

# RECONSTITUTION PALÉOENVIRONNEMENTALE ET PALÉOCLIMATIQUE DU PLÉISTOCÈNE SUPÉRIEUR ANCIEN (MIS 5A) DANS LE CENTRE DE L'ESPAGNE : LES PETITS VERTÉBRÉS (AMPHIBIA, REPTILIA & MAMMALIA) DES GISEMENTS DE HAT ET PRERESA (SUD-EST DE MADRID)



Hugues-Alexandre BLAIN<sup>1,2</sup>, Carmen SESÉ<sup>3</sup>, Susana RUBIO-JARA<sup>4</sup>,  
Joaquín PANERA<sup>4</sup>, David URIBELARREA<sup>5</sup> & Alfredo PÉREZ-GONZÁLEZ<sup>6</sup>

## RÉSUMÉ

Les gisements archéologiques de Hat et Preresá sont situés respectivement dans les vallées des rivières Jarama et Manzanares, à environ 6 km l'un de l'autre et à 18 km au sud-est de Madrid. Ils correspondent à des dépôts de plaines d'inondation ayant conservé les restes d'activités ponctuelles de groupes de néanderthaliens notamment le dépeçage de carcasses de grands mammifères il y a environ 80 000 ans. Les assemblages de petits vertébrés récupérés lors des campagnes de fouilles de 2001 à Hat et de 2003 à 2005 à Preresá sont composés par des amphibiens (*Pelobates cultripes*, *Pelodytes* sp., *Bufo bufo*, *Bufo calamita*, *Hyla* sp. et *Pelophylax perezi*), des reptiles (Testudinoidea indet., *Blanus* sp., *Timon lepidus*, *Psammotromus* cf. *algeris*, *Natrix maura*, *Coronella* sp. et *Vipera latastei*) et des petits mammifères [*Erinaceus europaeus*, *Crocodyrus russula*, *Rhinolophus ferrumequinum*, *Eliomys quercinus quercinus*, *Apodemus* sp., *Cricetulus (Allocricetus) bursae*, *Arvicola* aff. *sapidus*, *Microtus cabreræ*, *Microtus duodecimcostatus* et *Oryctolagus cuniculus*]. Ces deux gisements, d'âge plus ou moins similaire, ont permis de mettre en évidence à la fin du dernier interglaciaire (MIS 5a) et dans le Centre de la péninsule Ibérique l'existence d'un climat de type méditerranéen (quatre mois de sécheresse durant l'été et le début de l'automne) comparable, voire plus chaud que l'actuel avec des précipitations plus abondantes durant les mois d'hiver et de printemps, et d'une continentalité moins prononcée, comme conséquence d'une hausse des températures hivernales. Ce climat semble avoir été propice, à l'existence de zones boisées humides, au moins en bordure des fleuves et d'espaces steppiques ou de prairies sèches avec arbustes sur les plateaux environnants.

**Mots-clés :** microvertébrés, milieu fluvial, paléoclimatologie, paléoécologie, Pléistocène supérieur, Espagne

## ABSTRACT

PALEOENVIRONMENTAL AND PALEOCLIMATIC RECONSTRUCTION OF THE EARLY LATE PLEISTOCENE (MIS 5a) IN CENTRAL SPAIN: THE SMALL VERTEBRATES (AMPHIBIA, REPTILIA & MAMMALIA) FROM THE SITES OF HAT AND PRERESA

The archeological sites of Hat and Preresá are located in the valleys of the rivers Jarama and Manzanares respectively, at nearly 6 km one from the other, and 18 km southeast of Madrid. They correspond to floodplain deposits that preserved the remains of the punctual activities of Neanderthal groups in particular the cutting up of large mammals (in particular Proboscidea in Preresá) approximately 80 000 years ago. The small vertebrate assemblages recovered during the excavation campaigns made in 2001 in Hat and from 2003 to 2005 in Preresá are constituted by amphibians (*Pelobates cultripes*, *Pelodytes* sp., *Bufo bufo*, *Bufo calamita*, *Hyla* sp. and *Pelophylax perezi*), reptiles (Testudinoidea indet., *Blanus* sp., *Timon lepidus*, *Psammotromus* cf. *algeris*, *Natrix maura*, *Coronella* sp. and *Vipera latastei*) and small mammals (*Erinaceus europaeus*, *Crocodyrus russula*, *Rhinolophus ferrumequinum*, *Eliomys quercinus quercinus*, *Apodemus* sp., *Cricetulus (Allocricetus) bursae*, *Arvicola* aff. *sapidus*, *Microtus cabreræ*, *Microtus duodecimcostatus* and *Oryctolagus cuniculus*). These two assemblages, with an age more or less similar, reveal at the end of the last interglacial (MIS 5a) in Central Spain a climate of Mediterranean type (four months of aridity during summer and the beginning of fall) identical, or warmer than current one with more abundant rainfalls during winter and spring, and a lesser continentality, linked with a certain increase of winter temperatures. Such climatic conditions seem to have been favorable to the existence of humid woodland areas, at least near the rivers, and of steppe areas or dry meadows with bushes on the surrounding plateaus.

**Keywords:** microvertebrates, fluvial environment, paleoclimatology, paleoecology, Late Pleistocene, Spain

<sup>1</sup> IPHES, Institut Català de Paleoeologia Humana i Evolució Social, C/ Escorxador s/n, E- 43003 TARRAGONE. Courriel : hablain@iphes.cat

<sup>2</sup> Area de Prehistoria, Universitat Rovira i Virgili (URV), Avinguda de Catalunya 35, E-43002 TARRAGONE

<sup>3</sup> Departamento de Paleobiología. Museo Nacional de Ciencias Naturales. C.S.I.C. C/ José Gutiérrez Abascal 2, E-28006 MADRID. Courriel : c.sese@mn.cn.csic.es

<sup>4</sup> IDEA, Instituto de Evolución en África. Museo de los Orígenes. Plaza de San Andrés 2, E-28005 MADRID.

Courriels : srubiojara@hotmail.com, joaquin.panera@gmail.com

<sup>5</sup> Departamento de Geodinámica. Facultad de Ciencias Geológicas. Universidad Complutense de Madrid. C/ Jose Antonio Novais 2, E-28040 MADRID. Courriel : daviduribelarrea@gmail.com

<sup>6</sup> CENIEH, Centro Nacional de Investigación sobre la Evolución Humana. Avenida de la Paz, 28, entreplanta, E-09004 BURGOS.

Courriel : alfredo.perez@cenieh.es

## 1 - INTRODUCTION

L'intérêt archéologique (Paléolithique inférieur et moyen) et paléontologique des vallées des rivières Manzanares et Jarama, au sud-est de la Communauté de Madrid est connu depuis la fin du XIX<sup>e</sup> siècle, avec la découverte du gisement de San Isidro en 1862 (Panera Gallego & Rubio Jara, 2002; Panera Gallego *et al.*, 2010).

La majeure partie des découvertes archéologiques pléistocènes réalisées dans ces deux vallées se sont faites dans les multiples carrières de graviers et de sables installées dans leurs différentes terrasses, qui grâce aux méthodes manuelles d'exploitation facilitèrent l'accès à des coupes ouvertes dans des dépôts représentant plusieurs centaines de milliers d'années. L'expansion urbaine de Madrid dans les années 1990 créa une nouvelle demande exponentielle de granulats, et permit la réactivation de beaucoup de ces anciennes carrières et favorisa l'ouverture de nouvelles carrières affectant des dépôts pléistocènes susceptibles de contenir des vestiges archéologiques. Devant la disparition de ces dépôts pléistocènes, et des gisements archéologiques qu'ils contenaient, à la fin de l'année 2002, un groupe d'investigation pluridisciplinaire (archéologues, géologues, paléontologues et paléobotanistes) se forma afin d'actualiser les connaissances sur les comportements humains pléistocènes dans le bassin de Madrid, en réalisant un suivi périodique des fronts de taille des carrières de graviers et de sables des exploitations situées dans les vallées des rivières Manzanares et Jarama (Panera Gallego *et al.*, 2010).

La présente étude s'inclut donc dans le contexte de la connaissance des climats et paysages pléistocènes qui ont été les témoins des différentes étapes de l'évolution biologique et technologique des hominidés dans les vallées des rivières Manzanares et Jarama, au sud-est de la Communauté de Madrid. Son but est de proposer, à partir des nombreux restes de petits vertébrés (amphibiens, reptiles et micromammifères) récupérés lors des campagnes de fouilles à Preresá (de 2003 à 2005) et Hat (en 2001), une reconstitution du climat et du paysage dans le Centre de l'Espagne à la fin du Stade Isotopique Marin 5 (MIS 5a).

## 2 - CONTEXTES GÉOGRAPHIQUE, GÉOLOGIQUE ET CHRONOLOGIQUE

Les vallées des rivières Jarama et Manzanares, au sud-est de la Communauté de Madrid (Centre de l'Espagne) (fig. 1), se caractérisent par la présence d'un grand nombre de terrasses fluviales, dans lesquelles sont conservés des dépôts de plaines d'inondation où ont été localisés de nombreux gisements archéologiques et paléontologiques d'âge Pléistocène moyen et supérieur comme Áridos, Hat et Valdocarros (dans la basse vallée du Jarama) et San Isidro, Arriaga, Los Estragales, Estanque de Tormentas de Butarque, Tafesa, et Preresá (dans la vallée du Manzanares).

### 2.1 - PRERESA

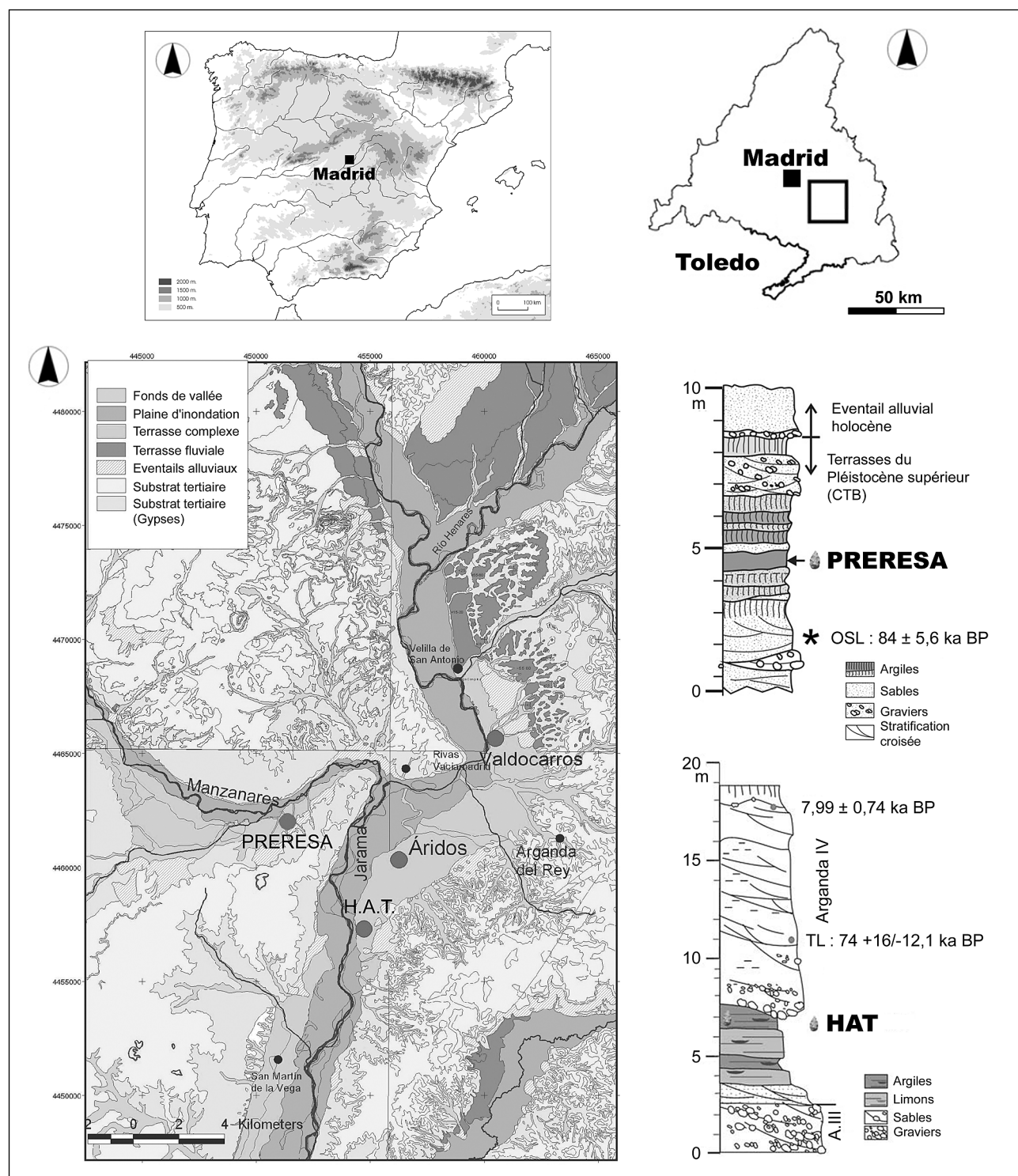
Le gisement de Preresá (Perales del Río, Getafe), dans la gravière du même nom, est localisé dans la Terrasse Complexe de Butarque de la vallée de la rivière Manzanares (Pérez-González, 1994). La partie visible de la Terrasse Complexe de Butarque appartient à la seconde moitié du Pléistocène moyen et au Pléistocène supérieur (Pérez-González *et al.*, 2008). Le gisement se situe dans la partie supérieure de cette terrasse, entre deux séquences fluviales déposées durant la deuxième moitié du MIS 5, avec une datation numérique obtenue par luminescence optiquement stimulée (OSL) sur feldspath de  $84 \pm 5,6$  ka BP au Laboratoire de Datation et Radiochimie de l'Université Autonome de Madrid. Une aire d'environ 255 m<sup>2</sup> a été fouillée systématiquement entre 2003 et 2005. Cette fouille a livré 754 artefacts d'industrie lithique, ainsi que des restes de mollusques, de petits vertébrés et de grands mammifères herbivores (*Bos primigenius*, *Dama* sp., *Cervus elaphus*, *Capreolus capreolus*, *Equus* sp., and *Palaeoloxodon/Mamuthus*) et carnivores (*Vulpes vulpes*, *Lynx pardinus*, *Meles meles* et *Canis lupus*) (Yravedra *et al.*, 2012).

