

Paléontologie générale

Nouvelles données paléoenvironnementales dans le Sud de la France vers 30000 ans ¹⁴C BP : le cas de la grotte Marie (Hérault)

Jean-Yves Crochet ^{a,*}, Jean Gence ^a, Nicolas Boulbes ^{b,c}, Paul Boutié ^d, Catherine Cretin ^e,
Évelyne Crégut-Bonnoure ^f, Danièle Duzer ^a, Dominique Jolly ^a, Frédéric Laudet ^g,
David Lefèvre ^h, Cécile Mourer-Chauviré ⁱ, France Rousselières ⁱ, Eudes Thouand ^a

^a Institut des sciences de l'évolution, CNRS–UMR 5554, université Montpellier-2, c.c. 064,
place Eugène-Bataillon, 34095 Montpellier cedex 5, France

^b Archéologie des sociétés méditerranéennes, CNRS–UMR 5140, 34000 Lattes, France

^c Centre européen de recherches préhistoriques de Tautavel, avenue Léon-Jean-Grégory, 66720 Tautavel, France

^d Université Paul-Valéry–Montpellier-3, route de Mende, 34199 Montpellier cedex 5, France

^e Service régional de l'archéologie, 5, rue Salle-l'Evêque, 34937 Montpellier cedex 2, France

^f Musée Requien, 67, rue Joseph-Vernet, 84000 Avignon, France

^g Unité toulousaine d'archéologie et d'histoire, université de Toulouse-Le-Mirail, 5, allée Antonio-Machado,
31058 Toulouse cedex 1, France

^h Archéologie des sociétés méditerranéennes, CNRS–UMR 5140, université Paul-Valéry–Montpellier-3,
route de Mende, 34199 Montpellier cedex 5, France

ⁱ UMR 5125 'paléoenvironnement et paléobiosphère', université Claude-Bernard,
27–43, boulevard du 11-Novembre-1918, 69222 Villeurbanne cedex, France

Reçu le 31 mars 2006; accepté après révision le 12 février 2007

Disponible sur Internet le 10 mai 2007

Présenté par Yves Coppens

Résumé

La grotte Marie, découverte au nord de Montpellier (Hérault), a livré une faune de 28 vertébrés, dont 23 mammifères de petite à très grande taille, notamment *Mammuthus primigenius*. Les quelques artefacts découverts ont été attribués au Paléolithique supérieur, ce qui est en accord avec les deux datations ¹⁴C (31450 ans BP pour le niveau bas et 28680 ans BP près de l'entrée de la grotte). L'étude palynologique montre l'existence (i) d'une steppe arborée sur le plateau et (ii) d'une ripisylve à aulnes dans les vallées, associée à des taxons méditerranéens. Ces données confirment la présence en Languedoc d'espèces méditerranéennes autour de 30000 ans BP, ce qui module l'hypothèse de refuges exclusivement espagnols et italiens durant les périodes glaciaires. **Pour citer cet article : J.-Y. Crochet et al., C. R. Palevol 6 (2007).**

© 2007 Académie des sciences. Publié par Elsevier Masson SAS. Tous droits réservés.

Abstract

New palaeoenvironmental data from southern France at ca. 30000 ¹⁴C yr BP: The case of the Marie cave (Hérault). The Marie cave, discovered to the north of Montpellier, Hérault (France), has yielded a fauna of 28 vertebrates, out of which 23 are small to large mammals, notably *Mammuthus primigenius*. The few discovered artefacts have been attributed to the Upper Palaeolithic,

* Auteur correspondant.

Adresse e-mail : crochet@isem.univ-montp2.fr (J.-Y. Crochet).

which is in agreement with the two radiocarbon dates (31450 ^{14}C yr BP for the low level, and 28680 ^{14}C yr BP near the cave's entrance). The palynological study shows the existence (i) of a wooded steppe on the plateau, and (ii) of a riverine forest with alders in the valleys, associated with Mediterranean taxa. These data confirm the presence in Languedoc of Mediterranean species around 30000 yr BP, which qualifies the hypothesis of exclusively Spanish and Italian refuges during glacial periods. **To cite this article:** J.-Y. Crochet et al., C. R. Palevol 6 (2007).

© 2007 Académie des sciences. Publié par Elsevier Masson SAS. Tous droits réservés.

Mots clés : Grotte Marie ; Vertébrés ; Palynologie ; Paléoenvironnement ; Paléolithique supérieur ; Würm ; France

Keywords: Marie cave; Vertebrates; Palynology; Palaeoenvironment; Upper Palaeolithic; Würm; France

Abridged English version

Introduction

The Marie cave is located near Saint-Martin-de-Londres, 30 km north to Montpellier, Hérault (France), at an altitude of 290 m asl [32]. Since its discovery by potholers in 1998, it has been subjected to three excavation campaigns [14,15]. Twenty-eight fossil vertebrate species and 37 pollen types have been identified. Although a few Upper Palaeolithic artefacts were found, particularly in the 'Hall', the site is overall not very anthropized.

Brief description of the cave

Due to the long, very narrow entrance and to the carbon-dioxide-rich atmosphere, fossiliferous chambers were hard to get to (Fig. 1). Excavations have been made easier by the drilling of a broad boring directly above the upper chamber. This artificial passage has been driven through the ancient natural mouth of the cave, a wide porch opening out into a dolina, which is nowadays filled in.

Fossiliferous sediments have been found down to 23 m in depth; the mean gradient of the floor is of 35°. Two zones have been chiefly excavated: the 'Hall', which is the upper chamber near the porch (down to 10 m deep), and the 'Carrefour' (around 20 m in depth).

Radiocarbon ages

Equus caballus morphotype *germanicus* phalanges have supplied radiocarbon ages of 31450 ± 270 ^{14}C yr BP (Carrefour) and 28680 ± 390 ^{14}C yr BP (Hall), which indicates a lag of ca. 2800 years between these two sites.

Faunal lists

In the only 3 m³ that have been excavated, more than 1000 palaeontological remains have been discovered

(Table 1). Based on the number of identified specimens, the assemblage is dominated by reindeers (22%), large bovids (20.3% partly composed by *Bos* and *Bison*), lagomorphs (13.9%), horses (12.9%), and cave hyenas (11.9%; Fig. 2). Less abundant taxa are brown bears (4%), rodents (3.7%), red deer (2.5%), woolly mammoths (2.2%, *Mammuthus primigenius*; Fig. 3), and other poorly represented taxa (less than five specimens each). This discovery confirms the presence of woolly mammoth (*Mammuthus primigenius*) in Languedoc around 30000 ^{14}C yr BP, which had been assumed from wall representations in some near sites such as the Chauvet cave [17]. This presence is also attested in the Iberian and Italian peninsulas [13,26,34,37].

