

Paléontologie humaine et préhistoire

Une nouvelle faune de vertébrés continentaux, associée à des artefacts dans le Pléistocène inférieur de l'Hérault (Sud de la France), vers 1,57 Ma

Jean-Yves Crochet^{a,*}, Jean-Loup Welcomme^b, Jérôme Ivorra^c, Gilles Ruffet^d,
Nicolas Boulbes^{e,f}, Ramon Capdevila^g, Julien Claude^h, Cyril Firmatⁱ,
Grégoire Métais^j, Jacques Michaux^h, Martin Pickford^j

^a 138, ancien chemin du Triadou, 34270 Saint-Jean-de-Cuculles, France

^b 123, rue du Château-d'Eau, 34270 Le Triadou, France

^c 1, impasse de la Chaînaie, 34720 Caux, France

^d UMR 6118, géosciences, université de Rennes 1, 263, avenue du Général-Leclerc, 35042 Rennes cedex, France

^e Archéologie des sociétés méditerranéennes, CNRS-UMR 5140, 34000 Lattes, France

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

^g Avenue de Bedilières, 34120 Lézignan-la-Cèbe, France

^h EPHE et UMR 5554 CNRS, institut des sciences de l'évolution de Montpellier 2, cc064, 2, place Eugène-Bataillon, 34095 Montpellier cedex 5, France

ⁱ UMR-CNRS 5561, biogéosciences, université de Bourgogne, 6, boulevard Gabriel, 21000 Dijon, France

^j Centre de recherches sur la paléobiodiversité et les paléoenvironnements (CR2P), UMR 7207 CNRS, département histoire de la Terre, Muséum national d'histoire naturelle, CP 38, 8, rue Buffon, 75231 Paris cedex 05, France

Reçu le 6 mars 2009 ; accepté après révision le 17 juin 2009

Disponible sur Internet le 28 juillet 2009

Présenté par Yves Coppens

Résumé

En juillet 2008, nous avons eu connaissance de l'existence d'une nouvelle faune « villafranchienne » dans la carrière de basalte de Lézignan-le-Cèbe dans la basse vallée de l'Hérault (Sud de la France, Languedoc). Une expertise patrimoniale préliminaire nous a permis d'identifier une vingtaine de taxons de vertébrés. À la suite des pluies automnales, une vingtaine d'artefacts de type *pebble culture* ont été récoltés. La coulée de basalte située au-dessus du niveau fossilifère et autour de la butte-témoin ayant livré les artefacts accuse un âge de 1,57 Ma. Les informations nouvelles obtenues améliorent notre connaissance du Pléistocène ancien européen. **Pour citer cet article : J.-Y. Crochet et al., C. R. Palevol 8 (2009).**

© 2009 Académie des sciences. Publié par Elsevier Masson SAS. Tous droits réservés.

Abstract

A new vertebrate fauna associated with lithic artefacts from the Early Pleistocene of the Hérault Valley (southern France) dated around 1.57 Ma. A new vertebrate fauna associated with lithic artefacts from the Early Pleistocene of the Hérault Valley (southern France) dated around 1.57 Ma. Some lithic artefacts associated with an Early Pleistocene (Upper Villafranchian) vertebrate fossil assemblage have been found from a quarry exploited for basalt in the lower Hérault Valley (Languedoc, southern France)

* Auteur correspondant.

Adresse e-mail : asprogeo@orange.fr (J.-Y. Crochet).

at the Lézignan-la-Cèbe locality. A preliminary patrimony expertise led us to identify about 20 vertebrate taxa, and the autumnal rainfalls revealed the presence of roughly 30 lithic artefacts of “pebble culture” type. A basalt layer dated at 1.57 My directly overlies the fossiliferous level, extends along the little hill (locus 2) yielding artefacts. These new promising data offer new perspectives to improve our understanding of Early Pleistocene ecosystems (and possibly ancient hominin occupation) of southern Europe. **To cite this article:** J.-Y. Crochet et al., C. R. Palevol 8 (2009).

© 2009 Académie des sciences. Published by Elsevier Masson SAS. All rights reserved.

Mots clés : Lézignan-la-Cèbe, Hérault, Sud de la France ; Pléistocène inférieur ; Faune ; Artefacts

Keywords: Lézignan-la-Cèbe, Hérault, southern France; Early Pleistocene; Fauna; Lithic artefacts

Abridged English version

Introduction

The first collections of Pleistocene fossil vertebrates in Lézignan-la-Cèbe were made about 15 years ago, but these fossil remains were first examined and identified by the senior author in June 2008. In the frame of the inventory of the geological patrimony of the region, the quarry yielding vertebrate remains was visited and preliminary systematic excavations (all items recovered were registered in a three-dimensional coordinate system and placed in stratigraphic context) were carried out in summer 2008. This new locality actually consists of two fossiliferous loci distant of about 50 meters, which are capped by a basalt layer dated at 1.57 Ma. Fossil mammals were recovered from the two loci, but to date only the locus 2 has yielded lithic artefacts of pebble-tools type.

In western Europe, the paleontological sites dated between 1 and 2 My, and preserving both fossil faunas and lithic artefacts are particularly rare: Chilhac 3 (~1.9 Ma, [29]) and Nohac-Briard (~1.5 Ma) in the Haute-Loire region (central France [10]); Pirro Nord (between 1.7 and 1.3 Ma) in southern Italy [4]; Barranco Leon-5 (1.4 Ma); Fuente Nueva-3 and (1.25 Ma) [21], Orce Basin (Andalusia), and la Sima del Elefante (~1.2 Ma) in northern Spain [15] which has otherwise yielded hominid remains. In the Languedoc area, the presence of pebble-culture artefacts is reported on the River terraces from the Günz glacial interval.

Geologic context and description of the site

The fossiliferous level (locus 1) directly underlies the basaltic lava flow, and corresponds to a channel filled with rolled basalt blocks. The size of those blocks varies in diameter from 20 to 30 cm, and they are generally coated in rubified sediments. The fossil remains appear to have been mostly trapped between these blocks. Four hundred specimens were collected during

the preliminary excavations and the screening-washing operations. The proximity of the lava flow has not permitted the conservation of bones (maxilla and mandibles) bearing teeth, but the latter are generally well-preserved.

The locus 2 is located about 50 m west of the locus 1, and consists of fluvio-volcanic sediments forming a small hill. Although it has yielded the same mammal assemblage as the locus 1, specimens here are rarer and generally better preserved than in the locus 1. One level near the top of the hill is a paleosol with quartzitic pebbles which yield artifacts.

During the volcanic eruption, the lava flow flew down gravitally in the bed (locus 1) of the paleo-valley, which was at that time about 60 meters higher topographically than the extant runway of the Hérault River. The lava flow probably bypassed the hill, and obviously sunk into the bed of the paleo-valley, which was possibly made of lacustrine alluvial deposits.

Datations

CO₂ laser probe ³⁹Ar-⁴⁰Ar step-heating analyses were performed on whole rock single grains from 12 samples collected from four close areas on the lava flow covering the study site. All experiments displayed concordant plateau ages between 1.536 ± 0.063 Ma and 1.627 ± 0.136 Ma.

As all inverse isochrone calculations yielded initial (³⁶Ar/⁴⁰Ar) ratios undistinguishable of the atmospheric ratio, excess argon can be ruled out. The weighted mean of isochrone ages, at 1.57 ± 0.01 Ma (1σ), is in perfect agreement with the weighted mean of plateau ages at 1.56 ± 0.02 Ma (1σ) and is probably the best estimate of the emplacement age of the lava flow. This age at 1.57 ± 0.01 Ma (1σ) postdates the study site.

