

# Végétation et climat au Pléistocène inférieur et moyen à La Pineta (Isernia, Italie)

Vincent Lebreton

Laboratoire de préhistoire du Muséum national d'histoire naturelle, UMR CNRS 6569, Institut de paléontologie humaine, 1, rue René-Panhard, 75013 Paris, France

Reçu le 18 octobre 2001 ; accepté le 17 décembre 2001

Présenté par Henry de Lumley

---

**Abstract – Early and Middle Pleistocene vegetation and climate in La Pineta (Isernia, Italy).** Palynological investigation from the Lower Palaeolithic site of La Pineta (Isernia, Molise) reports the environmental and climatic conditions of an old human occupation site in Italy, between the end of the Lower Pleistocene and the beginning of the Middle Pleistocene. The pollen record shows that the end of the Lower Pleistocene was marked by an arid episode. This is related to change in the climatic cycles periodicity from 41 to 100 ka, which occurred between 900 and 800 ka. The post-archaeological layers show new favourable moisture conditions at the beginning of the Middle Pleistocene, when the 100 ka cycles prevail. *To cite this article: V. Lebreton, C. R. Palevol 1 (2002) 11–17.* © 2002 Académie des sciences / Éditions scientifiques et médicales Elsevier SAS

palynology / palaeoenvironment / palaeoclimate / Lower Pleistocene / Middle Pleistocene / prehistory / Italy

**Résumé –** L'analyse pollinique du site du Paléolithique inférieur de La Pineta (Isernia, Molise) esquisse le cadre environnemental et climatique d'une occupation ancienne du territoire italien par des hominidés, entre la fin du Pléistocène inférieur et le début du Pléistocène moyen. La séquence pollinique montre une phase aride à la fin du Pléistocène inférieur, en relation avec le changement de périodicité de 41 à 100 ka des cycles climatiques, survenant entre 900 et 800 ka. Les dépôts postérieurs aux niveaux archéologiques témoignent d'une plus grande humidité au début du Pléistocène moyen, quand les cycles à 100 ka prédominent. *Pour citer cet article: V. Lebreton, C. R. Palevol 1 (2002) 11–17.* © 2002 Académie des sciences / Éditions scientifiques et médicales Elsevier SAS

palynologie / paléoenvironnement / paléoclimat / Pléistocène inférieur / Pléistocène moyen / préhistoire / Italie

---

## Abridged version

### 1. Introduction

The archaeological site of La Pineta (Isernia, Molise, Italy) (Fig. 1) has clear evidence for the presence of hominids in Central Italy since the beginning of the Middle Pleistocene [3]. The prehistoric site outcrops in an intramontainous lacustrine basin of Isernia–Venafro, in the upper part of the Volturno valley, at about 450 m a.s.l. Many faunal artefacts and a Lower Palaeolithic industry were discovered during the excavations [11–14].

Archaeological and palynological studies in La Pineta are part of a wider interdisciplinary research into the

first human populations of Europe and their environment. A contribution to the landscape evolution knowledge between the end of the Lower Pleistocene and the beginning of the Middle Pleistocene is provided by pollen analyses of the lacustrine and fluvial sediments of the Isernia–Venafro basin.

### 2. Stratigraphical and chronological setting

The filling up of the basin occurred between  $870 \pm 150$  and  $520 \pm 50$  ka [10]. Five stratigraphic units can be recognised [4, 5] (Fig. 2): lacustrine clays (U 5), lacustrine travertines (U 4), fluvial sediments with sands (U 3H and U 3G), loams (U 3F), colluviums with volcanic minerals

(U 3E), travertines (U 3D), gravels (U 3C and U 3B) and clays (U 3A), fluvial sands and gravels (U 2) and different overlying tuffs (U 1). The last lacustrine episode (U 5 and U 4) is related to the end of the Lower Pleistocene [7, 10], while the fluvial units (U 3, U 2 and U 1) are attributed to the beginning of the Middle Pleistocene [6, 7, 10, 18].

The archaeological layers (t.3a and t.3c) are included in U 3E. They have yielded a K/Ar date of  $736 \pm 40$  ka [6]. However, regarding results of other interdisciplinary research, this age should be too old. The presence of *Arvicola cantiana* [8] and the amino-acid age of  $550 \pm 140$  ka [1] seem to indicate that La Pineta is rather younger than previously concluded. However, La Pineta still attests to the presence of hominids in Italy in the first part of the Middle Pleistocene.

