



**HAL**  
open science

## Séquences volcanisées et corrélations téphrologiques au N-E du Hasan Dag (haut bassin de la Melendiz, Anatolie centrale, Turquie)

Jean-François Pastre, Catherine Kuzucuoğlu, Michel Fontugne, Hervé Guillou,  
M. Karabiyikoglu, Tuncay Ercan, Ahmet Türkecan

### ► To cite this version:

Jean-François Pastre, Catherine Kuzucuoğlu, Michel Fontugne, Hervé Guillou, M. Karabiyikoglu, et al.. Séquences volcanisées et corrélations téphrologiques au N-E du Hasan Dag (haut bassin de la Melendiz, Anatolie centrale, Turquie). Quaternaire, 1998, 9 (3), pp.169-183. 10.3406/quate.1998.1601 . hal-02476181

**HAL Id: hal-02476181**

**<https://hal.science/hal-02476181v1>**

Submitted on 14 Oct 2020

**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.

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)]

Jean François Pastre, Catherine Kuzucuoglu, Michel Fontugne, Hervé Guillou, M. Karabiyikoglu, Tuncay Ercan, Ahmet Türkecan

---

**Citer ce document / Cite this document :**

Pastre Jean François, Kuzucuoglu Catherine, Fontugne Michel, Guillou Hervé, Karabiyikoglu M., Ercan Tuncay, Türkecan Ahmet. 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)]. In: Quatenaire, vol. 9, n°3, 1998. pp. 169-183;

doi : <https://doi.org/10.3406/quate.1998.1601>

[https://www.persee.fr/doc/quate\\_1142-2904\\_1998\\_num\\_9\\_3\\_1601](https://www.persee.fr/doc/quate_1142-2904_1998_num_9_3_1601)

---

Fichier pdf généré le 19/04/2018

## Résumé

L'étude de nombreuses séquences quaternaires du bassin supérieur de la Melendiz permet de proposer une téphrostratigraphie de la bordure N-E du Hasan dag, important strato-volcan d' Anatolie centrale (Turquie). Les premières formations, localisées en bordure des gorges de la Melendiz, caractérisent un régime sédimentaire à dominante fluviale (Belisirma) ou fluvio-lacustre (Ihlara), puis l'activité pyroclastique se développe à Test du volcan (Petit Hasan dag). Elle engendre quatre groupes de retombées cendro-ponceuses rhyodacitiques, séparées par des phases de colluvionnement et de pédogenèse marquées par le développement d'andosols. Une importante avalanche de débris issue du N-W du strato-volcan, comble ensuite les gorges de la Melendiz, puis une coulée de ponces ennoye sa bordure aux environs de Kitreli (bassin-affluent de la Gûvercilink). Le déplacement de l'activité vers l'ouest (coulées et nuées ardentes andésitiques du Grand Hasan dag), permet une reprise de l'incision et le dégagement des modelés actuels du secteur. Les niveaux-repères fournis par les téphras ou leurs produits de remaniement autorisent une corrélation précise des séquences en fonction de la texture, de la minéralogie ou de la géochimie des ponces. Ils corroborent la variété des stratigraphies et la multiplicité des hiatus en fonction de la position géomorphologique des témoins ou de leur éloignement par rapport au strato-volcan (domaine proximal à distal). Cette succession caractéristique reste malheureusement mal datée. Les datations C semblent situer l'avalanche de débris de la Melendiz et la coulée de Kitreli vers la fin du Pléistocène supérieur ; les paléosols antérieurs, sont plus âgés que 33 000 ans. Les datations K-Ar de  $33 \pm 2$  et  $29 \pm 1$  ka, corroborent l'importance de l'activité du Grand Hasan dag durant le Pleistocene supérieur et sa continuation probable durant l'Holocène (âge calculé d'une coulée « < 0 », soit « postérieur » au présent).

## Abstract

A tephrostratigraphy is proposed, based on the study of several Quaternary sequences in the upper basin of the river Melendiz, on the N-E slopes of the Hasan dag, a large strato-volcano in central Anatolia (Turkey). The sedimentary characteristics of the oldest formations, located on the edges of the Melendiz gorges, show an environment dominated by fluvial input (Belisirma) or by fluvio-lacustrine processes (Ihlara), previous to the pyroclastic activity occurring in the eastern part of the volcano (Kûçûk Hasan dag). This activity produced four groups of rhyodacitic pumice-ash falls, interrupted by colluvium deposits and palaeosol formation phases leading to the development of andosols. Afterwards, an important debris-avalanche coming from the N-W part of the strato-volcano filled the Melendiz gorges, before a pumice flow submerged its edges in the area of the Kitreli village (basin of the Gûvercinlik, a tributary of the Melendiz). The westward displacement of the activity (andesitic flows and nuées ardentes of the Büyük Hasan Dag) allowed the renewal of the river incision and the shaping of the main present landscape features. Tephra and tephric deposits (reworked tephra) provide good tie-layers allowing correlations between various sequences, on the basis of the textural, mineralogical and geochemical characteristics of the pumices. They confirm the variety of stratigraphies and the existence of several hiatus in relation either to the geomorphological setting of the remaining deposits or to their distance from the volcano (proximal to distal areas). Unfortunately, it has not yet been possible to date clearly this significative succession. According to  $^{14}\text{C}$  dates, the Melendiz debris avalanche and the Kitreli pumice flow are aged end of the Upper Pleistocene ; older palaeosols have given C ages t 30 to 35000 yrs B.P. K-Ar dating performed on lavas from the Büyük Hasan dag summit gives results of  $33 \pm 2$  and  $29 \pm 1$  ka, thus confirming the importance of the activity of this volcano during Upper Pleistocene and probably during Holocene (a flow is K-Ar dated < 0).

## SÉQUENCES VOLCANISÉES ET CORRÉLATIONS TÉPHROLOGIQUES AU N-E DU HASAN DAG (haut bassin de la Melendiz, Anatolie centrale, Turquie)



Jean-François PASTRE\*, Catherine KUZUCUOGLU\*, Michel FONTUGNE\*\*, Hervé GUILLOU\*\*, Mustafa KARABIYIKOGLU\*\*\*, Tuncay ERCAN\*\*\* et Ahmet TÜRKECAN\*\*\*

### RÉSUMÉ

L'étude de nombreuses séquences quaternaires du bassin supérieur de la Melendiz permet de proposer une téphrostratigraphie de la bordure N-E du Hasan dag, important strato-volcan d'Anatolie centrale (Turquie). Les premières formations, localisées en bordure des gorges de la Melendiz, caractérisent un régime sédimentaire à dominante fluviale (Belisirma) ou fluvio-lacustre (Ihlara), puis l'activité pyroclastique se développe à l'est du volcan (Petit Hasan dag). Elle engendre quatre groupes de retombées cendro-ponceuses rhyodacitiques, séparées par des phases de colluvionnement et de pédogenèse marquées par le développement d'andosols. Une importante avalanche de débris issue du N-W du strato-volcan, comble ensuite les gorges de la Melendiz, puis une coulée de ponces ennoye sa bordure aux environs de Kitreli (bassin-affluent de la Güvercinlik). Le déplacement de l'activité vers l'ouest (coulées et nuées ardentes andésitiques du Grand Hasan dag), permet une reprise de l'incision et le dégagement des modelés actuels du secteur. Les niveaux-repères fournis par les téphras ou leurs produits de remaniement autorisent une corrélation précise des séquences en fonction de la texture, de la minéralogie ou de la géochimie des ponces. Ils corroborent la variété des stratigraphies et la multiplicité des hiatus en fonction de la position géomorphologique des témoins ou de leur éloignement par rapport au strato-volcan (domaine proximal à distal). Cette succession caractéristique reste malheureusement mal datée. Les datations  $^{14}\text{C}$  semblent situer l'avalanche de débris de la Melendiz et la coulée de Kitreli vers la fin du Pléistocène supérieur ; les paléosols antérieurs, sont plus âgés que 35 000 ans. Les datations K-Ar de  $33 \pm 2$  et  $29 \pm 1$  ka, corroborent l'importance de l'activité du Grand Hasan dag durant le Pléistocène supérieur et sa continuation probable durant l'Holocène (âge calculé d'une coulée « < 0 », soit « postérieur » au présent).

**Mots-clés :** Téphras, téphrochronologie, Pléistocène supérieur, Anatolie centrale.

### ABSTRACT

**VOLCANISED SEQUENCES AND TEPHROCHRONOLOGIC CORRELATIONS IN THE AREA N-E OF THE HASAN DAG** (upper basin of the river Melendiz, Central Anatolia, Turkey)

A tephrostratigraphy is proposed, based on the study of several Quaternary sequences in the upper basin of the river Melendiz, on the N-E slopes of the Hasan dag, a large strato-volcano in central Anatolia (Turkey). The sedimentary characteristics of the oldest formations, located on the edges of the Melendiz gorges, show an environment dominated by fluvial input (Belisirma) or by fluvio-lacustrine processes (Ihlara), previous to the pyroclastic activity occurring in the eastern part of the volcano (Küçük Hasan dag). This activity produced four groups of rhyodacitic pumice-ash falls, interrupted by colluvium deposits and palaeosol formation phases leading to the development of andosols. Afterwards, an important debris-avalanche coming from the N-W part of the strato-volcano filled the Melendiz gorges, before a pumice flow submerged its edges in the area of the Kitreli village (basin of the Güvercinlik, a tributary of the Melendiz). The westward displacement of the activity (andesitic flows and nuées ardentes of the Büyük Hasan Dag) allowed the renewal of the river incision and the shaping of the main present landscape features. Tephra and tephric deposits (reworked tephra) provide good tie-layers allowing correlations between various sequences, on the basis of the textural, mineralogical and geochemical characteristics of the pumices. They confirm the variety of stratigraphies and the existence of several hiatus in relation either to the geomorphological setting of the remaining deposits or to their distance from the volcano (proximal to distal areas). Unfortunately, it has not yet been possible to date clearly this significant succession. According to  $^{14}\text{C}$  dates, the Melendiz debris avalanche and the Kitreli pumice flow are aged end of the Upper Pleistocene ; older palaeosols have given  $^{14}\text{C}$  ages  $\geq 30$  to 35000 yrs B.P. K-Ar dating performed on lavas from the Büyük Hasan dag summit gives results of  $33 \pm 2$  and  $29 \pm 1$  ka, thus confirming the importance of the activity of this volcano during Upper Pleistocene and probably during Holocene (a flow is K-Ar dated < 0).

**Key-words :** Tephra, tephrochronology, Upper Pleistocene, Central Anatolia.

\* Laboratoire de Géographie physique, URA 141 CNRS, 1, place Aristide Briand, F-92195 MEUDON Cedex. E-mail : pastre@cnsr-belleuve.fr

\*\* Laboratoire des Sciences du Climat et de l'Environnement, avenue de la Terrasse, F- 91198, GIF-SUR-YVETTE.

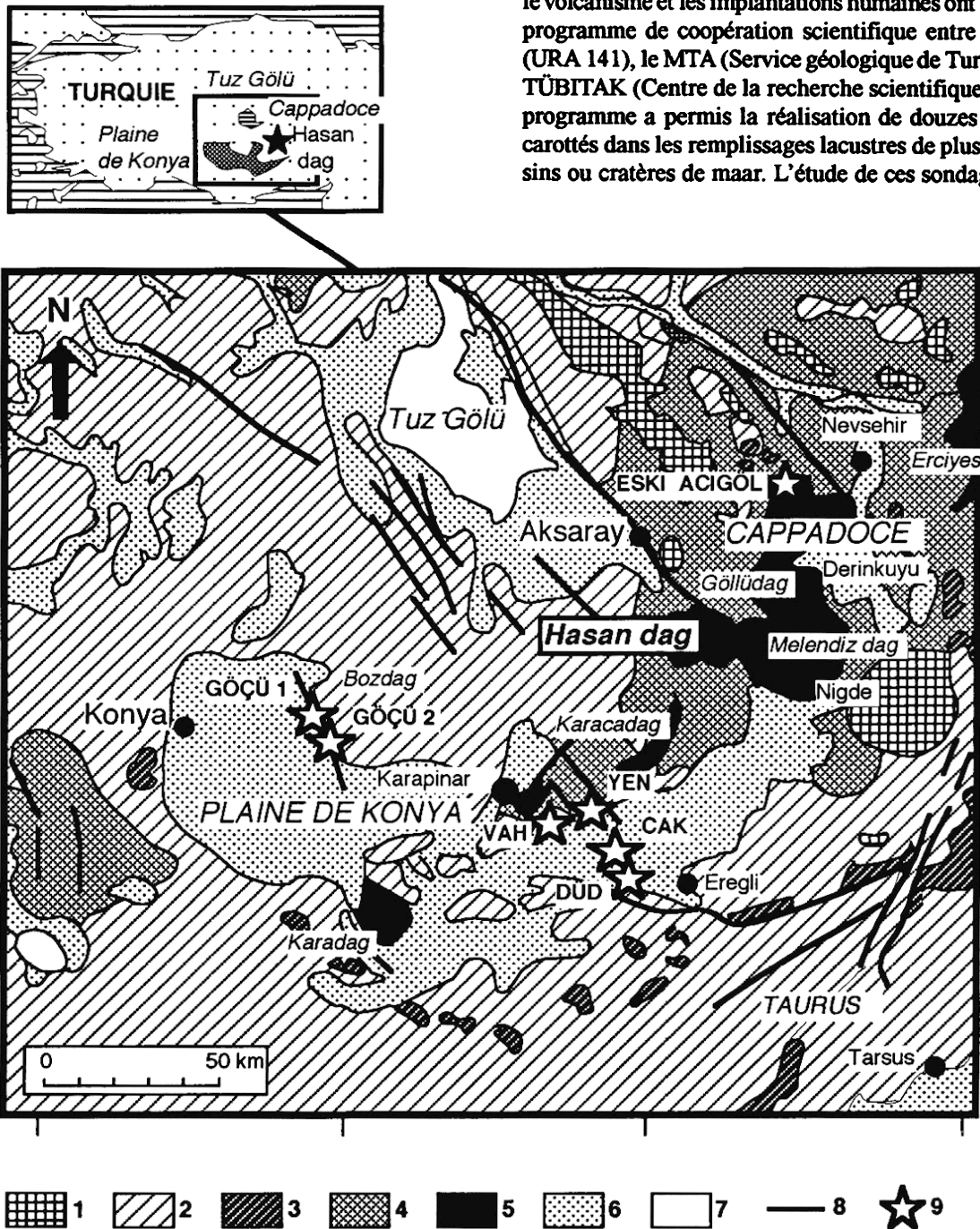
\*\*\* MTA General Directorate, Department of Geological Studies, TK-06250, ANKARA (Turquie).

