

Découverte d'un tuf volcanique d'âge préboréal à la Grande Pile (Vosges, France)

par E. JUVIGNÉ (1) et B. BASTIN (2)

Résumé. — *Un niveau de poussières volcaniques holocènes a été découvert dans la tourbière de la Grande Pile. Il s'agit d'un tuf ponceux caractérisé par une extrême pauvreté en pyroxènes et une teneur élevée en sphènes. L'analyse pollinique des sédiments qui le contiennent permet de lui attribuer un âge préboréal. La chaîne des Puys est envisagée comme lieu d'origine de cette retombée. Dans ce cas, notre découverte ajouterait une phase à la téphrostratigraphie de la chaîne des Puys.*

Summary. — *A Holocene pumice ash-layer has been discovered in the Grande Pile Peat Bog (Vosges, France). The heavy minerals association consists of 58,9% brown hornblende, 32,3% titanite, 8,6% apatite and 0,3% klinopyroxenes. Such a low percentage of klinopyroxenes has not yet been mentioned in other tuff-layers of Western-Europe. Pollen diagram demonstrates that the ash-fall took place during the Middle-Pre-boreal. It is assumed that the source vent was not in the Eifel (West Germany) but in the Chaîne des Puys (Massif Central, France). In this case, a further volcanic phase in the Chaîne des Puys has been proved.*

I. — INTRODUCTION

Le but du présent travail a été de rechercher si des poussières volcaniques sont retombées sur les Vosges pendant l'Holocène comme cela a été observé dans le Jura (J.J. Duret et J. Martini [6] (3) ; J. Martini [17]) et dans le Cantal (E. Juvigné [16]). Pour ce faire, nous avons choisi le site de la Grande Pile rendu célèbre par les travaux de G. Woillard [21] [22].

(1) Laboratoire de Géomorphologie et de Géologie du Quaternaire, Université de Liège, place du Vingt-Août 7, B-4000 Liège.

(2) Laboratoire de Palynologie et de Phytosociologie, Université Catholique de Louvain, place Croix-du-Sud 4, B-1348 Louvain-la-Neuve.

(3) Les chiffres entre crochets renvoient à la bibliographie *in fine*.

II. — PRÉLÈVEMENTS

Au moyen d'une sonde de type russe, nous avons prélevé une carotte continue de la surface jusqu'à 500 cm de profondeur à proximité immédiate du point de sondage Grande Pile X de G. Woillard [21].

Pour éviter toute ambiguïté, notre sondage sera dénommé Grande Pile XX, car le dernier diagramme mentionné à la Grande Pile porte le numéro XIX (G. Woillard and W. Mook [23]).

Description de la carotte : a) de la surface jusqu'à 350 cm : tourbe à macrorestes ; b) de 350 à 415 cm : tourbe évoluée ; c) de 415 à 500 cm : gyttja.

III. — RECHERCHE MINÉRALOGIQUE

Aucune fine bande susceptible d'indiquer la présence d'un tuf volcanique n'a été observée à l'œil nu. Les recherches ont été réalisées essentiellement au microscope.

A. — TECHNIQUE

Les premières prises d'échantillons ont été effectuées par raclages longitudinaux continus sur des tranches de 50 cm de carotte. Dans une des tranches (400 à 450 cm), de nombreux minéraux volcaniques ont été trouvés. Des prélèvements complémentaires y ont été faits de façon de plus en plus serrée jusqu'à une épaisseur de 1,5 cm afin de situer exactement le niveau volcanique.

Chaque échantillon a subi le traitement suivant :

a) Tamisage sous eau à 63 μm . Cette opération a pour but d'éliminer les minéraux qui, trop petits, sont difficilement déterminables et qui, dans les gyttjas limoneux et argileux, ont une origine locale sans rapport avec le problème posé. — b) Séchage à l'étuve à 105 °C. — c) Séparation dans le bromoforme par centrifugation. — d) Montage sur lame et détermination de tous les grains dont la plus grande largeur apparente dépasse 84 μm . Le choix de cette taille minimum résulte du fait que, par tamisage à 63 μm , des minéraux plats dont la largeur dépasse 63 μm peuvent passer en diagonale à travers les mailles du tamis. Il convient donc d'éliminer ce facteur incontrôlable, notamment pour les mesures granulométriques qui vont suivre.

