

ANALYSES PALYNOLOGIQUES PRELIMINAIRES D'UNE PHASE RELATIVEMENT TEMPEREE (STADE ISOTOPIQUE 3), AU SEIN DE LA DERNIERE PERIODE GLACIAIRE, MAAR DE VICO (LATIUM, ITALIE)

par

Suzanne A.G. LEROY¹

RESUME

Trois sondages ont été carottés dans les sédiments lacustres du maar de Vico (N de Rome, Italie). Le diagramme pollinique montre une période glaciaire contenant une phase de réchauffement reconnaissable par des développements temporaires d'arbres thermophiles, y compris *Tilia*. Une reconstitution des paléoenvironnements et paléoclimats durant le stade isotopique 3 est présentée.

MOTS-CLE

Pollen, Italie, stade isotopique 3.

ABSTRACT

Preliminary pollen analyses of a relatively temperate phase (isotopic Stage 3) in the last glacial period, in the Vico maar (Latium, Italy).

Three boreholes have been drilled in the sediments of Vico maar lake (N of Rome, Italy). The pollen diagram shows a glacial period including a warmer phase characterized by some temporary developments of thermophilous trees including *Tilia*. The paleoenvironments and paleoclimates during isotopic Stage 3 are recorded.

KEY-WORDS

Pollen, Italy, isotopic Stage 3.

1. INTRODUCTION

Trois sondages ont été carottés dans les sédiments lacustres du maar de Vico (N de Rome, Italie; Francus *et al.*, 1993). Une reconstitution des paléoenvironnements et paléoclimats durant le stade isotopique 3 représenté dans la moitié supérieure des sondages est proposée ici faisant suite à une première publication portant sur la partie inférieure.

Le maar de Vico se trouve à une cinquantaine de km au N-NO de Rome. Il appartient à une chaîne de volcans s'étendant du Vésuve au S au Mont Amiata au N (Laurenzi and Villa, 1987). Le volcanisme de Vico a débuté il y a 419 ka. Une explosion hydromagmatique a formé la caldera il y a 138 ka. A 95 ± 10 ka, le cône de lave du Mont Venere s'est formé à l'intérieur de la caldera achevant ainsi l'activité volcanique de la région (Bertagnini and Sbrana, 1986; Laurenzi and Villa, 1985 et 1987).

¹ Université Catholique de Louvain, Institut Géologique, Paléontologie et Paléogéographie, Place L. Pasteur 3 - B-1348 Louvain-la-Neuve.

La surface du lac actuel de Vico (environ 12 km²) est à une altitude de 507 m. La profondeur moyenne du lac est de 22 m avec un maximum à 50 m. Les parois de la caldera atteignent une altitude de 800 à 900 m au nord, de 965 m à l'ouest et de 650 m à l'est et au sud.

D'après l'étude palynologique de Frank (1969), un sondage carotté de 780 cm de long aurait atteint l'interstade du Brörup.

En décembre 1990, G. Seret et son équipe ont réalisé trois sondages adjacents (Lago di Vico : LVI, LVII et LVIII), profonds de 22, 19 et 16 m, situés à environ 300 m au NO des rives actuelles du lac. Ces sondages apportent des informations nouvelles sur le dernier cycle climatique en région méditerranéenne.

Dans une première publication, Francus *et al.*, 1993 ont développé la partie inférieure des sondages y compris un diagramme palynologique et les courbes des principaux taxa pour les profondeurs de 1637 à 1279 cm. Cette note a montré le développement de trois zones forestières tempérées (zone 1 de 1637 à 1417 cm, zone 3 de 1403 à 1355 cm et zone 5 de 1332 à 1312 cm), séparées par des steppes (zone 2 de 1417 à 1403 cm et zone 4 de 1355 à 1332 cm). Ces trois épisodes forestiers sont de moins en moins intenses, bien que montrant tous trois une nette succession végétale, suggérant bien plus des périodes interglaciaires qu'interstadières. Ensuite une steppe réapparaît, c'est la zone 6 qui débute à 1312 cm. Avant de disposer de datations absolues en cours de réalisation, il reste deux hypothèses sur l'âge des zones 1 à 5 du diagramme de Vico: 3 périodes forestières attribuées soit à la fin du stade 5, soit à l'entièreté du stade 5.

