil facile d'accès un but d'excursions particulièrement recommandé.

On n'apprécie son ampleur que si l'on dispose du fond topographique à 1/25 000.

SI RECENTE QU'ELLE POURRAIT BIEN SE REVEILLER

L'effondrement consécutif à la grande éruption de ponce et d'ignimbrite, dont le volume est évalué à 15 à 20 km³, s'est produit (100) il y a seulement 2 ou 300 000 ans. Sur le plancher de la caldeira, se sont ensuite mis en place deux dômes d'obsidienne, le **Taskesik Tepe** et le **Koca Dag**, et des protrusions, comme (photo 10) celles d'**Hanyeri**. Une datation récente (K. Olanca et P.Y. Gillot, cités par [100] J.-L. Le Pennec et coll.) a donné un âge de 171 800 ans pour une obsidienne du dôme de Koca Dag. Auparavant (20), des âges de 340 000 et 420 000 ans avaient été trouvés sur des obsidiennes de ce secteur.

Certaines sources présumant même d'éruptions il y a à peine 16 000 ans. Il semble que les deux autres grands dômes visibles dans la partie ouest de la dépression (le Koru Dag au SW et le Güney Dag à l'ouest) sont également récents, de même que l'activité phréato-magmatique qui a donné les beaux maars d'**Acigöl**.

UN UNIVERS D'OBSIDIENNE

De merveilleuses obsidiennes transparentes, vert olive qu'on prendrait presque pour des tessons de bouteilles de verre si elles ne contenaient pas des impuretés révélatrices, figurent dans les collections minéralogiques les plus raffinées de Turquie. Il en existe des blocs de 20 x 20 cm. Elles ont été trouvées épisodiquement dans la région, et, pour les plus fanatiques des minéralogistes, leur recherche justifierait, à elle seule, un séjour à Nevsehir !

LE CRYPTODOME DE TASKESIK TEPE

Culminant à 1 500 m, il se dresse à 250 m au-dessus du plancher de la caldeira, sur une base de 2 km de diamètre. On peut facilement observer sa structure interne grâce aux ravins qui ont été creusés par l'érosion dans les terrains tendres. Il est constitué d'une obsidienne de couleur et de texture variables d'un endroit à l'autre ; parfois, elle est à peine fumée et transparente ; localement l'obsidienne passe en transition à de la ponce, ce qui permet de visualiser le rôle des gaz dans l'expression pétrographique d'un magma de composition chimique donnée, lorsqu'il parvient en surface, selon que ces gaz sont encore présents dans la lave (ponce) ou qu'ils s'en sont déjà échappés (obsidienne).

La fluidalité, lorsqu'on peut la voir en place, est dans l'ensemble très verticalisée. Vers l'extérieur du dôme, l'obsidienne présente une allure bréchifiée en gros blocs que J.-L. Le Pennec et coll. (100) ont interprétée comme la marque des tensions latérales du dôme de lave pâteuse lorsqu'il était en train de s'étaler, lentement, sur le plancher de la caldeira.

Comme ils l'ont suggéré, ce dôme rappelle la structure de ceux du volcan Usu, au Japon :

En effet, le sommet du Taskesik est recouvert par un dépôt pyroclastique mixte où l'on identifie des faciès de retombée, l'ignimbrite d'Alacasar, et des faciès de quelques mètres d'épaisseur, très indurés, jaunâtres (palagonite ?) qui pourraient résulter d'une activité phréato-magmatique. Or, l'ensemble de ces dépôts superficiels est très fracturé, en tous sens, comme si la croissance du dôme s'était produite par en dessous. Par endroits, on y reconnaît les traces d'une activité fumerolienne. A la fin de la croissance de ce dôme "caché" (cryptodôme), une lame d'obsidienne a même finalement percé la carapace de brèches et les dépôts superficiels, à la façon du dôme de Showa Shinzan au Japon (Le Pennec et coll. [100]).



Photo 9 - Dans la caldeira du Koca Dag: le maar d'Acigöl et dôme de perlite de Güney Dag
Photo 10 - Rampart nord de la caldeira du Koca Dag: les pyromérides verticalisées d'Hanyeri



LE DOME POLYLOBE DU KOCA DAG

Au sud-est du Taskesik Tepe, l'activité s'est poursuivie par la mise en place, sur le plancher de la caldeira, d'une série de dômes coalescents, épisodiquement interrompue par des phases d'éboulement latéral aux flancs des dômes, et par des éruptions phréatiques qui ont donné alentours des dépôts à déferlantes. La croissance de ces lobes, d'après J.-L. Le Pennec et coll. [100], a vraisemblablement perduré des dizaines ou centaines d'années. Elle s'apparente à un mécanisme de protrusion, qui a provoqué un jeu de failles inverses dans les dépôts cendreaux les plus proches.

Au sommet du Koca Dag, le stade ultime de croissance de ce dôme composite s'est accompagné de l'ouverture d'une cassure dirigée nord-sud, et d'un écroulement (collapse) de tout le versant sud du massif. Alignés sur la cassure, dans la partie sommitale du dôme, on peut voir trois cratères d'explosion phréatique.

LE MAAR D'ACIGÖL A NEVSEHIR

À 6 ou 7 km à l'ouest du Koca Dag, au bord même de la route nationale (jalonnée de caravansérails) de Nevsehir à Aksaray, on ne peut manquer d'apercevoir, coté sud, juste avant d'arriver au village d'Acigöl, un petit lac asséché (photo 9), entouré d'un rempart circulaire de 1 km de diamètre, où une carrière est ouverte, en contrebas de la route.

Cet appareil phréato-magmatique assez spectaculaire, dont les formes sont relativement bien conservées, fait partie de l'ensemble pré-cité. Il y a trois maars emboîtés les uns à la périphérie des autres (le plus près de la route, au nord, fait 500 m et le plus grand, au sud, a 1 000 m de diamètre) et (photo 9) **un dôme de perlite au sud, le Güney Dag**. On peut accéder en voiture à son sommet, par la piste du réservoir d'eau, qui contourne le dôme par l'est et remonte son flanc sud-est. Le sommet du dôme est irrégulier, avec des bosses et des creux, parfaitement conservés. Son âge de mise en place pourrait être celui des derniers dômes de l'Erciyès (122), c'est-à-dire quaternaire (105, 111).

Dans la carrière ouverte dans le *tuff-ring* du maar juste en contrebas de la route, on pourra observer les dépôts de déferlantes basales et les impacts de bombes. Contrairement aux maars de Karapinar, le chimisme du volcanisme de celui-ci est acide (105, 109, 110, 111).

De cet endroit, on aperçoit également, au nord de la route et à quelques kilomètres de distance, un autre dôme, situé au-delà des vergers en lisière de l'agglomération d'Acigöl. Il s'agit du **Kaleci Tepe**, un joli petit appareil bien conservé, qui domine le bourg.

LES PROTRUSIONS DE HANYERI ET LEUR PYROMERIDE A SPHEROLITHES GEANTS

Environ 5 km plus à l'est dans la direction de Nevsehir, au nord de la route, le regard sera attiré par des rochers à parois assez lisses, de couleur gris foncé, qui émergent de la plaine et font des reliefs d'une vingtaine de mètres de haut (photo 10).

Il s'agit de rétinite pyroméridique. Juste au bord de la route, on échantillonnera, à la base des rochers, des pyromérides à sphérolithes de 10 à 20 cm de diamètre et des obsidiennes fluidales de couleur rousse à noire intercalées. Ces faciès résultent de l'interaction eau-magma lors de l'arrivée de la lave acide dans un lac.

On est frappé par l'allure, verticalisée ou presque, de la fluidalité de la lave qui est bien marquée: en fait, il s'agit véritablement d'une **protrusion**, c'est-à-dire que la lave, pâteuse, est sortie verticalement, comme Le Pennec et coll. [100] l'ont bien démontré. On se trouve ici sur la lèvre nord de la caldeira surbaissée du Koca Dag : après la grande éruption, ponceuse puis

ignimbritique, qui a libéré le magma des gaz qu'il contenait, celui-ci est monté, dégazé, le long de la faille, courbe, qui marque la bordure de la caldeira ; encore chaud et pâteux, il a surgi à la surface, mais, ayant perdu sa mobilité du fait du départ des gaz, il s'est refroidi brutalement et il s'est solidifié sur place, avant d'avoir pu s'étaler hors de la faille. De ce point, on aperçoit d'autres langues de protrusions, alignées sur la même faille courbe, qui ont surgi de place en place, plus à l'ouest. Elles forment de petits rochers à parois raides et des plateaux surbaissés, notamment la colline d'Hanyeri, qui domine au nord les prairies et les champs.

Les cheminées de gaz d'Avanos

Bien que ces curiosités affectent les ignimbrites d'âge tertiaire, elles sont signalées, car elles méritent le détour pour leur côté pédagogique.

En venant de Ürgüp ou de Göreme, dans le faubourg d'Avanos situé au sud du pont sur le Kizilyrmak, il faut prendre la rue puis le chemin de terre qui remonte la rive gauche du fleuve et qui dessert quelques maisons et champs d'arbres fruitiers, blottis sous la falaise, sur la berge du fleuve (il existe également une piste au-dessus de la falaise).

Au niveau d'un gros pylône à haute tension, on observe, dans la falaise¹ de très beaux *gaz pipes* verticaux, qui résultent de la percolation (fig. 12, haut) des gaz piégés sous la couche de tuf ponceux, peut-être par vaporisation d'une nappe phréatique. En effet, cet endroit semble en bordure d'une zone déprimée, en forme de cuvette : on peut imaginer qu'il s'y trouvait autrefois un marécage, par exemple, et que les ponces à environ 400 °C sont venues brusquement colmater la cuvette gorgée d'eau ; l'eau piégée s'est vaporisée cependant à travers la chape de ponce qui la recouvrait.

Les cheminées de gaz de Nigde

Au carrefour de la route qui va de Nigde à Kayseri avec la route de Nevsehir via Gölcük et Derinkuyu, une carrière ouverte à 100 m au nord-est du carrefour dans des tufs ponceux permet d'observer une série de très beaux *gaz pipes*. Là aussi, il semble que ces "fuites de gaz" résultent de la vaporisation de l'eau d'un lac qui s'est trouvé brutalement recouvert par la nappe ignimbritique.

Les sources chaudes de Ziga

La route de Sélimé à Ihlara traverse la toute petite station thermalé de Ziga Kaplıcalari peu après le village de Yaprakhisar. En fait, toutes les installations (hammam, petit hôtel) sont quasiment en ruines. Les vasques incrustées de travertin sont une pâle curiosité par rapport à celles de Pamukkale. Néanmoins, les femmes qui viennent laver leur linge ajoutent une note exotique, que l'on ne connaîtra plus jamais dans la grande station touristique!

On peut voir des bulles de gaz se dégager dans l'eau, où prolifèrent les algues, et une odeur d'oeuf pourri se remarque localement.

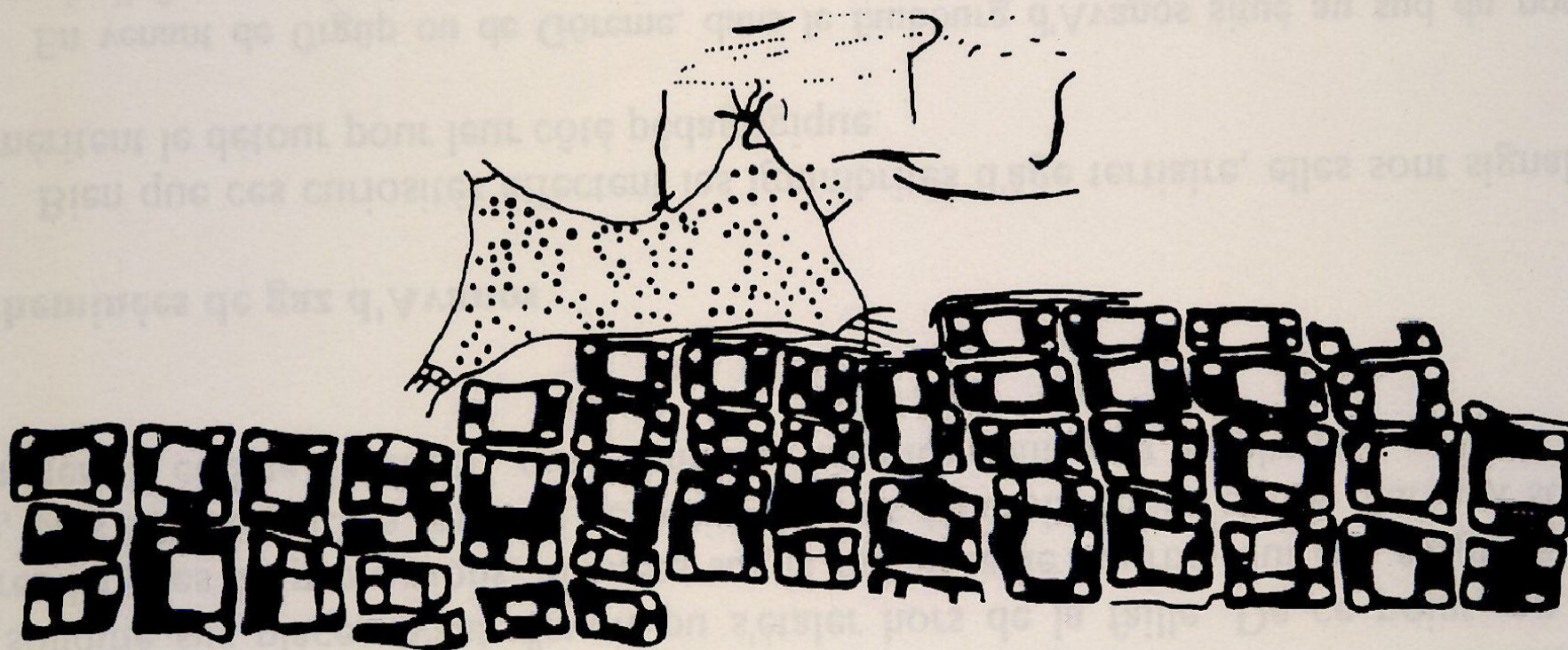
Du belvédère d'Ihlara, l'épaisse nappe d'ignimbrite creusée par le Mélendiz est saisissante.

¹ Le point intéressant de cette falaise peut se repérer par la présence d'anciens pigeonniers creusés dans la paroi d'ignimbrite.



Photo 11 (ci-dessus): Conduits de dégazage à travers la nappe ponceuse à Avanos

Figure 12 (en bas): La fresque du niveau VII-14 de Çatal Höyük, représentant un volcan en éruption, au dessus d'une ville à maison rectangulaires (d'après la photo couleurs et les dessins de J. Mellaart, 1967, repris par de nombreux auteurs ultérieurs). Le double cône est coloré en ocre. Les trajectoires et impacts de bombes, et les fontaines de laves ont été peints en noir par l'artiste préhistorique. Un panache éruptif horizontal est également esquissé. Sur l'original, exposé à Ankara, les couleurs sont très passées.



Il y a 8700 ans, la fresque de Çatal Höyük

Durant les fouilles dirigées de 1958 à 1965 par l'archéologue anglais James Mellaart sur le tertre de Çatal Höyük (au sud-est de Konya), les vestiges d'une ville néolithique furent mis à jour. Parmi les nombreuses peintures, tout aussi merveilleuses les unes que les autres, qui furent dégagées, une fresque vraiment troublante (fig. 12, bas) fut découverte, dans un sanctuaire (104).

Elle représente en premier plan une ville, stylisée par le plan des ruelles et des maisons rectangulaires, et, au second plan, une montagne à deux sommets, dominant la ville. Cette montagne est entièrement colorée en ocre. Du sommet de droite partent deux lignes horizontales et deux lignes courbes, ce qui semble bien devoir être la représentation d'un panache horizontal de fumée, des fontaines de lave et des trajectoires de bombes ; tous ces détails, quoique peints en noir, ne prêtent guère à confusion. Il est donc évident que la montagne est un volcan en éruption. Recouvrant en entier les flancs des deux cônes, un semis de bombes incandescentes, venant juste de retomber au sol, est stylisé par une centaine de points de couleur noire.

James Mellaart s'est naturellement interrogé sur l'identité de ce volcan. La silhouette du Hasan Dagi a été, dès le début, tentante à reconnaître [104]).

** la plus vieille carte, et le plus ancien enregistrement humain d'une éruption volcanique*

On a exhumé par les fouilles divers niveaux successifs d'habitation. Les premiers, correspondant à la période dite Acéramique, remontent à plus de 10 000 ans. Les treize derniers, de la période Céramique, ont pu être datés avec précision. Ainsi, la couche XIII (la plus ancienne de la période Céramique) est datée de 6800 avant J.C., et la couche I (la plus récente) est datée de 5500 avant J.C. La fresque, se trouvant au niveau VII, d'abord datée de 6 200 av. J.C., a été re-datée par étalonnage dendrochronologique (corrélé à des datations au Carbone 14) de 6 800 à 6 700 ans av. J.C. (J. Mellaart, comm. pers., 1992). Elle est exposée au musée des Civilisations anatoliennes à Ankara, dans le sanctuaire reconstitué, situé dans la partie droite du hall d'entrée. La rapide altération des pigments à l'air et l'action de la lumière ont dégradé de façon importante la couleur ocre d'origine du volcan.

On a cru jusqu'en 1992 qu'il s'agissait de la première peinture au monde dont on ait retrouvé la trace. C'était en outre, à notre connaissance, le premier "enregistrement" que les humains aient consigné, d'une éruption volcanique [151]. En effet, la plus ancienne représentation picturale d'une éruption qu'on ait jusqu'alors trouvée ailleurs (sur l'Etna) est daté de 1500 av. J.C. seulement [136]. C'est aussi le premier plan de ville édité au monde !

Quand on pense qu'il faudra toute la science d'un naturaliste "professionnel" comme Guettard, 7 000 ans plus tard au "Siècle des Lumières", pour reconnaître la nature volcanique des monts d'Auvergne, on ne peut guère taxer l'artiste préhistorique local d'imagination trop débridée, ou de génie divinatoire. La réalité de cette éruption s'impose.

Tout au plus, c'est le lieu précis où elle s'est produite qui peut, à juste titre, donner lieu à une discussion. En effet, sur place, à proximité immédiate du site néolithique de Çatal Höyük, il n'existe pas de vestiges d'appareils volcaniques qui puissent avoir inspiré l'artiste tout en ayant la ville en premier plan.

*** le dynamisme du Hasan Dag ne "colle" pas**

Le Hasan Dagi, qui en 1967 était le plus proche volcan à être catalogué comme actif, était alors pour les archéologues, *a priori*, le modèle à deux cimes recherché. Toutefois, il est distant de plus de 150 km de la ville préhistorique où la fresque a été peinte.

On notera accessoirement qu'il n'est pas nécessaire que l'image de la cité aux maisons rectangulaires soit bien celle de Çatal Höyük : il s'agit purement et simplement "d'une éruption volcanique derrière une cité". Comme J. Mellaart l'a souligné (104), la civilisation de Çatal couvre toute la plaine de Konya, si ce n'est même davantage de territoire.

Seul le visiteur disposant de tout son temps est invité à se détourner sur le site de Çatal Höyük, situé à 60 km de Konya, car il n'y reste plus grand chose à voir : tout a été transporté au musée des Civilisations Anatoliennes à Ankara (bâti sur une ignimbrite du reste).

On suppose que l'opulence de la cité de Çatal Höyük venait des bénéfices de l'exploitation des coulées d'obsidienne du massif de Melendiz (88). Cela encouragerait l'attribution au Hasan Dagi du **volcan double** figuré sur la fameuse peinture : l'artiste, allant aux carrières d'obsidienne ou en revenant, passait au pied de la montagne lorsque l'éruption s'est produite. Par un raccourci très intellectuel, il aurait associé sur la même peinture le volcan éloigné et la ville qui entoure le sanctuaire.

Néanmoins, l'éruption représentée évoque davantage un dynamisme de type strombolien, plutôt que le dynamisme de type péleén qui a marqué les derniers stades d'édification du Hasan Dagi. Le pigment ocre employé par l'artiste pour peindre le double cône correspond d'ailleurs très bien à la couleur ocre que les pentes des cônes stromboliens prennent rapidement par oxydation du fer contenu dans la lave.

Dans ce cas, l'éruption représentée par l'artiste pourrait être celle d'un des innombrables appareils stromboliens de la région qui va de Karapınar à l'Erciyes, dont l'âge est également quaternaire. En effet, l'échelle à laquelle l'artiste a représenté le double cône est difficile à apprécier, en raison du doute sur la perspective.

Cette question, qui a passionné de nombreux géologues comme Tuncay Ercan, A. Sengör, Maurice Krafft, Nyazi Gündoğdu et Tom Simkin, l'un des auteurs s'est attaché à la résoudre à partir de 1991, par des recherches menées sur le terrain avec Dominique Renié et le concours de Nedim Yalçın. Un certain nombre d'alternatives à la solution "Hasan Dag" ont été ainsi avancées.

*** le choix est, en fait, immense**

Les petits cônes stromboliens tardifs qui hérissent les bas versants du Grand Hasan Dag auraient pu faire l'affaire. Néanmoins, ils sont toujours isolés. Puisque la fresque représente le cas, assez rare, de deux cônes accolés l'un à l'autre, c'est donc vers des régions, proches, où cette particularité est connue qu'il faut davantage chercher.

Parmi les autres données du problème, on n'oubliera pas que le peintre a figuré une ville au premier plan. Aujourd'hui, cette ville a bien sûr cessé d'exister, mais, comme à Çatal Höyük, il doit subsister un tertre, un Höyük, à son emplacement.

Un des doublets les plus en vue, dans la région, est celui que forment le Takkeli Dag et son voisin, près de Sillé, à l'ouest de Konya. Le tertre de Karahöyük, au sud de Konya, pourrait être le vestige de la ville du premier plan. Mais vus de ce tertre, les deux pitons volcaniques ne ressemblent guère à ceux de la fresque. Par contre, si on les regarde depuis le tertre d'Alaadin Tepesi, qui sert de rond-point central à Konya, la ressemblance est troublante. Mais cette hypothèse doit être écartée : en effet, ce volcanisme, nous l'avons vu, est d'âge tertiaire.

Les sites les plus propices sont alors : la région du Kara Dag, entre Konya, Karapinar et Karaman, où plusieurs doublets peuvent correspondre à celui de la peinture, notamment celui qui existe à l'ouest de Kilbasan ; la région de Kâzim Karabekir entre Konya et Karaman.

Le Karadag est un massif volcanique de taille importante, couronné par un vaste cratère de type caldera. Les datations les plus récemment obtenues par le M.T.A. sur quelques échantillons de laves de ce massif indiquent un âge de 3,3 à 1,1 Ma, c'est-à-dire Pliocène supérieur à Quaternaire inférieur. C'est donc un volcanisme qui s'est manifesté encore récemment. *A priori*, il serait possible que des datations nouvelles dans cette région démontrent la poursuite de l'activité éruptive, ponctuellement, jusqu'au Néolithique.

* *le double spatter-cône de Seyran Tepesi*

Il existe plusieurs tertres préhistoriques dans la région sud du Karadag. Chacun de ces "höyüks" correspond vraisemblablement aux vestiges d'une cité ancienne. L'un d'entre eux, situé entre Yuvatepe et Kilbasan, pourrait bien correspondre à la ville de la fresque. Les habitants du hameau construit à son pied l'appellent Seyran Tepesi. Il est couronné par un tombeau (le tombeau dit "du grand-père"), édifié semble-t-il avec les pierres d'une construction antique (D. Renié, comm. pers.). Entre le tertre et le Karadag se dressent précisément deux pitons volcaniques soudés l'un à l'autre, d'allure très "fraîche" .

Toutefois, J. Mellaart est formel (comm. pers. 1992) sur la peinture, l'arrière-plan est uniquement le ciel, sans AUCUNE trace d'une quelconque autre montagne derrière. Le sommet du panneau est déchiré et irrégulier, et le côté raide sur la gauche est l'endroit où il a été cassé par une perforation tardive (posthole) venue du niveau de constructions supérieur (on le montre dans l'ouvrage cité en 104, sur la photo p. 132 fig. 60, en bas). Pas la moindre crête du Karadag. La faible différence des couleurs que l'on perçoit sur certaines reproductions photographiques publiées, est purement celle du fond (= du support).

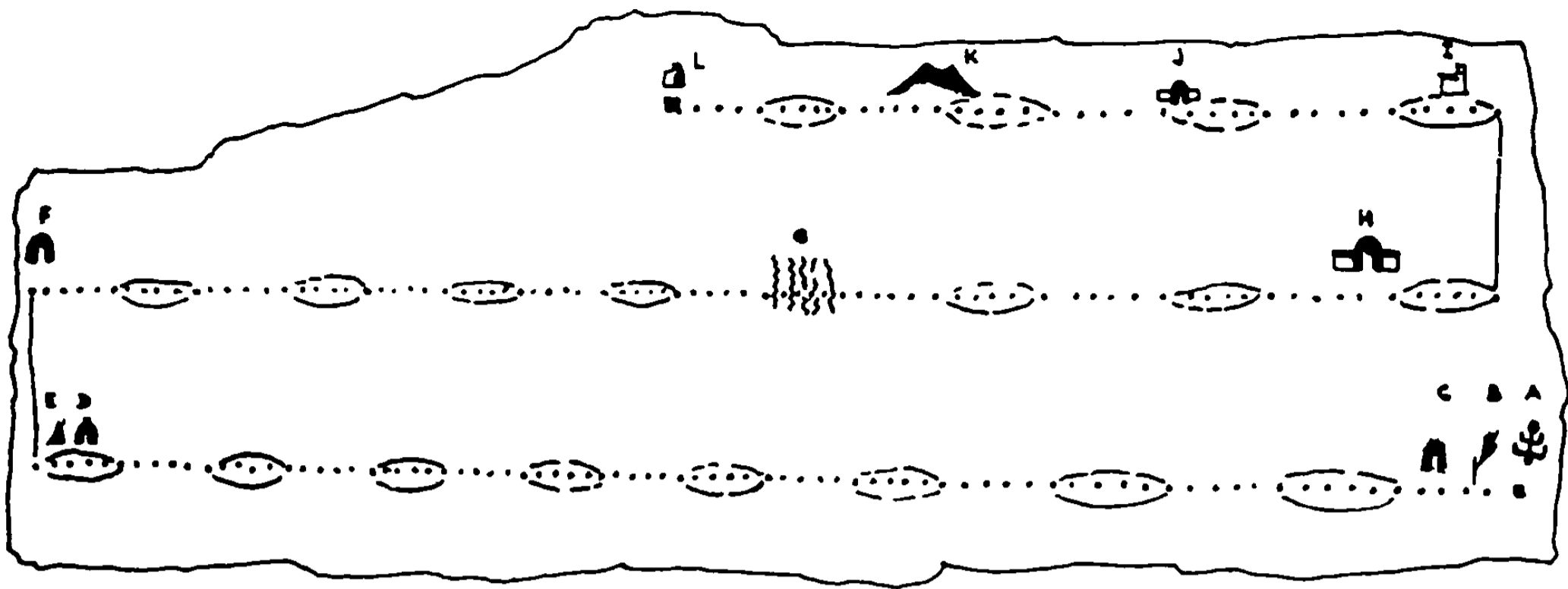
* *L'importance des volcans dans la vie des hommes de Çatal Höyük*

La fresque de la figure 12-bas a été trouvée dans le niveau VII-14 de la série stratigraphique du site, analysée par les archéologues. Dans un niveau plus ancien (le niveau X, daté vers 7 000 av. J.C. d'après l'étalonnage), James Mellaart a trouvé (105) une image énigmatique. On dirait (fig. 13) un chronogramme, dont l'unité de mesure du temps est une génération humaine. Il couvrirait de 11 000 à 7 000 av. J.C., si on se cale sur les petits croquis qui y constituent comme autant d'annotations, et sur les repères archéologiques disponibles (période où les habitations étaient des maisons au toit rond ou des huttes, période où les bâtisseurs sont passés à des maisons carrées, etc.):

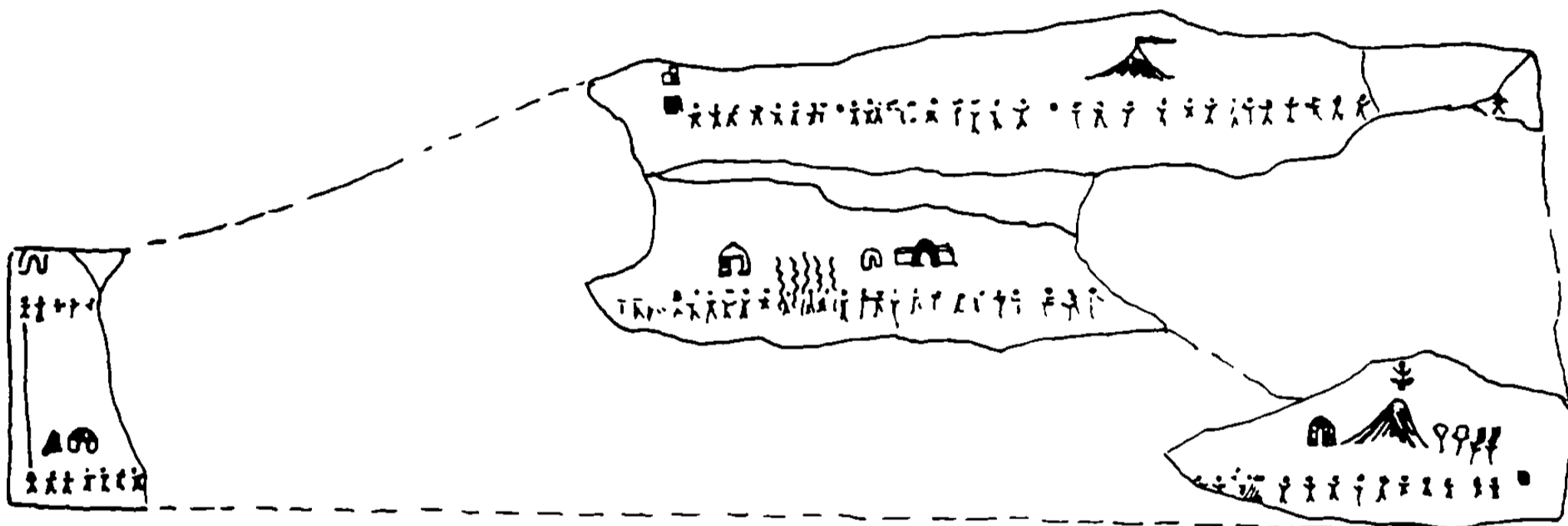
La fig. 13-1, en haut, montre la première peinture dégagée, où l'échelle du temps est marquée par des points rouges, avec tous les 10 points un point noir, et des regroupements tous les cinq points ; au centre (fig. 13-2): la seconde peinture apparue après l'effondrement de la première, où des silhouettes humaines remplacent les points ; les bornes sont les mêmes ; en bas (fig. 13-3), l'interprétation de James Mellaart (1989).

Parmi les croquis, la silhouette d'un volcan se remarque trois fois. Si l'on se fie à l'étalonnage dendrochronologique calé sur les datations au Carbone 14, la fondation de Çatal Höyük remonterait à environ 11 000 avant J.C., époque à laquelle est figuré le volcan enneigé, couronné par la divinité, en bas à droite des deux tableaux.

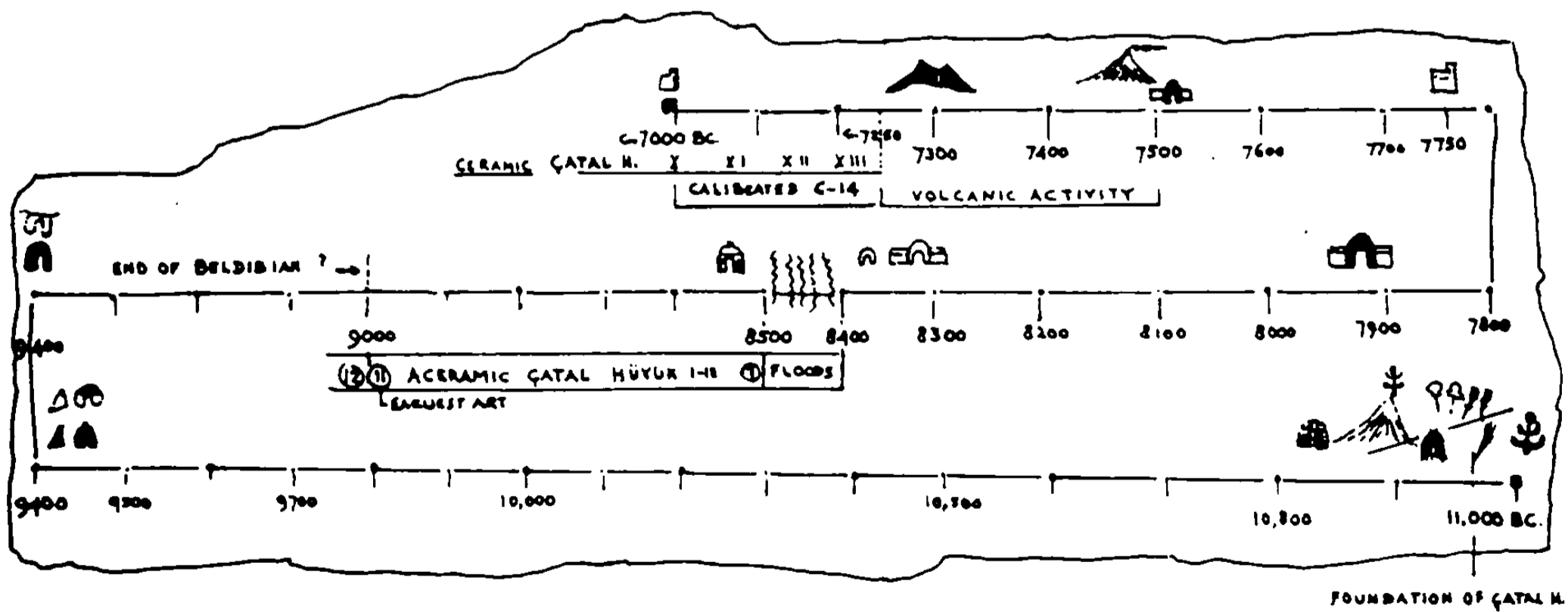
Vers 7500 av. J.C., le volcan fait parler de lui dans la région, puisqu'on le représente avec un panache. Il s'agit selon toute probabilité du **Meso Hasan Dagi** de Erkan Aydar (1990). Un paroxysme se produit peu après semble-t-il, puisque le peintre a consigné nettement que le volcan qui était monocité au début, perd son sommet vers 7 400-7 300 av. J.C. (James Mellaart [105], et comm. pers.).



1



2



3

Figure 13 - Chronogramme de l'Histoire du peuple de Çatal Höyük trouvé dans le niveau X des fouilles, d'après J. Mellaart, 1989. Légende : au bas de la page de texte ci-contre.

Le but poursuivi par le ou les peintres (il y a eu deux fresques peintes l'une sur l'autre) était sans doute de laisser à la postérité une sorte de livre d'Histoire. Il n'en demeure pas moins qu'il s'agit là, en même temps, du premier Catalogue des éruptions volcaniques connu au monde (7 000 av. J.C.).

Il est tentant de voir dans le cône tronqué de la peinture l'aspect que présentait peut-être le Meso Hasan Dagi après le paroxysme qui a engendré la caldera 2, paroxysme qui serait ainsi daté de 7500 av. J.C.

*** Des peintures encore plus anciennes**

Au cours de la mise au net du présent mémoire, les auteurs ont contacté James Mellaart à Londres, afin d'échanger les points de vue. Ce dernier, qui a pris en 1991 sa retraite de l'Institute of Archaeology, a eu l'extrême obligeance de donner son autorisation à publier ses observations de 1961-65 restées encore inédites, qui sont d'une valeur inouïe. En dehors d'échanges de vue constructifs il y a quelques années avec des géologues turcs, alors qu'il travaillait encore en Anatolie, leur auteur avait depuis, et jusqu'ici, renoncé à les publier, faute de volcanologue voulant bien apporter son éclairage, d'une part, et en raison de l'incrédulité de ses confrères d'autre part.

*** Où il est bien question d'un volcan**

Ce qui a encouragé James Mellaart à penser au Hasan Dag, c'est un certain nombre d'images de volcans trouvées plus tard à Çatal Höyük, dans un état fragmentaire, durant les fouilles, copiées sur place et reconstituées ensuite - comme les éclats d'une poterie. Malheureusement, la peinture et le plâtre sont terriblement fragiles - et les pièces ne purent pas être sauvegardées. Aussi, tout ce qu'il en reste, c'est un enregistrement par l'image - fait par l'artiste dessinateur de la mission, sous la supervision de J. Mellaart, entre 1961 et 1969.

Ces peuples de Çatal Höyük semblent avoir été des "experts" dans la peinture de paysage - sans doute en lieu et place de cartes destinées à délimiter les régions qu'ils considéraient comme les leur, ou celles qu'ils visitaient à la recherche de matière première, en particulier d'obsidienne.

Cette habitude qui est la leur, peut être pistée du haut en bas de la succession des niveaux de constructions, jusqu'aux niveaux les plus bas du site (bien en dessous du niveau de la plaine - comme l'a attesté un sondage (inédit) que la mission a pratiqué en 1963 - lorsque le fonçage fut arrêté par la nappe).

Dans cette phase acéramique qui est datée de environ 10 000 à 8 500 av. J.C. (par étalonnage), il y avait seulement quelques fragments de petites peintures murales, mais une quantité d'argile non cuite, de marne, shale, et de plaquettes en bois, toutes gravées de scènes variées - plutôt primitives - mais comprenant déjà des représentations de montagnes, et un thème récurrent est un volcan (?) coiffé de neige, répété encore et encore, à l'évidence un symbole essentiel.

Comme, par ailleurs, l'industrie lithique de ces niveaux précoces est principalement en obsidienne, le lien avec la région du Hasan Dag pourrait expliquer ce point de repère.

*** La formation du Neo Hasan Dagi ?**

Aucune de ces plaquettes précoces ne montre une éruption volcanique - sauf (fig. 14) une qui montre des cônes stromboliens alignés et un champ recouvert par des coulées de lave, ainsi qu'une autre (fig. 15). Ces deux dernières plaquettes proviennent du niveau XI (ou d'un plus ancien) c'est-à-dire vers 7 100 av. J.C. ; il faut ajouter "plus ancien" parce qu'il pourrait s'agir d'héritages, comme les outils d'époque précoce en obsidienne que l'on a trouvés avec.

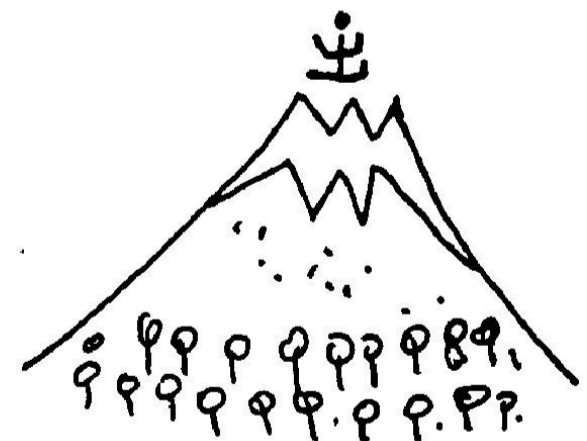
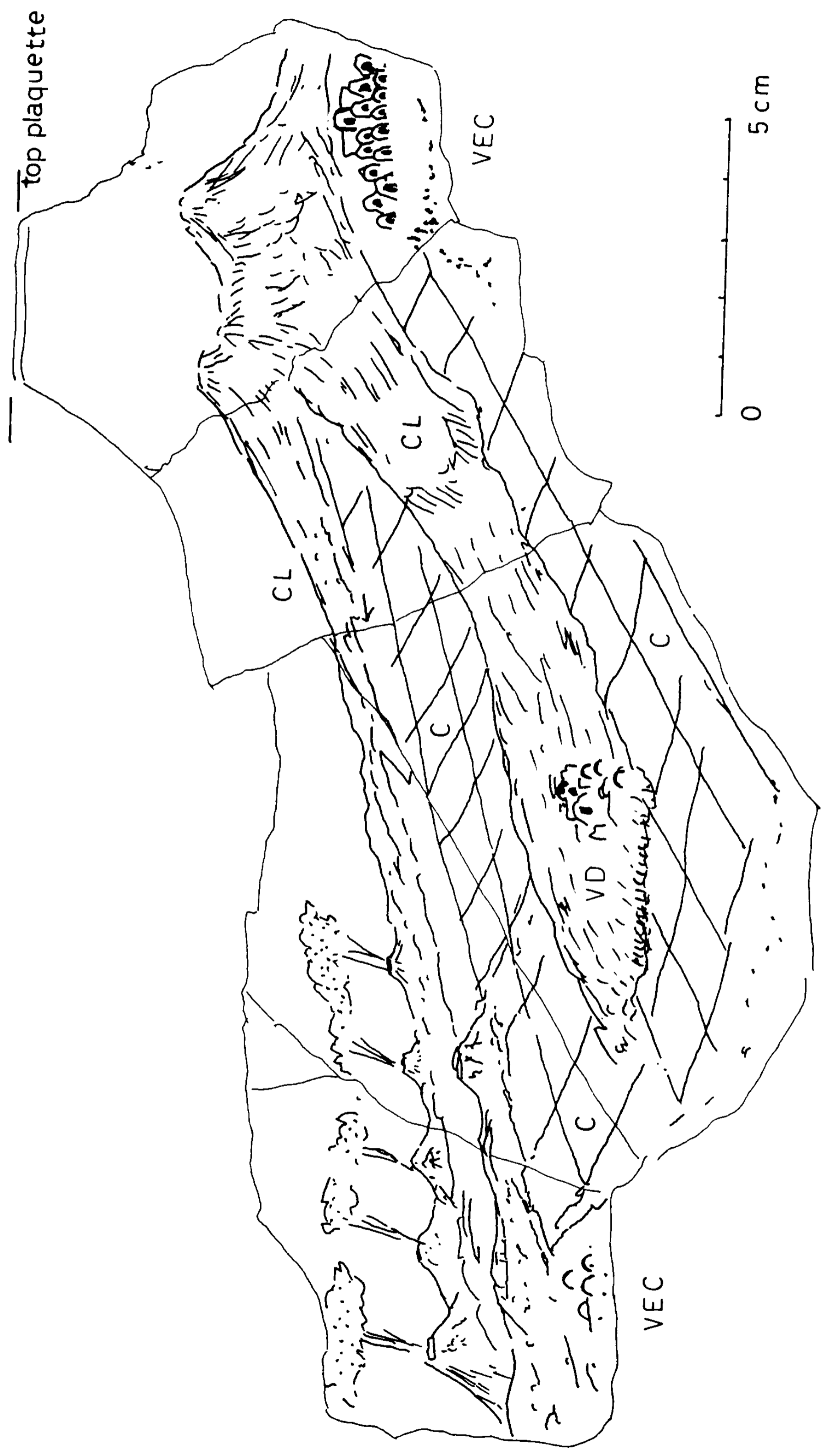


Figure 14 - Peinture trouvée au niveau E XI.1 de Çatal Höyük, copie aimablement communiquée par James Mellaart (comm. pers., 1992). Copie brute faite rapidement sur le site, d'après nature. Couleurs rouge, gris et jaune. Village épargné par la coulée, CL = coulées de lave, VD = village détruit, C = champs (losanges). Légende : VEC



Les reliefs représentés sur la peinture de la figure 14 sont particulièrement suggestifs des flancs sud-ouest et sud du Hasan Dagi actuel. La peinture témoigne semble-t-il de la période où la caldera 2 est en cours de comblement par le **Neo Hasan Dagi**. On voit également bien l'alignement nord-sud des cônes stromboliens qui s'égrènent le long de la route d'Aksaray à Adana, et qui sont représentés en activité.

La coulée proprement dite qui est représentée, pourrait être la coulée à blocs très récente que l'on voit aujourd'hui (photo 12) sur le flanc sud du grand cône du Hasan Dagi, avec ses énormes levées visibles au tiers supérieur de la pente, et son front chaotique.

Toutefois, il serait possible qu'il s'agisse d'une nuée ardente, voire même d'une ignimbrite comme celle dont on observe aujourd'hui les nombreuses reliques sur les flancs ouest, sud-ouest et sud du volcan, et qui caractérisent l'activité du Neo Hasan Dagi.