Remarque : Les échantillons n'ont subi aucun traitement chimique.

B. — PRÉSENCE D'UN TUF VOLCANIQUE

Entre 434,5 et 436 cm de profondeur se présente une grande quantité de minéraux denses volcaniques transparents : environ 300 par cm³. Ils existent en nombre nettement moindre (quelques dizaines de grains) dans chacun des échantillons immédiatement sus- et sous-jacents, soit d'une part entre 433 et 434,5 cm et d'autre part, entre 436 et 437,5 cm. En s'écartant de cette zone, les minéraux volcaniques sont rapidement réduits à l'état de traces puis disparaissent. Il n'existe donc qu'un seul tuf volcanique dans la séquence que nous avons examinée.

En pratiquant comme nous l'avons fait, aucun minéral en provenance des sédiments locaux ne se présente dans les lames à moins de 450 cm de profondeur. Celles-ci sont donc dépourvues de tous minéraux denses en dehors de la zone de la retombée volcanique. De ce fait, il n'est pas possible d'hésiter pour certains minéraux entre une origine volcanique allochtone et une origine locale par apports sédimentaires. Cette remarque vaut notamment pour l'apatite et le sphène et dans une mesure moindre pour la hornblende brune commune, pratiquement impossible à distinguer au microscope de la hornblende brune basaltique.

C. — L'ASSOCIATION DE MINÉRAUX DENSES TRANSPARENTS

En tout, 982 minéraux ont été déterminés ; ils se répartissent de la façon suivante : hornblende basaltique : 58,9 % ; sphène : 32,3 % ; apatite : 8,6 % ; pyroxènes monocliniques : 0,3 %.

La biotite est aussi présente, mais n'est pas intégrée dans l'association, car sa densité peut être supérieure ou inférieure à celle du bromoforme, elle-même légèrement variable.

D. — COMPOSITION DE LA FRACTION LÉGÈRE

Un examen à la loupe binoculaire montre que les ponces constituent l'élément dominant de la fraction légère. Viennent ensuite de très nombreux minéraux incolores très limpides dont les formes sont essentiellement trapues et anguleuses ; les clivages sont en général très mal apparents.

Des débris de schiste ont été aussi observés ainsi que des traces de micas bruns (biotite).

L'examen des minéraux au microscope polarisant montre que les feldspaths potassiques sont largement dominants (environ 70 %) ; viennent ensuite les plagioclases (environ 20 %) et le quartz (environ 10 %).

E. — IDENTITÉ DU NIVEAU DE POUSSIÈRES VOLCANIQUES

Si l'on compare cette association minéralogique avec celle de toutes les autres retombées largement dispersées sur l'Europe occidentale et centrale, son originalité tient avant tout à sa pauvreté extrême en pyroxènes, mais aussi à sa teneur élevée en sphène. Nous proposons de l'appeler « *Tuf des Vosges méridionales* ».

Remarque : 1) Le vocable « tuf volcanique » pourrait paraître abusif pour désigner un niveau de poussières invisibles à l'œil nu. Il est cependant largement utilisé dans ce sens dans la littérature spécialisée. — 2) Il pourrait aussi paraître excessif de présenter ce tuf comme un repère stratigraphique pour les Vosges méridionales, alors qu'il n'a encore été