2. LITHOLOGIE ET DATATION

Cet article présente les résultats d'une étude palynologique portant sur les derniers 1205 cm des sondages de Vico et plus spécialement sur la section entre 1032 et 480 cm de profondeur.

Juste en-dessous de 995 cm, la lithologie est celle d'une boue organique litée. Le sédiment est très fin et riche en matière organique amorphe, en restes de plantes et abondantes diatomées. Au-dessus de 995 cm, le sédiment est argileux avec des restes de Bryophytes (*Drepanocladus* sp.). La sédimentation est surtout biogénique. Les 130 cm supérieurs, de couleur orangée, sont affectés de pédogenèse.

Le sédiment n'est daté pour l'instant qu'en un seul endroit, à 715 cm. Les mesures du ¹⁴C à l'accélérateur (Beta 58770-CAMS 4864) donnent un âge supérieur à 41900 ans.

3. MATERIEL ET METHODE

Les échantillons proviennent majoritairement du sondage LVII, à l'exception des échantillons de 945 à 885 cm et de 688 à 615 cm qui proviennent du sondage LVI. La corrélation entre les sondages se fait sur la base de la lithologie et les profondeurs utilisées sont composées à partir des profondeurs originales de chaque sondage.

Le matériel sporopollinique est extrait du sédiment selon la méthode publiée dans Dricot et Leroy (1989). 127 échantillons ont été étudiés sur les derniers 1205 cm (fig. 2), dont 63 échantillons entre 1032 et 480 cm donnant pour cette dernière section une résolution moyenne d'un échantillon tous les 8,7 cm. Un comptage de 300 grains en moyenne par échantillon a été réalisé. Les grains sont très bien conservés et la liste floristique variée.

Le type *Ulmus-Zelkova* est utilisé. Il recouvre deux genres qu'il est difficile de distinguer palynologiquement. Follieri *et al.* (1986) estiment que le genre *Zelkova* s'est maintenu en Italie jusqu'au milieu du dernier glaciaire. Jusqu'il y a peu, il était admis que *Zelkova* ne poussait plus en Italie, sa localisation la plus proche étant les montagnes crétoises. Toutefois une population résiduelle d'une nouvelle espèce vient d'être retrouvée en Sicile, *Z. sicula* (Di Pasquale *et al.*, 1992), en bioclimat humide dans l'étage thermo-méditerranéen supérieur. Cette découverte récente sur le territoire italien confirme les observations polliniques de Follieri *et al.*, 1986. La plupart des grains de pollen de *Quercus* appartient au type pollinique *robur* et non pas au type *ilex*. Ce genre présente une écologie variée dans le S de l'Europe : d'un milieu presque steppique à la forêt mésophile.

La courbe AP/NAP (arboreal pollen/non arboreal pollen) est calculée sur une somme de base excluant les grains indéterminés et indéterminables. Le diagramme synthétique (fig. 1) distingue 4 classes de pollen. La classe 1, les AP, regroupe les arbres sans *Pinus*. La deuxième classe est constituée de *Pinus* seul car celui-ci est souvent abondant et obscurcit les fluctuations. En effet il pollinise beaucoup et se transporte bien. La troisième est NAP, c.-à-d. le pollen des herbacées et les spores sans les Gramineae. Les herbacées les plus abondantes sont : *Artemisia*, Compositae Tubuliflorae, *Plantago*, Amaranthaceae-Chenopodiaceae, *Isoetes* etc... La dernière classe est constituée des Gramineae. Le rapport AP/NAP se lit donc entre la classe 2 et la classe 3.

