

Paléontologie systématique (Paléontologie des Vertébrés) / Systematic palaeontology

Un nouveau gisement paléontologique à *Capra caucasica praepyrenaica* : la grotte de l'Arche à Bugarach (Aude, France)

Florent Rivals^{a,b,*}, Agnès Testu^a

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

^b Biozentrum Grindel and zoologische Museum, universität Hamburg, Martin-Luther-King-Platz 3, 20146 Hamburg, Allemagne

Reçu le 22 août 2005 ; accepté après révision le 20 décembre 2005

Disponible sur internet le 31 mars 2006

Présenté par Yves Coppens

Résumé

La grotte de l'Arche est un nouveau gisement paléontologique découvert dans les Corbières (Sud de la France). Cette cavité a livré une faune de grands mammifères assez abondante et bien conservée. Une première description des restes de faune prélevés en surface est présentée. Une datation est proposée sur la base d'arguments biochronologiques de la fin du stade isotopique 5 au stade 4. L'intérêt du site réside dans l'abondance du bouquetin du Caucase (93% de la faune), *Capra caucasica praepyrenaica*, rare dans la partie occidentale des Pyrénées. **Pour citer cet article : F. Rivals, A. Testu, C. R. Palevol 5 (2006).**

© 2006 Académie des sciences. Publié par Elsevier SAS. Tous droits réservés.

Abstract

A new palaeontological locality with *Capra caucasica praepyrenaica*: The Arche cave at Bugarach (Aude, France). The Arche cave is a new palaeontological locality situated in the Corbières (southern France). This cave has yielded an abundant and well-preserved large mammal fauna. A first palaeontological description of the remains from surface excavation is provided. According to biochronological data, the site is dated from MIS 5 to MIS 4 and contains very uncommon species of wild goat, *Capra caucasica praepyrenaica*, in the eastern part of the Pyrenees. **To cite this article: F. Rivals, A. Testu, C. R. Palevol 5 (2006).**

© 2006 Académie des sciences. Publié par Elsevier SAS. Tous droits réservés.

Mots clés : Grotte de l'Arche ; Aude ; *Capra caucasica praepyrenaica* ; Pléistocène supérieur ; France

Keywords: Arche cave; Aude; *Capra caucasica praepyrenaica*; Late Pleistocene; France

* Auteur correspondant.

Adresse e-mail : florent.rivals@gmail.com (F. Rivals).

Abridged English version

Introduction

The study of *Capra* evolution presents a large biochronological interest. Crégut-Bonnoure [4] shows that the species of this genus are good stratigraphical indicators, especially for the last glacial. This is particularly true for the *Capra caucasica*–*Capra pyrenaica* lineage. This species is frequent in the Caucasus area, where it was found in several Late Pleistocene localities, such as Sakazia and Bronze Cave in Georgia, and Azych in Azerbaijan [1,14,17,18]. In southern France, *Capra caucasica* remains were found in several Late Pleistocene localities in the western part of the Rhone River: Saint-Marcel-d'Ardèche (Ardèche) [5], Bouxès (Aveyron) [4], Hortus (Hérault) [4], Caune de l'Arago (Pyrénées-Orientales) [15] and Portel-Ouest (Ariège) [4]. The species is also present east of the Rhone River, but less frequently: Adaouste (Bouches-du-Rhône) [7] and Bau de l'Aubesier (Vaucluse) [8].

The Arche cave is a karstic cavity located in the calcareous massif of the Pech de Bugarach (Aude, France), the highest elevation of the Corbières area (1231 m). The geographic coordinates of the site are: N 42°51'–E 2°22'; its elevation was estimated to 1200 m. Geographically, this cave is located between the Caune de l'Arago and the Portel-Ouest caves, where *Capra caucasica* populations were identified. Because it fills up a gap between these two previous sites, this locality is of palaeontological interest to understand the evolution of *Capra* in the North-Pyrenean zone. The cavity includes several zones having delivered fossil bones. The fauna studied here results from a taking realized by speleologists in 1998 in various zones investigated to clear several passages in the cave. Therefore, 260 dental and bone remains were taken. The palaeontological material is well preserved, containing elements such as skulls, mandibles and whole long bones that allow precise taxonomical studies, in particular for *Capra*.