The 'Hall' assemblage differs from the 'Carrefour' one especially by the presence of some carnivores (bears, wolf and lynx), of small ungulates (Pyrenean chamois, ibex, fallow deer), and the absence, as yet unconfirmed, of some ungulates (mammoth, rhinoceros, and bison). These differences could be accounted for by the little difference in age between the two zones, even though a more important human and/or predators influence in the 'Hall' can also be invoked. Predation has apparently not played an important rule in the history of the association, but further field investigations are necessary to get a conclusive taphonomic analysis.

Pollen data

Two spectra (Table 2) have been done on red clay from the 'Carrefour' and the 'Glacier' (Fig. 1). The pollen record is of high quality because (i) the samples are very well preserved (less than 0.5% undeterminable grains), and (ii) the taxonomic diversity is quite high (24 and 30 taxa), especially for an ecosystem during the glacial period.

The two spectra are very similar, sharing 18 common taxa and dominated by monoletes spores, Compositae, *Pinus*, Graminae, and *Artemisia*. They are very close to the spectra from modern and Holocene cold steppe in Kazakhstan [35] or those from Late Pleistocene in

western Europe [5,29,41]. As the spectra can thus be considered to realistically reflect the vegetation around the cave [7–11,33], the environment surely resembled the modern Kazakh cold steppe [23]: an open vegetation dominated by Compositae (including *Artemisia*) and Graminae, associated with Chenopodiaceae, *Ephedra*, *Plantago*, Caryophyllaceae, Cruciferae, Umbelliferae; scattered stands of *Pinus*, and aquatic or swamp formations with pteridophytes account for the presence of these taxa in the spectra. The composition and the high taxonomic diversity of the arboreal component reveal the presence close to the site of wooded ecosystems, probably riparian forest (*Alnus*, *Betula*) in the valleys.

Olea, *Pistacia*, *Quercus ilex/coccifera* and *Q. pubescens* (respectively, 1.5 and 3.3% of the arboreal component), with Ericaceae, *Teucrium*, and Labiatae, characterise an association of Mediterranean woods and shrubs. This faint Mediterranean signal (1 and 0.3% of the pollen sum) is significant solely if there have been no contaminations. First, these pollen grains cannot be distinguished from the other grains of the spectra. Modern contaminations are excluded since they would be identifiable by preservation of the cytoplasm (no acetolysis during preparation of the samples), and since they would have involved the same taxa in the two samples. Moreover, the spring pollination of *Olea*, *Quercus*, and *Pistacia* do not occur at the time when the samples were taken (February) and prepared (August) [19]. Holocene contaminations are also excluded since they would have affected other layers of the cave, which on the contrary proved to be completely sterile (12 samples).

Thus Mediterranean taxa are considered to have been present in the environment, probably in small patches of favourable conditions, in agreement with some anthracological and palynological studies in other contemporaneous [2–4,30,31] or older [2,30,38] sites in Languedoc. In the Chauvet cave, a thermophilous signal has been interpreted as a sub-recent contamination from a difference in grains coloration [18]. These results confirm that during glacial periods, Mediterranean taxa survived in southern France in refuge patches, in contact with cold steppe [12,27], as originally suggested by Van Campo in 1969 [36]. So, they were not confined in the main refuges in the Iberian and Italian peninsulas [6,28,39,40], which could account for the original features exhibited by the *Quercus ilex* populations from Languedoc [24].

Artefacts

In the ‘Hall’, 19 lithic artefacts have been excavated. They are overall of poor quality. Local Eocene flint pro-

vides surely the raw material. From the tallest of the six blades, a drill was produced by a distal oblique truncation. The three bladelets and five out of the seven flakes were not retouched. A flake was converted into a carinated end-scraper, and a dihedral burin was derived from a flake fragment. Two flake cores and a bladelet core have also been discovered. In the ‘Carrefour’, only one fragment of a reindeer antlers assegai has been found. It is slightly curved, 9 cm long, flattened oval in cross-section, and 8 mm thick over its entire length. These artefacts can clearly be attributed to the Upper Palaeolithic, but they do not permit a more precise dating.

Conclusion and perspectives

The palaeoenvironmental, palaeontological, and archaeological data are in agreement with the radiocarbon ages around 30000 ¹⁴C yr BP (oxygen isotope stage 3): wooded steppe, cold and humid climate, Late Würm fauna, Upper Palaeolithic industry.

Mediterranean arboreal taxa appear to have been located in small refuges within this cold grassland. This confirms the few palaeoenvironmental data available in southern France at low altitude around 30000 ¹⁴C yr BP. The presence of other contemporaneous sites in Languedoc [1] encourages us to pursue our investigations in this area.

The site has also yielded new palaeontological evidences of the woolly mammoth presence in Languedoc. Planned excavations are expected to lighten the deposit formation and the taphonomic history, especially the differences in faunal assemblages between ‘Hall’ and ‘Carrefour’. Further investigations will focus on confirming the existence of Pyrenean faunal influences (small ungulates) and Mediterranean floristic refuges in Languedoc during the Last Ice Age.

1. Introduction

La grotte Marie a été découverte en 1996 par les spéléologues du SCAL (spéléo-club alpin du Languedoc) sur les petits causses du Jurassique supérieur situés autour de Saint-Martin-de-Londres (Hérault), à 30 km au nord de Montpellier, à 290 m d’altitude [32]. Elle a depuis fait l’objet de plusieurs fouilles programmées en 1998, 2000 et 2003 [14,15]. Vingt-huit espèces de vertébrés fossiles (amphibiens, reptiles, oiseaux et surtout mammifères) sont présentement inventoriées, ainsi que 37 taxons polliniques. Le nombre d’artefacts découverts (principalement dans le hall, et deux dans le carrefour) est faible et en cours d’étude. Les sédiments proches de l’entrée naturelle ont livré quelques arte-

facts du Paléolithique supérieur. C'est donc une étude pluridisciplinaire préliminaire qui est ici proposée.