Temporary faunal list

Several taxa have been identified in the two loci of the Lézignan-la-Cèbe quarry: *Leptobos etruscus*, small bovid indét., *Eucladoceros ctenoides vireti*, large and

small-sized cervids indet., *Equus altidens*, *Dicerorhinus etruscus etruscus*, Elephantid indet., *Canis etruscus*, *Meles thoralis*, *Homotherium crenatidens*, *Pachycrocuta brevirostris*, *Prolagus* sp., cf. *Microtus*, cf. *Allocricetus Apodemus* sp. indet., *Talpa fossilis*, *Testudo* nov.sp., Aves indet.

This faunal assemblage is homogenous biochronologically and is correlable with the late Early Pleistocene (MNQ18-MNQ19) assemblage known in central France. The occurrence of the arvicolid *Microtus* in Lézignan-la-Cèbe is the earliest occurrence of the genus in Western Europe. This taxon shows non radicated molars, which is an important morphological feature that allows biochronological inference for the whole Holarctic rodent faunas [25].

The artefacts

The lithic assemblage includes 20 artefacts of pebble-culture type. The supports and striking platforms are quartzitic pebbles, large basaltic flakes and fragments, and smaller flint pebbles. All flakes are exclusively produced by direct percussion, employing a hard stone hammer. Unilateral alterations can be observed on the periphery of certain flakes. The pebbles are developed in chopping-tools, and their edges often show traces of repetitive impacts. The lithic assemblage found at the locus 2 shows similar primary technical features to those from the other Early Pleistocene European sites [10,11,17,20,30,34].

Conclusions and perspectives

This preliminary patrimonial inventory of the new locality still gives an incomplete picture of the fauna (e.g., the percentage of the different species is barely significant). The possible preservation of a paleosol in the locus 2 should be further evidenced with additional data.

Several bone remains from the locus 1 bear trace of predation by carnivores. Some bones from the locus 1 appear to have been intentionally broken, which is to be put into relation with the presence of *choppers* and *chopping-tools* in the locus 2. A complete taphonomic analysis of the bone collected is being processed.

At this point, the study of the Pleistocene locality of Lézignan-la-Cèbe is still in its infancy, and our first observations deserve further field and laboratory investigation. The aspects to be developed will target on finding additional lithic tools, and to better document the faunal assemblage.

The new site at Lézignan-la-Cèbe which is older than Atapuerca and Piro Nord is crucial for throwing light on early hominids in Europe.

1. Introduction

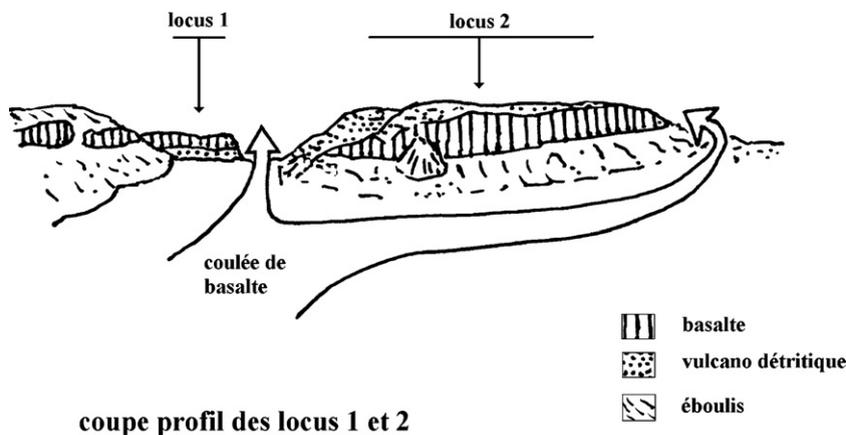
Les faunes de vertébrés terrestres du Pléistocène inférieur européen sont rarement associées à des restes humains ou à des artefacts. On ne peut citer en Europe occidentale que le site d'Atapuerca (Sima del Elefante, niveau TD 6) vers 1,2–1,1 Ma [15] qui associe faune, restes humains et artefacts, et ceux de Chilhac III (Haute-Loire, France) vers 1,9 Ma [29], de Nolhac-Biard (Haute-Loire, France) vers 1,5 Ma avec une faune « résiduelle » [10], de Barranco Leon-5 à 1,4 Ma [21], de Fuente Nueva-3 à 1,25 Ma [21] (Andalousie, Espagne) de la fin du Pléistocène inférieur [35,36] et de Pirro Nord (Apulie, Italie) entre 1,7–1,3 Ma [4], avec faune et artefacts. Sur la bordure nord du Massif central, le site de Pont-de-Lavaud (1,1 Ma) a livré en stratigraphie une industrie archaïque [20], non associée à une faune significative.

En Languedoc, le site de Nogaret, vers 1,9 Ma [2,13] a livré une faune de grands mammifères « villafranchiens » comprenant six taxons. Par ailleurs, des trouvailles isolées d'artefacts à la surface des hautes terrasses du Roussillon (Günz), ou de l'Hérault sont au plus d'âge Mindélien, comme les restes humains, fauniques et lithiques de la Caune de l'Arago à Tautavel [34]. En Europe, des cortèges d'artefacts sont aussi présents dans plusieurs localités sans être associés à des faunes, à Saint-Eble (Haute-Loire) ou en Roumanie. . . [9,10].

Ainsi, la découverte d'une faune du Pléistocène inférieur associée à un cortège d'artefacts, comme c'est le cas pour le gisement découvert à Lézignan-la-Cèbe, crée une situation nouvelle qui offre l'opportunité d'une meilleure compréhension de cette époque en Europe.

2. Historique de la découverte

Il y a une quinzaine d'années, un résident du village de Nizas, Monsieur Jean Rouvier, a récolté, dans la carrière de basalte de la CTSO de Lézignan-la-Cèbe, un lot d'os et de dents de mammifères fossiles. Au début de l'été 2008, il fait part de ses récoltes à l'un d'entre nous (J. I.). Une équipe de chercheurs se constitue et réalise fin août une première expertise patrimoniale du site. La présente note rend compte des premiers résultats obtenus.



coupe profil des locus 1 et 2

Fig. 1. Coupe théorique des loci 1 et 2 du site de Lézignan-la-Cèbe. Le figuré basalte marque dans le paysage les témoins de la coulée qui a été exploitée.

Fig. 1. Theoretical cross-section of loci 1 and 2 of the Lézignan-la-Cèbe site. The basalt structure marks the evidence in the surroundings of the flows which have been exploited.

3. Contexte géologique et description du site

Les niveaux fossilifères sont localisés au centre de la carrière située sur le plateau basaltique dit « plateau de l'Arnet ». La coulée exploitée en carrière est issue du volcan des Baumes, situé à 8 km plus au nord, et a emprunté une paléo-vallée qui domine de 60 m le cours actuel de l'Hérault.

Le locus 1 correspond à un chenal fluvial, creusé dans les « cailloutis villafranchiens » du Pliocène supérieur [46], encombré de blocs de basalte roulés et altérés superficiellement, de 20 à 30 cm de diamètre, enrobés dans un sédiment argileux de couleur rouge-brique partiellement cuit par la coulée basaltique sus-jacente. En août 2008, des restes paléontologiques nombreux et plus ou moins bien conservés ont été extraits de ce niveau. Les fossiles sont localement plus abondants dans les dépressions localisées entre les blocs roulés de basalte qui les ont piégés. Plus de 400 spécimens (os et dents) déterminables ont été extraits ou découverts au cours d'opérations de lavage-tamassage. À plusieurs reprises, des dents appartenant à un même individu ont été extraites d'un même emplacement sans que les os, mandibule ou maxillaire, ne soient conservés. Aucun os en connexion n'a été observé.

Cette fouille préliminaire n'a concerné que 5 m² sur 20 cm d'épaisseur, située directement sous la coulée de basalte. La lentille fossilifère possède une extension beaucoup plus importante avec une épaisseur inconnue à ce jour. Les potentialités du locus sont donc importantes.