### 3. Lithostratigraphy of core S2

Pollen analyses were realised from core S2, which is closely related to the archaeological layers. Six different units were recognized and correlated to the stratigraphic units in the basin: (i) 0 to 2.30 m, sandy clay = U 3A; (ii) 2.30 to 2.60 m, sand with volcanic minerals U 3E; (iii) 2.60 to 2.65 m, archaeological layer t.3a; (iv) 2.65 to 3.10 m, silty clay loam = U 3F; (v) 3.10 to 3.25, travertine = U4; (vi) 3.25 to 20.10, lacustrine clay and loam = U 5.

### 4. Pollen diagram

Only U 5 and U 3A are rich enough in pollen to provide information about environment and climate before and after the hominid presence in La Pineta. Samples from U 4, U 3F and U 3E are all sterile in pollen material.

A detailed pollen diagram and a synthetic pollen diagram were established to enable the description of the main pollen taxa frequencies [9]. Here we present a simplified detailed pollen diagram where only the more significant pollen taxa are represented. The pollen record is divided in four pollen zones (Fig. 3). Zone I, II and III refer to U 5, before the human occupation. Zone IV is related to U 3A, after the archaeological layers.

Zone I shows high percentages of xerophilous and stepic vegetation with *Artemisia*, Poaceae, Chenopodiaceae and Asteraceae. *Pinus* is the only tree truly represented. Sub-zones Ia and Ib can be distinguished with the simultaneous increase of Chenopodiaceae and decrease of Poaceae.

In Zone II, the xerophilous vegetation slightly decreases. Chenopodiaceae disappear while *Typha/Sparganium* appears in the sequence. *Pinus* and *Quercus* are significant.

Zone III is marked by the evolution of the aquatic vegetation, such as *Typha/Sparganium* and Ranunculaceae. Sub-zone IIIa has the same characteristics than Zone II, just before the steeply rising curve of *Typha/Sparganium* in sub-zone IIIb. In sub-zone IIIc, *Typha/Sparganium* decreases and the Ranunculaceae increase, with a maximum peak in sub-zone IIIId, when *Pinus* and the mesophilous trees develop with *Quercus*.

Zone IV is above the archaeological deposits. It shows the progression of and the diversification of the tree taxa, such as *Pinus*, the mesophilous deciduous forest (*Quercus*, *Corylus*, *Castanea*, *Fagus*, *Fraxinus*, *Alnus*, *Carpinus* and *Betula*) and the Mediterranean forest elements (*Olea*, *Quercus ilex* type and *Phillyrea*).

Thus, even if the archaeological deposits contained in U 3E are pollen-sterile, they are inserted in a favourable dynamic of the vegetation where trees progress, between the top of U 5 and U 3A.

### 5. Environment and climate

This pollen record gives environmental and climatic information for a timescale covering the end of the Lower Pleistocene and the beginning of the Middle Pleistocene. The pollen rain recorded in the lacustrine basin has a fluvial and an aeolian origin. It allows the reconstruction of the local and regional vegetation developed on the bank of the lake or the river and on the slope of the nearest reliefs.

Zone I, with a large open steppic landscape, represents a full glacial period. Climate should be dry, with low temperatures. The lake extension is the minimum of the all sequences.

Zone II shows semi-open vegetation with a sparse mesophilous forest around the lake, during an interglacial period. Climate is slightly warmer and wetter than before, but not yet enough to allow a large development of the trees.

During Zone III, the lake begins to fill up. The environmental and climatic conditions are almost the same than in Zone II. Increasing of the mesophilous forest in sub-zone IIIId indicates that a warmer and wetter phase is developing, but moisture is not sufficient yet to allow a large development of the forest. All this Zone III could also be related to an interglacial period.

The mesophilous forest, the Mediterranean xerophytes and the hygrophilous trees are well developed in Zone IV. This shows a warm episode of an interglacial period, wet enough for time to allow the growth and diversity of arboreal vegetation.

### 6. Discussion

Pollen analyses from La Pineta can be correlated to other pollen data from the Lower and Middle Pleistocene in central Italy. They can also be related to the periodic change of the climatic cycles that occurred during the Quaternary.

Zones I, II and III are dated to the end of the Lower Pleistocene, when the 41 ka periods (forced by orbital obliquity) of the climatic cycles changed for 100 ka periods (forced by orbital eccentricity) around 900–800 ka [15]. At that time, the climate was very dry in central Italy, even during interglacial periods. This was shown in Colle Curti and Cesi (Umbro-Marchean Apennine Mountains) [2] and here confirmed in La Pineta (Molise).