Sur la peinture de la figure 15, il pourrait s'agir d'une retombée plinienne de ponces, et on a vu justement que la mise en place des ponces de Taspinar et de Kitreli semble très récente. La cohorte des fuyards évoque bien ce qu'a pu être l'évacuation de Pompei. Le dynamisme éruptif représenté pourrait, certes, être au contraire strombolien. Mais il est difficile de penser qu'il puisse s'agir d'un simple petit cône strombolien, au lieu du Hasan Dagi ou d'un volcan de taille similaire : en effet, l'échelle ne serait alors pas harmonieuse entre le grand volcan en éruption, les petits cônes stromboliens éteints alignés sur sa gauche, et le village menacé. L'éruption plinienne est donc plus plausible, à moins qu'il se soit agi d'une éruption phréatique.

La peinture du niveau VII-14 (figure 12) étant datée de 6800-6700 av. J.C., l'activité des deux cônes qui y sont représentés serait contemporaine de la poursuite de l'édification du Neo Hasan Dagi.

* *D'autres peintures aux niveaux VIII-IV*

Il y a dans les niveaux postérieurs VIII à IV quelques peintures murales, ou bien peintes comme sur un tableau noir.

La plus étonnante (niveau V.8, figure 16-a ci-après) montre un paysage, avec une partie d'un habitat à maisons rondes toutes recouvertes d'un dôme. Un grand cône est isolé (volcan) en arrière-plan, dont les bas de pente sont boisés et le sommet enneigé.

Au-dessus est peinte une autre fresque - avec une cité constituée de maisons rectangulaires - mais le sommet du volcan y est dédoublé (décapité). La végétation des pentes du volcan a disparu au profit de laves noires. Un cône strombolien a surgi au nord, d'où s'échappe sur son versant droit une coulée de lave noire.

Au point de vue archéologique, ceci suggère qu'une séquence d'événements de type " Passé et Présent " a été à l'évidence le thème d'inspiration du peintre : une leçon d'Histoire.

Au point de vue volcanologique, ceci suppose à nouveau qu'un paroxysme a interrompu la croissance du volcan, et l'idée s'impose tout d'abord à l'esprit, que le peintre a enregistré, par cette oeuvre inouïe, l'épisode (vers 6000 av. J.C. ?) de la destruction du Neo Hasan Dagi et de la formation de la **caldera 3** de E. Aydar et A. Gourgaud (1990), à l'intérieur de laquelle la croissance du Grand Hasan Dagi va se poursuivre ensuite jusqu'à l'Actuel.

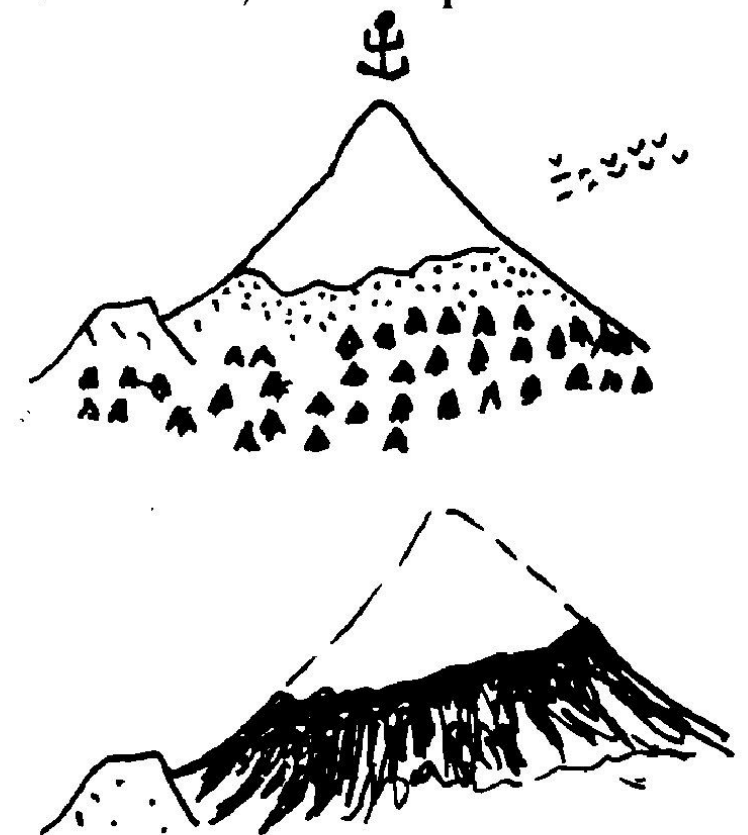
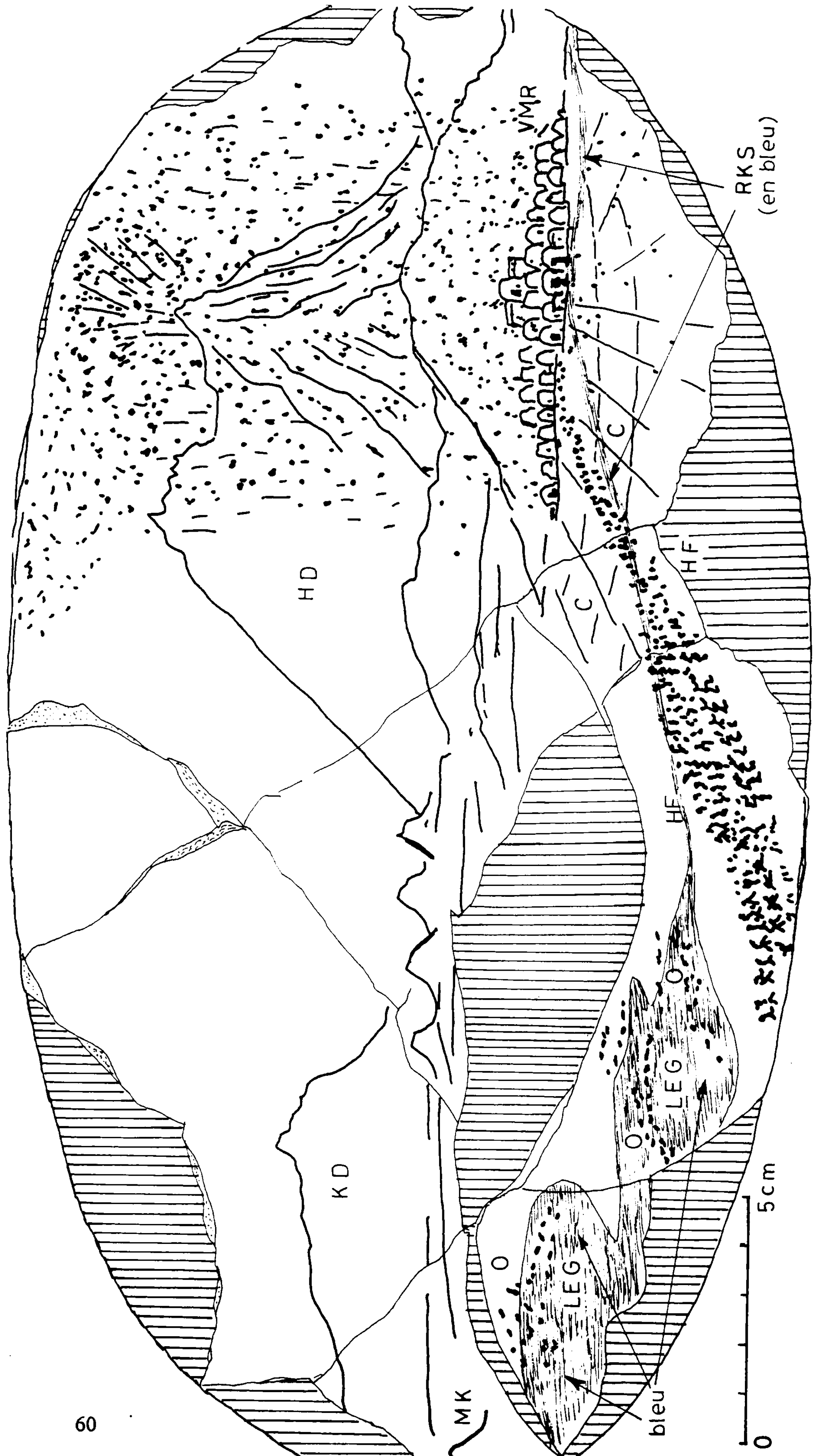


Figure 15 - Peinture trouvée au niveau E XI.1 de çatal Höyük, copie aimablement communiquée par James Mellaart (comm. pers., 1992).

Couleurs rouge et bleu sur marne blanche. Légende interprétative : RKS = rivière Kislca Su, VMR = village à maisons rondes, C (losanges) = champs, HD = Hasan Dag, KD = Karaca Dag, LIG = Lac (ou marais) d'Eregli Gölü, MK = grand cône strombolien du Meke Dag peut-être (Sud de Karapinar), O = oiseaux, HF = habitants en fuite. En hachures : zones détruites de la plaquette. L'observateur regarde vers le Nord.



Toutefois, il est possible que la peinture ne soit qu'une ré-édition de celles qui relataient l'épisode de la formation de la caldera 2, dont la tradition se serait perpétuée à Çatal Höyük, à travers les générations successives de peintres.

* *Le Grand Hasan Dag en éruption*

La fidélité du détail est une des choses les plus étonnantes. Par exemple, l'artiste a bien distingué les cônes stromboliens restés noirs, de ceux que l'oxydation du fer et les fumerolles ont rendu roux.

Il y a encore quelques paysages - avec manifestement les volcans de la région d'Aksaray sur la droite du Lac Salé, et des chasseurs en train de prendre des moutons au filet - une autre scène avec Acigöl à gauche, les cheminées de fées d'Ürgüp au centre et l'Erciyes Dag sur la droite (en deux versions l'une au-dessus de l'autre) - et surtout le témoignage indiscutable d'éruptions.

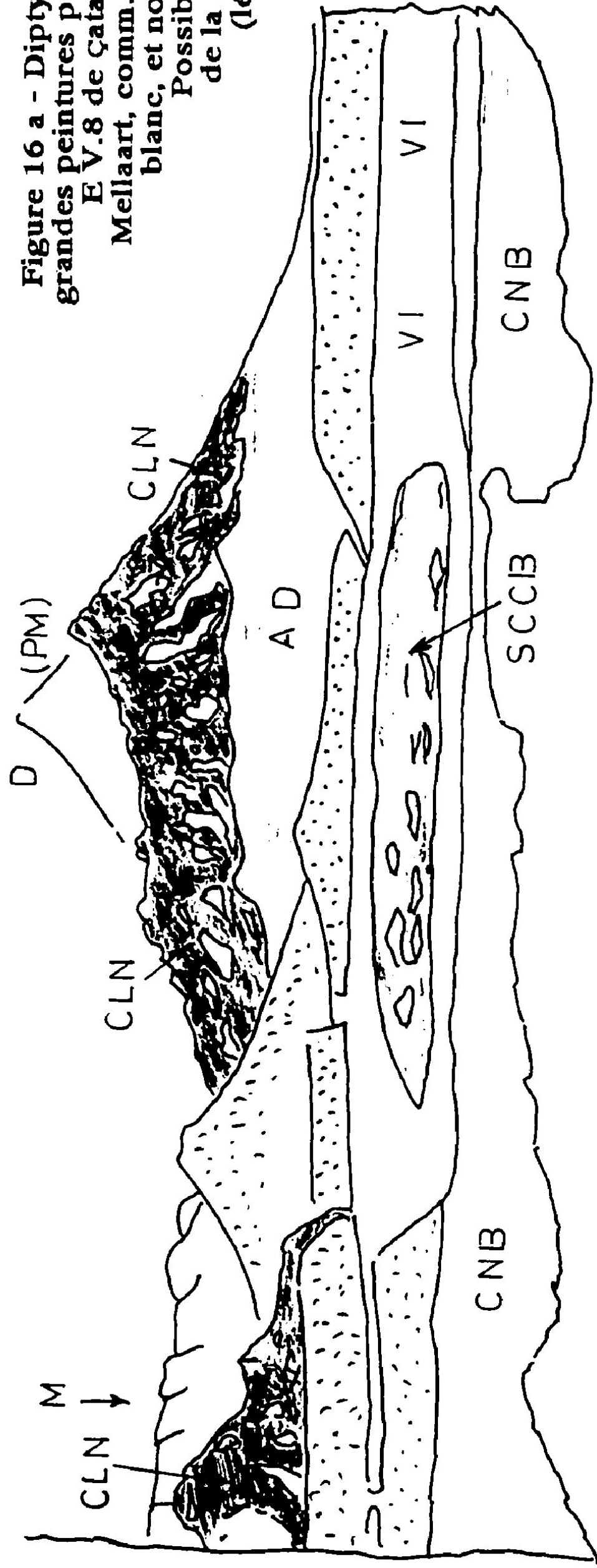
On a trouvé en effet une représentation plutôt brute de l'éruption d'un volcan avec une **nuée ardente** (fig. 16-b ci-après) - et un fragment d'une peinture avec deux cônes stromboliens actifs (photo 13) dessinés avec un réalisme terrifiant - chose qui est difficile à croire si le peintre ne l'a pas réellement vue de ses propres yeux (ou reproduite à partir d'un exemple antérieur, une pratique connue à Çatal Höyük qui jette le doute sur toute datation de scènes spécifiques). La figure 16-b qui évoque avec réalisme une nuée ardente s'écroulant en avalanche sur le franc nord du volcan, est effectivement tout à fait conforme au dynamisme éruptif subactuel du Grand Hasan Dagi, tel que l'examen des dépôts volcaniques sur ses flancs permet de le retracer.

Cette tentative de reconstitution paléovolcanologique n'est qu'un exemple parmi la foule des interprétations passionnantes que cette publication des découvertes de J. Mellaart ne manquera pas de susciter. Les **datations des téphras** seraient un précieux auxiliaire, notamment pour les dépôts éruptifs qui, comme les ponces à biotite macroscopique de Kitreli, étaient de toute manière déjà suspectés d'une mise en place d'âge subactuel. La fouille archéologique d'autres "höyüks" de la région pourrait par ailleurs apporter une moisson de données volcanologiques supplémentaires, car il est bien connu, en Histoire de la peinture, que lorsqu'une Ecole atteint un niveau de développement important, elle ne tarde pas à faire des émules dans les contrées voisines. Le gouvernement turc vient de relancer les fouilles de Çatal Höyük, dans le cadre d'une nouvelle collaboration avec les archéologues britanniques. C'est le gage que de nouvelles découvertes sont imminentes.

Légende de la figure 16a (page paire suivante) - Diptyque de type "avant-après" de grandes peintures panoramiques trouvé au niveau E V.8 de Çatal Höyük, copie aimablement communiqué par James Mellaart (comm. pers., 1992). Panorama montrant le versant NW du Hasan Dag, vu de la basse vallée du Melendiz au NW. Au-dessous, séquence "avant", et au-dessus, séquence "après éruption".

Symboles : *1/ sur la vue "avant" (en bas)* : Points noirs, sur les pentes = arbres (A), dans le ciel = oiseaux (O), N = neige, D = divinité, LF = limite de la forêt, M = mesas, C = champs, VRP = (vallée) rivière avec peupliers, CJF/P = champs jaunes à froment/paille, VMR = village à maisons rondes. *2/ sur la vue "après" (en haut)* : (D) = la divinité et toute vie ont disparu, (PM) = ancienne silhouette du pic ajoutée en filigrane par l'artiste "pour mémoire", CLN = coulées de laves noires, M = Melendiz, AD = arbres disparus, couverts de cendres, SCCB = site du village recouvert de cendres noires, CNB = champs noircis et brûlés, VI = vallée inondée.

Figure 16 a - Diptyque de type "avant-après", de grandes peintures panoramiques trouvé au niveau E V.8 de Çatal Höyük (copie d'après James Mellaart, comm. pers., 1992). Couleurs jaune, blanc, et noir. Etats successifs du volcan. Possible témoignage de la formation de la caldeira 3 du Neo Hasan Dagi (légende complète : bas de page précédente).



Le peintre a représenté le volcan d'abord (en bas) à un stade où il se terminait en cône aigu (à cime défilée), puis à un stade (en haut) où il a été décapité (et la divinité a disparu). La ville aux maisons rondes a été rasée dans l'intervalle, et les arbres en bas de pente ont été recouverts de coulées de lave noire, tant sur les flancs du volcan principal que sur le cône strombolien de gauche, tout noir (bien repérable aujourd'hui).

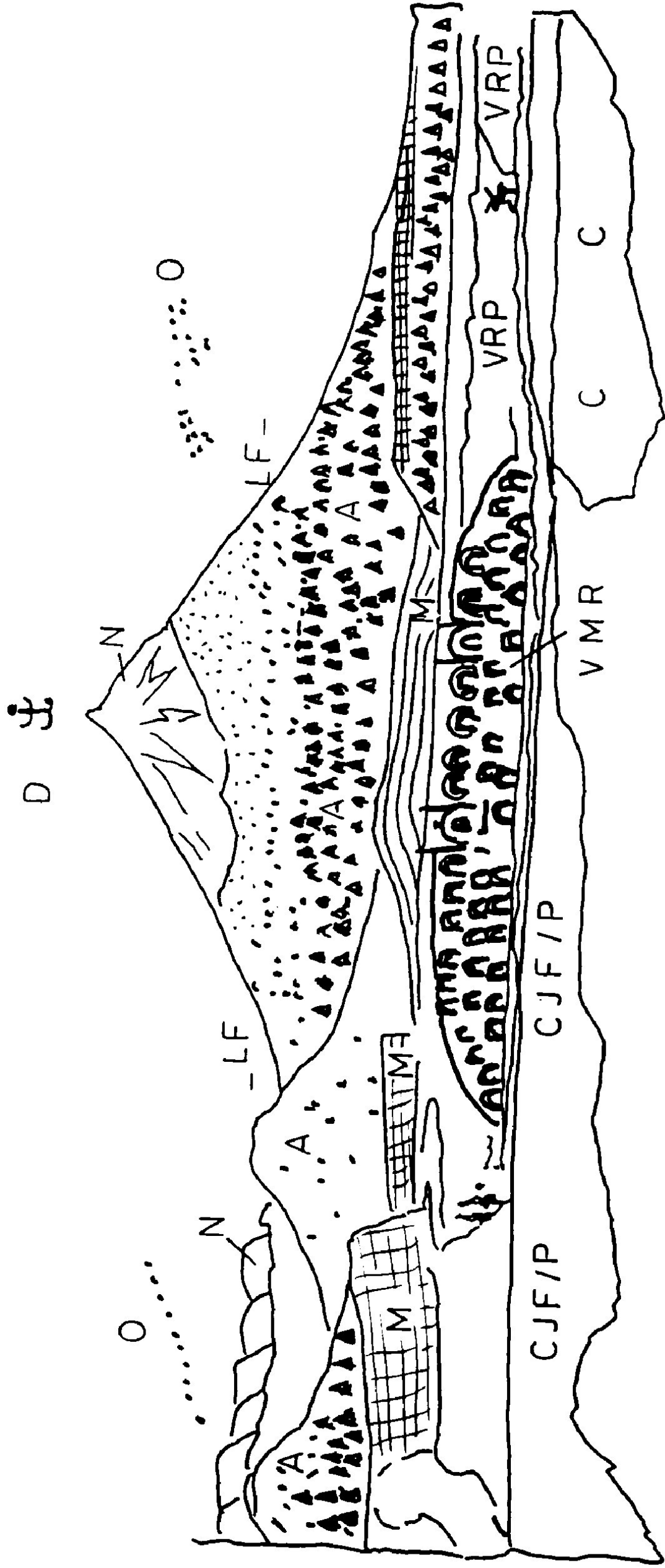
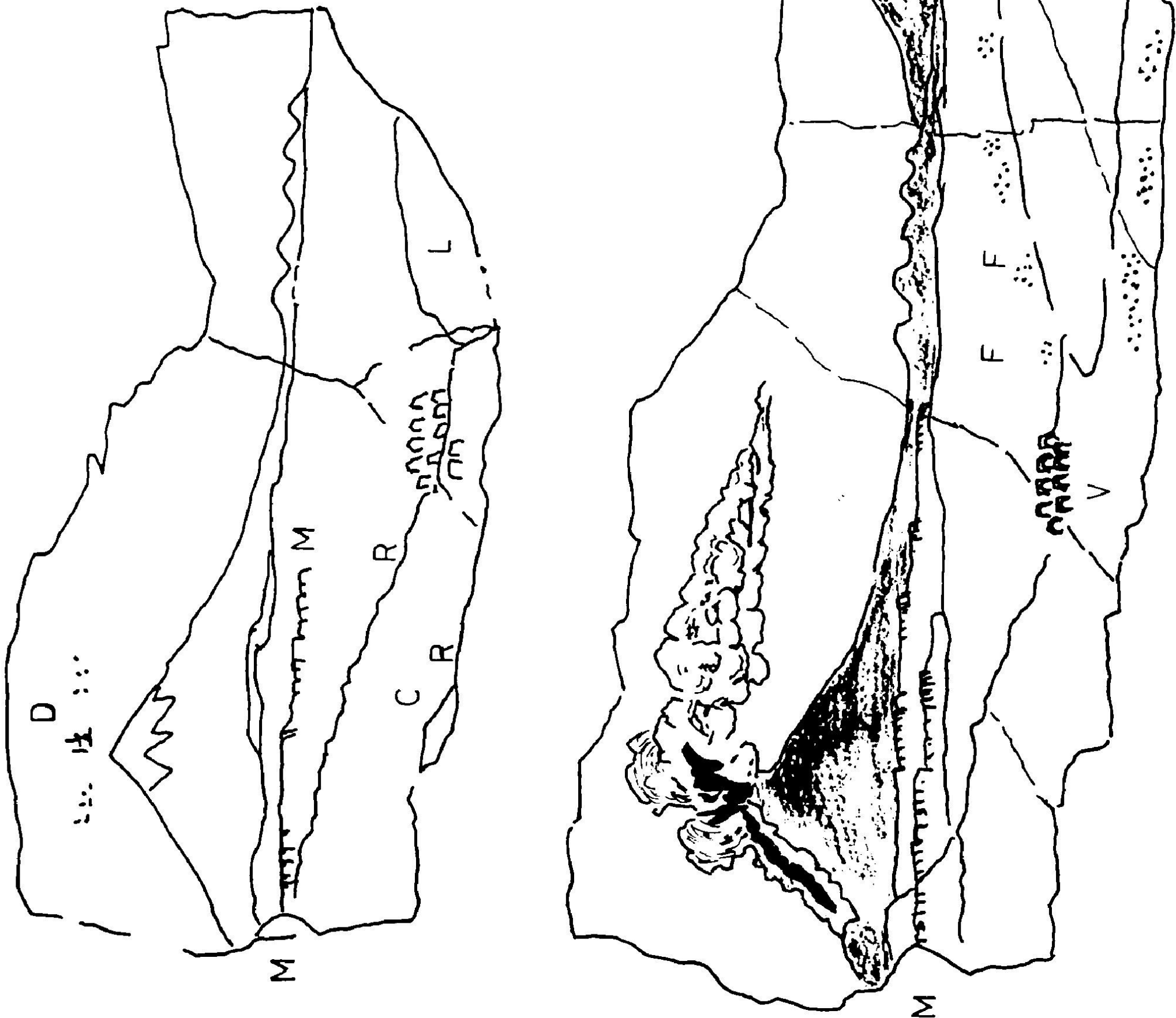


Figure 16 b - Diptyque de type "avant-après", de grandes peintures panoramiques trouvé au niveau E IV.8 de Çatal Höyük (copie aimablement communiquée par James Mellaart, comm. pers., 1992).

Couleurs d'origine rouge, blanc, beige, bleu, violet et noir.
 Séquence d'évènements où l'on voit la représentation typique d'un panache horizontal et d'une nuée ardente sur le Hasan Dag, avec le Karaca Dag sur sa droite, et la plaine d'Aksaray vue du NW (Lac Salé).

Légende : (en haut) = "avant",
 (en bas) = "après",
 D = divinité et oiseaux, M = mesas, R = rivière, C = champs, L = lac, LS = Lac Salé, V = village. Le coeur de la nuée et du panache sont en rouge sur l'original (ici en noir épais)



Les pillow lavas du Taurus

La route de Nigde à Adana par le défilé de Pozanti, qui a vu passer toutes les armées de l'Antiquité, recoupe dès les contreforts du Taurus de beaux empilements de laves en coussinets. Ce sont les termes basiques des épanchements sous-marins océaniques d'âge secondaire qui couronnent la pile ophiolitique. Dans les péridotites des parties profondes de cette pile, la Turquie exploite de nombreux gisements de chromite, concentrée dans des chambres ou conduits magmatiques de dimensions variées. La Turquie oscille, suivant les années, entre le sixième et le quatrième rang mondial comme producteur de chromite.

Les ophiolites de Turquie, comme celles que l'on rencontre dans la chaîne alpine, sont des copeaux du manteau terrestre, ramenés à la surface par les dislocations tectoniques. Ces roches, qui sont normalement situées entre 60 et 600 km sous nos pieds, constituent le quart de la masse du Globe. C'est sur leur dos que les plaques "naviguent", c'est à partir d'elles que les basaltes "suintent" jusqu'à Hawaii ou en Islande.

En route vers l'Erciyes : les ignimbrites de Kayseri

En route vers le sommet de l'Erciyes Dag, la traversée de la ville de Kayseri sera le prétexte pour trois visites importantes, sinon quatre :

- visite de la banlieue nord-ouest de Kayseri, en bas des pentes nord de l'Erciyes Dag, où plusieurs cônes adventifs sont impressionnants de fraîcheur ; un réseau de rues et de pistes permet d'en faire un circuit partiel en voiture ;
- visite au musée archéologique, à la sortie sud de la ville (ne pas confondre avec le musée ethnographique). On y admirera la collection des pièces romaines frappées à l'effigie du dieu-volcan (23, 68) ;
- halte gastronomique (les pastirma, sorte de viande des grisons, ou boeuf séché) ;
- échantillonnage, en allant sur la route de Malatya, de la nappe d'ignimbrite épanchée dans cette direction, qui forme une petite barre à perte de vue. C'est l'Unité de Valibaba (17, 18, 101, 102, 122).





Photo 12 : Flanc sud-sud-ouest du Hasan Dagi avec coulées à blocs et levées

Photo 13 : Décalque d'une fresque du niveau E V 5 de Çatal Höyük (photo James Mellaart)



LE MONT ARGÉE ou ERCIYES DAG

un haut lieu de l'Antiquité

Aux portes de la Cappadoce qui constitue le site touristique le plus beau de Turquie, le mont Argée est d'accès très facile depuis Ankara, par la route de Kayseri (4 h de voiture, 330 km).

LE VOLCAN ERCIYES : UN GÉANT MAJESTUEUX

Il domine de ses 3 916 m cette petite ville qui n'est qu'à 1 050 m d'altitude, sur le plateau Anatolien. C'est un massif montagneux élégant (photos 14 & 15). Le cratère sommital a été, avec le temps, complètement disséqué par l'érosion ; il n'en reste que le flanc sud. Tout autour par contre, de nombreux cônes adventifs, très bien conservés, hérissent les pentes : il y en a 68 (cf. figures 17 et 18).

À partir d'une bonne route pavée, un télésiège pour skieurs courageux hisse les plus téméraires jusqu'au fond d'un cirque d'où l'on peut atteindre le sommet en trois ou quatre heures de marche.

Là-haut, ce sont les neiges éternelles. L'été 1989 fut cependant tellement torride que la calotte de glace, juste sous le sommet, a fondu un peu plus que d'habitude, découvrant les vestiges insoupçonnés d'un **temple antique**. Ainsi s'est trouvé brusquement rappelé le caractère sacré du mont Argée, pour les anciens.



UN VOLCAN ÉLEVÉ AU RANG DES DIEUX

La « Montagne Blanche » des Hittites

C'est sans doute à cause de sa calotte permanente de neige que les Hittites (du 2^e millénaire jusqu'à 1 200 ans av. J.C.) l'avaient appelé Harkasos ou Montagne Blanche. Le panthéon Hittite comprenait comme le souligne Mehmet Cuhadar, un certain nombre de monts déifiés, comme l'Erciyes (23).

En fait, cela n'a rien d'exceptionnel. Dès la préhistoire, les hautes montagnes furent souvent sacrées en raison de leur inaccessibilité, de leur proximité présumée des Dieux, dans le ciel. Pour les Grecs, l'Olympe (qui n'est pas un volcan) était même la maison des Dieux.

Qui plus est, lorsqu'on n'avait pas de montagne, on la construisait, en brique : ainsi sont nées ces curieuses tours à étages carrés en retrait, les « ziggourat » des Sumériens, dans les plaines de Mésopotamie, comme celle de Suse (Iran).

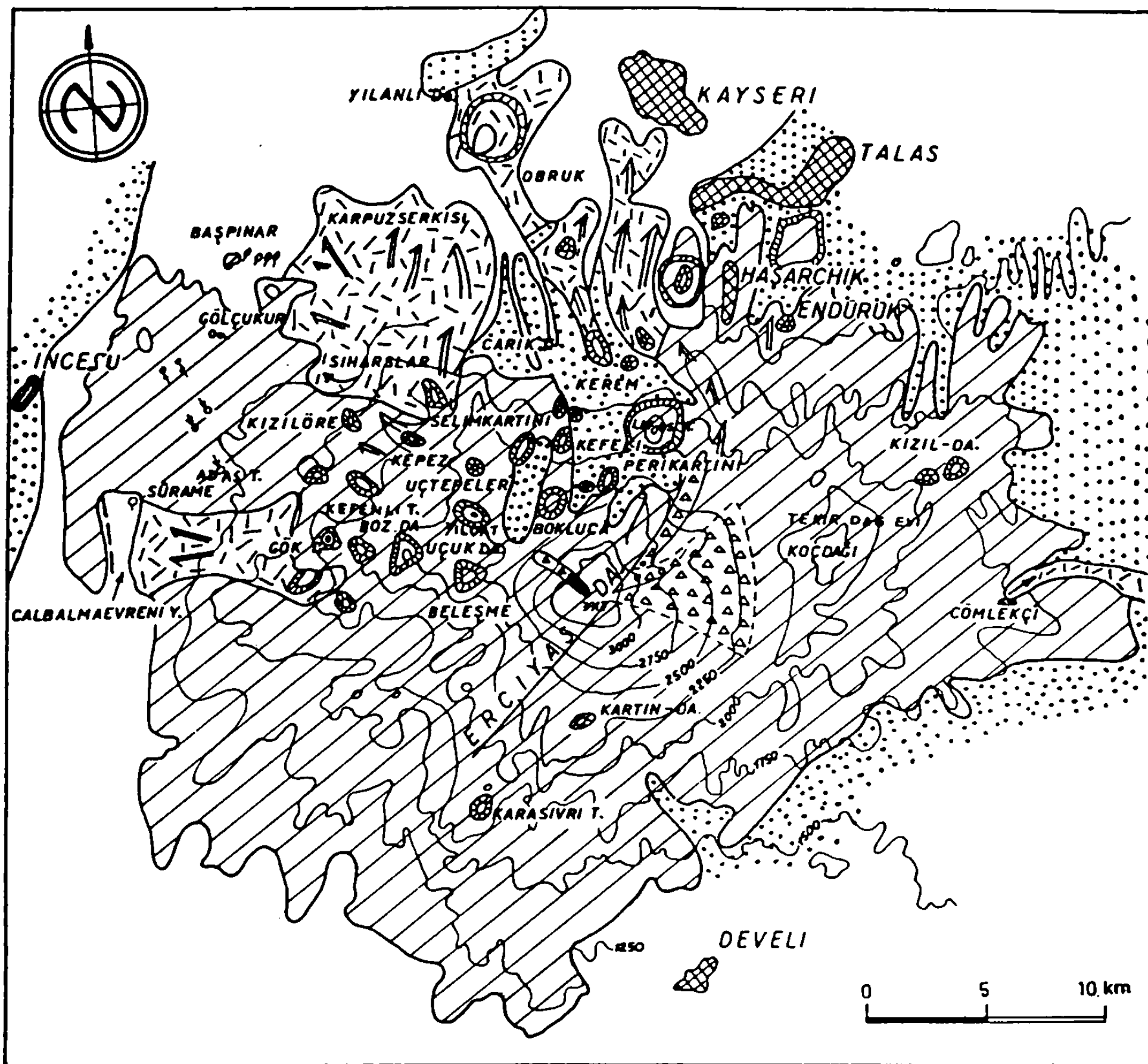
Une pierre Hittite sculptée, datée du XIII^e s. av. J.C. , montre un dieu de l'orage au-dessus de trois dieux-montagnes, ce qui semble bien correspondre à l'Erciyes. En outre, le tunnel creusé de main d'homme que les alpinistes franchissent près du sommet du volcan, juste avant d'attaquer le clocheton terminal, pourrait bien avoir été utilisé pour le culte de la divinité.



Photo 14 - L'Erciyes Dagi vu de l'ouest (Cappadoce)

Photo 15 - Flanc sud de l'Erciyes Dagi avec (à gauche) le dôme-coulée du Dikkartini Tepe





- | | | |
|---------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| Alluvial deposits | Alluvial talus | Pleistocene moraines |
| Small glacier | Olivine basalts | Andesites |
| Tuffs, (including welded tuffs) | Adventive cones and craters | Direction of old lava flows |
| | Towns and villages | |

Figure 17 - Esquisse géologique de l'Erciyes Dag (d'après Blumenthal et Lebküchner, dans Catalogue of Active Volcanoes of the World (1964).

Typhon, Zeus et le volcan

Un bas-relief Hittite daté de 1 000 ans av. J.C. présente le Dieu des éléments (qui préfigure Zeus ou Jupiter) en train de tuer un serpent enroulé ; des flammes et des bombes volcaniques s'échappent du corps du serpent (région de Malatya, à l'est de l'Erciyes). Cette légende durera longtemps : en effet, pour les Grecs, Typhon était un monstre énorme avec d'affreuses têtes de dragon, et, pour bras et pour jambes, d'innombrables serpents enroulés. Sa gueule crachait des pierres enflammées. Zeus était le seul Dieu susceptible de vaincre ce monstre de Cilicie, région dont l'Erciyes fait partie.

Les Perses et le culte du feu

Les Perses ont longtemps occupé la Turquie (le Pactole -un simple torrent- et les mines de Crésus ont été retrouvés près de Kula). Leur culte d'adoration du feu a trouvé un terrain bien sûr très fertile en Cappadoce, sous Darius Ier. Hérodote rapporte qu'ils associaient culte de Zeus et adoration du volcan, et les temples du feu sont particulièrement nombreux en Cappadoce. Parfois, c'est une simple stèle, comme on en a trouvé à Bunyan (35 km à l'est de Kayseri).

Jupiter, l'empereur et le volcan pendant la colonisation romaine

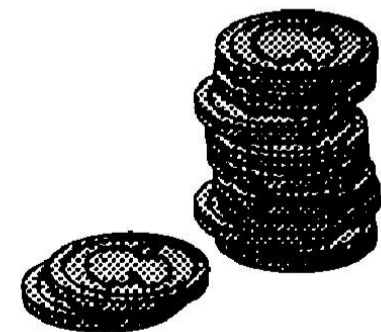
Avant la colonisation romaine, le culte de l'Erciyes prend la dimension la plus forte. La divinité est représentée sur certaines pièces de monnaies (23, 68) tantôt sous les traits d'un visage d'homme, grave, barbu, de profil, tantôt comme une montagne. À l'exemple de ce que sera plus tard la Trinité, le Dieu-volcan est parfois gravé sous la forme de trois montagnes au lieu d'une, représentant peut être Zeus, Hélios et Sérapis. Sur certaines pièces, Hélios est caractérisé par son casque à rayons ou par une étoile. L'écrivain antique Solinos précisa que les habitants sont persuadés que Zeus demeure à l'Erciyes.

Il ne dit rien hélas qui puisse nous expliquer si c'est l'observatoire volcanologique de l'époque que la canicule fera émerger de la neige en août 1989, deux millénaires plus tard, au sommet de l'Argeion Oros, comme l'appellent les Grecs (Montagne Blanche). Hélas, l'hiver suivant a retissé un linceul blanc sur les vestiges, pour on ne sait combien de siècles encore : en 1990 et en 1991, il n'a pas été possible d'atteindre les vestiges à nouveau ; en 1992, en raison des abondantes chutes de neige qui se sont prolongées jusqu'à fin mars, les névés sont restés abondants encore en été.

Les monnaies romaines sont donc un témoignage rare du culte qui a entouré le volcan, et dont R. B. Stothers et M. R. Rampino (136) ont, à notre avis, donné un aperçu trop superficiel. Car ces pièces sont très **éloquentes** (fig. 19 à 22) :

Ce sont les empereurs Septime Sévère et Sévère Alexandre, qui frappent monnaie à Kayseri (68), qui instaurent le double culte, de l'Erciyes et de leur auguste personne divine. Remercions-les de cette marque de mégalomanie, grâce à laquelle des "effigies" caricaturales du **volcan** antique sont parvenues jusqu'à nous, presque aussi nettes que sur des photographies, sur les pièces de monnaie qu'archéologues et pillards trouvent en grand nombre dans les tombeaux, au mépris de la loi.

(NB : le commerce de ces pièces, et même le port d'une seule d'entre elles, est sévèrement sanctionné en Turquie. Il vaut mieux se contenter de les voir au musée archéologique de Kayseri).



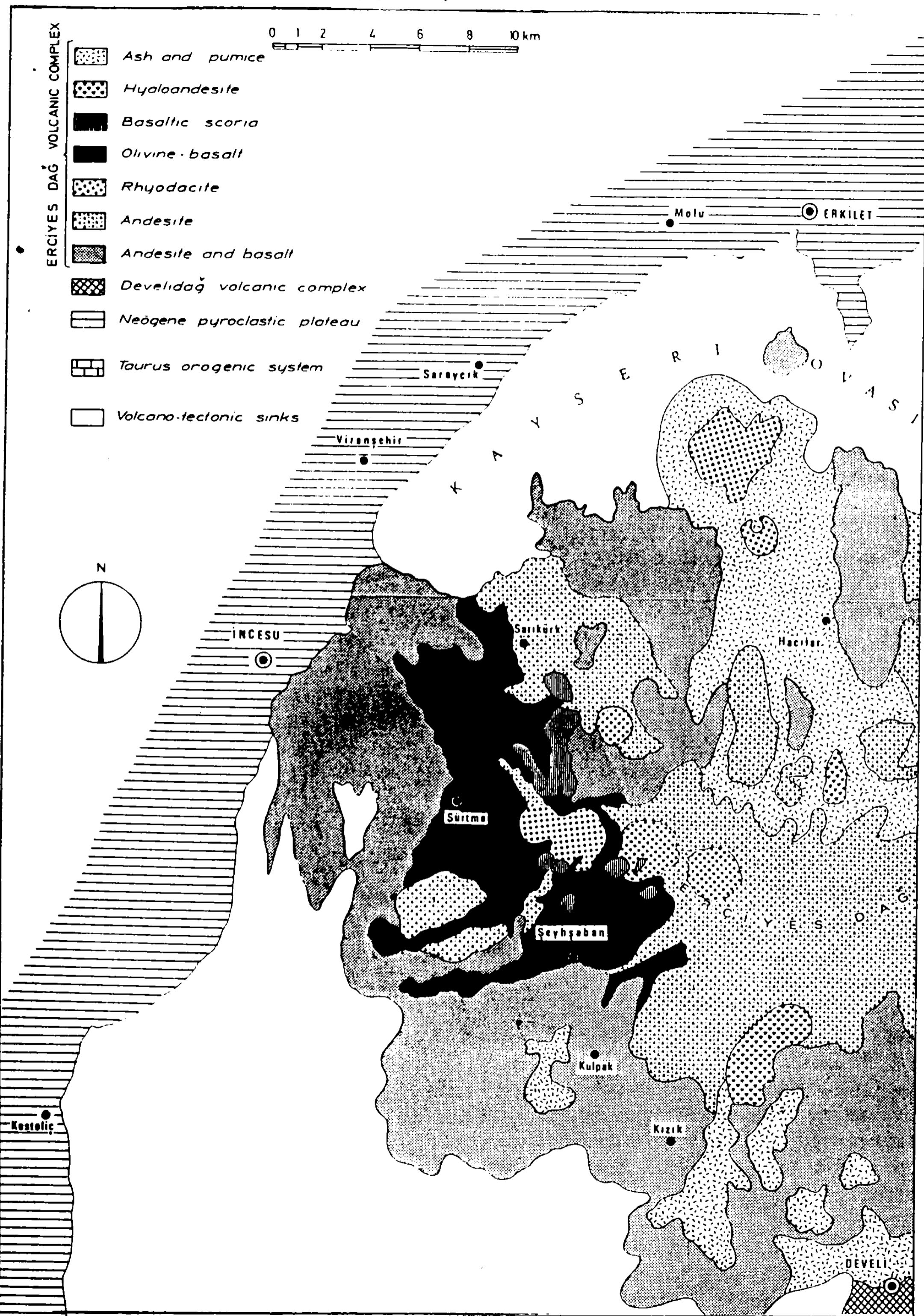


Figure 18 - Esquisse géologique de l'Erciyes Dagi d'après G. Pasquare, 1968.

On trouve aussi la silhouette de l'Erciyes en petites statues de bronze, surmontées d'un aigle symbolisant la divinité, ainsi qu'en sculpture sur le mors des animaux de trait, et sur des pierres précieuses (fig. 23).

Onze types de pièces à l'effigie du volcan

Les pièces peuvent être regroupées en onze représentation. Leur taille a évolué au cours de l'Empire, jusqu'en 253 apr. J.C. où la dernière des 224 fabriques de monnaie recensées entre l'Anatolie et Chypre frappe une ultime empreinte de l'Erciyes, sur une pièce de bronze de 25 mm de diamètre.

En effet, au début, les pièces sont en argent, en or ou en électrum (Au-Ag). Lorsque la faillite impériale se fait sentir dans la province autonome de Kayseri (la Césarée), la taille des pièces diminue graduellement, d'année en année, pour atteindre 2,3 g seulement. A ce moment elles sont remplacées par des pièces lourdes, souvent en bronze, de taille pouvant être plus grande puisque leur coût de fabrication est moindre.

Les planches 19 à 23 illustrent d'après (23, 68) les types de figuration recensés qui montrent le volcan en tant que tel. Parmi ceux-ci, la symbolique est très importante :

- l'homme au bâton, c'est Zeus, avec sa couronne ;
- la montagne est surmontée d'un aigle, d'une couronne, d'une gerbe de fleurs ;
- au sommet, une étoile, demi-lune, ou croissant de lune symbolise l'influence céleste, divine ;
- le volcan est placé sur un présentoir, un plateau (offrande) ;
- le temple, la maison des Dieux ;
- le dieu a pris place dans un char tiré par des éléphants, pour une procession religieuse ;
- le volcan est dans la main du dieu Sérapis ;
- le volcan est sur le chef d'une déesse, celle de la ville de Kayseri ;
- le volcan surmonte le temple à colonnes.

LES ROMAINS ONT-ILS ASSISTÉ AUX DERNIERES ÉRUPTIONS ?

On remarquera que les flammes sont représentées de façon très suggestive sur certaines pièces. Ce détail a une toute autre signification que les simples étoiles mentionnées par Richard Stophers et Michael Rampino (136).

De nos jours aucune manifestation volcanique ne se produit à l'Erciyes ; pas la moindre fumerolle. D'une façon générale, beaucoup de visiteurs pensent que les deux géants qui encadrent la Cappadoce, l'Erciyes et le Hasan Dag, sont irrémédiablement éteints. De fait, argumenter sur les formes jeunes, vives du relief volcanique, n'a pas grande signification dans les régions à climat subdésertique, où tout est quasiment « embaumé ». Néanmoins, les cônes adventifs de l'Erciyes sont remarquablement conservés.

Tout repose sur le témoignage de Strabon

Strabon, le célèbre géographe de la fin du 1er siècle apr. J.C., décrit l'Erciyes et ses contreforts comme étant entourés de vastes marais qui laissaient échapper du feu et de la fumée. Sur le bas des pentes couvertes de forêts, on pouvait voir, dit-il, des zones indubitablement brûlées par le feu dans la plaine de Kayseri (Mazaca) (23, 28).

