

Paléontologie humaine et Préhistoire

# Place de la palynologie archéologique, au regard des longues séquences polliniques de référence

Josette Renault-Miskovsky, Vincent Lebreton \*

UMR 5198 du CNRS, unité de palynologie, département de Préhistoire du Muséum national d'histoire naturelle,  
Institut de paléontologie humaine, 1, rue René-Panhard, 75013 Paris, France

Reçu le 23 novembre 2004 ; accepté après révision le 23 septembre 2005

Disponible sur internet le 01 décembre 2005

Rédigé à l'invitation du Comité éditorial

## Résumé

Les analyses polliniques de dépôts archéologiques ou encadrant des niveaux d'occupations préhistoriques contribuent à la connaissance de la flore, de l'environnement et du climat contemporains de l'installation des Hominidés sur un territoire. Les résultats ponctuels sont corrélés avec des épisodes glaciaires et interglaciaires de portée plus régionale, issus de longues séquences sédimentaires. Les informations paléoenvironnementales et paléoclimatiques traitées sont placées dans le cadre chronologique du Quaternaire et de la Préhistoire. Les sites de plein air de Ca' Belvedere di Monte Poggiolo et La Pineta (Italie) et de la grotte du Vallonnet (Sud-Est de la France) témoignent des premières occupations de l'Europe méditerranéenne dès le Pléistocène inférieur. Les analyses palynologiques entreprises sur ces gisements illustrent ponctuellement le paysage de l'Homme fossile et sont mises en parallèle avec les séquences polliniques enregistrant en continu quelques cycles climatiques du début du Quaternaire. **Pour citer cet article : J. Renault-Miskovsky, V. Lebreton, C. R. Palevol 5 (2006).**

© 2005 Académie des sciences. Publié par Elsevier SAS. Tous droits réservés.

## Abstract

**Archaeological palynology with regards to long pollen records.** Pollen analyses from archaeological deposits or from framing prehistoric occupation layers are a contribution to the knowledge of the flora, environment and climate conditions synchronous of occupations of a territory by Hominids. Palynological results are compared with glacial and interglacial episodes from long pollen sequences. Palaeoenvironmental and palaeoclimatic data are interpreted and placed within the Quaternary and Prehistory chronological framework. The Ca' Belvedere di Monte Poggiolo and La Pineta open-air sites (Italy) and the Vallonnet cave (South-East of France) show evidences for an early colonization of the European Mediterranean basin during the Early Pleistocene. Pollen analyses undertaken in those prehistoric sites have provided new data on the Hominid and their surrounding landscapes. These data are faced with some Early Pleistocene climatic cycles recorded in long and continuous pollen sequences. **To cite this article: J. Renault-Miskovsky, V. Lebreton, C. R. Palevol 5 (2006).**

© 2005 Académie des sciences. Publié par Elsevier SAS. Tous droits réservés.

**Mots clés :** Palynologie ; Paléoenvironnement ; Paléoclimatologie ; Pléistocène inférieur ; Pléistocène moyen ; Préhistoire ; France méditerranéenne ; Italie

**Keywords:** Palynology; Palaeoenvironment; Palaeoclimatology; Early Pleistocene; Middle Pleistocene; Prehistory; French Mediterranean area; Italy

\* Auteur correspondant.

Adresses e-mail : [jrm@mnhn.fr](mailto:jrm@mnhn.fr) (J. Renault-Miskovsky), [lebreton@mnhn.fr](mailto:lebreton@mnhn.fr) (V. Lebreton).

## Abridged English version

### Introduction

Peaty, lacustrine and marine deposits are relevant sediments for pollen investigations. Pollen analyses undertaken on such sediments may provide long and continuous pollen records. They may help in reconstructing the vegetation and climate changes during the Quaternary (see [41], for example). However, prehistoric settlements are often distant from these long pollen records [1]. Regarding the environment of prehistoric men, it is necessary to consider pollen analyses undertaken in archaeological contexts, even if they offer discontinuous and selective data. Taphonomic processes could affect the pollen material [36] and discontinuous sequences should be discussed with regards to long pollen records. Such studies focusing on the vegetation similarities is obtained from pollen analyses from the Lower Palaeolithic sites of Ca' Belvedere di Monte Poggiolo (Italy), La Pineta (Italy) and the Vallonnet Cave (France).

### The Ca' Belvedere di Monte Poggiolo open-air site

The Ca' Belvedere di Monte Poggiolo Lower Palaeolithic site, located in northern Italy, revealed numerous artefacts of an archaic industry and attests to an early human occupation of the Italian peninsula during the Early Pleistocene [14,28] (Fig. 1). Pollen analyses from Monte Poggiolo document the environmental and climatic conditions prevailing in the Southern Po Plain, just prior to the human occupation of the territory [17]. Only the marine clayey samples from the lower part of both MP1 and MP6 cores taken in the immediate vicinity of the site were rich enough in pollen material.

Principal components analyses performed on the raw pollen data allowed us to identify three vegetation groups (Fig. 2) which are correlated with the actual vegetation structures [21,23,29]. (i) The open vegetation taxa are developed in the coastal plain and have an edaphic significance. (ii) The mesophilous and thermophilous deciduous broad-leaved forest taxa are developed in the meso- and supra-Mediterranean belts, while (iii) the coniferous forest taxa are present in the oro-Mediterranean belt. Ratio between the deciduous broad-leaved forests and the altitudinal coniferous forests in the synthetic pollen records (Fig. 3) reflects the glacial–interglacial successions.

The MP1 and MP6 pollen sequences (Fig. 3) examined describe the vegetation evolution during a short time covering two interglacial periods with temperate

and humid climate, separated by a glacial episode with cool and dry conditions. Both interglacial periods end with a short transition episode with coniferous expansion predicting the next glacial period. The end of the glacial period records a short transition episode with increasing moisture and temperature. Climatic variations seem to depend more on the dryness evolution rather than on the temperatures.

Both pollen sequences are ascribed to an Early Pleistocene age [14,28]. Referring to the 41-ka climatic cycles occurring in this Early Quaternary stage [37], with 25 ka for the glacial periods [9], the MP1 and MP6 pollen records could fit to a ca. 55 ka interval.