In Zone IV, dated to the first part of the Middle Pleistocene, climatic cycles are definitely forced by orbital

eccentricity, with 100 ka periods [15]. Moisture becomes important again, allowing the development of trees during the interglacial period. This is described in the Vallo di Diano (Campania) [16, 17] as in La Pineta (Molise).

## 7. Conclusion

Pollen analyses from La Pineta shows the evolution of environment and climate between the end of Lower

Pleistocene and the beginning of the Middle Pleistocene in central Italy. This pollen data can easily be related with the archaeological level, even if certain are sterile in pollen. This new pollen record confirms that aridity was the most important climatic parameter when the climatic cycle changed from the 41 to 100 ka rhythm, around 900–800 ka. Wetter climate conditions prevailed again only when the 100 ka were dominant at the beginning of the Middle Pleistocene.

## 1. Introduction

Le site archéologique de La Pineta témoigne de la présence d'hominidés en Italie centrale dès le début du Pléistocène moyen [3]. Les fouilles systématiques entreprises sur le gisement ont livré une faune abondante, associée à de nombreux artefacts lithiques rapportés à une phase culturelle ancienne du Paléolithique inférieur [11–14].

Cette étude palynologique s'inscrit dans la thématique de recherche pluridisciplinaire menée sur les premiers peuplements de l'Europe. Dans le cas présent, elle apporte des informations sur le cadre environnemental et climatique des occupations anciennes du territoire italien par des hominidés.

Le site a été mis au jour dans le remplissage d'un bassin lacustre intra-montagneux, comblé pendant le Pléistocène moyen. L'analyse pollinique de La Pineta intéresse exclusivement des dépôts lacustres et fluviaux, propices à la conservation du matériel pollinique, du fait du mode de sédimentation et de l'évolution des sédiments après leur dépôt. Les analyses des niveaux encadrant cette occupation humaine doivent permettre de reconstituer l'évolution du paysage local et régional en Italie centrale, entre la fin du Pléistocène inférieur et le début du Pléistocène moyen.

## 2. Cadre stratigraphique et chronologique de l'étude

Le gisement de La Pineta, au sud de la ville d'Isernia (Molise, Italie), affleure dans le bassin intra-montagneux d'Isernia–Venafro, au cœur des Apennins centraux, dans la haute vallée du Volturno, à 450 m d'altitude (Fig. 1).

Le remplissage du bassin, avec une succession de corps sédimentaires lacustres puis fluviaux, est daté par K/Ar entre  $870 \pm 150$  et  $520 \pm 50$  ka [10]. Pendant cette période, qui s'étend de la fin du Pléistocène inférieur au début du Pléistocène moyen, le bassin a connu des phases successives de sédimentation et d'érosion, contrôlées par les variations climatiques, le volcanisme et l'activité tectonique.

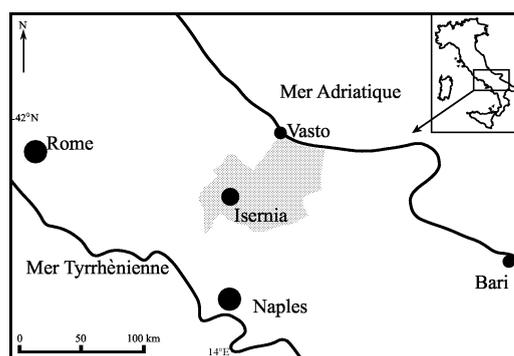


Figure 1. Localisation géographique de La Pineta.