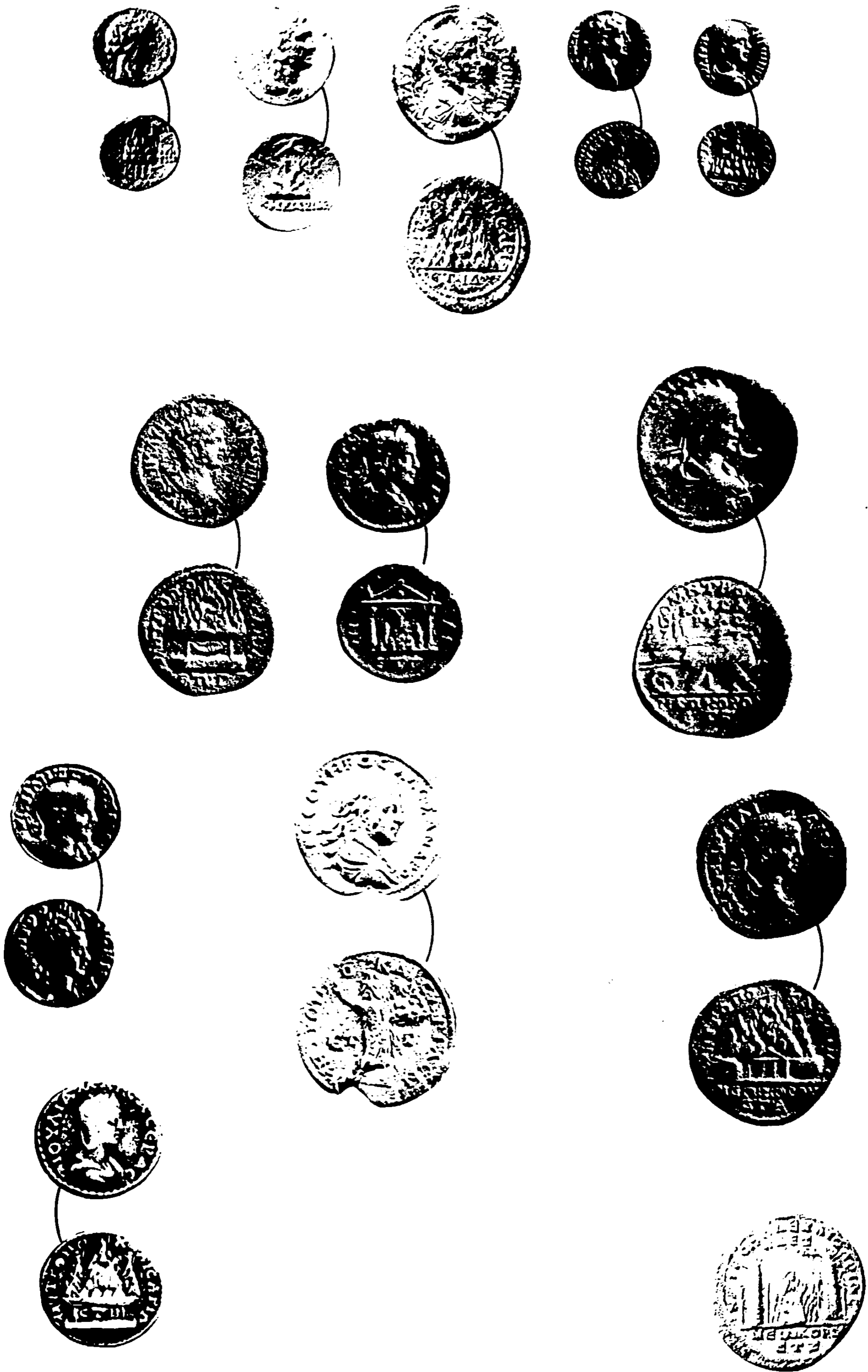


Figure 19 - Pièces romaines de la Césarée, représentant l'Erciyes Dag, sous diverses symboliques (grandeur.nature), d'après Baydur (1987) et Güler (1987).

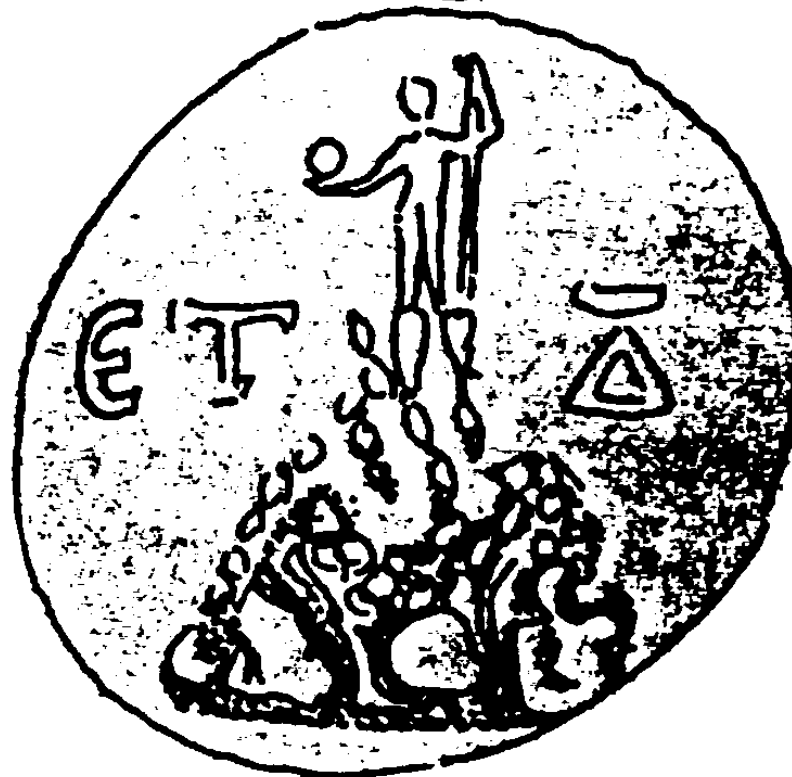
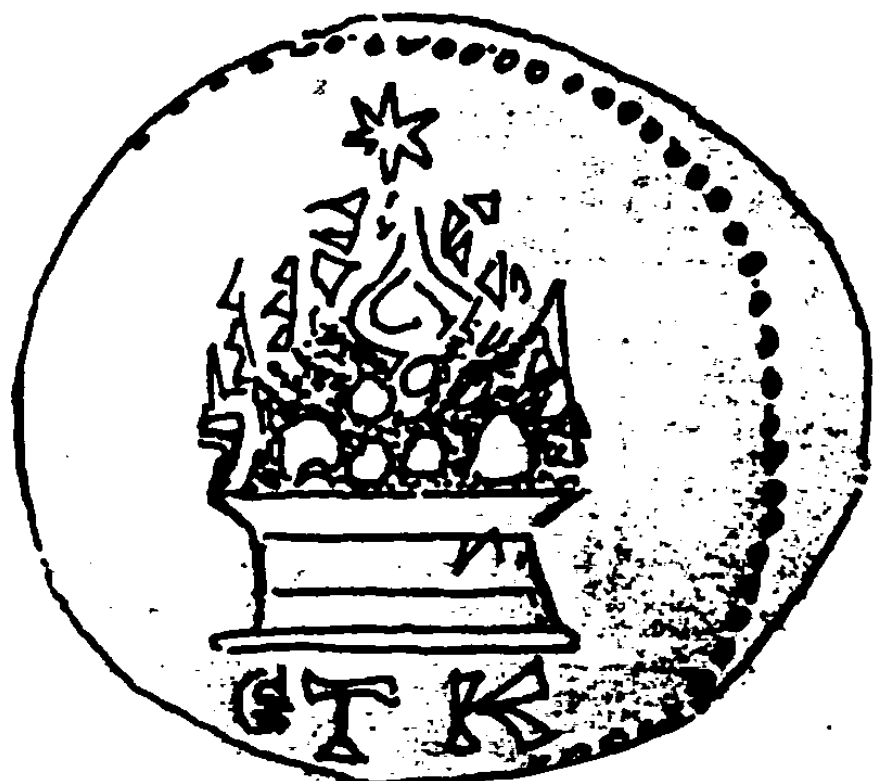
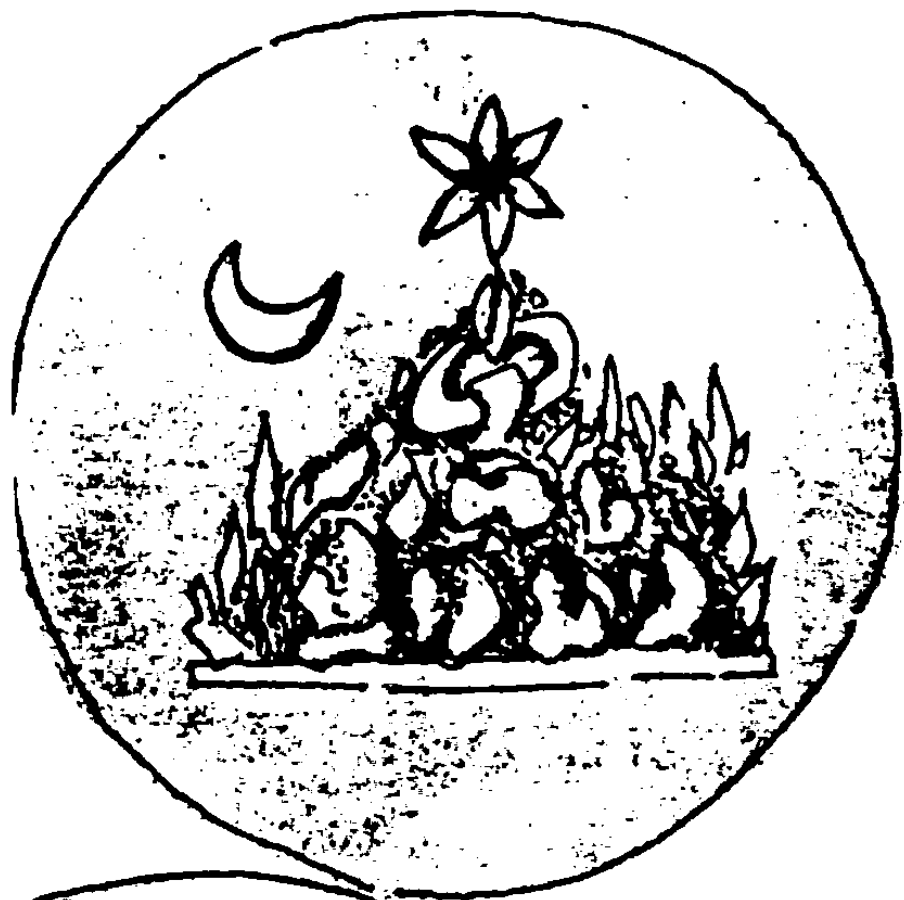


Figure 20 - Pièces romaines de la Césarée, représentant l'Erciyes Dag sous diverses symboliques (grossissement : X 3 à X 6), d'après Baydur (1987) et Güler (1987).



Figure 21 - Pièces romaines de la Césarée, représentant l'Erciyes Dag sous diverses symboliques (grossissement : X 3 à X 6), d'après Baydur (1987) et Güler (1987).



Figure 22 - Pièces romaines de la Césarée, représentant l'Erciyes Dag sous diverses symboliques (grossissement : X 3 à X 6), d'après Baydur (1987) et Güler (1987).

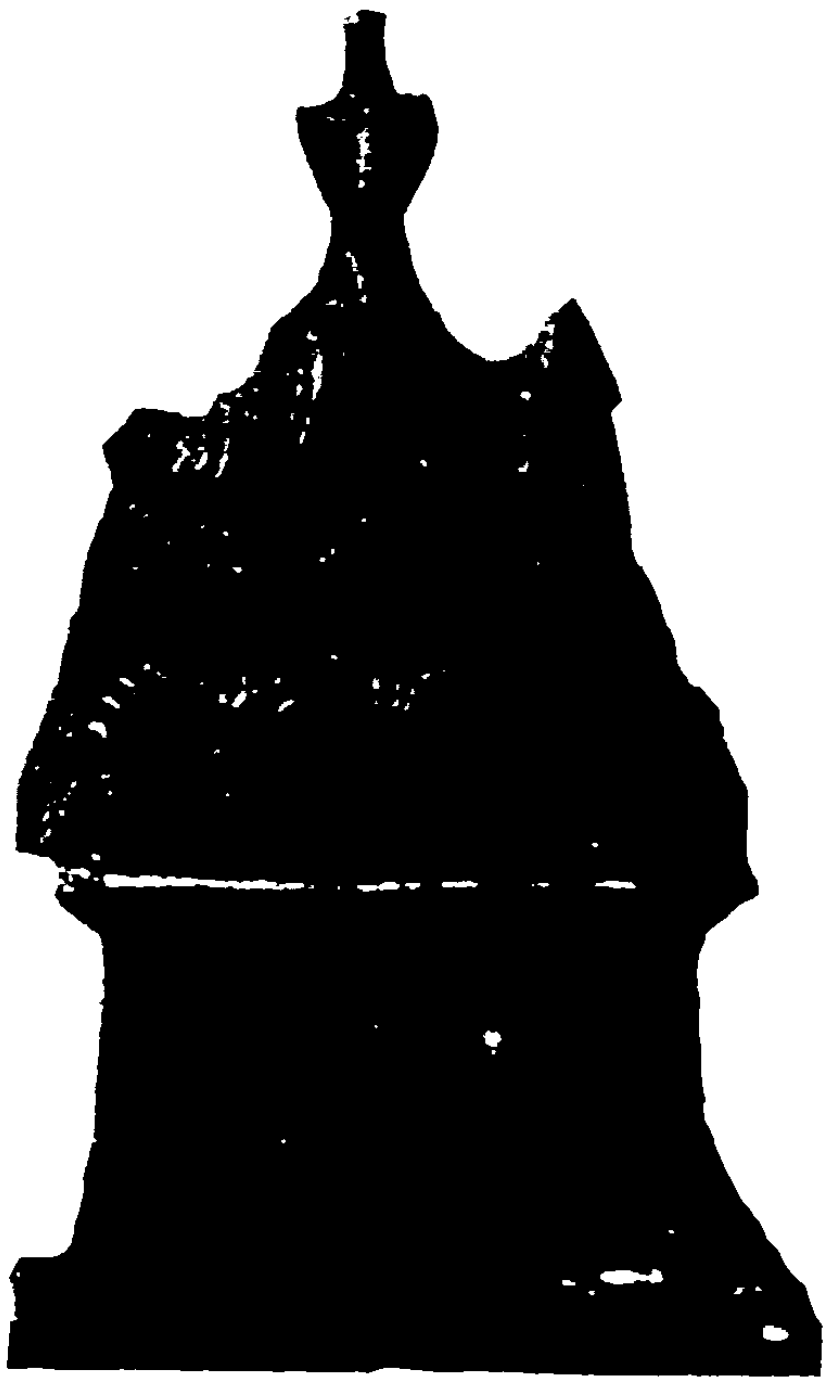


Figure 23 - Statuettes et ornements romains de la Césarée, représentant l'Erciyes Dag sous diverses symboliques (grossissement : X 1 à X 3), d'après Baydur (1987) et Güler (1987).

L'opinion des « classiques » de la volcanologie.

À la suite de Hamilton qui gravit le volcan en 1837, les « pairs » de la volcanologie comme Karl Cäsar von Leonhard (1844), George Poulett-Scrope, C.W.C. Fuchs et, plus récemment, Karl Sapper estiment le témoignage des pièces de monnaie explicite.

Claudien, un autre géographe et historien, avait d'ailleurs parlé, lui, des cimes *enflammées* de l'Argée.

Le Catalogue of Active Volcanoes of the World se range à cette opinion (28).

Sources thermales et séismes récents.

Dans la région, Lahn, en 1941, avait déjà attiré l'attention sur des phénomènes post-volcaniques tels que les sources chaudes sulfureuses et les émanations locales de CO₂ autour du Hasan Dagi (93, 150). Ces données furent malheureusement oubliées par la suite (28).

Les épaisses accumulations de travertins le long de la faille de Kizil Irmak, qui se poursuivent encore de nos jours, en sont un autre exemple.

En outre, le tremblement de terre du 20 février 1940 (28) qui ne causa de destructions que dans les villages qui sont localisés autour du volcan et qui ne fut pas ressenti en d'autres points, dans la chaîne Taurique, est interprété (122) comme un trémor d'origine volcanique, qui resta sans lendemain.

Un tremblement de terre a eu lieu en novembre 1989. De faible intensité (4-5), il a causé la destruction de quelques maisons en pisé, au NNW de Kayseri. Il ne semble pas qu'il y ait nécessairement un lien avec le volcan, mais il ne faut pas désespérer...

LE DYNAMISME ÉRUPTIF : LES DONNÉES RÉCENTES DE LA VOLCANOLOGIE

La compilation des données disponibles à la fin des années 50 (28, 95) a été profondément remaniée par la thèse de Pasquare (122) publiée en 1968. Nous ne disposons pas encore de données plus récentes collectées par le Service Géologique National Turc (Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü - MTA) qui s'est intéressé au potentiel de l'Erciyès en énergie géothermique (16-18). Une thèse est également en préparation (69, 11) à l'Université Hacettepe d'Ankara.

Le plus ancien stade d'édification du volcan a été la mise en place d'un volcan bouclier basaltique avec quelques dômes-coulées d'andésite, au Néogène. On peut entrevoir ce soubassement dans les basses pentes de l'ouest du volcan, le long de la route périphérique de Kayseri à Develi (fig. 24).

Ultérieurement, se sont superposés (fig. 25) un stratovolcan andésitique, puis plusieurs systèmes radiaux de dômes exogènes dacitiques. Des ponces rhyodacitiques ont ensuite été émises, puis des coulées de basalte à olivine et, finalement, des pointements de cônes stromboliens basaltiques.

À une phase franchement plus récente, d'âge quaternaire à subactuel, sont attribués des dômes exogènes de composition hyalodacitique à hyaloandésitique, accompagnés de l'émission de nouvelles ponces et de nuées ardentes.

Le dôme le plus typique est le **Dikkartini Dag**, à 5 km au sud du sommet. Diamétralement aligné avec le Dikkartini, 4 km au NNE du sommet, le **Kartin Dagi** est également facile d'accès. Des coulées s'en échappent. La structure visqueuse, en tumulus plus hauts que larges (Kartin Dag : 200 x 100 m) constitués de verre, est spectaculaire.

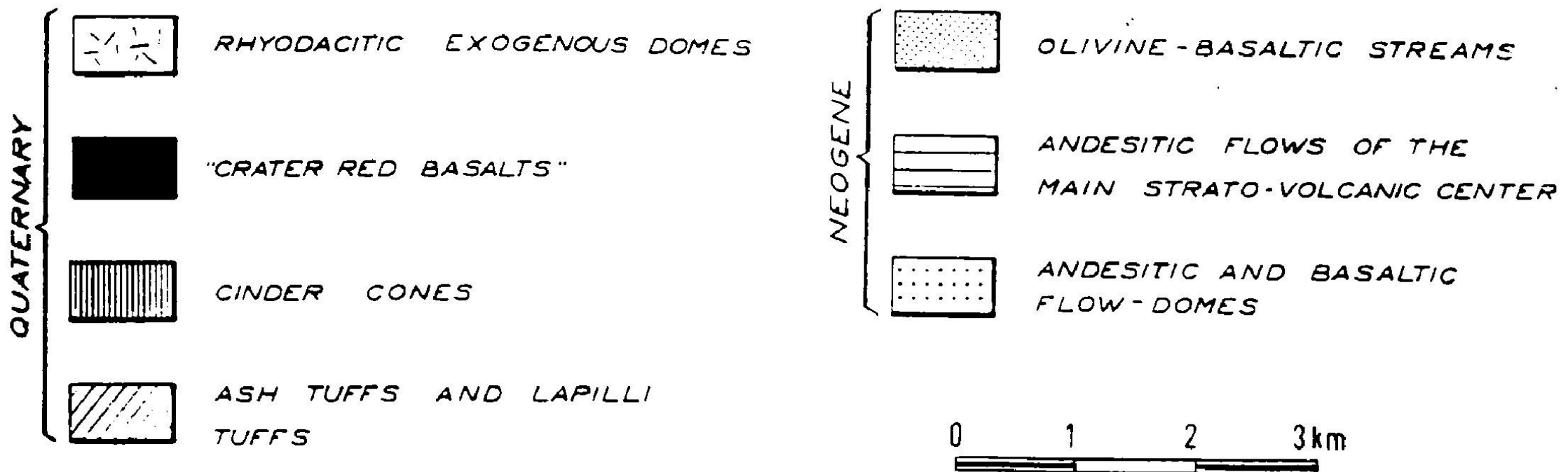
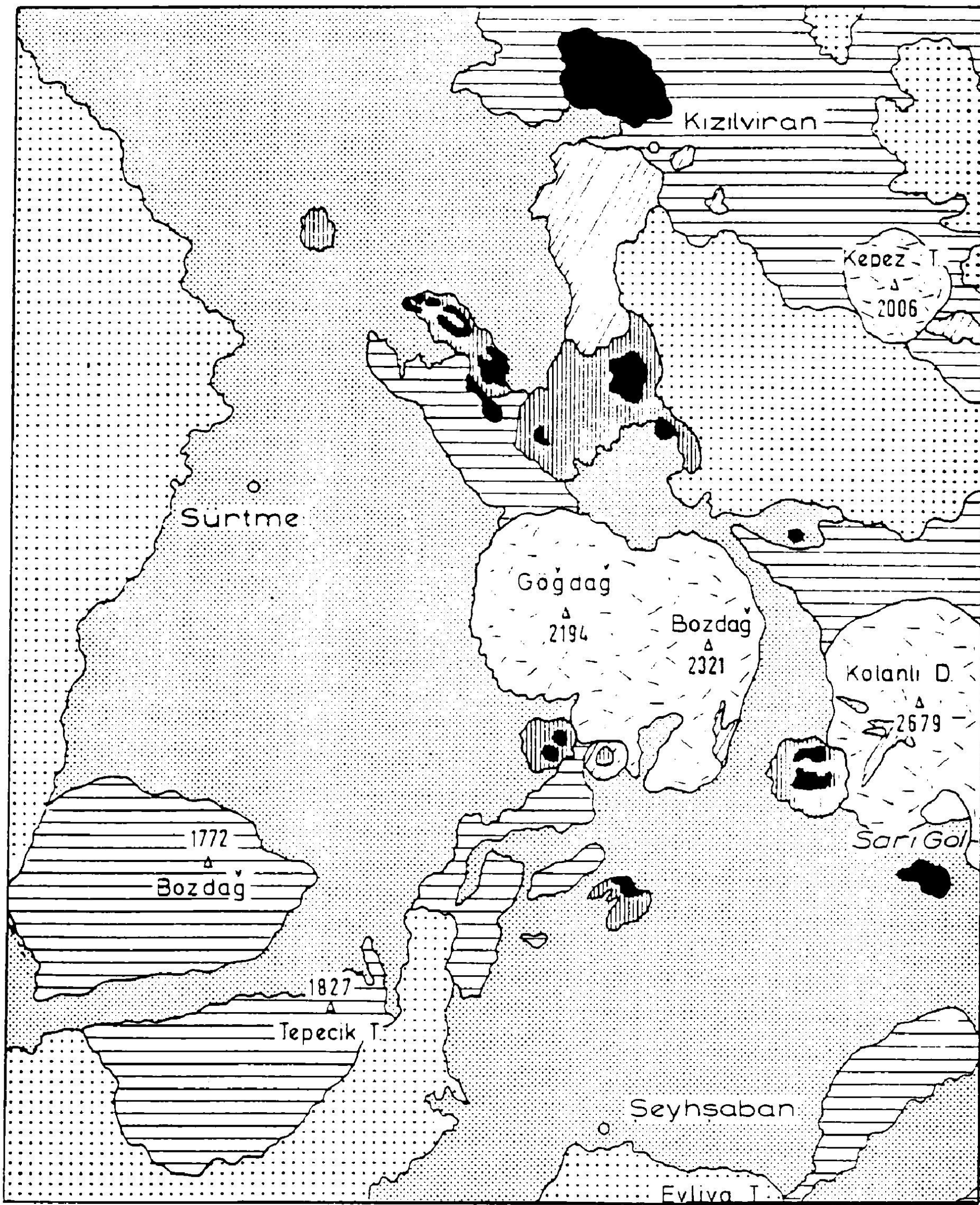


Figure 24 - Esquisse géologique du versant ouest de l'Erciyes Dag, d'après G. Pasquare, 1968. Cette esquisse montre la structure avec dômes exogènes de rhyolite-dacite de un à trois kilomètres de diamètre horizontal.

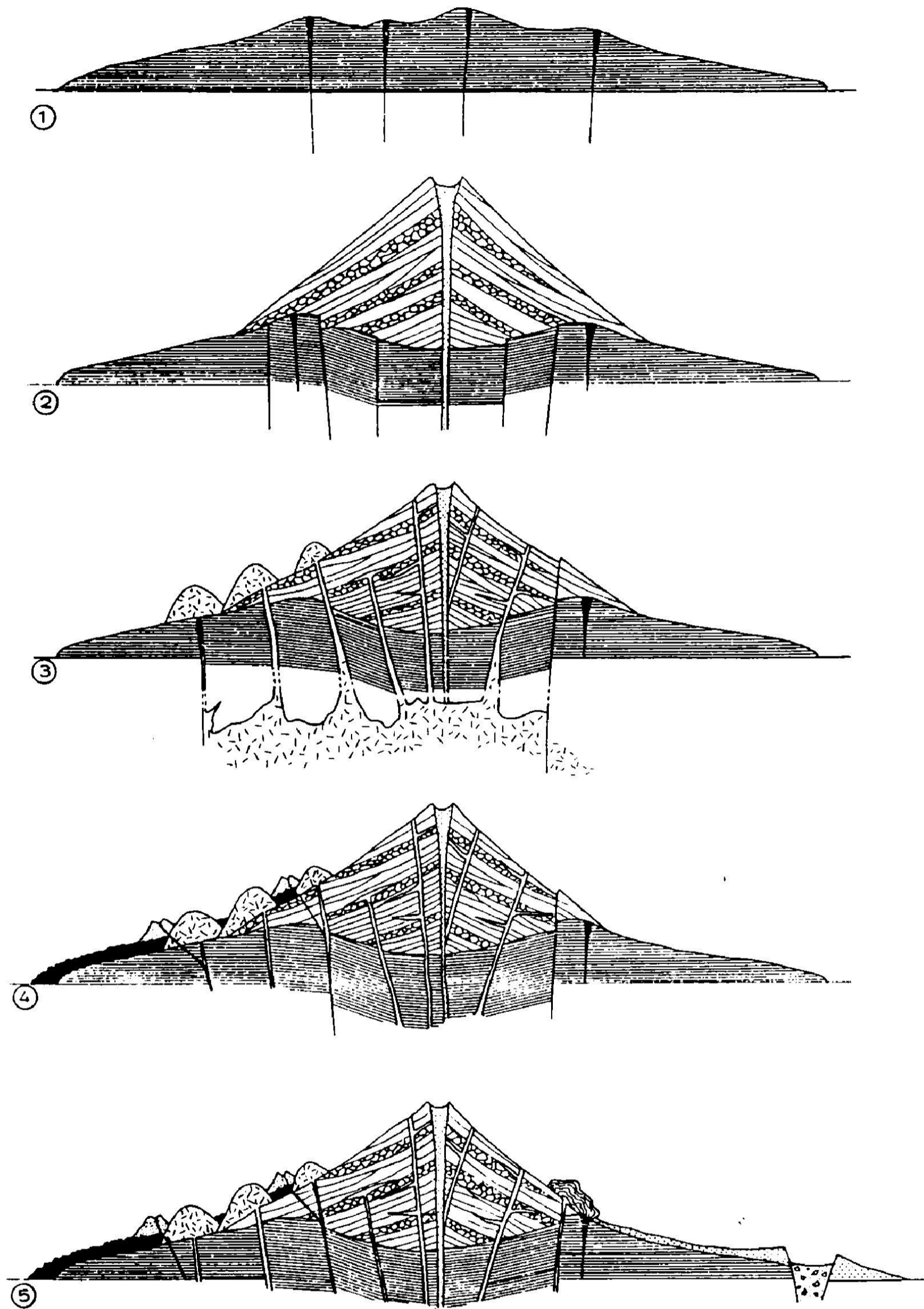


Figure 25 - Schéma de l'évolution dynamique de l'Erciyes d'après Pasquare (1968).
 1 — L'édifice ancien : volcan bouclier basaltique avec dômes coulées d'andésites.
 2 — Édification du stratovolcan andésitique.
 3 — Formation de dômes rhyo-dacitiques, intrusions de dykes radiaux et de filons couches.
 4 — Épanchement de basalte à olivine, activité strombolienne.
 5 — Émission de ponce et cendres, sortie des dômes vitreux dacitiques.

Ce type de dôme est très répandu dans les volcans actifs de Turquie, où il marque les émissions de lave les plus récentes. On le retrouvera en effet au Nemrut Dagi, en Anatolie de l'est, où ils remplissent jusqu'à la gueule des cratères d'éruptions phréatiques ou phréatomagmatiques, qui percent l'édifice le plus ancien.

Dans la banlieue sud de Kayseri, l'Yilanli Tepe (Cratère du Serpent) semble également très récent.

SUGGESTIONS D'EXCURSIONS

On trouvera en annexe une fiche technique et touristique qui aidera à organiser l'ascension du point culminant dans de bonnes conditions de sécurité.

Pour le reste, le massif de l'Erciyes est tout un monde en soi, un univers minéral, en milieu montagnard désertique. Les difficultés du terrain, sans être insurmontables, exigent beaucoup d'endurance, et seuls les chercheurs s'attacheront à visiter chacun des 68 appareils adventifs recensés par la carte topographique.

Giorgio Pasquare (122) a fourni dans son mémoire la description des principaux appareils du massif, et un inventaire plus exhaustif des coulées, cônes stromboliens et dômes du flanc ouest. Le visiteur qui dispose de plusieurs journées pour l'Erciyes se reportera à ces descriptions détaillées pour organiser son trekking.

Pour notre part, et afin de compléter ce panorama, vers le Sud, nous suggérons au visiteur mordu, mais pressé, de limiter sa visite à trois objectifs :

- un circuit en voiture de Kayseri à Develi par le col de la Kayak Evi (altitude 2 230 m) qui permet d'apercevoir l'essentiel ;
- une excursion à pieds (jusqu'aux abords au moins) du dôme de Dikkartini, sur le flanc sud du volcan ;
- une excursion en voiture dans la banlieue nord-ouest de Kayseri, où des pistes permettent de divaguer entre les divers appareils de la zone de l'Yilanli Tepe, tout en ayant une jolie vue sur le versant nord de l'Erciyes.

LE DOME-COULEE DE DIKKARTINI TEPE

Sa carapace irrégulière noire, constituée de gros blocs de lave chaotiques, culmine à 2 760 m d'altitude. Le dôme proprement-dit a un contour ovale avec un petit diamètre de 1000 m et un grand diamètre de 1500 m ; il s'en échappe, vers le sud-ouest, une puissante langue de lave noire de 3 km, qui constitue l'échine rocailleuse du Kartini Dag et qui confère à l'ensemble de l'appareil une allure de dôme-coulée (photos 16).

On peut y accéder en partant de la cote 2 190 environ sur la route pavée qui descend du col de la station de ski (Kayakevi) sur Develi, dans les ponces. Il faut démarrer à peu près des carrières de ponce de la Société Aritas Madencilik (Bimis Ponza) afin de ne pas perdre trop d'altitude. On passe dans le replat de Üçtepeler ("les trois cimes") et on peut ensuite marcher à vue. On peut aussi démarrer de la sortie nord de Develi, en prenant la petite route goudronnée qui dessert le village de Kisikköy. On aboutit ainsi au pied du front, spectaculaire, de la coulée qui constitue le Kartini Dag.

A partir de là, on peut s'élever vers le nord-est jusqu'aux carrières de ponce de Kabak Tepe (cote 2 020 à 2 300) et de Ufuk çaglar.

De là, on domine plusieurs cônes de type strombolien, et on prend conscience de ce qu'ont pu être les dernières éruptions de l'Erciyes Dagi, celles dont, peut-être, Strabon a entendu parler. La retombée ponceuse du Dikkartini Dagi est en effet d'allure très récente, et son origine est manifestement la bouche que le dôme a coiffée. La grandeur des fragments de ponce (10 à 20 % sont supérieurs à 3 cm, certains font jusqu'à 7 cm), et la puissance de la couche (jusqu'à 11 m ; 5 m en moyenne), témoignent de la proximité du lieu d'émission.



Photo 16 - Dôme-coulée du Dikkartini Tepe vu du nord-est

Photo 17 - *Piperno* dans les ponces au sud d'Üçtepeler (que l'on voit au fond à gauche)



Plus bas, au sud, sur la pente, les ponces forment de vastes affleurements, où on les voit bien mouler les formes du relief antérieures à l'éruption ponceuse ; mais leur épaisseur, ainsi que la granulométrie, décroissent de façon drastique : dans les carrières de Güzelce ouvertes juste en contrebas de la route de Develi à Soysalli, au bord du lac Yay Gölü, la couche de ponces ne fait plus que 0,6 à 1 m et le diamètre des fragments ne dépasse pas 3 cm. Les fragments d'andésite sont abondants, qui témoignent de la destruction du bouchon de lave ancienne qui a sauté lors de l'éruption ponceuse.

La ponce du Dikkartini renferme à peu près systématiquement des cristaux de un à quelques millimètres de biotite, qui font son poids spécifique tangenter ou dépasser 1. Il serait intéressant de tenter leur datation par géochronologie isotopique.

A quelques centaines de mètres au sud d'Üçtepeler, on ira voir des pointements rocheux isolés dans les ponces (photo 17). Il s'agit de clasto-laves ou *piperno*. La pseudo-fluidalité, correspondant au plan d'aplatissement des lambeaux de lave agglutinés et soudés à chaud entr'eux, est verticale. On se trouve là sur un point de sortie de lave acide.

9



Aux environs d'Erzurum, en route pour les volcans de l'est de la Turquie :
Le prétendu cratère de soulèvement du Palandokän, avec le débouché du barranco de
Dagyrmandara, vus du sud-ouest, par Abich (gravure de 1882, coll. part.)

LE VOLCANISME DE LA TURQUIE CENTRE-ORIENTALE

Ayrancı, Göl et Bingöl Dağları, Hatay et Karacadağ

Bien que l'Ararat puisse faire un but d'excursion en soi pour les férus d'alpinisme, la route est longue. Pour ceux qui disposent de leur temps, des variantes d'itinéraire pourront leur faire visiter une autre 8^e merveille du monde, le mausolée antique de Nemrut-Dag, près d'Adiyaman.



La plupart des massifs volcaniques de la Turquie centre-orientale sont d'âge tertiaire supérieur mais certains sont à ranger dans les manifestations d'âge quaternaire, bien qu'il s'agisse d'appareils éteints et profondément érodés.

Au delà de l'Erciyes, les premiers affleurements volcaniques holocènes importants apparaissent dans les massifs de l'Ayrancı Dag et du Göl Dag (69, 135). Plus à l'est, le fameux massif du Bingöl Dag était cher à Abich (6) qui, au XIX^e s., y voyait la preuve du bien-fondé de la théorie des "cratères de soulèvement".

Les Bingöl Dağları qui culminent à 3 250 m constituent une demi-caldeira coupée au sud par la faille de Varto qui prolonge la faille nord-anatolienne. Elle comporte principalement des andésites basaltiques et des rhyolites. Les datations dont on dispose donnent un âge de 2,5 Ma pour les plus récentes rhyolites. La plupart des volcans de la région d'Erzurum, comme le Palandokan décrit jadis par Abich (6), sont d'âge tertiaire (123). Au siècle dernier, les hommes de science qui visitaient rapidement cette région inhospitalière ne faisaient pas la différence, entre volcans anciens et récents. Ils ne réalisaient pas, en outre, la grande complexité de la structure géologique de cette partie de la Turquie : le concept des nappes de charriage, inventé dans les Alpes, ne ferait son chemin ici que bien plus tard. Ainsi, Abich ayant (fort justement) remarqué, au sommet du Palandokan, la présence d'une masse de calcaire en contact anormal de tous côtés avec les terrains éruptifs, il en déduisait qu'il s'agissait d'un copeau ramoné dans la cheminée du volcan, à la façon de ceux (de gneiss) dont la présence intriguait au même moment les volcanologues français, au sommet du Puy Chopine, dans la chaîne des Puys d'Auvergne. Cette comparaison devait être reprise, à tort, par de nombreux auteurs pendant des décennies.

Parmi les nombreux autres massifs volcaniques d'importance secondaire que l'on traversera en "divaguant" (plus ou moins largement) en Anatolie, on retiendra la fraîcheur des petits cônes et dômes du sillon d'Erzincan (19).

Dans le secteur d'Iskenderun, l'antique Alexandrette, deux champs de basaltes fissuraux très récents retiendront également l'attention. Ils occupent une position géo-tectonique très particulière, dans le prolongement nord du rift de la Mer Morte (32, 147) :

Une chausse-trappe pour la cavalerie de Darius

Au pied sud de la citadelle de Toprakkale s'étend le champ de laves de la plaine d'Issos. Alexandre y ouvrit en 333 av. J.C. la route de l'Orient, grâce à une erreur fatale de son adversaire, Darius III Codoman : ne voyant du paysage que la platitude engazonnée, ce dernier commit la légèreté d'y lancer sa cavalerie à l'assaut. Les troupes entravées dans les fissures de la lave, les "pressions ridges" et les tunnels effondrés furent massacrées par l'infanterie d'Alexandre.

Les basaltes de la vallée du Karasu

Entre Antakya (l'antique Antioche, appelée aussi Hatay) et la ville de Gaziantep par la route qui passe à Kirikhan et Kilis, le long de la frontière syrienne, le champ de lave d'Islahiye est également d'âge très récent.

Le regretté Usal Çapan, disparu prématurément, avait effectué en 1987 sa thèse de doctorat sur ce secteur à l'Université Hacettepe d'Ankara (32).

Plus à l'est apparaît le volcanisme basaltique de Karacadag ou Karacalidag, à l'ouest de Diyarbakir, (près de la frontière syrienne) daté de 1 million d'années. Implanté sur la plaque arabe, il a une forme (63, 69, 128) de volcan bouclier et culmine à 1957 m d'altitude. Il s'apparente aux manifestations qui sont décrites plus au sud en Syrie (61). Les basaltes ont été émis par une série de fissures et de cratères alignés nord-sud. Les datations dont on dispose s'échelonnent de 1,5 à 0,8 Ma. Les coulées de basalte du versant est, en particulier, semblent très jeunes, peut-être de quelques milliers d'années seulement.

L'archéologie confirme (J. Mellaart, comm. pers. 1993) qu'une partie de ce volcanisme pourrait être très récent. En effet, un mythe Hurrien (Anatolie orientale) dont le texte ("l'Epopée d'Ullikummi") est daté de l'Âge du Bronze Récent (vers 1450-1200 av. J.C.) relate un combat entre les Dieux Hurriens, au cours duquel une montagne de "diorite" surgit de la mer. "Menaçant la maison ou le palais de la déesse Hepat, et approchant de son palais", tant et si bien que la déesse voyant cela "en eut une telle frayeur qu'elle manqua tomber du toit". L'image d'une montagne surgissant en rampant a souvent été suggérée pour rendre compte d'une coulée de lave. Cet événement fait l'objet d'une controverse quant à sa localisation :

Certains le situent dans le Nord de la Syrie, mais les localités mentionnées se rapportent clairement, non pas à la Méditerranée, mais à la région du Lac de Van, à partir duquel les Hurriens ont étendu leur pouvoir vers l'Ouest jusqu'à englober les territoires de la Syrie septentrionale (104).

LA CALDEIRA DU NEMRUT DAG

et sa place dans la chaîne des volcans actifs d'Anatolie orientale

La Turquie de l'Est est réservée à la curiosité des touristes les plus endurants, ou bien les mieux encadrés, car, pour y accéder, la route est longue.

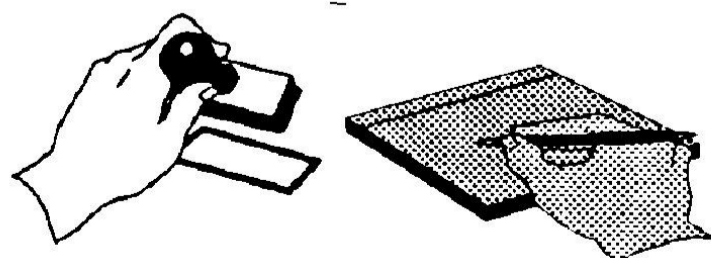
Hormis l'Ararat, les volcans eux-mêmes sont groupés dans une région isolée, un peu fermée, à l'écart des circuits touristiques classiques : la rive nord du Lac de Van. Un certain doigté y est, plus qu'ailleurs, recommandé :











En effet, face à l'irruption du touriste, bien nourri et désinvolte, dont la caméra est souvent voyeuriste, la réaction des petits bergers est souvent de mendier quelques bonbons (shékèr) ou vêtements (elbissi), mais avec un minimum de savoir-vivre, l'hospitalité traditionnelle turque se manifesterà. Il vaut mieux cependant parler un peu la langue et avoir un véhicule fiable, outre les retenues vestimentaires d'usage, pour les dames, qui sont recommandées (au moins) au-delà de la Cappadoce !

Dans cette région, les volcans sont nombreux : Nemrut Dag, Suphan Dag, Tendurek Dag, Incekaya Kaldera, le premier notamment, qui est le plus beau (et qui a l'aspect le plus « neuf » de Turquie) : c'est celui des volcans orientaux de Turquie que l'on peut visiter actuellement avec le moins de difficultés. On peut le parcourir en grande partie avec un véhicule normal ou même en taxi, à partir d'une station balnéaire assez touristique, Tatvan, sur le lac de Van, desservie par une grande ligne d'autobus.