### La Pineta open-air site

La Pineta, in central Italy, has yielded numerous lithic artefacts and faunal remains attesting to a human occupation of the Isernia–Venafro intra-mountainous basin at the beginning of the Middle Pleistocene [7,24–27] (Fig. 1). The filling up of the basin occurred between  $870 \pm 150$  and  $520 \pm 50$  ka [22]. Five stratigraphic units can be recognized [10,11] with lacustrine deposits (U5 and U4) related to the end of the Early Pleistocene [13,22] and fluvial deposits (U4, U3F to U3A, U2 and U1) attributed to the beginning of the Middle Pleistocene [12,13,22,40]. The archaeological layers are included in U3E, dated to  $736 \pm 40$  ka (K/Ar) [12]. Presence of *Arvicola cantiana* [15], the amino-acid age of  $550 \pm 140$  ka [2] and recent data giving a 600-ka age (40Ar/39Ar) [8] seem to indicate that La Pineta is rather younger than previously concluded. Pollen analyses have been undertaken on core S2, sampled just near the prehistoric settlement and going through U5, U4, U3F, U3E and U3A [16,17], but pollen grains are encountered only within U5 and U3A (Fig. 4).

Pollen zones I, II and III in U5 are assigned to the end of the Early Pleistocene, before the human occupation. Open landscape in zone I reflects cold and dry climatic parameters during a glacial episode. Zones II and III show semi-open vegetation with a scattered mesophilous forest, probably occurring during interglacials with warmer and wetter conditions, although moisture was not sufficient to allow a 'large' development of the forest. Zone IV from U3A (beginning of the Middle Pleistocene, after the human occupation) shows the expansion of the Mesophilous forest, the Mediterranean xerophytes and the hygrophilous trees, with a larger number of A.P. taxa in each samples. This warm interglacial period is wet enough to allow arboreal vegetation to grow and diversify.

## The Vallonnet Cave

The Vallonnet Cave, in the ‘Alpes-Maritimes’ department (France), is still today the oldest evidence for a prehistoric occupation in a cave, yielding a Lower Palaeolithic industry [19] (Fig. 1). Five stratigraphic sets are established [19] (Figs. 5 and 6) : (i) lower stalagmite floor, (ii) marine-sands, (iii) clay, mud and sand deposits containing archaeological remains, (iv) upper stalagmite floor and (v) colluviums. Palaeomagnetism (with Jaramillo event) [19], the Epivillafranchian faunal remains [20], rodent fauna [6] and the 1,4 Ma and 0,9 Ma ESR data [42] indicate an Early Pleistocene age towards 1 Ma for the human occupation of the site.

Pollen analyses show five distinct environmental and climatic phases [32–35] (Fig. 6). The first one, in the lower stalagmite floor, presents a broad-leaved forest with *Platanus* and *Pterocarya*, developed during an interglacial period with hot and wet conditions. The second zone corresponds to the marine-sands, which recorded the temperature optimum within the pollen sequences with an important thermophilous forest. The third zone documents the first 2/3 of the archaeological deposits. The open steppe-like landscape is related to a glacial cold and dry climate. Presence of few Mediterranean elements is supposed to reinforce the hypothesis of tree refugia for this area during cold episodes. The renewal tree spread in the fourth zone indicates a temperature increase occurring during an interstadial period or a new interglacial. The diversified forest vegetation in the fifth zone (upper stalagmite floor) is supposed to take place during a temperate-hot interglacial with important moisture. Pollen spectra from colluviums cannot be considered for palaeoenvironment and palaeoclimate reconstructions because of reworked material.

## Discussion

Correlations between pollen analyses in archaeological context and long and continuous pollen records have to be examined.

In Leffe [18,30,31], the Early Pleistocene, ca. 40 000–50 000 ka, climatic cycles present the same evolution and transitions than in Monte Poggiolo [17], but they are higher resolution recorded. The Juglandaceae (with *Carya* up to 30%) compose the thermophilous forest during the interglacial optima, as in the lower part of the Vallonnet sequence [32–35]. In the Stirone River pollen records [4,5], both coniferous and thermophilous forest evolution is reported to glacial-interglacial alternations. The same evolution is re-

corded in Monte Poggiolo [16], but in the Vallonnet Cave the coniferous forest is probably too far from the site to be detected in the pollen assemblage [32–35].

The Colle Curti and Cesi pollen sequences are running from the end of the Early Pleistocene to the beginning of the Middle Pleistocene [3]. Increasing aridity is recorded during the transition from 41 ka to 100 ka climatic cycles, around ca. 900–800 ka [37]. Thermophilous forest cannot develop even during the interglacial periods because of dry condition. The Vallo di Dianio Middle Pleistocene pollen record [38,39] indicates that favourable moisture conditions are encountered when the 100 ka cycles are definitely prevailing. Those climate changes are discontinuously revealed in the upper part of the Vallonnet record [32–35] and in La Pineta pollen sequence [16,17].

## Conclusion

Pollen analyses undertaken on three Early Pleistocene prehistoric settlements present discontinuous sequences which may be ‘correlated’ with long and continuous pollen records. Fine analysis of pollen spectra obtained from archaeological deposits and making correlations with reliable continuous pollen sequences may help reconstructing palaeoenvironment and palaeoclimates in connection with human occupations. Palynology from Lower Palaeolithic sites is a contribution to the multidisciplinary studies on the first colonization and occupation of the European territory.

## 1. Introduction

Les dépôts tourbeux, lacustres et marins sont propices à la conservation des spores et des grains de pollen. Les analyses palynologiques de tels échantillons, obtenus par sondages et carottages, permettent d’établir des séquences polliniques continues couvrant de longs intervalles de temps. Ces enregistrements permettent de retracer les grandes lignes de l’évolution de l’environnement et du climat au Quaternaire (voir [41], par exemple). Mais, si l’on considère la problématique de l’environnement de l’Homme fossile, il n’est pas toujours possible de se référer à ces longues séquences de référence en raison de leur éloignement géographique [1]. Dans ce cas, la contribution des cortèges sporo-polliniques extraits de dépôts archéologiques ou encadrant des niveaux d’occupations préhistoriques est un apport intéressant à la connaissance de l’évolution de l’environnement et du climat contemporains de l’installation des Hominidés sur un territoire. Toutefois, une sédimentation discontinue et des perturbations taphonomi-

ques ultérieures aux dépôts altèrent fréquemment le signal pollinique des sédiments archéologiques [36]. Il est donc indispensable d'examiner les conditions de dépôt et le contenu sporo-pollinique afin de valider ou de rejeter les spectres polliniques issus de prélèvements en contexte archéologique. Mais, pour les niveaux considérés comme valides, les environnements reconstitués n'offrent que des images ponctuelles des paysages synchrones d'occupations humaines. Il est alors intéressant de renforcer la validation des données palynologiques discontinues issues de sites préhistoriques, en recherchant, dans les longues séquences continues, d'éventuelles similitudes avec les assemblages de végétation en présence et leur évolution.