L'analyse taphonomique et zooarchéologique des restes de grands mammifères montre que les conditions de préservation sont excellentes. L'action des carnivores est relativement faible et il y a de nombreuses évidences d'une activité humaine sur les ossements de grande taille, en particulier sur les ossements de proboscidiens (Yravedra *et al.*, 2012). Un squelette quasi complet de *Bos primigenius* avec certains éléments en connexion anatomique a été récupéré sur une surface d'environ 120 m<sup>2</sup>. L'industrie lithique de Preresá est riche en restes de taille et en éclats non retouchés. L'assemblage est constitué par 748 pièces en silex et 6 en quartz. La chaîne opératoire des industries en silex est complète. Les nucléus sont peu élaborés. L'absence de macro-outils et la faible représentation d'outils retouchés sont remarquables. Parmi ces derniers, les plus communs sont les éclats retouchés, suivis par les denticulés et les outils composites. Un racloir et un burin ont aussi été récupérés.

La dispersion et la distribution des restes fauniques, ainsi que les caractéristiques et la répartition de l'industrie lithique, et les marques de coupes et de percussions relevées sur un certain nombre d'ossements, suggèrent qu'une partie des carcasses ont été dépecées par les hominidés. Pour ce faire, il est probable que les éclats non retouchés aient été façonnés et utilisés *in situ* (Yravedra *et al.*, 2012).

### 2.2 - HAT

Le gisement de Hat est situé dans l'Unité d'Arganda IV de la Terrasse Complexe d'Arganda dans la vallée du Jarama (San Martín de la Vega). Il correspond à deux sondages effectués en 2001, pour une surface totale de 6 m<sup>2</sup> et un volume total de 8,55 m<sup>3</sup> (Panera *et al.*, 2005). Une datation numérique de  $74 \pm 16/-12,1$  ka a été obtenue par thermoluminescence (TL) dans la partie supérieure



**Fig. 1 : Localisation géographique, géologique et chronologique des gisements de Hat et Preresá (Communauté de Madrid, Centre de l'Espagne) d'après Panera *et al.* (2011) et Yravedra *et al.* (2012).**

Fig. 1: Geographical, geological and chronological location of the sites of Hat and Preresá (Community of Madrid, Central Spain) according to Panera *et al.* (2011) and Yravedra *et al.* (2012).

de la coupe (fig. 1), suggérant que ce gisement s'est formé durant la deuxième moitié du MIS 5 (Panera *et al.*, 2005). En plus des petits vertébrés, les fouilles ont délivré une molaire de cheval *Equus caballus* et une soixantaine de pièces d'industries lithiques (Panera *et al.*, 2005). Le silex représente la matière première dominante (correspondant à plus de 66 % du total), suivie par le quartzite et le quartz. Tous les éléments de la chaîne opératoire sont présents sur le site, même si quantitativement ils ne

correspondent pas à un échantillon complet. Le macro-outillage est représenté seulement par un galet travaillé, qui fut utilisé initialement comme percuteur (Panera *et al.*, 2005).

La faible surface fouillée permet uniquement de signaler qu'il s'agit d'un lieu où les hominidés apportèrent les matières premières pour élaborer sur place des outils ayant pour finalité la découpe de carcasses animales (Panera *et al.*, 2005).

### 3 - MATÉRIEL ET MÉTHODES

Les restes fossiles utilisés pour cette étude correspondent à des ossements désarticulés collectés par lavage-tamassage des sédiments procédant des fouilles archéologiques réalisées en 2001 à Hat et entre les années 2003 et 2005 à Preresá. Tous les sédiments ont été lavés avec une colonne de tamis respectivement de mailles de 2 et 0,5 mm et les résidus de lavage ont été triés et étiquetés en fonction de leur provenance (secteur de fouille, couche et niveau archéologique).

L'interprétation paléoclimatique se base sur la présence et les besoins spécifiques en température et humidité de chaque taxon. La méthode dite du domaine climatique commun (Mutual Climatic Range method = MCR; Atkinson *et al.*, 1986, 1987; Moine *et al.*, 2002) est appliquée aux amphibiens et aux reptiles (Blain *et al.*, 2009) afin de quantifier certains paramètres paléoclimatiques (températures et précipitations). Pour ce faire, nous avons simplement identifié l'aire géographique (divisée en carrés de 10 x 10 km dans le système UTM) de distribution actuelle de l'ensemble des espèces représentées dans chaque gisement. Une attention particulière a été fournie afin de s'assurer que la distribution moderne d'un taxon donné corresponde bien à sa distribution potentielle climatique et/ou écologique et ne soit pas biaisée par d'autres facteurs limitants comme, par exemple, l'urbanisme, l'anthropisation du paysage, la prédation ou la compétition avec une autre espèce. L'analyse du MCR pour chaque site se base sur les cartes de distribution (divisées en carrés UTM de 10 x 10 km) proposées par Pleguezuelos *et al.* (2004) et Godinho *et al.* (1999). Les paramètres climatiques ont alors été estimés pour chaque carré UTM en utilisant les données climatiques de la péninsule Ibérique de Ninyerola *et al.* (2005). Au total, 26 paramètres climatiques ont été estimés pour cette étude : la température moyenne annuelle (TMA), la précipitation moyenne annuelle (PMA) et la température moyenne ainsi que le cumul des précipitations pour chacun des 12 mois de l'année.

Afin de comparer ces résultats avec des données climatiques modernes, nous avons utilisé celles fournies par la station climatique numéro 3182E et dénommée Arganda «Comunidad» (Ninyerola *et al.*, 2005) située sur la commune d'Arganda del Rey (Madrid) et toute proche de la rivière Jarama (X,Y : 457113.0, 4462795.9; Longitude, Latitude : -3°30'16.9992", 40°18'50.0004").

Pour estimer l'aridité nous avons appliqué les indices de Gaussen, de Lautensach-Meyer, de Dantin-Revenge et de De Martonne. L'indice de Gaussen ( $P < 2 \times T$ ) considère qu'un mois peut être qualifié de sec si le total des précipitations durant ce mois ( $P$ ), établis en millimètres, est inférieur à deux fois la valeur de la température moyenne en °C pour ce même mois ( $T$ ). L'indice de Lautensach-Mayer repose sur une classification des climats basée sur le nombre de mois secs calculés à partir de l'indice de Gaussen. Enfin, l'indice de Dantin-Revenge se calcule selon la formule  $100 \times TMA / PMA$  et l'indice d'aridité de De Martonne selon la formule  $PMA / (TMA + 10)$ .

Afin de reconstruire les paléoenvironnements, nous avons appliqué la méthode dite des coefficients d'habitat (habitat weighting method; cf. Blain *et al.*, 2008), qui consiste à répartir chaque espèce de petit vertébré dans l'habitat ou les habitats qu'il fréquente actuellement tout au long de l'année dans la péninsule Ibérique. Pour simplifier, le paysage a été divisé en cinq types d'habitats : habitat ouvert dans lequel les prairies sèches (OS) ou humides (OH) ont été distinguées, les aires forestières et les bordures de forêt (Fo), les milieux pierreux et rocheux (R) et le milieu aquatique et ses rives (Aq). Pour chaque espèce, un maximum de 100 % a donc été distribué selon son affinité à chaque type d'habitat, ainsi si un animal peut se trouver actuellement dans plusieurs habitats, le score qui est attribué à chaque habitat est proportionnel à la préférence de cet animal pour cet habitat. Pour les catégories systématiques regroupant plus d'une espèce (genre, famille, etc.), le pourcentage a été réparti en fonction des affinités de chacune des espèces la composant (à condition que ces affinités écologiques au sein de celle-ci ne soient pas en contradiction). Les données écologiques pour l'herpétofaune proviennent de Pleguezuelos & Martínez-Rica (1997), Salvador (1997), Carrascal & Salvador (2002-2006), García-París *et al.* (2004), Pleguezuelos *et al.* (2004), Masó & Pijoan (2011). Les données écologiques pour les micromammifères proviennent principalement de López Martínez (1980), Blanco (1998), Pokines (1998), Mitchell-Jones *et al.* (1999), Palomo & Gisbert (2002) et Sesé (2005). La répartition par habitat des taxons représentés à Hat et Preresá est donnée dans le tableau 1.

### 4 - LES ASSEMBLAGES DE PETITS VERTÉBRÉS DE HAT ET PRERESA

Un total de 620 ossements de petits vertébrés ont été récupérés lors des campagnes de fouilles menées dans les gisements de Hat (121 restes) et de Preresá (499 restes). Ces fossiles correspondent à un total de 246 individus représentant au moins 23 taxons différents (tab. 1).

#### 4.1 - AMPHIBIENS

Les amphibiens (fig. 2) sont exclusivement représentés par des anoues (grenouilles et crapauds) encore présents aujourd'hui dans la péninsule Ibérique (Pleguezuelos *et al.*, 2004) et se répartissent en cinq familles : pélobatidés, pélodytidés, bufonidés, hylidés et ranidés. A Preresá dominant *Pelobates cultripes*, *Bufo calamita* et *Pelophylax perezi*, représentant plus de 80 % des anoues. En revanche, à Hat *Pelodytes* (45,8 %) et *Pelobates cultripes* (33,3 %) sont les plus abondants.

*Pelobates cultripes* est représenté par la majeure partie des éléments de son squelette : ilions, vertèbres, scapulas, maxillaires, humérus, etc. Les éléments crâniens comme le maxillaire, le frontopariétal et le squamosal, tous très fragmentaires, portent une ornementation dermique dense. Les vertèbres se caractérisent par la présence

TAXONS		PRERESA		H.A.T.		Répartition de l'habitat				
		NMI	% NMI	NMI	% NMI	OS	OH	Fo	R	Aq
<b>Amphibiens</b>										
<i>Pelobates cultripès</i>	Pélobate cultripède	17	6,5	8	17,4	0,8				0,2
<i>Pelodytes</i> sp.	Pélodyte	2	0,8	11	23,9	0,5		0,2	0,1	0,2
<i>Bufo bufo</i>	Crapaud commun	5	1,9	1	2,2	0,1	0,3	0,4		0,2
<i>Bufo calamita</i>	Crapaud calamite	16	6,2			0,65			0,25	0,1
<i>Hyla</i> sp.	Rainette	2	0,8				0,5	0,2		0,3
<i>Pelophylax perezi</i>	Grenouille de Perez	17	6,5	4	8,7					1
<b>Reptiles</b>										
<i>Testudinoidea</i> indet. ( <i>Emys</i> ou <i>Mauremys</i> )	Tortue d'eau douce			1	2,2					1
<i>Blanus</i> sp.	Amphisbène cendré			1	2,2	0,45	0,1	0,45		
<i>Timon lepidus</i>	Lézard ocellé	5	1,9	3	6,5	0,5			0,5	
<i>Psammodromus</i> cf. <i>algerius</i>	Psammodrome algire	18	6,9			0,2	0,1	0,5	0,2	
<i>Lacertidae</i> indet.	Lézard			5	10,9	x	x	x	x	x
<i>Natrix maura</i>	Couleuvre vipérine	1	0,4							1
<i>Coronella</i> sp.	Coronelle	1	0,4	1	2,2	0,25	0,25	0,25	0,25	
<i>Vipera latastei</i>	Vipère de Lataste	7	2,7	1	2,2	0,375		0,25	0,375	
<b>Petits mammifères</b>										
<i>Erinaceus europaeus</i>	Hérisson européen	1	0,4				0,5	0,5		
<i>Crocodyrus russula</i>	Musaraigne musette	3	1,2			0,5		0,5		
<i>Soricidae</i> indet.	Musaraigne			1	2,2		0,5	0,5		
<i>Rhinolophus ferrumequinum</i>	Grand Rhinolophe	1	0,4					0,75	0,25	
<i>Eliomys quercinus quercinus</i>	Lérot commun	4	1,5	1	2,2			0,5	0,5	
<i>Apodemus</i> sp.	Mulot	10	3,8	2	4,3			1		
<i>Cricetulus (Allocricetus) bursae</i>	Hamster	4	1,5			1				
<i>Arvicola</i> aff. <i>apidus</i>	Campagnol amphibie	14	5,4	2	4,3					1
<i>Microtus cabrerai</i> / <i>M. cf. cabrerai</i>	Campagnol méditerranéen	82	31,5	2	4,3	0,5	0,5			
<i>Microtus duodecimcostatus</i>	Campagnol provençal	1	0,4			0,5	0,5			
<i>Oryctolagus cuniculus</i> / cf. <i>Oryctolagus</i> sp.	Lapin commun	49	18,8	2	4,3	0,5	0,5			
<b>TOTAL</b>		<b>260</b>	<b>100</b>	<b>46</b>	<b>100</b>					

**Tab. 1 : Distribution des petits vertébrés de Hat et Prereses selon le Nombre Minimum d'Individus (NMI) et répartition par habitat.**

Abréviations: NMI = nombre minimum d'individus; OS = milieux ouverts et secs; OH = milieux ouverts et humides; Fo = milieux forestiers; R = milieux rocheux ou pierreux; Aq = milieux aquatiques.