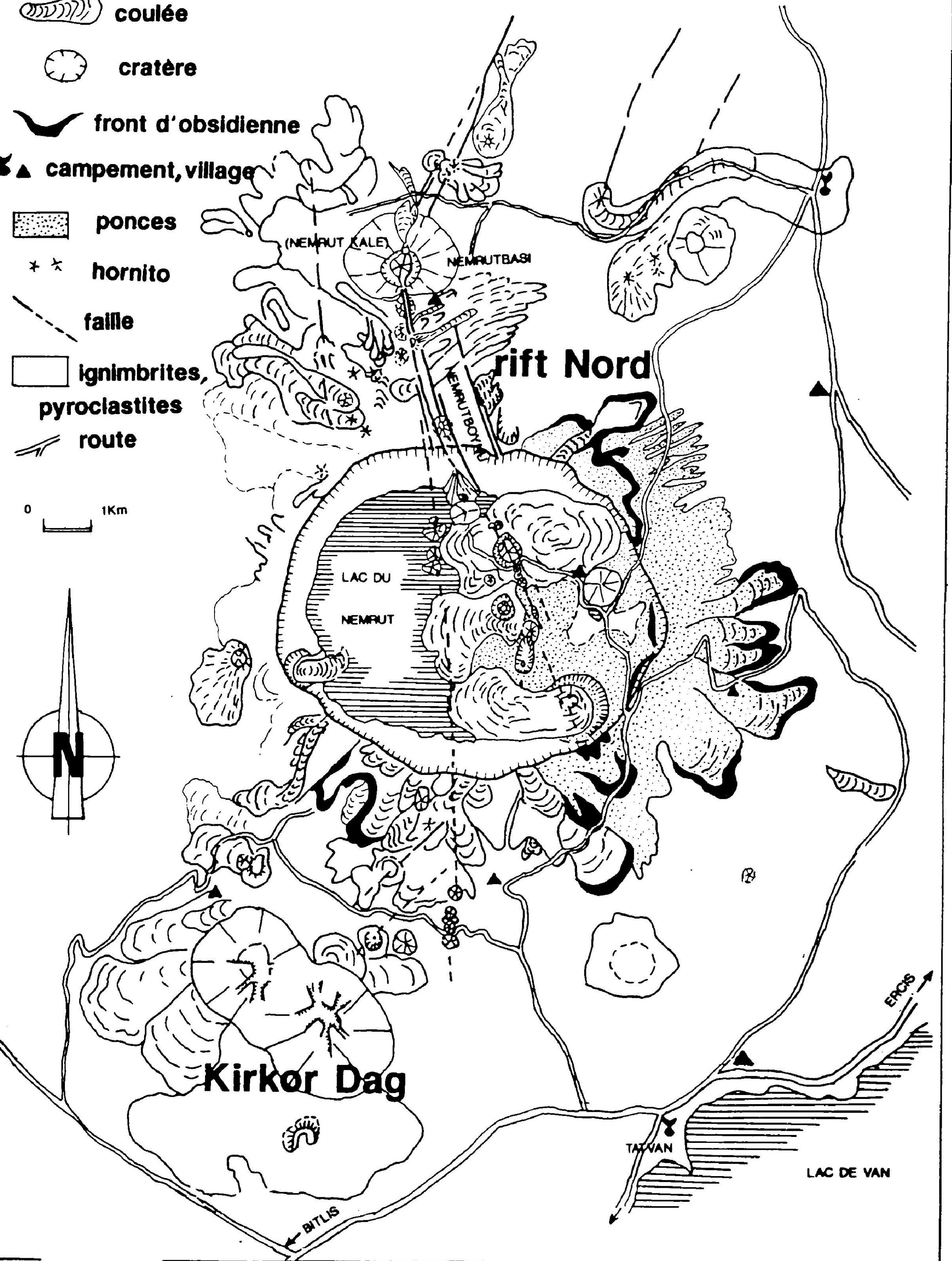
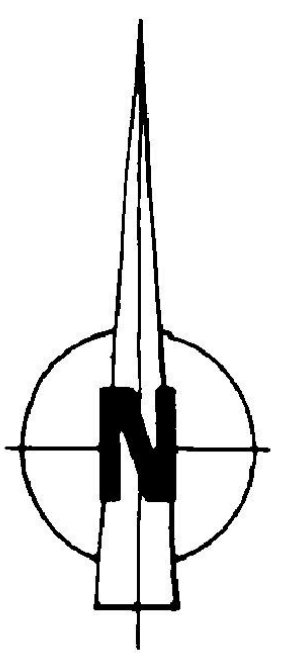
C'est pourquoi nous lui avons consacré une place à part. Pour ceux qui disposent davantage de leur temps, nous proposons dans ce chapitre, et dans les suivants, un itinéraire volcanologique à la portée de tous, de Tatvan à Dogubayazit, qui ne requiert pas de véhicule 4 x 4, et autorise presque partout le port du short, sauf dans les derniers mètres de l'Ararat (5 156 m) où l'on préférera des vêtements plus ...himalayens ! Ce dernier tronçon s'effectue en voyage organisé, car il nécessite un certain nombre de mesures de sécurité et d'autorisations administratives, le massif de l'Ararat dominant la frontière avec la C.E.I. et avec l'Iran.

On se référera à la carte donnée figure 1.



-  dôme
-  coulée
-  cratère
-  front d'obsidienne
-  campement, village
-  ponces
-  hornito
-  faille
-  ignimbrites,
pyroclastites
-  route

0 1Km



Les caldeiras, surtout lorsqu'elles sont remplies par un lac ou par la mer, confèrent aux paysages volcaniques une beauté accrue. Comme Santorin, comme le Crater Lake National Park, la caldeira du Nemrut Dag est un site touristique envoûtant. Elle mériterait davantage de faveur de la part des agences de voyages, s'il n'y avait le handicap de son éloignement.

A l'extrémité est de la Turquie, le lac de Van perché à 1720 m d'altitude occupe le fond d'un vaste bassin fluvial qui s'écoulait, autrefois au Pleistocène, vers le sud-ouest (vallée de Bitlis). L'activité volcanique s'y perpétue depuis un million d'années. Les appareils volcaniques, qui ont fonctionné sur le versant nord du bassin, ont peu à peu comblé celui-ci. Ainsi, au cours de la période holocène, les produits pyroclastiques émis par le volcan Nemrut Dag primitif ont bloqué le canal d'écoulement des eaux, 10 km à l'ouest de la ville actuelle de Tatvan. A partir de ce moment, le bassin fluvial se trouvant fermé par ce barrage naturel, le lac de Van a commencé à se remplir. Il semble actuellement parvenu à son niveau d'équilibre, l'apport des sources compensant celui de l'évapo-transpiration estivale.

LES DIVERS ÉDIFICES VOLCANIQUES RÉGIONAUX

Toute une chaîne de volcans plus ou moins actifs se répartit, de part et d'autre du Lac de Van.

* Sur le coté nord du lac de Van :

Plusieurs volcans considérés comme actifs s'alignent, du SW au NE, jusqu'aux abords de l'Ararat :

- *Le Kirkor Dag*

C'est le plus au SW, dominant le col lors de l'arrivée à Tatvan, au nord de la route. Il est formé de dômes acides coalescents (70, 78). Une grosse coulée de débris et d'ignimbrite (70) s'étale sur son flanc sud (plateau de Rahva Düzlügü). En raison des installations militaires qui ont été construites sur cette coulée, il n'est guère possible de visiter le massif. Par contre, on pourra, si on a du temps, visiter divers petits appareils qui s'égrènent dans le prolongement NW du Kirkor. On les aperçoit depuis la route nationale Tatvan-Mus, ils barrent tout le paysage vers le nord. Ce sont notamment le Mazik Dag et le Germav Tepe (70).

- *le Nemrut Dag*

Le Nemrut Dag (figure 26) qui fait l'objet de ce chapitre, est un volcan à caldeira (crête à 3 000 m), possédant plusieurs appareils adventifs (28, 36, 70, 117, 118, 141).

- *le Süphan Dag*

Le Süphan Dag est un stratovolcan de 4 400 m d'altitude surmonté d'une caldeira (9, 28, 70, 78) pratiquement comblée par un dôme acide ; sur son flanc sud, nappé de tufs ponceux, s'égrènent plusieurs dômes acides et, localement à Aygörgölü, un beau maar rempli par un lac (78). Sur le flanc nord du Süphan, Jean-Luc Lepenec a identifié en août 1990 une avalanche de débris ponceux qui étend ses « hummocks » sur 30 km, en direction d'Aktepe (97).

- *le Meydan*

Situé au NE du Süphan et au Nord de la petite ville d'Ercis, le Meydan (77, 78) est un strato-volcan couronné d'une vaste caldeira. Il est considéré comme éteint ; toutefois, si l'essentiel de son activité est d'âge pliocène, il ne peut être rangé dans les inactifs, à cause de son dernier épisode éruptif (coulée d'obsidienne de Ziyaret) daté de 0,9 Ma (78). Cette obsidienne a donné lieu à une industrie préhistorique (88).

Figure 26 (ci-contre) - Carte géomorphologique du Nemrut Dagi, simplifiée d'après Y. Güner (1984).

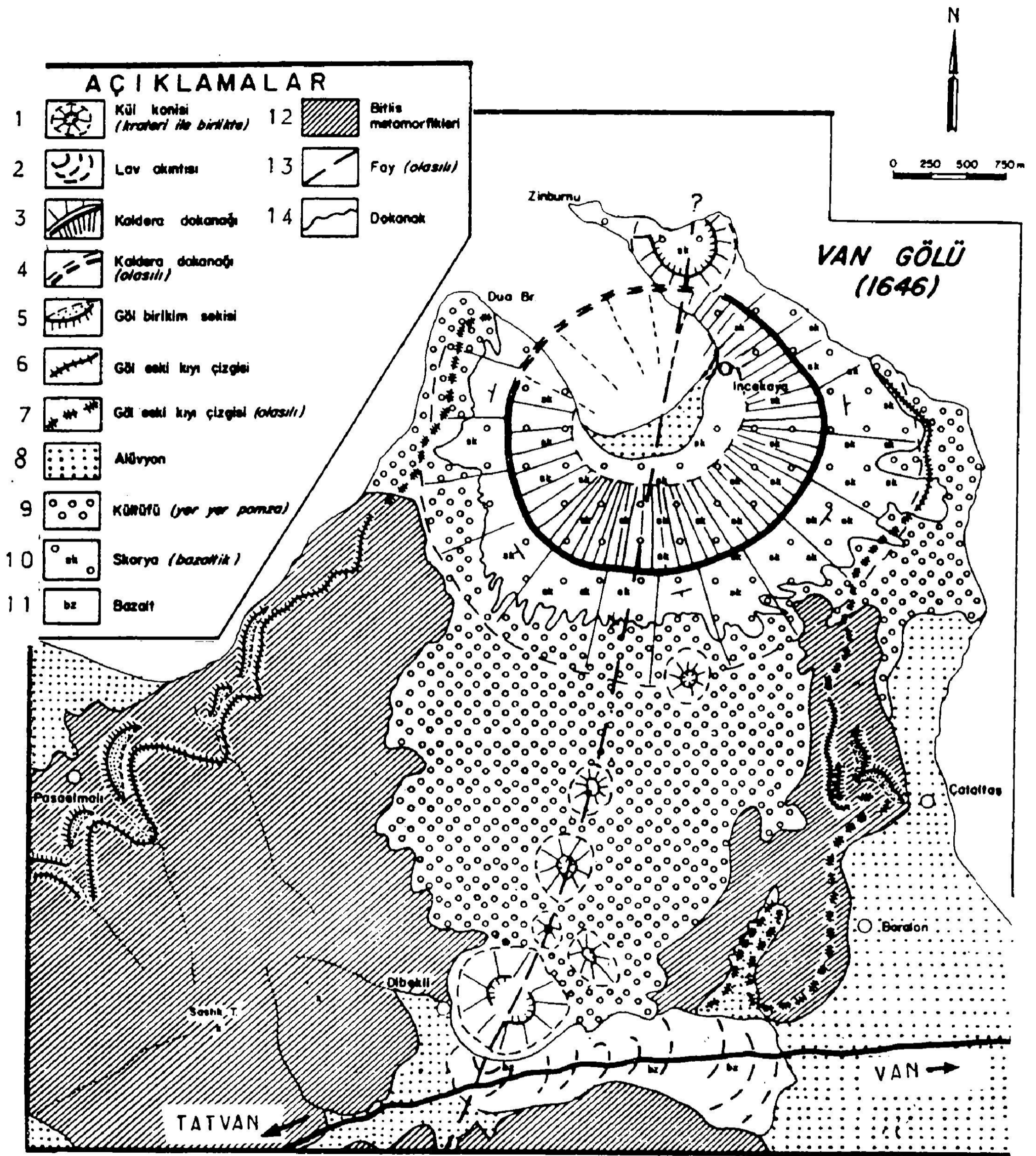


Figure 27 - Carte géologique et géomorphologique du tuff-cône d'Incekaya, d'après Y. Güner (1984).

Légende : 1 = cône de cendre ou de scories ; 2 = coulée de lave ; 3 = sommet de l'escarpement de type caldeira, créé par l'écroulement du flanc NW du volcan ; 4 = partie noyée ; 5 = niveaux d'accumulation de vases lacustres ; 6 = ancienne ligne de rivage du lac de Van, visible ; 7 = (idem), cachée et déduite ; 8 = alluvions ; 9 = tufs cendreux (ponces de place en place) ; 10 = scories basaltiques (sk) ; 11 = Basalte (bz) ; 12 = substratum métamorphique (assise de Bitlis) ; 13 = faille (supposée) ; 14 = berge du lac.

- Le Girekol Tepe

De type volcan-bouclier, il est bien quaternaire avec une datation de 0,43 MA (78), de même que plusieurs cônes stromboliens près de Patnos.

- Le Tendürek Dag, enfin,

à l'extrémité nord-est de cet alignement. Le Tendürek Dag est un large stratovolcan basaltique de type un peu hawaïen (3 600 m d'altitude) encapuchonné d'immenses champs de laves de type aa (9, 28, 125) dont l'âge semble inférieur à 10 000 ans (observation personnelle). L'origine des ponces de son flanc nord, du côté de Dogubayazit, est mal connue. Il est au stade solfatarien. Un chapitre suivant lui sera consacré.

*** Du côté sud du lac de Van :**

En vis à vis du Nemrut, le **tuff-cône d'Incekaya (70)** est un petit appareil isolé, qui mérite une visite. Il s'agit d'un édifice surbaissé (sommet à 2 046 m d'altitude), égueulé du côté du lac et envahi par celui-ci. L'accès est facile, soit par une piste partant de la route de Tatvan à Van, puis à pied à travers champs, soit par la piste de la plage d'Incekaya qui suit la berge du lac (figure 27).

Cet édifice présente de nombreux caractères d'un appareil phréatomagmatique avec des hyaloclastites (et un saupoudrage de blocs de calcaire recristallisé et d'amphibolite arrachés au substratum). Ces caractères avaient échappé à certains des auteurs antérieurs, qui voyaient dans cet appareil une structure en caldeira (70, 141), mais pas à Isik Özpeker (117) qui y a identifié des tufs palagonitisés il y a déjà presque 20 ans.

Sur son flanc sud, un volcanisme fissural a donné lieu à l'édification de petits cônes de scories de type strombolien. On voit bien les produits de ce volcanisme secondaire dans les petites carrières de pouzzolane ouvertes entre la route de Tatvan à Van et le sommet du grand tuff-cône proprement-dit. Leur âge est nécessairement plus jeune que celui du grand tuff-cône, puisqu'il s'agit d'un dynamisme éruptif aérien : la région, avec le tuff-cône, était alors exondée.

LES DERNIERES ÉRUPTIONS AUTOUR DU LAC VAN

Le dragage, au fond du lac de Van, de boues finement varvées qui correspondent à l'alternance semi-annuelle des saisons sèches et humides durant tout le Quaternaire, a permis de reconstituer (70) l'histoire de l'activité éruptive régionale sur les 10 000 dernières années. En effet, les carottages systématiques pratiqués, en divers points du lac, à partir d'une barge, ont récupéré, à certains niveaux, de fines couches de cendres volcaniques (90, 146) intercalées entre les vases varvées. En comptant les varves et en attribuant une année à chaque couple varve sombre-varve claire, les niveaux de cendres ont été datés, et correlés d'un sondage à l'autre. On a ainsi établi que des cendres de panaches éruptifs étaient retombés dans l'eau du lac en 1441, en 1402 ap. J.-C, ainsi qu'en 531, 1396, 1662, 4231, 4615, 4849, 5085, 5152, 5320, 5745, 6213, 6214, 6471, 7087, 7579, 7769 et 8104 au moins av. J.C.

George Poulett Scrope, dans l'édition de 1864 de son traité, rapporte également (d'après Abich) les témoignages d'éruptions en 341 et durant tout le reste du IV^e s. ap. J.-C., ainsi que celui de l'obscurité totale de 40 jours qui survint au XII^e s. ap. J.-C. Néanmoins (comme pour les dates citées par Arnold Boscowitz dans son traité de 1866) il s'agissait de phénomènes localisés en Arménie sans plus de précision.

Ces données déjà un peu anciennes viennent d'être corroborées par les découvertes archéologiques faites en Mésopotamie ⁶ qui ont confirmé l'émission d'une retombée cendreuse suivie de perturbations climatiques vers 2200 av. J.-C.

LA PART QUI REVIENT A CHAQUE VOLCAN

Parmi les « fautifs » à soupçonner dans la région, deux « fument » encore : le Nemrut Dag (fumerolles de H₂O, SH₂) et le Tendürek Dag (solfatare). Tous deux ont émis encore "assez" récemment en coulées des verres frais, du type de ceux que l'on drague dans les cendres du lac (146). Le maar d'Aygörgölü, au pied sud du Süphan Dag, pourrait également être très récent.

De par sa situation identique, à proximité de la berge actuelle du lac, l'appareil phréatomagmatique d'Incekaya a pu fonctionner également à une époque relativement récente : plus on remonte dans le temps, plus le niveau des eaux, au contraire, devait être inférieur. Or, la forme en tuff-cône de l'appareil, quoiqu'égueulé côté lac, est troublante. Elle incite à penser que le lac était déjà approximativement à son niveau actuel lorsque les éruptions se sont produites.

En tout état de cause, au moins une éruption historique du Nemrut Dag est à retenir puisqu'elle a donné lieu à un témoignage dans les chroniques arméniennes (138). Il s'agit de celle de 1441, dont on peut voir les coulées spectaculaires au pied du Nemrut-Basi, petit appareil adventif situé à 4 km au nord du rebord de la caldeira et à 8 km de son centre (cf. fig. 26 et 28).

Actuellement, des fumerolles dégazent lentement dans le plancher de la caldeira, sur un dôme de trachyte vitreux. A côté de la vapeur d'eau, qui se dégage assez abondamment de quelques cavités de la roche, on distingue une odeur d'oeuf pourri.

UNE CALDEIRA DE BELLES DIMENSIONS

Le Nemrut Dag est un stratovolcan d'environ 500 km² de superficie, qui au niveau du lac de Van (cote 1720) présente 25 km de diamètre, et 80 km de circonférence. Son cône culminerait à près de 5 000 m d'altitude (103, 117, 118, 28) s'il n'avait été tronqué à 3 000 m par l'effondrement de sa caldeira. Celle-ci a une section ovale de 47 km² de superficie, un diamètre de 8,5 km en est-ouest pour 7,1 km en nord-sud et un rempart de 24 km de circonférence. Le plancher de la caldeira, en voie de colmatage par les produits de l'activité récente, est occupé dans sa moitié ouest par un lac, le lac de Nemrut, d'un bleu profond (photos 18 & 19). Son niveau est à la cote 2 247, soit 750 m sous la crête du rempart. Il est alimenté par la fonte des neiges et par des sources thermales dont deux sont visibles sur les berges NE et E du lac. Elles sortent à 65 °C.

L'Union Oil a effectué deux forages géothermiques dans le plancher de la caldeira, mais aucun n'a rencontré de réservoir susceptible d'être exploité (70, 145), car le potentiel minimum visé était fixé à 300 mégawatts.

⁶ GIBBONS A. (1993).- *How the Akkadian empire was hung out to dry*. Science, vol. 261, p. 985, ainsi que WEISS H., COURTY M.A., WETTERSTROM W., GUICHARD F., SENIOR L., MEADOW R., CURNOW A. (1993).- *The genesis and collapse of Third Millenium north mesopotamian civilization*. Science, vol. 261, p. 995-1004.



Photo 18 - La caldeira du Nemrut Dagi vue du sud-ouest

Photo 19 - La caldeira vue du sud-est. Au premier plan, coulée sur le plancher de la caldeira.



HISTOIRE DE L'ACTIVITÉ ÉRUPTIVE

Les produits émis se rangent dans la série alcaline, des basaltes aux rhyolites hyperalcalines, avec prédominance des produits différenciés (77). Il est à souligner que le Nemrut est, avec le Bingöl Dag, le seul volcan de la chaîne à avoir émis des rhyolites et obsidiennes de chimisme peralcalin (88, 144).

Durant ces quinze dernières années, les connaissances sur ce volcan qui est désormais accessible par un réseau de pistes, ont considérablement progressé grâce aux travaux des géologues turcs, Isik Özpeker et Güner Yilmaz notamment (117, 118, 70, 145). La pétrographie, la succession lithologique et la distribution cartographique des diverses laves ont été démêlées.

L'édifice ancien du volcan est constitué d'un empilement de coulées de trachytes, trachyandésites, andésites et obsidiennes rhyolitiques à trachytiques, alternés avec des tufs. Les coulées d'obsidiennes se sont principalement étendues sur les flanc est, nord-est, et sud du grand cône. L'édification récente du volcan a été constituée par d'importantes émissions d'ignimbrites, de ponces et de trachyte plus ou moins vitreux. Des basaltes ont été émis localement. Les observations de l'auteur réalisées en 1989, 91 et 92, et (avec Jean Luc Lepennec) en 1990 permettent aujourd'hui de broser, ci-après, l'évolution récente du Nemrut Dagi en termes précis de dynamisme explosif (58).

* *Les ignimbrites soudées*

La mise en place des ignimbrites est sans doute le phénomène majeur de l'histoire du volcan, puisque c'est vraisemblablement juste après elle que le grand cône primitif s'est effondré sur la chambre magmatique qui venait ainsi de se vider. De couleur rouille sur le terrain, elles constituent plusieurs nappes d'extension radiale autour du grand cratère, surtout bien visibles sur les flancs nord (photo 22 et fig. 28), nord-est et sud où les pistes présentent de beaux affleurements. En certains points de la crête sommitale du grand cratère, l'ignimbrite est préservée de l'érosion et une mince frange (0,5 à 2 m) sommitale subsiste.

Vers l'extérieur, sur les flancs du cône, la puissance conservée est plus grande (quelques m) ; sans doute y-a-t-il eu une accumulation de matériel vers les points bas, et la compaction se marque par l'aplatissement de ponces, qui sont parfois pluricentimétriques, perpendiculairement à la force de gravité/ tassement. Au Sud-Ouest de Tatvan, sa puissance atteint quelques dizaines de mètres : une coulée de basalte finement prismé et une langue d'ignimbrite basique prismée grossièrement ont rempli le fond de la vallée de Bitlis (on peut échantillonner l'ignimbrite notamment le long de la route nationale, à Bitlis même).

L'ignimbrite se débite en prismes hexagonaux trapus, de section métrique. Elle est fortement soudée, granuleuse, cristalline. On distingue quelques fragments anguleux de quelques mm à 1 cm emballés à certains niveaux.

Un cas de dépôt original est visible au Nemrut Basi, ou Nemrut Kale, le petit cône qui culmine à 2760 m (donnée de l'altimètre car en Turquie les étrangers n'ont pas accès aux cartes topographiques en courbes de niveau) à 4 km au nord du rebord de la caldeira et à 8 km de son centre. A la façon du chocolat sur les profiteroles, la couche d'ignimbrite a nappé le cône strombolien qui se trouvait là. Elle montre notamment un débit en dalles, rouilles, de 0,2 à 1 m d'épaisseur chacune, qui sont contre-pentées vers le centre du petit cratère primitif à l'aplomb du coeur de l'appareil, et, au contraire, pentées normalement, vers le bas des pentes, sur les flancs externes du petit cône (cf. figure 28).

Le plus curieux, naturellement, c'est "l'ingérence" du dôme-coulée de trachyte de 1441 (photos 23 etc.) dans ce dispositif déjà original par lui-même. Nous y reviendrons plus loin.

Précisons que le "nappage" par l'ignimbrite n'a pas été régulier : une zone "d'ombre" a été au contraire épargnée, c'est le flanc nord du cône strombolien, où les dépôts anté-caldeira sont restés à nu : peut-être l'ignimbrite n'a pu s'y maintenir à cause de la pente trop forte ; on peut voir un reste du spatter-rempart strombolien, à la côte 2660, avec des paquets de lave fluide et des gouttelettes de verres soudées à chaud. On y voit aussi une masse de tuf ponceux et de ponces, accumulés sans doute par-dessus le spatter cône mais avant le dépôt de l'ignimbrite.

* *Les ponces et déferlantes*

L'examen attentif des pendages dans les dépôts pliniens du haut versant est du grand cône du Nemrut Dag, et dans ceux qui colmatent la partie centrale et la partie est de la dépression caldeirique, est particulièrement éclairant. Il souligne en effet le dynamisme éruptif qui s'est localisé dans le plancher de la caldeira, au cours de l'évolution récente du volcan. Les dépôts de déferlantes basales avec figures d'impact de bombes, visibles aux talus des diverses pistes ouvertes récemment, montrent bien la violence des explosions intra-caldériques, dont les dépôts comportent principalement des ponces, et des blocs et lapillis de hyalotrachytes. Le pendage des lits de pyroclastites, par rapport aux foyers d'émissions présumés, est en effet "centripète" (W) à l'intérieur de la caldeira, et "centrifuge" (E) sur le flanc extérieur. Ce changement de pendage reflète les formes du relief anté-éruptives : les dépôts ont fossilisé et remblayé le rempart oriental de la caldeira, puis ont dévalé sur les grandes pentes, à l'extérieur du cône.

Ce dynamisme d'âge récent est, peut-être, notamment à l'origine de certains des puissants niveaux de ponces qui sont exploitées actuellement le long de la route nationale, en bas du versant est du grand cône. Néanmoins, certaines couches de ponces sont indéniablement antérieures à l'ignimbrite, puisque recouvertes par elles : on peut le voir en plusieurs points le long de la route de Tatvan à Alcidevaz, et c'est le cas également des ponces du Nemrutbasi, comme nous l'avons vu plus haut.

* *Les dômes de laves vitreuses*

Sur le plancher de la dépression caldeirique, plusieurs dômes, ainsi que trois coulées de trachyte, tous presque entièrement vitreux, témoignent de l'activité récente du volcan. La coulée la plus spectaculaire est celle située dans la partie sud de la caldeira (photo 19). Elle comporte des bourrelets ornés de hornitos.

Les dômes, d'un diamètre qui varie de 300 à 1 000 m selon les appareils, sont particulièrement bien conservés (photos 20 & 21). Ils sont nichés en général dans un entonnoir de tephra grise, qu'ils remplissent jusqu'à la gueule. Il est tentant d'y voir le témoignage du dynamisme suivant, récurrent :

- 1 - explosions phréatiques, phréatomagmatiques (constituant des cratères de maars) ;
- 2 - ascension du magma frais chargé de gaz ; émission des ponces (dégazage) ;
- 3 - mise en place du dôme de verre pâteux ou d'un dôme-coulée ;
- 4 - explosions phréatiques puis phréato-magmatiques, donnant des déferlantes, d'où pulvérisation du dôme avec bombes (idem 1).

La carte géomorphologique (figure 26) montre la répartition particulière des dômes et des points d'émission de coulées, sur des lignes de failles qui recoupent la caldeira de part en part, et qui s'orientent entre la direction nord-sud et la direction NNW-SSE. La ligne la plus remarquable d'appareils est celle qui, sortant de la caldeira, se termine (actuellement) au Nemrut Basi (photos 22 et 23), dénommé aussi Nemrut Kale (ou château du Nemrut).

Les failles-guides, dont l'allure évoque celle d'un rift (voir photo 22 et schéma fig. 28) y ont donné d'abord lieu à l'émission de coulées de lave assez fluide, basaltique (photo 23, plat du premier plan), puis (au passage du vieux petit cône de Nemrut Basi), à la mise en place d'un dôme en forme de galette, axé sur la faille majeure (photo 22); une langue de cette lave pâteuse a percé en coulée vers le nord (photo 24), à travers le flanc de l'ancien petit cône : le trachyte, sorti en force comme la pâte dentifrice d'un tube qui se perce, présente de jolies stries de friction au départ de la coulée, puis dévale la pente en gros blocs chaotiques (photo 25). C'est la manifestation éruptive la plus jeune, que l'on pense de 1441. Le front de coulée atteint une épaisseur de plusieurs dizaines de m (se reporter à la vue cavalière figure 28 ci-contre et aux photos 24 & 25).

Par ailleurs, un appareil satellite isolé est visible sur la berge ouest du lac intracalceirique (cf photo 18, côté gauche). Enfin, plusieurs autres appareils adventifs de type dôme sont alignés N-S sur le versant sud du grand cône, à 7 km au sud du centre de la caldeira. L'ensemble du massif de Nemrut Dag présente donc une allure assez comparable à celle de l'Ararat, avec un appareil central et de nombreux cônes parasites qui le recoupent en diagonale suivant une direction N-S à NNW-SSE. Cette direction correspond à celle de la collision des plaques dans le segment régional du lac de Van (36, 78, 125).

LES RISQUES POTENTIELS (aperçu général et préliminaire) :

En parallèle à la cartographie sismo-tectonique, la zonation des risques volcaniques en Turquie est une tâche qui apparaît aujourd'hui primordiale. De nos rapides visites de terrain, nous ne dégagerons que des remarques générales et des hypothèses de travail personnelles.

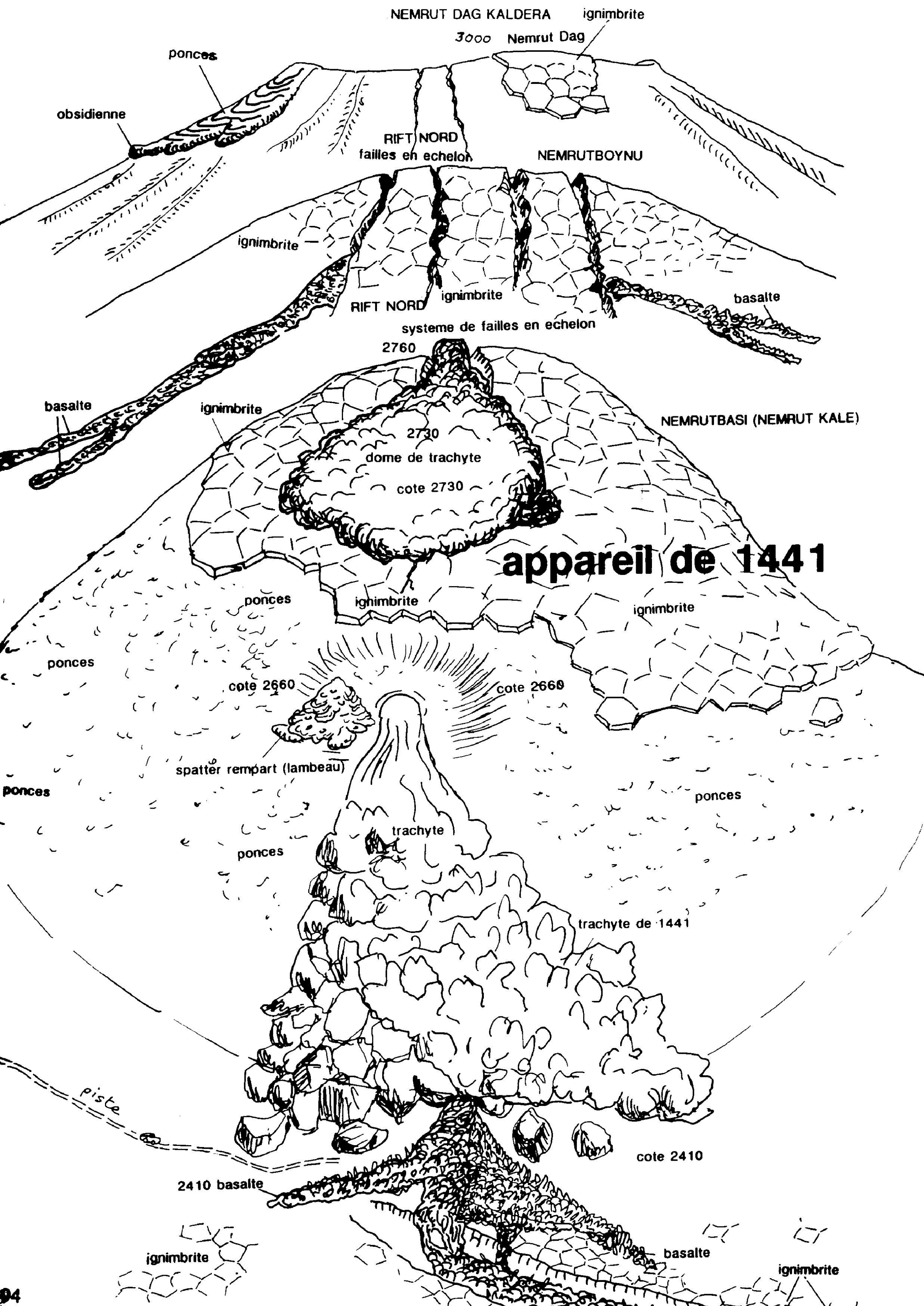
Si la migration de l'activité le long du "rift" N10° W qui prend en diagonale l'ancien cône se poursuit dans le même sens que jusqu'en 1441, c'est vers le nord, au-delà de l'appareil de Nemrut-Basi, qu'il faut attendre la prochaine éruption.

Le séisme ressenti à Tergut le 30 mai 1881 est là pour en témoigner. En effet, si la secousse fut ressentie sur une vaste étendue (138), ce sont les villages des pentes Nord-Est du Nemrut qui eurent les dégâts les plus forts. Dans le village de Tegut ou Teghurt, 173 maisons furent complètement détruites, 93 habitants périrent et 55 furent blessés. Les victimes furent en moindre nombre à Akhlat [cf CLAYTON cité dans (138) et (6), tome 2 de 1887].

En outre, toute trace d'activité magmatique n'a pas disparu sur le plancher de la caldeira (sources thermales, fumerolles à traces de H₂S). Aussi, quand bien même les deux forages géothermiques pratiqués au centre de la caldeira n'ont pas révélé la présence de vapeur (malgré l'existence de la nappe phréatique du lac), le risque d'une éruption centrale reste ouvert.

En effet, dans un modèle d'alimentation en rift, le cheminement de la lave est laminaire ; suivant le ou les plans de fracturation. De part et d'autre du champ de fissuration actif, le gradient de température est fort drastique, et à quelques centaines de m dans les épentes, on peut ne déceler aucune anomalie. Le mécanisme de ce phénomène paradoxal a été bien démonté lors du forage géothermique C.F.G.-B.R.G.M. du Grand Brulé, à la Réunion, en 1985. Aucune anomalie notable n'a été trouvée dans le forage, alors que ce volcan (le Piton de la Fournaise) est en activité (hawaienne) quasi-permanente, et même alors qu'une colonne de lave a percé au jour, en cours de forage, à peu de distance. L'idée d'un réservoir volumineux unique à l'aplomb du volcan a alors fait place à celle d'un réseau fissural du type de celui des rifts du Kilauea (Hawaii).

Figure 28 (ci-contre) - Volcan de Nemrut Dagi : vue cavalière schématique montrant la série des phénomènes éruptifs survenus le long du rift nord, durant l'éruption de 1441 (l'observateur est placé au nord du massif et regarde vers le sud). Comparer avec les photos 22, 23, 24 et 25.



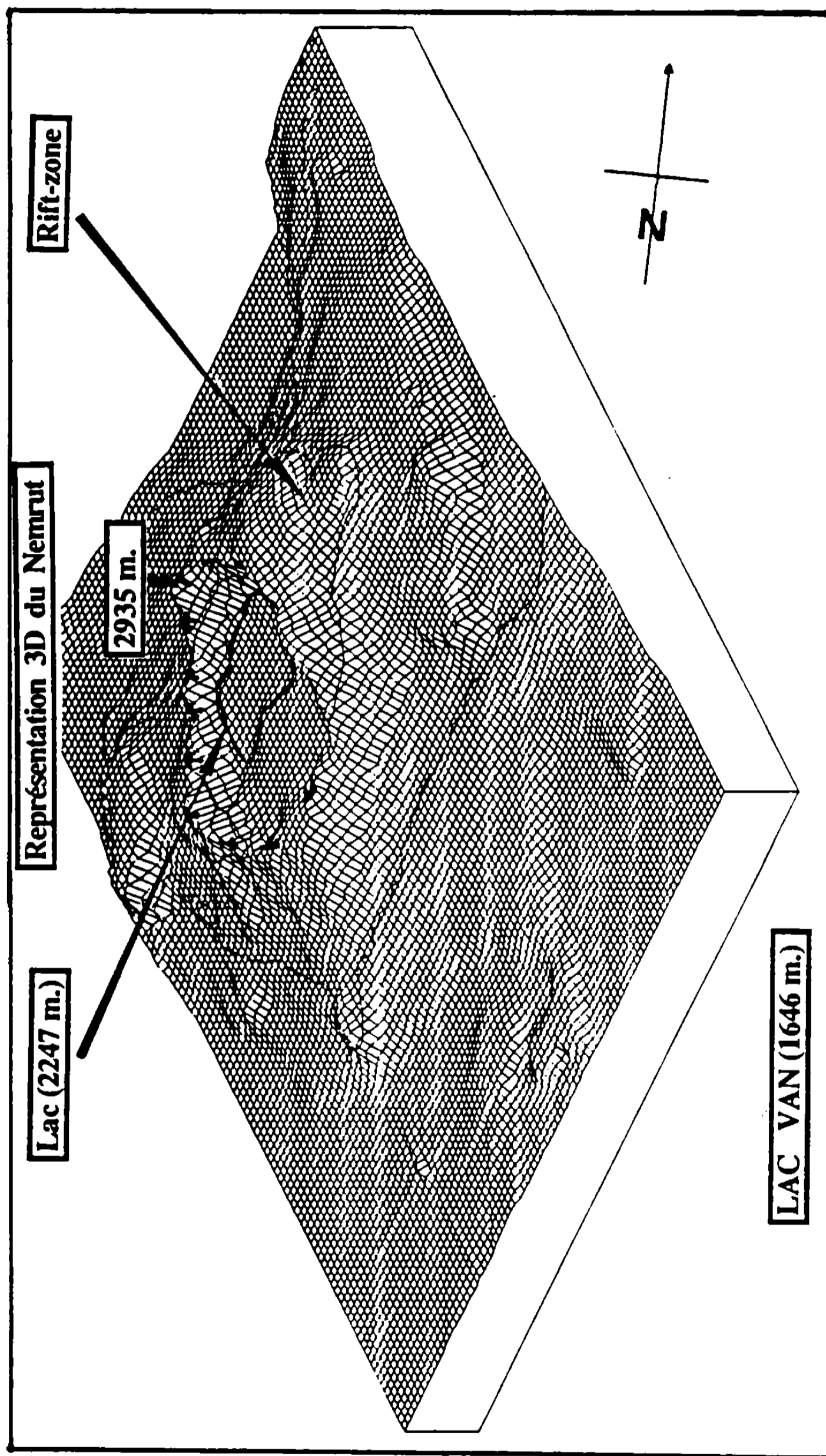


Figure 29 - Représentation en trois dimensions du massif du Nemrut Dag vu du Nord-Est, obtenue avec le logiciel surfer, d'après J.-L. Le Pennec, E. Aydar, C. Deniel, J. Féraud et A. Gourgaud, 1990.



Photo 20 - Dans la caldeira du Nemrut Dagi : dôme acide dans son cratère d'explosion

Photo 21 - Dans la caldeira : autre dôme acide sur le plancher de la caldeira



Au Nemrut Dag de même, il est possible que le magma ne soit pas très profond dans la zone du "rift" proprement-dit ; il suffirait que les forages aient été implantés trop en dehors du rift supposé "en charge", pour qu'ils n'aient effectivement rencontré aucune anomalie thermique.

Néanmoins, on peut penser aussi que la montée du magma se trahirait par une activité sismique localisée, or ce n'est pas le cas actuellement.

Dans le cas d'une éruption centrale, les dégâts pourraient être considérables pour Tatvan, Ahlat et leur région.

Le risque d'une éruption de type ignimbritique n'est même pas exclu, comme celle du Katmai en 1912. Néanmoins, les éruptions phréatomagmatiques avec dômes de laves vitreuses semblent être devenues cycliques depuis suffisamment de milliers d'années pour que l'on puisse espérer que la prochaine soit du même type. Ce serait le "moindre mal", d'autant plus si elle est excentrée vers le nord, comme celle de 1441. En effet, ce secteur est moins peuplé que le secteur sud, où est exposée la petite ville de Tatvan. Des lahars pourraient accompagner l'éruption.

A en juger par la périodicité moyenne de ces éruptions d'après les varves du fond du lac de Van, le cycle moyen est de 550 ans environ (19 éruptions au total sur 10 440 ans). La génération actuelle des habitants pourrait donc assister à la prochaine, si ce calcul n'était un peu hâtif : il faut en effet tenir compte de ce que certaines de ces 19 éruptions correspondent (peut être) à d'autres volcans de la région, et que l'intervalle entre deux éruptions successives a parfois duré 167 ans seulement, mais parfois aussi près de 2 000 ans.

En outre, la contribution de volcans *beaucoup plus éloignés*, aux dépôts de cendres dans le lac, ne peut être écartée complètement.

Les éruptions paroxysmales néolithiques du Hasan Dagi ont pu s'accompagner de retombées de cendres d'étendue considérable.

LE PHÉNOMÈNE DE MIGRATION DES FOYERS VERS LE NORD

A en juger au Nemrut Dag, l'activité éruptive semble s'être déplacée vers le nord, au cours de la période récente (figure 30).

A l'Erciyes Dag, le phénomène n'est pas encore étudié suffisamment, mais tout à fait possible : les cônes parasites de la banlieue de Kayseri, en bas du versant nord du volcan, semblent très récents par leur forme. Cela corroborerait également les propos de Strabon qui parle de feux dans la plaine de Kayseri (et non pas sur le sommet du volcan).

A l'Ararat, les témoignages quoique apocryphes (comme l'a souligné Karl Sapper) de l'éruption de 1841, font également situer cette dernière manifestation éventuelle (qui aurait été plutôt phréatique) en un point qui, en fait, se situe sur la retombée NW du rift qui prend tout le massif en diagonale (figure 30).

Les études de géochronologie sont insuffisamment avancées pour étayer ou infirmer cette tendance, mais cela ferait un excellent sujet de thèse : elle pourrait déboucher, peut être, sur une comparaison entre ce type de migration de l'activité en contexte de collision de plaques, et celui qui correspond au poinçonnement de plaques en mouvement par les points chauds, en contexte intraplaque.



Photo 22 - Flanc nord du Nemrut : fractures ouvertes du rift remplies de trachyte, cote 2760

Photo 23 - Face nord du Nemrut Basi : Chaos de trachyte de 1441 et nappe de basalte au pied



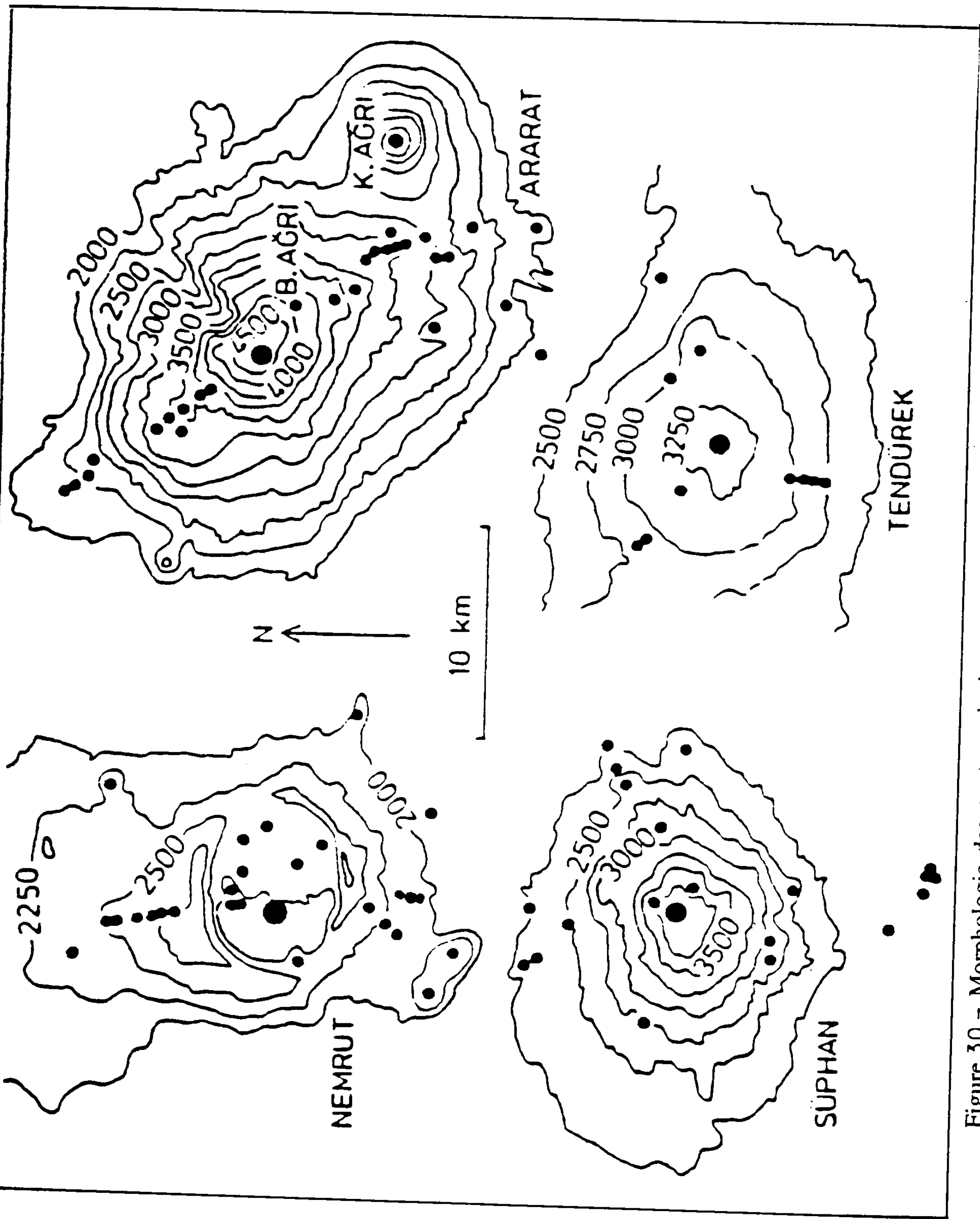


Figure 30 - Morphologie des quatre principaux volcans récents de Turquie orientale, avec courbes de niveau en m, montrant la distribution (pastilles noires) des appareils et cônes adventifs [modifié d'après J. F. Dewey et al. (1986)].