L'exemple d'une telle démarche est illustré par les résultats des investigations polliniques entreprises sur trois gisements préhistoriques. Les sites de plein air de Ca' Belvedere di Monte Poggiolo et de La Pineta (Italie), ainsi que la grotte du Vallonnet (France) témoignent de l'origine ancienne du peuplement de l'Europe méditerranéenne. La cohérence des spectres polliniques autorisant les reconstitutions paléoenvironnementales et paléoclimatiques est envisagée au regard des similitudes des ensembles de végétation observées dans les courbes des longues séquences du Pléistocène inférieur et moyen, à enregistrement continu en milieux marins et lacustres, connues dans les régions proches de ces sites paléolithiques inférieurs.

## 2. Le site de plein air de Ca' Belvedere di Monte Poggiolo

Le site de Ca' Belvedere di Monte Poggiolo (Forlì, Émilie–Romagne), sur la marge méridionale de la plaine du Pô, a livré des informations sur une industrie lithique archaïque témoignant de la présence ancienne d'Hominiés dans la péninsule italienne il y a environ 1 Ma [14,28] (Fig. 1). Deux carottages MP1 et MP6, prélevés à proximité immédiate du site, ont fait l'objet d'études palynologiques [17]. Ils font apparaître, à leur base, des argiles marines déposées en contexte régressif et, au sommet, les sédiments côtiers contenant l'industrie de Monte Poggiolo. Seuls les échantillons argileux sont riches en matériel pollinique. Si la formation de la colline de Monte Poggiolo est bien liée à des phénomènes néotectoniques, il est probable que la séquence MP1 précède MP6. Ainsi, ces analyses polliniques apportent uniquement des informations sur l'environnement et le climat précédant l'occupation du territoire par les Hominiés.

La description exhaustive des diagrammes polliniques détaillés MP1 et MP6 révèle un contenu pollinique

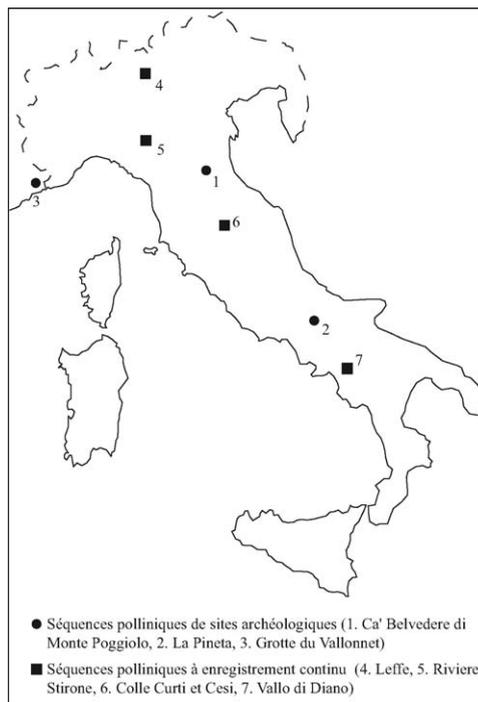


Fig. 1. Localisation géographique des sites préhistoriques et des longues séquences polliniques examinées.

Fig. 1. Geographical location of the prehistoric sites and long pollen records examined.

complexe [17]. L'enregistrement pollinique en milieu marin proche du littoral superpose des associations végétales provenant d'un large bassin versant. Le traitement statistique des données polliniques par analyse en composantes principales a permis d'envisager objectivement les assemblages de végétation en présence par rapprochement avec les données phytogéographiques actuelles [21,23,29] (Fig. 2). Trois ensembles s'individualisent selon l'altitude : (i) les taxons xérophiles et ubiquistes développés sur le littoral et à forte connotation édaphique, (ii) les taxons de la forêt mésophile caducifoliée des étages méso- et supra-méditerranéens et (iii) les conifères de l'étage oro-méditerranéen, auxquels il faut ajouter *Artemisia*, dont la position traduit peut-être l'existence d'espèces de milieu froid d'altitude. Le rapport entre éléments de la forêt caducifoliée et conifères d'altitude reflète la réponse de la végétation aux variations climatiques de type glaciaire/interglaciaire pour chaque zone pollinique des séquences MP1 et MP6 (Fig. 3) [17].

La base de la séquence MP1 traduit l'optimum d'un interglaciaire tempéré et humide, avec le développement de la forêt mésophile caducifoliée. Il est suivi, vers le sommet, d'une période de transition interglaciaire

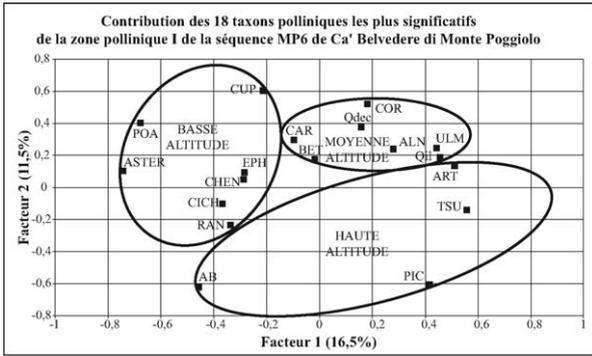


Fig. 2. Analyse en composantes principales des taxons significatifs de la zone I de la séquence MP6 de Ca' Belvedere di Monte Poggiolo. Légende : CUP, Cupressaceae ; POA, Poaceae ; ASTER, Asteraceae Asteroideae ; CICH, Asteraceae Cichorioideae ; EPH, *Ephedra* ; CHEN, Chenopodiaceae ; RAN, Ranunculaceae ; COR, *Corylus* ; Qdec, *Quercus* type *pedunculata/pubescens* ; CAR, *Carya* ; BET, *Betula* ; ALN, *Alnus* ; ULM, *Ulmus* ; Qil, *Quercus* type *ilex/coccifera* ; ART, *Artemisia* ; TSU, *Tsuga* ; PIC, *Picea* ; AB, *Abies*.  
 Fig. 2. Principal components analysis of the most significant taxa from pollen zone I of MP6 sequence from Ca' Belvedere di Monte Poggiolo. Legend : CUP, Cupressaceae; POA, Poaceae; ASTER, Asteraceae Asteroideae; CICH, Asteraceae Cichorioideae; EPH, *Ephedra*; CHEN, Chenopodiaceae; RAN, Ranunculaceae; COR, *Corylus*; Qdec, *Quercus* type *pedunculata/pubescens*; CAR, *Carya*; BET, *Betula*; ALN, *Alnus*; ULM, *Ulmus*; Qil, *Quercus* type *ilex/coccifera*; ART, *Artemisia*; TSU, *Tsuga*; PIC, *Picea*; AB, *Abies*.