Tab. 1: Distribution of the small vertebrates from Hat and Prereses according to the Minimum Number of Individuals (MNI) and repartition by habitat. Abbreviations: NMI = minimum number of individuals; OS = open-dry environments; OH = open-humid environments; Fo = woodland areas; R = rocky or stony environments; Aq = aquatic environments.

d'un condyle et d'un cotyle circulaire et d'un arc neural long et prolongé par une pointe postérieure. La vertèbre sacrée possède des apophyses sacrées très étendues antéro-postérieurement, un seul condyle postérieur et n'est pas soudée avec l'urostyle. Sur la scapula, l'apophyse glénoïde et l'apophyse acromiale participent à la formation de la surface d'articulation avec l'humérus. L'humérus possède une diaphyse incurvée, un condyle huméral déplacé vers l'extérieur et une fosse cubitale ouverte du côté radial. L'ilion ne porte ni aile dorsale ni tubérosité supérieure et la face postéro-médiale est striée. Tous ces caractères permettent une attribution à *P. cultripès*, l'unique espèce de la famille des pélobatidés présente actuellement dans la péninsule Ibérique (Bailon, 1991 et 1999; Blain, 2005, 2009).

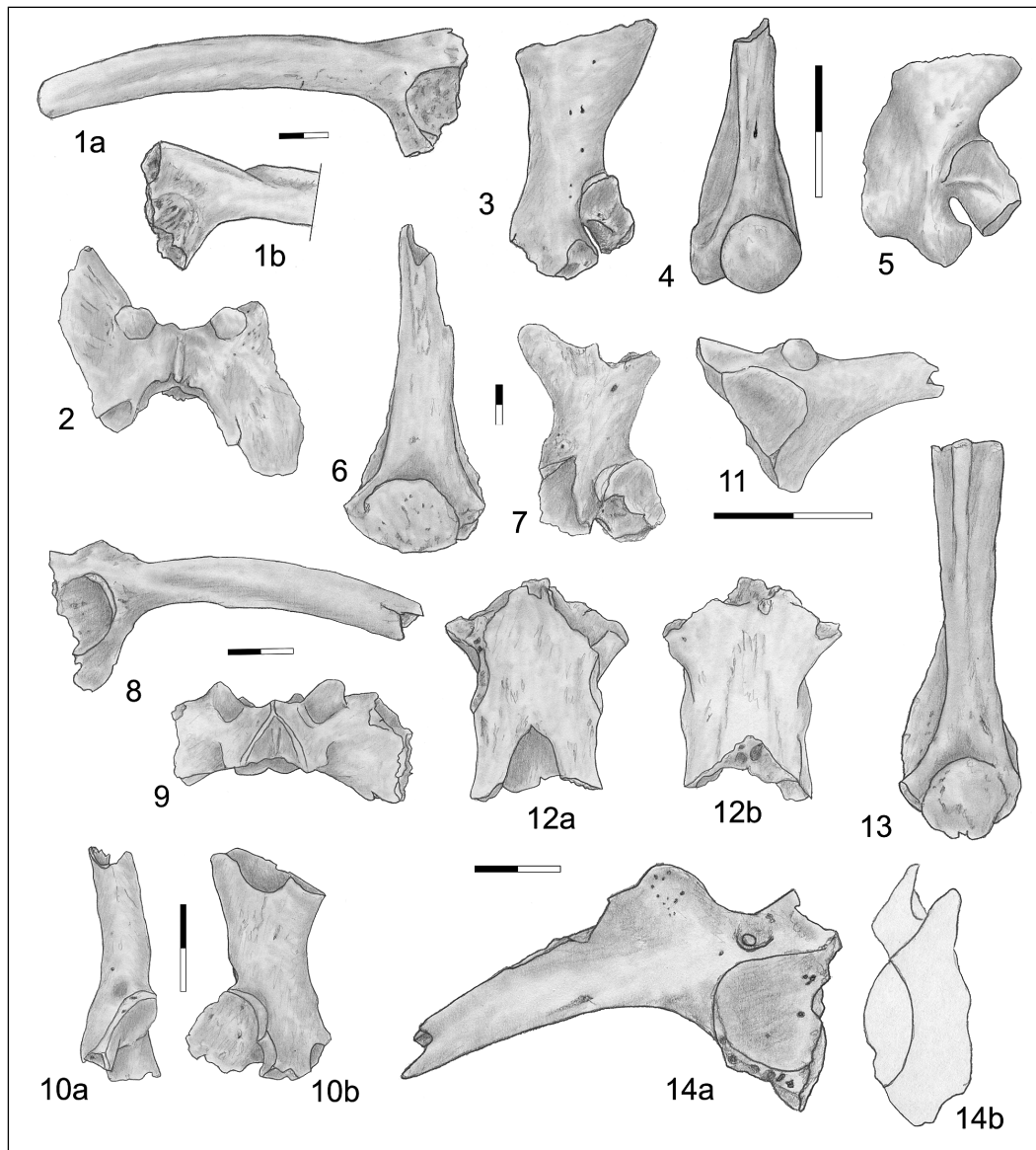
Le genre *Pelodytes* est représenté par des éléments osseux de petite taille, principalement les vertèbres, humérus, ilions, scapulas, radio-ulnas et les tibio-fibulas. La scapula est courte et trapue et possède une crête osseuse bien développée sur le bord antérieur; l'apophyse acromiale présente une petite protubérance postérieure qui participe à la surface articulaire avec l'humérus. L'humérus porte une crête paraventrals, possède un condyle déplacé vers l'extérieur par rapport à l'axe diaphysaire, une diaphyse mince et droite et une fosse cubitale ouverte du côté interne. Bien que les éléments fossiles de Hat et Prereses présentent la morphologie typique du genre *Pelodytes* (Bailon, 1999; Sanchíz et al., 2002; Blain & Villa, 2006), ils ne permettent pas une attribution spécifique précise entre les deux espèces ibériques *P. punctatus* et *P. ibericus*. Signalons néanmoins que les gisements

étudiés se situent dans l'aire de distribution actuelle de *P. punctatus* (Masó & Pijoan, 2011).

Peu d'éléments sont rapportés à *Bufo bufo*: principalement des humérus, scapulas, urostyles, ilions et des vertèbres sacrées. L'humérus possède une diaphyse droite et un condyle érodé distalement et déplacé vers l'extérieur. La crête radiale et les épicondyles sont modérément développés. La scapula est haute avec une apophyse glénoïde robuste et détachée de l'os et bien visible en vue externe. La fosse glénoïdale est absente sur cet os. Les autres éléments relativement fragmentaires se distinguent des autres anoures représentés à Hat et Prereses par leur plus grande taille.

*Bufo calamita* est uniquement représenté à Prereses. L'ilion chez cette espèce est bien caractéristique avec une longue branche antérieure qui ne porte pas d'aile dorsale, un processus ischien court et une tubérosité supérieure unilobée et en pointe. Souvent une excroissance postéro-ventrale (lame calamite) est bien marquée sur la branche antérieure. La vertèbre sacrée, avec un cotyle antérieur et deux cotyles postérieurs partiellement fusionnés, possède des apophyses sacrées modérément étendues. La crête neurale est bien développée et une fossette s'ouvre dans le sens postéro-latéral à la base des apophyses sacrées. La scapula est haute avec une apophyse glénoïde visible en vue externe et une fosse glénoïdale bien visible. Les autres éléments présentent les caractères typiques des bufonidés et leur taille est moins grande que celle des éléments attribués à *B. bufo*.

Le genre *Hyla* est représenté à Prereses par deux éléments: un ilion et un tibio-fibula. La gracilité et la



**Fig. 2 : Fossiles d'amphibiens des gisements de Preresa (1-3, 6-14) et Hat (4 et 5).**

*Pelobates cultripes*, 1/ ilion gauche : vues latérale (1a) et médiale (1b); 2/ vertèbre sacrée : vue dorsale; 3/ scapula gauche : vue dorsale. *Pelodytes* sp., 4/ humérus gauche de mâle : vue ventrale; 5/ scapula gauche : vue dorsale. *Bufo bufo*, 6/ humérus droit de femelle : vue ventrale; 7/ scapula gauche : vue dorsale. *Bufo calamita*, 8/ ilion droit : vue latérale; 9/ vertèbre sacrée : vue dorsale; 10/ scapula droite : vues postérieure (10a) et dorsale (10b). *Hyla* sp., 11/ ilion droit : vue latérale. *Pelophylax perezii*, 12/ sphénethmoïde : vues dorsale (12a) et ventrale (12b); 13/ humérus gauche de mâle : vue ventrale; 14/ ilion gauche : vues latérale (14a) et postérieure (14b). Echelles = 2 mm.

Fig. 2: Amphibian fossil remains from Preresa (1-3, 6-14) and Hat (4 and 5). *Pelobates cultripes*, 1/ left ilium: lateral (1a) and medial (1b) views; 2/ sacrum: dorsal view; 3/ left scapula: dorsal view. *Pelodytes* sp., 4/ left humerus of male: ventral view; 5/ left scapula: dorsal view. *Bufo bufo*, 6/ right humerus of female: ventral view; 7/ left scapula: dorsal view. *Bufo calamita*, 8/ right ilium: lateral view; 9/ sacrum: dorsal view; 10/ right scapula: posterior (10a) and dorsal (10b) views. *Hyla* sp., 11/ right ilium: lateral view. *Pelophylax perezii*, 12/ sphenethmoid: dorsal (12a) and ventral (12b) views; 13/ left humerus of male: ventral view; 14/ left ilium: lateral (14a) and posterior (14b) views. All scales = 2 mm.

petite taille de ces éléments s'accordent bien avec celle du genre *Hyla*. L'ilion ne porte pas d'aile dorsale et la tubérosité supérieure est globuleuse et circulaire et le processus pubien est élargi ventralement. Selon Holman (1998) une tubérosité supérieure circulaire est caractéristique de l'espèce *Hyla meridionalis*; tandis que chez *Hyla arborea* cette tubérosité supérieure est généralement ovale (Holman, 1998; Blain *et al.*, 2011 et observations personnelles). L'unique ilion fossile de Preresa, du fait de sa tubérosité supérieure globuleuse et circulaire, devrait selon les critères d'Holman (1998) être rapporté à l'espèce *H. meridionalis*. Cependant, des données moléculaires (ADN mitochondrial) suggèrent un scénario excluant la présence de cette espèce dans la péninsule

Ibérique au Pléistocène supérieur ancien et propose une colonisation d'*H. meridionalis* très récente du sud-ouest de l'Europe et des îles Canaries depuis le Maroc (Recuero *et al.*, 2007). Par conséquent l'attribution de nos fossiles est faite au niveau du genre seulement.

La grenouille verte *Pelophylax perezii* est représentée à Preresa et Hat principalement par des éléments crâniens, ilions, vertèbres, humérus et tibio-fibulas. Le sphénethmoïde est légèrement plus long que large avec des processus latéraux courts mais bien individualisés et une échancrure de la chambre postérieure modérément profonde. L'humérus possède une diaphyse robuste et droite en vue ventrale et le condyle est situé dans le prolongement de l'axe diaphysaire. Chez les mâles, la

crête mésiale est courte et reste dans le sens transversal sur toute sa longueur. L'ilion porte une crête dorsale haute et verticale sur la branche antérieure et l'angle entre le bord antérieur de la tubérosité supérieure et le bord dorsal du processus ischien est très légèrement supérieur à 90°. En vue distale, sur les deux ilions fossiles les mieux préservés, la surface de jonction avec l'ischion et le pubis est relativement haute (rapport entre la largeur de l'acétabulum (d) et la hauteur de la surface de jonction (t) = d/t, *sensu* Gleed-Owen, 2000) avec des valeurs de d/t égales à 2,40 et 2,15. Ces valeurs s'accordent bien avec une attribution au genre *Pelophylax* (groupe des grenouilles vertes) qui possède des valeurs de d/t comprises entre 2,12 et 2,88, alors que chez le genre *Rana* (groupe des grenouilles rousses) cette valeur est généralement supérieure (2,75 < d/t < 4,00) (Gleed-Owen, 2000). L'attribution spécifique est basée sur des critères paléobiogéographiques, Preresa et Hat étant situés à l'intérieur de l'aire de distribution actuelle de *P. perezii*, seule représentante du groupe des grenouilles vertes dans la péninsule Ibérique (Masó & Pijoan, 2011).