Photo 24 - Flanc nord-est du Nemrut Basi : coulée chaotique de trachyte de 1441

Photo 25 - Détail du chaos de blocs à patine vitreuse, dévalant de 2660 à 2410 m d'altitude



LE SÜPHAN DAG

et le maar d'Aygörgölü

Le Süphan Dag est l'édifice montagneux le plus imposant (photo 26) qui se dresse sur la rive nord du Lac de Van, entre le Nemrut Dag et les villes de Ercis et Muradiye. Cette partie du circuit est un petit peu délaissée du grand tourisme, car les principales curiosités (église arménienne de l'île Ahtamar, ville historique de Van) sont en rive sud du lac. Néanmoins, le village de Ahlat, avec ses ressources hôtelières et ses tombeaux historiques, constitue un site idéal, par exemple pour passer la nuit et visiter le lendemain les sites historiques et volcaniques.

La pierre utilisée pour les magnifiques tombeaux (Kumbet) ainsi que pour les stèles du cimetière seljoukide, est une ignimbrite rousse à flammes de verre noir. C'est l'ignimbrite apportée par la grande éruption du Nemrut, celle qui s'est achevée par la formation de la caldeira.

L'ascension du **Süphan Dag** (prononcer Süpp'hann et non pas Süfann) ne demande que de l'endurance (voir fiche en annexe).

Culminant à 4 434 m, c'est un vaste strato-volcan, qui semble s'être mis en place à l'intérieur d'une structure en caldeira plus ancienne. Il comporte de nombreux appareils adventifs. Parmi ces derniers, sur les versants SW, S et surtout SE du volcan, un grand nombre sont des dômes de lave acide, parfois bien alignés. La piste de Canakyalya à Malazgirt recoupe des ponces et des obsidiennes qui pourraient provenir d'un stade ancien d'édification du volcan. Le cône sommital du Süphan (photo 27) est tronqué par une caldeira pratiquement comblée elle-même par un dôme acide (9). Les laves sont de nature calco-alcaline : basaltes, andésites, dacites et rhyolites (77, 62, 63).

Des observations récentes [Le Pennec, 1990 (97)] ont mis en évidence une **avalanche de débris** qui affleure au Nord du volcan et s'étend jusqu'à 30 km du sommet, vers Aktepe. Sa forme particulière en "hummocks" est bien conservée, ce qui avait conduit les auteurs italiens (78) à l'interpréter comme un ensemble de coulées anciennes intensément fracturées. Cette avalanche de débris est constituée d'un matériel ponceux de teinte blanc rosé (comme on peut le voir au talus de la route de Patnos) dans lequel sont emballés des panneaux de coulées plus anciennes très fragmentées (basaltes ou andésites) ou des dépôts de nuées ardentes.

Au flanc sud du volcan, entre Adilcevaz et le carrefour du lac de Gölduzu, on ne manquera pas d'aller voir, un peu à l'intérieur des terres (nombreuses pistes) **le maar d'Aygörgölü** (Aygirgölü sur certaines cartes). Il est situé à environ 3 km au nord de la route asphaltée. Il s'agit d'un cratère d'explosion phréato-magmatique, rempli par un lac d'un bleu profond (photo 28). Large de plus d'un kilomètre, il s'ouvre dans un ensemble de collines cendreusees couvertes de champs de blé, au NW du petit dôme de verre acide de Nernek Dag. Le dôme, en perlite, est frangé d'un rempart de brèche d'explosion (78).



Photo 26 - Flanc sud du Süphan et dépôts de déferlantes dominant le lac du maar d'Aygirgölü
Photo 27 - Vers le sommet du Süphan Dagi (photo Pierre Champel)



Les collines, et les parois du lac de cratère, sont constituées par les dépôts, gris, de déferlantes basales (*base surge*) et de retombées, correspondant aux nombreuses explosions du maar (cf photo 26). On prendra garde de ne pas enliser la voiture. Dans ces cendres, on trouve des *ejecta* de roches anciennes (fragments du socle cristallophyllien, des amphibolites) et des bombes de lave fraîche : dans une gorge située sur la berge NW du lac notamment, on pourra trouver des bombes en croûte de pain et des ponces de 1 m de diamètre.

Les obsidiennes et perlites du dôme de Nernek Dag (carrières abandonnées) ont livré à l'analyse (78) un âge de 490 000 ans. Ce dôme, et le maar d'Aygirgölü voisin, sont donc très récents, et en tout état de cause, d'âge quaternaire.



Photo 28 - Le maar d'Aygirgölü vu du sud

SUR L'ARARAT ET LE TENDÜREK

avec Herrmann Abich

Otto Wilhelm Herrmann von Abich (1806-1886), était un géologue et minéralogiste allemand de culture très vaste, puisqu'on lui doit de nombreux ouvrages illustrés sur le Vésuve, l'Etna, les volcans de boue de la Caspienne, etc..., à côté d'ouvrages de paléontologie. Il a minutieusement décrit les volcans de la haute Arménie, notamment dans sa "*Geologie des Armenischen Hochlandes*" parue à Vienne, en 1882 (6) et dans divers périodiques scientifiques autrichiens, allemands, russes et français. A cette époque, la possession du sol était l'objet d'un conflit entre la Russie et l'Empire Ottoman. La ville de Kars resta occupée longtemps par les cosaques.

Pour cette raison, Abich, qui tenait son mandat officiel des autorités russes, ne put guère descendre au Sud, au delà de Dogubayazit. Ainsi, il ne décrit pas le Nemrut Dag. Il s'attacha à l'étude de l'Ararat et du Tendürek. Il mit bien en évidence le caractère de volcan bouclier de ce dernier, allure (fig. 30 à 32) qui confirmait, à ses yeux, la théorie en vigueur alors, des "cratères de soulèvement". De son ascension de l'Ararat, qui relève de l'exploit pour l'époque, il nous a laissé un émouvant tableau, que nous reproduisons en annexe.

VEILLEE A DOGUBAYAZIT

Dogubayazit, ville frontière, ville de garnison, n'attire les touristes que pour l'Ararat, qui daigne parfois sortir des nuages qui l'encapuchonnent, et pour le délicieux palais de Ishak Pasha Sarayi, qu'un prince ottoman s'est fait construire sur un nid d'aigle qui domine la ville au Sud.

Un peu d'étymologie

Il faut faire attention à ne pas confondre l'Ararat avec le volcan Aragats (4 090 m) situé à environ 80 km au NNW du précédent, en Arménie soviétique, qui est également subactuel.

Les encyclopédies indiquent plusieurs noms pour désigner la montagne biblique : en persan Nouchi Kuh (prononcer Kou) qui signifie "Montagne de Noé".

Figure 31 - Morphologie caractéristique des strato-volcans de Turquie orientale, illustrée par Herrmann Abich (1864) à l'appui de la théorie des cratères de soulèvement.

Cratère central,
S. 5° O, 11 630 p.a.

Cratère à lac,



I. Le volcan éteint de Tandourek, vu de la hauteur du col, entre le grand système trachytique du Sordagh et celui d'Akboulak, à l'ouest de l'Ararat.

**Le grand Bogotii,
6 770.**

Obsidienne et perlite.

Montagnes du Pambak

Cime de l'Alagèz,
13 450 p.a.

Montagnes de Daratschitschak.

Volcan éteint, dit Karmijarik,
8 600 p.a.



II. Le volcan éteint de l'Alagèz, en Arménie, vu de la cime du Takjaltou, près de Koulpi.

Cime du Bingoel



PALAN-TJOUKAN

III. Le volcan éteint de Bingoel, en Asie-Mineure, vu de la cime du système trachytique éruptif du Palan-Tjoukan, près Erzeroum.

Figure 32 - Morphologie caractéristique des strato-volcans de Turquie orientale, illustrée par Herrmann Abich (1864) à l'appui de la théorie des cratères de soulèvement.

Le cratère à lac sur la voûte du Tandourek

Niveau du lac,
11,213 p.a.

Sortie des vapeurs chaudes,
11,556 p.a.



IV. Le cratère à lac sur la voûte du Tandourek, vu de la cime du bord oriental du cratère central (dit Djahanna darassi) du système.

En Turc : Büyük Agri Dag (prononcer Buyuk Areu Dah) qui signifie la grande montagne d'Agri [Agri — prononcer comme les bébés arreu — est une ville de cette région, et Dag — prononcer dah — signifie — l'avez-vous compris déjà ? — montagne].

C'est donc le "grand Ararat". Le Büyük Agri Dag culmine à 5 165 m mais il est flanqué par un puissant cône "satellite" plutôt que simplement "adventif", le Küçük Agri Dag qui culmine à 3 925 m (littéralement le petit Ararat ou petite montagne d'Agri).

En turc, Agri signifierait "douleur". Deux origines seraient donc possible, soit que le nom de la montagne signifie "montagne de la grande douleur", soit qu'il s'agisse du nom d'une divinité anatolienne.

Les arméniens désignent actuellement l'Ararat par le mot Massis ou Masis, "montagne grandiose".

Néanmoins, pour les premiers géologues qui ont étudié l'Ararat, l'étymologie la plus évidente était, suivant la nomenclature tartare, Agri Dag = montagne courbée. Il faut dire qu'à cette époque (1844) la théorie en "vogue" était celle "des cratères de soulèvement" et que l'étymologie "collait" alors tout à fait à la théorie (1).

Le mont jaillit seul et unique du plateau de Dogubayazit situé à 1 200 m, et se découpe dans le ciel, ce qui lui donne une beauté incomparable. Les neiges éternelles commencent à 4 000 m, et Marco Polo qui passa par là en 1272, en route vers la Chine, a noté « *la neige ne fond jamais au sommet, sans cesse alimenté par de nouvelles chutes de neige* ».

À LA RECHERCHE DE L'ARCHE DE NOE

De nombreux scientifiques, mais aussi des aventuriers, viennent de tous les pays en été, pour essayer de retrouver les traces de l'arche de Noé. James Irwin, le cosmonaute qui marcha sur la Lune, a été des leurs. Mais à ce jour, les recherches sont restées vaines.

Toutefois, à mi-pente de la montagne qui fait face à l'Ararat vers le Sud, le Kizildag, on peut observer un curieux phénomène de la nature. Les habitants de Dogubayazit désignent cette curiosité sous l'appellation de "bateau de Noé", mais il s'y devine un certain scepticisme.

La "chose" (photos 29 & 30) domine d'environ 500 m le village de Sürbahan qui, dans la plaine du Sari Su, est situé à mi-chemin entre Dogubayazit et le poste frontière turc de Gürbülak.

On a installé depuis peu un belvédère panoramique perché sur un éperon en altitude, et accessible en voiture, pour les touristes qui peuvent, de là, embrasser tout le phénomène de la vue : la coque renversée du navire de Noé, noyée dans un énorme glissement de terrain de boue, et fossilisée là, depuis le Déluge.

Du moins est-ce l'explication donnée dans quelques publications américaines, que l'on peut consulter sur place. Le guide turc, néanmoins, précise aussitôt, honnêtement, que les recherches que le Service Géologique Turc a bien voulu entreprendre sur le site (relevés détaillés du terrain, examens pétrographiques, sondages électriques et gravimétriques) sont restées vaines : on n'a rien trouvé de probant, pas le moindre clou, comme on dit.

Les fanatiques assurent qu'ils ont trouvé des clous en fer, rouillés, et des débris de charbon, qui proviendraient de la charpente fossilisée du navire. Mais en fait, les traces naturelles, d'origine purement minérale, de limonite et de charbon sont communes dans ce genre de terrain, un flysch d'origine sédimentaire marine, dont l'âge est éocène. Ces terrains argilo-sableux ont une très mauvaise tenue, et il est manifeste que l'on voit là un gigantesque glissement de terrain, avec ses bourrelets superficiels, frontaux et latéraux, et ses figures de torsion : la pseudo-coque n'est qu'un de ces énormes boudins de boue grés-conglomératique.

Cependant, la coïncidence est plus que troublante. Est-ce l'origine de la légende ?



Photo 29 - Faisant face à l'Ararat, le glissement de terrain et la forme en Arche de Noe
Photo 30 - Les strates replissées en forme d'Arche de Noe



L'Arche de Noé de Dogubayazit, que l'on peut atteindre soit par le village de Surpahan, soit par une autre piste, de montagne à partir du merveilleux palais Ishak Pasha Sarayi, vaut le détour. Mais le dialogue avec les montagnards kurdes plutôt farouches peut être un problème en cas de panne !

LE Puits DE GÜRBÜLAK : METEORE, OU LAVA CAVE

Toujours le long de la route de Dogubayazit à Téhéran, une centaine de mètres avant les lignes de défense militaires turques, une autre curiosité frappe l'imagination du volcanologue.

Pour y accéder, il faut, juste avant d'arriver à la caserne de gendarmerie de Gürbülak, prendre, à gauche de la route, la petite piste qui, à travers la plaine, dessert visiblement quelques postes de gendarmes frontières. Après un kilomètre de no-man's land, prendre encore à gauche, droit sur le premier poste, que l'on aperçoit vers le Nord-Est, à 1 km de distance (la conduite la plus indiquée consiste à aller se faire connaître à l'officier de permanence). Le puits du "météore" s'ouvre à ras de la plaine caillouteuse, à 400 m au sud du poste. Il est protégé par une barrière.

Le phénomène, là, ne remonte pas au Déluge. Il y a plus de soixante ans, un berger passant par là entendit une explosion, et vit un tourbillon de fumée (ou de poussière) : Il s'approcha et découvrit le trou. Celui-ci avait un diamètre d'environ 20-30 m et, à l'époque, 60 m de profondeur.

On pensa à l'impact d'un météorite. C'est ce que le berger attesta aux soldats. Néanmoins, on peut se demander si, plutôt que l'impact d'un objet chutant du ciel, il ne s'est pas agi d'un sous-tirage, d'un effondrement souterrain : par exemple celui d'une cavité sous-lavique, d'une cloche de tunnel de lave, dont le plafond se serait soudainement effondré.

Sur le terrain, la cavité est à la fois parfaitement circulaire, mais aussi parfaitement cylindrique, c'est à dire que les parois sont verticales. Le puits, aujourd'hui comblé par les éboulements de paroi et les limons apportés chaque année par la fonte des neiges, n'a plus que 20-25 m de profondeur. La roche recoupée à l'emporte-pièce est un empilement de coulées de basalte noir, de un à quelques mètres d'épaisseur chacune. On ne distingue sur les parois aucune arrivée de boyau souterrain, de tunnel ou de grotte.

Ce genre d'effondrement est fréquent en pays calcaire. Mais ici, le puits s'est produit dans du basalte, et le basalte, lui, n'est pas sujet aux dissolutions karstiques. Toutefois, on sait que du calcaire doit se trouver sous l'empilement des coulées de basalte descendues de l'Ararat. Mais on ignore à quelle profondeur. De toute manière, on peut spéculer que l'effondrement d'une grotte karstique, qui se serait produit à cinquante mètres de la surface, n'aurait pas laissé un puits aussi régulier, vertical, dans la masse de basalte qui recouvre ce calcaire.

Autour, on ne trouve pas de dépôts qui puisse étayer l'hypothèse d'une éruption phréatique d'importance locale.

L'ASCENSION DE L'ARARAT

Des formes éruptives, on ne voit rien au sommet en raison des glaciers qui recouvrent tout. La morphologie volcanique n'est visible que dans le bas du massif, où cônes adventifs et bras de coulées formidables descendent jusqu'au poste de douane de Gürbülak.

Comme cela est bien mis en évidence sur la photo SPOT du 6 mars 1986 (qui a été tirée en poster publicitaire par Spot Images) les cônes adventifs sont alignés sur une fracture orientée successivement Nord-Nord Ouest puis Nord-Ouest, qui coupe le massif en son milieu.

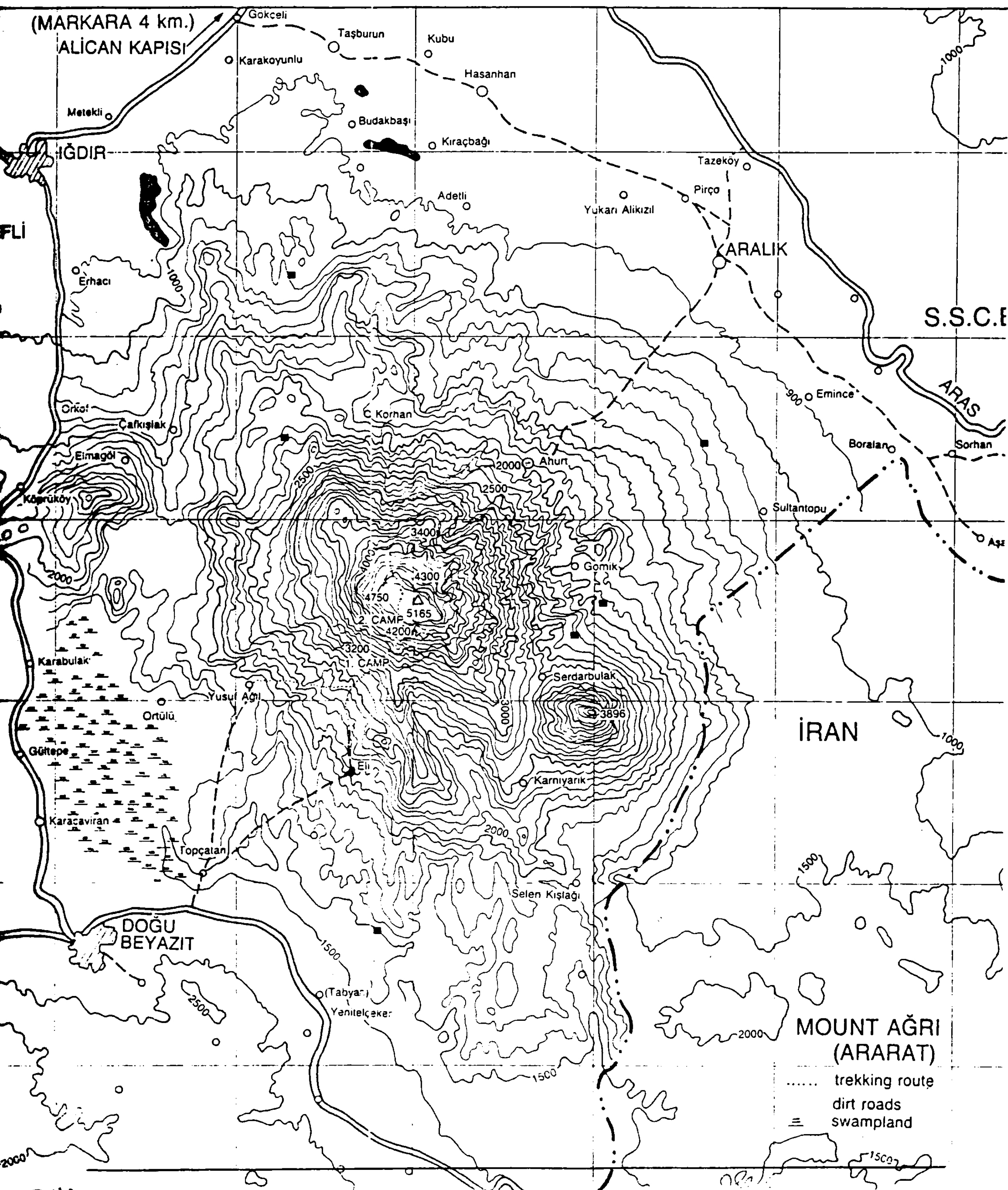


Figure 33 - Carte topographique du Grand Ararat et du Petit Ararat.

Cette direction correspond à celle suivant laquelle les plaques entrent en collision et où la croûte lithosphérique continentale se raccourcit, chaque jour sous nos yeux. Elle se retrouve dans plusieurs volcans actifs de Turquie, à de légères variations régionales près (36, 77, 134).

Un stratovolcan mal connu

En raison des difficultés d'accès, des problèmes avec la sécurité militaire pour circuler et pour disposer des fonds topographiques ou des photographies aériennes, le massif n'a pas encore été étudié avec autant d'intensité que l'Erciyes Dag, la Cappadoce ou le Nemrut Dag. Trop vaste sujet pour faire la matière d'une monographie de Thèse pour un doctorat, il reste un peu délaissé même par les chercheurs turcs, et on ne dispose à son sujet que de données récentes très ponctuelles (64, 65, 77, 94, 127, 134), hormis le mémoire de Blumenthal (29) repris dans (28) et (9).

Il s'agit d'un massif calcoalcalin principalement constitué d'une suite d'andésites, dacites et rhyolites dont les termes les plus jeunes ont été datés de 500 000 ans. Tout le monde s'accorde à voir dans les formes très jeunes de certains cônes adventifs et fronts de coulées, la preuve d'un âge très récent pour les dernières manifestations éruptives, peut être de l'ordre de 10 000 ans. Ces coulées sont des basaltes riches en alumine.

L'archéologie suggère même la persistance de l'activité éruptive au 3ème Millénaire avant J.C. (J. Mellaart, comm. pers. 1993) : en effet, un archéologue russe du nom de Petrov a dégagé en 1913, sous une coulée de lave de l'Ararat, le site d'un village du 3ème Millénaire avant J.C., se rattachant à la culture du Kur-Araxes (Âge du Bronze Ancien). Ce site est situé au pied NW du massif, sur la route d'Igdir à Malaklu (*Anatolian Studies*, XIII, 1963, p. 153-154, sans autre détail). Là encore, il est à souhaiter que des recherches modernes soient entreprises, qui permettent de vérifier et préciser ces données précieuses.

Vers 3 000 m d'altitude, au niveau du glacier qui surplombe la vallée d'Ahira, les dégagements de gaz sulfureux qui viennent crever la surface des petits lacs installés sur la moraine témoignent peut-être de la persistance de l'activité fumerolienne sous les glaciers. La glace s'étend sur 10 à 13 km².

Les successeurs de Noé

Après Noé, les premiers hommes, à notre connaissance, à avoir mis le pied au sommet de l'Ararat furent ceux de la cordée du Docteur Frédéric Parrot de Dorpat, de l'Université d'Estonie, qui gravit le sommet en octobre 1829. Il en était à sa troisième tentative. Son témoignage est précieux car c'est par lui que nous possédons la seule description de la région d'Arguré, avec le monastère de Saint-Jacob, antérieure au cataclysme de 1840 qui devait l'anéantir.

Le Dr Moriz Wagner visita le massif en 1843.

Herrmann Abich après trois premières tentatives durant 1844, gravit le sommet en 1845. Il publia le récit de ses ascensions dans (1) le bulletin de la Société Géologique de France, avec une lithographie d'un de ses dessins de 1844 par Tirpenne, que nous reproduisons en annexe.

Après le colonel Chartrow en 1850, James Brice réussit à son tour l'escalade en 1876 (30).

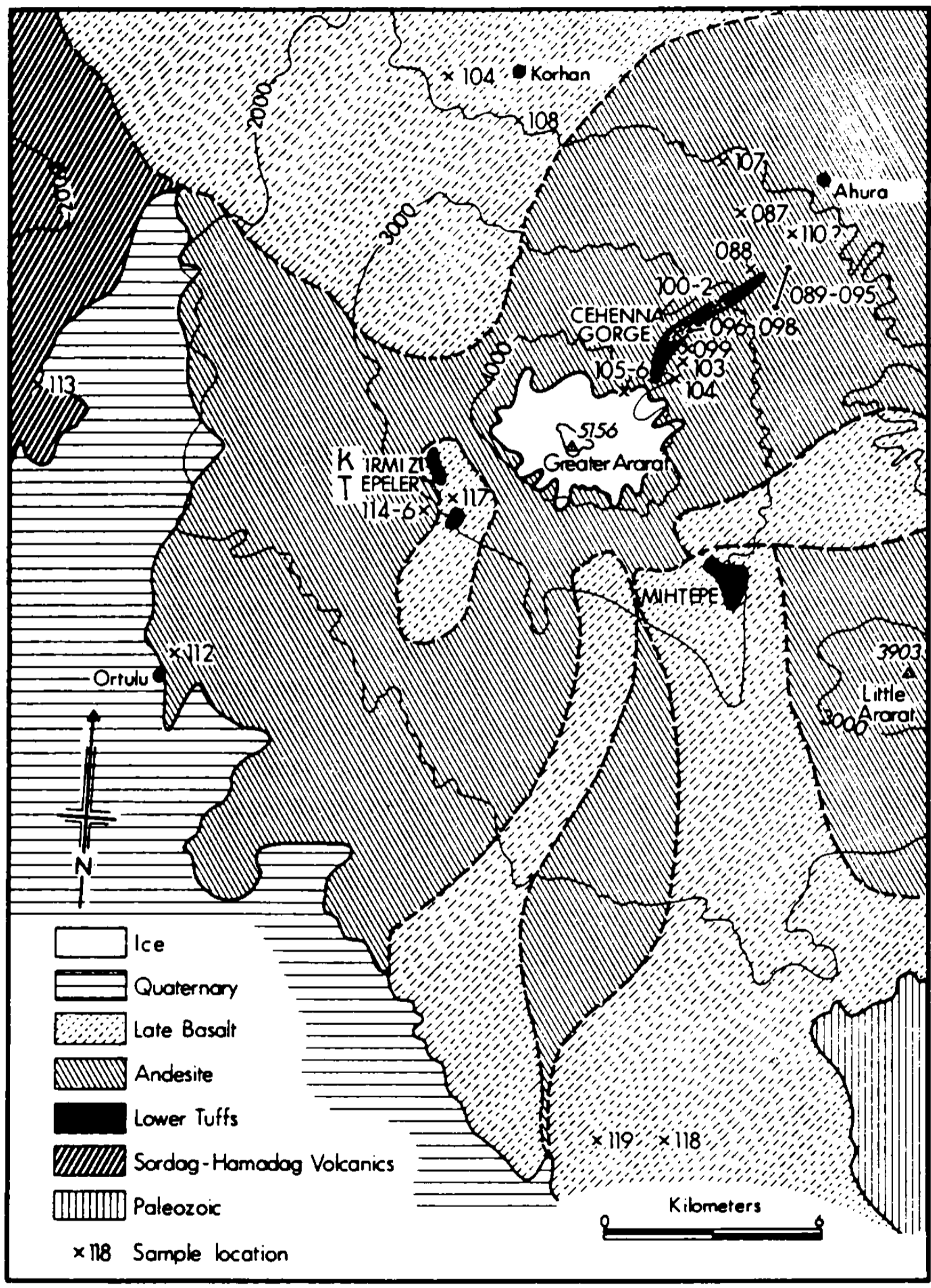


Figure 34 - Carte géologique simplifiée de l'Ararat d'après M. Blumenthal, 1959 (13), simplifiée par R. Lambert et al. (1974).

L'éruption du 20 juin 1840

En 1840, un terrible cataclysme fut ressenti à l'Ararat. Des témoins ont raconté qu'une demi-heure avant le coucher du soleil, il y eut un tremblement de terre qui dura deux secondes, suivi d'une forte explosion.

Une avalanche sur le versant nord anéantit le village de Ahura (Argouri ou Arguré) et le monastère de Yakup (St Jacob). Près de 6 000 maisons furent détruites sur la montagne, et seulement 114 habitants sur les 2 000 furent retrouvés vivants. Un scientifique, Moriz Wagner, parvint sur les lieux trois ans plus tard, chargé d'une mission par l'Académie Impériale des Sciences de Saint-Petersbourg. Herrmann Abich fut mandaté l'année d'après.

Y a-t-il eu vraiment éruption ?

Paraphrasant la relation donnée par Wagner en 1843, K.C. Von Leonhard dans son traité de 1844 puis Arnold Boscowitz en 1866, ont décrit longuement cette éruption. Abich a effectué à l'occasion de ses nombreux voyages sur place de nouvelles observations de terrain, en 1844, 1845, puis en 1862 encore. Ses conclusions, publiées dans divers périodiques (3, 4, 5), remaniées, paufinées jusqu'en 1882 (6), sont formelles : tout ceci est d'origine volcanique.

En fait, la plus grande prudence s'impose. Si, tout d'abord, on analyse seulement *les termes* dans lesquels *les faits* sont *rapportés*, l'explication qui saute aux yeux est qu'il aurait pu s'agir d'une éruption phréatique. Toutefois, Karl Sapper dans son catalogue de 1917 souligne que la description de Wagner est apocryphe, et il ramène l'importance du phénomène à un simple éboulement de terrain.

Dans cette région à pluviométrie élevée où la fonte des glaces fait chaque année place nette, il est bien difficile de dénicher aujourd'hui les traces d'un épisode de type Soufrière de la Guadeloupe 1976 qui serait survenu il y a 150 ans, dans la mesure où cet épisode ne s'est pas produit au sommet du volcan, mais en bas du versant nord. Quand on relit la description en allemand, plus détaillée que celle de Boscowitz en français, on est frappé par la mention d'odeurs sulfureuses, et celle des destructions qui rappellent celles provoquées par les lahars descendus du Nevado del Ruiz, ou, plus modestement du Saint-Helens aux prémices de l'éruption de 1980. On parle aussi d'un panache de cendres.

Néanmoins, il est mentionné parfois une odeur sulfureuse lors des tremblements de terre, sans rapport avec le volcanisme. En outre, les laves de la zone d'Arguré sont précisément riches en disséminations de pyrite, qui imprègnent de grandes zones altérées, décomposées. Il est possible d'envisager que, lors de l'éboulement de ces terrains de mauvaise tenue, une odeur de pyrite s'est dégagée avec la poussière.

Blumenthal a laissé dans son mémoire fondamental (29) sur l'Ararat une critique détaillée des arguments de Wagner et Abich. Elle est féroce, car il faut reconnaître que les explications de Abich, dont le style est lourd, sont parfois pénibles à suivre. Elle conclut à l'absence de phénomène proprement volcanique, mais reconnaît la véracité des destructions rapportées. Qu'un tremblement de terre ait eu lieu, en effet, ne soulève aucun doute. Ce tremblement de terre a eu, d'ailleurs, lui, des conséquences à l'échelle régionale.

Un sol en constante vibration

Les chroniques régionales font état de tremblements de terre fréquents en Anatolie orientale et en Arménie : L'Histoire a retenu ceux du milieu du VIII^e s., de 801, 863, 893, 995, 1006, 1045, 1104, 1139, 1219, 1441. Le 23 août 1151 il y eut une chute de neige mêlée de cendres dans le haut massif. Le tremblement de terre de 1441 fut réellement le trémor d'une éruption volcanique, dont les vestiges sont spectaculaires. Mais celle-ci eut lieu au flanc d'un autre géant d'Anatolie orientale, le Nemrut Dag (cf. chapitre 5).

LE TENDÜREK DAG

Faisant face à l'Ararat au sud de la petite ville de Dogubayazit, le Tendürük ou Tendürek (de Tandour = brasier) est un vaste volcan bouclier. Son ascension ne présenterait pas de difficulté s'il n'y avait la distance à parcourir dans les champs de laves scoriacées qui ralentissent considérablement la marche. Il possède deux sommets le Cehennem Tepe (3 584 m) à l'ouest et le Tendürek Gölü (lac du Tendürek) à l'est, dont le cratère égueulé culmine à 3 300 m. Les deux sommets sont distants d'environ 7 km l'un de l'autre.

On y accède le plus directement par le versant est en partant du sommet de la nouvelle route asphaltée qui relie Dogubayazit à Van via Muradiye, et qui longe la frontière turco-iranienne. Cette route offre de très belles vues sur les champs de basaltes immenses et très récents qui s'étendent sur 10 à 20 km tant au nord qu'au sud du volcan. Une activité fumerolienne persiste le long de la faille E-W de Caldiran, coté sud, tandis que du soufre et des sulfures de fer se déposent sur la berge nord du lac de cratère vers 3 300 m d'altitude.

La visite est un peu décevante, car les cratères principaux et les très nombreux hornitos qui crèvent les champs de basaltes et de trachyandésites (tantôt lisses, tantôt scoriacés) sont peu spectaculaires, par contraste avec les formes vives du Nemrut et de l'Erciyes. Mais c'est là une caractéristique du Tendurek Dag : c'est un volcan qui se rattacherait plutôt au type hawaïien.

Néanmoins le centre éruptif ouest s'est individualisé par l'émission d'obsidienne, et quelques cônes stromboliens parsèment les bas versants du volcan bouclier. L'importante nappe de ponces, que l'on recoupe tout le long de la route de Dogubayazit, pourrait avoir été émise lors d'une phase d'activité assez ancienne qui a été cloturée par un effondrement en caldeira, dont les traces semblent assez floues aujourd'hui (125). Par les vues "aériennes" sur le flanc sud de l'Ararat, l'excursion vaut quand même la peine si l'on aime la solitude et le bon air.

Comme Abich l'a souligné (cf. figures 30 à 32), ce volcan répète, par la forme de son cône, surbaissé et allongé sur une base elliptique, les traits physiologiques caractéristiques des montagnes voisines, l'Alagez près d'Erivan, et le Bingöl Dag au sud d'Erzurum. Pour lui, le Tendürek est le seul volcan d'Asie-Mineure qui *"entretienne encore, par son cratère principal, une communication directe entre le foyer volcanique et l'atmosphère"*. La présence d'une solfatare très active était à la base de cette conviction.

Il est de fait qu'avec ses champs de laves scoriacées d'une noirceur impressionnante, le Tendürek a toutes les apparences d'un volcan encore actif récemment, et qui ne demande qu'à se réveiller. Sur la photomosaïque satellite en noir et blanc, à l'échelle du 1/500 000, qui est exposée à Ankara, dans le hall de la Direction du M.T.A. (musée qui est ouvert au public) l'étendue considérable de ces laves, à la fraîcheur si évidente, est saisissante.

Figure 35 (page ci-contre) : reproduction en photocopie de la photographie de l'Ararat prise par le satellite SPOT le 6 mars 1986. Copyright 1986 - Distribution SPOT IMAGE.

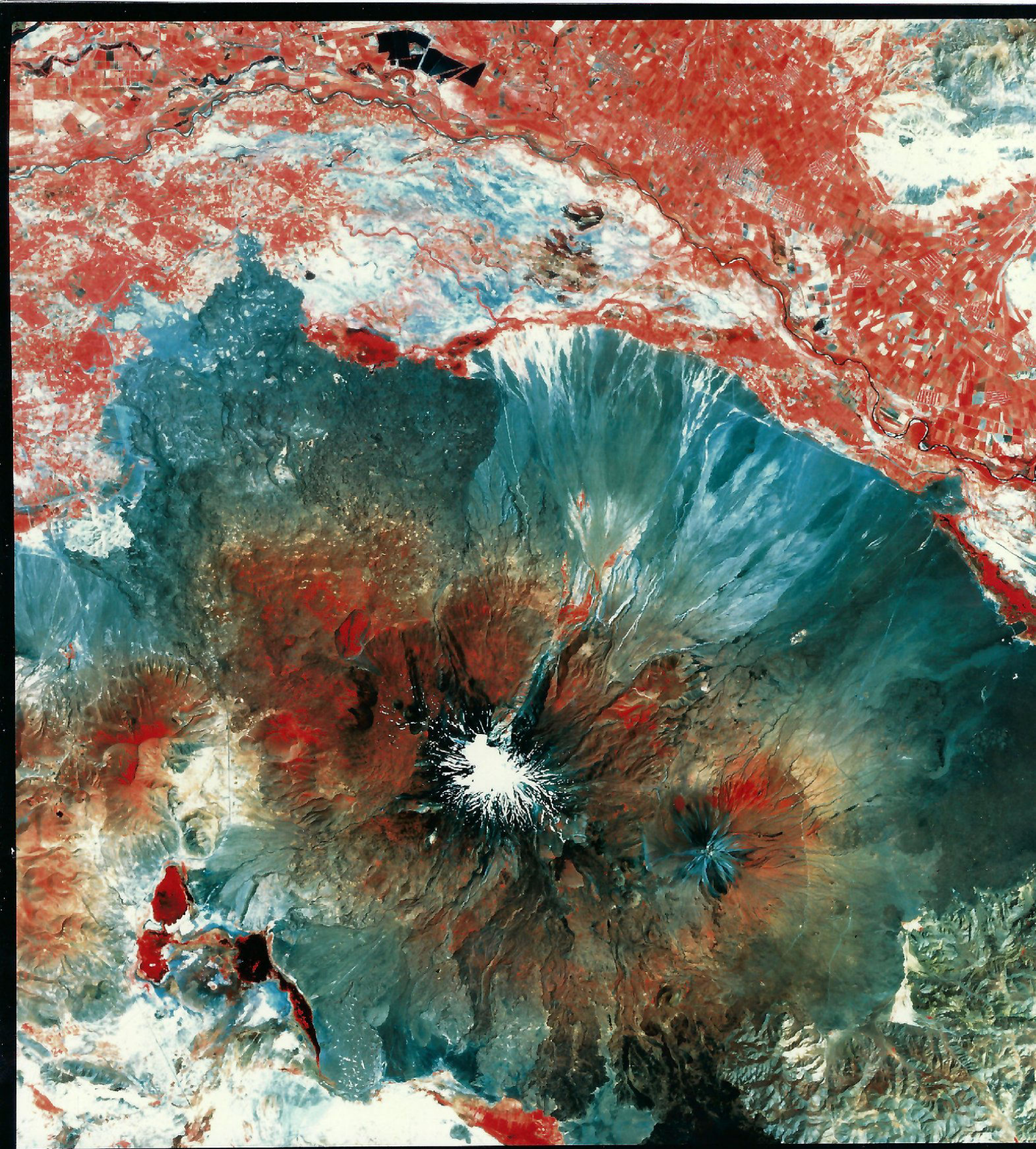


Figure 35 : reproduction de la photographie du Grand Ararat (et ses glaciers) et du Petit Ararat prise par le satellite SPOT le 6 mars 1986. Copyright et distribution SPOT IMAGE 1986. On voit, bien marquée sur le versant NE, la gorge d'Ahura (Arguré) où a eu lieu l'éruption de 1840 et, en aval, son large cône de débris.

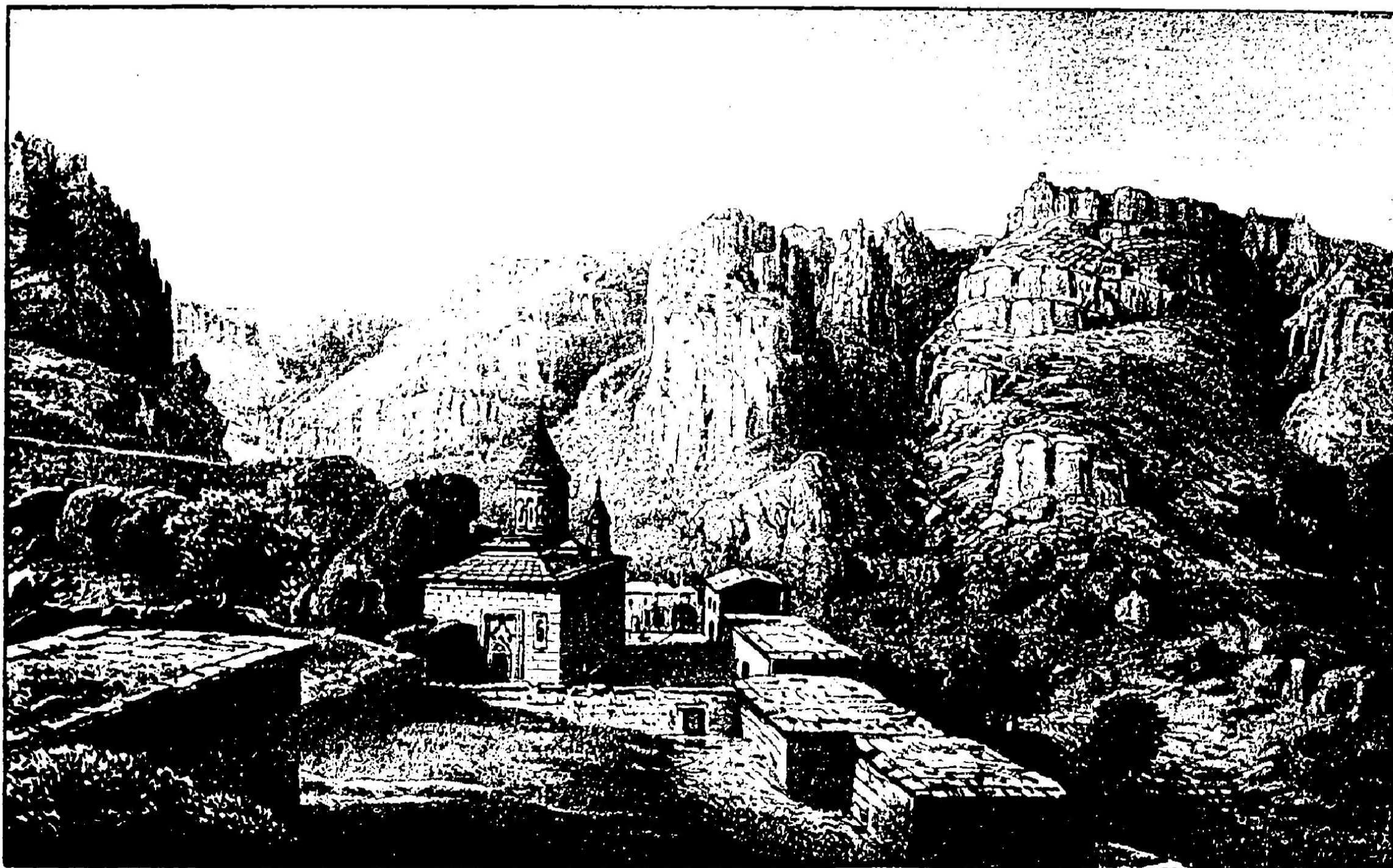
On ne souligne peut-être pas assez que ces coulées immenses n'ont, pour l'essentiel, pas été émises par les cratères centraux du volcan, mais par des fissures linéaires, à la façon de ce que l'on voit sur les rifts du Kilauea et du Mauna Loa, et qui rappelle tout-à-fait les "*Masseneruptionen*" définies par Hans Reck en Islande. Par exemple, le champ de lave qui dévale les flancs est, sud-est et sud du volcan est issu de la faille de Caldiran, qui s'est ouverte bien en contrebas du cratère du Tendürek Gölü. L'activité fumerollienne persistante le long de cette faille témoigne de l'âge beaucoup plus récent de ce type d'épanchement par rapport au reste.

En 1862, Abich recueillit (2) (3) une anecdote curieuse sur l'activité solfatarienne du volcan.

"Cet endroit est très recherché par les malades. Le Tandourek est distingué de toutes les autres montagnes volcaniques de la haute Arménie par le retour périodique de bruits souterrains dans l'intérieur de la montagne, bruits comparables aux "bramidos" dans les régions volcaniques des Andes.

Un fait curieux, qui s'est produit pendant la dernière guerre avec la Turquie, se rattache aux bramidos du Tandourek :

Après la prise de Baïazid [Dogubayazit], les deux armées russe et turque campaient, la première à la base septentrionale de ladite montagne, et l'autre au Sud. Un bruit de tonnerre, semblable à une canonnade, se fit entendre pendant la nuit, et parut aux deux parties sortir du flanc de la montagne ; l'alarme s'ensuivit, et peu s'en fallut que les deux armées n'en vinssent aux mains."



"Monastère de Khiegart, dans le tuf quartzeux trachytique du haut Agmangan, faisant face à l'Ararat" (d'après une gravure de H. Abich, 1887, coll. part.). Abich fut le découvreur des fameuses *ignimbrites*. Il désignait les plus typées par le terme *tufolaves*.



Photo 31 - Flanc nord-est du Tendürek Dag : le cône sommital est (de Tandürek Gölü)
Photo 32 - Intérieur du cône égueulé de Tendürek Gölü, et aperçu du sommet ouest



LES IGNIMBRITES DE KARS ET ANI

Une dernière curiosité méritera le détour, en partant de Dogubayazit, sur le chemin de retour vers l'ouest : les ruines romantiques d'Ani, que l'on visite à partir de Kars (une autorisation doit être demandée à Kars auprès du Bureau de Tourisme puis visée à la Direction de la Sûreté [Emniyet Müdürlüğü] et au Musée de Kars).