The palaeontological study of the fossil remains allows us to test the hypothesis proposed on the appearance and evolution of *Capra*, and other Caprini populations in southern France. In 1992, Crégut-Bonnoure [4] suggests the hypothesis of a local evolution of *Capra caucasica* to *C. pyrenaica* at the end of the Late Pleistocene. More recently, other findings suggest that another Caprini species could have followed a similar evolution. For *Hemitragus cedrensis*, features of a Late Pleistocene population from the Caune de l'Arago reflect a local evolution in the North Pyrenean area and are clearly differentiated from the Provence populations [15]. Because of the presence of *Capra*

caucasica praepyrenaica, this locality seems to be at a key time-period to understand the Caprinae evolution in the North Pyrenean area.

The 260 remains were assigned to six different species: *Panthera pardus*, *Crocota crocuta spelaea*, *Bos primigenius*, *Capra caucasica praepyrenaica*, *Capra hircus*, and *Rupicapra pyrenaica*. The remains attributed to the domestic goat, *Capra hircus*, are not presented in this study. The fauna is widely dominated by the Caucasian wild goat *Capra caucasica praepyrenaica*. The other species (other Artiodactyla and Carnivora) are much less frequent. About 99% of the available remains are identifiable (only three small unidentifiable bone fragments are present) but it may be due to the differential collection of the speleologists who only collected the most important elements.

The *Capra caucasica* remains are well preserved and abundant (NR = 242). There are 25 dental remains (9 mandibles, 3 maxilla and 13 isolated teeth) and 217 bones (including 51 vertebrae and ribs, 16 humeri, 15 radii, 21 femurs, and 20 tibiae). The number of bones belonging to young animals is high since half of the analysed specimens display non-fused epiphyses. Only the most characteristic elements are discussed in this paper: neurocranium, upper and lower third molars and second phalanges. Several fragmentary skulls were discovered in the Arche cave. Among them was found a well-preserved neurocranium (Fig. 1). The angle of divergence of the horn cores is 56°. The cross section has a sub-triangular shape (Fig. 2). These morphological features correspond to *Capra caucasica praepyrenaica* [4]. The population from Arche cave seems to be close to the group that was present in the western area of the Rhone River during the Late Pleistocene, to which belong, for example, the populations from Portel-Ouest (Ariège) and Hortus (Hérault) [6,14]. The third upper molar has a reduced metastylar wing (Fig. 3). The lingual side of the first lobe is oblique and curved. The lingual side of the second lobe has a rounded section, without the typical pinching of *Hemitragus*. The metastyle is sub-vertical in the upper two thirds of the tooth and widens towards the base to form a small metastylar wing. The interstylar surfaces are of equal width. These two features are typical of the species *Capra caucasica* [4] and are found on the M3 of *Capra caucasica* from the Caucasus area [14]. Unlike *Capra caucasica* from Bouxès and Hortus, styles have a low relief and are narrow, especially the parastyle and, less importantly, the metastyle. This tooth is morphologically closer to the Portel morphotype [4], in which some specimens have narrow styles. This feature does not seem to be linked to the sexual dimorphism because it is present on the robust specimens as well as on the smaller ones. The metrical data (Table 1,

Fig. 4) show the differences between the *Capra* from Arche cave and *Capra ibex* (specimen from Bayol, Gard). On the other hand, there is a strong affinity with *C. caucasica* from the Pyrenean localities of the Caune de l'Arago and Portel-Ouest, which agrees with the results of the morphological study. The analyses show that the *Capra* population from Arche cave belongs to *C. caucasica*. Morphologically and metrically, it is very close to the Pyrenean populations from the Portel-Ouest or the Caune de l'Arago, which suggests a difference between this Pyrenean group and the Massif Central populations (Bouxès, Hortus, Baume Moula-Guercy, Saint-Marcel-d'Ardèche) and the Provence populations (Adaouste, Bau de l'Aubesier). All these populations were attributed to *C. caucasica praepyrenaica* [6]. The morphological features, especially those observed on the M3 show clear affinities with *Capra pyrenaica*, on which the metastylar wing is reduced and the styles are reduced and narrow. Moreover, these features differentiate the *Capra* from the Arche cave from the populations discovered in the eastern part (Massif Central and Provence).

The bone assemblage is widely dominated by herbivores, and especially by *Capra*, which represents 93% of the large mammals. This assemblage is constituted by remains corresponding to diverse chronological periods as shown by the remains of two species of *Capra*.