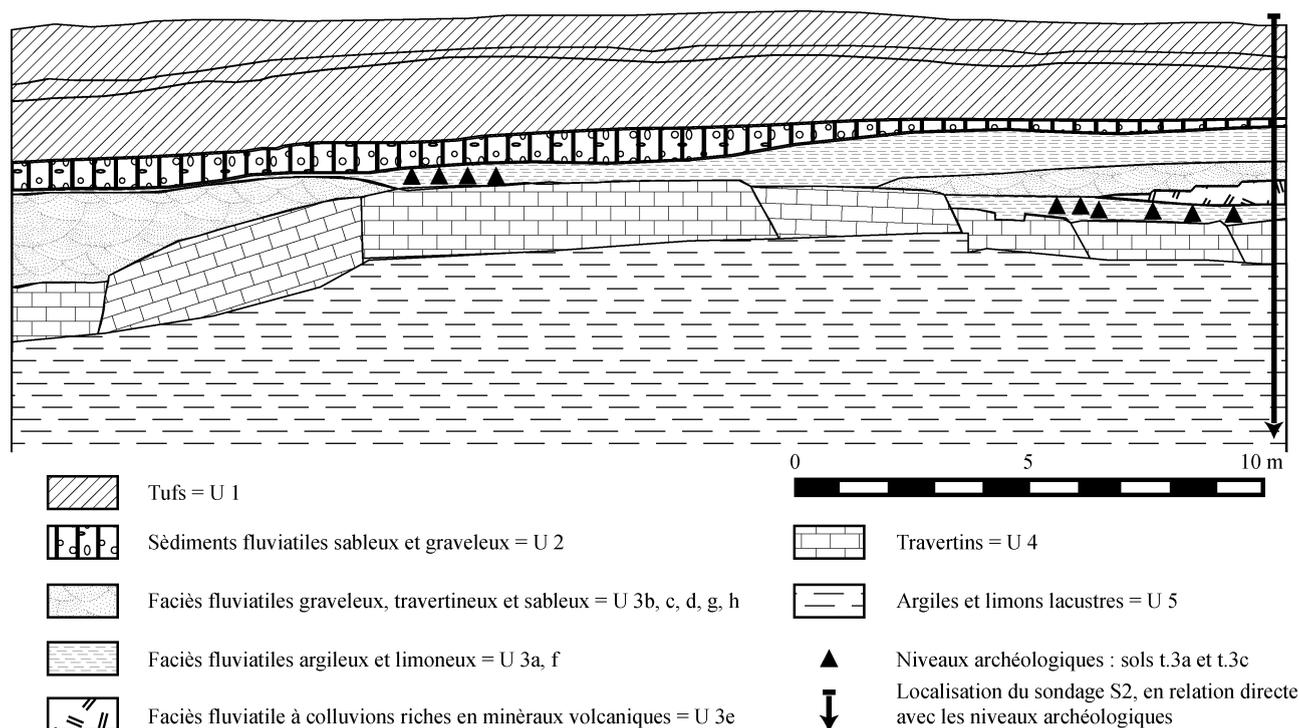
Figure 1. Geographical location of La Pineta.

Les coupes dégagées sur le site et les affleurements proches permettent de définir cinq unités stratigraphiques pour ce bassin (Fig. 2) [4, 5] :

- U 5 : argile lacustre pouvant atteindre 50 m d'épaisseur au centre du bassin ;
- U 4 : travertin lacustre ;
- U 3 : faciès fluviaux avec sables (U 3H et U 3G), limons (U 3F), colluvions riches en minéraux volcaniques (U 3E), travertins (U 3D), graviers (U 3C et U 3B) et argiles (U 3A) ;
- U 2 : sédiments fluviaux sableux et graveleux ;
- U 1 : tufs superposés en position primaire.

Les argiles et les travertins des unités 5 et 4 représentent le dernier épisode de sédimentation lacustre du bassin d'Isernia–Venafro. Le paléomagnétisme inverse [7] et les datations K/Ar [9] placent ces deux unités à la fin du Pléistocène inférieur. Les unités stratigraphiques ultérieures 3, 2 et 1 sont attribuées au début du Pléistocène moyen [6, 7, 10, 18].

Plus spécifiquement, les niveaux archéologiques de La Pineta (sols t.3a et t.3c) affleurent dans l'unité 3E et sont datés de  $736 \pm 40$  ka par K/Ar [6], au début du Pléistocène moyen. Cet âge est certainement trop ancien au regard de la présence d'*Arvicola cantiana* dans les dépôts archéologiques [8] et de la date plus récente de  $550 \pm 140$  ka obtenue par la méthode de la racémisation des acides aminés [1]. Le site de la Pineta témoigne alors plutôt de la présence



**Figure 2.** Synthèse stratigraphique des formations quaternaires du bassin d'Isernia-Venafro observées à proximité de La Pineta (d'après Cremaschi et Peretto [5]).

**Figure 2.** Stratigraphical synthesis of the Quaternary deposits in the Isernia-Venafro basin as observed around La Pineta (from Cremaschi and Peretto [5]).

d'hominidés en Italie centrale, dans la première partie du Pléistocène moyen.