Les courbes individuelles et la concentration pollinique sont calculées sur une somme contenant tous les grains. La concentration pollinique exprimée en nombre de grains de pollen et de spores par g de sédiment sec (gr./g) est élevée (fig. 1), jamais en-

Diagramme pollinique
synthétique

Concentration en nombre de grains de
pollen et spores par g de sédiment sec

KET 8004 : Age des événements isotopiques
en ka

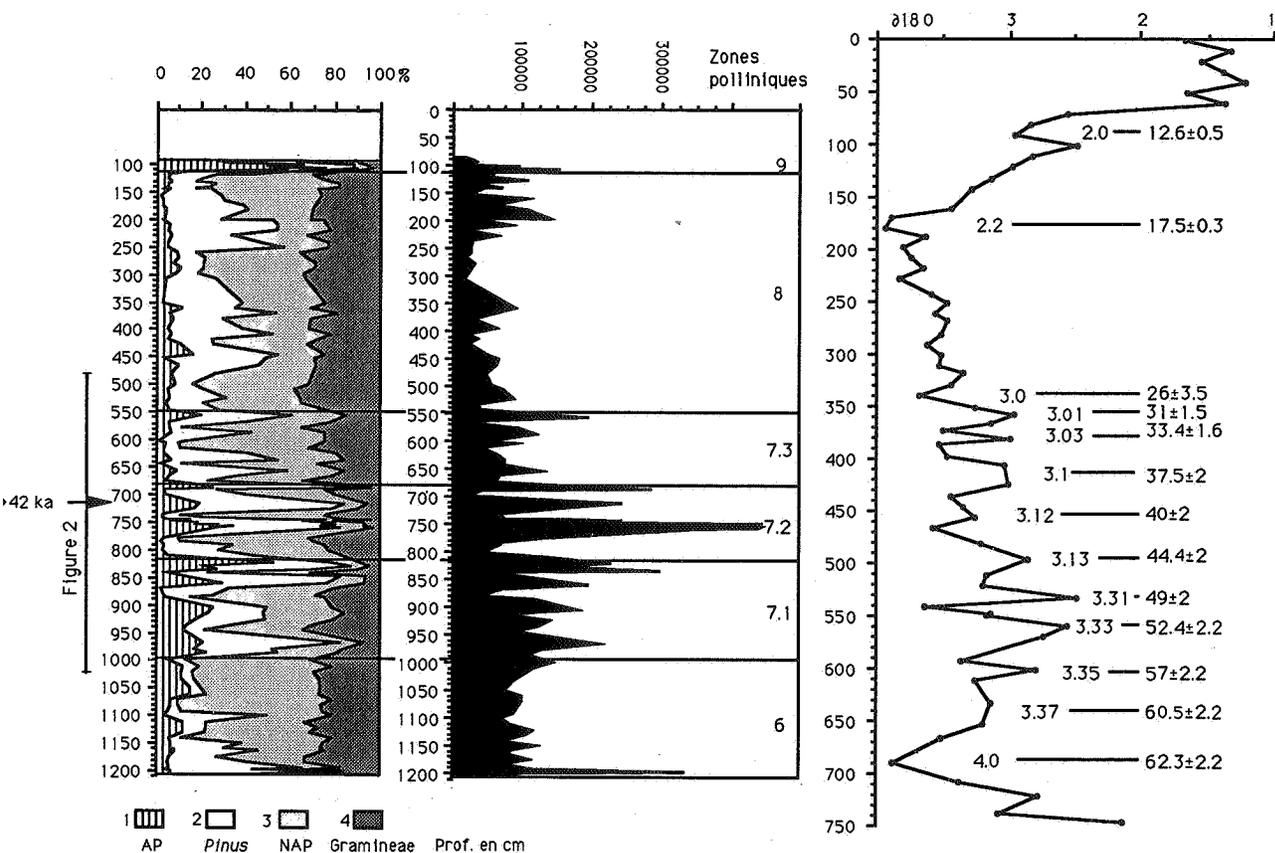


Figure 1. Diagramme synthétique et courbe de la concentration pollinique (en nombre de grains de pollen et spores par g de sédiment sec) des derniers 1205 cm des sondages de Vico (Latium, Italie), ainsi que la courbe des isotopes de l'oxygène du sondage KET 8004 (d'après Pateme *et al.*, 1986).

dessous de 15000 gr/g, même au maximum du glaciaire. Le diagramme détaillé (fig. 2) reprend les principaux taxa arborés thermophiles de 995 à 550 cm en débordant sur les zones voisines (de 1032 à 480 cm), de manière à mieux faire ressortir les particularités de la section principalement étudiée. Il s'agit d'un travail non définitif car il reste à affiner les liens entre les 3 sondages. Il se révélera alors peut-être nécessaire d'augmenter le nombre de spectres polliniques.