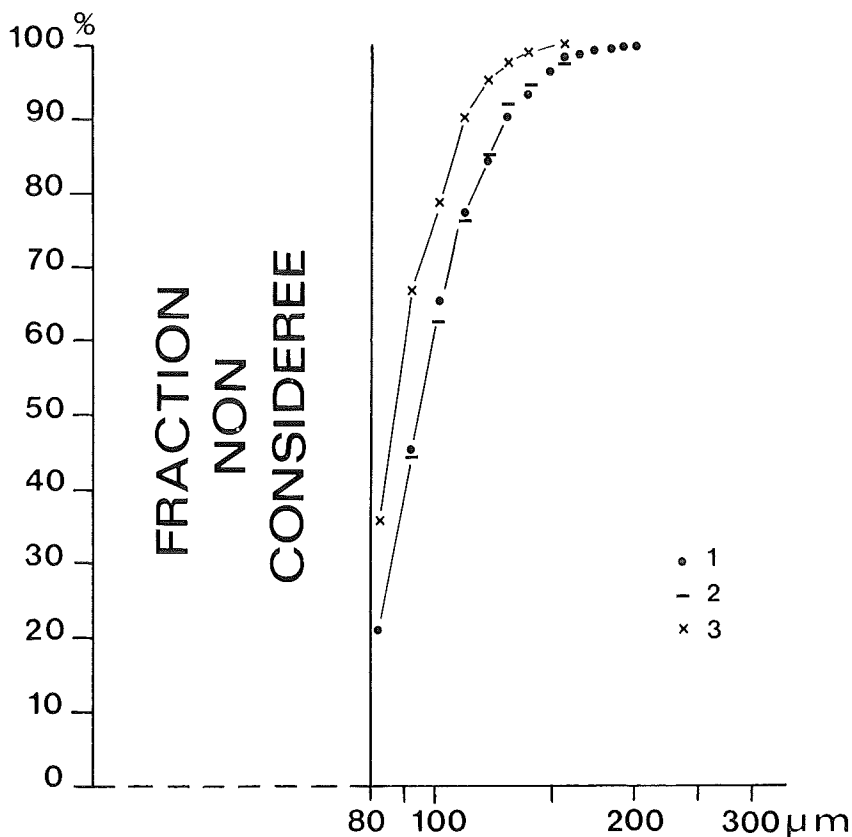


FIG. 1. — Tuf des Vosges méridionales : granulométrie des minéraux denses de 84 μm et plus.

1. Hornblende brune; 2. sphène; 3. apatite. Les sigles relatifs au sphène n'ont pas été figurés quand ils correspondent avec ceux de la hornblende brune.

observé que dans un seul site. Il faut toutefois remarquer qu'il existe déjà un « *Tuf de Grande Pile* » (E. Juvigné [12]) et que les autres noms locaux comme Melisey ou Saint-Germain ont déjà été retenus pour désigner des phases climatiques du Pléistocène supérieur (G. Woillard [21]).

F. — GRANULOMÉTRIE

Les courbes de la figure 1 ont été établies par mesure au microscope de la plus grande largeur apparente des grains de plus de 84 μm (voir III. — A.).

Sur un total de 982 grains, le plus gros atteint 205 μm . Les courbes de la hornblende brune et du sphène sont identiques et 90 % des grains sont compris entre 84 μm et 130 μm . L'apatite se présente dans des tailles inférieures d'environ 50 μm .

IV. — DATATION DU TUF PAR LA PALYNOLOGIE

A. — PRÉLÈVEMENTS

Vingt-quatre échantillons, destinés à une étude palynologique, ont été prélevés tous les 5 cm entre 3,60 m et 4,80 m. Ils ont été soumis à une étude palynologique, en vue de préciser la position chronostratigraphique du tuf volcanique.

B. — MODE DE PRÉPARATION DES ÉCHANTILLONS

Les échantillons de tourbe ont subi les traitements suivants : a) ébullition dans NaOH 10 % pendant 5' ; b) tamisage sur un filtre à mailles de 300 μm ; c) rinçage à l'eau ; d) acétolyse ; e) montage dans un mélange 2/3 glycérine-1/3 d'eau.