Cette capitale du royaume Bagratide, dont la construction date du Moyen-Age, est bâtie sur un vaste plateau d'ignimbrites d'âge tertiaire, mais des cônes stromboliens d'âge tout-à-fait quaternaire se dressent, de place en place, sur ce plateau (79) : on en côtoie notamment sur la route de Kars à Ani, en passant par les villages de Yalinkaya, Subatan et Soylu. Ils sont bien reconnaissables à la couleur rouge de leurs projections, d'autant que la pouzzolane est parfois exploitée artisanalement pour faire des casemates militaires.

Les ignimbrites

Ces ignimbrites tabulaires, qui reposent sur des tufs ponceux et des coulées d'obsidienne, forment une immense étendue (8, 9, 57). Leur origine n'est pas encore formellement localisée, mais il semble qu'elles ont été émises à partir du volcan composite Aragats, en territoire russe. Ce volcan, en effet, présente une structure en caldeira (34). Les ignimbrites d'Ani sont recouvertes par des basaltes quaternaires.

C'est dans cette province qu'Abich, percevant le caractère inhabituel de ces laves, définit pour la première fois la notion de **tufolave**, pour les tufs flammés soudés à chaud.

On pourra, sinon échantillonner, du moins admirer les grandes "flammes" des ignimbrites, sur les murs des églises d'Ani. En effet, sur ces surfaces toutes prêtes, on voit bien les flammes, en verre sombre, sur le fond roux de la roche ; elles sont tantôt coupées dans le plan même de la fluidalité (du tassement plus exactement), tantôt sectionnées dans un plan transversal, permettant justement de voir l'aplatissement des parois de verre sous le poids de la nappe ignimbrétique.

Les obsidiennes

On pourra échantillonner de belles obsidiennes en venant d'Erzurum vers Kars, au talus de la route qui escalade le plateau d'ignimbrites à Sarikamis. Cette route recoupe toute la série volcano-sédimentaire tertiaire, et en offre des vues très aériennes. Il se développe fréquemment un joli débit prismatique dans les tufs ignimbrétiques roux et dans les tufs ponceux roses, jaunes et blancs, débit qui favorise l'érosion en forme de cheminées de fées, comme en Cappadoce.

Les gisements d'obsidienne d'âge Pleistocène supérieur du village de Mesçitli, situé près de la route entre Karakurt, sur le fleuve Aras, et Sarikamis, ont alimenté une industrie préhistorique importante (88).

Les obsidiennes ont été cartographiées en détail par le M.T.A., en vue d'une éventuelle valorisation industrielle comme perlite (113).

Y-a t'il eu éruption en 1959 ?

Dans le catalogue des volcans actifs du monde (135), Tom Simkin a recopié la mention qu'a faite naguère G. Hantke (73), d'une éruption hypothétique en Juillet 1959 ("Unnamed volcano number 0103-05, Kars area").

Cette mention ne reposerait que sur un article de presse contestable, et en définitive, cet événement est plus qu'incertain (Tom Simkin, com. pers., 1992).



Empilement d'ignimbrites prismées dans la vallée d'Abarran, sur le versant sud-est de l'Alagéz près d'Etschmiadzin (gravure d'Abich, 1887, coll. part.).

ÉPILOGUE

Pourquoi d'autres éruptions sont à craindre

Contrairement à une opinion très répandue dans les milieux scientifiques étrangers, les indications sont très nombreuses pour conclure que les volcans de Turquie ne sont, pour la plupart, qu'en sommeil.

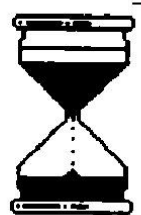
Comme les volcanologues turcs et leurs confrères le décrivent dans leurs publications les plus récentes (41, 69, 125, 156), le moteur de l'activité volcanique n'est pas arrêté : même s'il ne se manifeste plus aujourd'hui que par des tremblements de terre, c'est parce que les éruptions volcaniques dans cette région sont des phénomènes plus lents à se préparer, et qui surviennent avec une périodicité plus longue que les séismes.

Néanmoins, une recrudescence de l'activité éruptive d'un volcan s'annonce par divers phénomènes précurseurs :

- * réactivation sismique
- * montée en température des fumerolles et des sources thermales
- * changements dans la composition des gaz (pour ne citer que les plus classiques) qui, à ce jour, ne se sont pas manifestés.

Le "scoop" d'assister à la réouverture de la fissure éruptive du Nemrut Dag, ou au réveil du Koca Dag ou du Hasan Dag lors d'un circuit touristique organisé, n'est donc pour l'instant qu'un rêve chimérique, de la part de quelques "mordus".

Le Vésuve, en sommeil seulement depuis 1944, est certainement plus prometteur pour ses visiteurs...Mais le vin vieux de Cappadoce vaut largement le Lacryma Christi !



FICHES TECHNIQUES ET TOURISTIQUES

En raison des difficultés que présente la visite des quatre plus hauts volcans, Hasan Dag, Erciyes Dag, Süphan Dag et Ararat, des renseignements pratiques supplémentaires sont donnés ci-dessous, avec des indications d'escalade empruntées à Franck Pothé.²



HASAN DAGI

Deux volcans dominant la Cappadoce : l'Hasan Dag, à l'ouest, avec ses 3 253 m; l'Erciyes Dag, à l'est, qui culmine à 3 916 m.

L'Hasan Dag ne présente pas de difficulté d'ascension particulière, en dehors de la période d'enneigement (décembre à mai généralement). Il s'agit d'un volcan à deux sommets, le Grand Hasan Dag (Büyük Hasan Dagi, 3 253 m) au NW, et le Petit Hasan Dag (Küçük Hasan Dagi, 3 069 m) au SE.

Accès : D'Aksaray, suivre la route de Mersin sur 28 km, jusqu'au village de Taspinar (prononcer Tashpinar). De là, une piste carrossable de 6 km permet de gagner le village de Dikmen, qui sert de camp de base, à 1 000 m d'altitude, au bas du versant nord du volcan. Dikmen ne possède pas encore de ressources hôtelières, mais avec l'autorisation du chef du village (Mouktar) il est possible de camper. Il est préférable d'avoir fait le ravitaillement à Aksaray.

Depuis Dikmen jusqu'au sommet, il faut compter 5 h de montée (2 250 m de dénivelée). Au village, on se fera préciser le départ du sentier par un habitant, jusqu'à l'entrée d'un vallon : un sentier de troupeaux permet en une heure de remonter ce vallon, dont la partie supérieure offre un parcours agréable dans un bois de chênes. Une succession d'arêtes et de plateaux permet ensuite de gagner (1 h) la base même du cône sommital. L'itinéraire d'escalade est ensuite très simple, la végétation est rare et la vision du sommet permet de s'orienter constamment. L'ascension sera commencée tout droit, en direction du couloir ocre, près du sommet de gauche. On l'abordera par la droite sur les rochers, où la marche est plus aisée, puis on obliquera à droite. De là, on rejoindra la pointe à l'extrême droite, qui est facile d'accès par les éboulis (2 h 1/2). Au sommet, on est un peu dérouté par l'aspect très érodé du cratère. Cela tient à la nature particulière du dynamisme éruptif, l'Hasan Dag étant un appareil de type péleén, avec dômes terminaux. Le sommet du Grand Hasan Dag est occupé par deux cratères emboîtés qui recourent les dômes terminaux. Le dernier [Aydar et Gourgaud (12)] a émis une coulée de laves à blocs. Une légère activité fumerolienne subsiste dans la zone sommitale, témoignant du caractère sub-actif du Grand Hasan Dag.

Variantes, difficultés : Il est possible d'atteindre la cime par d'autres voies, sur les flancs rocaillieux du volcan : aucune ne pose de difficulté, à condition naturellement d'avoir de bonnes chaussures montantes. Pour la descente, on empruntera le même itinéraire qu'à l'aller (2 h 1/2). Sauf en période d'enneigement, il n'est pas nécessaire d'emporter une corde ; la randonnée se

⁷² Organisation de randonnées et escalades : contacter Franck Pothé, Agence **Atalante**, 36-37 Quai Ardoing, 69256 Lyon cédex 09, tél. 78 64 16 16 ou La Bourlatière, Lachassagne, 69480 Anse, tél. 74 67 22 41.

déroule dans des pierriers où la marche est facile. Il est surtout nécessaire de se prémunir contre l'agression éventuelle des chiens de bergers, en passant le plus loin possible des troupeaux, quelques cailloux à la main. L'été, les risques d'insolation ne doivent pas être négligés. On prévoira des vêtements adaptés à la saison. Bien qu'un guide ne soit pas nécessaire, on pourra engager un villageois de Dikmen comme accompagnateur, par sécurité, si on est seul.

ERCIYES DAGI

A quelques mètres près l'Erciyes Dagi est un "4000". Pour cette raison, il est assez fréquenté, encore que seuls les alpinistes expérimentés (munis d'une corde) parviennent au point culminant, où se trouve le livre d'or qui permet de connaître les noms des cordées précédentes.

Durée-dénivelée : Un jour (6 h de montée et 3 h 1/2 de descente), 1 800 m de dénivelée de la station de ski de Takir jusqu'au sommet (3 916 m).

Accès : Depuis Kayseri, on peut prendre un bus ou un minibus pour le village d'Hisarcik, distant de 10 km. D'Hisarcik, on continuera par minibus la route pavée dans la direction de Develi, et on s'arrêtera au bout de 15 km à la station de ski (Kayak Evi) du col de Takir (2 150 m), qui est le point de départ de l'ascension. L'hotel qui se trouve au col n'est ouvert que l'hiver, pour les skieurs. On peut, selon l'heure à laquelle on est arrivé à pied d'oeuvre, soit attaquer dès l'aube, soit (étant arrivé plus tard) camper près des installations du télésiège ou démarrer en prévoyant un bivouac au pied de l'arête principale. L'ascension nécessite en effet une journée A-R (1 800 m). De la station de ski, l'itinéraire remonte le chemin du téléphérique, jusqu'à la gare d'arrivée la plus haute (1 h 1/2 environ). De là, on continue le chemin sur 300 m, puis on oblique à gauche, pour gravir les pierriers en direction de l'arête qui conduit à la grande crête sommitale. Une fois parvenu à la base de l'arête, on la gravit par une succession de ressauts, et on atteint de la sorte une pointe bien marquée. Il faut alors redescendre une pente douce, jusqu'à un petit col, et remonter ensuite l'arête jusqu'à la barre rocheuse qui la coupe. On rejoint enfin sur la droite un grand couloir, qui permet d'atteindre l'arête sommitale. On voit alors, à une centaine de mètres, la pointe supportant le petit panneau à l'effigie de l'Université turque de Kayseri. Plus à gauche se trouve une autre pointe rocheuse, surmontée d'une borne géodésique, plus difficile d'accès.

La descente s'effectue par le chemin de montée, si l'on ne trouve pas de glace dans le dernier couloir. Sinon, on descend par le grand éboulis du versant SW, sur 200 m environ, puis on oblique à gauche sur un col au pied d'une aiguille rocheuse bien marquée; de là, par un bref pas d'escalade (II), en descente, on rejoint le col sur la crête où l'on retrouve l'itinéraire de montée.

L'ascension, en été, est longue mais facile, sauf dans le dernier couloir qui, restant souvent à l'ombre, peut cacher des plaques de glace (prévoir donc une main courante de 15 m environ). La neige disparaît assez tard en été, sauf année de canicule. Pour toutes ces raisons, l'ascension s'adresse donc à de bons marcheurs. Des vêtements chauds et des lunettes de soleil sont conseillés. Le ravitaillement doit être emporté de Kayseri. Auprès du Bureau de Tourisme de cette ville, il sera bon de prendre un guide si l'on se propose de monter ou de descendre par une autre voie que celle décrite ci-dessus : le massif de l'Erciyes est vaste, et certaines variantes d'itinéraire d'apparence facile au début peuvent présenter des difficultés techniques supérieures à celles de la voie normale, des problèmes pour s'orienter, ou des risques de retard sur l'horaire prévu.

SÜPHAN DAGI

Bien qu'il soit au nombre des " 4 000 ", le Süphan Dagi est un peu déroutant pour les alpinistes, en raison de la molesse de forme des vastes pierriers qui constituent son sommet. La vue est heureusement très belle, par temps clair, sur le lac de Van.

Durée-dénivelée : Du hameau de Cankyalya (2 000 m) au sommet (4 434 m) il faut compter pour les marcheurs normaux 6 h de montée et 3 h de descente (2 400 m de dénivelée). Néanmoins, un bon marcheur, entraîné et sans équipement à porter, arrive à monter en 4 h par bonnes conditions météo.

Accès : A partir du village d'Adilcevaz, sur la rive nord du lac, on peut gagner en bus ou minibus le village de Cankyalya (17 km) situé sur le versant ouest du volcan. Avec l'autorisation du chef du village (Mouktar) il est possible de camper. La proximité des villageois sera recherchée, par crainte des rodeurs la nuit. Il est conseillé de démarrer de bonne heure : la rumeur locale, selon laquelle des loups rodent parfois sur la montagne, incite à éviter le bivouac ! On remonte tout-d'abord un large chemin, tracé par les troupeaux de moutons, à travers les pentes cultivées et paturages. Ce tronçon du parcours peut être effectué avec un véhicule 4 x 4, si l'on veut ménager ses forces. Au bout d'une demi-heure, on quitte le chemin pour marcher en direction du sommet, par un sentier qui grimpe en zig-zag vers un appareil adventif. Bientôt, il n'y a plus de sentier marqué : l'ascension se déroulant par des pentes relativement plus douces, les itinéraires sont multiples. Le plus aisé consiste à rejoindre la crête sur la droite, et à la suivre par une succession de ressauts, pour arriver sur un petit plateau, traversé par un cours d'eau intermittent. De là, on remonte le ruisseau en suivant le thalweg, pour atteindre une autre plateforme. La pointe sommitale étant en vue, on gagne facilement le sommet, par les rochers et les pierriers qui marquent l'emplacement du dôme acide qui remplit jusqu'à la gueule l'ancienne caldeira. Le rempart interne de celle-ci n'est visible que par places. On redescend par le même itinéraire.

Difficultés, matériel : La dénivelée est la seule difficulté de cette ascension. Près du sommet, il peut subsister parfois des plaques de neige qui ralentissent la progression. Au sommet, il fait froid et des vêtements chauds sont recommandés. Les jeunes de Cankyalya se proposent volontiers comme guide, mais ce n'est pas indispensable.

ARARAT

L'Ararat est un " 5 000 " situé au point triple entre Turquie, Iran et la C.E.I., dont l'accès est réglementé. L'autorisation d'accès doit être sollicitée en France auprès de l'Ambassade de Turquie à Paris (prévoir un délai d'environ 3 mois pour la réponse ; les noms des alpinistes et la date approximative de l'ascension prévue doivent être mentionnés). Pour des scientifiques résidents en Turquie et dûment enregistrés et mandatés, il est exceptionnellement possible de solliciter un sauf-conduit à la Direction de la Sûreté (Emniyet Müdürlüğü) de Agri, qui permet de se joindre à un groupe constitué. Ce sauf-conduit doit être remis à la İlçe Jandarma Komutanlığı de Dogubayazit, qui le transmet à la Kaymakam (Municipalité) pour avis. Dans tous les cas, l'accès du flanc Nord du Grand Ararat est interdit, de même que le Petit Ararat tout entier.

Le coût du sauvetage des " risques-tout en tennis " n'étant, en principe, pas couvert par les C.R.S. montagne, ni par les compagnies d'assurances à but lucratif, il est imposé de se

confier à des guides pour l'ascension du volcan, le Büyük Agri Dag (5 165 m). On s'informera auprès du Bureau de Tourisme. L'agence Trek Travel, Aydede Caddesi n°10, 80090 Taksim/Istanbul (tél : 1 55 16 24 et 1 55 47 72) est une de celles qui, sur place, s'occupent de toutes les formalités, ce qui est appréciable en Turquie. L'ascension peut s'effectuer soit à partir de Dogubayazit soit à partir d'Igdir. Néanmoins ce second accès est moins usité. Avec un véhicule 4 x 4 il est possible de s'élever jusqu'aux contreforts du volcan mais l'essentiel s'effectue à pied, en caravanes. L'agence Trek dispose d'un support logistique bien rodé (camp de toile, restauration).

Il est également possible de gravir le mont en solitaire, pourvu qu'on se fasse accompagner d'un guide agréé par la gendarmerie. L'ascension demande 3 à 4 jours aller-retour, la dénivelée est de 3 400 m.

1ère journée : Pour cette première étape qui consiste à monter du village situé à la fin de la piste carrossable (1 800 m) jusqu'au camp de base (3 400 m), il faut compter environ 4-5 h de marche (1 600 m de dénivelée). Après avoir chargé les mules, la longue montée commence, par un bon chemin ; on traverse en route plusieurs villages, où il n'est pas rare d'être invité à boire le thé. Les dernières habitations se trouvent aux environs de 2 800 m. A partir de là, il n'y a plus de chemin et l'on remonte lentement les pentes arides de la montagne, avec la vision de la calotte glaciaire du sommet. L'arrivée à l'emplacement du camp de base est bienvenue : on se trouve sur un alpage admirablement situé, où l'on plante la tente. A proximité, une source permet de refaire le plein des gourdes.

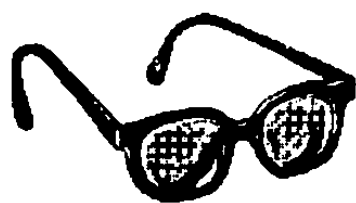
2ème journée : Elle permet de passer du camp de base (3 400 m) au camp 2 (4 200 m), soit 800 m de dénivelée, 3 h de marche. Si on a vraiment une très bonne forme physique, on peut même monter directement au sommet durant cette deuxième journée, mais la dénivellation importante à gravir (1 800 m) et l'altitude demandent alors de partir de très bonne heure le matin. Il est donc préférable d'établir un camp 2 avant le sommet. Du camp de base, on remonte les pentes du volcan à travers un vaste chaos de rochers qui forme son arête centrale. On parvient ainsi, après 3 h de marche environ, à un replat rocheux à 4 200 m où l'on établit le camp 2.

3ème journée : Elle consiste à monter du camp 2 (situé à 4 200 m) au sommet (5 165 m), puis à redescendre au camp de base (3 400 m), soit 965 m de dénivelée, 4 h de montée et 3 h de descente. Pour ce dernier tronçon, il est préférable de partir de bonne heure le matin. La montée à travers les blocs est éprouvante et longue. Vers 4 900 m, on aborde le glacier sommital : sur la droite, on distingue le sommet, tandis qu'à gauche avant d'arriver au sommet, d'énormes séracs révèlent que le glacier plonge sur la face nord de l'Ararat. Le sommet est atteint peu après. Le froid et le vent n'incitent pas à rester longtemps. Une reproduction de l'Arche de Noé a été dressée là haut, qui le plus souvent est décorée de givre. Comme Franck Pothé le souligne, le panorama est impressionnant, avec notamment le contraste entre le glacier, suspendu entre ciel et terre, et le reste du plateau, désertique, que surplombe le volcan. Après la contemplation, il faut penser à redescendre au camp 2 pour récupérer la tente, puis au camp de base, où le mieux est de passer la nuit.

4ème journée : On retourne du camp de base (3 400 m) au point de garage des voitures (1 800 m), soit 1 600 m de descente, en 3 h. Le chemin à suivre est le même qu'à la montée. La différence de température est réconfortante.

Difficultés, logistique : Le guide s'occupe aussi bien des formalités que de la location des mules pour monter les bagages au camp de base. Excepté l'altitude, l'ascension ne présente pas de difficultés techniques particulières. Pour le cas où il y n'y aurait pas de neige sur le glacier, il faut savoir marcher sur la glace vive : on se munira de crampons, d'un piolet et éventuellement d'une corde par sécurité ! Il faut également emporter suffisamment de nourriture, et le couchage. Le froid est vif la nuit.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES



Cette liste est limitée à la période récente, plus certains ouvrages d'intérêt historique. La liste la plus complète des publications anciennes se trouve dans l'ouvrage listé en [28]. Lorsque des articles en turc (tur) comportent un résumé en anglais, le titre mentionné est celui en anglais. Les nombreux rapports rédigés par le Service géologique national turc (M.T.A. = Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü) ne sont pas listés, en raison de leur caractère inédit et, la plupart du temps, confidentiel (évaluation du potentiel en énergie géothermique des massifs volcaniques, cubage de réserves de ponces ou de perlite). Leur consultation doit être sollicitée auprès de la Direction Générale du M.T.A. à Ankara, Eskisehir Yolu.

- 1 ABICH (H), 1851.- *Observations sur le Mont Ararat*. Bull. Soc. géol. France, 2° série, t. VIII, séance du 3 mars 1851, pp. 265-271 et 1 vue dépl. h.-t.
- 2 ABICH (H), 1864.- *Quelques résultats de mes voyages en Géorgie, en Turquie et en Perse en 1862 : Aperçu sur la nature physique du volcan éteint de Tandourek*. Bull. Soc. géol. France, 2° série, t. XXI, séance du 7 mars 1864, pp. 213-217 avec 4 fig. dans le texte.
- 3 ABICH (H), 1867.- *Geologische Beobachtungen auf Reisen in den Gebirgsländern zwischen Kur und Araxes*. Tiflis, Mém. Acad. Sciences St-Petersburg, 159 p.
- 4 ABICH (H), 1870.- *Der Ararat in genetischer Beziehung betrachtet*. Zeitschrift der deutsch. geol. Gesellschaft, Bd. XXII, pp. 69-91, ill.
- 5 ABICH (H), 1871.- *Über den Vulkan an den Quellen des Euphrat*. Petermanns geograph. Mittheilungen, 17. Bd., Heft 2, pp. 71-73.
- 6 ABICH (H), 1882.- *Geologische Forschungen in den kaukasischen Ländern, II. Theil: Geologie des Armenischen Hochlandes, Westhälfte*. Alfred Hölder, Wien, 470 p, ill. et atlas h.-t.
- 7 AKKUS (A), 1987.- [tur] *The geomorphology of Karadag*. Journal of the Engineering and Architecture Faculty of Selcuk University, 2/1, pp. 35-44.
- 8 AKTIMUR (H. T.), TEKIRLI (M. E.), YURDAKUL (M. E.), ERCAN (T), KEÇER (M), ÜRGÜN (B. M.), GÜRBÜZ (M), CAN (B), YASAR (T), 1991.- [tur] *Geology of the vicinity of Kars-Arpaçay and petrology of the Neogene-Quaternary aged volcanites*. 44th Geological Congress of Turkey, February 1991.
- 9 ALTINLI (I.E), KETIN (I), PAMIR(H.N), ERENTÖZ (C), et al., 1963-1974.- *The 1: 500,000-scale geological map of Turkey and explanatory text. Feuilles Van, Kayseri, Izmir, Konya et Denizli*. M.T.A. Yayinlarindan.
- 10 ARDOS (M), 1987.- [tur] *Volkan Cografyasi [géographie des volcans]*. Ed. Türkiyat Matbaacilik, Istanbul Universitesi Yayinlari, N° 3478 et Edebiyat Fakültesi Yayinlari, N° 3235. Un vol. 152 p. avec lexique français, anglais, allemand, turc et biblio.
- 11 AYDAR (E), 1989.- *Les laves quaternaires de Cappadoce (Turquie) : volcanologie et pétrologie*. Rapport de D.E.A., Univ. de Clermont-Ferrand.
suivi de : 1992.- *Etude volcanologique, structurale et magmatologique du strato-volcan Hasan Dagi (Anatolie centrale, Turquie)*. Thèse Doct. Univ. Blaise Pascal, Clermont-Ferrand II, UFR Rech. scient. et techn., Spéc. Volcanologie-Magmatologie, N° DU 446, 3 juillet 1992.
- 12 AYDAR (E), GOURGAUD (A), 1990.- *Les grands stades d'édification du strato-volcan Hasan Dagi (Anatolie centrale, Turquie)*. in GÜNDOĞDU (N), VIDAL (PH.), GOURGAUD (A), 1990.- *Coopération franco-turque en volcanologie et*

géochimie. Bull. de la Section Volcanologie de la Soc. géol. de France, n° 20, Spécial Turquie (déc. 1990), pp. 17-20.

13 AYDAR (E), GOURGAUD (A), 1991.- *Association de séries calco-alcalines et alcalines au Hasan Dag (Anatolie centrale, Turquie)*. in GOURGAUD (A.) ET COULON (C.) coord., 1991.- *De la fin de la subduction à la collision : magmatisme associé*. Bull. de la Section Volcanologie de la Soc. géol. de France, n° 21 (avril 1991), p. 5.

14 AYDAR (E), GOURGAUD (A), 1992.- *A multi-caldéra strato-volcano : Hasan Dag (Central Anatolia, Turquie)*. 29th intern. geol. Congress, Kyoto.

15 AYDAR (E), GOURGAUD (A), GÜNDOĞDU (N), 1990.- *Les laves quaternaires de Cappadoce (Turquie) : volcanologie et magmatologie*. in GÜNDOĞDU (N), VIDAL (PH.), GOURGAUD (A), 1990.- *Coopération franco-turque en volcanologie et géochimie*. Bull. de la Section Volcanologie de la Soc. géol. de France, n° 20, Spécial Turquie (déc. 1990), pp. 21-24.

16 AYRANCI (B), (1969).- *Zur Petrologie und Geologie des Erciyes-Vulkangebietes bei Kayseri in Zentralanatolien, Türkei*. Diss. Univ. Würzburg, 184 p. (inédit).

17 AYRANCI (B), WEIBEL (M), 1973.- *Zum Chemismus der Ignimbrite des Erciyes-Vulkans (Zentralanatolien)*. Schweizer. mineral. petrogr. Mitt., 53, pp. 49-60, Zürich.

18 AYRANCI (B), 1991.- [tur] *A retrospective on historical data and new investigations of Mt-Erciyes volcanism in Central Anatolia*. 44th Geol. Congr. of Turkey.

19 BAS (H), 1979.- *Petrologische und geochemische Untersuchungen an subrezenten Vulkaniten der Nordanatolischen Störungzone (Abschnitt : Erzincan-Niksar), Türkei*. Ph. D. Diss. Univ. Hamburg, 116 p.

20 BATUM (I), 1975.- *Nevşehir güneybatısındaki Göllüdag ve Acigöl yöresi volkanitlerinin jeokimiyasi ve petrolojisi*. Yerbilimleri, 4/1-2, pp. 50-69.

21 BATUM (I), 1975.- *Petrographische und geochemische Untersuchungen in den Vulkangebieten Göllüdag und Acigöl (Zentralanatolien, Türkei)*. Ph. D. Diss. Univ. Freiburg, 101 p.

22 BATUM (I), 1978.- *Nevşehir güneybatısındaki Göllüdag ve Acigöl yöresi volkanitlerinin jeoloji ve petrografisi*. Yerbilimleri, 4/1-2, pp. 70-88.

23 BAYDUR (N), 1987.- *Erciyes (Argaios) in eski çağlarda Kayseri halkinin inançlarındaki yeri*. I° Kayseri Kultur ve Sanat Haftasi Konusmalari ve Tebligleri, 7-13/4/1986. Kayseri Belediye ve özel Idare birligi Yayinlari, n°3, pp. 3-7.

24 BEEKMAN (P. H.), 1966.- *The pliocene and quaternary volcanism in the Hasan Dag - Melendiz Dag region*. M.T.A. Bull. 66, 16 p., Ankara.

25 BELLON (H), JARRIAGE (J.E.), SOREL (D), 1979.- *Les activités magmatiques Egéennes de l'Oligocène à nos jours et leurs cadres géodynamiques : données nouvelles et synthèses*. Rev. Géogr. phys. et Géol. dyn., 21 (1) pp. 41-55.

26 BESANG (C), ECKHARDT (F.J.), HARRE (W), KREUZER (G), MÜLLER (P), 1977.- *Radiometrische Alterbestimmungen an neogenen Eruptivgesteinen der Türkei*. Geol. Jahrb., 25, pp. 3-36.

27 BILGIN (A), KOSEOGU (M), ÖZKAN (G), 1988.- [tur] *Mineralogy, petrography and geochemistry of Isparta-Gölçuk volcanics*. Abstracts of the Geological Congr. of Turkey 1988, pp. 14-15.

28 BLUMENTHAL (M), KAADEN (G. VAN DER), 1964.- *Catalogue of the active volcanoes and solfatara fields of Turkey (I.A.V.C.E.I.), Part XVII*.

29 BLUMENTHAL (M), 1959.- *Der Vulkan Ararat und die Berge seiner Sedimentumrandung*. Revue Fac. Sc. Univ. Istanbul, série B, t. XXIII, fasc. 3-4, pp. 177-327, ill. 22 photos et 2 cartes pli. h.-t.

30 BRYCE (J), 1896.- *Transcaucasia and Ararat. Being notes on a vacation tour in the autumn of 1876*. Un vol., XIX+526 p. avec une carte pli. et un frontispice représentant le Grand et le Petit Ararats. London.

31 BUKET (E), 1988.- [tur] *Geochemistry of East Anatolian volcanic province : major, trace, REE abundances and Sr, Nd isotope geochemistry of tertiary and quaternary volcanics from the Varto region, Eastern Turkey*. Symposium for the 20th Anniversary of Earth Sciences at Hacettepe University, Abstracts, p. 54.

32 CAPAN (U.Z), VIDAL (PH), CANTAGREL (J.M), 1987.- *K-Ar, Nd and Pb isotopic study of quaternary volcanism in Karasu valley (Hatay), N-end of Dead-Sea rift zone in Turkey*. Bull. of Earth Sci. Application and Research Centre of Hacettepe University, Ankara, Yerbilimleri 14, pp. 165-178.

33 CHAPUT (E), 1936.- *Voyages d'études géologiques et géomorphologiques en Turquie*. Mem. Inst. fr. d'Archéologie de Stamboul, 2, 312 p., Paris.

34 COOK (E.F.) Editor, 1966.- *Tufflavas and ignimbrites, a survey of Soviet studies*. Trad./russe M. Carty, American Elsevier Pub., New York, 220 p. [articles de K.G. Shirinian, A.A. Adamian, G.S. Gorshkov notamnt].

35 DE WIJKERSLOOTH (P), 1944.- *Über den jungen Vulkanismus am Innerrande des Taurus zwischen Afyon-Karahisar und Kayseri (Türkei)*. M.T.A. Mecmuasi 32, 2, pp. 250-256.

36 DEWEY (J.F), HEMPTON (M.R), KIDD (W.S.F), SAROGLU (F), SENGÖR (A.M.C), 1986.- *Shortening of continental lithosphere: the neotectonics of Eastern Anatolia, a young collision zone*. Collision tectonics (M.P. Coward & A.C. Ries, Editors), Geol. Soc. London spec. Public. n°19, pp.3-36.

37 EKINGEN (A), 1982.- [tur] *Results of geophysical prospecting in Nevsehir caldera*. Geol. Congr. of Turkey [Türkiye jeoloji Kurultayı 1982, Bildiri özetleri kitabı] Abstracts, p. 82.

38 ERCAN (T), 1981.- *Kula yöresinin jeolojisi ve volkanitlerinin petrolojisi*. Dissert. Istanbul. Univ. Yerbilimleri Fakültesi, 165 p. (unpubl.).

39 ERCAN (T), 1985.- *Orta Anadoludaki senozoyik volkanizması*. M.T.A. Dergisi, pp. 119-140.

40 ERCAN (T), 1990.- *New interpretations of geochemical, radiometric and isotopic data on Kula volcanics (Manisa, Western Anatolia)*. Intern. Earth Sci. Congr. on Aegean Regions 1990, Abstracts, p. 209.

41 ERCAN (T), 1991.- *Report of the turkish commission of volcanology and chemistry of the Earth's interior for 1987-1991*. National Union of Geodesy and Geophysics of Turkey, XXth general Assembly of the Intern. Union of Geod. and Geophys., August 1991, 13 p.

42 ERCAN (T), AKBASLI (A), YILDIRIM (T), FISEKÇI (A), SELVI (Y), ÖLMEZ (M), CAN (B), 1990.- *Acigöl (Nevsehir) yöresinin jeolojisi ve Senozoyik yasli volkanik kayaçların petrolojisi*. M.T.A. Dergisi (in press).

43 ERCAN (T), AKBASLI (A), YILDIRIM (T), KOSE (C), YILMAZ (H), FISEKCI (A), ÖLMEZ (M), SELVI (Y), TASDEMİR (G), ATIKER (M), YILDIZ (B), 1987.- [tur] *Geology of Acigöl (Nevsehir) area evolution and the recent effects of the cenozoic volcanism*. Abstracts of the geol. Congr. of Turkey 1987, pp. 36-37.

44 ERCAN (T), AKIMAN (O), CAN (B), ERİSEN (B), 1992.- [tur] *Products of recent volcanism transported from Nysiros Island to the Anatolian Peninsula*. 45th geol. Congress of Turkey, Ankara.

45 ERCAN (T), DİNÇEL (A), GÜNAY (E), 1979.- (en turc) *Petrology of the Usak volcanics and their place in the Aegean region according to plate tectonics*. Türkiye Jeoloji Kurumu Bült. 22,2, pp.185-198 (rés. angl.).

46 ERCAN (T), FUJITANI (T), MATSUDA (J.I.), NOTSU (K), TOKEL (S), UI (T), 1990.- *New interpretations of the geochemical, radiometric and isotopic data on Eastern and Southeastern Anatolian Neogene Quaternary volcanics*. M.T.A. Dergisi, 110, pp. 143-164.

47 ERCAN (T), GÜNAY (E), TÜRKECAN (A), 1984.- (en turc) *Petrology of the igneous rocks of the Bodrum Peninsula and their genetic implication*. Türkiye Jeoloji Kur. Bült. 27,2, pp.85-98 (rés. angl.).

48 ERCAN (T), KOSE (C), AKBASLI (A), YILDIRIM (T), 1987.- [tur] *Volcanic gas emissions in the region of Nevsehir-Nigde-Konya in Central Anatolia*. Bull. of the Faculty of Engineering of Cumhuriyet University, 4, pp. 57-64.

49 ERCAN (T), ÖZTUNALI (O), 1982.- (en turc) *Characteristic features and "base surge" bed forms of Kula volcanics*. Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni, 25, 2, pp.117-126 (résumé anglais).

50 ERCAN (T), SAROGLU (F), TURHAN (N), MATSUDA (J.-I.), UI (T), FUJITANI (T), NOTSU (K), BAGIRSAKÇI (S), AKTIMUR (S), CAN (B), EMRE (Ö), AKÇAY (A. E.), MANAV (E), GÜRLER (H), 1991.- [tur] *The geology and petrology of the Karacadag volcanites*. 44th geol. Congr. of Turkey.

- 51 ERCAN (T), SATIR (M), KREUSER (H), TÜRKECAN (A), GÜNAY (E), ÇEVİKBAS (A), ATES (M), CAN (B), 1985.- [tur] *Interpretation of new chemical, isotopic and radiometric data on Cenozoic volcanics of Western Anatolia*. Türkiye Jeoloji Kur. Bült. 28,2, pp.121-136 .
- 52 ERCAN (T), TOKEL (T), MATSUDA (J. I.), UI (T), NOTSU (K), FUJITANI (T), YILDIRIM (T), AKBASLI (A), FISEKCI (A), SELVI (Y), ÖLMEZ (M), CAN (B), 1990.- [tur] *The origin and evolution of the cenozoic volcanism of Hasan Dagi - Karacadag area (Central Anatolia)*. Jeomorfoloji Dergisi, 18, pp. 39-54.
- 53 ERCAN (T), YEGINGIL (Z), BIGAZZI (G), 1989.- [tur] *Obsidian : definition, characteristics and distribution in Anatolia ; geochemical features of Central Anatolian obsidians*. Jeomorfoloji Dergisi, 17, pp. 71-83 & 85-92.
- 54 ERCAN (T), YEGINGIL (Z), BIGAZZI (G), ODDONE (M), ÖZDOĞAN (M), 1990.- *Kuzeybatı Anadolu obsidiyen buluntularinin kaynak belirleme çalismalari*. Jeoloji Mühendisligi, 36, pp. 19-32 [nombreuses références bibl. sur le travail et la géologie de l'obsidienne en Turquie].
- 55 ERCAN (T), YILDIRIM (T), 1988.- [tur] *Properties of maar volcanism and occurrences in Anatolia*. Journal of Isparta Engineering Faculty of Akdeniz University, 4, pp. 35-53.
- 56 ERCAN (T), YILDIRIM (T), AKBASLI (A), 1987.- [tur] *Characteristic features of the volcanism between Gelveri (Nigde) and Kizilcin (Nevsehir)*. Jeomorfoloji Dergisi, 15, pp. 27-36.
- 57 ERENTÖZ (C), KETIN (I), 1974.- *Türkiye Jeoloji Haritasi, 1/500 000 Kars Paftasi*, Explanatory text of the geological map of Turkey, 1:500 000-sheet Kars, M.T.A. Yayinlarindan, Ankara, 57 p.
- 58 FERAUD (J), 1990.- *Les volcans actifs de Turquie, guide géologique et itinéraires d'excursions*. Bull. Assoc. Volcanologique Européenne (LAVE), Paris.
- 59 FROGER (J.-L.), 1991.- *Les volcans turcs, éteints ou endormis ? Liaison* (bull. Assoc. amicale franco-turque des Ingénieurs, Ankara), Oct. 1991, pp. 2-4.
- 60 GEDİKOĞLU (A), KUSCU (M), TURKER (F), 1988.- [tur] *Economical properties of Gölçuk (Isparta) pumice deposits*. Journal of Isparta Engineering Faculty of Akdeniz University, 4, pp. 432-449.
- 61 GIANNERINI (G), CAMPREDON (R), FERAUD (G), ABOU ZAKHEM (B), 1988.- *Déformations intraplaques et volcanisme associé: exemple de la bordure NW de la plaque Arabique au Cénozoïque*. Bull. Soc. géol. France (8) t. IV, n° 6, pp. 937-947.
- 62 GOURGAUD (A.) ET COULON (C.) coord., 1991.- *De la fin de la subduction à la collision : magmatisme associé*. Bull. de la Section Volcanologie de la Soc. géol. de France, n° 21 (avril 1991).
- 63 GOURGAUD (A), LYBERIS (N), GÜNDOĞDU (N), 1990.- *Le volcanisme quaternaire de Turquie et la collision Arabie-Eurasie*. in GÜNDOĞDU (N), VIDAL (PH.), GOURGAUD (A), 1990.- *Coopération franco-turque en volcanologie et géochimie*. Bull. de la Section Volcanologie de la Soc. géol. de France, n° 20, Spécial Turquie (déc. 1990), pp. 3-6.
- 64 GÜLEN (L), 1980.- *Strontium isotope geochemistry of Mount Ararat and Mount Süphan volcanoes, Eastern Turkey*. EOS, Trans. amer. geophys. Union, vol. 61, p. 412.
- 65 GÜLEN (L), 1982.- *Sr, Nd and Pb isotope systematics of Ararat and Süphan volcanoes, Eastern Turkey*. EOS, Trans. amer. geophys. Union, vol. 63, n°45, Nov. 9, p. 1145.
- 66 GÜLEN (L), 1988.- [tur] *Collision-zone volcanism in Lake Van region : an isotope geochemical study*. Symposium for the 20th Anniversary of Earth Sciences at Hacettepe University, Abstracts, p. 53.
- 67 GÜLEN (L), HART (S), 1990.- *Isotope constraints on the crust-mantle interaction and geodynamic evolution of the Aegean subduction*. Intern. Earth Sci. Congr. Aegean Regions 1990, Abstracts, p. 164-165.
- 68 GÜLER (O), 1987.- *Roma kolonial devir sikkeleri. I° Kayseri Kultur ve Sanat Haftasi Konusmalari ve Tebligleri, 7 - 13/4/1986*. Kayseri Belediye özel Idare birigi Yayinlari, n° 3, pp. 9-15.
- 69 GÜNDOĞDU (N), VIDAL (PH.), GOURGAUD (A), 1990.- *Coopération franco-turque en volcanologie et géochimie*. Bull. de la Section Volcanologie de la Soc. géol. de France, n° 20, Spécial Turquie (déc. 1990), pp. 1-2.

- 70 GÜNER (Y), 1984.- [tur] *Geology, geomorphology and evolution of the Nemrut volcano*. Jeomorfoloji Dergisi, s.12, February 1984, pp.23-65.
- 71 GÜNER (Y), SAROGLU (F), 1987.- [tur] *Quaternary volcanism in Eastern Turkey and its significance for geothermal energy*. 7th Biannual Petroleum Congr. of Turkey, Proceedings, pp. 371-383.
- 72 HAMILTON (W.J), 1842.- *Researches on antiquities and geology in Asia Minor, Pontus and Armenia*. London, 2 vol. Traduit en allemand par O. Schomburgk (1843): *Reisen in Kleinasien, Pontus und Armenien nebst antiquarischen und geologischen Forschungen*. Leipzig, Weidmann éd., avec 4 pl. litho et 2 cartes pli., 2 tomes en 1 vol. de XVIII+515+VIII+394 p.
- 73 HANKTE (G), 1962.- *Übersicht über die vulkanische Tätigkeit 1941-1962*. Bulletin volcanologique, t. 24, pp. 321-348.
- 74 HARPUR (J), WILSON (J), BINNEY (R), WILKINSON (P), McANDREW (R), WERGAN (S), STORR (J), CLOW (H), 1987.- *Le Déluge, un fait ou une légende; l'Arche de Noé*. Les grands événements de la Bible. Marshall Editions Ltd, London & S. A. Brepols I.G.P., Turnhout, Belgium.
- 75 INNOCENTI (F), MANETTI (P), MAZZUOLI (R), PASQUARE (G), VILLARI (L), 1981.- *Neogene and Quaternary volcanism in the Eastern Mediterranean; time-space distribution and geotectonic implication*. Sedimentary Basins of Mediterranean Margins, F.C. Wezel editor, pp. 369-385.
- 76 INNOCENTI (F), MAZZUOLI (R), PASQUARE (G), RADICATI DI BROZOLO (F), VILLARI (L), 1975.- *The Neogene calcaline volcanism of Central Anatolia: geochronological data on Kayseri-Nigde area*. Geol. Mag., 112, (4), pp.349-360.
- 77 INNOCENTI (F), MAZZUOLI (R), PASQUARE (G), RADICATI DI BROZOLO (F), VILLARI (L), 1976.- *Evolution of the volcanism in the area of interaction between the arabian, anatolian and iranian plates (Lake Van, eastern Turkey)*. Journal of Volcanology and Geothermal Research, 1, pp.103-112.
- 78 INNOCENTI (F), MAZZUOLI (R), PASQUARE (G), SERRI (G), VILLARI (L), 1980.- *Geology of the volcanic area North of Lake Van (Turkey)*. Geol. Rundschau, 69,1, pp.292-322.
- 79 INNOCENTI (F), MAZZUOLI (R), PASQUARE (G), RADICATI DI BROZOLO (F), VILLARI (L), 1982.- *Tertiary and quaternary volcanism of the Erzurum-Kars area (Eastern Turkey): geochronological data and geodynamic evolution*. Journal Volc. Geoth. Res., 13, pp.223-240.
- 80 INNOCENTI (F), MANETTI (P), MAZZUOLI (R), PASQUARE (G), VILLARI (L), 1982.- *Anatolia and NW-Iran. Andesites*, R.S. Thorpe (Editor), John Wiley, New York, N.Y., pp.327-349.
- 81 ISLER (F), 1988.- [tur] *Mineralogic-petrographic and geochemical investigation on the Ciftehan (Nigde) volcanites*. Geological Bull. of Turkey, 31/2, pp. 29-36.
- 82 JUNG (D), KELLER (J), ECKHARDT (F-J), 1978.- *Heavy mineral contents and geochemistry of pumice glass from tephra layers in sediments of Lake Van*. The geology of Lake Van, M.T.A. Yayinlarindan, n° 169, pp.102-110.
- 83 KAZANCI (N), KARAMAN (E), 1988.- *Sedimentary characteristics and depositionnal mechanism of Gölçuk (Isparta) Pliocene volcanoclastics*. Journal of Isparta Engineering Faculty of Akdeniz University, 4, pp. 16-35.
- 84 KELLER (J), 1974.- *Quaternary maar-volcanism near Karapinar in Central Anatolia*. Bull. Volcanologique, t. XXXVIII,2, pp.378-396.
- 85 KELLER (J), 1983.- *Potassic lavas in the orogenic volcanism of the mediterranean area*. Journal Volc. Geoth. Res., 18, pp. 321-335.
- 86 KELLER (J), JUNG (D), BURGATH (K), WOLFF (F), 1977.- *Geologie und Petrologie des neogenen Kalkalkali-Vulkanismus von Konya (Erenler Dag-Alaca Dag-Massiv, Zentral Anatolien)*. Geologisches Jahrbuch, 25, pp. 37-117.
- 87 KELLER (J), JUNG (D), ECKHARDT (F.-J.), KREUZER (H), in press.- *Radiometric ages and chemical characterization of the Galatean andesite massif, Pontus, Turkey*. A paper dedicated to Prof. Giorgio Marinelli on the occasion of his 70th birthday 1992.
- 88 KELLER (J), SEIFRIED (C), 1989.- *The present status of obsidian source identification in Anatolia and the Near East*. Journal of the European Study Group on Physical, Chemical, Biological and Mathematical Techniques applied to Archeology

(PACT), Actes des Ateliers européens de Ravello, 19-27 novembre 1987 & 30-31 mars 1989, Volcanologie et Archéologie, C. A. Livadie & F. Widemann éditeurs, Strasbourg, Pact, t. 25, n° 4, pp. 57-87.