cière–glaciaire enregistrant l’essor des conifères d’altitude. Un hiatus sédimentaire sépare le sommet de MP1 de la base de MP6. La première zone de la séquence MP6 correspond aux derniers instants d’un glaciaire frais et sec, avec l’enregistrement de courts épisodes d’amélioration climatique. La zone intermédiaire indique un bref épisode de transition entre un glaciaire et un interglaciaire, avec un climat plus humide et des températures en progression. Enfin, la dernière zone de la séquence MP6 montre d’abord le retour à un interglaciaire, mais avec des conditions climatiques moins favorables que dans la séquence MP1, puis, vers le sommet, une nouvelle période de transition entre cet interglaciaire et l’annonce d’un glaciaire. Les paléoenvironnements décrits dans ces deux séquences indiquent des variations climatiques davantage liées à l’évolution de la sécheresse qu’à celle des températures.

Les études pluridisciplinaires convergent toutes vers une attribution des séquences au Pléistocène inférieur [14,28]. Pour ces périodes, les cycles climatiques sont forcés par le paramètre de l’obliquité, avec des périodes de 41 000 ans, dont environ 25 000 ans pour les glaciaires [9,37]. Les séquences MP1 et MP6 pourraient alors représenter un intervalle maximum de 55 000 ans en se décomposant comme suit : (i) environ 15 000 ans pour l’interglaciaire et la transition interglacia-

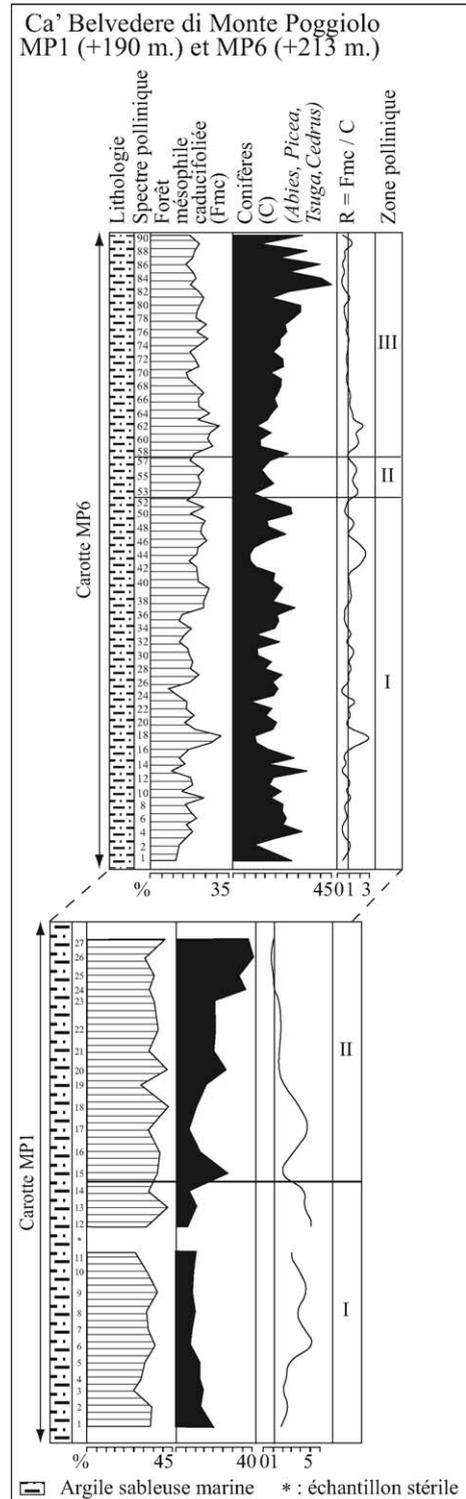


Fig. 3. Diagramme pollinique synthétique simplifié des séquences MP1 et MP6 de Ca' Belvedere di Monte Poggiolo (d’après [17]).  
 Fig. 3. Synthetic simplified pollen diagram for MP1 and MP6 sequences from Ca' Belvedere di Monte Poggiolo (from [17]).

ciaire–glaciaire de la séquence MP1, (ii) 25 000 ans au maximum pour la fin du glaciaire de la base de MP6 et (iii) environ 15 000 ans pour la transition glaciaire–interglaciaire, l’interglaciaire et la transition interglaciaire–glaciaire du sommet de la séquence de MP6.

### 3. Le site de plein air de La Pineta

Le site de La Pineta (Isernia, Molise) atteste la présence d’Hominidés en Italie centrale dès le Pléistocène moyen, avec la mise au jour de nombreux vestiges fauniques et une industrie du Paléolithique inférieur [7,24–27] (Fig. 1). La Pineta affleure dans le bassin intramontagneux lacustre d’Isernia–Venafro, comblé entre  $870 \pm 150$  et  $520 \pm 50$  ka [22]. Cinq unités stratigraphiques sont définies [10,11] : les argiles lacustres U5 et les travertins lacustres U4 sont rapportés à la fin du Pléistocène inférieur [13,22], la série fluviatile U3 (sédiments sableux U3H et U3G, limons U3F, colluvions riches en minéraux volcaniques U3E, travertins U3D, graviers U3C et U3B et argiles U3A), les sédiments fluviatiles sableux et graveleux U2 et les tufs superposés en position primaire sont attribués au début du Pléistocène moyen [12,13,22,40]. Les niveaux archéologiques sont inclus dans l’unité U3E, datée de  $736 \pm 40$  ka (K/Ar) [12]. Mais la présence d’*Arvicola cantiana* [15] la date de  $550 \pm 140$  ka (racémisation des acides aminés) [2] et des âges de 600 ka, avec une excellente précision ( $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ ) [8], penchent en faveur d’un âge plus récent.

Les analyses polliniques du carottage S2 (Fig. 4), prélevé à proximité du site et traversant et encadrant les niveaux archéologiques, ont permis des investigations dans les unités lacustres et fluviatiles U5, U4, U3F, U3E et U3A [16,17]. Seules les unités U5 et U3A, riches en pollen, documentent le cadre environnemental et climatique avant et après la présence des Hominidés dans le bassin d’Isernia–Venafro.