Les échantillons de gyttja et de limon ont subi les traitements suivants :

a) ébullition dans NaOH 10 % pendant 5' ; b) rinçage à l'eau ; c) ébullition dans HF 40 % pendant 5' ; d) rinçage à HCl 10 % puis à l'eau ; e) acétolyse ; f) montage dans un mélange 2/3 glycérine-1/3 d'eau.

C. — PRÉSENTATION DES RÉSULTATS

Pour chacun des 24 échantillons analysés, 500 pollens et spores ont été dénombrés et identifiés. Les résultats sont présentés sous la forme d'un

diagramme pollinique simplifié (fig. 2) dans lequel ont été figurés les pourcentages de tous les pollens arboréens, les pourcentages des pollens d'*Artemisia*, des *Poacées* et de l'ensemble des autres plantes herbacées.

D. — COMMENTAIRE DU DIAGRAMME POLLINIQUE (fig. 2)

Dans son ensemble, le diagramme pollinique reflète le début d'une phase d'amélioration climatique se traduisant par une rapide extension des pollens arboréens, qui passent de moins de 25 % à la base à plus de 90 % au sommet du diagramme. Les groupements forestiers qui se succèdent sont d'abord dominés par le bouleau, puis par le pin et le bouleau, et enfin par le noisetier dont l'extension va de pair avec celle de l'orme et du chêne. Ce sont donc la fin de la dernière glaciation, la période préboréale et le début de la période boréale qui sont enregistrés dans le diagramme pollinique.

1. — *De 477 cm à 462 cm : la fin de la dernière glaciation.* — Dans les 4 niveaux inférieurs du diagramme, les arbres n'atteignent que 35,5 % en moyenne. Par ordre d'importance, il s'agit de *Betula*, *Salix*, *Juniperus* et *Pinus*. Parmi les plantes herbacées, les *Poacées* et *Artemisia* atteignent leurs plus forts pourcentages, reflétant bien le caractère ouvert de la végétation dû à un climat encore très froid, dont témoignent aussi la dominance de *Betula* sur *Pinus*, et la présence de *Juniperus*.

2. — *De 457 cm à 407 cm : le Préboréal.* — Nous avons rapporté à la base du Préboréal le niveau de 457 cm, dans lequel les arbres dépassent 50 % pour la première fois. Durant la première moitié du Préboréal, *Betula* est largement prédominant, bien que *Pinus* soit en constante extension. A partir de 427 cm, *Pinus* dépasse *Betula* et codomine avec lui, puis il devient prédominant à 407 cm. *Corylus* est présent en courbe continue à partir de 437 cm, ses pourcentages restant cependant toujours inférieurs à 3 %.

Sur la base du diagramme pollinique, le tuf volcanique se situe donc pratiquement au milieu du Préboréal.

3. — *De 402 cm à 362 cm : le début du Boréal.* — Nous avons rapporté à la base du Boréal le niveau de 402 cm, dans lequel *Corylus* dépasse définitivement 5 %, cependant qu'est enregistré le début de la courbe continue d'*Ulmus* et de *Quercus*. Classiquement, le début du Boréal est caractérisé par la prédominance de *Pinus*, la lente extension de *Corylus* et le rôle encore discret d'*Ulmus* et de *Quercus*. Ultérieurement, une forte extension de *Corylus* s'accompagne du net recul de *Pinus* et de *Betula*, qui finissent par être rejoints et dépassés par *Ulmus* et *Quercus*.