## I - INTRODUCTION

Située dans la zone de collision des plaques arabe et eurasiatique, la Turquie présente un volcanisme très actif depuis le Miocène. L'Anatolie centrale constitue avec l'Anatolie orientale et la bordure égéenne une des trois zones actives (Pasquaré, 1968 ; Innocenti *et al.*, 1975 ; Besang *et al.*, 1977 ; Keller *et al.*, 1977 ; Batum, 1978 ; Pasquaré *et al.*, 1988 ; Tokel *et al.*, 1988 ; Ercan, 1985 ; Ercan *et al.*, 1990, 1992 ; Bigazzi *et al.*, 1993 ; Le Pennec *et al.*, 1994).

Elle comporte de nombreux centres éruptifs bordant d'importantes dépressions tectoniques comme la plaine de Konya ou le Tuz Gölü (fig. 1). Ces bassins subsidents offrent une sédimentation lacustre subcontinue depuis le Miocène. Ils présentent en particulier des enregistrements quaternaires importants dont les phases tardives sont contemporaines du développement des premières sociétés néolithiques (Roberts, 1991 ; Kuzucuoglu *et al.*, 1997 ; Kuzucuoglu et Roberts, 1998 ; Fontugne *et al.*, 1999).

Les interactions entre la dynamique de ces dépressions, le volcanisme et les implantations humaines ont motivé un programme de coopération scientifique entre le CNRS (URA 141), le MTA (Service géologique de Turquie) et le TÜBİTAK (Centre de la recherche scientifique turc). Ce programme a permis la réalisation de douzes sondages carottés dans les remplissages lacustres de plusieurs bassins ou cratères de maar. L'étude de ces sondages est en



**Fig. 1 : Géologie de l'Anatolie centrale (adaptée de la carte géologique de Turquie MTA au 1/2 000 000). 1 - Roches intrusives acides et intermédiaires, 2 - Roches autres qu'intrusives ou éruptives (Primaire, Secondaire et Tertiaire), 3 - Roches intrusives basiques et ultrabasiques, 4 - Volcanisme mio-pliocène, 5 - Volcanisme Pléistocène, 6 - Sédiments quaternaires, 7 - Lac salé, 8 - Principales failles, 9 - Localisation des carottages et sites lacustres.**

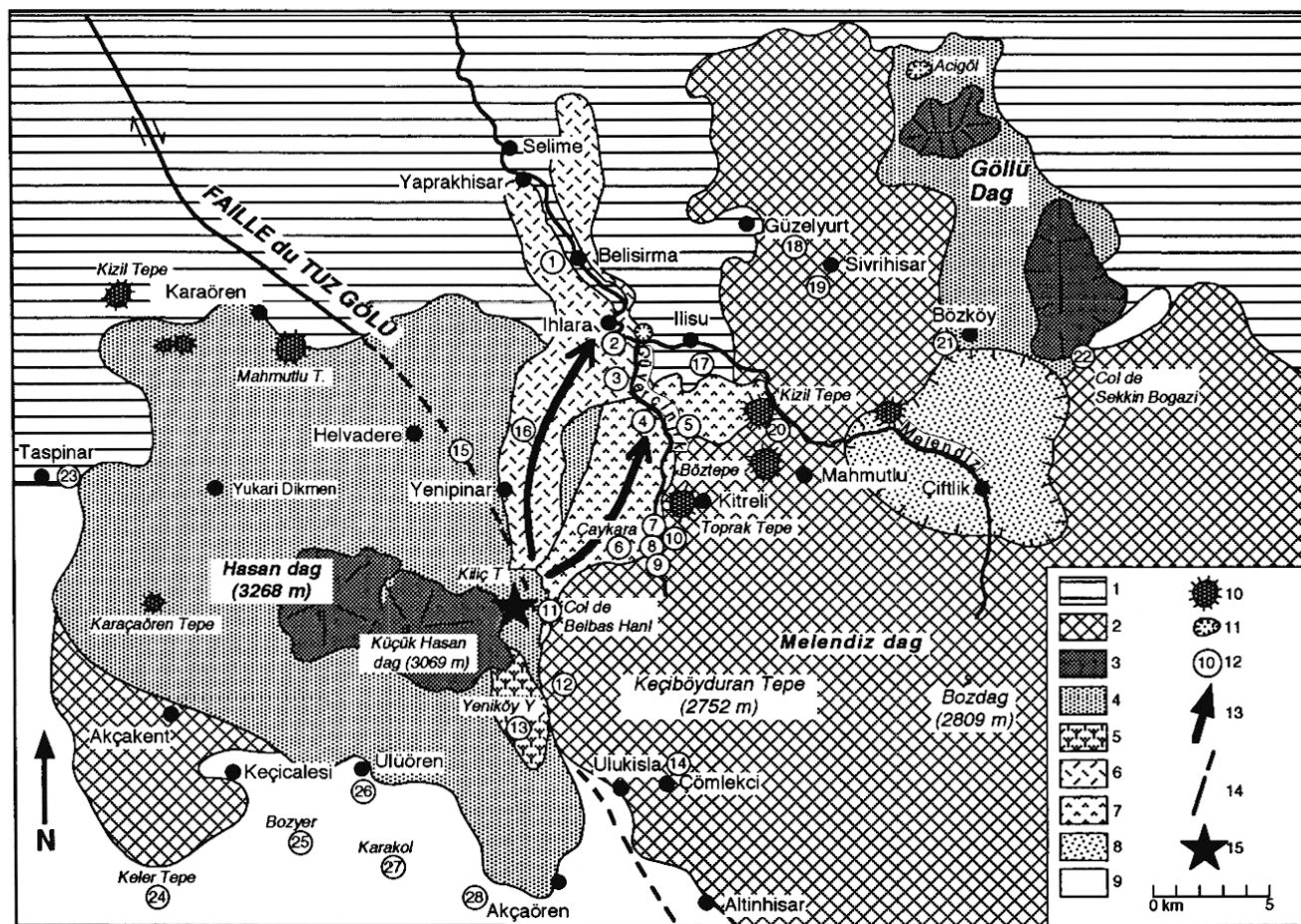
**Fig. 1 : Geology of Central Anatolia (from the Geological Map of Turkey, MTA, 1/2,000,000). 1 - Acidic and intermediate intrusive rocks, 2 - Rocks other than intrusive and eruptive (Primary, Secondary and Tertiary), 3 - Basic and ultrabasic intrusive rocks, 4 - Mio-Pliocene volcanics, 5 - Pleistocene volcanics, 6 - Quaternary sediments, 7 - Salt lake, 8 - Main faults, 9 - Location of cores or lacustrine sections.**

cours. Dans la partie orientale de la plaine de Konya, ces carottages ont mis en évidence trois, sinon quatre téphras différenciées déposées pendant une période allant de ~ 260 à ~ 60 ka (Kuzucuoglu *et al.*, sous presse b). Trois téphras basaltiques émises par les appareils stromboliens de Karapinar ont été datées dans la plaine d'Eregli de  $\geq 33$  à  $< 17$  ka B.P. Enfin, deux téphras ont été localisées dans les séquences côtières du paléoloc pléniglaciaire de Konya et datées de 28 et 19 ka. Parallèlement, des investigations ont été entreprises sur les strato-volcans de Cappadoce afin d'appréhender leur rôle dans l'évolution quaternaire, mais surtout de préciser la nature et la stratigraphie de leurs téphras qui offrent des niveaux-marqueurs dans les enregistrements.

Ces recherches nous ont conduit à nous intéresser au Hasan dag, grand strato-volcan situé au S-E d'Aksaray (fig. 1). La découverte de nombreuses séquences associant des formations quaternaires variées et des téphras nous permet de proposer une première approche de leur stratigraphie et de leurs conditions de mise en place.

## II - LE HASAN DAG ET LE CADRE GÉOLOGIQUE RÉGIONAL

Le Hasan dag, constitue avec l'Erciyes un des principaux strato-volcans quaternaires d'Anatolie centrale (fig. 1). Il couvre une superficie de  $760 \text{ km}^2$  et son volume est estimé à  $354 \text{ km}^3$  (Aydar, 1992). Ses deux cônes terminaux, le Grand (Büyük) Hasan dag (3268 m) et le Petit (Küçük) Hasan dag (3069 m), dominant au nord les plateaux ignimbritiques mio-pliocènes de Cappadoce et au sud la plaine et les plateaux calcaires de Konya (fig. 1). Sa bordure nord-orientale est drainée par plusieurs affluents de la Melendiz (fig. 2). Cette rivière prend sa source à l'est dans le massif andésitique pliocène du Melendiz dag, puis serpente dans la dépression circulaire de Çiftlik avant de traverser en gorge les ignimbrites néogènes entre Ihlara et Selime. D'axe NW-SE, la grande faille décrochante du Tuz Gölü sépare le Hasan dag du massif de la Melendiz (Keçiboyduran Tepe). Au N-E, le Gölü dag, petit strato-volcan quaternaire connu pour ses nombreux gisements d'obsidienne, domine le bassin de Derinkuyu où des sédi-



**Fig. 2 : Géologie simplifiée du secteur étudié. 1 - Ignimbrites et sédiments miocènes, 2 - Volcanisme andésitique mio-pliocène, 3 - Volcanisme quaternaire : zones éruptives principales (dômes et coulées), 4 - Volcanisme quaternaire : nuées ardentes et zones d'activité périphérique, 5 - Coulée de ponces de Yeniköy, 6 - Avalanche de débris de la Melendiz, 7 - Coulée de ponces de Kitreli, 8 - Sédiments fluvio-lacustres quaternaires, 9 - Sédiments et pyroclastites quaternaires indifférenciés, 10 - Cônes stromboliens, 11 - Cratères de maar, 12 - Sites étudiés avec n° (Pt), 13 - Directions générales d'écoulement, 14 - Faille, 15 - Zone d'émission pyroclastique.**

**Fig. 2 : Simplified geology of the area studied. 1 - Miocene ignimbrites and sediments, 2 - Mio-pliocene andesitic volcanism, 3 - Quaternary volcanism : main eruptive zones (dômes and lava-flows), 4 - Quaternary volcanism : nuées ardentes and peripheric eruptive zones, 5 - Yeniköy pumice-flow, 6 - Melendiz debris-avalanche, 7 - Kitreli pumice-flow, 8 - Quaternary fluvio-lacustrine sediments, 9 - Other Quaternary sediments and pyroclastics, 10 - Strombolian cones, 11 - Maar craters, 12 - Studied sites numbered, 13 - Main flowing directions, 14 - Fault, 15 - Pyroclastic vent.**



ments fluvio-lacustres quaternaires recouvrent des ignimbrites néogènes.

Le Hasan dag est caractérisé par un volcanisme calco-alcalin allant des basaltes aux rhyolites. Les laves intermédiaires (andésites et dacites) y sont bien représentées. Elles forment des dômes-coulées qui constituent la partie centrale du strato-volcan. Ces appareils sont associés à de nombreux écoulements pyroclastiques de cendres et blocs de type «nuées ardentes». L'activité la plus différenciée (dacites et rhyolites) est représentée par quelques dômes, mais comporte surtout des pyroclastites ponceuses (coulées de ponces, retombées pliniennes...) qui constituent la majorité des niveaux repères étudiés ici.