### 3. Lithostratigraphie du sondage S2

Un sondage (S2) est réalisé à proximité du gisement de La Pineta, en relation directe avec les dépôts archéologiques. Les formations suivantes sont rencontrées et corrélées aux unités stratigraphiques fluviatiles et lacustres définies à l'échelle du bassin :

- de la surface à 2,30 m : argile sableuse (U 3A) ;
- de 2,30 à 2,60 m : sable grossier riche en minéraux volcaniques (U 3E) ;
- de 2,60 à 2,65 m : nombreux restes osseux (sol archéologique t.3a) ;
- de 2,65 à 3,10 m : limon argileux (U 3F) ;
- de 3,10 à 3,25 m : travertins (U 4) ;
- de 3,25 à 20,10 m : argile et limon lacustres (U 5).

### 4. Analyse pollinique

Les résultats intéressent essentiellement les argiles lacustres U 5, qui précèdent l'occupation du site par des hominidés. Les niveaux corrélés aux travertins U 4 et aux sédiments fluviatiles U 3F et U 3E sont stériles. Il n'a donc pas été possible de reconstituer le

paysage contemporain de l'occupation humaine. Par ailleurs, seuls deux échantillons au sommet de l'unité U 3A renseignent sur l'environnement et le climat postérieurs à l'occupation du site par des hominidés.

La séquence pollinique est subdivisée en 4 zones. La description complète des variations des fréquences du pollen des principaux taxons observés sur les diagrammes polliniques détaillé et synthétique [9] est ici résumée à partir du diagramme pollinique simplifié (Fig. 3).

Les zones I, II et III se rattachent aux argiles lacustres U 5, antérieures aux niveaux archéologiques.

Dans la zone I, *Artemisia*, les Poaceae, les Chenopodiaceae et les Asteraceae (Asteroideae et Cichorioideae) sont les herbacées les mieux représentées. *Plantago* et *Thalictrum* sont associés au développement maximum de cette végétation xérophile et steppique. *Pinus* est le seul arbre significatif. La progression des Chenopodiaceae et la régression des Poaceae permettent de distinguer les sous-zones Ia et Ib.

Les herbacées xérophiles ont considérablement régressé dans la zone II. Les Chenopodiaceae ont disparu. Le taxon aquatique *Typha/Sparganium* apparaît au sein de la séquence. *Pinus* et *Quercus* sont enregistrés avec des pourcentages significatifs.

Après un hiatus de prélèvement, la zone III est marquée par l'évolution de la végétation aquatique avec

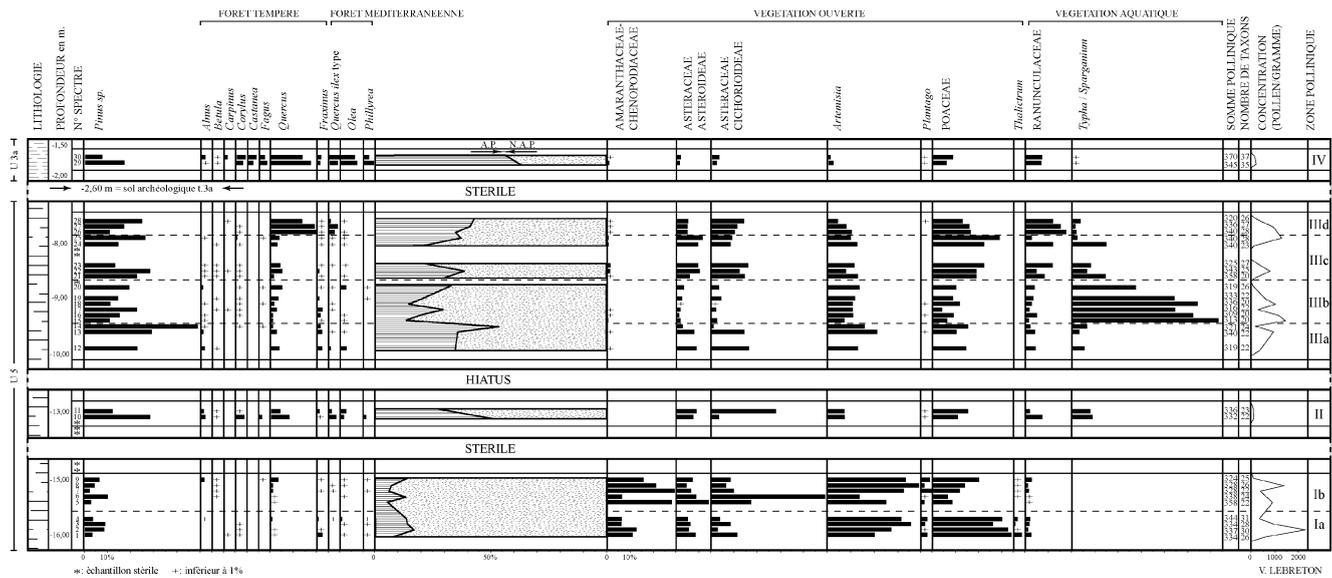


Figure 3. Diagramme pollinique des taxons les plus significatifs du sondage S2 de La Pineta (Isernia, Molise). Altitude : +451 m.