4. DESCRIPTION ET INTERPRETATION DES DIAGRAMMES

La zone pollinique 7, s'étendant de 995 à 550 cm, contient une quantité proportionnellement élevée d'AP pour des spectres qui sont rattachés au dernier glaciaire. Le détail des arbres présents donne une idée de l'amplitude du changement climatique en termes de température et de précipitations. Pour replacer la zone 7 dans son contexte glaciaire, une brève description des zones sous-jacentes et sus-jacentes est nécessaire montrant l'absence des taxons arborés thermophiles.

4.1. En-dessous de la zone 7

De 1205 à 995 cm (la fin de la zone pollinique 6), une période très froide est observée. Elle se caractérise par une faible quantité d'AP et par de fortes quantités d'herbacées dont *Artemisia* (fig. 1 et 2). Avant et après la zone 7, les AP consistent surtout en *Juniperus* accompagné d'*Hippophae* et d'*Ephedra* qui peuvent vivre dans les steppes à *Artemisia*. La zone 6 succède au stade isotopique 5 (zones 1 à 5, Francus *et al.*, 1993) et est attribuée à la partie supérieure du stade 4.

4.2. La zone 7

De 995 à 550 cm (la zone 7), les valeurs de la classe 1 de pollen (fig. 1) atteignent fréquemment plus de 20 %. Le détail des spectres polliniques (fig. 2) montre des fluctuations d'espèces relativement thermophiles telles que *Quercus*, *Ulmus-Zelkova*, *Corylus*, *Alnus*, d'espèces très thermophiles comme *Tilia* mais aussi d'un conifère de milieu frais et humides, *Picea*. Quelques grains de pollen plus rares de quelques autres arbres se

rencontrent aussi à cette époque tels que *Fagus*, *Carpinus*, *Fraxinus excelsior* t. etc... Toutefois dans la zone 7, les herbacées gardent en gros des valeurs élevées, supérieures à 70 %. La zone pollinique 7 est divisée en trois sous-zones selon des critères de présence de taxa et de concentration pollinique.

4.2.1. Sous-zone 7.1 (995-815 cm)

Les AP sont d'abord à peine plus importants qu'à la zone 6 (fig. 1). Leur composition est cependant très différente (fig. 2). *Juniperus*, arbuste supportant des conditions steppiques, est remplacé par *Quercus* qui atteint des pourcentages supérieurs à 5 % et par plus de 10 % de *Picea*. Le groupe *Ulmus-Zelkova*, *Alnus*, *Corylus* et *Tilia* est bien représenté. Commenant à 950 cm, il y a une faible succession végétale avec *Betula*, pionnier suivi de la forêt mésophile avec *Tilia* traduisant un optimum. Une pointe de steppe (885-870 cm) interrompt le réchauffement. Les conifères (*Picea*) prennent ensuite le relais. La présence subcontinue de *Tilia* indique que la température est relativement élevée. *Ulmus-Zelkova* et *Picea* indiquent une humidité élevée. La concentration pollinique s'est accrue, fluctue fort et atteint souvent plus de 200000 gr./g.

Il est fréquent de trouver ensemble dans cette zone des associations aux exigences contraires : les plantes de milieux ouverts steppiques, la forêt caducifoliée et les conifères. La distribution spatiale des associations végétales se révèle assez complexe. Toutefois, le site de Vico se trouvant dans une région de moyenne montagne, ont pu se combiner les effets de l'altitude, de l'exposition aux vents et au soleil et la présence d'un niveau de condensation (nuages et brouillard) en montagnes. La sous-zone 7.1 est la plus thermophile au sein de la zone 7.