Aux stades les plus anciens, caractérisés par le système de Keçicalesi (13 Ma environ, Besang *et al.*, 1977), et le paléo-Hasan dag (7 Ma environ, Gillot *in* Aydar, 1992), succède le Hasan dag proprement dit. D'après E. Aydar (1992), il comporte deux étapes d'édification, associées chacune à un stade caldérique : le méso-Hasan dag et le néo-Hasan dag. Selon cet auteur, la phase de construction du méso-Hasan dag est caractérisée par des coulées et des dômes-coulées andésitiques, auxquels succède une phase de destruction marquée par l'émission de pyroclastites rhyodacitiques. Ces pyroclastites correspondent à la majorité de celles étudiées dans ce travail. Le néo-Hasan dag s'est ensuite élevé dans la caldéra du méso-volcan par l'extrusion de dômes intracaldériques associés à des nuées ardentes. Il est à l'origine des deux cônes terminaux. Pendant la construction du Grand Hasan dag, l'extrusion d'un dôme-coulée rhyolitique a précédé l'émission d'ignimbrites rhyolitiques, responsables de l'effondrement de la caldéra sommitale. L'activité s'est ensuite poursuivie par la mise en place de dômes andésitiques et dacitiques, associés aux nuées ardentes de la deuxième génération. La jeunesse de ces produits, qui recouvrent largement les flancs nord et ouest du strato-volcan est attestée par la fraîcheur de leur morphologie. La chronologie de l'activité quaternaire du méso et du néo volcan est toutefois mal assurée. Plusieurs datations K-Ar présentées ici, constituent une première étape dans l'élaboration d'un schéma chronologique étoffé.

Parmi les différents secteurs offrant des coupes dans les formations quaternaires volcanisées, le haut bassin de la Melendiz représente un des secteurs les plus intéressants. Il permet de développer une téphrostratigraphie de la bordure orientale du strato-volcan et d'analyser les rapports entre les formations volcanoclastiques et l'évolution géomorphologique quaternaire.

Trois principaux secteurs offrent des coupes intéressantes (fig. 2). A l'ouest de Kitreli, le flanc nord du strato-volcan, drainé par la Güvercinlik, permet de reconnaître une succession de paléosols et de pyroclastites ponceuses proches de leur centre d'émission situé à l'est du petit Hasan Dag (col de Belbas Hani). Dans les gorges de la Melendiz, le secteur situé entre Ihlara et Belisirma permet d'étudier des faciès pyroclastiques plus évolués, associés à différentes formations fluviatiles ou colluviales. Enfin, le triangle inscrit entre Güzelyurt, Kitreli et Çiftlik, offre différents faciès de retombées pyroclastiques associées à des formations à prédominance gravitaire (colluvions, éboulis).

La majorité des coupes a fait l'objet de relevés détaillés et de prélèvements systématiques. Leur position a été déterminée à l'aide d'un GPS. Les coupes citées dans ce travail (Pt) sont numérotées sur la carte de la figure 2. Différents prélèvements destinés à des analyses complémentaires (minéralogie, palynologie, sédimentologie...) ne sont pas utilisés ici. Le but de cet article étant d'établir un cadre stratigraphique et dynamique, nous avons privilégié l'analyse des téphras comme outil de corrélation des différentes séquences. Les ponces ont été observées en lames-minces au microscope polarisant ou en sciages à la loupe binoculaire. Cette approche a permis de préciser leur texture et leur minéralogie, récapitulées pour les principales dans le tableau 2. Un lot a fait l'objet d'analyses sur roche totale par fluorescence X (analyses MTA), mais c'est avant tout l'analyse chimique des verres, couramment utilisée en téphrochronologie (ex. Westgate *et al.*, 1992) qui a été privilégiée. Les échantillons, broyés et tamisés en fragments de 1-2 mm, ont été inclus dans de la résine époxy et polis. Ils ont été ensuite analysés au service de microanalyse de l'Université Paris VI (Camparis) sur une microsonde électronique Camebax avec pour conditions d'analyse un faisceau de 15 kV, 10-12 nA et un temps de comptage de 10 secondes, le faisceau étant défocalisé à 10 µm afin de limiter la perte en sodium. Les résultats utilisés dans les différents diagrammes ont été normalisés à 100 % (Froggatt, 1992), le déficit généralement supérieur à 5 % constaté sur les analyses brutes étant surtout dû à la présence d'eau, de vides, et, dans une moindre proportion, d'halogènes (Cl, F) non analysés.

La recherche d'un cadre chronologique a motivé l'utilisation du carbone 14 ( $^{14}\text{C}$ ) et du potassium-argon (K-Ar). Les datations par le carbone 14 ont été réalisées selon la méthode conventionnelle de comptage  $\beta$  par compteur proportionnel à Gif-sur-Yvette (Gif) ou au laboratoire souterrain de Modane (LSM). Cette méthode est susceptible de donner des «âges moyens» sur les sols, et les paléosols humifères observés au S-W de Kitreli constituaient des «cibles favorables». Une première datation de  $18700 \pm 370$  B.P. (Gif-10264, tab. 4) obtenue sur le quatrième de ces paléosols (P4) permettait d'escompter d'autres datations utilisables. Elle s'est malheureusement révélée rajeunie et les essais effectués sur les paléosols antérieurs ont donné des âges proches de 30 000 ans, révélateurs d'âges plus anciens. L'utilisation de cette méthode a donc dû être restreinte à quelques autres formations plus récentes.

Les datations potassium-argon ont été réalisées au LSCE/Gif en utilisant la méthode Cassagnol (Cassagnol *et al.*, 1978). L'extraction des micas des ponces n'a pas permis d'obtenir des populations satisfaisantes, pour des raisons soit d'insuffisance quantitative, soit d'altération. Les datations sur lave concernent des échantillons attribués à l'activité récente du Grand Hasan dag. Les mesures de potassium et d'argon ont porté sur la fraction microcristalline qui est considérée comme représentative de la phase cristallisée au moment de la solidification des laves. Les phénocristaux et les xénocristaux pouvant entraîner un excès de  $^{40}\text{Ar}$  ont été éliminés par séparation en liqueurs denses et séparation magnétique. Le potassium a

Echantillon	HD 32	HD47	HD49	HD51	HD58	HD97	HD115
SiO <sub>2</sub>	75,63	68,77	70,84	69,79	72,58	68,80	76,57
TiO <sub>2</sub>	0,21	0,41	0,41	0,41	0,31	0,41	0,10
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	13,45	15,51	14,99	15,15	14,60	15,50	12,69
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,26	3,52	3,00	3,61	2,19	3,62	1,34
MnO	0,11	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
MgO	0,32	1,34	1,03	1,34	0,83	1,34	0,10
CaO	1,05	3,93	3,10	3,51	2,09	3,62	0,31
Na <sub>2</sub> O	3,57	3,62	3,31	3,09	3,34	3,72	3,61
K <sub>2</sub> O	4,31	2,69	3,10	2,89	3,86	2,79	5,06
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,11	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Na <sub>2</sub> O+K <sub>2</sub> O	7,88	6,31	6,41	5,98	7,19	6,51	8,67
Totaux réels	98,30	98,25	99,00	99,30	98,10	98,35	99,50

Tab. 1 : Analyses roche-totale des principaux types de ponces (analyses par fluorescence X du MTA normalisées à 100 %). La localisation des échantillons est donnée dans le tableau 2.

Tab. 1 : Whole-rock analyses of the main types of pumices (XRF analyses performed by MTA laboratory, normalized to 100 %). Location of samples is given in table 2.

été dosé par spectrométrie d'absorption atomique. L'argon, extrait par chauffage à induction dans une ligne à haut vide et purifié sur de la mousse de titane et des getters Zr-Al, a été mesuré par spectrométrie de masse en mode semi-statique.

Les problèmes posés par la datation <sup>14</sup>C des paléosols et la datation K-Ar des téphras ont réorienté le programme vers la datation K-Ar de laves intercalées au sein de la série. Les prélèvements effectués en 1997 sont en cours de traitement.

#### IV - CARACTÈRES PÉTROGRAPHIQUES GÉNÉRAUX DES PONCES

Les laves du Hasan dag proprement-dit, appartiennent à la série calco-alkaline moyennement potassique. Elles constituent une série complète des basaltes aux rhyolites (Aydar,

1992). Les ponces appartiennent aux produits les plus différenciés. L'analyse de quelques types caractéristiques (tab. 1) replacés dans le diagramme TAS (Le Bas *et al.*, 1986), caractérise des compositions de dacite ou de rhyolite (fig. 3). Les verres, enrichis en silice et en potasse (tab. 3), présentent les variations les plus symptomatiques au niveau du fer et du calcium, nous avons donc choisi de les caractériser par un diagramme CaO/FeO<sub>T</sub> (fig. 4).

La texture et le porphyrisme évoluent de manière classique avec le stade de différenciation. Les ponces les plus différenciées (ex. ponces rhyolitiques des retombées R1) présentent des faciès aphyriques à subaphyriques avec une texture fibreuse orientée et des fibres subparallèles. L'abondance des minéraux augmente avec la diminution de la silice et l'apparition de faciès porphyriques vésiculés à texture «moussue», offrant généralement une macrovésiculation importante. Les faciès rubannés, de compo-

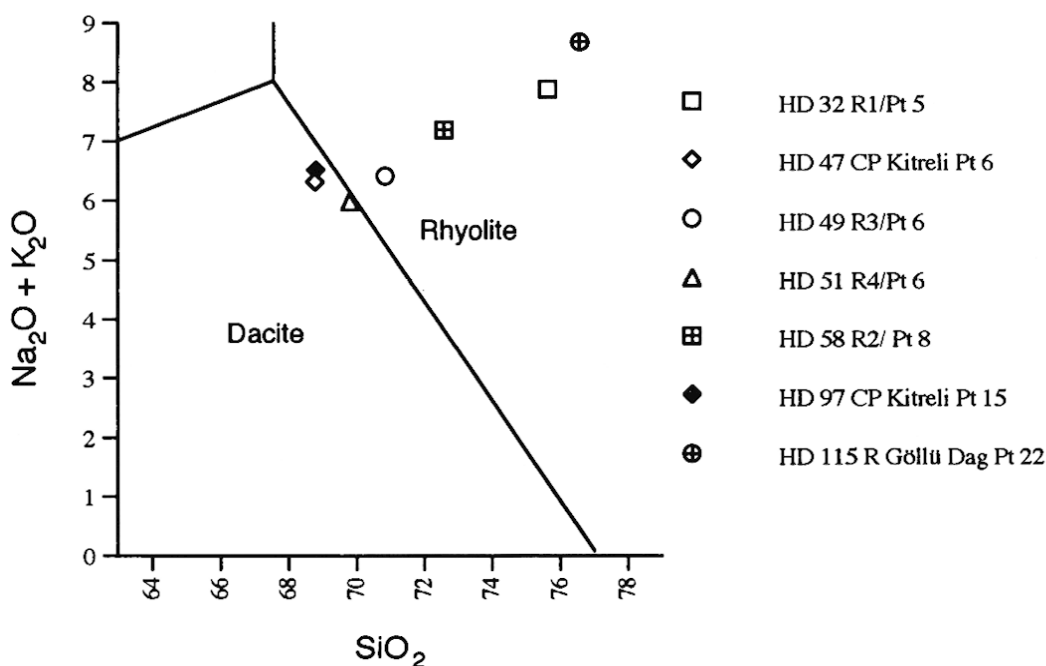


Fig. 3 : Diagramme alcalins-silice «TAS» (Le Bas *et al.*, 1986) des principaux types de ponces étudiés (analyses roches totales par fluorescence X du MTA). La localisation des échantillons est donnée dans le tableau 2.

Fig. 3 : Total alkali-silica diagram «TAS» (Le Bas *et al.*, 1986) of the main types of pumices (whole rock X-ray fluorescence analysis from MTA laboratory). Location of samples is given in table 2.