Tous les taxons cités à Preresa et à Hat sont présents actuellement dans la zone d'étude (Masó & Pijoan, 2011). D'un point de vue biochronologique ils n'apportent aucune précision sur l'âge du gisement, puisque toutes ces espèces sont connues à l'état fossile depuis au moins le Pléistocène inférieur (Bailon, 1991 ; Sanchíz, 1998 ; Blain, 2005, 2009).

#### 4.2 - REPTILES

Les reptiles (fig. 3) sont représentés par une tortue d'eau douce, un amphibène, des lacertidés, des couleuvres et une vipère. Dans les deux gisements, les lézards constituent le groupe dominant avec *Psammodromus* cf. *algerius* qui représente 56,2 % des reptiles à Preresa et les Lacertidae indet. et *Timon lepidus* qui totalisent 66,6 % des reptiles à Hat.

Les fossiles attribués aux chéloniens présents uniquement à Hat sont très fragmentaires. La plus grande partie des fractures a un aspect « récent ». En plus de 16 fragments indéterminés, Hat a livré les fragments d'un xiphiplastron, d'une nucale, d'une pleurale paire et de trois périphériques. La faible épaisseur des plaques ainsi que la faible profondeur des sillons marquant la limite entre les écailles chez l'animal vivant suggère la présence d'une tortue d'eau douce des genres *Emys* ou *Mauremys*.

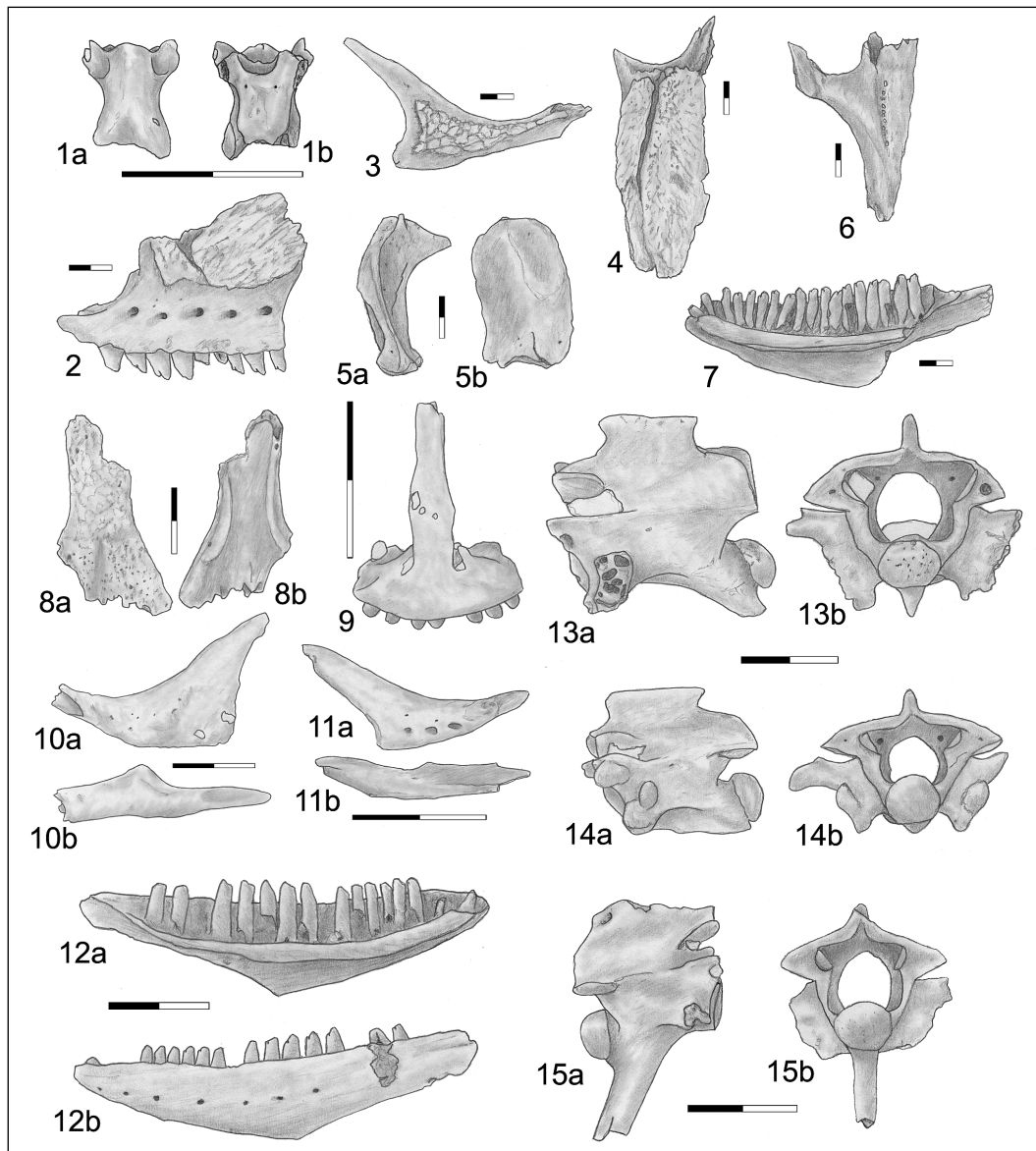
*Blanus* sp. est représenté par une unique vertèbre dans le gisement de Hat. Cette vertèbre dorsale, très petite (longueur totale = 1,3 mm), possède un arc neural aplati dorso-ventralement, à limite postérieure concave et avec un étranglement interzygapophysaire bien marqué. Le condyle et le cotyle sont aplatis dorso-ventralement et la neurépine est très réduite. Le centrum possède une surface ventrale plate et avec des marges inférieures parallèles. Les prézygapophysies et les postzygapophysies sont bien développées et inclinées vers le haut. La morphologie et la taille de cette vertèbre ne diffèrent pas de celles des espèces modernes *B. cinereus* et *B. mariae*,

les seuls amphibènes actuels d'Europe occidentale. Hat est situé à l'intérieur de l'aire de distribution actuelle de *B. cinereus* (Masó & Pijoan, 2011).

*Timon lepidus* est représenté par presque tous les éléments du squelette. En particulier un échantillon de Preresa paraît correspondre à un unique individu presque complet. Le jugal montre un processus quadratojugal bien développé. Le postfrontal et le postorbital sont fusionnés (caractère d'adulte) et le processus antéromédial du postfrontal est déployé. Le carré possède une plateforme antérieure légèrement concave et la longueur maximale du plus grand carré est de 7,57 mm. Le ptérygoïde porte une dizaine de petites dents globuleuses sur sa face ventrale et l'encoche antérieure (= pterygoid recess *sensu* Barahona & Barbadillo, 1997) est peu profonde. Les dentaires montrent, en vue labiale, une impression sur le processus coronoïde, comme cela est le cas chez les lacertidés (Estes *et al.* 1988 ; Bailon, 1991). Ils portent des dents pleurodentes, isodentes, cylindriques et majoritairement bicuspidés (sauf les quatre premières qui sont unicuspidés). Le canal de Meckel est largement ouvert. Ces dentaires sont hauts, robustes et le bord médial de la lame horizontale est relativement épais. Le dentaire le mieux conservé de Preresa permet une approximation de la longueur du plateau dentaire (*sensu* Barahona & Barbadillo, 1997) légèrement supérieure à 15 mm. Les autres éléments possèdent plus une grande taille qui permet de les rapporter à *T. lepidus*, le plus grand lacertidé actuel de la péninsule Ibérique.

*Psammodromus* cf. *algerius* est représenté à Preresa par des éléments ayant une taille bien inférieure à celle de *T. lepidus*. Les frontaux sont fusionnés, avec une constriction médiale peu marquée (caractères d'adulte). Le prémaxillaire possède neuf positions dentaires et les marges latérales du processus postérodorsal sont relativement parallèles avec toutefois un léger évasement médial. La largeur maximale du plateau prémaxillaire mesure 2,28 mm ce qui s'accorde bien avec une attribution à *P. algerius* (largeur maximale des individus modernes comprise entre 2,3 et 2,4 mm ; Barahona & Barbadillo, 1997). Sur les jugaux, le processus quadratojugal est absent chez les individus adultes (fig. 3.10) et faiblement développé chez les individus juvéniles (fig. 3.11). Un processus médial est présent sur le plateau palatin du jugal et est nettement plus développé chez l'adulte que chez le juvénile. Le ptérygoïde ne porte pas de dents et l'encoche antérieure est relativement profonde. Les dentaires se distinguent de ceux de *T. lepidus* par leur aspect plus allongé et gracile et par leur plus petite taille. La longueur du plateau dentaire sur l'élément figuré (fig. 3.12) est d'environ 7,8 mm : ce qui proche des valeurs observées chez les populations actuelles de *P. algerius* et généralement comprise entre 8 et 8,4 mm (Barahona & Barbadillo, 1997). Tous ces caractères et notamment la morphologie des jugaux permettent de rapprocher ces fossiles de l'espèce *P. algerius*.

À Hat, les quelques éléments attribués aux lacertidés sont soit trop fragmentaires soit insuffisamment diagnostiques pour permettre une attribution au-delà de la famille. Cependant quelques fossiles par leur plus grande



**Fig. 3 : Fossiles de squamates des gisements de Hat (1) et Preresá (2-15).**

*Blanus* sp., 1/ vertèbre dorsale: vues dorsale (1a) et ventrale (1b). *Timon lepidus*, 2/ maxillaire gauche: vue latérale; 3/ jugal droit: vue latérale; 4/ postfrontal et postorbitaire fusionnés: vue dorso-latérale; 5/ carré droit: vues médiale (5a) et postérieure (5b); 6/ ptérygoïde droit: vue ventrale; 7/ dentaire droit: vue médiale. *Psammodromus* cf. *algius*, 8/ frontaux fusionnés: vue dorsale (8a) et ventrale (8b); 9/ prémaxillaire: vue antéro-dorsale; 10/ jugal gauche d'adulte: vues latérale (10a) et dorsale (10b); 11/ jugal droit de juvénile: vues latérale (11a) et dorsale (11b); 12/ dentaire gauche: vues médiale (12a) et latérale (12b). *Natrix maura*, 13/ vertèbre dorsale: vues latérale gauche (13a) et postérieure (13b). *Coronella* sp., 14/ vertèbre dorsale: vues latérale gauche (14a) et postérieure (14b). *Vipera latastei*, 15/ vertèbre cervicale: vues latérale droite (15a) et postérieure (15b).

*Fig. 3: Squamate fossil remains from Hat (1) and Preresá (2-15). Blanus sp., 1/ trunk vertebra: dorsal (1a) and ventral (1b) views. Timon lepidus, 2/ left maxilla: lateral view; 3/ right jugal: lateral view; 4/ fused postfrontal and postorbital: dorsolateral view; 5/ right quadrate: medial (5a) and posterior (5b) views; 6/ right pterygoid: ventral view; 7/ right dentary: medial view. Psammodromus cf. algius, 8/ fused frontals: dorsal (8a) and ventral (8b) views; 9/ premaxilla: anterodorsal view; 10/ left jugal of adult: lateral (10a) and dorsal (10b) views; 11/ right jugal of juvenile: lateral (11a) and dorsal (11b) views; 12/ left dentary: medial (12a) and lateral (12b) views. Natrix maura, 13/ trunk vertebra: left lateral (13a) and posterior (13b) views. Coronella sp., 14/ trunk vertebra: left lateral (14a) and posterior (14b) views. Vipera latastei, 15/ cervical vertebra: right lateral (15a) and posterior (15b) views.*

taille et notamment un fragment de ptérygoïde (portant sept dents) sont rapportés à *T. lepidus*.

Trois vertèbres fossiles (deux dorsales et une cervicale) documentent la présence de *Natrix maura* dans le gisement de Preresá. Les vertèbres dorsales (longueur du centrum = 3,5 et 2,8 mm) portent une hypapophyse sigmoïde et l'arc neural est convexe en vue postérieure. Le condyle et le cotyle sont petits et plus ou moins circulaires. Le centrum est légèrement convexe en coupe transversale et avec des marges latérales plus ou moins diffuses. Les processus paradiapophysaires sont relativement graciles. Tous ces caractères permettent une attri-

bution à *N. maura* (Szyndlar, 1984; Bailon, 1991; Blain, 2005 et 2009).