2. Description de la grotte (Fig. 1)

En 1999, l'accès aux espaces fossilifères s'effectuait par la galerie de découverte, un long boyau au parcours sportif qui permettait d'atteindre les salles principales, dont le sommet se trouvait à seulement 3 m de la sur-

face. Difficultés d'accès, présence de gaz carbonique et de monoxyde de carbone ne permettaient pas des séjours prolongés. En 2000, un fonçage permit un accès direct au site, après un repérage magnétique du sommet des dépôts à partir de la surface. Ce nouvel accès correspond à l'ancienne entrée naturelle de la grotte : un porche situé au bord d'une ancienne doline. De là, deux galeries s'enfoncent jusqu'à 23 m de profondeur, avec une pente moyenne de 35° (Fig. 1).

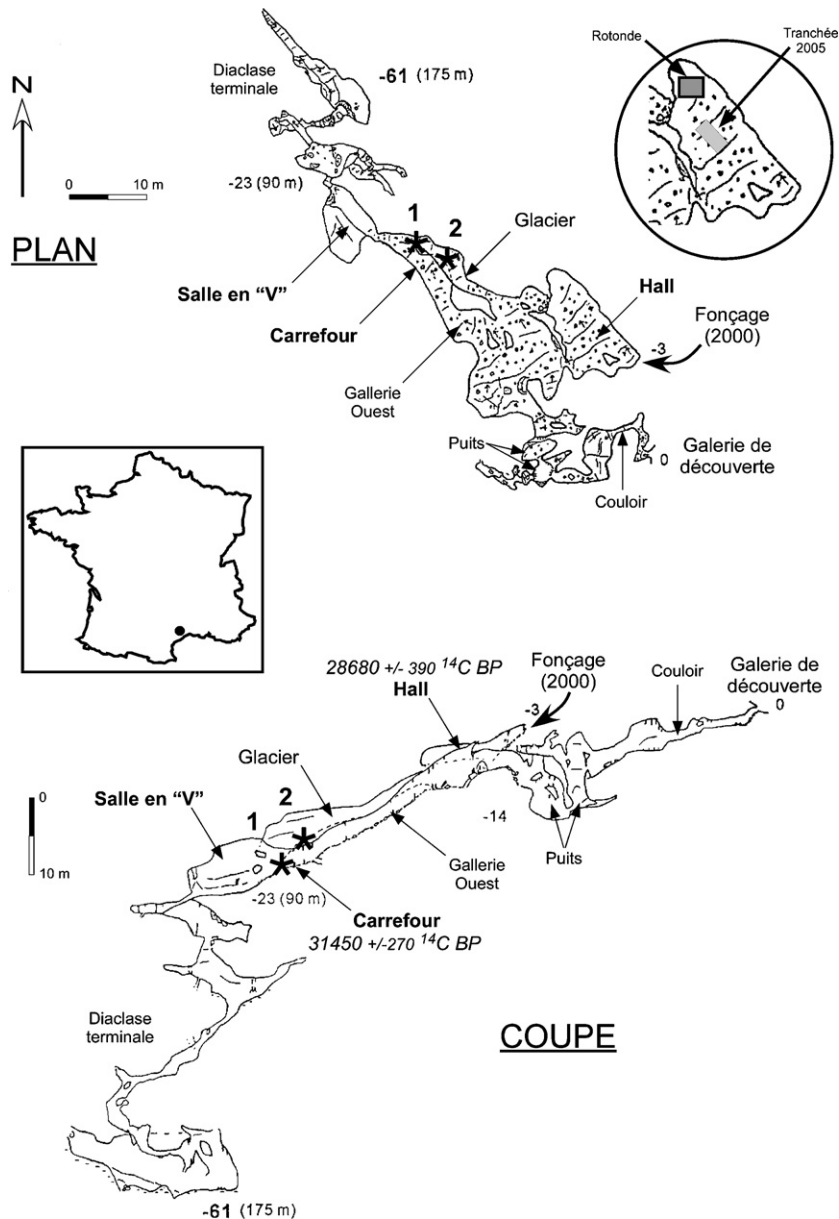


Fig. 1. Plan et coupe de la grotte Marie, près de Saint-Martin-de-Londres (Hérault, Sud de la France). 1, 2 : Échantillons polliniques. Modifié d'après Romani [32].

Fig. 1. Map and section of Marie cave, near Saint-Martin-de-Londres (Hérault, southern France). 1, 2: Pollen samples. Adapted from Romani [32].

Le hall d'entrée constitue la première salle, qui se développe jusqu'à -10 m de la surface. Il présente de nombreux chenaux de voûte. Les niveaux superficiels, les seuls fouillés à ce jour sur quelques dizaines de centimètres (tranchée 2005), correspondent à des écoulements gravitaires successifs de loupes de cailloutis cryoclastiques. Il pourrait s'agir de coulées de solifluxion, comme cela s'observe dans une autre cavité du secteur d'âge comparable (obs. pers. J.-Y. C.). Deux galeries font communiquer ce hall avec les salles basses : le glacier, recouvert par un plancher stalagmitique, et la galerie ouest empruntée comme accès aux salles basses (carrefour et salle en « V »). Des restes de planchers suspendus y sont observables et, à la liaison avec les puits de la première entrée, on note la présence d'une formation conglomératique. Ces deux galeries se rejoignent au niveau du carrefour, lieu bas des fouilles, avant de se terminer à la salle en « V ». La salle en « V » a stocké les argiles héritées du lessivage des dépôts cryoclastiques supérieurs (hall, galeries et carrefour). La suite du réseau, une succession de puits, n'a pas livré de restes paléontologiques ou archéologiques.

3. Datations radiométriques

Les deux datations ^{14}C qui ont été effectuées au Centrum voor IsotopenOnderzoek de Groningue (Pays-Bas) sur des phalanges de cheval du carrefour et du hall d'entrée ont donné les résultats suivants : 31450 ± 270 ans BP (GrA-25983) et 28680 ± 390 ans BP (GrA-25752). On se situerait donc au sommet du stade isotopique 3. Au vu de ces résultats, il semble qu'il existe un certain décalage temporel (autour de 2800 ans) entre les dépôts du hall et ceux du carrefour. Celui-ci pourrait expliquer la différence entre les assemblages présents au sommet des dépôts (hall) et à leur base (carrefour), à moins qu'il ne s'agisse d'une influence anthropique plus accentuée au niveau du hall.