Réf. échant.	Formation	Coupe	Couche log	Texture	Porphyrisme	Paragenèse
HD 1	Lit de ponces roulées dans tuffites FLC	Ihlara Melendiz route Kitreli (Pt2)	2c	Porphyrique, micro-vésiculée	+++	Plg +++, amp +++, mica +, CPx +
HD 6	Retombée plinienne R1(b)	Ihlara Melendiz route Kitreli (Pt2)	4b	Aphyrique, orientée vésicules étirés	-	-
HD 8	Retombée plinienne R1(d)	Ihlara Melendiz route Kitreli (Pt2)	4d	Subaphyrique orient. vésicules étirés	+	Plg +, mica +, ox +
HD 9	Retombée plinienne R1(c)	Ihlara Melendiz route Kitreli (Pt2)	4e	Subaphyrique peu vésiculée fibres ± ori.	+	Plg +, mica +, ox +
HD 12	Paléosol sur colluvion P3 ?	Ihlara Melendiz route Kitreli (Pt2)	7	Porphyrique à fibres contournées	++	Plg +++, amp ++, ox +
HD 13	Retombée plinienne R4	Ihlara Melendiz route Kitreli (Pt2)	8	Non déterminée (faible granulométrie)	+++	Plg +++, mica ++ amp +, ox +
HD 17	Retombées pliniennes R1 (faciès cendro-pc)	Ihlara ravin sud (Pt3)	3c	Subaphyrique orient. vésicules étirés	+	Plg+, micro-mica, + ox +
HD 18	Avalanche de débris AD	Ihlara ravin sud (Pt3)	5	Hyaloporphyrique, microvésiculée	++	Plg++, Qz +, amp +, mica +, OPx
HD 32	Retombées pliniennes R1	Grande carrière N de Kitreli (Pt5)	2	Subaphyrique orient. vésicules étirés	+	Plg +, micro-mica +, ox +
HD 36	Alluvions poncesuses Fp	Grande carrière N de Kitreli (Pt5)	5d	Porphyrique vésiculée structure non orient.	+++	Plg +++, mica +++, ox ++, amp +
HD 40	Colluvions poncesuses Cp	Grande carrière N. de Kitreli (Pt5)	10	Porphyrique, fibres et vacuoles flexueuses	++	Plg ++, amp +, mica +, ox +
HD 43	Paléosol P4 ?	Çaykara montée col Belbas Hani (Pt 6)	5	Porphyrique, fibres et vacuoles flexueuses	+++	Plg +++, mica glom +, ox +
HD 47	Déferlante frontale DFa	Çaykara montée col Belbas Hani (Pt 6)	6a	Porphyrique vésiculée nombreux vésicules	+++	Plg +++, amp +++, mica +, ox +
HD 49	Retombée plinienne R3	Çaykara montée col Belbas Hani (Pt 6)	2	Porphyrique suborientée, fibres flexueuses	+++	Plg +++, gros mica +++ amp + ox
HD 51	Retombée plinienne R4	Çaykara montée col Belbas Hani (Pt 6)	4	Porphyrique, gros vésicules 2-3 mm	+++	Plg +++, mica ++ amp +, ox +
HD 53	Coulée de ponces soudée (mio-plioc ?)	Çaykara Tepe Güvercilink Dere	-	Porphyrique vésiculée non orientée, nbs vés.	+++	Plg +++, amp +++, mica +, ox
HD 58	Retombées cendro-poncesuses R2	Çaykara Tepe Grand virage (Pt 8)	11	Porphyrique micro-vésiculée	++ < 1 mm	Plg ++, micro-mica ++, amp +
HD 60	Retombées cendro-poncesuses R2	Çaykara Tepe Grand virage (Pt 8)	10	Porphyrique micro-vésiculée	++ < 1 mm	Plg ++, micro-mica, amp +
HD 65	Retombée plinienne R3	Çaykara Tepe Grand virage (Pt 8)	6	Porphyrique suborientée, vésicules 2-3 mm	+++	Plg +++, mica ++, amp +, ox
HD 74	Retombées pliniennes R1	Çaykara Tepe Grand ravin (Pt 9)	2b	Aphyrique orientée vésicules étirés abdt.	-	-
HD 92	Retombée plinienne R3	Çaykara Tepe Ravin latéral (Pt 10)	5	Porphyrique suborientée, vésicules 2-3 m	+++	Plg +++, mica ++ amp +, ox +
HD 94	Retombée plinienne R4	Çaykara Tepe Ravin latéral (Pt 10)	8	Porphyrique, gros vésicules 2-3 mm	+++	Plg +++, mica ++ amp +, ox +
HD 97	Coulée de ponces Kitreli CPK	Helvadere Delikli Toprak (Pt 15)		Porphyrique, petits et gros vésicules	+++	Plg +++, amp +++, mica ++, ox +
HD 115	Retombée plinienne Göllü dag	Col de Sekkin Bogazi (Pt 22)		Porphyrique vacuolaire non orient.	++	Qz ++, mica +
HD 133	Coulée de ponces Yeniköy	NW Ulukisla Yeniköy Y. (Pt 13)		Subaphyrique avec fibres subparallèles	+	Qz +, plg, micro-mica, ox

Tab. 2 : Principales caractéristiques texturales et minéralogiques des ponces du haut bassin de la Melendiz.  
Tab. 2 : Main textural and mineralogical characteristics of the pumices from the upper Melendiz basin.

tion chimique hétérogène se rencontrent dans les termes dacitiques les moins différenciés où ils sont révélateurs, comme dans les laves massives, de phénomènes de mélange. La paragenèse générale comporte des feldspaths (plagioclases), du quartz, des ferromagnésiens : micas, amphiboles, clino- et orthopyroxènes et des oxydes de Fe-Ti. Nous n'avons pas effectué d'étude exhaustive de ces minéraux, et seule leur abondance est considérée (tab. 2). L'étude d'Aydar (1992), utilisée ci-dessous, permet de préciser la composition dominante de ces minéraux, mais ne peut être transposée de manière rigoureuse à l'ensemble des formations ; nous avons donc volontairement adopté une nomenclature minéralogique imprécise (plagioclase, mica...).

Les plagioclases des ponces du méso-volcan présentent un zonage assez marqué. Leur composition varie de l'oligoclase  $An_{27}$  à l'andésine  $An_{45}$  («1ère séquence» d'Aydar) ou recouvre le champ de l'andésine («2ème séquence»). Ceux des dacites et des rhyolites du néo-volcan présentent une large gamme de composition variant de  $An_{19}$  à  $An_{42}$ . Les feldspaths alcalins se limitent à de rares microcristaux de sanidine  $Or_{42-47}$ . Les pyroxènes, présents dans les ponces du mésovolcan, sont généralement dominés par des orthopyroxènes, oscillant entre de l'hypersthène  $En_{67}$  et de la bronzite  $En_{76}$  (nomenclature selon la classification de Poldervaart et Hess, 1951). Les clinopyroxènes, en microphénocristaux et microlites sont des augites calciques ( $Wo_{44} - En_{42} - Fs_{14}$ ). Les amphibo-

Echantillon	HD1	HD6	HD8	HD9	HD12	HD13	HD18	HD32	HD36	HD40	HD43	HD47
Nb analyses	6	6	6	8	5	8	6	7	7	6	6	12
SiO <sub>2</sub>	72,09	77,78	78,53	78,66	78,81	76,70	78,01	78,82	78,38	78,03	77,67	77,84
TiO <sub>2</sub>	0,56	0,10	0,11	0,10	0,16	0,30	0,15	0,13	0,19	0,22	0,27	0,25
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	14,32	13,52	13,15	13,04	12,23	13,48	12,99	13,04	12,98	12,90	12,96	12,88
FeO	3,34	0,64	0,71	0,64	0,88	1,46	0,90	0,70	0,87	1,09	1,05	1,16
MnO	0,09	0,05	0,03	0,06	0,05	0,08	0,07	0,08	0,02	0,11	0,05	0,04
MgO	1,17	0,12	0,14	0,12	0,16	0,33	0,20	0,14	0,21	0,23	0,22	0,23
CaO	2,70	0,62	0,49	0,46	0,71	1,48	0,95	0,50	1,00	1,10	1,11	1,20
Na <sub>2</sub> O	2,37	2,52	2,53	2,59	2,25	2,48	2,90	2,66	2,36	2,45	2,58	2,59
K <sub>2</sub> O	3,37	4,64	4,30	4,33	4,74	3,68	3,84	3,93	3,99	3,88	4,09	3,81
Echantillon	HD49	HD51	HD53	HD58	HD60	HD65	HD74	HD92	HD94	HD97	HD115	HD133
Nb analyses	7	6	7	6	6	6	7	12	6	6	7	6
SiO <sub>2</sub>	78,35	77,37	78,08	78,51	78,04	77,60	78,09	78,46	76,58	77,47	78,30	78,50
TiO <sub>2</sub>	0,20	0,28	0,25	0,15	0,18	0,25	0,12	0,20	0,29	0,26	0,05	0,10
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	12,85	13,53	12,89	12,74	13,26	13,02	13,41	12,71	13,64	12,93	13,08	12,97
FeO	1,09	1,44	0,47	0,84	0,92	1,10	0,62	1,02	1,46	1,25	0,77	0,57
MnO	0,04	0,07	0,03	0,02	0,07	0,01	0,05	0,05	0,03	0,03	0,15	0,07
MgO	0,20	0,28	0,08	0,10	0,21	0,22	0,14	0,18	0,30	0,27	0,03	0,11
CaO	1,09	1,39	0,94	0,65	1,00	1,11	0,59	0,93	1,46	1,22	0,25	0,38
Na <sub>2</sub> O	1,96	1,86	2,81	2,34	2,37	2,66	2,77	2,47	2,61	2,72	2,92	3,06
K <sub>2</sub> O	4,22	3,78	4,45	4,65	3,94	4,02	4,23	3,99	3,62	3,86	4,45	4,24

**Tab. 3 : Moyennes d'analyses à la microsonde électronique des verres des ponces du haut bassin de la Melendiz. Analyses normalisées à 100 %. La ligne «Nb analyses» indique le nombre d'analyses réalisées par échantillon. Analyses réalisées au service de microanalyse de l'Université Paris VI (Camparis), analyste J.-F. Pastre. Microsonde Camebax Cameca, conditions d'analyse : 15 kV, 10-12 nA, temps de comptage 10 secondes, faisceau défocalisé à 10 µm.**

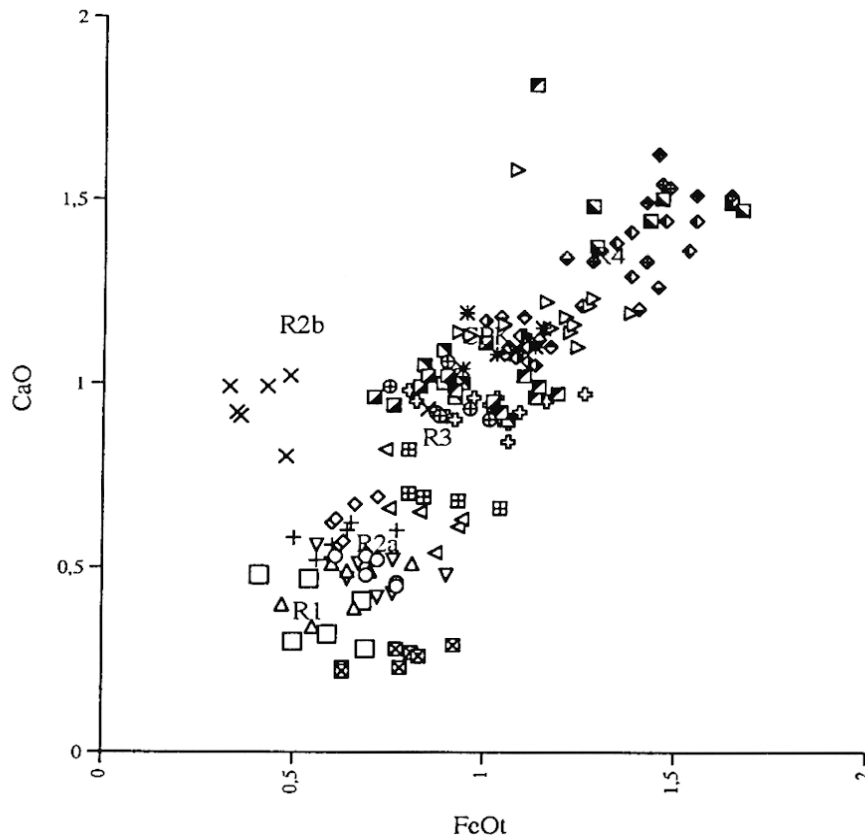
*Tab. 3 : Average microprobe analysis of pumices-glasses from the upper Melendiz basin. Analyses are normalized to 100 %. The line «Nb analyses» indicates the number of analyses for each sample. Analyses from the microanalysis service (Camparis) of Paris VI University. Operator J.-F. Pastre. Camebax Cameca WDS probe, analysis conditions : 15 kV, 10-12 nA, counting time 10 seconds, beam defocalised to 10 µm.*

Référence	Coupe	Couche log	Formation	$\delta^{13}\text{C}$ ‰	Age B.P an	Observation
Gif-10264	Çaykara montée Pt 6	5	Paléosol 4 P4	- 24,38	18700 ± 370	Rajeuni contaminé ?
Gif-10706	Ilhara ravin sud Pt 3 bis	-	Paléosol al. ponceuses	- 25,26	15750 ± 680	Peu de gaz d'où mauvais $\sigma$
Gif-10712 (LSM)	Çaykara virage Pt 8	7	Paléosol 4 P4	- 25,35	≥ 35700	Limite de méthode
Gif-10717 (LSM)	Çaykara ravin latéral Pt 10	7	Paléosol 3 P3	- 24,78	≥ 33400	Limite de méthode