Figure 3. Pollen diagram representing the most significant taxa of core S2 from La Pineta (Isernia, Molise). +451 m a.s.l.

les variations de *Typha/Sparganium* et des Ranunculaceae. La sous-zone IIIa présente les mêmes caractéristiques polliniques que la zone II, avant la brusque augmentation de *Typha/Sparganium* dans la sous-zone IIIb. En faisant abstraction des pourcentages de ce taxon aquatique, les autres taxons sont stables. Dans la sous-zone IIIc, *Typha/Sparganium* régresse et les Ranunculaceae se développent, avec un essor maximum dans la sous-zone IIIc. Dans cette sous-zone, les herbacées xérophiles évoluent peu quand *Pinus* progresse, de même que les feuillus mésophiles caducifoliés, avec essentiellement *Quercus*.

La zone IV est postérieure au niveau archéologique t.3a. Les arbres ont progressé et se sont diversifiés. Aux côtés de *Pinus* et *Quercus*, les mésophiles caducifoliés (*Corylus*, *Castanea*, *Fagus*, *Fraxinus*, *Alnus*, *Carpinus* et *Betula*) et les éléments de la forêt méditerranéenne (*Olea*, *Quercus t. ilex* et *Phillyrea*) sont bien développés.

Ainsi, les niveaux archéologiques, qui sont stériles en pollen, s'insèrent dans une dynamique favorable de la végétation où le couvert d'arbres progresse, et les hommes préhistoriques de La Pineta ont sans doute évolué dans ce type de paysage.

## 5. Environnement et climat

La séquence pollinique de La Pineta esquisse le cadre environnemental et climatique depuis la fin du Pléistocène inférieur jusqu'au début du Pléistocène moyen, en encadrant notamment les dépôts archéologiques de La Pineta. Les apports polliniques au sein

du bassin lacustre, d'origine éolienne et fluviale, reflètent l'évolution de la mosaïque de la végétation locale et régionale installée à proximité des berges du lac et sur les pentes des reliefs proches.

La zone I témoigne d'un milieu ouvert, avec un paysage steppique à *Artemisia*, évoquant un épisode glaciaire. L'importance des Chenopodiaceae à ce seul moment de la séquence traduit probablement la signification édaphique de ce taxon, qui doit coloniser les rives du lac, dont l'extension est ici minimale. Le climat doit être très sec, avec des températures basses.

La zone II évoque une végétation semi-ouverte. Une forêt mésophile caducifoliée clairsemée, représentée surtout par *Quercus*, est installée sur les reliefs proches de moyenne altitude. Ce paysage se met en place à la faveur d'un climat frais, moins aride que précédemment. L'humidité n'est toutefois pas suffisante pour permettre le développement maximum de la forêt mésophile caducifoliée. Une phase de remise en eau affecte le lac et provoque la régression et la disparition de la végétation édaphique développée sur les berges, comme les Chenopodiaceae. Cet épisode est attribué au début ou à la fin d'un interglaciaire.

La progression de la végétation aquatique pendant la zone III pourrait témoigner du comblement progressif du lac. Le reste du couvert végétal est stable et le climat n'évolue finalement pas ou que peu par rapport à la zone II. Seule la progression de la forêt mésophile caducifoliée en IIIc traduit une reprise sensible des températures et de l'humidité, mais encore insuffisante pour permettre le développement des arbres. La zone III dans son ensemble peut également être rattachée au début ou à la fin d'un épisode interglaciaire.

Enfin, la zone IV témoigne de la progression et de la diversification des groupements arborés : forêt mésophile caducifoliée en moyenne altitude, éléments méditerranéens à des altitudes plus basses et ripisylve sur les berges des rivières. Le climat est celui d'un épisode interglaciaire tempéré chaud, suffisamment humide, cette fois, pour permettre le développement de la végétation arborée.