4. Listes fauniques

Après la fouille de 3 m^3 (hall et carrefour), plus de 1000 restes paléontologiques appartenant à des vertébrés continentaux et attribués à 28 espèces sont inventoriés (Tableau 1). En ne tenant compte que des spécimens bien déterminés (404), le renne représente 22 %, les grands bovidés (*Bos* et *Bison* en pourcentage voisin) 20,3 %, les lagomorphes 13,9 %, le cheval 12,9 % et la hyène des cavernes 11,9 % (Fig. 2). Ensuite, des formes plus rares sont inventoriées, avec l'ours brun (4 %), les rongeurs (3,7 %), le cerf élaphe (2,5 %) et le mammouth laineux (*Mammuthus primigenius*, 2,2 % ; Fig. 3). Les autres

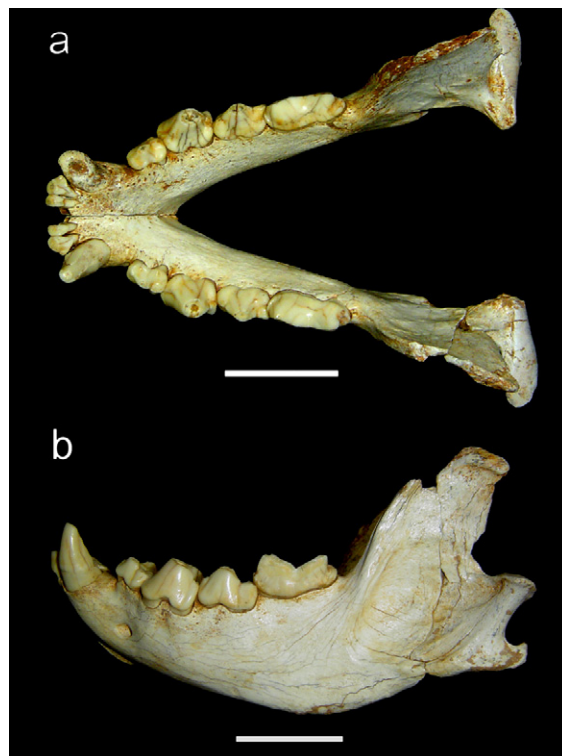


Fig. 2. *Crocota crocuta spelaea* MAR 2/303 (carrefour), mandibule ; a : vue occlusale ; b : vue latérale gauche. Échelle = 5 cm (cliché : Asprogeo/Thouand).

Fig. 2. *Crocota crocuta spelaea* MAR 2/303 ('Carrefour'), mandibule ; a : occlusal view ; b : left lateral view. Scale bar = 5 cm (photo : ASPROGEO/Thouand).

espèces présentes sont représentées par moins de cinq échantillons.

La présence de mammouth laineux est ainsi confirmée en Languedoc au Paléolithique supérieur, comme cela avait été suggéré par des représentations sur les parois des grottes de Labaume-Latrone et Chauvet [17]. Sa présence est également attestée plus au sud, sur les péninsules Italienne et Ibérique [13,26,34,37].

Les restes de chevaux sont attribués à *Equus caballus*, qu'il est légitime de considérer comme le seul groupe spécifique pour les caballins depuis leur arrivée au Pléistocène moyen [16]. Les dimensions et le morphotype dentaire (protocône long sur les molaires), ajoutés aux proportions du métatarse entier, s'accordent avec les chevaux des stades isotopiques 4 et 3 (exemple groupe « germanicus »).

4.1. Les assemblages fauniques

L'assemblage faunique du hall contraste avec celui du carrefour par la présence de carnassiers comme *Ursus*

Tableau 1

Listes fauniques comparées et artefacts des *loci* les plus fouillés de la grotte Marie

Table 1

Comparative faunal lists and artefacts of the best-excavated loci of the Marie cave

	Carrefour	Sommet du glacier	Hall
MOLLUSQUES :			
Pulmonés (coquilles et opercules) :			++
AMPHIBIENS :		++	++
REPTILES :			
Lacertiens :			++
Serpents :		+	++
OISEAUX :	+	+	+
MAMMIFÈRES :			
Insectivores :			
Soricidae :			
<i>Crocidura</i> sp.			1
Chiroptères indet. :			+
Rongeurs :			
Arvicolidae indet. :	+	+	+++
Muridae indet. :	+	+	+
Myoxidae :			
<i>Eliomys</i> sp.		+	++
Lagomorphes :			
<i>Oryctolagus</i> sp.	+++	+	+++
Carnassiers :			
Canidae :			
<i>Vulpes</i> sp.	1	1	++
<i>Canis lupus</i>	?		+
Felidae :			
<i>Lynx pardinus spelaeus</i>			+
Hyaenidae :			
<i>Crocuta crocuta spelaea</i>	+++		
Ursidae :			
<i>Ursus spelaeus</i>			1
<i>Ursus arctos</i>			++
Artiodactyles :			
Bovidae :			
Bovinae :			
<i>Bos primigenius</i>	++	1	1
<i>Bison priscus</i>	++		
Caprinae :			
<i>Capra caucasica praepyrenaica</i>			1
Rupicaprinae :			
<i>Rupicapra pyrenaica</i>			3
Cervidae :			
<i>Rangifer tarandus</i>	+++	3	+
<i>Cervus elaphus</i>	+		
<i>Dama</i> sp.			1
<i>Megaceros</i> sp.	1(?)		
Proboscidiens :			
<i>Mammuthus primigenius</i>	+	1	
Perissodactyles :			
Equidae :			
<i>Equus caballus germanicus</i>	+++	1	+
Rhinocerotidae indet. :	1		
ARTÉFACTS :	2		++

1, 2, 3, 4, Nombre de spécimens ; +, entre 5 et 10 spécimens ; ++, entre 11 et 20 ; +++, plus de 20. Avertissement : la lecture et l'interprétation de ce tableau doivent tenir compte du fait que les volumes exploités des différents *loci* de la grotte Marie sont variables. S'ils sont conséquents au niveau du carrefour (un peu plus de 1 m³), il n'en est pas de même pour le hall et encore moins pour le sommet du glacier. La présence de certaines espèces, représentées par un très petit nombre de spécimens, doit être assurée.

1, 2, 3, 4, Number of specimens; +, between 5 and 10 specimens; ++, between 11 and 20; +++, more than 20. Warning: for reading and interpreting this table, it has to be taken into account that the excavated volumes differ in each locus: they are significant in the 'Carrefour' (more than 1 m³), but smaller in the 'Hall', and even smaller at the top of the 'Glacier'. When very few specimens of a species have been found, its presence remains to be confirmed.