**Tab. 4 : Datations  $^{14}\text{C}$  de paléosols du haut bassin de la Melendiz.**  
*Tab. 4 :  $^{14}\text{C}$  dates from palaeosols of the upper Melendiz basin.*

Echantillon	Provenance	K* (poids %)	Poids fondu (g)	$^{40}\text{Ar}^*$ (%)	$^{40}\text{Ar}^*$ ( $10^{-13}$ moles/g)	Age ( $\pm 2$ sig) Ka	Age moyen Ka	Pétrographie
CKUZ-1	Coulée Yukari Dikmen	1,814 ± 0,018	1,70080	0,110	< 0	< 0	< 0	Andésite basaltique
CKUZ-2	Büyük Hasan dag. cratère	1,988 ± 0,020	1,59334	1,707	1,1921	34 ± 3	33 ± 2	Andésite basaltique
CKUZ-2	" "	" "	2,48930	1,639	1,1172	32 ± 2		Andésite basaltique
CKUZ-3	Büyük Hasan dag. cratère	2,204 ± 0,022	2,46114	1,196	1,0896	29 ± 2	29 ± 1	Andésite basaltique
CKUZ-3	" "	" "	2,60235	1,035	1,0772	28 ± 1		Andésite basaltique

**Tab. 5 : Datations K-Ar de laves du Büyük Hasan dag. Les calculs d'âge sont basés sur les constantes de Steiger et Jäger (1977).**  
*Tab. 5 : K-Ar ages of Büyük Hasan dag lavas. Age calculations are based on the decay and abundance constants from Steiger and Jäger (1977).*



□	HD1 Ilhara 1c (CaO et FeO > 2) non représenté	◇	HD 6 : R1b Ilhara Melendiz 4b	○	HD 8 : R1d Ilhara Melendiz 4d
△	HD 9 : R1e Ilhara Melendiz 4e	⊞	HD 12 : (R2 ?) Ilhara Melendiz 7	◆	HD 13 : R4 Ilhara Melendiz 8
⊕	HD 18 : AD Ilhara Melendiz 11	▽	HD 32 : R1 Carrière N Kitreli 2	■	HD 36 : FP Carrière N Kitreli 5d
◇	HD 40 : CPK Carrière N Kitreli 10	*	HD 43 : CPKb Caykara montée 6b	▽	HD 47 : DFa Çaykara montée 6a
■	HD 49 : R3 Caykara montée 2	◇	HD 51 : P4 Çaykara montée	×	HD 53 CCP soudée Çaykara
◁	HD 58 : R2 Caykara virage 11	▣	HD 60 : R2 Caykara virage 1o	◇	HD 65 : R4 Caykara virage 6
+	HD 74 : R1 Caykara Gd ravin 2	⊕	HD 92 : R3 Caykara ravin latéral 5	▣	HD 94 : R4 Caykara ravin latéral 8
◇	HD 97 : CPK Helvadere Delikli Toprak	⊞	HD 115 : RP Göllü dag Col de Sekkin Bogazi	□	HD 133 : CP Yeniköy Yayla

**Fig. 4 : Diagramme CaO / FeO total des verres de ponces des principales formations pyroclastiques et de leur faciès de remaniement. Analyses à la microsonde électronique normalisées à 100 %.**

**Fig. 4 : Total FeO versus CaO diagramme of pumice-glasses from the main pyroclastics and their reworked facies. Electron-microprobe analyses (WDS) are normalised to 100 %.**

les, fréquentes en phénocristaux dans des ponces dacitiques, comprennent surtout des magnésiohornblendes (nomenclature selon la classification de Leake, 1978 ; Leake *et al.*, 1997). Les micas, fréquents, se présentent en microphénocristaux (ponces rhyolitiques) ou en phénocristaux fortement pléochroïques (ponces dacitiques). Dans ces dernières, ils peuvent constituer des agrégats glomérporphyriques avec des feldspaths, amphiboles et pyroxènes. Il s'agit de phlogopite (FM 32-33) ou plus rarement de biotite (FM 33-35). Les oxydes, sont représentés par des microphénocristaux et des microlites de titanomagnétite et de magnétite, plus rarement d'ilménite. On note aussi la présence de spinelles et de grenats. Ces derniers, quoique rares et de petite taille (10-15  $\mu\text{m}$ ), sont inhabituels dans les laves. Ils pourraient dériver de la subduction (fusion partielle d'éclogite ou de roches sédimentaires) ou de la fusion et de l'assimilation de roches alumineuses (Aydar, 1992).

## V - LA SÉQUENCE QUATERNAIRE RÉGIONALE : TÉPHROCHRONOLOGIE ET MISE EN PLACE

### V.1. - LES PREMIÈRES FORMATIONS (Belisirma et Ihlara)

Les premières formations du haut bassin de la Melendiz se sont mises en place dans un bassin hydrographique préfigurant le réseau actuel, mais fortement modifié par le volcanisme ultérieur. Elles recouvrent l'ignimbrite pliocène de Kizilkaya (âge moyen  $5 \pm 0,9 \text{ Ma}$ , Le Pennec *et al.*, 1994) et des formations associées (basaltes, volcano-sédimentaire) dans le secteur Ihlara-Belisirma ainsi que des coulées de basalte ou d'andésite vers le sud.

#### V.1.1. - La formation de Belisirma

Les formations les plus anciennes affleurent sur les deux flancs des gorges de la Melendiz à Belisirma. Elles débentent par des sables fluviatiles et des limons auxquels succède un complexe de petits sols bruns et limons fluviatiles (fig. 5, Pt 1). Ces dépôts se signalent par l'existence de silcrètes intercalés dans les limons inférieurs (couches 2-4) et par la présence de ponces rhyolitiques remaniées qui proviennent soit d'ignimbrites cappadociennes, soit d'épisodes pyroclastiques quaternaires indéterminés. Les limons indiquent des débordements de la rivière proche, alors nettement moins encaissée que l'actuelle (80 m plus bas), suivis de phases répétées de pédogénèse (couches 6-8). Ce complexe («formation de Belisirma»), qui est recouvert par des formations plus récentes (faciès de remaniement des retombées R1, avalanche de débris de la Melendiz...), reste d'âge indistinct.

#### V.1.2. - La formation d'Ihlara

A Ihlara (coupe de la montée de Kitreli, fig. 5, Pt 2), la base de la séquence permet d'observer des tuffites séparées par des alluvions sablo-graveleuses à galets de dacite et d'andésite (couches 2a-d). Ces niveaux silteux témoignent d'une sédimentation fluvio-lacustre fortement ali-

mentée par des apports cendreux acides. Toutefois, l'absence de téphras interstratifiées et le classement granulométrique montrent que ces dépôts découlent d'une mobilisation différée des produits volcaniques qu'ils remanient. L'existence de petits sols (2c) atteste de brefs arrêts de sédimentation et d'un probable régime de crue, hors de l'axe principal de la rivière.

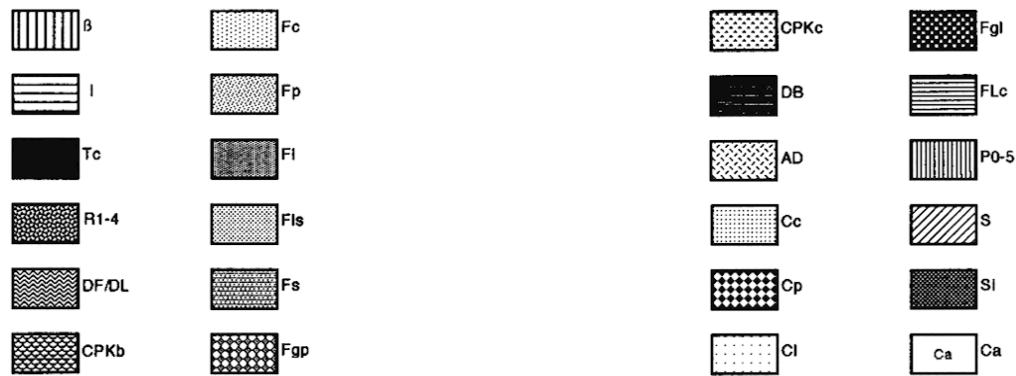
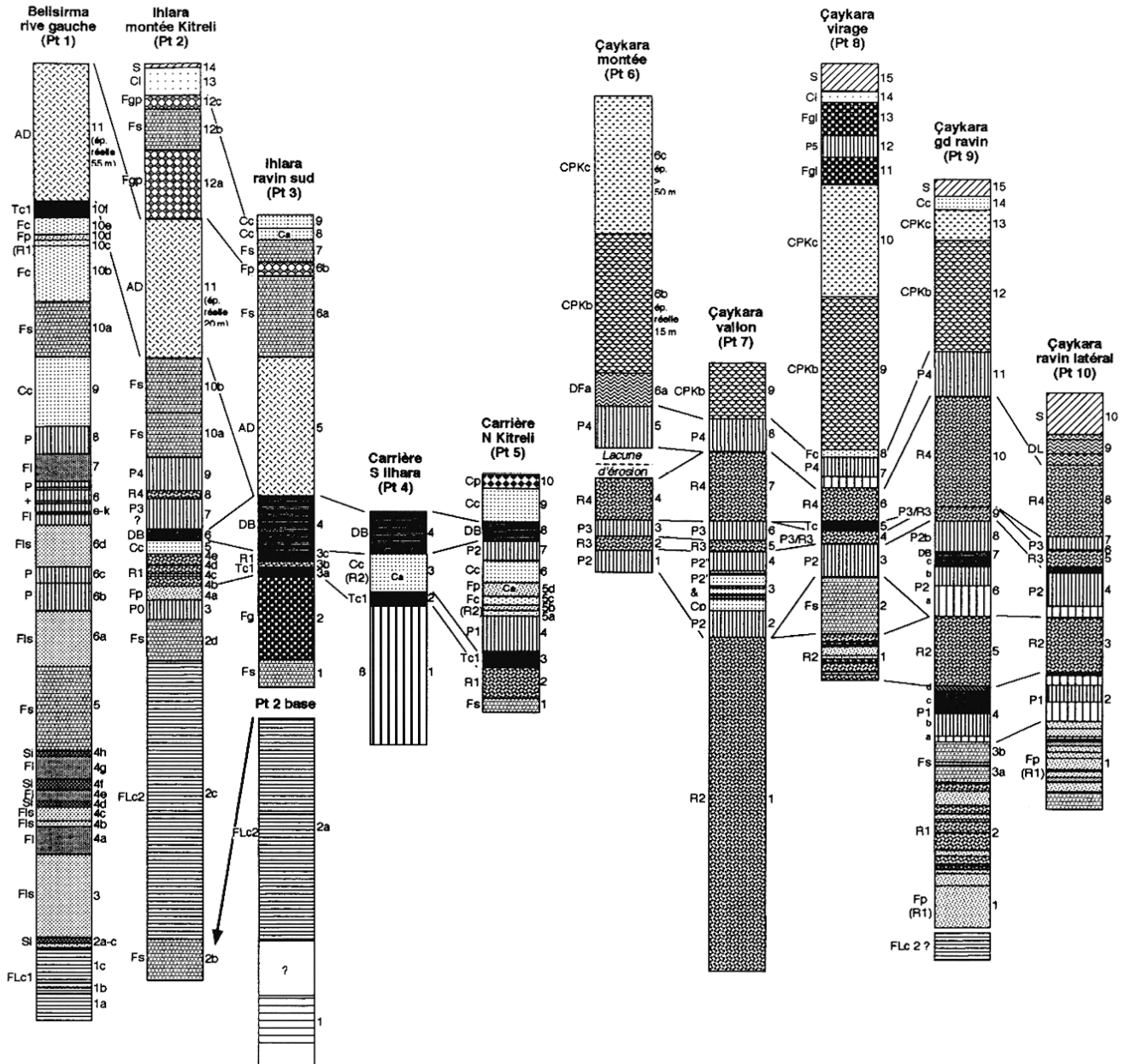
Ces dépôts, masqués ailleurs et absents à Belisirma, ne sont bien exposés que dans ce secteur. Ils pourraient toutefois exister vers Kitreli où des colluvions semblent masquer des produits comparables («grand ravin», Pt 9). Ils se caractérisent par des ponces porphyriques riches en amphiboles (HD 1, tab. 2). Ces ponces sont dacitiques et leur formation d'origine reste inconnue. Elles se signalent par l'hétérogénéité de leur phase vitreuse (mélange magmatique) et leur richesse en calcium (verre à + de 2% de CaO, HD 1, tab. 3).