Le genre *Coronella* est représenté à Preresá par quatre vertèbres dorsales (longueur du centrum = 2,6 mm pour les quatre) et à Hat par deux vertèbres cervicales et une vertèbre dorsale. La constriction précondylaire des vertèbres dorsales est relativement marquée, suggérant la présence d'individus adultes (Blain, 2005, 2009). Morphologiquement, la différenciation entre les vertèbres dorsales de *C. girondica*, et *C. austriaca* est peu aisée. De par leur processus prézygapophysaires plus massifs et les diapophysys plus larges en vue ventrale que les



parapophyses, nos fossiles se rapprocheraient plus de *C. austriaca* que de *C. girondica* (Szyndlar, 1984). Toutefois, ces caractères sont à prendre avec la plus grande prudence (surtout qu'ici l'étalement distal des processus prézygapophysaires semble être pathologique: hyper ossification?) et l'attribution est faite au niveau du genre uniquement.

Un total de 22 vertèbres (16 dorsales, 4 cervicales et 2 caudales) a été attribué à *Vipera latastei* dans le gisement de Preresa. Les vertèbres dorsales fossiles (longueur du centrum =  $2,57 \pm 0,43$  mm ; n = 13 ; min = 1,8 mm ; max = 3,6 mm) montrent les caractères typiques du genre *Vipera*: présence d'une hypapophyse plus ou moins droite, d'un arc neural aplati dorso-ventralement, d'un centrum convexe en coupe transversale et avec des marges latérales diffuses, d'un condyle et d'un cotyle développés et d'une surface articulaire des zygapophyses inclinée dorsalement. Les vertèbres cervicales se caractérisent par une hypapophyse plus longue que le centrum et une neurépine relativement haute tout comme chez l'actuelle *V. latastei*, alors que chez *V. aspis*, *V. seoanei* et *V. berus*, l'hypapophyse est moins longue que le centrum et la neurépine généralement moins haute que longue (Szyndlar, 1984, 1987; Szyndlar & Rage, 1999).

Comme pour les amphibiens, tous ces reptiles sont représentés actuellement dans la Communauté de Madrid (Masó & Pijoan, 2011) et n'apportent aucune précision d'ordre biochronologique à l'intérieur du Pléistocène.

#### 4.3 - MICROMAMMIFÈRES

Les petits mammifères (fig. 4) ont déjà été décrits dans Sesé *et al.* (2011a,b), nous ne les décrivons donc pas ici. À Preresa, l'association de micromammifères (tab. 1),

dominée par *Microtus cabreræ* (représentant à lui seul 48,5 % des petits mammifères et 31,5 % du total des microvertébrés), est caractéristique du Pléistocène supérieur selon Sesé & Sevilla (1996). Le stade évolutif de *Microtus cabreræ* et *Arvicola* aff. *sapidus*, légèrement plus primitif que chez les populations modernes de ces espèces, suggère une attribution biochronologique de cette association aux débuts du Pléistocène supérieur. Cette ancienneté est corroborée par la datation numérique obtenue par OSL de  $84 \pm 5,6$  ka et qui situerait Preresa dans le premier tiers du Pléistocène supérieur, et plus particulièrement au MIS 5a.

De la même façon, pour Hat, l'association de petits mammifères déterminée par Sesé *et al.* (2011a) (tab. 1), est caractéristique du Pléistocène supérieur avec la présence de *Microtus* cf. *cabreræ*. Cet élément biochronologique est en accord avec la datation numérique obtenue par thermoluminescence (TL) de  $74 \pm 16/-12,1$  ka (Panera *et al.*, 2005).

Tous les micromammifères représentés dans les sites de Preresa et Hat sont présents actuellement dans la Communauté de Madrid (Palomo & Gisbert, 2002), à l'exception de *Cricetulus (Allocricetus) bursae* qui s'est éteint dans la péninsule Ibérique à la fin du Pléistocène supérieur (Sesé, 1994; Sesé & Sevilla, 1996). Son représentant actuel, *Cricetulus migratorius*, vit actuellement à l'est de l'Europe et en Asie (Mitchell-Jones *et al.*, 1999).

#### 5 - RECONSTITUTION PALÉOCLIMATIQUE

La région de Madrid se caractérise actuellement par un climat méditerranéen continental avec des hivers froids

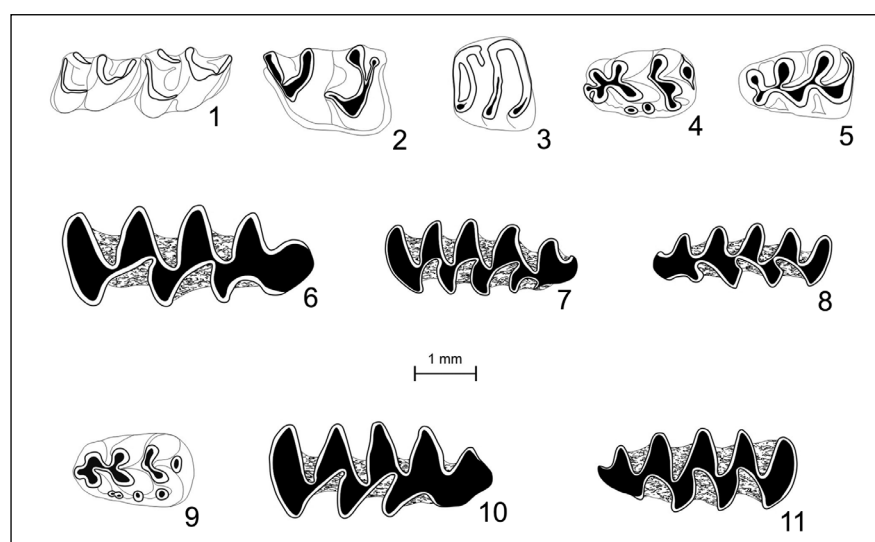


Fig. 4 : Fossiles de micromammifères des gisements de Preresa (1-8) et Hat (9-14).

*Crociodura russula*, 1/ première et deuxième molaires inférieures droites. *Rhinolophus ferrumequinum*, 2/ première molaire inférieure gauche. *Eliomys quercinus quercinus*, 3/ première molaire inférieure gauche. *Apodemus* sp., 4/ première molaire inférieure gauche. *Cricetulus (Allocricetus) bursae*, 5/ première molaire inférieure gauche. *Arvicola* aff. *sapidus*, 6/ première molaire inférieure droite. *Microtus cabreræ*, 7/ première molaire inférieure droite. *Microtus duodecimcostatus*, 8/ première molaire inférieure gauche. *Apodemus* sp., 9/ première molaire inférieure gauche, 10/ deuxième molaire inférieure droite, 11/ première molaire supérieure gauche. *Arvicola* aff. *sapidus*, 12/ première molaire inférieure droite. *Microtus* cf. *cabreræ*, 13/ première molaire inférieure gauche. cf. *Oryctolagus* sp., 14/ deuxième prémolaire supérieure gauche. Toutes les vues sont occlusales.

Fig. 4: Small-mammal fossil remains from Preresa (1-8) and Hat (9-14). *Crociodura russula*, 1/ right first and second lower molars. *Rhinolophus ferrumequinum*, 2/ left first lower molar. *Eliomys quercinus quercinus*, 3/ left first lower molar. *Apodemus* sp., 4/ left first lower molar. *Cricetulus (Allocricetus) bursae*, 5/ left first lower molar. *Arvicola* aff. *sapidus*, 6/ right first lower molar. *Microtus cabreræ*, 7/ right first lower molar. *Microtus duodecimcostatus*, 8/ left first lower molar. *Apodemus* sp., 9/ left first upper molar, 10/ right second lower molar, 11/ left first upper molar. *Arvicola* aff. *sapidus*, 12/ right first lower molar. *Microtus* cf. *cabreræ*, 13/ left first lower molar. cf. *Oryctolagus* sp., 14/ left second upper premolar. All are occlusal views.

liés à l'altitude (700 m au-dessus du niveau de la mer), incluant des chutes de neige sporadiques et des températures minimales souvent au-dessous de 0 °C. L'été tend à être chaud avec des températures qui dépassent invariablement les 30 °C en juillet et en août mais rarement au-dessus de 40 °C (Ninyerola *et al.*, 2005). Du fait de l'altitude et du climat sec de Madrid, les écarts journaliers sont souvent significatifs au cours de l'été. Les précipitations, bien que concentrées en automne et au printemps, peuvent se produire tout au long de l'année. Les données de la station climatique 3182E (Arganda «Comunidad») nous permettent d'avoir une bonne connaissance du climat actuel dans la zone comprenant les sites archéologiques de Hat et Preresá (tab. 2, fig. 5). La température moyenne annuelle (TMA) est de 13,9 °C et la précipitation moyenne annuelle (PMA) est de 458,5 mm. La différence entre le mois le plus chaud et le mois le plus froid est de 18,8 °C et la période aride dure quatre mois, de Juin à Septembre (Ninyerola *et al.*, 2005).

Les paramètres paléoclimatiques des deux gisements ont été obtenus à partir de la méthode MCR appliquée aux assemblages d'amphibiens et de reptiles (tab. 2). Les aires géographiques obtenues par regroupement des espèces représentées correspondent à différentes zones à l'intérieur de la péninsule Ibérique (fig. 5). L'élaboration de climatogrammes permet de visualiser l'évolution mensuelle des températures et précipitations (fig. 5). Le respect de l'échelle 1 °C = 2 mm permet d'évaluer directement l'indice de Gaussen, c'est-à-dire le nombre de mois de sécheresse. Finalement l'interprétation climatique est synthétisée dans le tableau 3.

Pour Preresá, l'aire commune à tous les taxons est composée d'un total de 92 carrés UTM (fig. 5). Elle s'étend sur toute la péninsule Ibérique sur un axe sud-ouest-nord-est depuis le versant Atlantique jusqu'au littoral méditerranéen, en passant par la Meseta centrale. Dans cette aire, TMA est égale à 14,2 °C et PMA est de 693 mm (tab. 2). Alors que pour Hat, l'aire commune représente 45 carrés UTM, presque tous situés dans

l'extrême sud-ouest de la péninsule Ibérique (fig. 5). Ceci est lié en partie à la présence de l'amphibien *Blanus* sp., qui aujourd'hui vit uniquement dans la zone bioclimatique méditerranéenne. Pour cette aire, TMA est de 16,5 °C et PMA est de 750 mm (tab. 2). Pour ces deux gisements, le climat est tempéré avec une forte différence entre la température du mois le plus froid et du mois le plus chaud. L'été est chaud et l'hiver tempéré. Les précipitations sont faibles et leur distribution au cours de l'année est irrégulière, ayant lieu principalement au cours de l'hiver et dans une moindre mesure au cours du printemps. Les différents indices d'aridité obtenus suggèrent un climat méditerranéen continental semi-aride avec trois ou quatre mois de sécheresse durant l'été et le début de l'automne (fig. 5, tab. 3).

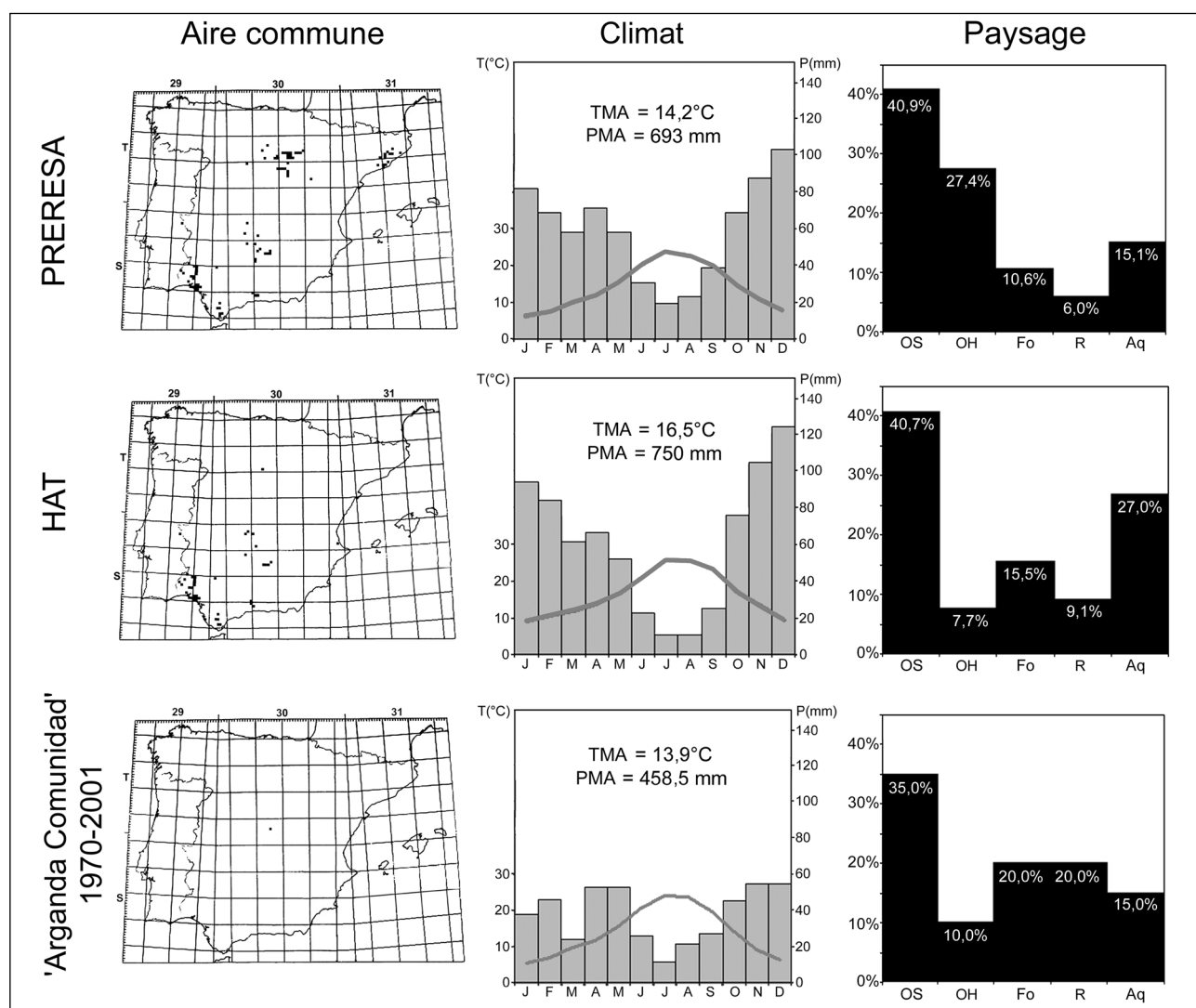
La comparaison avec le climat moderne de la zone étudiée montre que les TMA estimées pour Hat et Preresá sont supérieures à la TMA actuelle (fig. 5, tab. 2 et 3): +0,3 °C pour Preresá et +2,6 °C pour Hat. L'écart entre la température du mois le plus chaud et du mois le plus froid est moins important qu'actuellement pour Hat et Preresá, car les températures hivernales sont plus élevées (+1,2 °C pour Preresá et +3,5 °C pour Hat). Les températures estivales sont légèrement plus chaudes (+0,1 °C pour Preresá et +1,5 °C pour Hat). Cela suggère une continentalité moins prononcée. Les PMA restent faibles bien que leur cumul soit plus élevé pour Preresá (+235 mm) et Hat (+292 mm). Tout comme aujourd'hui, la période de sécheresse a une durée comprise entre trois et quatre mois (de juin à septembre) ce qui correspond à un climat méditerranéen semi-aride, mais avec une légère tendance à semi-humide pour Preresá.