Fig. 3. *Mammuthus primigenius* MAR 316 03 (carrefour), m2 gauche ; vue occlusale. Échelle = 5 cm (cliché : Crégut-Bonnaure).

Fig. 3. *Mammuthus primigenius* MAR 316 03 ('Carrefour'), left m2; occlusal view. Scale bar = 5 cm (photo: Crégut-Bonnaure).

arctos (assez abondant : 17 spécimens, dont une hémi-mandibule avec toutes ses dents), *Ursus spelaeus* (une canine), *Canis lupus* (représenté par sept pièces et identifié hypothétiquement dans la salle en « V » en 1998) et *Lynx pardinus spelaeus* (5 éléments osseux et dentaires). Quelques rares éléments anatomiques d'ongulés sont attribuables dans ce même locus à *Rupicapra pyrenaica* (3), *Capra caucasica praepyrenaica* (1) et *Dama* sp. (1), alors que ces espèces sont absentes au niveau du carrefour. Le cheval et le renne sont représentés respectivement par huit et sept restes. Une seule dent (lactéale)

est attribuable au genre *Bos*. À proximité de l'ouverture naturelle (hall), l'augmentation des pourcentages des microvertébrés (amphibiens et mammifères) est logique.

Dans le hall, l'absence d'ongulés comme le mammoth, le rhinocéros et le bison ne doit pas être considérée comme définitive, étant donné le faible volume fouillé. Il reste à définir si ces différences fauniques entre le carrefour et le hall sont significatives d'un décalage temporel ou taphonomique. La présence dans le hall d'un *Capra caucasica praepyrenaica* d'un stade évolutif « Würmien ancien » serait en faveur de la seconde hypothèse. Il s'agit de la première mention de ce taxon en Languedoc.

4.2. Taphonomie

Malgré la richesse potentielle du site (plusieurs dizaines de mètres cubes, voire plus), une interprétation taphonomique reste très délicate, étant donné que les données disponibles ne sont pas significatives pour déterminer le nombre minimal d'individus de chaque espèce, leur âge, les conditions de mise en place et l'influence de la prédation. La prédation par des carnivores est attestée par des impacts de crocs sur quelques os. Deux os (d'isard et de mammoth) ont été rongés. Des traces de digestion sont observées sur des molaires d'Arvicolidae, qui dénotent l'intervention potentielle de prédateurs mammaliens ou aviens.

5. Les données polliniques

Deux spectres polliniques (Tableau 2) ont été établis à partir d'argile rouge prélevée à la surface de coprolithes de hyène des cavernes (échantillon 1, carrefour, niveau daté d'environ 31000 ans BP ; échantillon 2, partie basse du glacier ; Fig. 1). La qualité de l'enregistrement pollinique est remarquable (i) par l'excellente conservation du matériel prélevé (0,10 et 0,47 % de grains indéterminables), et (ii) par la diversité taxinomique élevée (24 et 30 taxons, pour respectivement 911 et 1886 grains comptés), notamment pour une période glaciaire dont les spectres sont généralement pauvres en taxons, car dominés par des herbacées à l'identification le plus souvent limitée au niveau de la famille.

Peu de différences distinguent les deux spectres obtenus. En effet, les cinq taxons les plus représentés dans les deux échantillons sont identiques (spores monolètes, Compositae de la sous-famille des Cichorioideae, *Pinus*, Graminae, *Artemisia* : respectivement 92,5 et 94 % de l'information de chaque spectre), et les deux spectres présentent au total 18 taxons

Tableau 2
Inventaires polliniques des deux prélèvements effectués dans la grotte Marie
Table 2
Pollen counts of the two samples that have been taken from the Marie cave

Taxon	Échantillon 1	Échantillon 2
	Carrefour (en %)	Bas du glacier (en %)
Spore monolète	37,98	22,64
Compositae (Asteraceae)	32,15	48,22
<i>Pinus</i>	13,06	7,10
Gramineae (Poaceae)	7,68	13,62
<i>Artemisia</i>	1,64	2,22
<i>Plantago</i>	1,20	0,26
<i>Centaurea</i>	0,87	0,90
Cyperaceae	0,87	–
Chenopodiaceae/Amaranthaceae	0,65	0,53
Labiatae (Lamiaceae)	0,65	0,05
Caryophyllaceae	0,54	1,06
Cruciferae (Brassicaceae)	0,54	0,10
<i>Ephedra</i>	0,43	0,21
<i>Quercus ilex/coccifera</i>	0,21	0,05
<i>Teucrium</i>	0,10	–
<i>Pedicularis</i>	0,10	–
<i>Alnus</i>	0,10	0,05
<i>Polygonum</i>	0,10	0,05
<i>Thalictrum</i>	0,10	0,10
<i>Melampyrum</i>	0,10	–
Papillonaceae (Fabaceae)	0,10	–
Cupressaceae	0,10	0,21
Umbelliferae (Apiaceae)	0,10	0,63
Ericaceae	0,10	–
<i>Campanula</i>	–	0,21
<i>Helianthemum</i>	–	0,15
<i>Galium</i>	–	0,15
<i>Euphorbia</i>	–	0,15
<i>Olea</i>	–	0,10
<i>Pistacia</i>	–	0,05
<i>Lycopodium</i>	–	0,05
<i>Betula</i>	–	0,05
Valerianaceae	–	0,05
Monocotyledones indet.	–	0,05
<i>Quercus pubescens</i>	–	0,05
cf. <i>Platycarya</i>	–	0,05
Indéterminés	0,21	0,26
Indéterminables	0,10	0,47
Total grains comptés	911	1886

communs. Cependant, le fort pourcentage de spores et d'Asteraceae fenestrées ($S \approx 70\%$ du signal) témoignerait d'un problème de conservation du pollen (milieu oxydant). La proportion de ces taxons est, en effet, rarement supérieure à 5 % dans les séquences non anthropiques. Reste à savoir dans quelle mesure les résultats ont pu être faussés. Plusieurs critères statistiques tendraient à démontrer que la distorsion