Biochronology

The evolutionary stage reached by the species allows us to propose a date for the assemblage from the Arche cave. The faunal association of Arche cave includes *Panthera pardus*, *Crocota crocuta spelaea*, *Bos primigenius*, *Capra caucasica praepyrenaica*, and *Rupicapra pyrenaica*. Except for the wild goat, all identified species in this locality are present on a long part of the Middle Pleistocene and disappear from southern Europe by the end of the Late Pleistocene. Only the evolutionary stage reached by the wild goat provides a dating estimation for this assemblage. *C. caucasica* is, in France, a wild goat of the MIS 5 and 4 [4]. The *Capra* from the Arche cave shows affinity with populations from two other localities in the northern part of the Pyrenees: Portel-Ouest and Caune de l'Arago. Crégut-Bonnoure [6] suggested an evolutionary hypothesis to *C. praepyrenaica*. *Capra* populations from Arche cave, Caune de l'Arago and Portel-Ouest show morphological and metrical features close to *C. pyrenaica*. In the Arche cave, it presents a clear affinity with the Pyrenean populations of the Portel-Ouest and the Caune de l'Arago ('Terres brunes' level, dated back to the end of the Late Pleistocene), which are contemporary with the 'Würm an-

cien' (MIS 4). There is a large probability for the *Capra* from Arche cave to be contemporaneous of this time period.

Bone assemblage formation

Even if taphonomical interpretations are restricted, some hypothesis about the assemblage formation can be proposed. No cut marks were found on the bones examined. Thirty percent of the bones have carnivore tooth marks (biting and gnawing marks). The cave was probably a natural trap for the animals living on the Pech de Bugarach. The carnivores' activity found on the bones is evidenced to support this hypothesis, as they were attracted into the cave by the presence of hurt or dead animals.

Conclusion

The palaeontological interest of the Arche cave is the presence of an abundant fossil population of *Capra caucasica praepyrenaica*, well preserved, with all the skeletal parts present, especially a neurocranium. Comparisons with other populations of the eastern part of the Pyrenees (Caune de l'Arago and Portel-Ouest) allow us to propose a date for this locality. The Arche cave corresponds to a period included in the marine isotopic stages (MIS) 5 to 4, i.e. the MNQ 26 biozone [10].

1. Introduction

L'étude de l'évolution des bouquetins est d'un grand intérêt biochronologique. En effet, Crégut-Bonnoure [4] montre que les différentes espèces de ce genre sont de bons marqueurs stratigraphiques, notamment pour ce qui concerne le dernier glaciaire. Ceci est particulièrement vrai pour les bouquetins de la lignée *Capra caucasica*–*Capra pyrenaica*. Cette espèce est abondante dans le Caucase, où on la signale dans de nombreux sites du Pléistocène supérieur, tels Sakazia et la grotte du Bronze en Géorgie et Azych en Azerbaïdjan [1,14,17,18]. Dans le Sud de la France, des vestiges de *Capra caucasica* ont déjà été identifiés dans plusieurs gisements du Pléistocène supérieur situés à l'ouest du Rhône : Saint-Marcel-d'Ardèche (Ardèche, stade isotopique 5) [5], Bouxès (Aveyron, stade isotopique 5) [4], l'Hortus (Hérault, stade isotopique 4) [4], la Caune de l'Arago (Pyrénées-Orientales, stades isotopiques 5 à 4) [15] et le Portel-Ouest (Ariège, stade isotopique 4) [4]. L'espèce est aussi présente à l'est du Rhône, mais elle y est plus rare : l'Adaouste (Bouches-du-Rhône, stade isotopique 5) [7] et le Bau de l'Aubesier (Vaucluse, stades isotopiques 5d à 5a) [8].

Le gisement de la grotte de l'Arche est une cavité karstique creusée dans le massif calcaire du Pech de Bugarach, point culminant des Corbières dans l'Aude (1231 m). Les coordonnées géographiques du site sont : N 42°51'–E 2° 22' ; son altitude a été estimée à 1200 m. Du point de vue géographique, ce site se trouve entre la Caune de l'Arago et le Portel-Ouest où la présence de *Capra caucasica* est avérée. C'est parce qu'elle comble une lacune géographique entre ces deux sites que cette grotte est d'un grand intérêt paléontologique pour appréhender l'évolution du bouquetin du Caucase dans la région Nord-Pyrénéenne. Cette cavité est un boyau d'une cinquantaine de mètres de longueur, dont l'accès était complètement obturé. Le départ de ce boyau ou galerie se trouve dans une petite grotte, connue sous le nom de Trauc de la Donzèla (trou de la demoiselle). La grotte de la Donzèla et les premiers mètres de la galerie de l'Arche ont livré en surface quelques tessons protohistoriques (âge du Bronze et Tène finale). Il y aurait là un site archéologique a priori intact, en tout cas distinct du gisement paléontologique, lequel n'a livré aucun artefact humain. Ce dernier se trouve à l'extrémité opposée de la grotte de l'Arche, qui se terminait par un remplissage d'argile et de cailloux. La galerie débouche sur un porche à flanc de falaise, où les faucons pèlerins, peut-être parfois l'aigle royal et le vautour percnoptère viennent nidifier. La cavité comprend plusieurs zones ayant livré des ossements fossiles : Zone plane et virage-cloche 2 (115 restes), Rampe bas 1 (82 restes), Rampe bas 2 (34 restes) et Rampe haut (29 restes). La faune étudiée ici provient d'un prélèvement de surface réalisé par des spéléologues en 1998 dans les différentes zones explorées, afin de désobstruer plusieurs passages dans la grotte. Les ossements ont été soigneusement recueillis, mais la terre n'a pas été tamisée.