Un climat tempéré similaire à l'actuel, avec une forte influence méditerranéenne est suggéré par l'association des micromammifères de Preresá. *Crociodura russula*, *Eliomys quercinus quercinus* et *Apodemus* sp. sont des indicateurs thermophiles. *Microtus cabreræ* et *Microtus duodecimcostatus* sont des espèces typiquement médi-

		Température (en °C)												
		TMA	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
PRERESA	Moyenne	14,2	6,4	7,4	10,0	11,7	15,4	20,3	24,1	23,3	20,3	15,0	10,8	7,7
	Ecart-type	3,2	3,5	2,7	2,9	2,9	2,6	3,3	2,1	2,4	3,2	3,6	3,7	4,5
	Minimum	10,0	2,0	4,0	6,0	8,0	12,0	16,0	22,0	20,0	16,0	10,0	6,0	2,0
	Maximum	18,5	12,0	12,0	14,0	16,0	19,0	24,0	28,0	26,0	24,0	20,0	16,0	14,0
HAT	Moyenne	16,5	8,7	10,4	11,5	13,5	16,6	21,0	25,5	25,4	22,8	16,7	13,1	9,2
	Ecart-type	2,0	2,7	3,1	2,2	1,9	1,2	1,1	1,5	1,1	1,7	2,2	2,8	2,2
	Minimum	11,0	4,0	5,0	7,0	9,0	13,0	18,0	22,0	21,0	17,0	11,0	7,0	5,0
	Maximum	18,5	12,0	14,0	14,0	16,0	18,0	22,0	27,0	26,0	24,0	19,0	16,0	12,0
Arganda 'Comunidad' (1970-2001)		13,9	5,2	6,9	9,7	11,6	15,5	20,6	24	23,7	19,8	14,2	9,1	6,4
		Précipitation (en mm)												
		PMA	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
PRERESA	Moyenne	693	82	69	58	71	58	30	19	23	39	69	88	103
	Ecart-type	131	27	24	12	14	12	18	11	16	18	13	22	28
	Minimum	500	60	50	50	50	40	10	10	10	20	50	70	80
	Maximum	1000	140	130	100	100	70	60	50	60	80	100	140	170
HAT	Moyenne	750	93	84	62	67	51	22	10	10	25	75	105	124
	Ecart-type	137	23	16	15	14	12	10	2	2	10	18	22	24
	Minimum	600	60	70	40	50	30	10	10	10	20	50	60	80
	Maximum	1000	140	120	100	90	70	40	20	20	70	110	150	160
Arganda 'Comunidad' (1970-2001)		458.5	37.4	45.7	23.7	53	52.9	25.8	11.1	21.2	27.1	44.8	54.5	54.4

Tab. 2 : Paramètres climatiques (1970-2001) de la station climatique 3182E d'Arganda «Comunidad» (Ninyerola *et al.*, 2005) et paramètres calculés à partir de la méthode du domaine climatique commun.

Tab. 2: Climatic parameters (1970-2001) of the Arganda "Comunidad" 3182E weather station (Ninyerola *et al.*, 2005) and parameters calculated from the Mutual Climatic Range method.



**Fig. 5: Reconstitution paléoclimatique et paléoenvironnementale des sites de Hat et Preresá.**

De gauche à droite, aire commune de distribution moderne de l'ensemble des amphibiens et reptiles fossiles représentés dans chaque gisement et actuellement dans la zone d'étude. Le quadrillage principal représente des carrés de 100 x 100 km UTM; Reconstitutions quantitatives du climat calculées à partir de la méthode du domaine climatique commun et du paysage à partir de la méthode des coefficients d'habitat. Abréviations: TMA = température moyenne annuelle; PMA = précipitation moyenne annuelle; OS = milieux ouverts et secs; OH = milieux ouverts et humides; Fo = milieux forestiers; R = milieux rocheux ou pierreux; Aq = milieux aquatiques.

Fig. 5: Paleoclimatic and paleoenvironmental reconstruction of Hat and Preresá. From the left to the right: common area of their current distribution of all the taxa represented as fossils in each sites and in the study area. Principal grid is 100 x 100 km UTM squares; Quantitative reconstructions of climate according to the Mutual Climatic Range method and of the landscape according to the habitat weighting method. Abbreviations: TMA = mean annual temperature; PMA = mean annual precipitation; OS = open-dry environments; OH = open-humid environments; Fo = woodland areas; R = rocky or stony environments; Aq = aquatic environments.

	PRERESA (MIS 5)		H.A.T. (MIS 5)		Arganda 'Comunidad'	
Température moyenne annuelle	14,2°C	tempérée	16,5°C	chaude	13,9°C	tempérée
Ecart de température	17,7°C	haut	16,8°C	haut	18,8°C	très haut
Température estivale	2 mois > 22°C	chaude	3 mois > 22°C	chaude	2 mois > 22°C	chaude
Température hivernale	TMF = 6,4°C	tempérée	TMF = 8,7°C	tempérée	TMF = 5,2°C	froide
Précipitation moyenne annuelle	693 mm	basse	750 mm	basse	458,5 mm	basse
Distribution	irrégulière	hiver	irrégulière	hiver	irrégulière	hiver-printemps
Type de précipitations	pluie		pluie		pluie	
Indice de Gaussen	3	Méditerranéen	4	Méditerranéen	4	Méditerranéen
Indice de Lautensach-Mayer	3	semi-humide	4	semi-aride	4	semi-aride
Indice de Dantin-Revenga	2,05	semi-aride	2,2	semi-aride	3	semi-aride
Indice de De Martonne	28,6	semi-humide	28,3	semi-humide	19,2	semi-aride

**Tab. 3: Interprétation climatique des climatogrammes de Preresá, Hat et de la station climatique d'Arganda «Comunidad».**

Tab. 3: Climatic interpretation of the climatograms of Preresá, Hat and Arganda "Comunidad" weather station.

terraneennes. *Oryctolagus cuniculus* est elle aussi une espèce qui abonde dans les zones de climat de type méditerranéen du sud de la péninsule Ibérique.

Toutefois, toutes les espèces de Preresá (excepté peut-être *Cricetulus (Allocricetus) bursae*, dont le représentant actuel *Cricetulus migratorius* peut vivre dans des

climats arides et semi désertiques) nécessitent un certain degré d'humidité. *Arvicola sapidus* est une espèce ripicole qui indique la présence d'un cours d'eau constant avec une abondante végétation riveraine. De la même façon, *Microtus cabreræ*, bien que moins ripicole que le campagnol amphibie, vit là où affleure le niveau phréatique avec une abondante végétation. *Microtus duodecimcostatus* nécessite des sols humides pour vivre. Les autres taxons représentés ont aussi besoin d'un couvert végétal, herbacé ou arbustif, et d'une certaine humidité indispensables pour leur développement.

De la même façon, toutes les espèces de micromammifères représentées dans le gisement de Hat indiquent un climat tempéré avec un certain degré d'humidité relative et un développement de la couverture végétale.

Ainsi les associations de micromammifères de Hat et Preresa suggèrent l'existence de conditions climatiques tempérées avec un degré d'humidité plus important qu'actuellement qui s'accorde bien avec les données quantitatives obtenues à partir de l'application du MCR aux assemblages d'amphibiens et de reptiles.

## 6 - RECONSTITUTION PALÉOENVIRONNEMENTALE

Au milieu de l'urbanisation croissante, un parc protégé «*Parque regional en torno a los ejes de los cursos bajos de los rios Manzanares y Jarama*» (aussi communément appelé «*Parque regional del Sureste*») a préservé les environnements naturels de cette zone comprise à l'intérieur de l'étage bioclimatique méso-méditerranéen (<http://parqueregionalsureste.org>). L'eau est l'élément omniprésent et dominant de la basse vallée du Jarama avec l'existence d'une centaine de petits lacs. Bien qu'aujourd'hui la plupart de ces petits lacs soient artificiels, il faut souligner que le niveau phréatique a fortement chuté dans ce secteur au cours des dernières décennies en relation avec l'exploitation intensive faites par les carrières de graviers. Il est fort possible que de nombreux petits lacs aient été présents naturellement dans le passé. Les rivières sont flanquées par de petites falaises abruptes et des *cuestas* gypseuses et entourées par un paysage ouvert. Le relief est principalement constitué par des plateaux (*meseta*) et des vallées fluviales. Les zones plus élevées de ces *mesetas*, avec une altitude proche d'environ 750 m (c'est-à-dire seulement une cinquantaine de mètres au-dessus du niveau de la rivière), sont plus arides.

Les formations végétales caducifoliées sont principalement situées le long du Jarama et de ses affluents. L'espèce la mieux représentée est le chêne faginé (*Quercus faginea*), qui en fait n'arrive jamais à constituer une forêt proprement dite. Les bois riverains sont stratifiés horizontalement avec, depuis la rivière jusqu'aux petites falaises flanquant la rivière, la présence de saules *Salix*, puis plus distant de l'eau des peupliers blancs (*Populus alba*) et des frênes à feuilles étroites (*Fraxinus angustifolia*), et pour finir des ormes champêtres (*Ulmus*

*minor*). De telles forêts-galeries peuvent atteindre jusqu'à 15 mètres de hauteur. Sur les plateaux au relief peu accentué dominant les jachères et les broussailles (et aujourd'hui les cultures qui ne nécessitent pas beaucoup d'eau «*secanos*»). Les zones steppiques sont aussi bien développées avec d'abondants bouquets de petits buissons. Les zones buissonneuses calcaires et gypseuses représentent aujourd'hui 23 % de l'aire totale, constituées par des genêts, des chênes Kermès (*Quercus coccifera*) et des romarins. Ce sont des formations au couvert végétal dense et à hauteur modérée. Enfin, les pinèdes sont rares (moins de 6 % de la surface totale) et actuellement correspondent à des replantations forestières. Les paysages modernes potentiels ont été quantifiés sommairement à l'aide de photographies aériennes de la zone d'étude (fig. 5).

En ce qui concerne les petits mammifères, la faune représentée à Preresa indique un paysage essentiellement ouvert avec principalement des zones humides et avec une végétation riveraine (abondance d'*Arvicola* aff. *sapidus*) et des zones de transition entre la forêt et la prairie (*Rhinolophus ferrumequinum* et *Erinaceus europaeus*). Le reste de l'association documente la présence de prairies généralement sèches et de zones steppiques (*Oryctolagus cuniculus*, *Crocidura russula* et *Cricetulus (Allocricetus) bursae*) et des zones boisées relativement peu étendues (*Eliomys quercinus* et *Apodemus* sp.). Pour Hat, les conditions paléoenvironnementales suggérées par les micromammifères sont similaires à celle de Preresa. *Eliomys quercinus* et le genre *Apodemus*, lorsqu'ils sont abondants au Pléistocène, sont associés à la présence d'un certain développement des forêts. *Arvicola sapidus* est une espèce ripicole qui vit au bord des rivières et des ruisseaux avec une abondante végétation riveraine herbacée.