La fin de la sédimentation fluvio-lacustre est marquée par le développement d'un paléosol (P0, fig. 5) et un encaissement de la rivière corrélatif de la mise en place d'un cailloutis à galets d'andésite et de dacite (sud d'Ihlara).

### V.2. - LES RETOMBÉES À PONCES RHYOLITIQUES R1 ET LES AUTRES FORMATIONS À PONCES FIBREUSES SUBAPHYRIQUES DE LA RÉGION

La majorité des séquences situées au N-E du strato-volcan présente des niveaux à ponces rhyolitiques qui témoignent d'une activité pyroclastique importante. La coupe de la montée de la route de Kitreli à Ihlara (Pt 2, fig. 5) peut être prise comme exemple-type. Elle révèle la coexistence d'apports pyroclastiques directs sous forme de retombées pliniennes (couches 4b, 4d, 4e) et de niveaux de remaniement alluviaux (4a, 4c) qui montrent la rythmicité de l'activité explosive. Les différentes retombées se distinguent par la texture et la minéralogie des ponces (HD 8-13, tab. 2) et la nature des xénolites vitreux ou laviques (rhyolite) qui les accompagnent. Le niveau 4a livre ainsi un verre incolore (marécanite), le niveau 4b un verre obsidiennique sombre, alors que les autres niveaux plus récents 4c, 4d et 4e n'en contiennent pas. Les ponces à texture orientée, plus ou moins fibreuse et vésiculée sont aphyriques dans 4b, mais contiennent des micro-micas, des plagioclases et des microphénocristaux de magnétite dans 4d et dans 4e. La composition de leurs verres reste par contre relativement proche (tab. 3) et définit un groupement net dans le diagramme CaO-FeO (fig. 4).

La modicité des remaniements observés sur cette coupe n'est pas la norme. La majorité des sections présente des sables ponceux granoclassés qui témoignent d'écoulements fluviatiles surchargés en matériel pyroclastique. Si cette évolution apparaît logique dans les paléotalwegs où elle peut conduire à des accumulations de plusieurs mètres (ex. Sivrihisar, Pt 19, sud de Kitreli, Pt 10...), il est plus curieux de l'observer fréquemment sur les interfluves. Elle suggère une remobilisation par des écoulements alimentés par une pluviométrie importante qui pourrait être en partie contemporaine des éruptions (orages synéruptifs ?). Plusieurs coupes (Belisirma Pt 1, Ihara sud Pt 2, 4, 5...) exposent par ailleurs des retombées à dominante cendreuse



1 m [

(«Tc1», fig. 5). Le remaniement, ainsi que la large érosion de ces produits, s'opposent à la reconstitution des lobes éruptifs et à la localisation de leur point d'origine. Leur conservation dans le haut bassin de la Melendiz a été favorisée par leur recouvrement par des formations postérieures. Ils sont par contre absents sur les reliefs bordant la dépression de Çiftlik. Au nord de Kitreli, ils recouvrent le cône du Böztepe, mais sont par contre antérieurs à celui du Kizil Tepe (Pt 20). Leur distribution géographique et leurs caractéristiques pétrographiques montrent qu'ils peuvent provenir soit du Hasan dag, soit du secteur Göllü dag/Çiftlik. Les formations les plus proches sur le plan pétrographique peuvent être comparées :

- A l'ouest (Taspinar, route d'Aksaray, Pt 23) et au sud-ouest du Hasan dag (Keçicalesi, route de Nigde, Pt 24 & 25) une ou plusieurs importantes coulées de ponces de nature proche nappent la bordure du strato-volcan. Elles attestent une activité pyroclastique importante antérieure au cône du Grand Hasan dag. Riches en cendres, elles se caractérisent par des ponces fibreuses subaphyriques peu abondantes et des enclaves d'obsidienne brune (marécantite) et de rhyolite. Les ponces présentent une composition rhyolitique relativement proche des ponces de la haute Melendiz.

- Au sud du Hasan dag, plusieurs autres coulées de ponces rhyolitiques peuvent être dénombrées (Ülütören, Akçaören, Pt 26-28...). Celle présentant les ponces les plus proches des types de la haute Melendiz provient du S-E du petit Hasan dag. Il s'agit d'une épaisse coulée (50 à + de 100 m d'épaisseur) qui a été canalisée suivant un axe S-S-E dans la vallée au N-W d'Ulukisla (Elmalı Tepe, Yenikoş Yayla, Pt 13). Riche en xénolites de rhyolite, elle contient des ponces rhyolitiques subaphyriques à fibres orientées et microcristaux de mica noir et oxydes (HD 133, tab. 2). Ces ponces se rapprochent des ponces des deux dernières retombées du cycle R1 (tab. 2 & 3, fig. 4). Cette pyroclastite est recouverte par une puissante coulée de dacite à amphibole pour laquelle un âge K-Ar significatif n'a pu être obtenu.

- Dans le Göllü Dag, les pyroclastites rhyolitiques sont nombreuses. Elles se présentent sous forme de coulées (ex. Bozköy, Pt 21), de déferlantes ou de retombées pliniennes (ex. col de Sekkin Bogazi au S-E du volcan, Pt 22). Cependant aucune de ces formations ne semble livrer des ponces comparables aux ponces de la haute Melendiz. Les ponces rhyolitiques de la retombée plinienne proxi-

male du col de Sekkin Bogazi, sont par exemple moussues, riches en quartz et en silice (HD 115, tab. 1-3 et fig. 3) et très pauvres en CaO (tab. 1 & 3, fig. 4). L'activité du Göllü dag, dont la majorité des âges connus avoisinent 1 Ma (Batum, 1978 ; Bigazzi *et al.*, 1993), semble par ailleurs trop ancienne par rapport aux éléments chronologiques dont on dispose pour le Hasan dag.

- La dernière hypothèse serait de situer l'origine de ces produits dans la dépression de Çiftlik. La nature circulaire de cette dépression, colmatée par d'importants dépôts volcano-sédimentaires, suggère qu'elle pourrait correspondre à une caldéra. Les ponces sont absentes sur les reliefs dénudés qui la bordent. Elles constituent par contre l'essentiel des cônes alluviaux observables sur la bordure sud, ce qui montre leur importante dispersion originelle dans le secteur. L'hypothèse d'une caldéra remblayée par ses produits cogénétiques est ainsi envisageable ; toutefois la faiblesse actuelle des arguments disponibles la rend fragile.

Ces éléments montrent que si les retombées R1 présentent des affinités pétrogénétiques avec différentes coulées pyroclastiques du sud du Hasan dag, la confirmation éventuelle de cette liaison reste liée à une chronologie qui fait encore défaut.

### V.3. - LES RETOMBÉES CENDRO-PONCEUSES À MICRO-MICAS R2 DES ENVIRONS DE KITRELI ET LES FORMATIONS ASSOCIÉES

Dans le haut bassin de la Güvercinlik, au S-E de Kitreli, les alluvions à ponces fibreuses sont suivies par un important paléosol bien visible sur les coupes du «grand ravin» (Pt 9, fig. 5) et du «ravin latéral» (Pt 10, fig. 5). Ce paléosol P1 qui dépasse 2 m d'épaisseur représente, comme les suivants (P2 à 4) un andosol, développé ici sur des colluvions cendro-ponceuses à lapilli de rhyolite dérivées des pyroclastites. Des vestiges d'un horizon A<sub>0</sub> très humifère y recouvrent un horizon A<sub>1</sub>B brunâtre (30 cm) passant progressivement à un horizon A<sub>1</sub>B' dilaté (70 cm), surmontant un horizon de transition plus pauvre en matière organique (110 cm). Ces sols, typiques de substrats pyroclastiques, attestent de conditions d'humidité importante (Hétiér, 1975 ; Duchaufour, 1983) limitées ici à la zone altitudinale 1500-2000 m.

Les retombées cendro-ponceuses R2 qui recouvrent ce paléosol dans le même secteur offrent une alternance ca-

**Fig. 5 : Logs stratigraphiques des principales coupes des environs d'Ihlara (Güvercinlik aval et gorges de la Melendiz) et Kitreli (Güvercinlik amont). Les chiffres à droite correspondent aux numéros des couches de chaque séquence, les lettres à gauche au type de formation. β - Basalte, I - Ignimbrite de Kizilkaya, Tc - Tuf cendreux, R1-4 - Retombées ponceuses (avec numéro d'ordre), DF - Déferlantes frontales, DL - Déferlantes latérales, CPKb - Coulée de ponces de Kitreli, faciès à grosses ponces - CPKc - Coulée de ponces de Kitreli, faciès à petites ponces, DB - Déferlante basale, AD - Avalanche de débris, Cc - Colluvions cendreuses, Cp - Colluvions ponceuses, Cl - Colluvions limoneuses, Fc - Alluvions cendreuses, Fp - Alluvions ponceuses, Fl - Limon fluviatile, Fls - Limon fluviatile sableux à graveleux, Fs - Sable fluviatile, Fgp - Alluvions à galets de ponce, Fgl - Alluvions à galets de lave, FLc - Fluvio-lacustre cendreux (tuffites), P0-5 - Paléosol (avec numéro d'ordre), S - Sol holocène dégradé, Si - Silcrète, Ca - Calcrète, (-) Formation remaniée (si identifiée).**

*Fig. 5 : Stratigraphic logs of the main outcrops around Ihlara (lower Güvercinlik and Melendiz gorge) and Kitreli (upper Güvercinlik). Labels on the right indicate the bed number in each section, letters on the left indicate the type of formation. β - basalt, I - Kizilkaya ignimbrite, Tc - cinder tuff, R1-4 - Pumice-fall (with numbering), DF - Ground-surge, DL - Surge (lateral faciès), CPKb - Kitreli pumice-flow, (facies with large pumices), CPc - Kitreli Pumice-flow, (facies with small pumices), DB - Base-surge, AD - Debris-avalanche, Cc - Cinder-rich colluvium, Cp - Colluvium with pumices, Cl - Silty colluvium, Fc - Cinder-rich alluvium, Fp - Pumice alluvium, Fl - Fluvial silt, Fls - Fluvial silt with sand and gravels, Fs - Fluvial sand, Fgp - Alluvium with pumice pebbles, Fgl - Alluvium with lava pebbles, FLc - Cinder-rich fluvio-lacustrine silts (tuffites), P0-5 - Palaeosols (with numbering), S - Holocene soil, Si - Silcrete, Ca - Calcrete, (-) - Reworked formation (when identified).*



ractéristique de lits cendreaux rougeâtres et de niveaux ponces granoclassés. Ces niveaux de retombées caractérisent une activité pyroclastique rythmée où le régime plinien s'accompagne probablement d'un dynamisme phréatique en rapport possible avec une activité hydrothermale intracratérique (?) à l'origine du fer ferrique des niveaux fins. Les ponces, de petite taille, présentent une texture microvacuolaire (vacuoles < 1 mm) et «mésoporphyrrique» à phénocristaux infra-millimétriques de plagioclases, mica et amphibole (tab. 2). La légère variation de cette texture ainsi que celle de la composition chimique des verres (HD 58, 60, tab. 3 et fig. 4) confirment le caractère polyphasé de l'activité. Ces niveaux, épaissis dans les paléothalwegs (+ de 15 m) où ils bénéficient d'un remaniement fluviatile partiel, s'amenuisent sur les paléo-versants (2 m). Leur important développement au S-E de Kitreli situe clairement leur origine dans la zone orientale du Hasan dag. Leur affleurement sur le versant occidental du massif de la Melendiz au N-W d'Ulukisla (Pt 12) confirme cette provenance. Ils sont bien développés sur l'interfluve au nord de Kitreli (Kizil Tepe Pt 20 & Ilisu Pt 17 ~ 60 cm), alors que dans le bassin aval de la Güvercinlik, ils passent à des faciès de remaniement fluviatile (Pt 5) ou colluvial (Pt 4), témoignant de leur démantèlement.

#### V.4. - LES RETOMBÉES PLINIENNES R3 ET R4 DE KITRELI ET LES FORMATIONS ASSOCIÉES

L'arrêt de l'activité pyroclastique (R2) est marqué par le développement d'un *nouveau sol* (P2). Ce paléosol, bien développé dans le bassin amont de la Güvercinlik (fig. 4, Pt 6-10) y présente en général un profil profond d'andosol similaire à celui du paléosol P1, ce qui démontre un arrêt prolongé de l'activité pyroclastique. Ce paléosol P2 est beaucoup moins marqué entre Kitreli et Ihlara, où des faciès à calcrètes apparaissent ponctuellement (Pt 4, 5). Ce sol peut se dédoubler en deux niveaux séparés par un *tuf basaltique lité «DB» de type déferlante basale (base-surge)*. Ce tuf, peu épais et sporadique au sud de Kitreli (Pt 9) se développe au nord du village où il témoigne d'une activité phréatomagmatique proche. Celle-ci pourrait marquer l'activité initiale du Kizil Tepe, appareil monogénique situé au N-W de Mahmutlu (fig. 2), ou celle d'un maar situé à l'est d'Ihlara, ou encore celle d'un appareil non déterminé, masqué par les produits postérieurs.