n'est pas significative, du moins pas au point d'interdire toute interprétation. D'abord, ces inventaires polliniques peuvent être considérés comme quantitativement valides pour une reconstruction paléoenvironnementale, car ils contiennent chacun plus de 20 taxons et plus de 100 grains de pollen, taxon dominant exclu [22,25]. Ensuite, un minimum de 1000 grains par gramme dans les ensembles polliniques altérés [20] et moins de 25 % de pollen corrodé sont nécessaires [21], conditions remplies à la grotte Marie. Des critères écologiques sont également évoqués. Il s'agit d'éprouver la cohérence interne (la proportion et les types de taxons présents dans le spectre doivent pouvoir coexister dans la même formation végétale) et externe (similitude avec des associations végétales analogues contemporaines ou passées) des bilans polliniques de la grotte Marie. La comparaison avec des diagrammes issus de lacs, de marais ou de tourbières témoignant de milieux ouverts froids, par exemple actuels et holocènes en Asie centrale [23,35] ou de la fin du Pléistocène en Europe occidentale (Les Échets dans l'Ain [5], le lac du Bouchet dans le Massif central [29], la Grande Pile dans les Vosges [41]), donne de bons résultats. Cela se traduit par un pourcentage de pollen arboréen (*Pinus*) se situant fréquemment en deçà de 20 % et par la présence des principales herbacées caractéristiques de ces milieux non forestiers (notamment *Artemisia*, *Ephedra*, Chenopodiaceae, Poaceae). Par exemple, pour être plus précis, la steppe froide du Kazakhstan est floristiquement caractérisée par les Compositae (30–35 % de la somme pollinique, incluant *Artemisia*) et les Graminae (15–20 %) associées à des Chenopodiaceae, *Ephedra*, *Plantago*, Caryophyllaceae, Cruciferae, et Umbelliferae, avec la présence éparse de *Pinus* (10–15 %), et d'associations aquatiques et marécageuses à Graminae (*Phragmites*), Cyperaceae (*Carex*), Polypodiaceae et autres ptéridophytes [23,35]. Avec 26 taxons steppiques sur les 37 identifiés en tout et une très faible proportion de ligneux, la « signature würmienne » présentée par le pollen de la grotte Marie semble ne faire aucun doute. Ces éléments (excellente conservation du matériel prélevé, diversité taxinomique élevée, proximité d'une large entrée, cohérence externe) montrent que les spectres sont peu discriminants et reflètent de façon réaliste l'environnement de la grotte [7–11,33] : un milieu ouvert et froid (90 % d'herbacées, dominées par les Compositae et les Graminae), avec des bosquets à *Pinus*, et la présence de milieux humides (spores monolètes, *Lycopodium*). La nature et la diversité taxinomique élevée de la composante ligneuse démontrent la présence à proximité du site, probablement dans les vallées en contrebas, d'écosystèmes forestiers de type ripisylve (*Alnus*, *Betula*).

Par ailleurs, la présence d'*Olea*, *Pistacia*, *Quercus ilex/coccifera*, *Q. pubescens* (1,5 à 3,3 % de la composante ligneuse) caractérise une association végétale arbustive à caractère méditerranéen ; cette association est complétée par la présence de taxons tels que Ericaceae, *Teucrium* et autres Labiatae. Ce signal méditerranéen représente respectivement 1 et 0,3 % de la somme pollinique totale. Un signal aussi faible n'a de signification qu'à condition de vérifier l'absence de contaminations. Dans notre analyse, les marqueurs méditerranéens ne se distinguent pas des autres grains du spectre. Il ne peut s'agir de pollutions actuelles, qui seraient reconnaissables par la préservation du contenu cellulaire (le traitement chimique n'ayant pas comporté d'acétylolyse). De plus, de telles pollutions seraient identiques dans les deux échantillons, et seraient formées par des taxons dont les dates de pollinisation correspondent aux dates de prélèvement (février) et de traitement (août) ; or, les trois taxons principaux (*Olea*, *Pistacia*, *Quercus*) sont caractérisés par une pollinisation printanière, ne dépassant pas mi-juillet dans la région de Montpellier [19]. Des contaminations récentes, c'est-à-dire holocènes sont également exclues, car elles auraient affecté également les autres niveaux de la grotte ; or ceux-ci (12 échantillons depuis le haut du glacier jusqu'au hall) se sont, au contraire, avérés complètement stériles.

Ce signal ténu indique donc la présence, dans l'environnement, d'associations de taxons méditerranéens, probablement dispersés dans des stations protégées, comme l'ont montré certaines études anthracologiques et palynologiques dans d'autres sites du Languedoc, contemporains [2–4,30,31], ou plus anciens, tel l'Hortus [2,30,38]. Le biais observé dans les spectres de la grotte Marie ne remet pas en cause la présence des thermophiles (ni la présence des autres taxons d'ailleurs), tout au plus leur proportion change-t-elle et va-t-elle dans le sens d'une sous-estimation du rôle joué par les essences méditerranéennes à cette époque. Dans les spectres polliniques contemporains de la grotte Chauvet, ce signal méditerranéen a été, en revanche, interprété comme correspondant à des pollutions subactuelles, sur la base d'une coloration différentielle [18]. L'ensemble de ces données appuie l'hypothèse émise par Van Campo en 1969 [36] d'îlots refuges dans le Sud de la France, où les taxons méditerranéens auraient subsisté durant la période glaciaire, au contact d'une steppe froide [12,27]. Ceux-ci n'auraient donc pas été strictement cantonnés aux refuges principaux situés dans les péninsules Ibérique et Italienne [6,28,39,40], ce qui pourrait expliquer les caractères originaux présentés par les populations languedociennes de *Quercus ilex* [24].

6. Les artefacts

Les fouilles dans la grotte Marie ont livré à ce jour une série de 19 objets lithiques au niveau du hall (éclats et outils) et un seul artefact en os (carrefour). Le support évoque le silex accessible dans les affleurements proches du site (calcaire à silex de l'Éocène moyen). Les lames sont au nombre de 6. La plus grande des lames (91 mm), assez épaisse, a fait l'objet d'une tronçature oblique distale dégageant un perçoir. Parmi les trois lamelles, seule la plus petite, large de 7 mm, présente des bords bien parallèles et une nervure centrale. Aucune n'est retouchée. Cinq parmi les sept éclats ne sont pas retouchés. Un éclat dont la base est aménagée en grattoir présente des retouches inverses partant d'un méplat latéral. Un fragment d'éclat retouché est un burin dièdre.

Sur les trois nucléus, deux sont à éclats, sans organisation des enlèvements, et un à lamelles, proche du grattoir caréné. Un éclat pourrait d'ailleurs provenir d'une réfection de cintrage d'un grattoir caréné à museau.