Les amphibiens et les reptiles montrent un patron similaire avec l'abondance d'espèces de zones ouvertes avec un sol pierreux ou sableux permettant l'enfouissement (*Pelobates cultripes*, *Bufo calamita*, *Timon lepidus* et dans une moindre mesure de *Pelodytes* sp., *Blanus* sp. et *Vipera latastei*). Dans les deux gisements, la présence d'un milieu aquatique est attestée par la relative abondance de *Pelophylax perezi*, et la présence d'une tortue aquatique (*Emys* ou *Mauremys*) à Hat et de *Hyla* sp. et de *Natrix maura* à Preresa. Les espèces avec une certaine affinité pour les forêts méditerranéennes ouvertes comme *Bufo bufo* et *Blanus* sp. sont relativement peu abondantes. En revanche les espèces des zones de lisières de forêt comme *Vipera latastei* et *Psammotromus algeris* sont relativement bien représentées dans le gisement de Preresa.

En conclusion, les petits vertébrés de Hat et Preresa suggèrent la présence d'une suite d'environnements évoluant vers une xéricité croissante plus on s'éloigne de la rivière. Les basses vallées des rivières Jarama et Manzanares présenteraient durant le MIS 5a un paysage constitué d'une forêt-galerie ou forêt riveraine aux abords de l'eau avec une abondante végétation aquatique et des sols humides, qui donnerait lieu selon que l'on s'éloigne

de l'eau à des zones plus ouvertes avec une végétation de type arbustive et de prairies humides, et finalement sur les plateaux des zones steppiques et de prairies sèches. Les petites différences notées entre Preresá et Hat, notamment en ce qui concerne le développement du milieu aquatique et des zones de prairies humides, pourraient s'expliquer en fonction de la distance du site par rapport à la rivière.

## 7 - DISCUSSION

Les assemblages d'amphibiens et de reptiles fossiles des gisements de Hat et Preresá ont permis de mettre en évidence à la fin de l'avant-dernier interglaciaire (MIS 5a) dans le centre de la péninsule Ibérique un climat de type méditerranéen légèrement plus chaud que l'actuel, avec des précipitations plus abondantes durant les mois d'hiver et de printemps et une continentalité moins marquée, comme conséquence d'une certaine hausse des températures hivernales. Ce climat semble avoir été propice à l'existence de zones boisées humides, au moins en bordure des fleuves et d'espaces steppiques ou de prairies sèches avec arbustes sur les plateaux.

Le MIS 5, allant de 132 à 74 ka, est aussi connu comme l'avant-dernière période interglaciaire. Son climat dans le domaine terrestre en Europe occidentale est bien connu surtout grâce aux données fournies par les analyses polliniques (e.g. Guiot *et al.*, 1989), et pour la péninsule Ibérique notamment par le sondage marin MD99-2331 situé sur la côte de Galice (Sánchez-Góñi & d'Errico, 2005).

Après une période climatique optimale (Eemien), correspondant à la plus grande extension des forêts de chênes (*Quercus caducifoliés*) et de charmes (*Carpinus betulus*) dans le Nord de la péninsule Ibérique, le MIS 5 a connu de 110 à 74 ka une alternance de quatre périodes froides (selon la terminologie pollinique: Mélisey I, Montaigu, Mélisey II et Stadial I), caractérisées par l'extension de formations végétales de type steppes à composées, graminées et éricacées, et de quatre périodes chaudes (St-Germain Ia, St-Germain Ic, St-Germain II et Ognon Is) qui virent de nouveau l'extension des forêts ouvertes dominées dans le Nord par le chêne rouvre et le charme et dans le Sud par le chêne rouvre et le chêne vert (Sánchez-Góñi & d'Errico, 2005; Sánchez-Góñi *et al.*, 2005). Dans le cadre de ce travail, c'est la période chaude dite St-Germain II équivalente au MIS 5a qui nous intéresse puisqu'elle correspond aux gisements étudiés ici.

Les données quantitatives de reconstitution du climat pour St-Germain II varient suivant les sites étudiés, mais en général, un certain consensus suggère que les TMA étaient similaires et peut-être même légèrement supérieures à l'actuel dans le site des Echets (Rhône, France) et de La Grande Pile (Vosges, France) mais indiquent des PMA plus basses d'environ 200 mm (Guiot *et al.*, 1989). Pour Les Echets, la température du mois le plus froid varie fortement (environ 15 °C) entre les phases froides

et chaudes du MIS 5, alors que l'amplitude des variations de la température du mois le plus chaud est plus faible (moins de 5 °C) (Klotz *et al.*, 2004). Selon Sánchez-Góñi & d'Errico (2005), les PMA semblent avoir été en constante augmentation durant tout le MIS 5 dans le nord de la péninsule Ibérique, à l'exception de baisses prononcées de courte durée durant les stades froids de Mélisey I et Mélisey II.

Enfin, dans la Communauté de Madrid, un autre gisement appartenant au MIS 5 est actuellement en cours d'étude et permet une comparaison sommaire avec ceux de Hat et Preresá. Il s'agit du site de la Cueva del Camino (Pinilla del Valle, nord de la Communauté de Madrid), daté entre  $91,6 \pm 8,1$  ka et  $74,5 \pm 6,3$  ka (Pérez-González *et al.*, 2010; Arsuaga *et al.*, 2010, 2012) et donc attribuable à la fin du stade MIS 5 (MIS 5c-a). La présence dans ce site, situé à plus de 1100 m d'altitude dans les montagnes du nord de Madrid de taxons thermophiles comme *Microtus cabreræ*, *Hystrix* cf. *brachyura*, *Malpolon monspessulanus*, *Rhynchis scalaris* et surtout l'abondance de *Testudo hermanni* (Arsuaga *et al.*, 2010, 2012) suggère bien que les conditions durant les phases chaudes du MIS 5 dans le centre de l'Espagne aient été particulièrement chaudes et plutôt sèches. En effet la tortue d'Hermann (*T. hermanni*) est une espèce qui requiert un climat typiquement méditerranéen (TMA supérieure à 14 °C et PMA inférieure à 700 mm) et surtout des températures estivales chaudes (25 °C en juillet) et des températures hivernales douces (5 °C en janvier) (Vetter, 2006).

## 8 - CONCLUSION

Les petits vertébrés sont représentés dans les gisements de Hat et Preresá par des amphibiens (*Pelobates cultripes*, *Pelodytes* sp., *Bufo bufo*, *Bufo calamita*, *Hyla* sp. et *Pelophylax perezi*), des reptiles (Testudinoidea indet., *Blanus* sp., *Timon lepidus*, *Psammotromus* cf. *algeris*, *Natrix maura*, *Coronella* sp. et *Vipera latastei*) et des petits mammifères (*Erinaceus europæus*, *Crocifera russula*, *Rhinolophus ferrumequinum*, *Eliomys quercinus quercinus*, *Apodemus* sp., *Cricetulus (Allocricetulus) bursae*, *Arvicola* aff. *sapidus*, *Microtus cabreræ*, *Microtus duodecimcostatus* et *Oryctolagus cuniculus*).

Ces deux assemblages de petits vertébrés ont permis de mettre en évidence à la fin de l'avant-dernier interglaciaire (MIS 5a) dans le Centre de la Péninsule ibérique un climat de type méditerranéen (quatre mois de sécheresse durant l'été et le début de l'automne) comparable, voire légèrement plus chaud que l'actuel (TMA: +0,3 °C à Preresá et +2,6 °C à Hat), mais avec toutefois des précipitations plus abondantes (PMA: +235 mm à Preresá et +292 mm à Hat; surtout durant les mois d'hiver et de printemps) avec une continentalité moins accusée, comme conséquence d'une certaine hausse des températures hivernales (température du mois le plus froid: +1,2 °C à Preresá et +3,5 °C à Hat). Cet épisode

climatique pourrait correspondre à la période chaude de St-Germain II de la stratigraphie pollinique.

D'un point de vue paléoenvironnemental, les petits vertébrés de Hat et Preresas suggèrent la présence d'une succession d'environnements depuis la rivière jusqu'aux plateaux environnants. Les basses vallées des rivières Jarama et Manzanares présentent durant le MIS 5a un paysage constitué d'une forêt-galerie ou forêt riveraine aux abords de l'eau avec une abondante végétation et des sols humides, qui donnerait lieu selon que l'on s'éloigne de l'eau à des zones plus ouvertes avec une végétation de type arbustive et de prairies humides, et finalement sur les plateaux environnants des zones steppiques et de prairies sèches.

## REMERCIEMENTS

Les campagnes de fouilles réalisées à Preresas et Hat ont été possibles grâce au soutien financier de la Dirección General de Patrimonio Histórico de la Comunidad de Madrid et de TRAMSA. Les auteurs remercient également Inmaculada Rus, Enrique Baquedano, Teresa Pérez Martínez et Pilar García Somoza pour leur soutien technique. H.-A. B. remercie le Dr. José Enrique González (MNCN, Madrid) pour lui avoir permis l'accès aux collections ostéologiques de comparaisons des amphibiens et reptiles du Museo Nacional de Ciencias Naturales de Madrid. Nous remercions les deux relecteurs anonymes pour leurs commentaires ayant permis d'améliorer ce manuscrit. Cet article est aussi une contribution aux projets de recherche CGL2012-38358 (Ministerio de Economía y Competitividad) et SGR2009-324 (Generalitat de Catalunya).