Le locus 2, situé 50 m plus à l'ouest du locus 1, est une butte-témoin de sédiment fluvio-volcanique qui a été contournée par la même coulée basaltique qui a

recouvert le locus 1 (Fig. 1). À ce jour, ce locus n'a pas été exploité par fouille. Toutefois, des récoltes d'artefacts et d'ossements y ont été systématiquement effectuées à la base des coupes après les épisodes pluvieux (Fig. 2).

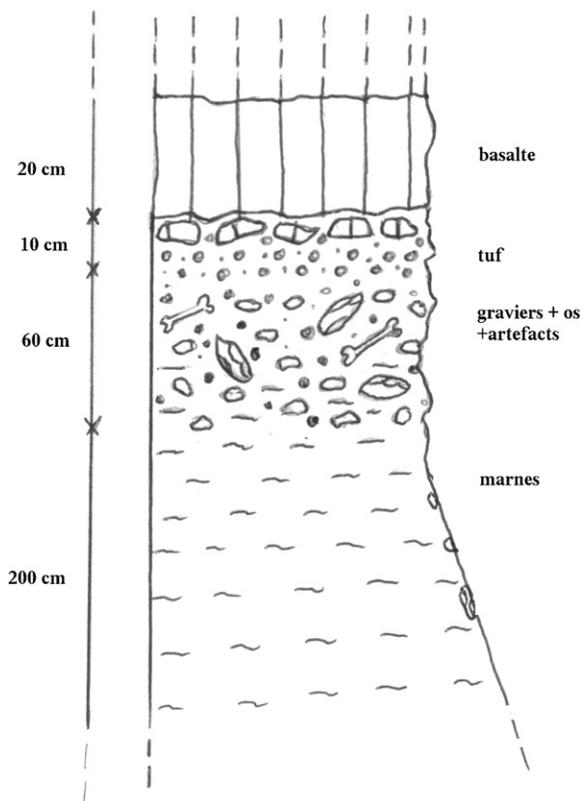


Fig. 2. Coupe géologique du locus 2 (versant nord) 2009.

Fig. 2. Geological cross-section of the locus 2 (northern side) 2009.

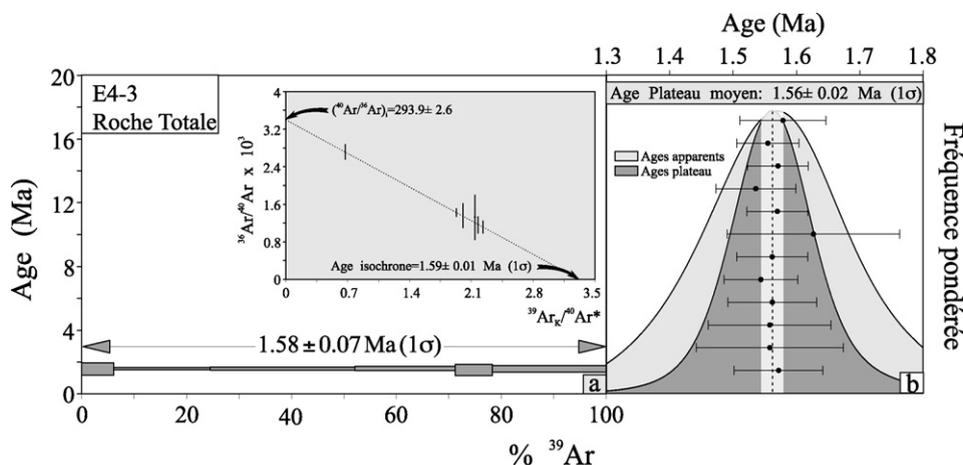


Fig. 3. a : spectre d'âge ^{40}Ar - ^{39}Ar et diagramme de corrélation pour l'échantillon de roche totale E4-3. Les barres d'erreur des âges apparents sont à 1σ . L'erreur sur le paramètre d'irradiation J n'est prise en compte que pour le calcul de l'âge plateau ; b : histogrammes de fréquence pondérée pour les 12 analyses des âges apparents et âges plateau. Cercles noirs : âges plateau avec erreurs à 1σ . Ligne en pointillé : moyenne pondérée des âges plateau avec domaine d'erreur à 1σ (gilles.ruffet@univ-rennes1.fr).

Fig. 3. a: E4-3 whole rock ^{40}Ar - ^{39}Ar age spectrum and correlation diagram. The age error bars for each temperature steps are at the 1σ level and do not include errors in the J -values. The errors in the J -values are included in the plateau age calculations; b: weighted frequency diagrams of apparent and plateau ages (12 analyses). Black circles: plateau ages with errors at the 1σ level. Dashed line: weighted mean of plateau ages with its 1σ error domain.

Les fossiles qui proviennent des deux locus sont identiques. Globalement, ils sont mieux conservés mais moins concentrés sur le locus 2. Fossiles et artefacts présentent de faibles encroûtements carbonatés, argument qui vient appuyer la thèse de la contemporanéité de l'ensemble du matériel recueilli.

4. Datations radiométriques : résultats ^{39}Ar - ^{40}Ar

Les 12 analyses fournissent des spectres d'âge permettant systématiquement le calcul d'âges plateau, entre $1,536 \pm 0,063$ Ma et $1,627 \pm 0,136$ Ma (Fig. 3a, Tableau 1). Tous les âges plateau sont concordants dans leurs marges d'erreur. Les diagrammes de fréquence pondérée des âges apparents et des âges plateau suggèrent une distribution gaussienne et ne mettent pas en évidence de biais significatif lors de la définition de ces derniers. La moyenne pondérée (par l'erreur) des âges plateau est $1,56 \pm 0,02$ Ma (1σ) (Fig. 3b).

Tous les diagrammes de corrélation ($^{36}\text{Ar}/^{40}\text{Ar}$ versus $^{39}\text{Ar}_K/^{40}\text{Ar}^*$ [31,37,41,43]) (Fig. 3a) fournissent des rapports ($^{36}\text{Ar}/^{40}\text{Ar}$) non différenciables dans leurs marges d'erreur du rapport atmosphérique, suggérant une absence totale d'excès d'argon. Les âges isochrone sont presque concordants malgré leurs faibles marges d'erreur (Tableau 1). La moyenne des âges isochrone, à $1,57 \pm 0,01$ Ma (1σ) est parfaitement en accord avec la moyenne des âges plateau.

La coulée volcanique ayant probablement refroidi très rapidement, il est raisonnable de considérer qu'elle s'est mise en place à $1,57 \pm 0,01$ Ma (1σ) et que cet âge postdate le site d'étude.

5. Liste faunique provisoire commentée

5.1. Artiodactyles

5.1.1. Famille des Bovidés

5.1.1.1. *Leptobos (Smertiobos) etruscus* (Falconer, 1859). Quatre os, entiers ou fragmentés, sont attribués à *L. etruscus* : deux astragales en plus ou moins bon état de conservation, un cubo-naviculaire et une extrémité proximale de métacarpe. La taille et la morphologie sont en accord avec les données de Duvernois [22]. Aucun élément dentaire déterminable n'a été identifié.

L'espèce perdue du Villafranchien supérieur à la base du Pléistocène moyen.

5.1.1.2. *Petit Bovidé indéterminé*. Quelques fragments dentaires très hypsodontes peuvent attester la présence d'un petit Bovidé (Antilope ?).