GRANDE PILE XX

1982

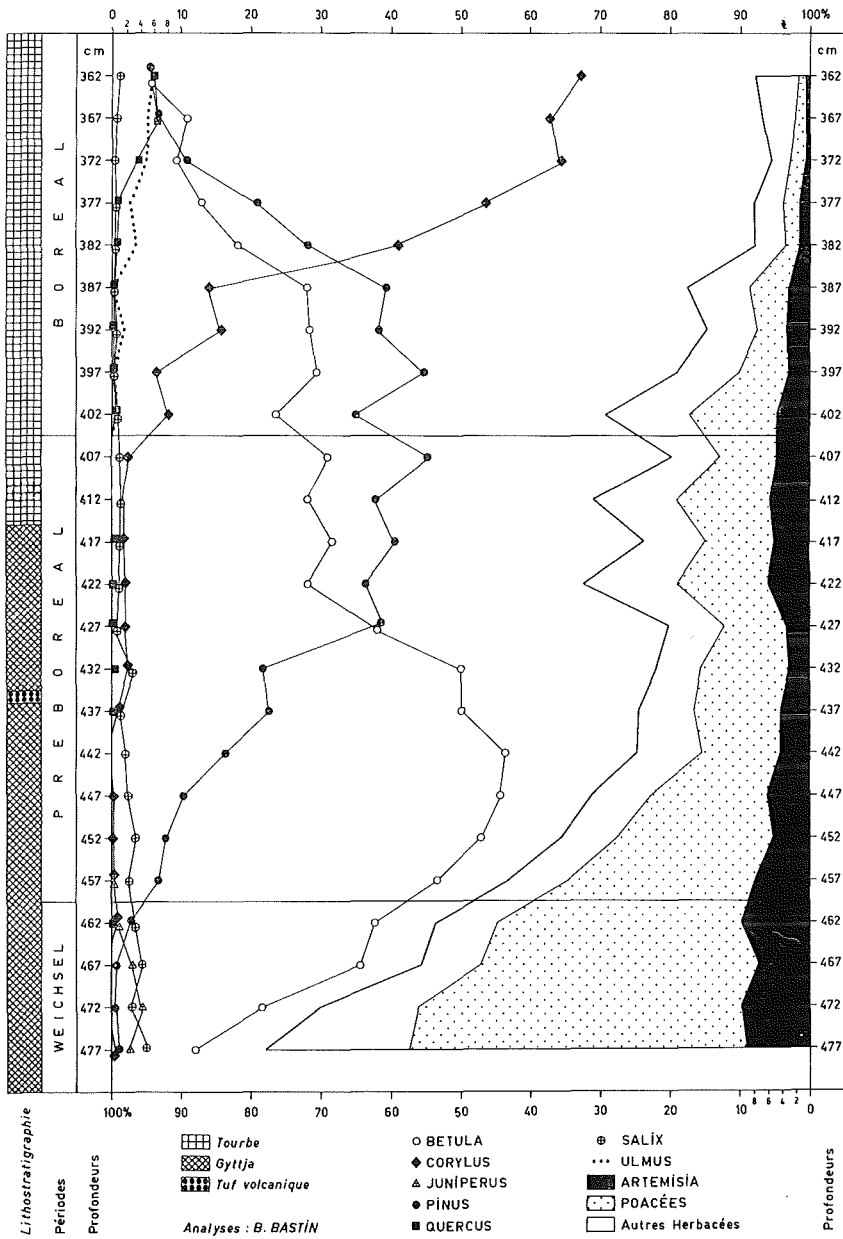


FIG. 2. — Grande Pile XX : diagramme pollinique simplifié.

Dès que *Corylus* dépasse *Pinus* et *Betula*, le caractère de plus en plus fermé de la forêt est attesté par les forts pourcentages des pollens arborescents qui dépassent alors 90 %.

V. — ORIGINE GÉOGRAPHIQUE DU TUF DES VOSGES MÉRIDIONALES

Dans la mesure où la présente association minéralogique n'a été décrite dans aucun autre tuf d'Europe occidentale, la position chronostratigraphique est seule déterminante dans la recherche du lieu d'émission.

A. — L'ORIGINE EIFELIENNE SEMBLE EXCLUE

Dans l'Eifel oriental, la dernière éruption aurait eu lieu au début du Dryas III (H. Windheuser et K. Brunnacker [20]) et les dernières émissions à large dispersion à la fin de l'Alleröd (J. Frechen [8] ; E. Juvigné [14]). Dans l'Eifel occidental, d'après les nombreux travaux effectués par H. Straka [18] depuis 1952, des éruptions auraient eu lieu jusqu'au Préboréal. Toutefois, des recherches de P. Jungerius *et al.* [10] et de E. Juvigné [13] [15] montrent entre autres que le volcanisme de l'Eifel occidental serait éteint depuis au moins le Dryas III.