4.2.2. La sous-zone 7.2 (815-680 cm)

Elle commence avec des spectres steppiques de 815 à 778 cm (fig. 1). Cette sous-zone, entrecoupée de steppes, est caractérisée par le développement de *Picea* et de *Quercus* (fig. 2). Une zonation altitudinale appauvrie par rapport à la sous-zone précédente peut expliquer la présence conjointe de ces genres. La température est moins élevée que celle de la sous-zone 7.1. La concentration pollinique fluctue de manière remarquablement identique au rapport AP/NAP et atteint jusqu'à près de 450000 gr./g, valeur proche de celle atteinte lors de la dernière période forestière, (zone 5, Francus *et al.*, 1993).

4.2.3. La sous-zone 7.3 (680-550 cm)

Dans celle-ci, les rapports AP/NAP sont assez faibles en général mais les taxa d'arbres observés sont encore relativement thermophiles tels que *Quercus*, 2 à 5%, quelques grains de *Tilia* et de *Picea*. Cette zone s'achève sur un dernier pic d'arbres et par le redéveloppement de *Juniperus* au passage à la phase suivante (fig. 2). La concentration pollinique a nettement diminué et se rapproche de 100000 gr./g.

4.3. Au-dessus de la zone 7

De 550 à 120 cm, une autre période très froide (la zone pollinique 8) est survenue (fig. 1 et 2). Elle est interprétée comme plus froide que la zone 6 entre autres à cause de ses concentrations polliniques plus basses. Elle est attribuée au stade 2, s'étendant en Mer Tyrrhénienne selon Paterne *et al.* (1986) de 30-

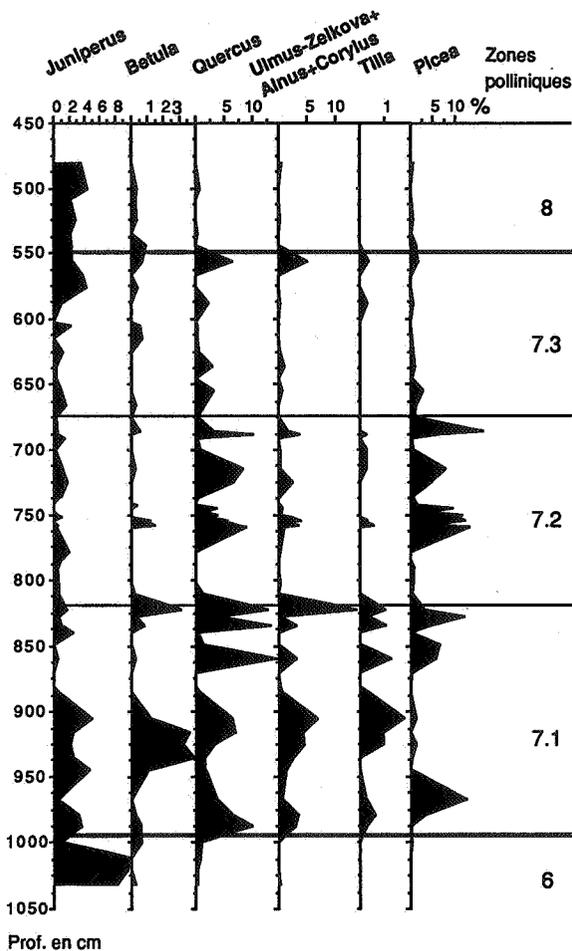


Figure 2. Quelques courbes de taxons d'arbres sélectionnées pour les profondeurs 1032 à 480 cm (sondages de Vico, Latium, Italie).

-26 à 13 ka. De 120 à 100 cm (la zone pollinique 9), une brutale augmentation des arbres, en particulier de *Corylus* et de *Tilia*, traduit un réchauffement soudain, attribué au Tardiglaciaire-Holocène. Les grains de pollen y sont mal conservés à cause d'un début de pédogenèse.