5.1.2. Famille des Cervidés

5.1.2.1. *Eucladoceros ctenoides vireti* Heintz, 1970. Les diagnoses des Cervidés sont principalement fondées sur la morphologie et la taille des bois. Présentement, un unique fragment de meule de taille importante et en

Tableau 1

Âges plateau et âges isochrone. Moyennes pondérées par les erreurs. Douze échantillons provenant de quatre sites d'échantillonnage (E1 à E4) analysés (spectromètre de masse MAP215[□]) par chauffage par paliers de température de grains individuels à l'aide d'une sonde laser CO₂. Irradiation sous cadmium au sein du réacteur nucléaire McMaster (Hamilton, Canada) en position 5C. Moniteur d'irradiation : Sanidine ACs-2 (1,194 ± 0,007 Ma ; [38]). Procédure analytique décrite en détail [39,40]. Corrections d'interférences isotopiques : [⁴⁰Ar/³⁹Ar]_K = 0,001 ; [³⁶Ar/³⁷Ar]_{Ca} = 0,000279 et [³⁹Ar/³⁷Ar]_{Ca} = 0,000706.

Table 1

Plateau and isochrone ages. Weighted mean ages 12 samples from four sites (E1 to E4) analyzed (MAP215[□] mass spectrometer) by CO₂ laser probe step-heating of single grains. Cd-shielded irradiation at the McMaster Nuclear Reactor (Hamilton, Canada) in 5C location. Irradiation monitor: Sanidine ACs-2 (1.194 ± 0.007 Ma; [38]). Analytical procedure described in [39,40]. Correction factors for interfering isotopes: [⁴⁰Ar/³⁹Ar]_K = 0.001; [³⁶Ar/³⁷Ar]_{Ca} = 0.000279 et [³⁹Ar/³⁷Ar]_{Ca} = 0.000706.

Échantillon	Type	Étapes	Âge plateau (1σ)	Âge isochrone (1σ)	(⁴⁰ Ar/ ³⁶ Ar) _i	MSWD (n)
E1-1	RT	5	1,572 ± 0,070	1,559 ± 0,013	297,3 ± 2,8	0,02 (5)
E1-2	RT	8	1,558 ± 0,116	1,573 ± 0,072	300,7 ± 14,4	0,21 (8)
E1-3	RT	5	1,558 ± 0,097	1,559 ± 0,021	290,6 ± 4,8	0,03 (5)
E2-1	RT	5	1,562 ± 0,070	1,561 ± 0,027	290,1 ± 15,8	0,09 (5)
E2-2	RT	6	1,544 ± 0,058	1,540 ± 0,016	294,5 ± 7,6	0,06 (6)
E2-3	RT	7	1,562 ± 0,056	1,563 ± 0,027	293,5 ± 11,0	0,11 (7)
E3-1	RT	5	1,627 ± 0,136	1,594 ± 0,048	299,4 ± 4,7	0,09 (4)
E3-2	RT	7	1,570 ± 0,048	1,586 ± 0,074	291,2 ± 11,8	0,63 (7)
E3-3	RT	6	1,536 ± 0,063	1,561 ± 0,093	294,9 ± 12,3	0,96 (6)
E4-1	RT	5	1,571 ± 0,048	1,561 ± 0,048	301,3 ± 9,7	0,48 (5)
E4-2	RT	6	1,555 ± 0,049	1,595 ± 0,088	289,8 ± 21,0	0,22 (5)
E4-3	RT	6	1,579 ± 0,068	1,586 ± 0,012	293,9 ± 2,6	0,02 (6)
Moyenne pondérée			1,56 ± 0,02 (1σ)	1,57 ± 0,01 (1σ)		MSWD = SUM/(n - 2)

mauvais état, est inventorié. Son état de conservation ne permet pas de prise de mesure pour comparaison. Mais un matériel dentaire et osseux relativement abondant est disponible.

Eucladoceros c. vireti est la deuxième espèce la mieux représentée, aussi bien par le nombre de dents (une quinzaine et trois fragments de mandibule portant des dents), que d'os fragmentés ou entiers déterminables.

Leur taille les fait rentrer dans les limites de variation de la population-type [44,45] même en tenant compte du fait que la population de Senèze (*E. senezensis*) est globalement de taille un peu plus importante que celle de Saint-Vallier, mais « non statistiquement significative » [32].

5.1.2.2. Cervidé indéterminé de grande taille. Quelques dents de Cervidés sont de taille significativement plus importante que celles publiées pour l'ensemble des spécimens attribués à *E. c. vireti* (dont Saint-Vallier, MNQ 17, et Senèze, MNQ 18) [7,32]. Des différences morphologiques évidentes apparaissent également.

5.1.2.3. Cervidé indéterminé de petite taille. Cette forme n'est documentée que par un fragment de frontal avec la base de la cheville (DT : 20 mm ; DAP : 27,8 mm) relativement haute. Deux fragments dentaires pourraient appartenir au même taxon.

5.2. Périssodactyles

5.2.1. Famille des Equidés

Equus altidens von Reichenau, 1915.

Cet équidé a fourni le plus grand nombre de restes à Lézignan-la-Cèbe. Il est représenté par de nombreuses dents et quelques os des membres essentiellement des métapodes dont un métacarpe entier bien conservé, auquel s'ajoute plusieurs extrémités et portions de diaphyses. Les dents présentent une association de caractères typiques de l'espèce : une dépression transversale très développée et un protocône allongé sur les dents supérieures, une double boucle « sténonienne », avec une tendance à la dissymétrie et un ectoflexide très profond (molaires), souvent au contact du sillon lingual sur les dents inférieures. Les métapodes sont longs et gracieux, caractéristiques des membres cursoriaux de l'espèce qui la distinguent bien des *Allohippus* [24].

Equus altidens est représenté au sens large en Europe occidentale depuis 1,6 Ma [1], mais par le caractère allongé du protocône, les dents supérieures de Lézignan-la-Cèbe s'éloignent quelque peu des populations les plus anciennes de Pirro Nord et du bassin d'Orce (*Equus (altidens) granatensis* [23]) et s'approchent, plutôt de la morphologie de la population-type de Süssenborn MNQ 21-22 [26]. En l'état actuel de nos connaissances et en l'absence de consensus pour l'interprétation de

cette lignée, on ne peut présentement interpréter cette morphologie en terme biostratigraphique.

5.2.2. Famille des Rhinocerotidés

Dicerorhinus etruscus etruscus (Falconer, 1859).

Cette espèce (MNQ 16 à 19) [28] est représentée ici par un scaphoïde parfaitement conservé.

5.3. Proboscidiens

Éléphantidé indét.

Plusieurs fragments d'os massif et de grande taille appartiennent probablement à un proboscidien. En 1990, une défense (arquée) de mammoth (longueur : 2,5 m environ) a été découverte non loin de là dans la carrière, à peu de mètres sous une coulée de basalte dans un niveau vulcano-détritique, avec galets de provenances variées (dépôt sous-aquatique probable). Elle a été malheureusement détruite dans la nuit suivant sa découverte.

La présence de *Mammuthus meridionalis* sur le nouveau site est sérieusement envisagée.

5.4. Carnivores

5.4.1. Famille des Canidés

Canis etruscus Major, 1877.

Deux molaires inférieures, une M/1 gauche (20,9 × 8,4 mm) et une M/2 droite (10,4 × 7,1 mm) sont attribuables à *Canis etruscus*, sans préciser provisoirement la sous-espèce. La M/1 présente un paraconide nettement plus bas que le protoconide. Le métaconide est bien développé, avec un apex bien dégagé de la face linguale du protoconide. L'hypoconulide est nettement différencié et associé à un postcingulum bien marqué. Cette morphologie est tout à fait comparable aux spécimens des sites villafranchiens italiens (Olivola, Val d'Arno...) et l'éloigne des spécimens du Pléistocène moyen (Lunel-Viel). Dans le Sud de la France, cette espèce était considérée comme typique de cette dernière période (l'Escale [12]). Sa présence à Lézignan conforte la détermination de Montoussé 5 [16] attribuée à la MNQ 17 [14].

5.4.2. Famille des Mustélidés

Meles thoralis Viret, 1950.