Ces formations sont recouvertes par une *retombée plinienne caractéristique R3*. Ce tuf ponceux assez peu épais (40 à 50 cm au SW de Kitreli) livre des ponces à grosses vésicules (2-3 mm) à structure suborientée et fibres flexueuses (HD 65 & 92, tab. 2). Ces ponces dacitiques (fig. 3), denses et porphyriques contiennent de nombreux plagioclases et de gros micas associés à des petites amphiboles brun-vert et à des microcristaux d'oxydes baignant dans un verre riche en silice (+ de 78 %) et de composition homogène (HD 49 et 92, tab. 3). Leur taille (jusqu'à 8 cm) indique la proximité de l'événement situé aussi dans la zone orientale du strato-volcan. Elle a freiné les processus colluviaux et le *paléosol brunâtre P3* qui leur fait suite se développe soit sur des colluvions cendro-ponceuses peu épaisses (Pt 6 & 10), soit directement sur les ponces (Pt 8, 9).

Ce paléosol, d'âge  $\geq 33\ 400$  ans B.P. (Gif-10717, tab. 4), supporte une importante *retombée plinienne R4* qui peut dépasser 4 m au sud de Kitreli, mais qui s'amenuise rapidement vers le nord (Ihlara = 30 cm). Les ponces de cette retombée dacitique (HD 51, tab. 1 et fig. 3), porphyriques, à grosses vésicules (tab. 2), contiennent d'abondants plagioclases, des micas, des petites amphiboles et des oxydes. La composition de leur verre (HD 51, HD 94), enrichie en fer et en calcium (diagramme FeO/CaO, fig. 4), les distingue des autres populations, favorisant la corrélation des niveaux les plus éloignés comme celui d'Ihlara (HD 13). Comme pour les retombées précédentes R2-R3, l'épaisseur croissante de ce dépôt vers le sud situe son origine à la bordure orientale du Hasan dag où un dôme de rhyolite (W du col de Belbas Hani) témoigne d'une activité lavique subcontemporaine.

Le *paléosol P4*, qui surmonte la séquence des retombées pliniennes est bien développé dans le haut bassin de la Güvercinlik. Il s'est mis en place après une phase d'érosion caractérisée par une troncature des retombées R4 (fig. 5, Pt 6) et le développement d'un manteau colluvial cendro-ponceux. Sa teinte plus grise le distingue des paléosols précédents. Sa première datation  $^{14}\text{C}$  à  $18\ 700 \pm 370$  B.P. (Gif-10264, tab. 4), obtenue sur le paléosol de la «montée» de Çaykara (Pt 6), semble rajeunie par une contamination superficielle. L'obtention d'un nouvel âge  $\geq 35\ 700$  B.P. (Gif-10712, tab. 4) sur la séquence du «virage» (Pt 8), montre son antériorité probable à la limite de la méthode. Son recouvrement local par des sables alluviaux (Kitreli virage Pt 8, Ihlara montée de Kitreli Pt 2) témoigne d'un épisode de forte activité fluviatile dans le bassin de la Melendiz.

#### V.5. - L'AVALANCHE DE DÉBRIS DE LA MELENDIZ ET LA COULÉE DE PONCES DE KITRELI

##### V.5.1. - L'avalanche de débris de la Melendiz

Du sud d'Ihlara aux environs de Selime (fig. 2), la partie sommitale des versants tranchés par les gorges de la Melendiz permettent de suivre une formation épaisse de 10 à 50 m qui fossilise largement les formations précédentes. Cette formation hétérogène présente toutes les caractéristiques d'une importante *avalanche de débris* : elle englobe pêle-mêle des panneaux hectométriques de tufs cendreaux à blocs de rhyolite (faciès bord de dôme), des pans de tufs cendro-ponceux (faciès coulée de cendre et ponces) et des panneaux de tufs basaltiques lités (faciès phréatomagmatique de déferlante basale). On a là l'illustration d'un écroulement en masse d'un pan entier du strato-volcan. L'incorporation de produits à blocs de rhyolite à faciès plus ou moins vitreux et de ponces de différents types traduit un remaniement d'éjectas antérieurs ou issus d'une activité acide contemporaine. Quant aux panneaux de tufs basaltiques ils montrent la destruction d'un système phréatomagmatique important dans la même zone. La canalisation de cette avalanche dans la haute vallée de la Melendiz situe son origine dans la zone centro-orientale du Hasan dag, mais son recouvrement vers le sud par des produits ultérieurs gêne la localisation précise de sa zone de départ qui semble située au S-S-W de Yenipinar (fig. 2). Les ponces comportent une majorité de

faciès à petites vacuoles (< 1 mm) et petits minéraux (ex. HD 18, tab. 2) associées à quelques types plus ou moins porphyriques. Un type subaphyrique à microvacuoles (< 1 mm) est aussi caractéristique.

Le recouvrement par cette épiciastite de formations variées et diachroniques, permet de s'interroger sur sa position stratigraphique. Les coupes de Belisirma (Pt 1) ou du sud d'Ihlara (Pt 3) la montrent directement superposée à des pyroclastites ou à des alluvions ponçues du cycle à ponces rhyolitiques R1, alors que la coupe de la rive droite de la Melendiz à Ihlara (Pt 2) permet d'observer des formations intermédiaires. L'existence de hiatus d'érosion ou de sédimentation liés à la position paléotopographique des séquences et/ou à l'évolution géomorphologique relativement longue séparant les différents dépôts semble la plus à même d'expliquer ces différences, hormis de possibles rabotages locaux liés au passage de l'avalanche. L'assimilation du tuf plinien 8 d'Ihlara (Pt 2) au tuf plinien R4 de Kitreli (cf. *supra*) montre le caractère relativement tardif de cette formation qui semble contemporaine du dernier cycle ponçueux du secteur représenté par la coulée pyroclastique suivante.

### V.5.2. - La coulée de cendres et ponces de Kitreli

Cette pyroclastite est bien représentée dans le bassin de la Güvercinlik qu'elle a ennoyé sur plus de 50 m d'épaisseur. Elle forme en particulier l'essentiel des «croupes» situées à l'ouest de Kitreli (fig. 2). Sa surface terminale rectiligne et son front entaillé par plusieurs ravins offrent une morphologie caractéristique. Son étude stratigraphique montre qu'elle est composée de plusieurs unités d'écoulement superposées qui représentent soit différentes étapes d'un même évènement, soit plus probablement une succession de plusieurs coulées rapprochées dans le temps. Dans la montée de Çaykara Tepe (Pt 6, fig. 5), la base, qui repose sur le paléosol P4 est représentée par une déferlante frontale (*ground surge*) mal litée à petites ponces et matrice cendreuse abondante (couche 6a). Elle est suivie par un faciès d'écoulement (6b) à esquisse de litage et ponces granoclassées de taille souvent importante (30, voire 50 cm), puis un faciès d'écoulement homogène (c) avec des ponces plus petites (< 10 cm) lui succède. En rive droite de la Güvercinlik, on retrouve des faciès proches, mais l'intercalation d'un faciès de déferlante entre b et c (grand virage, Pt 8) ou l'existence d'un faciès d'écoulement à petites ponces en fin de séquence (grand ravin, Pt 9, c13) tend à accréditer la pluralité des émissions (2 ou 3 ?). Sur les flancs de la vallée de la Güvercinlik, la zone latérale est recouverte par plusieurs petites unités de déferlantes litées et granoclassées situées au dessus de la zone d'écoulement (ex. ravin latéral, Pt 10).

Les ponces dacitiques, porphyriques et vacuolaires (tab. 2), contiennent de nombreuses amphiboles, des plagioclases, quelques micas et de petits oxydes de Fe-Ti. Elles présentent un chimisme légèrement plus basique que les pyroclastites antérieures (HD 47 & 97, tab. 1 et fig. 3), ce qui tend à démontrer l'évolution générale de la série vers des termes différenciés de moins en moins évolués. La fréquence des xénolites de rhyolite marque probablement la destruction d'un dôme antérieur à l'épanchement.

Cette coulée provient de la bordure N-W du Küçük Hasan dag comme l'indique clairement la pente de sa surface sommitale qui diverge de cette zone où elle est recouverte par un dôme coulée d'andésite («Kiliç Tepe») et une coulée de basalte à la morphologie extrêmement fraîche. Elle se retrouve à l'est d'Helvadere («Delikli Toprak», Pt 15, fig. 2) où elle est recouverte par une coulée de cendres et blocs qui appartient probablement aux nuées ardentes andésitiques tardives du strato-volcan, très développées vers l'ouest (cf. *infra*).

Les relations stratigraphiques de cette formation avec l'avalanche de débris de la Melendiz demeurent hypothétiques. Dans le bassin amont de la Güvercinlik (fig. 5, Pt 6-10), la coulée de ponces recouvre le paléosol P4 ou des alluvions sans intercalation du moindre témoin de l'avalanche. Dans les environs d'Ihlara, l'avalanche repose sur les différentes formations précitées (fig. 5, Pt 1-3), sans qu'on ait de traces de la coulée. Ce dispositif est lié en partie à la paléogéographie et au caractère dirigé des écoulements ; toutefois, la superposition des unités ou du moins de leurs faciès de remaniement serait logique dans le secteur d'Ihlara, situé à la confluence des deux flux. La présence au toit de l'avalanche d'une formation alluviale livrant de nombreuses ponces comparables aux ponces de Kitreli (cf. *infra*) semble répondre à cette question. Ces éléments tendent ainsi à prouver une postériorité de la coulée de ponces ou une contemporanéité des deux formations. L'avalanche pourrait être directement liée à la mise en place des ponces, voire même s'intercaler au sein des écoulements ponçueux.

### V.6. - L'ÉVOLUTION TERMINALE

- Dans le secteur d'Ihlara, les alluvions ponçueuses qui recouvrent l'avalanche de débris constituent un important épandage caractérisé par de nombreux galets de ponces (Pt 2, 3). Des marnes litées à empreintes d'hygrophytes peuvent s'y intercaler (Pt 3). Elles témoignent d'un régime lacustre local postérieur à l'avalanche. La datation <sup>14</sup>C d'un niveau organique situé à la base de ce niveau a donné un âge de 15 750 ± 680 ans B.P. (Gif-10706, tab. 4).

- Entre Yenipinar et Ihlara (fig. 2, Pt 16), un important cône alluvial qui forme le grand plan incliné au nord de Yenipinar vient s'emboîter au sein de la coulée de ponces. Ses sables granoclassés, à stratifications entrecroisées et galets de ponces, remanient largement le matériel de la coulée. Comme les alluvions d'Ihlara, ils sont recouverts par des calcrètes. A l'instar des marnes précitées, ces croûtes calcaires sont anachroniques dans un secteur uniquement volcanique. Elles supposent des apports allochtones qui semblent ne pouvoir s'expliquer que par une origine éolienne. L'hypothèse d'une déflation importante durant une phase encore imprécise de la fin du Pléistocène supérieur semble ainsi très probable. Elle pourrait être contemporaine de la période de construction d'édifices dunaires dans la plaine de Konya entre 14 000 et 13 500 B.P. (Kuzucuoglu *et al.*, *sous presse*, a).

- Dans le haut bassin de la Güvercinlik, les alluvions ponçueuses manquent et des alluvions à galets et blocs de laves attestent au moins deux épisodes torrentiels postérieurs séparés par une phase de colluvionnement et de

pédogenèse (fig. 5, Pt 8). Ces niveaux prouvent que le creusement post-pyroclastique s'est effectué par paliers dans un système engorgé en matériel alluvial. Considéré dans son ensemble, ce creusement s'exprime par un encaissement important du réseau hydrographique qui est en rupture avec la tendance «positive» de la série volcano-sédimentaire. Son attribution essentielle à l'Holocène peut surprendre, si l'on considère l'importance des volumes évacués. Il faut toutefois tenir compte du caractère très mobilisable des formations érodées et de la cessation de l'activité pyroclastique.

La dernière étape, propre à la majorité des séquences consiste en la mise en place d'une couverture colluviale fine et mal pédogénisée. Elle pourrait être essentiellement liée aux activités agricoles, allant de paire avec l'existence de sols holocènes peu humifères et très dégradés.