5. DISCUSSION

Une corrélation du diagramme pollinique de Vico avec la courbe bien datée des isotopes de l'oxygène du site du sondage KET 8004 en Mer Tyrrhénienne (fig. 2) permet de proposer un meilleur cadrage chronologique. Ensuite les fluctuations climatiques observées dans le sondage de Vico sont comparées à celles d'autres diagrammes palynologiques méditerranéens et d'Europe moyenne. Finalement en se basant sur une comparaison de Vico avec les sites palynologiques les mieux datés, un gradient climatique N-S à travers l'Europe est proposé.

5.1. Comparaison au sondage marin KET 8004 en Mer Tyrrhénienne

S'il est admis que le réchauffement du Tardiglaciaire-Holocène se trouve à 120 cm dans les sondages de Vico et que le maximum froid du stade 4 se trouve à Vico vers 1200 cm, une comparaison avec la courbe des isotopes de l'oxygène de KET 8004 à 40°N en Mer Tyrrhénienne (Paterne *et al.*, 1986) peut être dès lors tentée. Cette courbe climatique est bien datée car elle repose à la fois sur des datations ^{14}C et sur des corrélations des cinérites du sondage marin avec les éruptions volcaniques continentales datées par K/Ar et ^{14}C . Les auteurs ont attribué un âge moyen à chaque événement isotopique (fig. 2). La zone 7.1 de Vico qui est la plus tempérée pourrait correspondre aux événements 3.35 à 3.13, de 57 à 44.4 ka qui marquent les réchauffements les plus nets dans la courbe des isotopes. La date ^{14}C de plus de 42 ka à 7,15 m dans le sédiment de Vico indiquerait pour cette profondeur un âge plus ancien que celui du stade 3.12. Le passage du stade 3 au stade 2 est daté de 30-26 ka. Cela correspondrait à la fin de la zone pollinique 7. Le réchauffement marqué dans les spectres polliniques au passage Tardiglaciaire-Holocène ne peut être mis en corrélation avec un point précis du sondage KET 8004. Il se trouve entre 120 et 70 cm.

5.2. Comparaison avec d'autres diagrammes palynologiques européens

Le diagramme de Vico doit d'abord être comparé à celui de Frank (1969), non daté de manière absolue. Sa zone A se rapproche de la zone 7.2 de notre diagramme, par la présence de *Picea* et *Quercus*

dans les deux cas. Toutefois Frank propose un âge approximatif de 55 ka pour la fin de cette zone qu'il attribue à l'interstadaire du Brørup. Par ailleurs, la zone E de son sondage offre de similitudes avec la zone 9 de notre étude, avec dans les deux cas *Tilia* et *Corylus* indiquant un brusque réchauffement climatique. Cette zone E est mise en corrélation par Frank avec l'interstadaire Bølling-Allerød. La corrélation des zones est aisée car elle porte sur des sondages d'un même dépôt. Toutefois la chronologie proposée par Frank est discutable puisque sa zone A est maintenant avec une bonne certitude mise en corrélation dans nos sondages avec le stade isotopique 3, ce qui rajeunit sa proposition.

Le site le plus proche de Vico est celui de Valle di Castiglione (Follieri *et al.*, 1988) : 65 km au S, à seulement 44 m d'altitude. La zone VdC 16 mise en corrélation à la zone P de Tenaghi Philippon (Wijmstra 1969), à la zone J des Echets (Beaulieu and Reille, 1984) et à Pile de la Grande Pile (Woillard, 1978) et attribuée au stade isotopique 3 par les auteurs contient des pics de *Fagus*, de *Quercus*, de *Corylus* et d'*Ulmus*. Nous la rapprochons de la zone 7 de Vico. Au début de l'Holocène, un phénomène du même genre qu'à Vico, les mêmes taxa et la même brutalité du réchauffement, est aussi observable à la base de la zone VdC-18.