Le diagramme pollinique synthétique (Fig. 4), avec quatre zones polliniques, décrit les assemblages de végétation présents sur les berges du lac et de la rivière et sur les pentes des reliefs proches. Les zones I, II et III, individualisées dans l’unité stratigraphique U5, sont attribuées à la fin du Pléistocène inférieur, avant l’occupation humaine. La zone I évoque un paysage ouvert de type steppique mis en place lors d’une période glaciaire, avec une surface du lac fortement réduite. Le climat devait être très sec, avec des températures basses. Dans la zone II, une végétation semi-ouverte s’est développée pendant une période interglaciaire, avec une forêt mésophile éparse autour du lac. Cependant, le climat n’est pas encore suffisamment chaud et humide

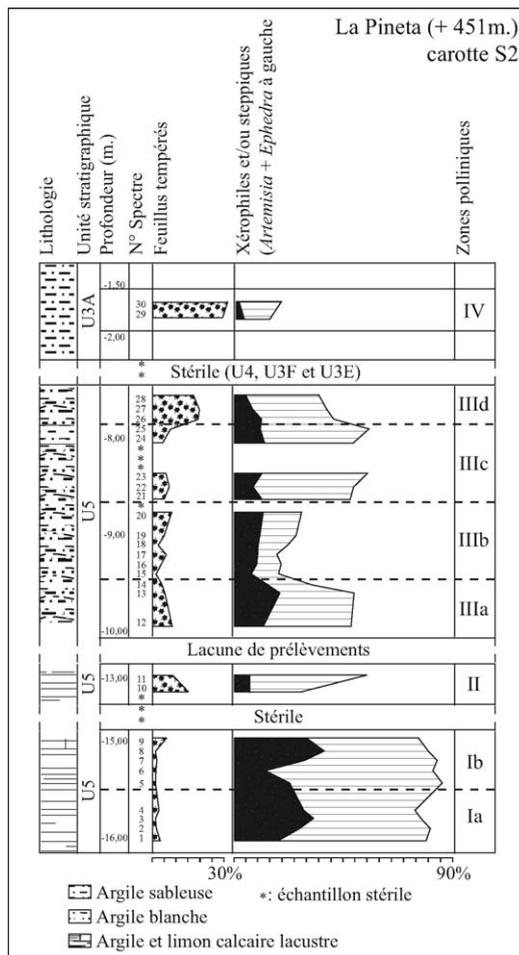


Fig. 4. Diagramme pollinique synthétique simplifié de La Pineta (d’après [17]).

Fig. 4. Synthetic simplified pollen diagram from La Pineta (from [17]).

pour permettre un large développement forestier. Après un hiatus, le comblement du lac est amorcé pendant la zone III. Les conditions environnementales et climatiques sont proches de celles de la zone II. Si l’augmentation des taxons de la forêt mésophile dans la sous-zone III d indique une hausse des températures et de l’humidité, ces nouvelles conditions favorables sont insuffisantes pour aboutir au stade forestier de la chênaie mixte. L’ensemble de la zone III est raccordée à une période interglaciaire. La zone IV est rapportée à l’unité U3A, du début du Pléistocène moyen, après l’occupation du site par des Hominidés. La forêt mésophile, la forêt méditerranéenne et les arbres hygrophiles sont largement représentés. Cet épisode chaud est relié à une période interglaciaire, suffisamment humide pour que la végétation arborée puisse croître et se diversifier.

#### 4. La grotte du Vallonnet

La caverne du Vallonnet (Roquebrune-Cap-Martin, Alpes-Maritimes) représente actuellement le plus vieil habitat en grotte connu en Europe [19] (Fig. 1). L'industrie lithique mise au jour est attribuée au Paléolithique inférieur. Le remplissage du site est constitué de cinq ensembles stratigraphiques avec [19] (Figs. 5 et 6) :

- le plancher stalagmitique de base (couche E = ensemble stratigraphique I) ;
- les sables d'une phase marine transgressive (couche D = ens. strat. II) ;
- le remplissage meuble archéologique (couches C, B2, B1 = ens. strat. III) ;
- la stalagmitique de fermeture (couche S = ens. strat. IV) ;
- le colluvionnement (couche A = ens. strat. V).

Plusieurs éléments de datations relatives et absolues placent l'occupation du site au Pléistocène inférieur, autour de 1 Ma. L'aimantation paléomagnétique positive situe une partie du remplissage au niveau de l'épisode de Jaramillo autour de 0,9 Ma [19]. La faune des grands mammifères issue du remplissage archéologique est caractéristique du Villafranchien final, avec déjà des éléments post-villafranchiens [20], en accord avec l'étude des rongeurs [6]. Enfin, les datations des deux planchers stalagmitiques inférieur et supérieur localisent l'occupation humaine entre 1,4 et 0,9 Ma (ESR) [42].

Les résultats de la palynologie mettent en évidence cinq ensembles en termes de végétation et de climat [32–35] (Fig. 6). Le premier ensemble (stalagmite de base) comprend une forêt dense de grands feuillus à *Platanus* et *Pterocarya*, des taxons méditerranéens et *Pinus*. Il a dû s'établir sous un climat chaud et humide, plus humide que le climat méditerranéen actuel, lors d'un in-

terglaciaire du Pléistocène inférieur (autour de 1,4 Ma). Le second ensemble (sables de la transgression marine) témoigne de l'établissement d'un couvert arboré thermophile, dominé par la pinède et les taxons méditerranéens, sous un climat tempéré chaud et sec représentant le maximum thermique de tout le diagramme. Le troisième ensemble de végétation est individualisé dans les deux tiers inférieurs du remplissage archéologique (couches C, B2 et base de B1). Il peut être assimilé à une vaste steppe, les arbres étant décimés par l'abaissement de la température et de l'humidité. Cependant, au cours de ce glaciaire, des essences méditerranéennes auraient perduré dans cette zone de refuge. Le quatrième ensemble correspond au sommet de la couche B1. La légère reprise des arbres (pinède, chênaie mixte et taxons méditerranéens) dénote vraisemblablement une période de réchauffement, interstadiaire ou annonçant un interglaciaire, permettant un début de réinstallation forestière. Enfin, le cinquième ensemble de végétation, établi durant la formation de la stalagmite S, est très homogène. La composition forestière est riche, avec la pinède dominante, suivie par les essences méditerranéennes et les grands feuillus. Cette végétation, caractéristique d'une période climatique interglaciaire, a dû s'installer à la faveur d'un climat tempéré chaud humide. Si la formation des colluvions du sommet du remplissage a nécessité une forte humidité, les spectres polliniques contemporains traduisent certainement des processus taphonomiques et de possibles remaniements, n'autorisant pas d'interprétation environnementale et climatique.