Un fragment de maxillaire gauche avec le départ de l'arcade zygomatique et portant P4 (L : 8,8 ; l : 6,9) et M1 (L : 13,9 ; l : 11,9) est à rapporter à *Meles thoralis*. Cette espèce perdure de la MNQ 17 (Saint-Vallier) jusqu'à la MNQ 23 (Lunel, Pléistocène moyen) [12]. Les comparaisons sont fort délicates à réaliser, étant donné la rareté de ce taxon dans le petit nombre de gisements où il est cité.

Sans entrer dans les détails, le diamètre vestibulo-lingual de la P4/ de Lézignan-la-Cèbe est relativement faible et le lobe postéro-lingual est modérément développé. Ces deux caractères rapprochent plus notre spécimen de ceux de Saint-Vallier [3] que de ceux de Lunel [12].

5.4.3. Famille des Félidés

Homotherium crenatidens Fabrini, 1890.

Une première incisive supérieure droite de Machairodontiné appartient à *Homotherium crenatidens* (diamètre vestibulo-lingual : 12,5 mm ; mésio-distal : 8,3 mm). Cette taille est compatible avec le spécimen de « *H. nestianus* Fabrini, 1890 » (11,3 mm – 8,3 mm) de Perrier – Rocca-Neyra, Puy-de-Dôme, MNQ 17 [8,14]. Cette dent de Lézignan-la-Cèbe présente, sur les crêtes latérales des deux tubercules basaux, une légère crénelure bien visible sous la loupe. Un astragale droit et une première phalange sont aussi attribués à cette espèce [5]. Cette espèce est connue du MNQ 16 au MNQ 20 [6].

5.4.4. Famille des Hyaenidés

Pachycrocuta brevirostris (Aymard, 1856).

Une quinzaine de dents isolées sont ici attribuées à un Hyaenidé de grande taille qui se rapporte au genre *Pachycrocuta* Kretzoi, 1938. La carnassière supérieure (LEZ 260, L : 40,2 ; l : 24,4) présente un parastyle massif et plus bas que le paracône, situé au même niveau que le deuteroconide. Le paracône est la cuspide la plus haute, mais moins massive que le parastyle. Le métacône, plus long que le paracône est franchement cisailant. Ces caractères morphologiques et surtout sa taille rapprochent plus ce spécimen de *P. brevirostris* que de *P. perrieri* [18,42]. Cette attribution provisoire vieillirait légèrement la présence de ce taxon (*P. b.*) en Europe et, dans ce cas, *P. brevirostris* pourrait avoir co-existé avec *P. perrieri*. Un astragale pourrait appartenir à cette forme.

5.5. Lagomorphe

Prolagus sp.

Trois fragments de mandibules, une dizaine de dents isolées et quelques fragments d'os longs sont attribués à un *Prolagus* indéterminé. C'est probablement la première fois que ce genre est signalé dans le Sud de la France continentale au cours du Pléistocène inférieur [33].

5.6. Rongeurs

5.6.1. cf. *Microtus*

Les quatre fragments de molaires ne sont pas radiculées.

5.6.2. cf. *Allocricetus*

Une M/2 et un fragment de M/2 sont référés à ce genre.

5.6.3. - *Apodemus sp. indet.*

Un fragment de mandibule avec M/2-3 très usées, une M/1 et une M1/ indiquent la présence d'un mulot de taille moyenne.

Si la liste des rongeurs ne peut être fournie avec une plus grande précision, étant donné l'état de conservation et le faible nombre de pièces, cet ensemble contribue à la datation de la faune (cf. infra).

5.7. *Insectivores*

Talpa fossilis Petényi, 1864.

Une phalange unguéale atteste la présence de cette espèce. Cette phalange de taupe est facilement reconnaissable par son extrémité distale bifide. Il ne peut s'agir d'une intrusion postérieure au dépôt, étant donné la présence de la coulée basaltique de plus de 3 m au-dessus du carré j1 avant notre intervention.

5.8. *Reptiles*

Famille des Testitudinés.

Testudo nov.sp.

Plusieurs restes appartenant à un seul individu d'assez grande taille ont été retrouvés en surface sur le locus 2: plaques périphériques antérieures, postérieures et latérales, un épiplestron, une nuchale, la plaque pygale (intersectée par le sillon marginal), des fragments d'hypo- et d'hyoplastron, de plaques costales et de plaques neurales, des os des membres (humérus, fémur, phalange, griffes) et quelques fragments des ceintures. La présence d'une écaille cervicale sur la nuchale, ainsi que la forme de cette plaque permettent d'exclure ce taxon des formes géantes, connues durant le Pliocène de la bordure méditerranéenne et de les attribuer au genre *Testudo* [27]. Cependant, la combinaison d'une taille importante de l'individu collecté (estimée à environ à 35–40 cm.), de la non-fusion des plaques marginales 12 et de la morphologie de l'épiplestron semble unique dans le genre. Cette nouvelle espèce sera décrite ultérieurement.

5.9. *Oiseaux*

Lors des opérations de lavage, des restes de petits oiseaux difficilement déterminables ont été recueillis.

6. Données biochronologiques et paléoclimatiques

Il est difficile de présenter un spectre significatif de l'ensemble de la faune. Les restes de rongeurs, peu abondants et de mauvaise qualité, proviennent exclusivement du niveau « rose » situé à 30 cm sous la coulée de basalte du locus 1. Des lavages à 0,7 mm ont pourtant été effectués avec du sédiment de tous les cadrats de la fouille. La détermination de ces rongeurs reste provisoire (cf. plus haut). Cette liste est banale pour une faune d'âge Pléistocène en Europe [19]. Toutefois, les quelques fragments de molaires d'Arvicoliné apportent la précision suivante, celle d'un âge limite inférieur qui ne peut pas être plus vieux que de « 1,5 Ma environ ». Les rongeurs de Lézignan-la-Cèbe vieillissent un peu cette estimation. En effet, ces molaires sont à croissance continue et aucune trace de racine n'est visible. La première présence de campagnols (genre *Microtus*) avec de telles dents fournit en effet un repère majeur pour l'histoire des faunes de rongeurs de la région holarctique [25].

Au vu de la faune, une datation MNQ 18 (Senèze) ou MNQ 19 (Peyrolles) est retenue, c'est-à-dire du Pléistocène inférieur dans l'attente d'une étude exhaustive des restes paléontologiques. Dans ce cadre, une meilleure évaluation de la lignée d'*Equus altidens* serait souhaitable.

La présence de nombreux restes d'Équidés et de Lagomorphes démontrent la présence d'un milieu ouvert mais arboré, étant donné la diversité des Cervidés et des carnassiers. Un climat chaud et relativement humide dominait. La paléo-rivière locale (locus 1) a possédé assez d'énergie pour que des buttes-témoins se développent dans ses anciennes alluvions. C'est la présence de ce cours d'eau qui a favorisé une potentielle implantation ancienne d'un homme sur ses berges (locus 2). Un tel paysage est celui décrit pour le Pléistocène inférieur [29].

7. Les artefacts

Après les pluies de cet automne, une vingtaine d'artefacts ont été recueillis sur une section du locus 2. Le sommet de la butte-témoin de ce locus se trouvait à une dizaine de mètres sous la surface primitive de la coulée basaltique qui a été exploitée. Un niveau du locus 1 en a aussi livré récemment.