89 KELLER (J), VILLARI (L), 1972.- *Rhyolitic ignimbrites in the region of Afyon (Central Anatolia)*. Bull. volcanologique, t. 36, 2, pp. 342-358.

90 KEMPE (S), DEGENS (E.T), 1978.- *Lake Van varve record : the past 10,420 years*.

The geology of Lake Van, M.T.A. Yayinlarindan, n° 169, pp.56-63.

91 KOÇ (S), KILIÇ (R), 1987.- *Geologie der Karadag (Karaman) - Vulkaniten und Entstehung von "base surge"*. Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University, 2, pp. 117-126.

92 KUSÇU (M), GEDIKOGLU (A), 1990.- [tur] *The geology of the pumice deposits of Gölçuk (Isparta) vicinity*. Jeoloji Mühendisligi, 36, pp. 69-78.

93 LAHN (E), 1941.- *Aksaray-Konya arasinda volkanik arazi*. M.T.A. Enstitüsü Mecmuasi, 6, 1/22, pp. 45-47.

94 LAMBERT (R), HOLLAND (J), OWEN (P), 1974.- *Chemical petrology of a suite of calc-alkaline lavas from Mount Ararat, Turkey*. Journal of Geology, vol. 82, pp. 419-438.

95 LEBKÜCHNER (R. F.), 1957.- *Zur Geologie der Umgebung von Kayseri, von Avanos-Ürgüp und Bogazliyan bis in die Üzün Yayla*. M.T.A. unpublished report n° 2656, Ankara.

96 LE PENNEC (J.-L.), 1990.- *Aspect volcano-structural du volcanisme ignimbritique d'Anatolie centrale*. in GÜNDOĞDU (N), VIDAL (PH.), GOURGAUD (A), 1990.- *Coopération franco-turque en volcanologie et géochimie*. Bull. de la Section Volcanologie de la Soc. géol. de France, n° 20, Spécial Turquie (déc. 1990), pp. 11-13.

97 LE PENNEC (J.-L.), AYDAR (E), DENIEL (C), FERAUD (J), GOURGAUD (A), 1990.- *Aperçu sur le volcanisme quaternaire de l'Est de la Turquie*. in GÜNDOĞDU (N), VIDAL (PH.), GOURGAUD (A), 1990.- *Coopération franco-turque en volcanologie et géochimie*. Bull. de la Section Volcanologie de la Soc. géol. de France, n° 20, Spécial Turquie (déc. 1990), pp. 32-34.

98 LE PENNEC (J.-L.), CAMUS (G), GOURGAUD (A), BOURDIER (J.-L.), TEMEL (A), FROGER (J.-L.), 1992.- *Relations between regional tectonics and ignimbritic volcanism in Central Anatolia, Turkey*. 29th intern. geol. Congress, Kyoto.

99 LE PENNEC (J.-L.), FERNANDEZ (A), 1992.- *Preferred orientation and finite flow direction in ignimbrites*. 29th Intern. geol. Congress, Kyoto.

100 LE PENNEC (J.-L.), FROGER (J.-L.), OLANCA (K.) ET CAMUS (G.), 1991.- *La caldeira du Koca Dag (Turquie) : produits, intrusions et protrusions associés*. Bull. de la Section Volcanologie de la Soc. géol. de France, n° 24, décembre 1991, pp. 9-13.

101 LE PENNEC (J.-L.), TEMEL (A), CAMUS (G), BOURDIER (J.-L.), GOURGAUD (A), 1991.- *Stratigraphy and source areas of the neogene ignimbrites of Cappadocia (Central Turkey)*. International Conference on Active Volcanoes and Risk Mitigation, I.A.V.C.E.I. and Osservatorio Vesuviano Editors, Napoli, 27/8-1/9/1991.

102 LE PENNEC (J.-L.), TEMEL (A), CAMUS (G), BOURDIER (J.-L.), GÜNDOĞDU (N), 1990.- *Le volcanisme ignimbritique d'Anatolie centrale : un aperçu de la stratigraphie*. in GÜNDOĞDU (N), VIDAL (PH.), GOURGAUD (A), 1990.- *Coopération franco-turque en volcanologie et géochimie*. Bull. de la Section Volcanologie de la Soc. géol. de France, n° 20, Spécial Turquie (déc. 1990), pp. 7-10.

103 MAXON (J. H.), 1936.- *Nemrut Gölü, Turkey's crater lake*. M.T.A. Enstitüsü Yayinlarindan 5 (5), pp. 49-57.

104 MELLART (J), 1967.- *Catal Höyük*.

En dehors de quatre rapports techniques, les résultats des fouilles ont été publiés par l'auteur aux Ed. Tallandier (en français), Thames & Hudson et Mc Graw Hill Co. (en anglais). Des compléments ont été publiés dans MELLAART (J), 1966, in *Anatolian Studies*, XVI ; dans MELLAART (J), 1989.- *Neolithic chronology at çatal Hüyük ?* In : K. EMRE, B. HROUDA, M. MELLINK & N. ÖZGÜÇ EDITORS, *Anatolia and the ancient Near East*, in: Tahsin Özgüç'e Armagan (Studies in honor of Tahsin Özgüç), Ankara 1989, pp. 315-318 ; et enfin dans MELLAART (J), 1993.- *Contribution des découvertes archéologiques à la datation du volcanisme quaternaire en Turquie: descriptions (picturales) d'éruptions récentes du Hasan Dagi par les hommes du Néolithique à Çatal Höyük*. Bull. de l'Association

Volcanologique Européenne (LAVE), n° 42, p. 17-30.

105 NAGAO (K), KITA (I), MATSUDA (J.I.), ERCAN (T), 1989.- [tur] *Noble gas and Carbon isotopic compositions in Quaternary volcanic area in Turkey*. Jeomorfoloji Dergisi, 17, pp. 101-110.

106 OGATA (A), NAKAMURA (K), NAGAO (K), AKIMOTO (S), 1989.- *K-Ar age of young volcanic rocks of Turkey*. 1989 Annual Meeting of the Geochemical Soc. of Japan, 1C03.

107 OLANCA (K), 1989.- *Les laves quaternaires de Cappadoce (Turquie) : géochimie*. Mémoire de D.E.A., Univ. Clermont-Ferrand.

108 OLANCA (K), VIDAL (PH), GILLOT (P.-Y), GOURGAUD (A), 1991.- *Sub-active potassic volcanism in Cappadocia (Central Turkey)*. Intern. Conf. on Active Volc. and Risk Mitig., Napoli, 27/8-1/9/1991.

109 OLANCA (K), VIDAL (PH.), GOURGAUD (A), 1991.- *Géochimie des laves quaternaires de Cappadoce (Anatolie centrale, Turquie)*. in GOURGAUD (A.) ET COULON (C.) coord., 1991.- *De la fin de la subduction à la collision : magmatisme associé*. Bull. de la Section Volcanologie de la Soc. géol. de France, n° 21 (avril 1991), p. 16.

110 OLANCA (K), VIDAL (PH.), GOURGAUD (A), GILLOT (P.-Y.), GÜNDOĞDU (N), 1992.- *Quaternary volcanism in Central Anatolia (Türkiye) : geochemical preliminary results*. 29th intern. geol. Congress, Kyoto.

111 OLANCA (K), VIDAL (PH.), GOURGAUD (A), GÜNDOĞDU (N), 1990.- *Les appareils monogéniques quaternaires de Cappadoce (Turquie) : géochimie*. in GÜNDOĞDU (N), VIDAL (PH.), GOURGAUD (A), 1990.- *Coopération franco-turque en volcanologie et géochimie*. Bull. de la Section Volcanologie de la Soc. géol. de France, n° 20, Spécial Turquie (déc. 1990), pp. 25-28.

112 ÖNGÜR (T), 1978.- *Nevşehir kalderasi*. Türkiye 32. Bilimsel ve Teknik Kurultayı Bildiri Özetleri Kitabı, 43.

113 OZGUR (N), BILGIN (A), 1990.- [tur] *Geochemistry, genesis and economic importance of the Sarikamis-Kars perlite and obsidian*. Turk. Bulletin of Geomorphology, 18, pp. 25-38.

114 OZGUR (N), PEKDEGER (A), SCHNEIDER (H.-J.), BILGIN (A), 1990.- *Pliocene volcanism in the Gölçuk area (Isparta, W-Taurides)*. Intern. Earth Sci. Congr. Aegean Regions 1990, abstracts, p. 215.

115 ÖZKOÇAK (M. O.), 1992.- [tur] *Auriferous-antimony deposit of Afyon-Bayat-Doglat volcanic area*. 45th geol. Congress of Turkey, February 1992, et (1991) International Congress Exploration Geochemistry, Reno (Nevada).

116 ÖZKUZZEY (S), ÖNEMLİ (Ö.F.), 1978.- *Acigöl (Nevşehir) perlitlerinin petrolojisi ve ekonomik jeolojisi*. I Ulusal Perlit Kongresi Bildirileri (20-22/12/1977, Ankara). M.T.A. Türkiye Jeoloji Kurumu, pp. 134-147.

117 ÖZPECKER (I), 1973.- *Nemrut yanardagının volkanolojik incelenmesi*. 4^o symposium Centre Rech. Scient. Techn. Turquie (T.B.T.A.K.) Proje n° TBAG-83, pp. 1-17. Fig. pp. 470-471, abstract p. 65.

118 ÖZPECKER (I), 1975.- *Nemrut yanardagi kazanında gözlenen isinsal daykların petrokimyası*. 5^o symposium du Centre de Recherches Scient. et Techn. de Turquie (T.B.T.A.K.), pp. 251-259.

119 OSWALD (F), 1912.- *Armenien*. Handbuch der Region. Geol., Bd. V, Abl. 3.

120 PAMIR (N. P.), 1943.- *Contribution à l'étude géologique de la région de Bingöl (Anatolie orientale)*. Revue de la Fac. de Sciences, Univ. d'Istanbul, Série B, t. VIII.

121 PAMIR (H.N.), 1951.- *Mount Tendürük*. Rev. Fac. Sci. Univ. d'Istanbul, Série B, 16, Fasc. 1.

122 PASQUARE (G), 1968.- *Geology of the Cenozoic volcanic area of Central Anatolia*. Atti Accad. naz. Lincei, Memorie, ser. 8, vol. IX, sez. IIa, 3, pp. 55-204.

123 PASQUARE (G), 1971.- *Cenozoic volcanics of the Erzurum area (Turkish Armenia)*. Geologisches Rundschau, 60, 3, pp. 900-911.

124 PASQUARE (G), POLI (S), VEZZOLI (L), ZANCHI (A), 1988.- *Continental arc volcanism and tectonic setting in Central Anatolia, Turkey*. Tectonophysics, 146, pp.217-230.

125 PEARCE (J.A), BENDER (J.F), DE LONG (S.E), KIDD (W.S.F), LOW (P.J), GÜNER (Y), SAROGLU (F), YILMAZ (Y), MOORBATH (S), MITCHELL (J.G), 1990.- *Genesis of collision volcanism in*

Eastern Anatolia, Turkey. Journal of Volcanology and Geoth. Res., 44, pp. 189-229.

126 ROBERT (U), 1990.- *Le volcanisme de la presqu'île de Bodrum, SW Turquie.* in GÜNDOĞDU (N), VIDAL (PH.), GOURGAUD (A), 1990.- *Coopération franco-turque en volcanologie et géochimie.* Bull. de la Section Volcanologie de la Soc. géol. de France, n° 20, Spécial Turquie (déc. 1990), pp. 35-39.

127 SANVER (M), 1968.- *A palaeomagnetic study of quaternary volcanic rocks from Turkey.* Phys. Earth Planet. Interiors, 1, pp. 403-421.

128 SAROĞLU (F), EMRE (O), 1987.- [tur] *General characteristics and geological setting of the Karacadag volcanics in the Southeast Anatolian autochthonous.* 7th Biannual Petroleum Congr. of Turkey, Proceedings, pp. 384-391.

129 SASSANO (G), 1964.- *Le volcanisme quaternaire de la région d'Acigöl (Nevşehir).* M.T.A. Bull., 63, pp. 18-24.

130 SCHISCHWANI (E), 1974.- *Mineralbestand, chemische und petrographische Zusammensetzung ignimbritischer Gesteine zwischen Aksaray und Kayseri (Zentralanatolien, Türkei).* Dissert. Univ. Freiburg, 115 p.

131 SCHUMACHER (R), KELLER (J), 1990.- *Depositional characteristics of ignimbrites in Central Anatolia (Turkey), an overview.* Abstracts intern. Earth Sci. Congr. Aegean Regions, pp. 216-217.

132 SCHUMACHER (R), KELLER (J), BAYHAN (H), 1990.- *Depositional characteristics of ignimbrites in Cappadocia, Central Anatolia, Turkey.* Proceedings intern. Earth Sci. Congr. Aegean Regions (IESCA 1990), E. Nakoman editor.

133 SEIFRIED (C), 1990.- *Vergleichende Geochemie an Obsidiänen Anatoliens und der angrenzenden Gebiete.* Dipl. Thesis, Univ. Freiburg (in prep.).

134 SHORT (N.M), BLAIR (R.W) EDITORS, 1986.- *Geomorphology from space, a global overview of regional landforms.* N.A.S.A., Washington. Photos Landsat du Lake Van p. 116, du Mt Ararat pp. 226, 227, 684.

135 SIMKIN (T), SIEBERT (L), MC CLELLAND (L), BRIDGE (D), NEWHALL (C), LATTER (J.H.), 1981.- *Volcanoes of the World.* Smithsonian Institution editor, Hutchinson & Ross.

136 STOPHERS (R. B.), RAMPINO (M. R.), 1983.- *Volcanic eruptions in the Mediterranean before A.D. 630 from written and archaeological sources.* Journal of geophysical Research, vol. 88, n° B 8, pp. 6357-6371.

137 SULLIVAN (D. G.), 1988.- *The discovery of Santorini Minoan Tephra in Western Turkey.* Nature, 333, pp. 552-554.

138 TCHALENKO (J.S), 1977.- *A reconnaissance of the seismicity and tectonics at the northern border of the Arabian plate (Lake Van region).* Revue Géographie phys. Géologie dyn. (2), vol. XIX, fasc. 2, pp. 189-208.

139 TEMEL (A), GÜNDOĞDU (N), GOURGAUD (A), LE PENNEC (J.-L.), 1990.- *Pétrologie des ignimbrites de Cappadoce (Turquie) : résultats préliminaires.* in GÜNDOĞDU (N), VIDAL (PH.), GOURGAUD (A), 1990.- *Coopération franco-turque en volcanologie et géochimie.* Bull. de la Section Volcanologie de la Soc. géol. de France, n° 20, Spécial Turquie (déc. 1990), pp. 14-16.

140 TOKEL (S), ERCAN (T), 1992.- [tur] *Distinctive geochemical characteristics of post-collision volcanism in Anatolia : slab-mantle interactions.* 45th geol. Congr. of Turkey, February 1992.

141 TOLUN (N), 1953.- *Contributions à l'étude géologique des environs du S et du SW du Lac de Van.* M.T.A. Mecmuasi, n° 44/45, pp. 77-114 (volcanisme pp. 93-97).

142 TOKGÖZ (T), BILGINER (Ö), 1980.- *Acigöl (Nevşehir) kalderasi rezistivite etüdü.* M.T.A. report (Yayimlanmamis), Ankara.

143 TROMP (S.W.), 1942.- *Geological observations in the areas between Nigde, Incesu, Kizilirmak and Tüz Gölü.* M.T.A. unpublished report n° 1456, Ankara.

144 TÜRKECAN (A), DÖNMEZ (M), SEVIN (D), ÖZGÜR (I), MUTLU (G), 1992.- [tur] *Peralkaline volcanism and examples from eastern Anatolia.* 45th geol. Congr. of Turkey, February 1992.

145 ÜNLÜ (M.R), CAN (A.-R), 1983.- [tur] *Geology of the Nemrut caldera (Bitlis) and its surroundings: geothermal energy possibilities.* Türkiye Jeoloji Kongresi Bült., s. 4, pp. 141-146.

146 VALETON (I), 1978.- *Optical properties of volcanic glasses in the holocene Lake Van*

sediments. M.T.A. Yayınlarından, n° 169, pp. 98-101.

147 VIDAL (PH.), CANTAGREL (J.-M.), GOURGAUD (A), OLANCA (K), HARMON (R.S.), 1990.- *Origine du volcanisme associé à la faille du Levant : l'exemple du "rift" d'Hatay (Turquie)*. in GÜNDOĞDU (N), VIDAL (PH.), GOURGAUD (A), 1990.- *Coopération franco-turque en volcanologie et géochimie*. Bull. de la Section Volcanologie de la Soc. géol. de France, n° 20, Spécial Turquie (déc. 1990), pp. 29-31.

148 WASHINGTON (H.S), 1894.- *The volcanoes of the Kula basin in Lydia*. Inaugural Dissert. Doct. Phil. Univ. Leipzig (1893). Edité à New York chez Robert Drummond, 67 p, 4 pl. h-t.

149 WASHINGTON (H.S), 1900.- *The composition of Kulaite*. Journal Geology, 8, pp. 600- 620.

150 WESTERVELD (J), 1957.- *Phases of neogene and quaternary volcanism in Asia Minor*. XX° Congreso geologico internacional, Mexico 1956, Secc. I, Vulcanologia del Cenozoico, t. I, pp. 103-119.

151 WOOD (C.A.), 1982.- *The most ancient depiction of a volcanic eruption ?* Volcano News, N° 9, Feb. 1982, p. 3.

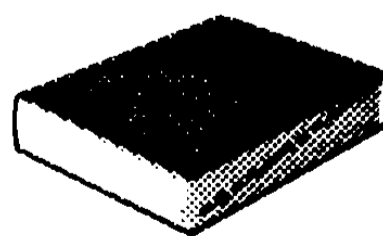
152 WRIGHT (G.A.), GORDUS (A.A.), 1969.- *Distribution and utilization of obsidian from Lake Van sources between 7500 and 3500 B.C.* Amer. Journal of Archeolog., 73, pp. 75-77.

153 YILDIRIM (T), 1984.- *Acigöl volcanism and hot dry rock possibilities, Nevsehir, Turkey*. Seminar on utilization of geothermal energy for electric power production and space heating, Firenze, Italy.

154 YILDIRIM (T), ÖZGÜR (R), 1979.- *Acigöl (Nevsehir) kalderasi jeomorfoloji etüdü*. M.T.A. unpublished report n° 6809, Ankara.

155 YILDIRIM (T), ÖZGÜR (R), 1981.- *Acigöl kalderasi Jeomorfoloji Dergisi*, 10, pp. 59-70.

156 YILMAZ (Y), 1990.- *Comparisons of the young volcanic associations of Western and Eastern Anatolia formed under a compressive regime*. Journal Volc. Geoth. Res., 44, pp. 69-88.



REMERCIEMENTS

L'auteur remercie particulièrement :

Ethem Atasoy	Bayram Ilhan	Giorgio Pasquaré
Yusuf Bolakar	Fakir Karagözoglu	André Prost
Guy Camus	Jörg Keller	Françoise Rangin
Alain Catté	Hamdi Kodan	Dominique Renié
Dominique Decobecq	B. Korkmazer	Ali Saran
Üner Çakir	Jean-Luc et Hélène Lepennec	Ismail Sentürk
Pierre Champel	Jocelyne Marpeaux	Tom Simkin
Ahmet Ruhi Elmas	Hamdi Mengi	Sâkir Simsek
Tuncay Ercan	James Mellaart	Abidin Temel
Isabelle Guidolin-Jara	Francine Ozanne	Nedim Yalçin
Niyazi Gündogdu	Orhan Özkoçak	Levent Yener
	Jean-Pierre Paris	
	Isik Özpecker	

et les organismes qui ont contribué au présent travail par leur accueil, leurs encouragements
et la documentation aimablement mise à disposition :

Service central de Documentation du B.R.G.M.
Bibliothèque de l'Ecole Nationale Supérieure des Mines de Paris
Bibliothèque de la Société Géologique de France
Kayseri Müzesi Müdürlüğü
Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü (M.T.A.)
Hacettepe University
TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası
Agri Emniyet Müdürlüğü ve Jandarma Komutanligi
Dogubayazit Jandarma Komutanligi
Dogubayazit Kaymakam
Agence Trek Travel à Dogubayazit
SPOT Image
GDTA Toulouse

TABLE DES MATIERES

SOMMAIRE	7
INTRODUCTION	9
LE VOLCANISME DE LA TURQUIE EN TERMES DE TECTONIQUE GLOBALE	11
LE DISPOSITIF GENERAL : UN PUZZLE.....	11
DE LA SUBDUCTION A LA COLLISION	11
EXTENSION DE L'ARC SUD-EGEEEN À TERRE : TRAVERTINS DE PAMUKKALE.....	11
LE VOLCANISME DE COLLISION CONTINENTALE EN CAPPADOCE ET EN TURQUIE DE L'EST.....	13
ITINÉRAIRE VOLCANOLOGIQUE JUSQU'EN CAPPADOCE	15
D'IZMIR A AFYON : LA KATAKEKAUMENE	15
LES IGNIMBRITES POTASSIQUES D'AFYON.....	18
DOMES A IGNIMBRITES NEOGENES DE KONYA	19
LES PONCES DE GÖLÇÜK A ISPARTA	19
DE KONYA EN CAPPADOCE : LES MERVEILLEUX MAARS DE KARAPINAR	21
Un accès très facile	21
Le dynamisme particulier	21
LES APPAREILS QUATERNAIRES DE LA CAPPADOCE	27
Les études volcanologiques en cours	27
Les appareils entre Karapinar et le Hasan Dag.....	30
Le volcan Hasan Dag.....	32
Les ponces géantes de Taspinar.....	33
Les ignimbrites de Cappadoce	37
Leur âge :.....	37
Leur mise en place :	37
Les appareils quaternaires entre Nigde et Acigöl	39
Visite des gisements de ponces	42
Des éruptions de type "plinien" : rappel de quelques notions.....	42
Age du dernier dépôt éruptif	42
Origine et fréquence des éléments étrangers	42
Accumulation des ponces : irrégularité du "mur".....	43
Préservation des ponces - les divers "toits"	43
Nombre de couches et qualité	47
La caldeira du Koca Dag	47
Si récente qu'elle pourrait bien se réveiller !.....	48
Un univers d'obsidienne.....	48
Le cryptodôme de Taskesik Tepe	48
Le dôme polylobé du Koca Dag	50
Le maar d'Acigöl à Nevsehir	50
Les protrusions de Hanyeri et leur pyroméride à sphérolithes géants	50
Les cheminées de gaz d'Avanos.....	51
Les cheminées de gaz de Nigde.....	51
Les sources chaudes de Ziga.....	51
Il y a 8700 ans, la fresque de çatal Höyük	53
Les pillow lavas du Taurus.....	64
En route vers l'Erciyes : les ignimbrites de Kayseri	64
LE MONT ARGÉE ou ERCIYES DAG	66
LE VOLCAN ERCIYES : UN GÉANT MAJESTUEUX	66
UN VOLCAN ÉLEVÉ AU RANG DES DIEUX	66
La Montagne Blanche des Hittites	66
Typhon, Zeus et le volcan.....	69
Les Perses et le culte du feu	69
Jupiter, l'empereur et le volcan pendant la colonisation romaine.....	69
Onze types de pièces à l'effigie du volcan	71
LES ROMAINS ONT-ILS ASSISTÉ AUX DERNIERES ÉRUPTIONS ?.....	71

Tout repose sur le témoignage de Strabon.....	71
L'opinion des « classiques » de la volcanologie.	77
Sources thermales et séismes récents.	77
LE DYNAMISME ÉRUPTIF : LES DONNÉES RÉCENTES DE LA VOLCANOLOGIE.....	77
SUGGESTIONS D'EXCURSIONS.....	80
Le dôme-coulée de Dikkartini tepe	80
 LE VOLCANISME DE LA TURQUIE CENTRE-ORIENTALE :	
AYRANCA, GÖL ET BINGÖL DAGLARI, HATAY ET KARACADAG.....	83
Une chausse-trappe pour la cavalerie de Darius.....	83
Les basaltes de la vallée du Karasu.....	83
 LA CALDEIRA DU NEMRUT DAG	
ET SA PLACE DANS LA CHAÎNE DES VOLCANS ACTIFS D'ANATOLIE ORIENTALE	85
LES DIVERS ÉDIFICES VOLCANIQUES RÉGIONAUX	87
LES DERNIÈRES ÉRUPTIONS AUTOUR DU LAC DE VAN	89
LA PART QUI REVIENT A CHAQUE VOLCAN	90
UNE CALDEIRA DE BELLES DIMENSIONS	90
HISTOIRE DE L'ACTIVITÉ ÉRUPTIVE	92
* Les ignimbrites soudées	92
* Les ponces et déferlantes	93
* Les dômes de laves vitreuses.....	93
LES RISQUES POTENTIELS (aperçu général et préliminaire).....	95
LE PHÉNOMÈNE DE MIGRATION DES FOYERS VERS LE NORD	98
 LE SÜPHAN DAG	
.....	102
 SUR L'ARARAT ET LE TENDÜREK	
.....	105
VEILLÉE A DOGUBAYAZIT	105
Un peu d'étymologie	105
À la recherche de l'Arche de Noé	109
Le puits de Gürbülak : météore, ou lava cave ?	111
L'ASCENSION DE L'ARARAT	111
Un stratovolcan mal connu	113
Les successeurs de Noé	113
L'éruption du 20 juin 1840	115
Y a-t-il eu vraiment éruption ?	115
Un sol en constante vibration.....	115
LE TENDÜREK DAG	116
 LES IGNIMBRITES DE KARS ET ANI.....	
.....	120
 ÉPILOGUE :	
POURQUOI D'AUTRES ÉRUPTIONS SONT À CRAINDRE	122
 FICHES TECHNIQUES ET TOURISTIQUES	
.....	123
HASAN DAGI.....	123
ERCIYES DAGI	124
SÜPHAN DAGI	125
ARARAT.....	125
 REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	
.....	127
REMERCIEMENTS.....	136

Planche pliée hors-texte :

panorama du Grand Ararat vu du Petit Ararat, dessiné par Abich en 1844

(Lithographie de Tirpenne, extraite du Bulletin
de la Société Géologique de France de 1851)

Photogravure réalisée à Ankara par les Ateliers Fahri Karagözoglu, d'après un exemplaire coll. part.



Dessiné d'après nature par H. Abich.

Imp. Lemercier à Paris.

Gravé par Firpenné.

VUE DU GRAND ARARAT

prise de la cime du Petit Ararat en Août 1844.

Sélection bibliographique 1994-2026

- AÇLAN M., DAVRAN N. (2019).- Karlica volkanitlerinin (Hamur-Ağrı) petrografik ve jeokimyasal özellikleri. Petrographic and geochemical features of the Karlica volcanites (Hamur-Ağrı). *Yerbilimleri. Bulletin for Earth Sciences*. Bulletin of the Earth Sciences Applications and Research Centre of Hacettepe University, **40** (1), p. 72-91, doi :10.17824/yerbilimleri.509982.
- ADIYAMAN O., CHOROWICZ J., NICOLAS ARNAUD O., GÜNDOĞDU N. (2001).- Late Cenozoic tectonics and volcanism along the North Anatolian Fault : new structural and geochemical data. *Tectonophysics*, 338 (2) p. 135-165.
- AGOSTINI Samuele, DI GIUSEPPE P., MANETTI P., SAVAŞÇIN M. Y., CONTICELLI S. (2022).- Geochemical and isotopic (Sr-Nd-Pb) signature of crustal contamination in Na-alkali basaltic magmas of South-East Turkey. *Italian Journal of Geosciences*, 141 (3), p. 363-384.
- AGRO A. (2014).- *Localization of the source of large silicic ignimbrites through magnetic techniques : applications in Turkey*. Thèse doct. Univ., Univ. Blaise Pascal, Clermont-Ferrand.
- AKKÖPRÜ A. (2011).- *Etudes géomorphologiques dans la partie sud-ouest du Lac de Van (Tatvan-Göllü), Turquie*. Thèse de doctorat de Géographie, Université de Paris 1 et Istanbul Üniversitesi.
- AKKÖPRÜ E., TUNÇ R., ROBIN A.K., MOURALIS D. (2019).- Meydan Kklderası ve Gürgürbaba domu çevresinin jeomorfolojik özellikleri. *Coğrafi Bilimler Dergisi/ Turkish Journal of Geographical Sciences*, 17(2), 428-452, doi:10.33688/aucbd.615971
- ALICI P., TEMEL A., GOURGAUD A., KIEFFER G., & GÜNDOĞDU N. (1998).- Petrology and geochemistry of potassic rocks in the Gölçük area (Isparta, SW Turkey): genesis of enriched alkaline magmas. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 65, 1-24.
- Anadolu Agency (2016).- Nemrut-Süphan Geopark project candidate for UNESCO. *Daily Sabah*, Bitlis Oct. 6th, 2016.
- Anadolu Agency (2018).- Hatay lava tubes home to various species. *Daily Sabah*, January 6th, 2018.
- ARPAT Esen, GÜNER Yusuf (1976).- Ağrı buz mağarası; ender bir doğal anıt. *Yeryuvarı ve İnsan*, 1 (1), 95-96.
- ATAKAY Evren, ATICI G., FRIEDRICHS B., SCHMITT A.K., DANIŞIK M., YURTER E. (2023).- Hasandağ'i volkanizmasının gelişiminin jeokronoloji ve stratigrafiye dayalı yeniden değerlendirilmesi. Re-evaluation of the geochronology and stratigraphy of Hasandağ' volcanism. *75th Geological Congress of Türkiye with international participation*, April 10-14, 2023, Ankara, Türkiye. Abstract.
- ATASOY A. (2016).- Hassa (Hatay) featured in typical volcanic basalt plateau figures. Hassa (Hatay) basalt platosu'nda öne çıkan tipik volkanik şekiller ile lav akıntısı yapıları. *Turkish Studies*, vol. 11/2 Winter 2016, p. 85-112, DOI 10.7827/TurkishStudies.8971.
- ATICI G., DANIÇIK M., YURTER E., SCHMITT A.K. (2020).- Sequence modelling in zircon double-dating of early Holocene Mt Erciyes domes (central Anatolia). *Quaternary Geology*, Elsevier, vol. 61, Feb. 2021, 101129.
- ATICI G., SCHMITT A.K., FRIEDRICHS B., SPARKS St. (2019).- Age and glass compositions for paired large-volume eruptions from the Acigöl volcanic complex, Cappadocia (Turkey). *Mediterranean Geoscience Reviews* 1 : 167-178.
- ATICI Gökhan, TÜRKECAN Ahmet (2017).- Anadolu'nun volkanları'nın. *Doğal Kay. ve Eko. Bül.* 22: 1-18.
- ATICI Gökhan, FRIEDRICHS B., ÇOBANKAYA M. (2025).- Volcanic history of Gölçük caldera (Isparta, Turkey) with evidence for a Holocene explosive eruption. *Journal Volcanology Geothermal Research* 466 : 108403.
- ATICI G., TEMEL A., GOURGAUD A., KIEFFER G., GÜNDOĞDU N. (1998).- Petrology and geochemistry of potassic rocks in the Gölçük area (Isparta, NW Turkey) : genesis of enriched alkaline magmas. *Journal Volcanology Geothermal research*, vol. 85, issues 1-4, p. 423-446.
- ATTILA Cüneyt, GENÇALIOĞLU-KUŞCU G. (2005).- Cora maarı'nın (Erciyes volkanik bölgesi) fiziksel volkanolojisi ; Physical volcanology of the Cora maar, Erciyes volcanic complex. *Türkiye Jeoloji Bülteni*, **48**, 2, p. 43-58.
- AVAGYAN A., KARAKHANIAN A., PHILIP H. (2003).- Une éruption volcanique gravée dans le roc. *Pour la Science*, 305, p. 13.

What's new on active volcanoes of Turkey ?

- AVAGYAN A., ARAKELYAN D., AVAGYAN S., SAHAKYAN L., HAROUTIUNIAN R., EGNATOSYAN N., ALAVERDYAN G., ASATRYAN A. (2024).- Overview of the geology and related hazards of the Ararat depression. Part 1 : the Ararat plain in context. *ARAMAZD: Armenian Journal of Near Eastern Studies*, vol. 18, pp. 4-25. <https://doi.org/10.32028/ajnes-vol-18-pp.4-25>
- AYDAR E. (1992).- *Etude volcano-structurale et magmatologique du stratovolcan Hasan Dađı (Anatolie centrale, Turquie)*. Thèse doct. Univ., Université Blaise Pascal, Clermont-Ferrand.
- AYDAR E., ÇINER A., ERSOY O., ECOCHARD E., FOUACHE E. G. (2021).- Volcanic ash and tsunami record of the Minoan late-Bronze age eruption (Santorini) in a distal setting, southwestern Turkey. *Journal of Quaternary Science*, p. 1-12.
- AYDAR E., DIKER C., ULUSOY I., ŞEN E. (2021).- Volcanic unrest possibilities in response to recent Obruk seismic swarm on and around Hasandag stratovolcano. *Comptes Rendus Geosciences* 353 : 1, p. 1-18.
- AYDAR E., GOURGAUD A. (1998).- The geology of Mount Hasan stratovolcano, central Anatolia, Turkey. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 85 (1) 129-152, doi:10.1016/s0377-0273(98)00053-5
- AYDAR E., GOURGAUD A. (2002).- Garnet-bearing basalts : an example from Mt. Hasan, Central Anatolia, Turkey. *Mineralogy and Petrology* 75, p. 185-201.
- AYDAR E., GOURGAUD A., ULUSOY I., DIGONNET F., LABAZUY Ph., ŞEN E., BAYHAN H., KURTTAS T., TOLLÜOĞLU A. (2003).- Morphological analysis of active Nemrut stratovolcano (Eastern Turkey) : evidences and possible impact areas of future eruption. *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 123, p. 301-312.
- AYDAR E., LABAZUY Ph., DIKER Caner (2025).- Scenario-based hazard assessment of Mt Hasan Stratovolcano, Central Anatolia, Türkiye. *Bulletin of Volcanology*, 87 : 37, 19 p.
- AYDAR E., SARIKAYA M. A., KUZUCUOĞLU C., ŞEN E. (2019).- In the footsteps of Strabo : Mount Erciyes, the roof of Central Anatolia and Sultansazlığı Basin. In C. KUZUCUOĞLU C. et al. (eds.), *Landscapes and landforms of Turkey*, 33, Springer Nature Switzerland p. 565-576.
- AYDAR E., SCHMITT A.K., ÇUBUÇKU H. E., AKIN L., ERSOY O., ŞEN E., DUNCAN R.A., ATICI G. (2012).- Correlation of ignimbrites in the central Anatolian volcanic province using zircon and plagioclase ages and zircon compositions. *Journal Volcanology Geothermal Research* 213-214, 1 Febr. 2012, p. 83-97.
- AYDIN F., SCHMITT A.K., SIEBEL W., SÖNMEZ M., ERSOY Y., LERMI A., DIRIK K., DUNCAN R. (2014).- Quaternary bimodal volcanism in the Niğde volcanic complex (Cappadocia, central Anatolia, Turkey) : age, petrogenesis and geodynamic implications. *Contrib. Mineral. Petrology*, 168 : 1078, 24 p.
- AYTAÇ A. S. et DEMİR T. (2023).- Volcanic monument of Western Anatolia : Kula-Salihli UNESCO Global Geopark. *Geoconservation Research* 6 (1) 139-160.
- AZZONI Roberto Sergio, FUGAZZA D., GARZONIO C. A., NICOLL K., DIOLAIUTI G. A., PELFINI M., ZERBONI A. (2019).- Geomorphological effects of the 1840 Ahora Gorge catastrophe on Mount Ararat (Eastern Turkey). *Geomorphology* 332, p. 10–21.
- BIGAZZI G., YEGINGIL, Z., ERCAN, T., ODDONE M., ÖZDOĞAN M. (1993).- Fission track dating obsidians in Central and Northern Anatolia. *Bull Volcanol.*, 55, 588–595, <https://doi.org/10.1007/BF00301811>
- BIGGS Juliet, DOGRU F., DAGLIAR A., ALBINO F., YIP S., BROWN S., ANANTRASITICHAI N., ATICI G. (2021).- Baseline monitoring of volcanic regions with little recent activity: application of Sentinel-1 InSAR to Turkish volcanoes. *Journal of Applied Volcanology*, 10-2 (1), pp. 1-13.
- BOUCKAERT Celine (2020).- Mellaart, l'archéologue qui fabriquait ses découvertes de toutes pièces. *Le Vif, Club et Avantages*. Wikimedia Commons.
- BOULANGER O. (2018).- James Mellaart, archéologue faussaire depuis 50 ans ? *Le Blob.fr, l'Extra Media*, website.
- BUNBURY J.M.R. (1996).- The Kula volcanic field, western Turkey : the development of a Holocene alkali basalt province and the adjacent normal-faulting graben. *Geol. Mag.* 133, 3, p. 275-283.
- BURNEY Charles (2012).- James Mellaart (1925-2012). *Paléorient*, vol. 38, n°1-2. pp. 11-12, available at https://www.persee.fr/doc/paleo_0153-9345_2012_num_38_1_5453

What's new on active volcanoes of Turkey ?

- ÇAKIR Korhan, ACAR C., KAVURMACI F., COŞKUN A., AKGÜL E. (2016).- Karapınar öneri jeopark alanı'nın volkanik jeositleri. *Türkiye Volkanoloji Çalıştayı*, Conference, 3-5 Ekim 2016, M.T.A.
- CHOROWICZ J., LUXEY P., LYBERIS N., CARVALHO J., PARROT J.-F., YÜRÜR T., GUNDOĞDU N. (1994).- The Maras Triple Junction (southern Turkey) based on digital elevation model and satellite imagery interpretation. *Journal of Geophysical Research : Solid Earth*, vol. 99, B10, p. 20225-20242.
- ÇİFTÇİ, Yahya, GÜNGÖR, Yildirim (2021).- Natural and cultural heritage integration and geoconservation recommendatory of the Nemrut - Süphan proposed Geopark area, Bitlis – Turkey. *Bulletin of the Mineral Research and Exploration (BMRE) of MTA*, vol. 165, article 11, pp. 191-215. DOI: <https://doi.org/10.19111/bulletinofmre.860092>
- COSCA M., REID M., DELPH J., GENÇALIOĞLU-KUŞÇU G., BLICHER-TOFT J., PREMIO W.R., WHITNEY D., TEYSSIER Ch., ROJAY B. (2021).- Age and mantle sources of Quaternary basalts associated with « leaky » transform faults on the migrating Anatolia-Arabia-Africa triple junction. *Geosphere*, **17** (1) p. 69-94.
- ÇUBUKÇU, H. Evren (2008).- *Etude pétrologique du strato-volcan Nemrut Dağı (Turquie) : magmatisme hyperalcalin en domaine de collision*. Thèse Doctorat d'Université, Univ. Blaise Pascal, Clermont-Ferrand, 224 p.
- ÇUBUKÇU H. E., AYDAR E., GOURGAUD A. (2008).- Comment on « Volcanostratigraphy and petrogenesis of the Nemrut stratovolcano (East Anatolian High Plateau) : the most recent post-collisional volcanism in Turkey » by Özdemir et al. [Chemical Geology 226, 189-211]. *Chemical Geology Isotope Science Section*, 2007, 245 (1-2), p. 120-129. ».
- ÇUBUKÇU H. E., ULUSOY I., AYDAR E., ERSOY Ö., ŞEN E., GOURGAUD A., GUILLOU H. (2012).- Mt. Nemrut volcano (Eastern Turkey) : temporal petrological evolution. *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 209-210, p. 33–60
- DAMSI Emre (2018).- *Van Gölü'nün sedimentolojik-stratigrafik evrimi, ve göl seviyesi değişimleri*. *Istanbul Teknik Üniversitesi avrasya yer bilimneri Enstitüsü*. Doktoral Tezi. 172 p.
- Daily Sabah (2025).- Mekke lake in Central Turkey gains water irrigation support. Interview of Konya metropolitan municipality Mayor Ugur Ibrahim Altay. *Daily Sabah*, 15 september 2025, Istanbul.
- DELPH Jonathan R., DARIN M.H., WHITNEY D.L., CASCA M.A., TEYSSIER Ch., KAYMAKCI N., EKEN T., REID M. R., BECK S.L. (2024).- Deep lithospheric controls on surface deformation and seismicity around the East Anatolian Fault Zone and A3 Triple Junction. *Science, The Geol. Soc.of America Today*, aug. 2024, 12 p.
- DEVAMI Haberim (2021).- Nemrut caldera to become a global UNESCO Geopark. *Hürriyet Daily News of Turkey*, July 20, 2021.
- DI GIUSEPPE Paolo (2026).- *Post-collisional magmatism in complex converging margins : the case of case of Central and Eastern Anatolia*. Tesi di dottorato di ricerca, dir. Prof. Sandro Conticelli & Samuele Agostini, Università degli Studi di Padova.
- DIKER Caner, ULUSOY I., AKKAŞ E., ŞEN E., AYDIN E., GÜMÜŞ, E., ERKUT V., ÇUBUKÇU H. E., BAŞAR O., ÇOLAK M., BOLAT Ö. (2024).- Hydrothermal fluid circulation within the restless structural frame of Hasandağ volcanic system (Central Anatolia, Türkiye) inferred from Self-potential, CO₂, and temperature measurements. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, Vol. 446, article id. 107994.
- DOĞAN U., YILMAZ M. (2011).- Natural and induced sinkholes of the Obruk Plateau and Karapınar-Hotamiş plain, Turkey. *Journal of Asian Earth Sciences*, vol. 40, issue 2, p. 496-508.
- DOĞAN-KÜLAHCI G.D. (2025).- Determination of the P-T conditions and depths of magma storage zones for two distincts quaternary lava flows in the Southeast of Mount Ağrı (eastern Anatolia, Turkey). *PloS One* 20 (12) : e0337393.
- DOĞAN-KÜLAHCI G.D., GOURGAUD A., DENIEL C., TEMEL A., GUILLOU H., VAROL E. (2016).- New K-Ar ages of post-collisional Quaternary basaltic magmatism from the central Anatolian Volcanic (CAPV) : mineralogy and P-T estimates. *Goldschmidt Conference*, Abstracts.
- DOĞAN-KÜLAHCI G.D., TEMEL A., GOURGAUD A., VAROL E., GUILLOU H., DENIEL C. (2018).- Contemporaneous alkaline and calc-alkaline series in Central Anatolia (Turkey) : Spatio-temporal evolution of a post-collisional Quaternary basaltic volcanism. *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 356, 1 May 2018, p. 56-74.

What's new on active volcanoes of Turkey ?