#### 5. Discussion

Les analyses palynologiques entreprises en contexte archéologique sur ces trois gisements paléolithiques inférieurs livrent des séquences discontinues et offrent des images ponctuelles de l'environnement de l'homme

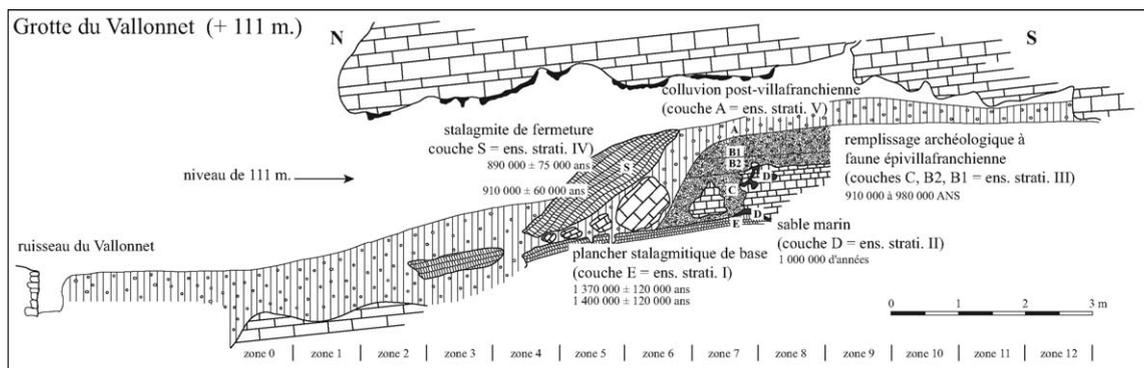


Fig. 5. Coupe longitudinale schématique de la grotte du Vallonnet (d'après [19]).

Fig. 5. Schematic longitudinal section from Vallonnet Cave (from [19]).

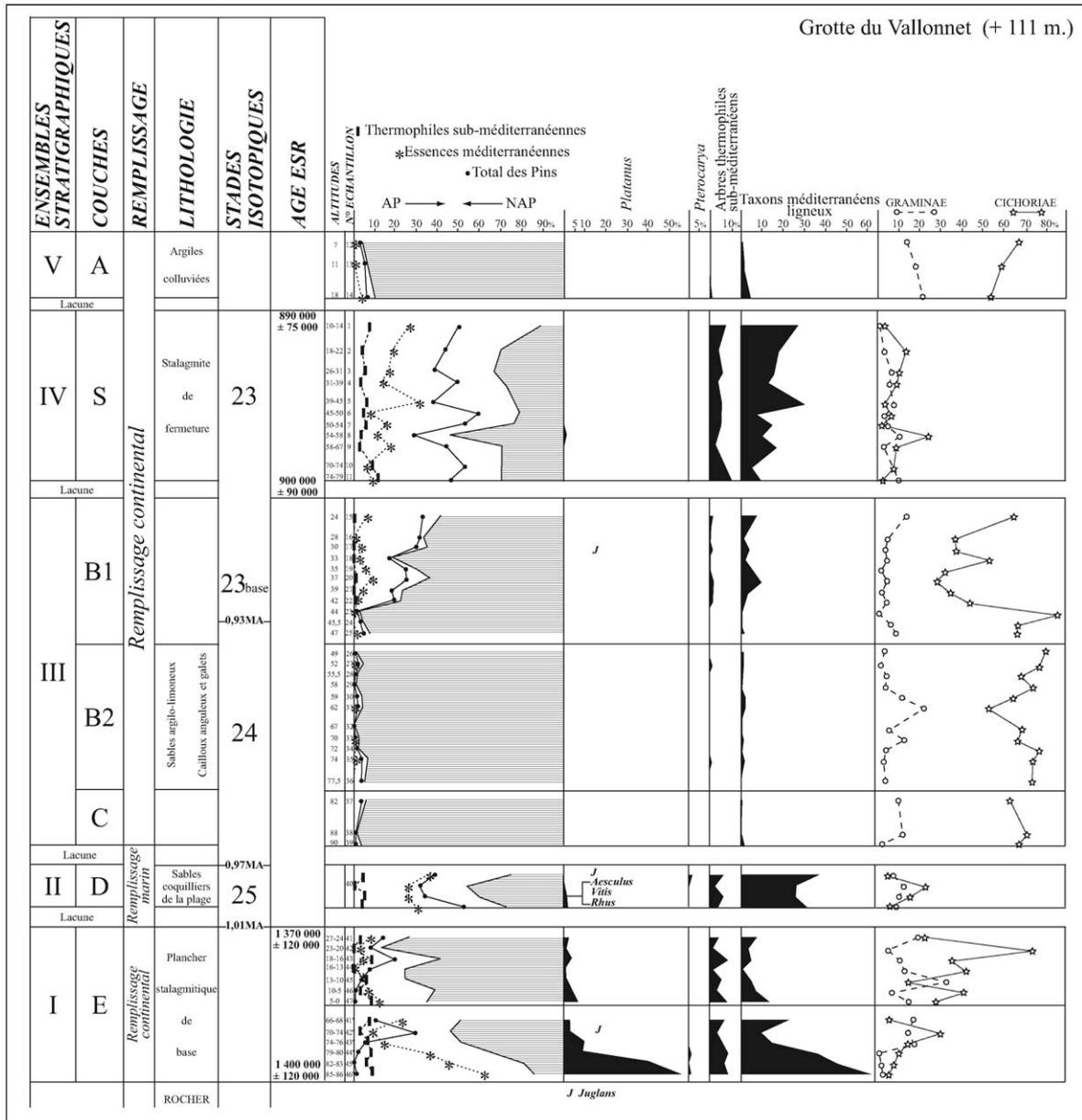


Fig. 6. Diagramme pollinique simplifié du remplissage de la grotte du Vallonet (d'après [32–35]).  
Fig. 6. Simplified pollen diagram from Vallonet Cave deposits (from [32–35]).

fossile. Il est nécessaire, pour s'assurer de la validité des spectres polliniques, d'intégrer ces données dans un cadre évolutif plus large des paléoenvironnements et des paléoclimats du Pléistocène inférieur et du début du Pléistocène moyen, dérivant des longues séquences continues obtenues en contextes marins et lacustres.