La morphologie de ces artefacts répond aux critères admis pour les identifier: enlèvements unidirectionnels (ils sont multidirectionnels pour les tephrofacts [38]

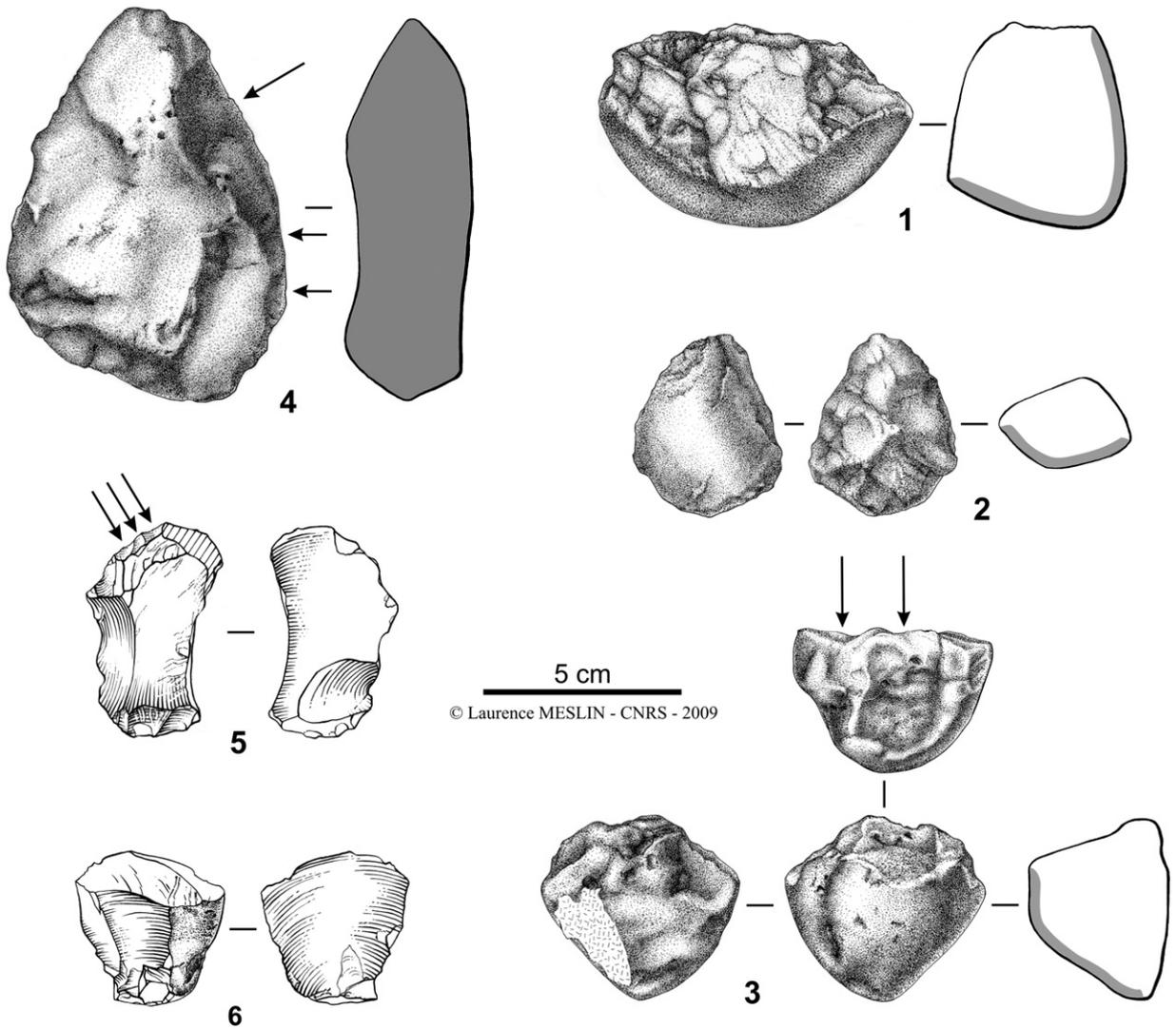


Fig. 4. Artefacts de Lézignan-la-Cèbe.
 Fig. 4. Artefacts from Lézignan-la-Cèbe.

et possèdent des talons réservés pour les *choppers* et *chopping-tools*.

Le support de ces artefacts est constitué de galets quartzitiques, de basalte, de silex et d'éclats de différentes natures (microgranite, grès quartzitique fin), issu des « cailloutis villafranchiens » qui affleurent épisodiquement dans le secteur.

Après comptage et comparaison avec les séries lithiques d'autres sites, il apparaît que le nouveau gisement, par la nature pétrographique des objets, se rapproche des autres sites archéologiques d'âge comparable et non d'éventuels tephrofacts [37, Fig. 12 et 13].

Nous ne citerons ici que les outils les plus significatifs.

7.1. Les artefacts sur fragments de galets quartzitiques

Ils sont actuellement au nombre d'une dizaine. Le support est un matériau hétérogène ne permettant pas l'obtention de pièces de qualité. La plupart d'entre eux portent des traces d'utilisation, parfois sans préparation du galet, pouvant faire office de percuteur. Cette observation est probablement à mettre en relation avec de possibles restes d'os brisés intentionnellement.

L'artefact LEZ 414 (Fig. 4[1]) est un fragment de galet avec une série d'enlèvements discoïdes sur l'une de ses faces. Un apex fortement émoussé présente des traces de

chocs permettant de supposer qu'il a servi de percuteur sur des matériaux résistants.

LEZ 415 est un petit trièdre (8 cm) sur une extrémité de galet de même nature que le précédent. Deux faces sont consécutives à des enlèvements intentionnels, la troisième correspond à la surface du galet. L'apex ne présente cependant aucune trace lisible d'utilisation.

LEZ 417 (Fig. 4[2]) est un petit fragment de galet qui présente sur l'une de ces faces des enlèvements centripètes.

LEZ 416 (Fig. 4[3]) est un *chopping-tool* trapu et, à ce titre, atypique avec un tranchant très irrégulier.

7.2. Artefact en basalte

LEZ 427 (Fig. 4[4]) est un outil en basalte présentant une altération superficielle comparable aux blocs du locus 1. Le matériau appartient à une coulée antérieure à celle qui est datée. Cet artefact est un gros éclat sans choc postérieur à sa confection. Les retouches sont unifaciales et bilatérales. Son apex présente des traces de chocs. Il peut être considéré comme un *chopper* unifacial.

7.3. Les éclats

Une vingtaine d'éclats non levallois ont été récoltés en surface. Parmi ceux-ci :

- LEZ 418 (Fig. 4[5]) est un éclat avec des microretouches remontantes unilatérales sur une petite partie de son tranchant. Il est fortement éolisé ;
- LEZ 419 (Fig. 4[6]) est un éclat de silex possédant son bulbe de percussion sans trace d'utilisation apparente.

7.4. Comparaisons avec le lithique des sites villafranchiens ouest-européens

Il est délicat de comparer l'assemblage d'artefacts de Lézignan-la-Cèbe avec ceux des rares autres sites comparables d'Europe méridionale. En effet, la morphologie des débits est hautement tributaire de la qualité du lithique originel.

Les galets quartzitiques du nouveau site sont de facture comparable à celles des premiers outils découverts à Chillac III (sommet MNQ 17) récoltés par Guth. Les outils en basalte de ce dernier site et décrits postérieurement [30] et le *chopper* LEZ 427 sont techniquement comparables. Les éclats de Chillac semblent cependant un peu plus évolués que ceux du site languedocien. Il en est de même des éclats de Fuente Nueva-3 [36] et de Pont-de-Lavaud [20]. Les pièces figurées

de Nolhac-Biard (MNQ 18/19) présentent souvent des retouches sur une grande partie de la périphérie des éclats [10], caractère qui n'est pas observé à Lézignan-la-Cèbe.

Les outils sur support basaltique récoltés sur le site plus récent de Soleihac (MNQ 20, [11]), base du Pléistocène moyen, sont retouchés d'une manière plus performante qu'à Lézignan-la-Cèbe, alors que les éclats de silex sont relativement comparables. À Belle-Roche (MNQ 20), les *chopping-tools* quartzitiques sont de même type qu'à Lézignan-la-Cèbe, alors que les éclats sont plus efficacement retouchés [17]. Les protobifaces et bifaces ne sont présents que postérieurement au Pléistocène moyen ancien.