- DOĞAN Mustafa, ÖZDEMİR Y., BOZKURT Y., ŞENKUL Ç. (2024).- Discovery and environmental implications of Santorini tephra (Cape Riva and Minoan) in sediments of Lake Yayla (West Anatolia). *The Holocene*, **35**, issue 1, 10 sept. 2024, Environmental Science, Geology. Sage Publications, doi : 10.1177/09596836241275007.
- DUMAN Tamer Y., ROBERTSON A. H. F., EL MACI H., KARA M. (2017).- Paleozoic-recent geological development and uplift of the Amanos Mountains (S Turkey) in the critically located northwesternmost corner of the Arabian continent. *Geodinamica Acta* **29**, 1, p. 103-138.
- DURU O., KESKIN M. (2012).- Volcano-stratigraphy, petrology and chemical-stratigraphy of the Kars volcanic Plateau in the North of Cildir (Ardahan), NE Turkey. *5th Geochemistry Symposium*, 23-25 May 2012, Pamukkale University, Denizli. Abstract.
- EASTWICK Warren J., PEARCE N. J. G., WESTGATE J. A., PERKINS W. T. (1998).- Recognition of Santorini(Minoan) tephra in lake sediments from Göhisar Gölü, Southwest Turkey, by laser ablation ICP-MS. *Journal of Archaeological Science*, vol. 25, issue 7, July 1998, p. 677-687.
- EASTWICK Warren J., PEARCE N. J. G., WESTGATE J. A., PERKINS W. T., LAMB H.F., ROBERTS N. (1999).- Geochemistry of Santorini tephra in lake sediments from Southwest Turkey. *Global and Planetary Change*, vol. 21, issues 1-3, July 1999, p. 17-29.
- ERCAN T., TOKEL S., MATSUDA J.-I., UI T., NOTSU K., FUJITANI T. (1992).- Hasandagi-Karacadağ (orta Anadolu) Kuvaterner volkanizmasına ilişkin yeni jeokimyasal, izotopik ve radyometrik veriler. New geochemical, isotopic and radiometric data on the Quaternary volcanism of Hasandagi-Karacadağ (Central Anatolia). *Türkiye Jeoloji Kurultayı bildiri özleri*, 45, p. 46.
- ERCAN Tuncay, GÜNAY E., BAŞ H., CAN B. (2023).- Petrology and interpretation of the origin of Quaternary volcanics in the Dağçınar peninsula. *Bull. Mineral Research and Exploration (MTA)* vol. 1981, issue 97 1981-1982 97-98, article 4, with a geological location map of the outcrops in b/w at scale 1/180000.
- ERSOY Orkun (2007).- *Analyse morphologique et quantitative des cendres des dépôts pyroclastiques d'origine hydrovolcanique et magmatologique, avec applications au Nemrut et à l'Erciyes*. Thèse doct. Univ. Blaise Pascal, Clermont-Ferrand.
- ERSOY Orkun (septembre 2007).- *Quantitative morphological analysis of ashes from pyroclastic deposits of hydrovolcanic and magmatic origin. Hidrovolkanik ve magmatik kökenli piroklastik çökellerdeki küllerin kantitatif morfolojik analizleri*. Tezi, Hacettepe Üniversitesi Ankara, Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Ana Bilim Dalı, 132 p..
- ERSOY O., AYDAR E., ŞEN E., GOURGAUD A. (2019).- Contrasting fragmentation and transportation dynamics during the emplacement of Dikkartin rhyodacitic dome, Erciyes stratovolcano, central Turkey. *Mediterranean Geoscience Reviews* (2019) 1: 223–242.
- ERSOY Şükrü (2013).- Hatay'ın uyuyan volkanı « Koruhöyük » ne zaman uyanacak ? *Hatay Keşif Dergisi*, cilt.78, 2013 (Hakemsiz Dergi).
- FERAUD J. (1990).- Les ouvertures de la Turquie aux investissements miniers étrangers : chromite, métaux de base, or. *Note technique BRGM Dépt Géologie*, GMX n° 1880, déc ; 1990.
- FERAUD J., LE BERRE P. (1991).- Expertise de gisements de matériaux utilisables pour l'alimentation de cimenterie (Turquie). *Note technique BRGM, DAM, Service Roches et Minéraux Industriels*, n° 91 N 122, mai 1991 (confidentielle), 44 p. 16 photos, 7 tableaux, 7 figures, 4 plans dépl. h.-t.
- FERAUD J. (1992).- Les gisements de ponce de Nevşehir, Develi et Niğde (Cappadoce, Turquie) ; rapport de mission d'expertise du 18 au 24 mars 1992. *Note technique BRGM Dépt Géologie*, GMX n° DMM/DEX/UOP/JF/SP n°92/091 mars 1992 (confidentielle), 19 p., 3 figs, 2 ann. de tabl..
- FERAUD J. (1994).- Les volcans actifs de Turquie : guide géologique et itinéraires d'excursions. *Mémoire de L'Association Volcanologique Européenne (LAVE)* n° 2, 139 p., 1 pl. dépl. h.-t.
- FERAUD J., ÖZKOÇAK O. (1994).- Türkiye'nin aktif volkanları : jeolojik rehber ve gezi rotaları. *Mémoire de L'Association Volcanologique Européenne (LAVE)* n° 2, 139 p., one foldout plate, Turkish handwritten translation.
- FRIEDRICHS B., SCHMITT A.K., DANIŠIK M., ATICI G., YURTERI E., MCGEE L., TURNER S. (2019).- Contrasting magma evolutions at Mt. Erciyes and Mt. Hasan stratovolcanoes, Central

- Anatolia, Turkey. Poster. *Deutsche Mineralogische Gesellschaft Jahrestagungen*, 22–25 September 2019, Münster University, Germany.
- FRIEDRICHS B., SCHINDLBECK-BELO J. C., DANIŠIK M., JENKINS S. F., YURTERI E., COBANKAYA M., FRISCHE M., WANG K.-L., LEE H.-Y., ATICI G., SCHMITT A. K., SPARKS St. J. (2020).- New insights into source and dispersal of Mediterranean S1 tephra, an early Holocene marker horizon erupted at Mt. Erciyes (Turkey). *Quaternary Science Reviews*, Volume 249, article id. 106606.
 - FRIEDRICHS B., ATICI G., DANIŠIK M., ATAKAY E., ÇOBANKAYA M., HARVEY J. C., YURTERI E., SCHMITT A.K., (2020).- Late Pleistocene eruptive recurrence in the post-collisional Mt. Hasan stratovolcanic complex (Central Anatolia) revealed by zircon double-dating. *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 404, 15 October 2020, 107007.
 - FRIEDRICHS B., ATICI G., DANIŠIK M., YURTERI E. (2021).- Sequence modeling in zircon double-dating of early Holocene Mt. Erciyes domes (Central Anatolia). *Quaternary Geochronology*, 61:101129.
 - FRIEDRICHS B., SCHMITT A.K., MCGEE L., TURNER S., 2020.- U-Th whole rock data and high spatial resolution U-Th disequilibrium and U-Pb zircon ages of Mt. Erciyes and Mt. Hasan Quaternary stratovolcanic complexes (Central Anatolia). *Data in Brief*, vol. 29, April 2020, p. 105113. Followed by : Corringendum (...). *Data in Brief*, vol. 31, August 2020, p. 106009. Science Direct, Elsevier.
 - FRIEDRICHS B., ATICI G., DANIŠIK M., YURTERI E., SCHMITT A.K., (2021).- Sequence modelling in zircon double-dating of early Holocene Mt. Erciyes domes (Central Anatolia). *Quaternary Geochronology*, 61, February 2021, 101129.
 - FROGER J.-L. (1996).- *Apport des données géophysiques multi-sources pour l'identification des caldeiras du plateau de Nevşehir, Anatolie Centrale, Turquie ; classification texturale des formations volcaniques à partir de l'imagerie satellitaire*. Thèse doct. Univ. Blaise Pascal, Clermont Ferrand.
 - GALL Helen, FURMAN T., HANAN B., KÜRKÇÜOĞLU B., SAYIT K., YÜRÜR T., SJOBLOM M.P., ŞEN E., ŞEN P.A. (2021).- Post-delamination magmatism in south-central Anatolia. *Lithos*, vol. 398-399, october 2021, 106299.
 - GENÇALIOĞLU-KUŞÇU Gonca, USLULAR G. (2018).- Geochemical characterization of mid-distal Nisyros tephra on Datça peninsula (Southwestern Anatolia). *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, vol. 354, 1 April 2018, p. 13-28.
 - GENÇALIOĞLU-KUŞÇU Gonca, USLULAR G. (2025).- Volcanic geohéritage of Datça peninsula, Muğla, Türkiye. Program for the 30 June-4 July 2025 IAVCEI Scientific Assembly, Genève (Suisse), poster 89, theme 7, session 1.
 - GENÇOĞLU-KORKMAZ G., KURT H. (2025).- Complex magma chamber dynamics and volcanic activity in the Karapınar volcanic Field: Insights from mineral and whole-rock chemistry – A Review. In NEMETH K. & LAZZARI M. eds, a comprehensive study of volcanic phenomena ; Intech Open Ltd editions, London, DOI10.5772/intechopen.1002554.
 - GOURGAUD A. éd. (1998).- Volcanism in Anatolia. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, t. 85, n° 1, 2, 3, 4, Elsevier (537 pages).
 - GUILLOU Hervé (1987).- *Pétrologie du volcanisme pliocène de la région d'Isparta, Turquie*. Mémoire de DEA, Université de Paris Sud, 60 p.
 - GUILLOU H., SCAO V., NOMADE S., PLATEVOET B., BLAMART D. (2017).- De la justesse des âges K-Ar : exemple de la datation de deux dômes trachytiques du Gölçük (Turquie). *Quaternaire*, 28, (2), p. 141-148.
 - GÜLER Oguz (1995).- Antik çağ ikonografisinde Erciyes. Ihsan KETİN, ibidem.- Erciyes Dağı volkan topluluğunun jeolojik evrimi - The geological evolution of the volcanic complex of Mt. Erciyes. *Arkeoloji ve Sanat Yayınları*. Istanbul.
 - GÜNAY G., ÇÖREKÇIOĞLU I. (2022).- Konya-Karapınar sinkholes (Obruks) of Turkey. In *Caves and karst of Turkey*, Springer Cham ed., Switzerland, vol. 2, p. 27-39.
 - GÜNDÜZ Halil İbrahim, YILMAZTÜRK F., ORHAN O. (2023).- An investigation of volcanic ground deformation using InSAR observations at Tendürek volcano (Turkey). *Applied Sciences*, 13, 6787, DOI 10.3390/app13116787.
 - GÜNEYT A., GENÇALIOĞLU-KUŞÇU G. (2005).- Cora maar'inin (Erciyes volkanik bölgesi) fiziksel volkanolojisi. *Türkiye Jeoloji Bülteni*, 48, 2, 43-58.

What's new on active volcanoes of Turkey ?

- HAROUTIUNIAN Rouben (in Russian : Арутюнян) (2005).- Катастрофическое извержение вулкана Арарат 2 июля 1840 года. Catastrophic eruption on volcano Ararat on 2 July 1840. ՀՀ ՔԱԱ Տեղեկագիր: Գիտությունների երկրի մասին =Proceedings of the NAS RA: Earth Sciences, vol. 58, 1, p. 27-35.
- HAROUTIUNIAN Rouben A. (2006).- The historical volcanoes of Armenia and adjacent areas revisited. *Journal of Volcanology and Geothermal research*, 155, p. 334-337.
- HAWKINS John David (2024).- The Fantasies of James Mellaert. Fabrications of an Anatolian Archaeologist. *The IOS Annual 24*, pp. 103–27.
- HEINEKE C., NIEDERMANN S., HETZEL R., ÇUNEYT AKAL C. (2016).- Surface exposure dating of Holocene basalt flows and cinder cones in the Kula volcanic field (Western Turkey) using cosmogenic ³He and ¹⁰Be. *Quaternary Geochronology*, 34, 81-91. Doi 10.1016/j.quageo.2016.04.004.
- HODDER Ian (2007).- Çatal Höyük in the context of the Middle Eastern Neolithic. *Annu. Rev. Anthropol.* 36 :105–20.
- JOFFE Alexander H. (2021).- My meeting with Mellaert or, Dutch cigars and the case of the missing wall paintings. *The Ancien Near East Today*, vol. 9-4, accessed at <https://anetoday.org/meeting-with-mellaart/>.
- KAHRAMAN M., ÖZACAR A., TANK S.B., USLULAR G., KUŞCU G., TÜRKELİ N. (2017).- Detection and classification of volcanic earthquakes/tremors sin Central Anatolian Volcanic Province. *European Geological Union General Assembly 2017*, Vienna (Austria) 23-28 April 2017, Abstract No. 2017/4.
- KARAKHANIAN A., ARAKELIAN S. (2005).- Holocene-historical volcanism and active faults as natural risk factors for Armenia and adjacent countries. *2nd Workshop on Earthquake Engineering for nuclear facilities : uncertainties in seismic hazard, 14-25 February 2005*. The Abdus Salam International Centre for theoretical Physics (reproduces a reprint of the following paper).
- KARAKHANIAN A., JRBASHIAN R., TRIFONOV V., PHILIP H., ARAKELIAN S., AVAGIAN A. (2002).- Holocene-historical volcanism and active faults as natural risk factors for Armenia and adjacent countries. *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 113, p. 319-344.
- KARAKHANIAN A., JRBASHYAN R., TRIFONOV V., PHILIP H., ARAKELIAN S., AVAGYAN A., BAGHDASSARYAN H., DAVTIAN V. (2006).- Historical volcanoes of Armenia and adjacent areas : what is revisited ? *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, Vol. 155, Issues 3–4, p. 338-345.
- KARAKHANIAN A., TRIFONOV V., PHILIP H., AVAGYAN A., HESSAMI K., JAMALI F., BAYRATUTAN S.M., BAGDASSARIAN H., ARAKELIAN S., DAVTIAN V., ADILKHANIAN A. (2004).- Active faulting and natural hazards in Armenia, eastern Turkey and northwestern Iran. *Tectonophysics*, 380, p. 189-219.
- KARAKHANIAN G.O., SAPHIAN P.G. (1970).- Rock paintings in Sunik. *Publishing House of the Armenian SSR Academy of Sciences*, Yerevan, 394 pp.
- KARAOĞLU Ö. (2024). Hasan Dağı volkanı ve Çiftlik-Bozköy (Orta Anadolu) gömülü kalderasını besleyen aktif magma odalarına ilişkin isi transferi analizleri. *Türkiye Jeoloji Bülteni*, 67(4), 63-84.
- KARAOĞLU Özgür, KILIÇ Sinan (2017).- Nemrut volkanı ve Kral Nemrut'un efsanesi. *Mavi Gezegen*, vol. 22, p. 28-37. Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Meşelik Kampüsü, Eskişehir (ozgur.karaoglu@ogu.edu.tr).
- KARAOĞLU Ö, ELSHAAFI A., SALAH M. K., BROWNING J., GUDMUNSSON A. (2017).- Large volume lava flows fed by a deep magmatic reservoir at Ağrı Dağı (Ararat) volcano, Eastern Turkey. *Bull. Volcanology*, 79 :15, p. 1-16.
- KAVAK K., TATAR O., GÜRSOY H., PIPER J., KOÇBULUT F., MESCI B.L., HEIMANN A., FAZLA D. (2009).- Determination of volcanic outcrops and neotectonic structural features around the Karasu fault basin using Landsat ETM-imagery. *International Workshop on the North Anatolian, East Anatolian and Dead Sea fault system*, Ankara, Turkey, 31 Aug. – 12 sept. 2003 ; *International Journal of Remote Sensing* 2009, 30 (17), 4507-4524.
- KAYA C. (2025).- Ağrı Dağı volkanik kütlelerinin jeomorfolojisi. Doktoral tezi. Marmara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Coğrafya Anabilim Dalı, Türkiye
- KAYA C., KARATAŞ A., ÖZTÜRK Y., SAYIN H., BALCIOĞLU Y. E. (2025).- Ağrı Dağı volkanik kütlelerinde lahar oluşumları ve lahar duyarlılığının cbs tabanlı analizi (Doğu Anadolu-Kuzeybatı

- Iran). Lahar formations and GIS-based analysis of lahar susceptibility in the Mount Ararat volcanic Massif. *Geomatik*, 10 (1), 29-46.
- KAYĞILI Sibel, SINANOĞLU D., AKSOY E., SAZMAZ A. (2018).- Geotourism : some examples from Turkey. *Dniprop. Univer. Bulletin, Geology, geography*, 26(1), 79-87.
 - KESKIN M. (1994).- *Genesis of collision-related volcanism on the Erzurum-Kars Plateau, North-eastern Turkey*. Doctoral thesis, Durham University.
 - KESKIN M., OYAN V., GENÇ Ş. C., AYSAL N., ÜNAL E. (2015).- Genesis and magmatic evolution of a newly discovered resurgent caldera in Eastern Anatolia, Turkey. *Goldschmidt 2015 Abstracts*. Istanbul University, Faculty of Engineering, Dept. of Geological Engineering.
 - KESKIN M., PEARCE J.A., KEMPTON P., GREENWOOD P. (2006).- Magma-crust interactions and magma plumbing in a postcollisional setting : geochemical evidence from the Erzurum-Kars volcanic Plateau, eastern Turkey. *Geol. Society of America, Special Paper*, 409, p. 475-505.
 - KOÇYİĞİT Ali (2023).- Neotectonics and geothermal potential of the East Anatolian tectonic block : a case study in Diyadin (Ağrı) geothermal field, NE Turkey. *Bull. Min. Res. Exp. MTA* 171 : 33-68.
 - KÜLAHCI-DOĞAN G. D. (2015).- *Volcanisme basaltique post-collisionnel d'Anatolie centrale, évolution spatio-temporelle*. Thèse doct. Univ. Blaise Pascal, Clermont-Ferrand, soutenue à l'Université Hacettepe d'Ankara, iv+224 p.
 - KÜRKCÜOĞLU, Biltan (1994).- *Géochimie du volcanisme associé aux zones de collision : volcanisme de l'Erciyes Dağı*. Thèse doct. Univ., Univ. Hacettepe, Institut Sciences.
 - KÜRKCÜOĞLU B., AYDAR E., GOURGAUD A., VINCENT P.M. (2003).- Volcanological evolution of Mount Erciyes stratovolcano and origin of the Valibaba Tepe ignimbrite (Central Anatolia, Turkey). *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 125, p. 225-246.
 - KÜRKCÜOĞLU Biltan, ŞEN E., AYDAR E., GOURGAUD A., GÜNDOĞDU N. (1998).- Geochemical approach to magmatic evolution of Mt Erciyes stratovolcano, Central Anatolia, Turkey. *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 85, p. 473-494.
 - KUZUCUOĞLU C., OCAKOĞLU F., AKBULUT A., ÇILINGIROĞLU Ç. (2022).- Lake level changes and paleo-precipitation estimations based on stratigraphy of Holocene sediments in West Anatolia (Simav Graben). *Paleogeography, Paleoclimatology, Paleocology*, 597, 111001, Elsevier.
 - LEBEDEV V. A., SHARKOV E. V., ÜNAL E., KESKIN M. (2016).- Late Pleistocene Tendürek volcano (Eastern Anatolia, Turkey) : I. Geochronology and petrographic characteristics of igneous rocks. *Petrology*, Vol. 24, 2, p. 127–152. Pleiades Publishing, Ltd.
 - LEBEDEV V. A., CHUGAEV A. V., ÜNAL E., SHARKOV E. V., KESKIN M. (2018).- Late Pleistocene Tendürek Volcano (Eastern Anatolia, Turkey). II. Geochemistry and petrogenesis of the rocks. *Petrology* vol. 24, 3, p. 234-270.
 - LE PENNEC Jean-Luc (1994).- *Le développement de la fabrique vectorielle (opf et asm) dans les roches pyroclastiques, applications volcanologiques en Anatolie*. Thèse doct. Univ. Blaise Pascal, Clermont-Ferrand.
 - LE PENNEC J.-L., TEMEL A., FROGER J.-L., ŞEN S., GOURGAUD A., BOURDIER J.-L. (2005).- Stratigraphy and age of the Cappadocia ignimbrites, Turkey : reconciling field constraints with paleontologic, radiochronologic, geochemical and paleomagnetic data. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 141, pp.45-64.
 - MADDY D., SCHREVE D., DEMIR T., VELDKAMP A., WIJBRANS J.R., van GORP W., van HINSBERGEN D.J.J., DEKKERS M.J., SCAIF R., SCHOORL J.M., STEMERDINK C, van der SCHRIEK T. (2015).- The earliest securely-dated hominin artefact in Anatolia ? *Quat. Science Rev.*, 109, p. 68-75.
 - MELLAART J. (1967).- Çatal Höyük : a Neolithic town in Anatolia. London, *Thames and Hudson eds*.
 - MELLAART J. (1993).- Descriptions (picturales) d'éruptions récentes du Hasan Dağı par les Hommes du Néolithique à Çatal Höyük. *Bull. LAVE* n° 42, mars 1993, p. 17-30.
 - MELLAART J. (1999).- « Under the volcano ». In : *Forgotten riches : amazing paintings from the World's first city. Cornucopia, Turkey for connoisseurs* (Istanbul and Sunriver, Orégon), issue 19, vol. 4 pp. 76-99.
 - MELLAART Alan (2020).- *James Mellaart: the Journey to Çatalhöyük*. Istanbul, Arkeoloji ve Sanat Yayınları, 476 p.

What's new on active volcanoes of Turkey ?

- MOURALIS, D. (2003).- *Les complexes volcaniques quaternaires de Cappadoce (Göllüdağ et Acigöl), Turquie. Evolution morphodynamique et implications environnementales.* Thèse doct. Géographie Université Paris 12-Val de Marne.
- MOURALIS D., KUZUÇUOĞLU C., AKKÖPRÜ E., DOĞU A. F., SCAILLET St., CHRISTOL A., ZORER H., BRUNSTEIN D., FORT M., GUILLOU H. (2010).- Les pyroclastites du Sud-ouest du Lac de Van : implications sur la paléo-hydrographie régionale. *Quaternaire*, 21 (4), p. 417-433.
- MOURALIS D., PASTRE J.-F., KUZUCUOĞLU C., TÜRKECAN A., GUILLOU H. (2019).- Tephrostratigraphy and chronology of the Quaternary Göllüdağ and Acigöl volcanic complexes (Central Anatolia, Turkey). *Mediterranean Geoscience Reviews*, 1 (2), DOI : 10.1007/s42990-019-00010-8
- MOUSAVI N. (2025).- Lithospheric geotherm and basalt assemblage beneath Nemrut and Süphan volcanoes (East Anatolia) : inference from integrated geophysical-petrological modeling. *Volcanica*, 12 nov. 2025, DOI : 10.30909/vol/ttcp4424.
- NOTSU K., FUJITANI T., UI T., MATSUDA J., ERCAN T. (1995).- geochemical features of collision-related volcanic rocks in central and eastern Anatolia, Turkey. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 85, p. 473-494.
- OYAN Vural, KESKIN M., LEBEDEV V.A., CHUGAEV A.V., SHARKOV E.V., ÜNAL E. (2017).- Petrology and geochemistry of the Quaternary mafic volcanism to the NE of Lake Van, Eastern Anatolian collision zone, Turkey. *Journal of Petrology*, vol. 58, n° 9, september 2017, p. 1701-1728.
- OYAN E., OYAN V., ÖZDEMİR Y.K, GÜLEÇ N. (2023).- Origin and petrogenesis of magmatism in collision-related environments : evidence from the Meliker volcanics on the Kars Plateau, Turkey in the Turkish-Iranian High Plateau. *Journal of Petrology*, vol. 64, issue 4, April 2023, egad018, DOI : 10.93/petrology/egad018.
- ÖZDEMİR Y. (2011).- *Volcano-stratigraphy and petrology of Süphan stratovolcano.* Thesis (in English), School of applied and natural sciences, Middle East technical University, Ankara, xxii+279 p.
- ÖZDEMİR Y., AKKAYA I., OYAN V., KELFOUN K. (2016).- A debris avalanche at Süphan stratovolcano (Turkey) and implications for hazard evaluation. *Bulletin of Volcanology*, 78 (2) 9, doi 10.1007/s00445-016-1007-6.
- ÖZDEMİR Y., GÜLEÇ N. (2013).- Geological and geochemical evolution of the Quaternary Süphan Stratovolcano, Eastern Anatolia, Turkey: Evidence for the lithosphere-asthenosphere interaction in post-collisional volcanism. *Journal of Petrology*, nov. 2013, p. 1-26.
- ÖZDEMİR Y., GÜLEÇ N. (2014).- Geological and geochemical evolution of the Quaternary Süphan Stratovolcano, Eastern Anatolia, Turkey: Evidence for the lithosphere-asthenosphere interaction in post-collisional volcanism. *Journal of Petrology*, vol. 55, Issue 1, january 2014, p. 37-62.
- ÖZDEMİR Y., ÖZDEMİR A. (2023).- Deciphering the magma storage conditions and preruptive processes at Cumaçay : a Plio-Quaternary volcanic eruption center in Eastern Anatolia, Turkey. *Turkish Journal of Earth Sciences*, 32 (2) p. 181-199.
- ÖZDEMİR Y., OYAN V., JOURDAN F. (2022).- Petrogenesis of Middle Miocene to Early Quaternary basalts from the Karayazi-Göksu plateau (Eastern Anatolia, Turkey) : implication for the role of pyroxenite and lithospheric thickness. *Lithos*, vol. 416-417, may 2022, 106671.
- ÖZFIRAT A. (2017).- Melekli-Kültepe (İğdir) höyüğü, Urartu kalesi ve columbarium : Ağrı Dağı'nın kuzey eteğindeki Minuahinili (Karakoyunlu) kenti. Melekli-Kültepe (İğdir) mound, Urartian fortress and columbarium in Minuahinili (Karakoyunlu) on the northern slope of Mount Ağrı. *Kaam Yayınları, Olba XXV*, pp. 161-182, Mersin University.
- ÖZFIRAT A. (2017).- Eriqua and Minuahinili : an Early Iron age-Nairi kingdom and Urartian province on the northern slope of Mt Ağrı (settlement complexes at Melekli and Karakoyunlu). *Türkiye Belimler Adademisi, Tüba-AR*, vol. 21, pp. 63-92.
- ÖZFIRAT A. ed. (2022).- Ağrı Dağı-Bozkurt kurgan mezarlığı kazisi mezarlık, höyük, kaleler ve Geç Kalkolitik dönemden Urartu Krallığına Doğubayazıt ovası. Mount Agri-Bozkurt kurgan cemetery excavation cemetery, mound, fortresses and the Doğubayazıt plain from the Late Chalcolithic period to the Urartian Kingdom. *Ağrı Dağı'nda Arkeoloji I/Archaeology of Ağrı Dağı I*, Ege Yayınları, İstanbul, 184 p..

- ÖZFIRAT A. (2023).- The region of Mt. Ağrı during the Chalcolithic and Early Bronze age (Kur-Araxes). *Proceedings of the 12th international Congress on the Archaeology of the ancient Near East (12 ICAANE)*, vol. 2, Field Reports, Islamic Archaeology, pp. 429-448. Harrassowitz Verlag, Wiesbaden.
- ÖZGÜR N., ECEVİTOĞLU B., ERCAN A. Ö., ÇALIŞKAN T. A. (2014).- Gölçük (Isparta) volkanizmasının tekrar aktif olması riski. A possible volcano hazard risk of the Gölçük (Isparta) volcano (SW Turkey). *67. Türkiye Jeoloji Kurultayı 14-18 Nisan/April 2014, 67th Geological Congress of Turkey*, 202-203.
- ÖZSOY R., AYDAR E., ERSOY O. (2023). Origin of Çardak tephra. *Recent Research on Sedimentology, Stratigraphy, Paleontology, Tectonics, Geochemistry, Volcanology and Petroleum Geology* pp.137-139.
- ÖZSOY R., SUNYE-PUCHOL I., PEDRAZZI D., AKKAŞ E., COSTA A., MASSARO S., TAVAZZANI L., NAZZARI M., BACHMANN O., SCARLATO P.G. MIGGINS D.P., KARA S., MOLLO S. (2024).- Reconstructing the Belbaşhanı pumice plinian eruption, Hasandağ Volcano, Turkey. *Bulletin of Volcanology* 86 :61.
- ÖZSOY R., SUNYE-PUCHOL I., BOLOS X., AKKAŞ E., COSTA A., TAVAZZANI L., MIGGINS D. P., SCARLATO P. G., MOLLO S. (2025).- Reconstructing the volcanic history of the Ulukışla Caldera: A collapse structure within the Hasandag Volcanic Complex, Central Anatolia (Turkey). *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, **463**, 108345, 19 p.
- ÖZTÜRK Y. (2021).- Ağrı Dağı çevresinden örneklerle sanal dünyada yanlış jeomorfik tanımlamalar : Doğubayazıt Meteor Çukuru, Küp Krater Gölü, Korhan Meteor Çukuru. *Nuh'un Gemisi, 6. Uluslararası Ağrı Dağı ve Nuh'un Gemisi Sempozyumu*, p. 105-107.
- PARLAK O., KOP A., ÜNLÜGENÇ U. C., DEMIRKOL C. (1998).- Geochronology and geochemistry of basaltic rocks in the Karasu graben around Kirikhan (Hatay), S. Turkey. *Turkish Journal of Earth Sciences*, vol. 7, No. 2, article 1.
- PASTRE Jean François, KUZUÇUOĞLU C., FONTUGNE M., GUILLOU H., KARABIYIKOĞLU M., TUNCAY E., TÜRKECAN A. (1998).- Séquences volcanisées et corrélations téphrologiques au N-E du Hasan Dag (haut bassin de la Melendiz, Anatolie centrale, Turquie) - Volcanised sequences and tephrochronologic correlations in the area N-E of the Hasan Dag (upper basin of the river Melendiz, Central Anatolia, Turkey). *Quaternaire*, vol. 9, n°3, p. 169-183.
- PEARCE J.A., BENDER J.F., DE LONG S.E., KIDD W.S.F., LOW P.J., GÜNER Y., SAROĞLU F., YILMAZ Y., MOORBATH S., MITCHELL J.G. (1990).- Genesis of collision volcanism in Eastern Anatolia, Turkey. *Journal Volcanology Geothermal Research* vol. 44, issues 1-2, p. 189-229.
- PLATEVOET B., SCAILLET St., GUILLOU H., BLAMART D., NOMADE A. (2008).- Pleistocene eruptive chronology of the Gölçük volcano, Isparta Angle, Turkey. *Quaternaire*, 19 (2), pp.147-156.
- POLAT S., ÇOBAN H., CARAN S. (2019).- A geological and petrological overview of the history of Kira Mountain : and approach to the similarity and difference of Karacadag. *European Journal of Technique (EJT)* vol. 9, No. 1, p. 44-51, doi.org/10.36222/ejt.490696.
- ROBERTS N., REED J.M., LENG M.J., KUZUCUOĞLU C., FONTUGNE M., BERTAUX J., WOLDRING H.K., BOTTEMA S., BLACK S., HUNT E., KARABIYIKOĞLU M. (2001).- The tempo of Holocene climatic change in the eastern Mediterranean region : new high-resolution crater-lake sediment data from central Turkey. *The Holocene*, 11 (6), p. 721-736.
- ROBIN A. K. (2017).- *Identification, caractérisation et mise en place des gisements d'obsidienne de quatre complexes volcaniques en Anatolie orientale, dans le cadre des études de provenance au Proche-Orient*. Thèse doct. Géographie, Univ. Paris I Sorbonne.
- ROJAY B., HEIMANN A., TOPRAK V. (2001).- Neotectonic and volcanic characteristics of the Karasu fault zone (Anatolia, Turkey) : the transition zone between the Dead Sea transform and the East Anatolian fault zone. *Geodinamica Acta*, vol. 14, issues 1-3, p. 197-212.
- ROUTHIER P. (1966).- Contre la prolifération cancérisforme : les synthèses étagées, la réflexion sur la méthode. *Mineralium Deposita* 1, p. 6-15.
- ŞARIKAYA M.A., ÇINER A., DESILETS D., ZREDA M. (2003).- Erciyes Volkanı Geç Kuvaterner buzul çökelleri. *Late Quaternary glacial deposits of the Erciyes Volcano*. Hacettepe Üniversitesi Yerbilimleri Uygulama ve Araştırma Merkezi Bülteni. *Bulletin of Earth Sciences Application and Research Centre of Hacettepe University, Yerbilimleri*, 27, p. 59-74

What's new on active volcanoes of Turkey ?

- ŞARIKAYA M.A., ZREDA M., ÇINER A., ŞEN, E. (2006).- Correcting for nucleogenic ^{36}Cl in cosmogenic ^{36}Cl dating of volcanic rocks from the Erciyes volcano, Central Turkey. *American Geophysical Union (AGU) annual Fall Meeting abstract*.
- SCHMITT A. K., DANIŞIK M., AYDAR E., ŞEN E., ULUSOY I., LOVERA O.M. (2014).- Identifying the volcanic eruption depicted in a neolithic painting at Çatalhöyük, Central Anatolia, Turkey. *Plos One* (Public Library of Science), January 2014, vol. 9, issue 1, e84711, pp. 1-10.
- SCHMITT A.K., DANIŞIK M., EVANS N. J., SIEBEL W., KIEMELE E., AYDIN F., HARVEY J.C. (2011).- Acigöl rhyolite field, Central Anatolia (part 1): high-resolution dating of eruption episodes and zircon growth rates. *Contrib. Mineral. Petrol.*, 162 (6) : p. 1215-1231, DOI 10.1007/s00410-011-0648-x, 17 p.
- SCHMITT A.K., DANIŞIK M., SIEBEL W., ELITOK Ö., CHANG Y-W. & SHEN C-C. (2014) - Late Pleistocene zircon ages for intracaldera domes at Gölcük (Isparta, Turkey). *Journal of Volcanological and Geothermal Research*, 286, 24-29.
- SCHUMACHER Rolf, SCHUMACHER U. M. (1997).- The pre-ignimbrite (phreato) plinian and phreatomagmatic phases of the Akdag-Zelve ignimbrite eruption in Central Anatolia, Turkey. *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 78, 139-153.
- SCHUMACHER Rolf, SCHUMACHER U. Mues. (1997).- The Kizilkaya ignimbrite, an unusual low-aspect-ratio ignimbrite from Cappadocia, central Turkey. *Journal Volcanology Geothermal Research* 70, 1-2, p. 107-121.
- ŞEN, E. (1997).- Erciyes stratovolkani'nin volkanolojik ve petrolojik gelişiminin incelenmesi. Thèse d'ingénieur en chef. *Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*.
- ŞEN, E., AYDAR E., GOURGAUD A., KÜKCÜOĞLU B. (2002).- La phase explosive précédant l'extrusion des dômes volcaniques : exemple du dôme rhyodacitique de Dikkartin Dag, Erciyes, Anatolie centrale, Turquie. *C. R. Geoscience* 334 p. 27-33.
- ŞEN, E., AYDAR E., BAYHAN H., GOURGAUD A. (2014).- Volcanological characteristics of alkaline basalt and pyroclastic deposits, Kula volcanoes, Western Anatolia. *Yerbilimleri Hacettepe Üniversitesi Yerbilimleri Uygulama ve Araştırma Merkezi Dergisi* 35 (3) :219-252.
- ŞEN, E., AYDAR E., ŞEN, P., GOURGAUD A. (2023).- Insight into a rift volcanism with the petrogenesis of ultramafic enclaves and the host basalts : Kula volcanic field, Western Anatolia, Turkey. *Italian Journal of Geoscience*, vol. 142, 2, p. 291-315.
- ŞEN, E., TEMEL A., GOURGAUD A. (2001).- Quaternary tholeiitic to alkaline volcanism in the Karasu vally, Dead Sea Rift Zone, Southeast Turkey : Sr-Nd-Pb-O isotopic and trace-element approaches to crust-mantle intercation. *International Geology review* 43 (2), p. 120-138.
- ŞEN, P., ŞEN, E., TEMEL A., KIEFFER G., GOURGAUD A. (2022).- Geochemical insights into mantle metasomatism from cogenetic plutonic xenoliths in pyroclastic deposits of Gölcük volcano and their alkaline host rocks (Isparta, Turkey). *Mediterranean Geoscience Reviews* 4, p. 247-272.
- SIEBEL W., SCHMITT A.K., KIEMELE E., DANIŞIK M., AYDIN F. (2011).- Acigöl rhyolite fields, central Anatolia (part II) : geochemical and isotopic (Sr-Nd-Pb, $\delta^{18}\text{O}$) constraints on volcanism involving two high-silica rhyolite suites. *Contrib. Mineral. Petrol.* 162, p. 1233-1247.
- SIEBERT L., SIMKIN T., KIMBERLY P. (2011). *Volcanoes of the World* (third edition). *Smithsonian Institution & Univ. of California Press*, 551 p.
- SIMKIN T., SIEBERT L. (1994).- *Volcanoes of the World* (second edition). *Geoscience Press, Tucson & Smithsonian Institution Global Volcanism Program, Washington D.C.*
- SPARKS St., ATICI G., BROWN S., KARAMAN-LITTLE B., WOODHOUSE M. (2024).- Hazards and risk assessment for volcanoes in Turkey. *European Geosciences Union General Assembly 2024*, Vienna (Austria) 14-19 April 2024, <https://egu23.eu>, id. 1687.
- SUNYE PUCHOL I., BOLOS X., ORSOY R., AKKAS E., AYDAR E., TAVAZZANI L., NAZZARI M., MOLLO S. (2024).- Assessing the potential of new widespread ignimbrite-forming eruption in Cappadocia, central Anatolia. *EGU General Assembly 2024*. Vienna, Austria, 14-19 April 2024, EGU24-550, <https://doi.org/10.5194/egusphere-egu24-550>.
- TEKKAYA I., ERTÜRK C. (1993).- Çakallar (Salihli-Manisa) lokalitesindeki fosil insan ayak izlerinin önemi ve anatomik yapısı. *46. Türkiye Jeoloji Kurultayı, Ankara, Bildiri Özleri.*, p. 47. TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası.
- TUNCER A., TUNOĞLU C., AYDAR E., YILMAZ I. Ö., GÜMÜŞ B.A., ŞEN E. (2019).- Holocene palaeoenvironmental evolution of the Acigöl paleo maar lake (Nevşehir, central Anatolia). *Mediterranean Geoscience Reviews*, 1, 255-269.

What's new on active volcanoes of Turkey ?

- TÜRKECAN A. (2017).- Türkiye'nin Doğu bölgelerinde gözlenen Kuvaterner yaşlı volkanik etkinlikleri. *Doğal Kay. ve Eko. Bült.* **22**, 63-78.
- ULUSOY I. (2008).- *Etude volcano-structurale du volcan Nemrut Dağı (Anatolie de l'est) et risques naturels associés.* Thèse Doctorat d'Université, Univ. Blaise Pascal, Clermont-Ferrand.
- ULUSOY I., LABAZUY Ph., AYDAR E., ERSOY O., ÇUBUKÇU E. (2008).- Structure of the Nemrut caldera (Eastern Anatolia, Turkey) and associated hydrothermal fluid circulation. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, **174**, p. 269-283.
- ULUSOY I., DIKER C. (2016).- Remote sensing of thermal state of volcanoes in Turkey and neighbouring countries using ASTER nighttime images. *European Geosciences Union General Assembly 2016*, Vienna (Austria) 17-22 April 2016, id. EPSC2016-15334.
- ULUSOY I., DIKER C., ŞEN E., ÇUBUKÇU H. E., GÜMÜŞ E. (2022).- Multisource and temporal thermal infrared remote sensing of Hasandağ stratovolcano (Central Anatolia, Turkey). *Journal Volcanology Geothermal research* 428, aug ; 2022, 107579.
- ULUSOY I., ŞARIKAYA M. A., SCHMITT A.K., ŞEN E., DANIŞIK M., GÜMÜŞ E. (2019).- Volcanic eruption eye-witnessed and recorded by prehistoric humans. *Quaternary Science Reviews*, 212, 187-198, Elsevier.
- ULUSOY I., ÇUBUKÇU H. E., MOURALIS D., AYDAR E. (2019).- Nemrut caldera and Eastern Anatolian volcanoes : fire in the Highlands. In C. KUZUCUOĞLU C.et al. (eds.), *Landscapes and landforms of Turkey*, **35**, p. 589-599, Springer Nature Switzerland.
- ÜNAL E., GÜNGÖR YEŞİLOVA P. (2025).- Tendürek volkanı ve jeomorfositler. In : ÜNAL E., GÜNGÖR YEŞİLOVA P. eds, *Sedimenter ortamlar ve jeomorfositler. BIDGE Yayınları*, Ankara, pp. 4-18.
- ÜNAL Esin (2018).- *Tendürek volkaninin volkanostratigrafisi, petroloji ve magmatik evrimi.* Doktora Tezi (engl.), VanYüzüncü Yil Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı, xxvi + 196 p., one folded map in colors.
- USLULAR G., GENÇAGLIOĞLU-KUŞKU G., ARCASOY A. (2015).- Size-distribution of scoria cones within the Eğrikuyu monogenetic field (Central Anatolia, Turkey). *Journal Volcanology Geothermal Research*, vol. 301, 15 Aug. 2015, p. 56-65.
- USLULAR G., GENÇAGLIOĞLU-KUŞKU G. (2019).- Mantle source heterogeneity in monogenetic basaltic systems : a case study of Eğrikuyu monogenetic field (central Anatolia, Turkey). *Geosphere*, vol ; 15, 2, DOI : 10.1130/GES01682.1
- USLULAR G., LE CORVEC N., MAZZARINI F., LEGRAND D., GENÇAGLIOĞLU-KUŞKU G. (2021).- Morphological and multivariate statistical analysis of quaternary monogenetic vents in the Central Anatolian Volcanic Province (Turkey) : implications for the volcano-tectonic evolution. *Journal Volcanology Geothermal Research* vol. 416, August 2021, 107280.
- VAROL Ogün Ozan (2016).- Bitlis ve Van illerinde pomza madenciliğine genel bir bakış. A general overview of pumice mining in Van and Bitlis provinces. *TMMOB Bilimsel Madencilik Dergisi*, 55 (3) : 27-34.
- WESTAWAY R., PRINGLE M., YURTMEN S., DEMİR T., BRIDGLAND D., ROWBOTHAM G., MADDY D. (2004).- Pliocene and Quaternary regional uplift in western Turkey : the Gediz river terrace staircase and the volcanism at Kula. *Tectonophysics*, 391, p. 121-169.
- WESTAWAY R., GUILLOU H., YURTMEN S., BECK A., BRIDGLAND D., DEMİR T., SAILLET S., ROWBOTHAM G. (2006).- Late Cenozoic uplift of western Turkey : Improving dating of the Kula Quaternary volcanic field and numerical modelling of the Gediz river terrace staircase. *Glob. Planet Change*, 51, 131-171.
- Wikipedia, biography of Eberhard ZANNGER.
- YEGANEH S.M.H. (2025).- In the name of God : the signal of Noha's flood. A theological and chronological evaluation of *Fāra al-Tannūr* as a volcanic eruption. implications for dating Prophet's Noha's flood. Preprint, 2025, https://www.academia.edu/145302903/The_Signal_For_Noha_Flood, pp. 1-46.
- YILMAZ Y., SAROĞLU, GÜNER Y. (1998).- Geology of the Quaternary volcanic centres of the East Anatolia. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 85, 1, p. 173-210.
- YURTERİ Esra (2017).- Orta Anadolu'nun aktif volkanı Erciyes Dağı. *Doğal Kay ve Eko. Bülteni* 22, 43-55.

What's new on active volcanoes of Turkey ?

- YURTERI Esra, ATICI G., FRIEDRICHS B., SCHMITT A. K. (2023).- Erciyes stratovolkanında yer alan Pleyistosen ve Holosen domların yeni yaş verileri ile incelenmesi (ZDD, zirkon çift tarihlendirme) - Investigation of Pleistocene and Holocene domes located around Erciyes stratovolcano using new radiometric data (ZDD, Zircon Double Dating). *Conference : Uluslararası Katılımlı 75. Türkiye Jeoloji Kurultayı 10-14 Nisan 2023, Ankara - Türkiye 75th Geological Congress of Türkiye with International Participation April 10-14, 2023, Ankara, Türkiye.*
- ZANGGER E. (2018).- James Mellaart's fantasies. *Talanta* 50, pp. 125–182. Available at <https://luwianstudies.academia.edu/EZangger>
- ZANGGER E. (2019).- James Mellaart, pioneer ...and forger. *Popular Archaeology* website.