L'arrêt de l'activité ponceuse dans le bassin amont de la Melendiz ne doit pas faire oublier l'importance de l'activité andésitique génératrice des «nuées ardentes» du Grand Hasan dag. Si les coupes permettant d'aborder ses rapports avec les formations quaternaires antérieures font défaut, la question de son âge reste un sujet d'interrogation. La célèbre attribution d'une fresque de Çatal Hüyük à l'activité du Hasan dag (Mellaart, 1967) est souvent citée comme une preuve d'activité du strato-volcan entre 8200 et 7500 B.P. Le graphisme ne permet toutefois pas d'établir avec certitude qu'il s'agisse d'un volcan en éruption, ni qu'il s'agisse du Hasan dag. Sur trois datations K-Ar nouvellement réalisées sur des andésites basaltiques issues du Büyük Hasan dag (Guillou *in* Kuzucuoglu *et al.*, sous presse), deux des âges sont proches de 30 ka et un âge est inférieur à 0 (tab. 5). Il y a là la preuve d'une importante activité durant le Pléistocène supérieur, mais bien que l'âge «0» obtenu atteste un âge récent, il ne permet pas de confirmer ni d'infirmer l'interprétation de la fresque néolithique.

Parmi les formations qui jalonnent cette activité récente, il y a lieu de mentionner enfin des alluvions à ponces porphyriques dacitiques à amphiboles et verre gris-beige (69 % SiO<sub>2</sub>) qui tapissent le fond des vallées sèches suspendues au sud d'Helvadere (secteur des ruines byzantines de Nora). Leurs nombreux galets de ponces témoignent d'écoulements compétents bien éloignés de l'indigence actuelle, remontant probablement à la fin du Pléistocène supérieur ou au début de l'Holocène.

## VI - CONCLUSION

Cette première étude des formations quaternaires volcanisées de la bordure du Hasan dag permet d'établir une téphrostratigraphie détaillée du Haut bassin de la Melendiz, tout en soulignant les caractères dynamiques particuliers liés à l'activité pyroclastique. Les téphras autorisent des corrélations qui seraient autrement impossibles. Elles témoignent d'une évolution contrastée, très liée à la position paléomorphologique des séquences et révélatrice de hiatus plus ou moins importants. Le secteur proximal situé au S-W de Kitireli, qui offre la succession la plus complète, permet de reconnaître 5 cycles pyroclastiques rhyodacitiques séparés par des formations détritiques et

des paléosols. Chaque cycle volcano-sédimentaire se résume par la succession caractéristique : (1) pyroclastite, (2) colluvions et alluvions, (3) paléosol.

Les retombées cendro-ponceuses représentent soit des émissions uniques (retombées pliniennes R3 et R4), soit la somme d'épisodes rapprochés dans le temps (R1 et R2). Ce dernier cas, bien illustré par R1, a l'intérêt de montrer qu'une formation qui semblerait découler d'un continuum éruptif relève en fait d'épisodes distincts révélés par le granoclassement, la nature des enclaves (verres, laves), l'évolution pétrographique des ponces ou l'intercalation de faciès de remaniement alluviaux.

Les colluvions, qui se développent largement sur les paléoversants, présentent en général un important enrichissement en fines. Il pourrait être en partie lié à des remobilisations éoliennes. Des apports éoliens plus lointains, semblent par ailleurs expliquer l'origine des carbonates rencontrés dans les paléosols, dépôts lacustres ou calcrètes de la haute vallée de la Melendiz.

Les pédogenèses séparant les différents cycles témoignent de l'espacement des phases pyroclastiques, phases probablement séparées par des durées de plusieurs milliers à dizaines de milliers d'années. Les paléosols situés à la périphérie immédiate du strato-volcan (Kitireli) offrent des profils épais (2 m) d'andosols d'altitude (1500-2000 m) développés sur du matériel pyroclastique remanié. A l'opposé, les paléosols contemporains du «piedmont» de la haute vallée de la Melendiz (Ihlara) sont beaucoup moins développés.

Les difficultés rencontrées dans l'application des méthodes de datation (âges > 30 ka pour le <sup>14</sup>C, altération ou absence de minéraux datables par K-Ar pour les pyroclastites) s'opposent actuellement à la définition d'un cadre chronologique satisfaisant. Hormis les formations inférieures de Belisirma et d'Ihlara, la succession stratigraphique des autres dépôts ne présente toutefois pas de hiatus important. Ils forment une «série» régionale discordante sur les formations volcaniques antérieures et relativement continue. Aucune formation (paléosol, colluvion, téphra), ni hiatus, ne révèle une coupure prolongée dans la mise en place et c'est finalement le creusement des vallées actuelles qui représente la discontinuité la plus importante. La datation de 15 750 ± 680 B.P. obtenue pour un niveau lacustre postérieur à l'avalanche de débris de la Melendiz fixe un repère à la partie haute de la série. L'intégration de la majorité des formations dans le Pléistocène supérieur constitue une hypothèse de travail. La datation K-Ar en cours de plusieurs laves en relation avec les pyroclastites permettra, nous l'espérons, de lever en partie ces imprécisions.

## REMERCIEMENTS

Ce travail a été réalisé dans le cadre de l'accord de coopération bilatérale CNRS-TÜBITAK et du Programme International de Coopération Scientifique (PICS) «Volcanisme en Anatolie». Il a également bénéficié du soutien financier, technique et logistique du MTA (Ankara, Turquie) et de l'URA 141 du CNRS, ainsi que du Programme «Paléoenvironnement - Evolution des Hominidés (PeH)

du CNRS. Des remerciements sont adressés à C. Noury et S. Martin (Laboratoire C14 du LSCE), à M. Jaudon pour le comptage  $\beta$  au LSM ainsi qu'à C. Richard et H. Rémy (Service de microsonde «Camparis», Université de Paris VI).

## BIBLIOGRAPHIE

- AYDAR, E., 1992 - *Etude volcano-structurale et magmatologique du strato-volcan Hasan Dagi (Anatolie centrale, Turquie)*. Thèse de doctorat de l'Université Blaise Pascal, Clermont-Fd, 213 p.
- BATUM, I., 1978 - Nevşehir güneybatısındaki Göllüdag ve Acıgöl volkanitlerinin jeokimyasi ve petrolojisi. *Yerbilimleri*, 4/1-2, 70-88.
- BESANG, C., ECKARDT, F.-J., HARRE, W., KREUSER, H., & MÜLLER, P., 1977 - Radiometrische Altersbestimmungen an Neogenen Eruptivegesteinen der Türkei. *Geol. Jahrbuch.*, B25, 3-36.
- BIGAZZI, G., YEYINGIL, Z., ERCAN, T., ODOE, M. and ÖZDOGAN, M., 1993 - Fission track dating obsidians in Central and Northern Anatolia. *Bull. Volcanol.*, 48, 109-125.
- CASSIGNOL, C., CORNETTE, Y., DAVID, B., & GILLOT, P.-Y., 1978 - *Technologie potassium-argon*. C.E.N., Saclay. Rapp. CEA R. 4802, Saclay, France.
- DUCHAUFOR, P., 1983 - *Pédologie. 1. Pédogenèse et classification*, Masson, Paris, 491 p.
- ERCAN, T., 1985 - Orta Anadolu' daki Senozoyik volkanizması. 119-140.
- ERCAN, T., TOKEL, S., CAN, B., FISEKCI, A., FUJITANI, T., NOTSU, K., SELVI, Y., OLMEZ, M., MATSUDA, J.-I., UI, T., YILDIRIM, T., & AKBASLI, A., 1990 - Hasandagi - Karacadag (Orta Anadolu) dolayındaki Senozoyik yasli volkanizmanın kökeni ve evrimi. *Jeomorfoloji Dergisi*, 18, 39-54.
- ERCAN, T., TOKEL, S. & MATSUDA, J.-I., 1992 - Hasandag-Karacadag (Orta Anadolu) Kuvaterner Volkanizmasına ilişkin yeni jeokimyasal, izotopik ve radyometrik verileri. *Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni*, 7, 8-21.
- FONTUGNE, M., KUZUCUOGLU, C., KARABIYIKOGLU, M., HATTÉ, C., & PASTRE, J.-F., à paraître, 1999 - From Pleniglacial to Holocene. A  $^{14}\text{C}$  chronostratigraphy of environmental changes in the Konya Plain, Turkey. *Quat. Sc. Rev.*, 18, 2.
- FROGGATT, P.-C., 1992 - Standardization of the chemical analysis of tephra deposits. Report of the ICCT Working Group. *Quaternary. intern.*, 13/14, 93-96.
- HETIER, J.-M., 1975 - *Formation et évolution des andosols en climat tempéré*. Thèse, Univ. Nancy I, 258 p.
- INNOCENTI, F., MAZZUOLI, R., PASQUARÉ, G., REDICATI DE BROZOLO, F., & VILLARI, L., 1975 - The Neogene calc-alkaline volcanism of Central Anatolia : geochronological data of Kayseri - Nigde area. *Geol. Mag.*, 112, 349-360.
- KELLER, J., JUNG, D., BURGATH, K. & WOLF, F., 1977 - *Geologie und Petrologie des neogenen Kalialkali-Vulkanismus von Konya (Erenler Dagi-Alaca Dagi Massiv, Zentralanatolien)*. *Geol. Jahrbuch*, B25, 119-138.
- KUZUCUOGLU, C., KARABIYIKOGLU, M., FONTUGNE, M., PASTRE, J.-F. & ERCAN, T., 1997 - Environmental changes in Holocene Lacustrine Sequences from Karapinar in the Konya Plain (Turkey). In Dalfes N., Kukla G. and Weiss H. (Ed.) *Third Millennium BC Climate change and Old World Collapse, NATO ASI Series*, 49, 451-464.
- KUZUCUOGLU, C., PARISH, R., KARABIYIKOGLU M., *sous presse, a* - The dune systems of the Konya Plain (Turkey). Their relation to the environmental changes in Central Anatolia during the Late Pleistocene and Holocene. *Geomorphology*.
- KUZUCUOGLU, C. & ROBERTS, N., 1998 - Evolution de l'environnement en Anatolie, de 2000 à 6000 B.P, à paraître in *Paléorient*.
- KUZUCUOGLU, C., PASTRE, J.-F., BLACK, S., ERCAN, T., FONTUGNE, M., GUILLOU, H., HATTÉ, C., KARABIYIKOGLU, M., ORTH, P., & TÜRKECAN, A., *sous presse, b* - Identification and dating of tephra layers from Quaternary sedimentary sequences of inner Anatolia, Turkey. A paraître in *Journ. Volc. Geotherm. Res.*
- LEAKE, B.-E., 1978 - Nomenclature of amphiboles. *Amer. Miner.*, 63, 1023-1052.
- LEAKE, B.-E. *et coll.*, 1997 - Nomenclature of amphiboles : Report of the Subcommittee on Amphiboles of the International Mineralogical Association, Commission on New Minerals and Mineral Names. *Amer. Miner.*, 82, 1019-1037.
- LE BAS, M.-J., LE MAITRE, R.-W., STRECKEISEN, A., & ZANETTIN, B., 1986 - A chemical classification of volcanic rocks based on the total alkali silica diagram. *Journ. Petrol.*, 27, 745-750.
- LE PENNEC, J.-L., BOURDIER, J.-L., FROGER, J.-L., TEMEL, A., CAMUS, G. & GOURGAUD, A., 1994 - Neogene ignimbrites of the Nevşehir plateau (central Turkey) : stratigraphy, distribution and source constraints. *Journ. Volc. Geotherm. Res.*, 63, 59-87.
- MELLAART, J., 1967 - *Çatal Hüyük : A neolithic town in Anatolia*. Thames and Hudson.
- PASQUARÉ, G., 1968 - Geology of the Cenozoic volcanic area of central Anatolia. *Atti Accad. Naz. Lincei Mem.*, 9, 55-204.
- PASQUARÉ, G., POLI, S., VENZOLLI, L. & ZANCHI, A., 1988 - Continental arc volcanism and tectonic setting in Central Anatolia, Turkey. *Tectonophysics*, 146, 217-230.
- POLDERVAART, A., et HESS, H.-H., 1951 - Pyroxenes in the crystallisation of basaltic magmas. *Journ. Geol.*, 59, 472-489.
- ROBERTS, N., 1991 - Late Quaternary Geomorphological Change and the Origins of Agriculture in South Central Turkey. *Geoarcheology*, 6, 1, 1-26.
- STEIGER, R.-H. & JÄGER, E., 1977 - Subcommission on geochronology : convention on the use of decay constants in geo- and cosmochronology. *Earth Planet. Sci. Lett.*, 36, 359-362.
- TOKEL, S., ERCAN, T., AKBASLI, A., YILDIRIM, T., FISEKCI, A., SELVI, Y., ÖLMEZ, M. & CAN, B., 1988 - Neogene tholeiitic province of central Anatolia : implication for magma genesis and post-collision lithospheric dynamics. Tokay Symposium, METÜ *J. Pure and Appl. Sc.*, 21, 461-477.
- WESTGATE, J.-A., WALTER, R.-C., NAESER, N. (Eds.), 1992 - Tephrochronology : stratigraphic applications of tephra. *Quaternary intern.*, 13-14, 203 p.