La pièce osseuse, de forme allongée, est délimitée par deux cassures. Conservée sur une longueur de 9 cm, elle est légèrement courbe, de section ovale aplatie et d'une épaisseur constante de 8 mm. La largeur de la pièce rétrécit régulièrement, passant de 17 à 9 mm. L'une des faces est soigneusement polie ; l'autre, très légèrement bombée, présente la partie spongieuse de l'os dont elle est tirée, probablement un bois de cervidé. Il s'agit de la partie mésiale d'une armature de sagaie. Cette pièce a été examinée par Aline Averbouch (MMSH, Aix-en-Provence), qui a confirmé que, du fait de son polissage, les traces de débitage ou de façonnage, qui auraient permis une attribution culturelle, sont absentes.

Ces pièces sont caractéristiques du Paléolithique supérieur, mais aucun élément ne permet pour l'instant de caractériser avec certitude une culture particulière.

7. Conclusions et perspectives

L'ensemble de ces données (radiocarbone, fauniques, palynologiques et archéologiques) est concordant. Un âge situé autour de 30000 ans est proposé, correspondant au stade isotopique 3, sous un climat froid et relativement humide, avec une végétation de type « steppe à mammoth » (steppe arborée), fréquentée par des hommes qui ont appartenu à une culture du Paléolithique supérieur qu'il est provisoirement difficile de définir.

Nous avons également mis en évidence la présence de taxons thermophiles, confirmant les rares données paléoenvironnementales existantes pour cette période (autour de 30000 ans BP) dans le Midi de la France et à basse altitude. La présence d'autres sites contem-

porains en Languedoc [1] nous incite à poursuivre nos investigations dans cette région.

L'étude de la faune est en cours, mais des données complémentaires seront indispensables pour comprendre la taphonomie (mise en place, fracturation, prédation...), et pour mieux cerner les influences pyrénéennes (petits ongulés) dans ce secteur du Languedoc. La présence de *Mammuthus primigenius* est confirmée en Languedoc. Malgré le fort pourcentage de restes d'hyènes, l'hypothèse d'un repaire de cette espèce ne peut pas être retenue, étant donné l'absence d'individus juvéniles. L'histoire polyphasée de la cavité doit être précisée, de même que l'origine des conglomérats. Les fouilles à venir devront déterminer la nature de cet établissement humain et son impact sur les assemblages fauniques et, éventuellement, floristiques.

Remerciements

Cette étude de la grotte Marie a été rendue possible grâce à la découverte du site par M. et J.-P. Liautaud, C. Berger, R. Diet, P. Girard, J.-P. Houlez et L. Romani du spéléo-club alpin de Montpellier. Le financement des fouilles a été assuré par le ministère de la Culture (DRAC Languedoc-Roussillon). Nous remercions particulièrement A. Colomer et P. Galant du SRA-LR pour le soutien logistique assuré en 1998 dans des conditions difficiles et tous les bénévoles, chercheurs et étudiants, qui se sont investis sur le terrain : S. Adnet, P. Barde, M. Chayeb, J. Claude, A. Daniel, J. Guérin, L. Marivaux, D. Maurel, G. Métais, J.-G. Roy, R. Tabuce et J.-L. Welcomme. N. Boinet a assuré le repérage magnétique du sommet de la cavité à partir de la surface. L'Asprogeo (Association pour la protection et de mise en valeur du patrimoine géologique du grand sud-ouest) a assuré la gestion financière des opérations ainsi que l'inventaire et la préparation du matériel. Cette note a aussi profité des remarques de F. Bazile, du centre de Vauvert, et de celles de M. Girard (CEPAM-CNRS, Valbonne). Publication ISEM 2006 – 011 UMR 5554 du CNRS.

Références

- [1] F. Bazile, Le premier Aurignacien en France méditerranéenne. Un bilan, *Espacio, tiempo y forma, Serie I, Prehistoria y arqueología* 15 (2002) 215–236.
- [2] E. Bazile-Robert, Flore et végétation du Sud de la France pendant la dernière glaciation d'après l'analyse anthracologique, thèse de 3^e cycle, université des sciences et techniques du Languedoc, Montpellier, 1979 (154 p.).
- [3] E. Bazile-Robert, Flore et végétation des gorges du Gardon à la moyenne vallée de l'Hérault, de 40 000 à 9500 BP, d'après l'anthracologie, approche paléoécologique, *Paléobiol. cont.* 12 (1981) 79–90.
- [4] E. Bazile-Robert, Analyse anthracologique du niveau 2b1 de l'abri-sous-roche de la Lauouza, *Etud. quat. Languedoc.* 1 (1981) 35–58.
- [5] J.-L. de Beaulieu, M. Reille, A long Upper Pleistocene pollen record from Les Échets, near Lyon, France, *Boreas* 13 (1984) 111–132.
- [6] S. Brewer, R. Cheddadi, J.-L. de Beaulieu, M. Reille, The spread of deciduous *Quercus* throughout Europe since the last glacial period, *For. Ecol. Manage.* 156 (2002) 27–48.
- [7] Bui Thi Mai, Conservation des pollens et leur interprétation en milieu archéologique, in : J. Renault-Miskovsky, Bui Thi Mai, M. Girard (Eds.), *Palynologie Archéologique*, CNRS, Paris, 1985, pp. 23–37.
- [8] F. Burjachs i Casas, Analisis polínico de los niveles ceramicos de la cova 120 (Alta Garrotxa Catalunya) in : J. Civis Llovera, M.F. Valle Hernandez (Eds.) *Actas del VI Simposio de Palinologia*, APLE, Salamanca, Espagne, 1988, pp. 285–290.
- [9] F. Burjachs i Casas, Palinologia dels dolmens de l'Alt Emporda i dels diposits quaternaris de la cova de l'Arbreda (Serinya, Pla de l'Estany) i del Pla de l'Estany (Olot, Garrotxa). *Evolucio del paisatge vegetal i del clima des de fa més de 140.000 anys al N.E. de la Peninsula Ibérica*, thèse, universitat autonoma de Barcelona, Bellaterra, Espagne, 1990 (324 p.).
- [10] D.A. Burney, L. Pigott Burney, Modern pollen deposition in cave sites: experimental results from New York State, *New Phytol.* 124 (1993) 523–535.
- [11] C.N. Camacho, J.S. Carrión, J. Navarro, M. Munuera, A.R. Prieto, An experimental approach to the palynology of cave deposits, *J. Quat. Sci.* 15 (2000) 603–619.
- [12] C. Carcaillet, J.-L. Vernet, Comments on "The Full-Glacial Forests of Central and Southeastern Europe" by Willis et al., *Quat. Res.* 55 (2000) 385–387.
- [13] J.-L. Cardoso, Les grands mammifères du Pléistocène supérieur du Portugal. Essai de synthèse, *Geobios* 29 (1996) 235–250.
- [14] J.-Y. Crochet, Mas de Londres : grotte Marie, in : Bilan scientifique 2000, direction régionale des Affaires culturelles Languedoc-Roussillon, Service régional de l'archéologie, 2001, p. 131.
- [15] J.-Y. Crochet, F. Laudet, Mas de Londres : grotte Marie, in : Bilan scientifique 1998, direction régionale des Affaires culturelles Languedoc-Roussillon, Service régional de l'archéologie, 1999, p. 107.
- [16] V. Eisenmann, M. Mashkour, Chevaux de Botaï chevaux récents et souches possibles de domestication, in : A. Gardeisen (Ed.), *Les équidés dans le monde méditerranéen antique*, Actes du colloque d'Athènes, 26–28 novembre 2003, Monographies d'archéologie méditerranéenne, Association pour le développement de l'archéologie en Languedoc-Roussillon, Lattès, 2005, pp. 41–49.
- [17] B. Gély, M. Azéma, Approche des représentations de mammoth de la grotte Chauvet, *Bull. Soc. prehist. fr.* 102 (2005) 183–188.
- [18] M. Girard, Analyses polliniques des sols aurignaciens de la grotte Chauvet (Ardèche). Résultats préliminaires, *Bull. Soc. prehist. fr.* 102 (2005) 63–68.
- [19] B. Guérin, Pollen et allergies, *Allerbio, Varennes-en-Argonne*, 1993.
- [20] S.A. Hall, Deteriorated pollen grains and the interpretation of Quaternary pollen diagrams, *Rev. Palaeobot. Palynol.* 32 (1981) 193–206.
- [21] S.A. Hall, V.M. Bryant Jr., Pollen grain deterioration in the south-central United States: criteria for evaluation of pollen spectra, in:

- IXth International Palynological Congress Abstracts, American Association of Stratigraphic Palynologists, Houston, TX, États-Unis, 1996, p. 58.
- [22] C.R. Janssen, On the reconstruction of past vegetation by pollen analysis: A review, in: IVth International Palynological Conference Lucknow vol. 3, 1981, pp. 619–624.
- [23] E.M. Lavrenko, V.B. Sochava, Geobotanicheskaya Karta SSSR (Scale 1:4,000,000), GUGK, Moscou, 1954.
- [24] R. Lumaret, C. Mir, H. Michaud, V. Raynal, Phylogeographical variation of chloroplast DNA in holm oak (*Quercus ilex* L.), Mol. Ecol. 11 (2002) 2327–2336.
- [25] J.H. Mac Andrew, J.E. King, Pollen of the North American Quaternary: the top twenty, Geosci. Man 15 (1976) 41–49.
- [26] M.R. Palombo, M.P. Ferretti, Elephant fossil record from Italy: knowledge, problems, and perspectives, Quat. Int. 126–128 (2005) 107–136.
- [27] A. Pons, J.-L. Vernet, Une synthèse nouvelle de l'histoire du Chêne vert (*Quercus ilex* L.), Bull. Soc. bot. Fr. 118 (1971) 841–850.
- [28] A. Pons, M. Reille, The Holocene, Upper Pleistocene pollen record from Padul (Granada, Spain): a new study, Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol. 66 (1988) 243–263.
- [29] M. Reille, J.-L. de Beaulieu, History of the Würm and Holocene vegetation in western Velay (Massif Central France): a comparison of pollen analysis from three corings at Lac du Bouchet, Rev. Palaeobot. Palynol. 54 (1988) 233–248.
- [30] J. Renault-Miskovsky, Contribution à la paléoclimatologie du Midi méditerranéen pendant la dernière glaciation et le Post-glaciaire, d'après l'étude palynologique du remplissage des grottes et abris sous-roche, Bull. Mus. Anthropol. Prehist. Monaco 18 (1972) 145–210.
- [31] J. Renault-Miskovsky, La Laouza (Sanilhac, Sagries, Gard), analyse pollinique, Etud. quat. Languedoc. 1 (1981) 31–34.
- [32] L. Romani, La grotte Marie, Calaven 10 (1998) 99–103.
- [33] M.F. Sanchez Goñi, De la taphonomie pollinique à la reconstruction de l'environnement: l'exemple de la région cantabrique, British Archaeological Reports, International Series, S586, Oxford, Royaume-Uni, 1993 (207 p.).
- [34] A.J. Stuart, L.D. Sulerzhitsky, L.A. Orlova, Y.V. Kuzmin, A.M. Lister, The latest woolly mammoths (*Mammuthus primigenius* Blumenbach) in Europe and Asia: a review of the current evidence, Quat. Sci. Rev. 21 (2002) 1559–1569.
- [35] P.E. Tarasov, D. Jolly, J.O. Kaplan, A continuous Late Glacial and Holocene record of vegetation changes in Kazakhstan, Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol. 136 (1997) 281–292.
- [36] M. Van Campo, Végétation würmienne en France. Données bibliographiques. Hypothèse, in: Études françaises sur le Quaternaire. VIII^e congrès de l'INQUA, CNRS, Paris, 1969, pp. 104–111.
- [37] J. Van der Made, A.V. Mazo, in: G. Cavaretta, P. Gioia, M. Mussi, M.R. Palombo (Eds.), Spanish Pleistocene Proboscidean diversity as a function of climate, The World of Elephants – Proceedings of the First International Congress, Rome, Consiglio Nazionale delle Ricerche, Roma, 2001, pp. 214–218.
- [38] J.-L. Vernet, Contribution à l'histoire de la végétation du Sud-Est de la France au Quaternaire. Étude de macroflore, de charbons de bois principalement, thèse de 3^e cycle, université des sciences et techniques du Languedoc, Montpellier, 1972 (104 p.).
- [39] W.A. Watts, J.A. Allen, B. Huntley, S.C. Fritz, Vegetation history and climate of the last 15,000 years at Laghi di Monticchio, southern Italy, Quat. Sci. Rev. 15 (1996) 113–132.
- [40] K.J. Willis, Where did all the flowers go? The fate of temperate European flora during glacial periods, Endeavour 20 (1996) 110–114.
- [41] G.M. Woillard, Grande Pile peat bog: a continuous pollen record for the last 140,000 years, Quat. Res. 9 (1978) 1–21.