La longue séquence lacustre de Leffe (Fig. 1), sur la bordure septentrionale de la plaine du Pô, décrit cinq cycles climatiques en continu [18,30,31]. La durée des cycles est estimée entre 40 000 et 50 000 ans et la séquence pollinique se placerait entre 1,6 et 1,4 Ma. La séquence enre-

gistre de manière bien marquée l'évolution des assemblages de végétation et les alternances glaciaire–interglaciaire. Les optimums interglaciaires, avec le développement d'une forêt de Juglandaceae (*Carya* jusqu'à 30%), ne sont pas enregistrés à Monte Poggiolo [17], soit parce que les optima climatiques ne sont jamais atteints, soit parce que les Juglandaceae ne rencontrent pas les conditions locales d'humidité suffisantes permettant leur essor. À l'inverse, la base de la séquence de la grotte du Vallonet [32–35] enregistre la présence de ces Juglandaceae lors des périodes interglaciaires.

Les analyses polliniques entreprises sur la séquence marine de la rivière Stirone (Fig. 1), près de Parme, illustrent en continu les cycles climatiques du Pliocène [4] et du Plio-Pléistocène [5]. Comme à Monte Poggiolo [17] et à Leffe [18,30,31], les enregistrements montrent la mise en place, dès 2,7 Ma, de l'opposition entre les phases à forêt de conifères et les phases à forêt méso-phile caducifoliée dans les cycles glaciaire–interglaciaire. En revanche, le développement des conifères lors des transitions interglaciaire–glaciaire et la compétition entre les conifères et la forêt thermophile caducifoliée ne se retrouvent pas au Vallonnet [32–35]. Le mode d'enregistrement de la pluie pollinique en milieu karstique ne perçoit sans doute pas l'assemblage des conifères d'altitude, assez éloignés du site.

La séquence lacustre continue de Colle Curti et Cesi, dans les Apennins ombro-marchesans, couvre la fin du Pléistocène inférieur et le début du Pléistocène moyen, entre 0,99 et 0,6–0,7 Ma [3]. Les phases glaciaires décrites évoquent un paysage très ouvert, avec *Artemisia* et les Chenopodiaceae présents comme à La Pineta [16, 17]. Pour ces mêmes épisodes glaciaires, les Cichorioideae, les Asteroideae et les Poaceae sont les taxons herbacés dominants dans le sommet de la séquence du Vallonnet [32–35]. Les arbres caducifoliés ne se développent jamais dans des taux importants lors des interglaciaires. Ces données témoignent de l'augmentation progressive de l'aridité quand la période des cycles climatiques passe de 41 000 ans (forcée par le paramètre de l'obliquité) à 100 000 ans (forcée par le paramètre de l'excentricité), vers 900–800 ka [37]. C'est ce phénomène qui est enregistré de manière discontinue dans les ensembles stratigraphiques III et IV de la grotte du Vallonnet [32–35] et dans les zones I, II et III de l'unité U5 de La Pineta [16,17].

Deux cycles glaciaire–interglaciaire du début du Pléistocène moyen, entre 650 000 ans et 450 000 ans sont décrits dans le bassin lacustre de Vallo di Diano [38,39]. La séquence débute par une phase glaciaire très sèche, où les éléments steppiques ont des fréquences élevées. L'interglaciaire suivant montre une reprise de l'humidité, avec un développement forestier important, principalement avec *Quercus*. L'aridité semble moins drastique lors du deuxième épisode glaciaire au vu de la part peu importante de la végétation xérophile. L'interglaciaire suivant serait plus chaud et plus humide que le précédent, avec l'essor de la forêt mixte dominée par *Quercus*. Ces données s'accordent avec celles de La Pineta [16,17], en montrant bien la reprise de l'humidité au début du Pléistocène moyen, lorsque le paramètre de l'excentricité règle la périodicité des cycles climatiques.

## 6. Conclusion

L'exemple des analyses polliniques entreprises sur trois sites du Paléolithique inférieur illustre la démarche consistant à confronter les données de séquences discontinues en contexte archéologique avec celles des longues séquences continues issues d'analyses en milieux tourbeux, lacustres ou marins. Au préalable, les études archéo-palynologiques doivent considérer les spectres polliniques avec précaution, en raison des processus taphonomiques affectant la pluie pollinique, ainsi que des perturbations anthropiques et/ou fauniques potentielles. C'est après examen de ces contraintes qu'il est permis de reconstituer le paysage de l'homme fossile. À Ca' Belvedere di Monte Poggiolo, La Pineta et au Vallonnet, les séquences présentées offrent des images discontinues et ponctuelles de la végétation et du climat au cours du Pléistocène inférieur et moyen. Les informations révélées par ces analyses polliniques sont parcellaires et il est rarement possible de suivre la dynamique de la végétation sur de longues périodes chronologiques. C'est pourquoi il est impératif de confronter et corrélérer les données avec celles issues des longues séquences continues de référence, pour les intégrer dans un cadre plus régional quant à l'évolution des environnements et des climats au Pléistocène inférieur et moyen. En ne retenant que les spectres polliniques cohérents et en soulignant les similitudes avec les enregistrements continus d'assemblages de végétation, les interprétations proposées en terme de paléoenvironnement et de paléoclimat contemporains d'occupations humaines anciennes prennent une place importante au sein des études pluridisciplinaires entreprises sur le thème des premiers peuplements du continent européen.

## Références

- [1] T.H. van Andel, P.C. Tzedakis, Palaeolithic landscapes of Europe and environs, 150 000–25 000 years ago, *Quat. Sci. Rev.* 15 (1996) 481–500.
- [2] 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.
- [3] 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 (2000) 825–840.
- [4] A. Bertini, Pliocene climatic cycles and altitudinal forest development from 2.7 Ma in the Northern Apennines (Italy): evidence from the pollen record of the Stirone section (~5.1 to 2.2 Ma, *Geobios* 34 (2001) 253–265.
- [5] D. Bertolani Marchetti, C.A. Accorsi, G. Pelosio, S. Raffi, Palynology and stratigraphy of the Plio-Pleistocene of the Stirone River (Northern Italy), *Pollen Spores* 21 (1979) 149–167.