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ARSUAGA J.L., BAQUEDANO E., PÉREZ-GONZÁLEZ A., SALA M.T.N., GARCÍA N., ÁLVAREZ D., LAPLANA C., HUGUET R., SEVILLA P., MALDONADO E., BLAIN H.-A., QUAM R., RUIZ-ZAPATA M.B., SALA P., GIL GARCÍA M.J., UZQUIANO P. & PANTOJA A., 2010 - El yacimiento arqueopaleontológico del Pleistoceno Superior de la Cueva del Camino en el Calvero de la Higuera (Pinilla del Valle, Madrid). *Zona Arqueológica*, 13, 422-442.
- ARSUAGA J.L., BAQUEDANO E., PÉREZ-GONZÁLEZ A., SALA N., QUAM R.M., RODRÍGUEZ L., GARCÍA R., GARCÍA N., ÁLVAREZ-LAO D., LAPLANA C., HUGUET R., SEVILLA P., MALDONADO E., BLAIN H.-A., RUIZ-ZAPATA M.B., SALA P., GIL-GARCÍA M.J., UZQUIANO P., PANTOJA A. & MÁRQUEZ B., 2012 - Understanding the ancient habitats of the last-interglacial (late MIS 5) Neanderthals of central Iberia: Paleoenvironmental and taphonomic evidence from the Cueva del Camino (Spain) site. *Quaternary International*, 275, 55-75.
- ATKINSON T.C., BRIFFA K.R. & COOPE G.R., 1986 - Reconstruction of late-glacial climates from Coleoptera using the mutual climatic range method. In W.H. Berger, & L. Labeyrie (eds.), *The Book of Abstracts and Reports from the Conference on Abrupt Climatic Change, Biviers, 16-22 October 1985*. SIO Reference Series, 86-8, 56-59.
- ATKINSON T.C., BRIFFA K.R. & COOPE G.R., 1987 - Seasonal temperatures in Britain during the past 22,000 years reconstructed using beetle remains. *Nature*, 325 (6105), 587-592.
- BAILON S., 1991 - *Amphibiens et reptiles du Pliocène et du Quaternaire de France et d'Espagne : mise en place et évolution des faunes*. Thèse de Doctorat, Université Paris 7 Diderot, 499 p.
- BAILON S., 1999 - Différentiation ostéologique des Anoures (Amphibia, Anura) de France. *Fiches d'ostéologie animale pour l'archéologie. Série C, Varia*, 1, 1-38.
- BARAHONA F. & BARBADILLO L.J., 1997 - Identification of some Iberian lacertids using skull characters. *Revista Española de Herpetología*, 11, 47-62.
- BLAIN H.-A., 2005 - *Contribution de la paléoherpétofaune (Amphibia et Squamata) à la connaissance de l'évolution du climat et du paysage du Pliocène supérieur au Pléistocène moyen d'Espagne*. Thèse de Doctorat, Muséum national d'Histoire naturelle, Paris, 402 p.
- BLAIN H.-A., 2009 - Contribution de la paléoherpétofaune (Amphibia & Squamata) à la connaissance de l'évolution du climat et du paysage du Pliocène supérieur au Pléistocène moyen d'Espagne. *Treballs del Museo de Geologia de Barcelona*, 16, 39-170.
- BLAIN H.-A. & VILLA P., 2006 - Amphibians and squamate reptiles from the early Upper Pleistocene of Bois Roche Cave (Charente, southwestern France). *Acta Zoologica Cracoviensis. Series A, Vertebrata*, 49 (1-2), 1-32.
- BLAIN H.-A., BAILON S. & CUENCA-BESCÓS G., 2008 - The Early-Middle Pleistocene palaeoenvironmental change based on the squamate reptile and amphibian proxy at the Gran Dolina site, Atapuerca, Spain. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 261 (1-2), 177-192.
- BLAIN H.-A., BAILON S., CUENCA-BESCÓS G., ARSUAGA J.L., BERMÚDEZ DE CASTRO J.M. & CARBONELL E., 2009 - Long-term climate record inferred from Early-Middle Pleistocene amphibian and squamate reptile assemblages at the Gran Dolina cave, Atapuerca, Spain. *Journal of Human Evolution*, 56 (1), 55-65.
- BLAIN H.-A., BAILON S., AGUSTÍ J., MARTÍNEZ-NAVARRO B. & TORO I., 2011 - Paleoenvironmental and paleoclimatic proxies to the Early Pleistocene hominids of Barranco León D and Fuente Nueva 3 (Granada, Spain) by means of their amphibian and reptile assemblages. *Quaternary International*, 243 (1), 44-53.
- BLANCO J.C., 1998 - *Mamíferos de España. I: Insectívoros, Quirópteros, Primates y Carnívoros de las Península Ibérica, Baleares y Canarias. II: Cetáceos, Artiodáctilos, Roedores y Lagomorfos de la Península Ibérica, Baleares y Canarias*. Geoplaneta, Barcelona, 457 & 383 p.
- CARRASCAL L.M. & SALVADOR A. (eds.), 2002-2006 - *Enciclopedia Virtual de los Vertebrados Españoles*. Museo Nacional de Ciencias Naturales, Madrid, <http://www.vertebradosibericos.org>.
- ESTES R., DE QUEIROZ K. & GAUTHIER J., 1988 - Phylogenetic relationships within Squamata. In R. Estes & G. Pregill (eds.), *Phylogenetic relationships of the lizard families*. Stanford University Press, Stanford, 119-281.
- GARCÍA-PARÍS M., MONTORI A. & HERRERO P., 2004 - *Amphibia. Lissamphibia*. In M.A. Ramos, A. Montori & P. Herrero (eds.), *Fauna Iberica*, 24. Museo Nacional de Ciencias Naturales & Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Madrid, 640 p.
- GLEED-OWEN C.P., 2000 - Subfossil records of *Rana* cf. *lessonae*, *Rana arvalis* and *Rana* cf. *dalmatina* from Middle Saxon (c. 600-950 AD) deposits in eastern England: evidence for native status. *Amphibia-Reptilia*, 21 (1), 57-65.
- GODINHO R., TEIXEIRA J., REBELO R., SEGURADO P., LOUREIRO A., ÁLVARES F., GOMES N., CARDOSO P., CAMILO-ALVES C. & BRITO J.C., 1999 - Atlas of the continental Portuguese herpetofauna: an assemblage of published and new data. *Revista Española de Herpetología*, 13, 61-82.
- GUIOT J., PONS A., DE BEAULIEU J.L. & REILLE M., 1989 - A 140,000-year continental climate reconstruction from two European pollen records. *Nature*, 338 (6213), 309-313.
- HOLMAN J.A., 1998 - *Pleistocene Amphibians and Reptiles in Britain and Europe*. Oxford Monographs on Geology and Geophysics, 38, 254 p.
- KLOTZ S., MÜLLER U., MOSBRUGGER V., DE BEAULIEU J.-L. & REILLE M., 2004 - Eemian to early Würmian climate dynamics: history and pattern of changes in Central Europe. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 211 (1-2), 107-126.
- LÓPEZ MARTÍNEZ N., 1980 - Los micromamíferos (Rodentia, Insectivora, Lagomorpha Chiroptera), del sitio de ocupación Achelense de Áridos 1-1 (Arganda, Madrid). In M. Santonja, N. López Martínez & A. Pérez-González (eds.), *Ocupaciones Achelenses en el Valle del Jarama (Arganda, Madrid)*. Arqueología y Paleoeología, 1, 161-202.
- MASÓ A. & PIJOAN M., 2011 - *Anfibios y Reptiles de la Península Ibérica, Baleares y Canarias*. Ediciones Omega, Barcelona, 848 p.
- MITCHELL-JONES A.J., AMORI G., BOGDANOWICZ W., KRSTUFK B., REIJNDERS P.J.H., SPITZENBERGER F., STUBBE M., THISSEN J.B.M., VOHRALÍK V. & ZIMA J., 1999 - *The Atlas of European Mammals*. T & AD Poyser, London. 484 p.

- MOINE O., ROUSSEAU D.-D., JOLLY D. & VIANEY-LIAUD M., 2002 - Mutual climatic range on Quaternary terrestrial mollusks. A new transfer function. *Quaternary Research*, **57** (1), 162-172.
- NINYEROLA M., PONS X. & ROURE J.M., 2005 - *Atlas Climático Digital de la Península Ibérica. Metodología y aplicaciones en bioclimatología y geobotánica*. Universidad Autónoma de Barcelona, Bellaterra.
- PALOMO L.J. & GISBERT J. (eds.), 2002 - *Atlas de los Mamíferos Terrestres de España*. Organismo Autónomo de Parques Nacionales, Madrid, 564 p.
- PANERA GALLEGO J. & RUBIO JARA S. (coords.), 2002 - Bifaces y Elefantes. La investigación del Paleolítico Inferior en Madrid. *Zona Arqueológica*, **1**, 1-507.
- PANERA J., PÉREZ-GONZÁLEZ A., RUBIO JARA S. & SESÉ C., 2005 - El yacimiento paleolítico de Hat en el valle del Jarama: una aportación de Cuaternario de la cuenca de Madrid al debate sobre el inicio del Paleolítico medio. In M. Santonja, A. Pérez-González & M.J. Machado (eds.), *Geoarqueología y Patrimonio en la Península Ibérica y el entorno Mediterráneo*. ADEMA, Soria, 251-260.
- PANERA GALLEGO J., RUBIO JARA S., PÉREZ-GONZÁLEZ A., RUS PÉREZ I., YRAVEDRA SAINZ DE LOS TERREROS J., URIBELARREA DEL VAL D., RUIZ-ZAPATA B., SESÉ BENITO C., SOTO E., FARIAS M., TORRES T. & ORTIZ MENÉNDEZ J.E., 2010 - El registro Paleolítico de las terrazas complejas de los valles del Manzanares y Jarama. In M. Santoja (coord.), *Actas de las quintas Jornadas del Patrimonio Arqueológico en la Comunidad de Madrid. Los primeros pobladores: Arqueología del Pleistoceno, Alcalá de Henares, 12, 13 y 14 de noviembre de 2008*. Museo Arqueológico Regional de la Comunidad de Madrid, Alcalá de Henares, 73-92.
- PANERA J., TORRES T., PÉREZ-GONZÁLEZ A., ORTIZ J.E., RUBIO-JARA S. & URIBELARREA DEL VAL D., 2011 - Geocronología de la Terraza Compleja de Arganda en el valle del río Jarama (Madrid, España). *Estudios Geológicos*, **67** (2), 495-504.
- PÉREZ-GONZÁLEZ A., 1994 - Depresión del Tajo. In E. Gutiérrez (ed.), *Geomorfología de España*. Editorial Rueda, Madrid, 389-436.
- PÉREZ-GONZÁLEZ A., RUBIO JARA S., PANERA GALLEGO J. & URIBELARREA DEL VAL D., 2008 - Geocronología de la sucesión arqueostratigráfica de Los Estragales en la Terraza Compleja de Butarque (Valle del río Manzanares, Madrid). *Geogaceta*, **45**, 39-42.
- PÉREZ-GONZÁLEZ A., KARAMPAGLIDIS T., ARSUAGA J.L., BAQUEDANO E., BÁREZ S., GÓMEZ J.J., PANERA J., MÁRQUEZ B., LAPLANA C., MOSQUERA M., HUGUET R., SALA P., ARRIAZA M.C., BENITO A., ARACIL E. & MALDONADO E., 2010 - Aproximación geomorfológica a los yacimientos del Pleistoceno Superior del Calvero de la Higuera en el Valle Alto del Lozoya (Sistema Central Español, Madrid). *Zona Arqueológica*, **13**, 404-419.
- PLEGUEZUELOS J.M. & MARTÍNEZ-RICA J.P., 1997 - *Distribución y Biogeografía de los anfibios y reptiles de España*. Monografías - Revista Española de Herpetología, **3**, 542 p.
- PLEGUEZUELOS J.M., MÁRQUEZ R. & LIZANA M. (eds.), 2004 - *Atlas y Libro Rojo de los Anfibios y Reptiles de España*. Dirección General de Conservación de la Naturaleza-Asociación Herpetológica Española, Madrid, 587 p.
- POKINES J.T., 1998 - *The Paleoeecology of Lower Magdalenian Cantabrian Spain*. British Archaeological Reports. International Series, **713**, 189 p.
- RECUERO E., IRAOLA A., RUBIO X., MACHORDOM A. & GARCÍA-PARÍS M., 2007 - Mitochondrial differentiation and biogeography of *Hyla meridionalis* (Anura: Hylidae): an unusual phylogeographical pattern. *Journal of Biogeography*, **34** (7), 1207-1219.
- SALVADOR A., 1997 - Reptiles. In M.A. Ramos, J. Alba-Tercedor, X. Bellés, J. Gosálbez, A. Guerra, E. MacPherson, F. Martin, J. Serrano & J. Templado (eds.), *Fauna Ibérica*, **10**. Museo Nacional de Ciencias Naturales, Madrid, 705 p.
- SÁNCHEZ-GOÑI M.F. & D'ERRICO F., 2005 - La historia de la vegetación y el clima del último ciclo climático (OIS5-OIS1, 140000-10000 años BP) en la Península Ibérica y su posible impacto sobre los grupos paleolíticos. *Monografías (Museo Nacional y Centro de Investigación de Altamira)*, **20**, 115-129.
- SÁNCHEZ-GOÑI M.F., LOUTRE M.F., CRUCIFIX M., PEYRON O., SANTOS L., DUPRAT J., MALAIZÉ B., TURON J.-L. & PEYPOUQUET J.-P., 2005 - Increasing vegetation and climate gradient in Western Europe over the Last Glacial Inception (122-110 ka): data-model comparison. *Earth and Planetary Science Letters*, **231** (1-2), 111-130.
- SANCHÍZ B., 1998 - *Salientia*. In P. Wellnhöffer (ed.), *Handbuch der Paläoherpetologie*, **4**, 275 p.
- SANCHÍZ B., TEJEDO M. & SÁNCHEZ-HERRÁIZ M.J., 2002 - Osteological differentiation among Iberian *Pelodytes* (Anura, Pelodytidae). *Graellsia*, **58** (2), 35-68.
- SESÉ C., 1994 - Paleoclimatical interpretation of the Quaternary small mammals of Spain. *Geobios*, **27** (6), 753-767.
- SESÉ C., 2005 - Aportación de los micromamíferos al conocimiento paleoambiental del Pleistoceno Superior de la Región Cantábrica: Nuevos datos y síntesis. In R. Montes Barquín & J.A. Lasheras Corrucho (eds.), *Actas de la reunión científica: Neandertales Cantábricos, estado de la cuestión, Altamira, 20-22 octubre 2004*. Monografías (Museo Nacional y Centro de Investigación de Altamira), **20**, 167-200.
- SESÉ C. & SEVILLA P., 1996 - Los micromamíferos del Cuaternario peninsular español: Cronoestratigrafía e implicaciones bioestratigráficas. *Revista Española de Paleontología*, n° extraordinario, 278-287.
- SESÉ C., PANERA J., RUBIO-JARA S. & PÉREZ-GONZÁLEZ A., 2011a - Micromamíferos del Pleistoceno Medio y Pleistoceno Superior en el Valle del Jarama: yacimientos de Valdocarros y Hat (Madrid, España). *Estudios Geológicos*, **67** (1), 131-151.
- SESÉ C., RUBIO-JARA S., PANERA J. & PÉREZ-GONZÁLEZ A., 2011b - Micromamíferos del Pleistoceno Superior del Yacimiento de PRERESA en el Valle del Manzanares y su contribución a la reconstrucción paleoambiental de la Cuenca de Madrid durante el Pleistoceno. *Estudios Geológicos*, **67** (2), 471-494.
- SZYNDLAR Z., 1984 - Fossil snakes from Poland. *Acta Zoologica Cracoviensia*, **28**, 1-156.
- SZYNDLAR Z., 1987 - Snakes from the lower Miocene locality of Dolnice (Czechoslovakia). *Journal of Vertebrate Paleontology*, **7** (1), 55-71.
- SZYNDLAR Z. & RAGE J.-C., 1999 - Oldest Fossil Vipers (Serpentes: Viperidae) from the Old World. *Darmstädter Beiträge zur Naturgeschichte*, **8**, 9-20.
- VETTER H., 2006 - *La tortuga mediterránea Testudo hermanni*. Chimaira y Reptilia Ediciones, Frankfurt-am-Main & Castelldefels, 325 p.
- YRAVEDRA J., RUBIO-JARA S., PANERA J., URIBELARREA D. & PÉREZ-GONZÁLEZ A., 2012 - Elephants and subsistence. Evidence of the human exploitation of extremely large mammal bones from the Middle Palaeolithic site of Preres (Madrid, Spain). *Journal of Archaeological Science*, **39** (4), 1063-1071.