B. — LA CHAÎNE DES PUY EST LA RÉGION D'ÉMISSION LA PLUS PROBABLE

Il est clairement démontré que le volcanisme de cette région s'est prolongé jusque dans les temps historiques (R. Brousse [1]) en présentant une phase paroxysmale il y a 10 000 ans (R. Brousse et A. Rudel [4]).

E. Juvigné [11] a aussi démontré que des sols actuels contiennent des minéraux denses attestant qu'un important nuage de poussières volcaniques pratiquement dépourvu de pyroxènes monocliniques a été émis par un volcan de la chaîne des Puys et poussé par le vent vers le nord-nord-est. Cette observation est particulièrement favorable à une corrélation avec le « tuf des Vosges méridionales ».

Il faut toutefois remarquer qu'aucune émission de ponces n'a été signalée à ce jour pendant le Préboréal dans le massif Central français.

Par contre, de violentes émissions d'ômitiques ont eu lieu dans la chaîne des Puys pendant le Boréal (R. Brousse *et al.* [2] [3]).

Notre découverte ajouterait ainsi une phase à la téphrostratigraphie de la chaîne des Puys.

VI. — CONCLUSION

En tenant compte à la fois des données antérieures et de nos observations, on peut distinguer au moins trois émissions de ponces à large dispersion dans la chaîne des Puys :

- 1° Le « *Tuf des Vosges méridionales* » décrit ici en est la trace la plus ancienne située dans le Préboréal.
- 2° Le « *Tuf de la Taphanel* » (E. Juvigné [16]) correspond à une émission postérieure qui, d'après les études palynologiques de J.L. de Beaulieu et M. Reille [5], a eu lieu au début du Boréal et plus précisément au contact des zones IV et V selon la zonation de F. Firbas [7].
- 3° Le niveau de cendres découvert par J.J. Duret et J. Martini [6], J. Martini [17] et M.A. Geyh *et al.* [9] correspondrait à une troisième émission survenue plus tard dans le Boréal.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] BROUSSE A. — *Le volcanisme quaternaire en France. Chronologie des différentes phases éruptives de la Chaîne des Puys au Quaternaire récent*, dans *Le Quaternaire, Géodynamique, Stratigraphie et Environnement*, Chap. VI, 9e Congrès International de l'INQUA, Christchurch, décembre 1973, pp. 105-109.
- [2] BROUSSE R., DELIBRIAS G., LABEYRIE J. et RUDEL A. — *Datation par la méthode du carbone 14 d'une éruption dômique de la Chaîne des Puys*, dans *C.R. Ac. Sc. Paris*, série D, 263, 1966, pp. 1812-1815.
- [3] BROUSSE R., DELIBRIAS G., LABEYRIE J. et RUDEL A. — *Éléments de chronologie de la Chaîne des Puys*, dans *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 11, 1969, pp. 770-793.
- [4] BROUSSE R. et RUDEL A. — *Activité paroxysmale de la Chaîne des Puys à 10.000 ans*, dans *Bull. Hist. et Scient. de l'Auvergne*, LXXXVI, 1973, pp. 1-11.
- [5] DE BEAULIEU J.L. et REILLE M. — *Nouvelles analyses polliniques de sédiments tardiglaciaires et holocènes du Cantal (Massif Central, France)*, dans *C.R. Ac. Sc. Paris*, série D, 287, 1975, pp. 73-75.
- [6] DURET J.J. et MARTINI J. — *Un niveau de cendres volcaniques dans la craie du lac de Châlain (Jura français)*, dans *Arch. Sc. Genève*, 18, 1965, pp. 679-686.
- [7] FIRBAS F. — *Spät- und nacheiszeitliche Waldgeschichte Mitteleuropas nördlich der Alpen*. I. *Allgemeine Waldgeschichte*. Gustav Fischer, Jena, 1949, 480 p.
- [8] FRECHEN J. — *Siebengebirge am Rhein, Laachersee Vulkangebiet, Maargebiet der West-Eifel. Vulkanologisch-petrographische Exkursionen*. - Samml. geol. Führer, 56, 3. Aufl., 1976, Bornträger, Berlin-Stuttgart, 209 p.
- [9] GEYH M.A., MERKT J., MULLER H. et STREIF H. — *Reconstitutions paléoclimatiques et paléocéologiques à partir de l'étude des sédiments lacustres de l'Allemagne méridionale*. Société Hydrotechnique de France, XIIIes Journées de l'Hydraulique (Paris, 1974). Question 1, Rapport 7, 1 à 7.
- [10] JUNGERTIUS P., RIEZEBOS P. and SLOTBOOM R. — *The age of Eifel Maars as shown by the presence of Laacher See ash of Alleröd age*, dans *Geol. en Mijnbouw*, 47, 1968, pp. 199-205.
- [11] JUVIGNÉ E. — *Une retombée de poussières volcaniques au Nord du Massif Central Français*, dans *Rev. Géogr. phys. et Géol. dyn.*, XIX, 1977, pp. 235-240.
- [12] JUVIGNÉ E. — *Découverte de minéraux volcaniques dans des tourbières des Vosges (France)*, dans *Bull. Soc. géogr. Liège*, 14, 1978, pp. 205-210.