Le site du maar de Monticchio à l'E de Naples contient des sédiments non encore datés qui remontent aux derniers 70 ka ou selon une autre hypothèse au stade 7 (Watts, 1992 et comm. pers.). L'étude de ce long sondage continental est encore en cours. La zone pollinique de 34.5 à 26.5 m illustre un réchauffement certain mais d'amplitude moindre à celui de l'Holocène. Si nous prenons la première hypothèse, cette zone pourrait être corrélée à la zone 7 de Vico. Dans ce cas, ce site plus méridional aurait enregistré un réchauffement plus prononcé qu'à Vico. La partie supérieure de Monticchio contient l'Holocène (Watts, 1984) qui se marque par une pointe de *Betula* non observée à Vico et par une pointe de *Tilia*.

En Europe moyenne, la phase J des Echets (France) elle-même attribuée au stade isotopique 3 (Pons *et al.*, 1990) peut être mise en corrélation à la zone 7 de Vico. Il s'y trouve aussi une fluctuation de *Picea*, mais dans ce cas particulier accompagné par *Betula*.

Plus au N, à la Grande Pile (France), il semblerait que la zone 7 de Vico corresponde à la zone de Lanterne II (Woillard, 1978) qui est appelée zone pollinique 8 dans Pons *et al.* (1990), zone riche en petites fluctuations de *Picea*, *Corylus*, *Quercus* et

Betula. Cette zone est attribuée sans aucun doute au stade isotopique 3 (Woillard and Mook, 1982).

5.3. Gradient climatique N-S

En se basant sur la corrélation de la zone 7 de Vico avec le stade 3 de la courbe bien datée du sondage de KET 8004, il devient possible de proposer un gradient climatique du N au S de l'Europe pour le stade isotopique 3. Dans le N de l'Europe, ce stade n'a comme conséquence sur la végétation que de faibles fluctuations d'arbres de milieux frais et ouverts tels que *Betula* (La Grande Pile et les Echets). Au niveau de Rome (Vico), le cortège floristique s'enrichit d'espèces très thermophiles comme *Tilia*. A la même latitude mais à une altitude inférieure (Valle di Castiglione), le taux d'AP est plus élevé. Toutefois *Picea*, arbre d'altitude, reste peu abondant. Au niveau de Naples (Monticchio), si on accepte l'hypothèse de 70 ka, des successions végétales nettes sont même observables.

6. CONCLUSION

Il est clair que la zone 7 appartient au stade isotopique 3 qui est en gros un réchauffement au sein du dernier glaciaire, même s'il reste deux hypothèses sur l'âge des zones 1 à 5 du diagramme de Vico. L'amplitude de ce réchauffement est suffisante pour permettre à des tilleuls de pousser. Une certaine augmentation des précipitations a dû aussi avoir lieu pour autoriser la croissance d'arbres de milieux humides.

On peut considérer que la zone 7, relativement tempérée à Vico, est synchrone du stade isotopique 3 (57 à 30-26 ka dans KET 8004) et plus spécialement que la sous-zone 7.1 correspond aux stades 3.35 à 3.13 de 57 à 44.4 ka.

Il semble que l'on puisse en déduire un gradient climatique du N au S de l'Europe. Le stade 3, qui n'est que faiblement illustré dans le N correspond à des développements de plus en plus prononcés de la forêt caducifoliée vers le S.

REMERCIEMENTS

Nous sommes reconnaissantes de l'aide technique du laboratoire de Paléontologie et Paléogéographie fournie à la fois sur le terrain lors des sondages et en laboratoire lors des traitements palynologiques. Nous remercions G. Seret, G. Wansard et P. Francus pour les fructueuses discussions et la relecture du texte. Les commentaires de E. Juvigné et de M. Streel, lecteurs du manuscrit, ont contribué à améliorer ce texte. Nous leur en savons gré. Les recher-

ches auxquelles se rapportent cette publication ont été réalisées dans le cadre du 'Programme d'Impulsion "Global Change" financé par l'Etat Belge - Services du Premier Ministre - Programmation de la Politique Scientifique' ainsi que du contrat EPOCH avec la Commission Economique Européenne, convention CEE-EPOC 0004.