Malgré les difficultés d'interprétation, des artefacts de cette période, le lithique de Lézignan-la-Cèbe s'apparente aux autres industries décrites des MNQ 17-18.

8. Conclusions et perspectives

L'expertise patrimoniale du site de Lézignan-la-Cèbe, effectuée en août 2008, a démontré l'intérêt de cette nouvelle faune bien diversifiée (20 taxons), associée à un assemblage d'une vingtaine d'artefacts. Ce n'est qu'une image partielle de la faune, le pourcentage relatif des différentes espèces étant peu significatif. De l'examen de cette faune, on peut retenir la présence abondante de *Equus altidens* et de *Prolagus* sp. qui indiquent un milieu ouvert, mais arboré (présence de Cervidés et de nombreux carnassiers). La sédimentation au niveau du locus 1 prouve la présence locale d'eaux vives.

Un certain nombre de restes osseux (locus 1) porte des traces de charognage, de mâchonage et d'impacts de crocs. Des brisures intentionnelles de certains os sont aussi constatées et à mettre, éventuellement, en relation avec la présence de *choppers* et de *chopping-tools*. Une étude taphonomique des os collectés est donc nécessaire et prévue.

Les observations préliminaires permettent d'espérer une récolte d'artefacts plus abondante dans un niveau précis du locus 2, mais aussi dans un niveau du locus 1 qui n'a pas encore été fouillé. L'existence d'un tel niveau anthropique riche en artefacts est un fait rarissime en Europe à cette époque [15,20].

L'âge radiochronométrique de Lézignan à 1,57 Ma correspond au niveau de Senèze (MNQ 18).

Le nouveau site Lézignan-la-Cèbe, plus ancien que ceux d'Atapuerca et de Piro Nord, est d'une importance capitale pour la compréhension de l'arrivée des premiers Hominidés en Europe.

Remerciements

Les auteurs remercient Monsieur Jean Rouvier de leur avoir communiqué ses trouvailles et Messieurs H. Roy, G. Delnondedieu et S. Sanchez responsables de la carrière CTSO de Lézignan-la-Cèbe ainsi que leurs collaborateurs. Ils nous ont permis d'accéder librement au site et assuré gracieusement les terrassements indispensables. Le Conseil Général de l'Hérault a assuré le financement de l'opération par le biais de l'Association de Protection et de mise en valeur du Patrimoine géologique du grand Sud-Ouest (ASPROGEO). P. Ivorra, J. et O. Rodriguez de la Société de Protection de la Nature du Piscénois, ainsi que S. Adnet (université de Montpellier 2) ont participé aux fouilles. La municipalité de Pézenas nous a hébergés en sa Maison de la Nature. A. Valli nous a fait part de ses connaissances en ce qui concerne les grands cervidés. Nous remercions chaleureusement Laurence Meslin (UMR 5554-CNRS) pour la réalisation particulièrement délicate des dessins d'artefacts et Mme C. Bibal, bibliothécaire à l'ISEM (université de Montpellier 2) qui nous a permis d'accéder à la bibliographie. Merci à Armelle Gardeisen (UMR 5140 du CNRS, Lattes) et à Nicolas Carrière de La Peyrade pour leur soutien technique.

Références

- [1] M.-T. Alberdi, E. Ortiz Jauregizar, J.L. Prado, A quantitative review of European stenorhinid horses, *J. Paleontol.* 72 (1998) 371–387.
- [2] P. Ambert, Outils du Paléolithique inférieur et faunes du Pléistocène ancien du Languedoc central (Hérault, Orb, Aude) dans leur contexte géologique, *Arch. Languedoc Bull.* (1993) 3–22.
- [3] A. Argant, Les Carnivores du gisement Pliocène final de Saint-Vallier (Drôme, France), *Geobios* 37 (2004) 133–182.
- [4] M. Arzarello, F. Marcolini, G. Pavia, M. Pavia, C. Petronio, M. Petrucci, L. Rook, R. Sardella, Evidence of earliest human occurrence in Europe: the site of Pirro Nord (Southern Italy), *Naturwissenschaften* 94 (2007) 107–112.
- [5] R. Ballesio, Monographie d'un *Machairodus* du gisement villafranchien de Senèze : *Homotherium crenatidens* Fabrini, *Trav. Lab. Geol. Lyon, N.S.* 9 (1963) 1–129.
- [6] R. Ballesio, Ordre des Carnivores. Machairodontinae, in: C. Guérin, M. Patou-Mathis (Eds.), *Les grands mammifères Plio-Pléistocène d'Europe*, Masson, Paris, 1996.
- [7] P. Barbet, Approche taphonomique du site, Pliocène terminal, de Chiljac (Haute-Loire, France) et étude paléontologique des Cervidés, thèse pour obtenir le grade de docteur du Muséum national d'Histoire naturelle, Paris, 2006, 1–45. (inédit).
- [8] L. de Bonis, Un Félinidé à longues canines de la colline de Perrier (Puy-de-Dôme) : ses rapports avec les félinés machairodontes. *Ann. Paléontologie (vertébrés)* 62, fasc. 2 (1976) 159–198.
- [9] E. Bonifay, Un site du Très Ancien Paléolithique de plus de 2 Ma. dans le Massif central français : Saint-Eble-Le Coupet (Haute-Loire), *C.R. Acad. Sci. Paris, Ser. II* 308 (1989) 1567–1570.
- [10] E. Bonifay, *Les premiers peuplements de l'Europe*, La Maison des Roches, Paris, 2002.
- [11] E. Bonifay, M.-F. Bonifay, R. Panattoni, J.-J. Tiercelin, Soleihac (Blanzac, Haute-Loire), nouveau site préhistorique du début du Pléistocène moyen, *Bull. Soc. Prehist. Fr.* 73 (1976) 293–304.
- [12] M.-F. Bonifay, Carnivores quaternaires du Sud-Est de la France, *Mém. Mus. Nat. Hist. Nat., n.s., ser. C, Sciences de la Terre*, 21 – fasc. 2 (1971) 1–377.
- [13] J.-P. Brugal, P. Ambert, Y. Bandet, S. Leroy, P. Roiron, J.-P. Suc, J.-L. Vernet, Mammifères et végétaux du maar Pliocène final de Nogaret (Escandorgue : Hérault, France), *Geobios* 23 (2) (1990) 231–247.
- [14] H. de Bruijn, R. Daams, G. Daxner-Höck, V. Fahlbusch, L. Ginsburg, P. Mein, J. Morales, Report of the RCMNS working group on fossil mammals, *Reisenburg* 1990, *Newsl. Stratigr.* 26 (2/3) (1992) 65–118.
- [15] E. Carbonell, J.M. Bermudez de Castro, J.M. Parés, A. Pérez-Gonzalez, G. Cuenca-Bescos, A. Ollé, M. Mosquera, R. Huguet, J. van der Made, A. Rosas, R. Sala, J. Vallverdú, N. Garcia, D.E. Granger, M. Martinon-Torres, X.P. Rodriguez, G.M. Stock, J.M. Vergès, E. Allué, F. Burjachs, I. Caceres, A. Canals, A. Benito, C. Diez, M. Lozano, A. Mateos, M. Navazo, J. Rodriguez, J. Rosell, J.L. Arsuaga, The first hominin of Europe, *Nature* 452 (2008) 465–470.
- [16] A. Clot, J. Chaline, E. Heintz, D. Jammot, C. Mourer-Chauviré, J.-C. Rage, Montoussé 5 (Hautes-Pyrénées), un nouveau remplissage de fissure à faune de vertébrés du Pléistocène inférieur, *Geobios* 9 (4) (1976) 511–514.
- [17] J.-M. Cordy, Le paléokarst de la Belle-Roche (Sprimont, Liège) : premier gisement paléontologique du Pléistocène moyen ancien en Belgique, *C. R. Acad. Sci. Paris, Ser. D* 291 (1980) 749–751.
- [18] E. Crégut-Bonnoure, Famille des Hyaenidae, in: C. Guérin, M. Patou-Mathis (Eds.), *Les grands mammifères Plio-Pléistocène d'Europe*, Masson, Paris, 1996.
- [19] E. Crégut-Bonnoure, C. Guérin, Famille des Bovidae, in: C. Guérin, M. Patou-Mathis (Eds.), *Les grands mammifères Plio-Pléistocène d'Europe*, Masson, Paris, 1996.
- [20] J. Despriée, R. Gageonnet, P. Voinchet, J.-J. Bahain, C. Falguères, F. Varache, G. Courcimault, J.-M. Dolo, Une occupation humaine au Pléistocène inférieur sur la bordure nord du Massif central, *C.R. Palevol.* 5 (2006) 821–828.
- [21] M. Duval, Evaluation du potentiel de la méthode de datation par Résonance de Spin Electronique (ESR) appliquée aux gisements du Pléistocène inférieur : étude des gisements d'Orce (bassin de Guadix-Baza, Espagne) et contribution à la connaissance des premiers peuplements de l'Europe, Thèse pour obtenir le grade de docteur du Muséum national d'Histoire naturelle, Paris, 2009, 1–522. (inédit).
- [22] M.-P. Duvernois, *Les Leptobos* (Mammalia, Artiodactyla) du Villafranchien d'Europe occidentale, *Docum. Lab. Geol. Lyon* 113 (1990) 1–213.
- [23] V. Eisenmann, *Equus granatensis* of Venta Micena and evidence for primitive non-stenorhinid horses in the Lower Pleistocene, in: J. Gibert, F. Sanchez, L. Gibert, F. Ribot (Eds.), *The Hominids and their Environment during the Lower and Middle Pleistocene of Eurasia*, Intern. Conference of Human Paleontology (Orce, 1995), 1999, pp. 175–190.
- [24] V. Eisenmann, Les équidés (Mammalia, Perissodactyla) de Saint-Vallier (Drôme, France) et les équidés plio-pléistocènes d'Europe, *Geobios* 37 (2004) 279–305.
- [25] O. Fejfar, W.D. Heinrich, Murid Rodent Biochronology of the Neogene and Quaternary in Europe, in: H. Lindsay, V. Fahlbusch,