- [6] J. Chaline, Les rongeurs de la grotte du Vallonnet (Alpes-Maritimes). L'environnement et l'âge du site, *L'Anthropologie* 92 (1988) 497–500.
- [7] 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.
- [8] M. Coltorti, G. Feraud, A. Marzoli, C. Peretto, T. Ton-That, P. Voinchet, J.-J. Bahain, A. Minelli, U. Thun Hohenstein, New  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ , stratigraphic and palaeoclimatic data on the Isernia La Pineta Lower Palaeolithic site, Molise, Italy, *Quat. Int.* 131 (2005) 11–22.
- [9] N. Combourieu-Nebout, C. Vergnaud Grazzini, Late Pliocene Northern hemisphere glaciation: the continental and marine responses in central Mediterranean, *Quat. Sci. Rev.* 10 (1991) 319–334.
- [10] 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.
- [11] M. Cremaschi, C. Peretto, Les sols d'habitat du site paléolithique d'Isernia la Pineta (Molise, Italie centrale), *L'Anthropologie* 92 (1988) 1017–1040.
- [12] 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.
- [13] 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, Paris, France, 1996.
- [14] J. Gagnepain, M. Laurent, J.-J. Bahain, C. Falguères, I. Hedley, C. Peretto, J.-J. Wagner, Y. Yokoyama, Synthèse des données paléomagnétiques et radiochronologiques du site de Ca' Belvedere di Monte Poggiolo (Romagne, Italie) et de son environnement géologique, in: *Ca' Belvedere di Monte Poggiolo : I primi abitanti in Emilia-Romagna*, Acts XIII International Congress of Prehistoric and Protohistoric Sciences, Forlì, ABACO, 1998, vol. 6, II, pp. 877–888.
- [15] 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*, Balkena, Rotterdam, The Netherlands, 1996, pp. 211–226.
- [16] V. Lebreton, Végétation et climat au Pléistocène inférieur et moyen à La Pineta (Isernia, Molise), *C. R. Palevol* 1 (2002) 11–17.
- [17] V. Lebreton, Paysages et climats contemporains des premiers hominidés en Italie, *BAR Int. Ser.*, 1204, Oxford, UK, 2004.
- [18] F. Lona, Contributi alla storia delle vegetazione e del clima nella Val Padana. Analisi pollinica del giacimento villafranchiano di Leffe (Bergamo), *Atti Soc. Ital. Sci. Nat.* 89 (1950) 123–178.
- [19] H. de Lumley, La stratigraphie du remplissage de la grotte du Vallonnet, *L'Anthropologie* 92 (1988) 407–428.
- [20] H. de Lumley, H.-D. Kahlke, A.-M. Moigne, P.E. Moullé, Les faunes de grands mammifères de la grotte du Vallonnet, Roquebrune-Cap-Martin, Alpes-Maritimes, *L'Anthropologie* 92 (1988) 465–496.
- [21] A. Noirfalise, Carte de la végétation naturelle des états membres des Communautés européennes et du Conseil de l'Europe. Échelle 1: 3 000 000, Office des publications officielles des Communautés européennes, Luxembourg, 1987.
- [22] 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.
- [23] P. Ozenda, Sur les étages de la végétation dans les montagnes du bassin méditerranéen, *Doc. Cartogr. Ecol.* 16 (1975) 1–32.
- [24] 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.
- [25] C. Peretto, I reperti paleontologici di Isernia La Pineta, Cosmo Iannone Editore, Isernia, 1996.
- [26] C. Peretto, I suoli d'abitato del giacimento paleolitico di Isernia La Pineta. Natura e distribuzione dei reperti, Cosmo Iannone Editore, Isernia, 1999.
- [27] C. Peretto, C. Terzani, M. Cremaschi, *Isernia La Pineta, un accapamento più antico di 700 000 anni*, Calderini, Bologna, 1983.
- [28] C. Peretto, F.O. Amore, A. Antoniazzi, A. Antoniazzi, J.-J. Bahain, L. Cattani, E. Cavallini, P. Esposito, C. Falguères, J. Gagnepain, I. Hedley, M. Laurent, V. Lebreton, L. Longo, S. Milliken, P. Monegatti, A. Ollé, N. Pugliese, J. Renault-Miskovsky, M. Sozzi, S. Ungaro, S. Vannucci, J.-M. Vergès, J.-J. Wagner, Y. Yokoyama, L'industrie lithique de Ca' Belvedere di Monte Poggiolo : stratigraphie, matière première, typologie, remontages et traces d'utilisation, *L'Anthropologie* 4 (1998) 343–465.
- [29] P. Quézel, Les grandes structures de végétation en région méditerranéenne : facteurs déterminants dans leur mise en place post-glaciaire, *Geobios* 32 (1999) 19–31.
- [30] C. Ravazzi, M. Rossignol Strick, Vegetation change in a climatic cycle of Early Pleistocene age in the Leffe Basin (Northern Italy), *Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol.* 117 (1995) 105–122.
- [31] C. Ravazzi, A. Moscariello, Sedimentation, palaeoenvironmental evolution and time duration of Earliest Pleistocene climatic cycles in the 24–56-m FM-core interval (Leffe Basin, Northern Italy), *Mededelingen Nederlands Instituut voor Toegepaste Geowetenschappen TNO* 60 (1998) 467–490.
- [32] J. Renault-Miskovsky, L'environnement au temps de la Préhistoire, Méthodes et modèles, Masson, Paris, 1991.
- [33] J. Renault-Miskovsky, M. Girard, Analyse pollinique du remplissage Pléistocène inférieur et moyen de la grotte du Vallonnet (Roquebrune-Cap-Martin, Alpes-Maritimes), *Géol. Méditerran.* 5 (1978) 385–402.
- [34] J. Renault-Miskovsky, M. Girard, Palynologie du remplissage de la grotte du Vallonnet (Roquebrune-Cap-Martin, Alpes-Maritimes). Nouvelles données chronologiques et paléoclimatiques, *L'Anthropologie* 92 (1988) 437–448.
- [35] J. Renault-Miskovsky, M. Petzold, Spores et Pollen, Éditions Delachaux et Niestlé, Neuchâtel, Suisse, 1992.
- [36] J. Renault-Miskovsky, M. Bui-Thi-Mai, Girard, Palynologie archéologique, Éditions du CNRS, Paris, 1985.
- [37] 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* 4 (1989) 353–412.

- [38] E. Russo Ermolli, R. Cheddadi, Climatic reconstruction during the Middle Pleistocene: a pollen record from Vallo di Diano (southern Italy), *Geobios* 30 (1997) 735–744.
- [39] 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, Ser. IIa* 321 (1995) 877–884.
- [40] 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.
- [41] J.-P. Suc, A. Bertini, N. Combourieu-Nebout, F. Diniz, S. Leroy, E. Russo-Ermolli, Z. Zheng, E. Bessais, J. Ferrier, Structure of West Mediterranean vegetation and climate since 5.3 Ma, *Acta Zool. Cracov.* 38 (1995) 3–16.
- [42] Y. Yokoyama, R. Bibron, C. Falguères, Datations absolues des planchers stalagmitiques de la grotte du Vallonet à Roquebrune-Cap-Martin (Alpes-Maritimes) France, par la résonance de spin électronique (ESR), *L'Anthropologie* 92 (1988) 429–436.