## 6. Discussion

Les analyses du site de La Pineta à Isernia documentent, sous la forme d'images ponctuelles, l'état de la végétation avant et après la limite du Pléistocène inférieur et moyen, dans un bassin intra-montagneux de l'Italie centrale. Ces résultats peuvent être comparés avec les autres données polliniques connues pour cette région et reliés avec les variations de la périodicité des cycles climatiques pendant le Quaternaire.

Au vu de la date de  $736 \pm 40$  ka du sol archéologique t.3a de La Pineta [6] et des données du paléomagnétisme [7], les zones polliniques I, II et III se rattachent à la fin du Pléistocène inférieur et correspondent à une période glaciaire et aux marges d'un ou plusieurs interglaciaires. Cette attribution chronologique coïncide, pour les paramètres orbitaux réglant les cycles climatiques, avec la transition entre les cycles forcés par l'obliquité, avec des périodes de 41 ka, et les cycles où prédomine l'excentricité, avec une rythmicité de 100 ka, survenant entre 900 et 800 ka [15]. Les données polliniques de La Pineta s'accordent avec les analyses des séquences de Colle Curti et Cesi, dans les Apennins ombro-marchesans, qui retracent la dynamique de la végétation entre 990 et 700–600 ka [2]. Pour ces périodes de la fin du Pléistocène inférieur, en Italie centrale, le climat était extrêmement aride, même pendant les interglaciaires ; l'humidité n'était jamais suffisante pour permettre l'essor de la végétation arborée.

À l'inverse, la zone IV se rattache au début du Pléistocène moyen et correspond à une période glaciaire, lorsque les cycles climatiques sont forcés par

l'excentricité, avec des périodes de 100 ka [15]. La séquence de Vallo di Diano, en Campanie, décrit deux cycles climatiques couvrant l'intervalle entre 650 et 450 ka [16, 17]. Pendant cette période, l'humidité, lors des interglaciaires, est suffisante pour permettre l'essor de la forêt mésophile caducifoliée, comme c'est le cas pour le sommet de la séquence de la Pineta.

## 7. Conclusion

Les analyses polliniques du sondage S2 de La Pineta offrent des images ponctuelles de la végétation installée autour du lac, d'une part, vers la fin du Pléistocène inférieur et, d'autre part, vers le début du Pléistocène moyen.

La base de la séquence, avant l'occupation du site par des hominidés, témoigne des conditions arides qui semblent prévaloir en Italie centrale à la fin du Pléistocène inférieur. Le glaciaire de la zone I et les interglaciaires des zones II et III correspondent à un paysage ouvert à semi-ouvert, avec une phase climatique aride, jamais assez humide pendant les interglaciaires pour permettre le développement de la forêt mésophile caducifoliée. Cette période coïncide avec la transition des cycles climatiques de 41 à 100 ka, survenant entre 900 et 800 ka, lors du forçage prédominant de l'obliquité par l'excentricité dans les cycles glaciaire–interglaciaire.

L'épisode interglaciaire franchement humide de la zone IV, pendant lequel la flore arborée progresse et se diversifie, relève clairement du Pléistocène moyen, après l'occupation du gisement par des hommes préhistoriques. Le facteur humidité ne reprend une place prépondérante pendant les interglaciaires que lorsque les cycles climatiques sont forcés par l'excentricité, avec des périodes de 100 ka réglant désormais les cycles glaciaire–interglaciaire.

L'aridité semble donc être caractéristique du climat lors du forçage de l'obliquité par l'excentricité à la fin du Pléistocène inférieur, l'humidité ne prenant le dessus qu'à partir du Pléistocène moyen.

**Remerciements.** L'auteur remercie le Professeur Armand Pons, rapporteur de cette note, dont les critiques constructives ont permis d'améliorer la première version du manuscrit.

## Références

[1] G. Belluomini, L. Manfra, M.R. Palombo, A recent amino-chronology of Pleistocene mammals from Rome area and Isernia-La Pineta deposits (Italy), *Geol. Rom.* 33 (1997) 73–79.

[2] A. Bertini, Pollen record from Colle Curti and Cesi: Early and Middle Pleistocene mammal sites in the Umbro-Marchean Apennine Mountains (central Italy), *J. Quat. Sci.* 15 (8) (2000) 825–840.

[3] M. Coltorti, M. Cremaschi, M.C. Delitala, D. Esu, M. Fornaseri, A. Mc Pherron, M. Nicoletti, R. van Otterloo, B. Sala, V. Schmidt, J. Sevink, Reversed magnetic polarity at Isernia La Pineta, a new Lower Palaeolithic site in central Italy, *Nature* 300 (1982) 173–176.