BIBLIOGRAPHIE

- BEAULIEU, J.-L. de & REILLE, M., 1984 - The pollen sequence of Les Echets (France): a new element for the chronology of the Upper Pleistocene. *Géographie phys. & Quaternaire*, **38/1**: 3-9.
- BERTAGNINI, A. & SBRANA, A., 1986 - Il vulcano di Vico : stratigrafia del complessa vulcanico e sequenze eruttive delle formazioni piroclastiche. *Mem. Soc. Geol. It.*, **35**: 699-713.
- DI PASQUALE, G., GARFI, G. & QUEZEL, P., 1992 - Sur la présence d'un *Zelkova* nouveau en Sicile sud-orientale (Ulmaceae). *Bioscosme Méso-géen*, Nice **8/4-9/1**: 401-409.
- DRICOT, E. & LEROY, S., 1989 - Peptization and sieving for palynological purposes. *Geobound*, **2**: 114-126.
- FOLLIERI, M., MAGRI, D. & SADORI, L., 1986 - Late Pleistocene *Zelkova* extinction in Central Italy. *New Phytologist*, **103**: 269-273.
- FOLLIERI, M., MAGRI, D. & SADORI, L., 1988 - 250,000-year pollen record from Valle di Castiglione (Roma). *Pollen & Spores*, **30-3/4**: 329-356.
- FRANCUS, P., LEROY, S., MERGEAI, I., SERET, G. & WANSARD, G., 1993 - A multidisciplinary study of the Vico maar sequence (Latium, Italy) : part of the last climatic cycle in the Mediterranean area. Preliminary results. In : Paleolimnology of European maar lakes. Negendank J. and Zolitschka B. (Eds). *Lect. Notes Earth Sciences*, Springer Verlag. 289-304.
- FRANK, A., 1969 - Pollen stratigraphy of the lake of Vico (central Italy). *Palaeog. Palaeocl. Palaeoec.*, **6**: 67-85.
- LAURENZI, M.A. & VILLA, I.M., 1985 - K/Ar chronology of the Vico volcano (Latium, Italy). *Abstracts and time schedule of IAVCEI, 1985 Scientific assembly*, Giardini-Naxos, Italy.
- LAURENZI, M.A. & VILLA, I.M., 1987 - $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ chronostratigraphy of Vico ignimbrites. *Per. Mineral.*, **56**: 285-293.
- PATERNE, M., GUICHARD, F., LABEYRIE, J., GILLOT, P.Y., & DUPLESSY, J.C., 1986 - Tyrrhenian Sea tephrochronology of the oxygen isotope record for the past 60,000 years. *Marine Geology*, **72**: 259-285.
- PONS, A., BEAULIEU, J.-L. de, GUIOT, J. & REILLE, M., 1990 - Vingt cinq ans de recherche en analyse pollinique. *Ecologia Mediterranea*, **16**: 169-193.

- WATTS, W.A., 1984 - Stages of climatic change from Full Glacial to Holocene in Northwest Spain, Southern France and Italy : comparison of the Atlantic coast and the Mediterranean basin. *CEC, Current Issues in Climate Res.*, D. Reidel Publishing Company, 101-112.
- WATTS, W.A., 1992 - A long pollen record from Lake Monticchio, Italy: pre-eemian to Holocene. *8th International Palynological Congress, Aix-en-Provence, Sept. 6-12, 1992*. Abstract, p. 158.
- WIJMSTRA, T., 1969 - Palynology of the first 30 meters of a 120 m deep section in Northern Greece. *Acta Bot.Neerl.*, **18/4**: 511-527.
- WOILLARD, G., 1978 - Grande Pile peat bog : a continuous pollen record for the last 140,000 years. *Quat. Res.*, **9/1**: 1-21.
- WOILLARD, G. & MOOK, W.G., 1982 - Carbon-14 dates at Grande Pile: correlation of land and sea chronologies. *Science*, **215**: 159-161.

Manuscrit reçu le 1er février 1993 et accepté pour publication le 22 mars 1993.