- P. Mein (Eds.), European Neogene Mammal Chronology, Plenum Press, New York, 1989, pp. 91–117.
- [26] A. Forsten, A review of the Sussenborn horses and the origin of *Equus hydruntinus* Regalia, *Quartärpaläontologie* 6 (1986) 43–52.
- [27] U. Fritz, O.R.P. Bininda-Emonds, When genes meet nomenclature: Tortoise phylogeny and the shifting generic concepts of *Testudo* and *Geochelone*, *Zoology* 110 (2007) 298–307.
- [28] C. Guérin, Les Rhinocéros (Mammalia, Perissodactyla) du Miocène terminal au Pléistocène supérieur en Europe occidentale. Comparaisons avec les espèces actuelles, *Docum. Lab. Geol. Lyon* 79–2 (1980) 423–478.
- [29] C. Guérin, M. Faure, A. Argand, J. Argand, E. Crégut-Bonnoire, E. Debard, E. Delson, V. Eisenmann, M. Huguency, N. Limondin-Louzouet, E. Martin-Suarez, P. Mein, C. Mourer-Chauviré, F. Parenti, J.-F. Pastre, S. Sen, A. Valli, Le gisement Pliocène supérieur de Saint-Vallier (Drôme, France) : synthèse biostratigraphique et paléocécologique, *Geobios* 37 (2004) 349–360.
- [30] C. Guth, J. Chavaillon, Découverte, en 1984, de nouveaux outils paléolithiques à Chilhac III, (Haute-Loire), *Bull. Soc. Prehist. Fr.* 82 (2) (1985) 56–64.
- [31] J.A. Hanes, D. York, C.M. Hall, An $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ geochronological and electron microprobe investigation of an Archean pyroxenite and its bearing on ancient atmospheric compositions, *Can. J. Earth Sci.* 22 (1985) 947–958.
- [32] E. Heintz, Les Cervidés villafranchiens de France et d’Espagne, *Mém. Mus. Nat. Hist. Nat., n.s., ser. C, Sci. Terre* 22 (1970) 1–303.
- [33] N. Lopez Martinez, L. Thaler, Biogéographie, évolution et compléments à la systématique du groupe d’Ochotonides *Piezodus-Prolagus* (Mammalia, Lagomorpha), *Bull. Soc. Geol. France* 17 (7) (1975) 850–866.
- [34] H. de Lumley, J. Collina-Girard, J. Abelanet, F. Bazile, L. Meignen, Les premières industries humaines en Languedoc méditerranéen et en Roussillon, in: H. de Lumley (Ed.), *La préhistoire française* 1 (2), Éditions, CNRS, Paris, 1976, pp. 777–794.
- [35] B. Martinez Navarro, A. Turq, J. Agusti Ballester, O. Oms, Fuente Nueva-3 (Orce, Granada, Spain) and the first human occupation of Europe, *J. Hum. Evol.* 33 (1997) 611–620.
- [36] B. Martinez Navarro, I. Toro, J. Agusti, The mammals assemblages from Venta Micena, Fuente Nueva-3 and Barranco Leon-5 (Orce). Early Pleistocene Faunal and Human dispersals into Europe, in: N. Molines, M.-H. Moncel, J.-L. Monnier (Eds.), *Colloque international : Données récentes sur les modalités de peuplement et sur le cadre chronostratigraphique et paléogéographique des industries du Paléolithique inférieur et moyen en Europe* (Rennes, 22–25 sept. 2003), John and Erica Hedge, Ltd, Oxford. BAR inter. Series, S1364 2005 105–113.
- [37] J.-P. Raynal, L. Magoga, P. Bindon, Tephrofacts and the first human occupation of the French Massif Central, *European Science Foundation Meeting*, Tautavel, sous-presse.
- [38] P.R. Renne, C.C. Swisher, A.L. Deino, D.B. Karner, T.L. Owens, D.J. DePaolo, Intercalibration of standards, absolute ages uncertainties in $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ dating, *Chem. Geol.* 145 (1998) 117–152.
- [39] J.C. Roddick, R.A. Cliff, D.C. Rex, The evolution of excess argon in alpine biotites- A $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ analysis, *Earth Planet. Sci. Lett.* 48 (1980) 185–208.
- [40] G. Ruffet, G. Féraud, M. Amouric, Comparison of $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ conventional and laser dating of biotites from the North Tregor Batholith, *Geochim. Cosmochim. Acta* 55 (1991) 1675–1688.
- [41] G. Ruffet, G. Féraud, M. Ballèvre, J.-R. Kienast, Plateau ages and excess argon in phengites: An $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ laser probe study of Alpine micas (Sesia Zone, western Alps, northern Italy), *Chem. Geol.* 121 (1995) 327–343.
- [42] A. Turner, M. Anton, The giant Hyaena, *Pachycrocuta brevirostris* (Mammalia, Carnivora, Hyaenidae), *Geobios* 29–4 (1996) 455–468.
- [43] G. Turner, $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ ages from the lunar Maria, *Earth Planet. Sci. Lett.* 11 (1971) 169–191.
- [44] A.M.F. Valli, Le gisement paléontologique du Villafranchien moyen de Saint-Vallier (Drôme) : paléontologie des Cervidae et des Bovinae ; taphonomie du site, *Docum. Lab. Geol. Lyon* 153 (2001) 1–275.
- [45] A.M.F. Valli, Les Cervidae du gisement Pliocène supérieur (Villafranchien moyen) de Saint-Vallier (Drôme, France), *Geobios* 37 (2004) 191–232.
- [46] Notice explicative de la carte géologique de France (1015, Pézenas), BRGM (1976).