- [13] JUVIGNÉ E. — *Révision de l'âge de volcans de l'Eifel occidentale*, dans *Zeitschr. f. Geomorph.*, N.F. 24, 1980, pp. 345-355.
- [14] JUVIGNÉ E. — *Vulkanische Schwerminerale in rezenten Böden Mitteleuropas*, dans *Geol. Rundschau*, 69, 1980, pp. 982-996.
- [15] JUVIGNÉ E. — *A propos de l'âge de Maars et volcans de l'Eifel occidentale*, dans *Zeitschr. f. Geomorph.*, N.F. 26, 1982, pp. 243-250.
- [16] JUVIGNÉ E. — *Un repère stratigraphique nouveau dans les tourbières du Cantal : le tuf volcanique de la Taphanel*, dans *Rev. Géogr. phys. et Géol. dyn.*, 1982 (sous presse).
- [17] MARTINI J. — *Recherches des retombées volcaniques quaternaires dans le Sud-Est de la France et la Suisse occidentale*, dans *Arch. Sc. Genève*, 23, 1970, pp. 641-677.
- [18] STRAKA H. — *Die Spätquartäre Vegetationsgeschichte der Vulkaneifel*, dans *Beitr. Landespflege Rhld.-Pfalz*, Beiheft. 3, 1975, pp. 1-163.
- [19] VAN HARTEN D. — *On the estimation of relative grain frequencies in heavy mineral slides*, dans *Geol. en Mijnbouw*, 44, 1965, pp. 357-363.
- [20] WINDHEUSER H. und BRUNNACKER K. — *Die jüngste Eruption des Laacher See-Vulkans*, dans *Mainzer Naturw. Archiv.*, 17, 1979, pp. 29-40.
- [21] WOILLARD G. — *Recherches palynologiques sur le Pléistocène dans l'Est de la Belgique et dans les Vosges lorraines*, dans *Acta Geogr. Lovaniensia*, 14, 1975, 118 p., 40 fig.
- [22] WOILLARD G. — *Grande Pile Peat Bog : A Continuous Pollen Record for the Last 140.000 Years*, dans *Quaternary Research*, 9, 1978, pp. 1-21.
- [23] WOILLARD G. and MOOK W. — *Carbon 14 Dates at Grande Pile : Correlation of Land and Sea Chronologies*, dans *Science*, 215, 1982, pp. 159-161.
-