[4] M. Cremaschi, La serie pleistocenica di Isernia la Pineta (Molise) e la posizione stratigrafica dei suoli d'abitato paleolitici in essa inclusi, in: C. Peretto, C. Terzani, M. Cremaschi (Eds.), Isernia

La Pineta, un accapamento più antico di 700 000 anni, Calderini, Bologna, 1983, pp. 49–62.

[5] M. Cremaschi, C. Peretto, Les sols d'habitat du site paléolithique d'Isernia la Pineta (Molise, Italie centrale), *L'Anthropologie* 92 (4) (1988) 1017–1040.

[6] M.C. Delitala, M. Fornaseri, M. Nicoletti, Datazioni argon-potassio sulla serie pleistocenica di Isernia La Pineta, in: C. Peretto, C. Terzani, M. Cremaschi (Eds.), *Isernia La Pineta, un accapamento più antico di 700 000 anni*, Calderini, Bologna, 1983, pp. 65–66.

[7] J. Gagnepain, Étude magnétostratigraphique de sites du Pléistocène inférieur et moyen des Alpes-Maritimes et d'Italie : grotte du Vallonnet, Marina Airport, Ca' Belvedere di Monte Poggiolo, Isernia la Pineta, Venosa Loreto, thèse, Muséum national d'histoire naturelle de Paris, France, 1996, 615 p.

[8] W. van Koenigswald, T. van Kolfschoten, The *Mimomys-Arvicola* boundary and the enamel thickness quotient (SDQ) of *Arvicola* as stratigraphic markers in the Middle Pleistocene, in: C. Turner (Ed.), *The early Middle Pleistocene in Europe*, Balkema, Rotterdam, 1996, pp. 211–226.

[9] V. Lebreton, Paysages et climats contemporains des premiers hominidés en Italie. Analyse pollinique des sites du Pléistocène inférieur et moyen de Ca' Belvedere di Monte Poggiolo (Forlì, Emilie-Romagne) et de La Pineta (Isernia, Molise), thèse, Muséum national d'histoire naturelle de Paris, France, 2001, 261 p.

[10] R. van Otterloo, J. Sevink, The Quaternary evolution of the Upper-Volturno basin, in: C. Peretto, C. Terzani, M. Cremaschi (Eds.), *Isernia La Pineta, un accapamento più antico di 700 000 anni*, Calderini, Bologna, 1983, pp. 35–39.

[11] C. Peretto, Le industrie litiche del giacimento paleolitico di Isernia la Pineta. La tipologia, le tracce di utilizzazione, la sperimentazione, Cosmo Iannone Editore, Isernia, 1994.

[12] C. Peretto, I reperti paleontologici di Isernia La Pineta, Cosmo Iannone Editore, Isernia, 1996.

[13] C. Peretto, I suoli d'abitato del giacimento paleolitico di Isernia La Pineta. Natura e distribuzione dei reperti, Cosmo Iannone Editore, Isernia, 1999.

[14] C. Peretto, C. Terzani, M. Cremaschi, *Isernia La Pineta, un accapamento più antico di 700 000 anni*, Calderini, Bologna, 1983.

[15] W.F. Ruddiman, M.E. Raymo, D.G. Martinson, B.M. Clement, J. Backman, Pleistocene evolution: northern hemisphere ice sheets and North Atlantic Ocean, *Paleoceanography* 2 (4) (1989) 353–412.

[16] E. Russo Ermolli, R. Cheddadi, Climatic reconstruction during the Middle Pleistocene: a pollen record from Vallo di Diano (southern Italy), *Geobios* 30 (6) (1997) 735–744.

[17] E. Russo Ermolli, E. Juvigné, S. Bernasconi, L. Brancaccio, A. Cinque, L. Lirer, A. Ozer, N. Santangelo, Le premier stratotype continental de quatre stades isotopiques successifs du Pléistocène moyen pour le bassin méditerranéen septentrional : le Vallo di Diano (Campanie, Italie), *C. R. Acad. Sci. Paris, série IIA* 321 (1995) 877–884.

[18] J. Sevink, E.H. Hebeda, H.N.A. Priem, R.H. Verschure, A note on an approximately 730 000 year old mammal fauna and associated human activity sites near Isernia, Central-Italy, *J. Archaeol. Sci.* 8 (1981) 105–106.