Ainsi, 260 restes osseux et dentaires ont été prélevés. Le matériel paléontologique est bien conservé, contenant des éléments tels que crânes, mandibules et os longs entiers, qui permettent des études taxinomiques précises, en particulier pour le bouquetin du Caucase.

L'étude paléontologique des vestiges fossiles permet de tester les hypothèses actuellement avancées sur l'apparition et l'évolution de cette espèce, et d'autres populations de Caprini dans le Sud de la France. Pales [11] et Pales et Tassin de Saint-Pereuse [12] suggèrent la présence de *Capra caucasica* dans les gisements de Malarnaud et Soulabé (Ariège). En 1991, Griggo [9] réexamine les deux spécimens et, d'après la morphologie et les dimensions des chevilles osseuses, réfute l'hypothèse de la présence du bouquetin du Caucase en Europe de l'Ouest. En 1992, Crégut-Bonnoure [4] révisé les Caprinae de nombreux gisements du Sud de la France. Sur la base de critères morphologi-

ques dentaires, et en particulier des P3 et P4 inférieures et de la M3 supérieure, on considère à nouveau l'arrivée de *Capra caucasica* en Europe de l'Ouest et l'hypothèse d'une évolution locale du bouquetin du Caucase vers le bouquetin des Pyrénées à la fin du Pléistocène supérieur. En 2002, Crégut-Bonnoure [6] attribue ces spécimens à la sous-espèce *C. caucasica praepyrenaica*. Plus récemment, d'autres arguments suggèrent qu'une autre espèce de Caprini aurait pu subir une évolution similaire. Il s'agit d'*Hemitragus cedrensis*, dont les caractéristiques d'une population d'âge Pléistocène supérieur à la Caune de l'Arago témoignent d'une évolution locale dans la zone Nord-Pyrénéenne et se différencient nettement des populations de Provence [15]. D'après la présence du bouquetin du Caucase, ce site semble se placer à une période clé pour comprendre l'évolution des Caprinae dans la région Nord-Pyrénéenne.

2. Liste de la faune

Le gisement a livré 260 restes osseux et dentaires qui peuvent être rapportés à six espèces différentes de mammifères. Il s'agit des espèces suivantes :

- *Panthera pardus* (panthère),
- *Crocuta crocuta spelaea* (hyène des cavernes),
- *Bos primigenius* (aurochs),
- *Capra caucasica praepyrenaica* (bouquetin du Caucase),
- *Capra hircus* (chèvre domestique),
- *Rupicapra pyrenaica* (isard).

Excepté les restes attribués à la chèvre domestique (provenant des niveaux protohistoriques situés à l'entrée de la cavité), qui ne sont pas présentés dans cette étude, la faune est largement dominée par le bouquetin du Caucase. Les autres espèces sont beaucoup moins bien représentées. Près de 99 % des restes de l'échantillon mis à notre disposition sont déterminables (seules trois esquilles sont présentes), mais ces proportions sont liées au ramassage sélectif des spéléologues, qui n'ont prélevé que les éléments les plus importants.

3. Étude paléontologique

3.1. La panthère *Panthera pardus* (Linné, 1758)

On peut attribuer à la panthère une vertèbre cervicale et un 5^e métacarpien droit. Le 5^e métacarpien de panthère se distingue de celui du lynx par sa plus grande robustesse, notamment au niveau de la diaphyse. Court et trapu, il

correspond en tout point au 5^e métacarpien de *Panthera pardus* de l'Hortus (Hérault). Une 6^e vertèbre cervicale assez bien conservée a également pu être attribuée à *Panthera pardus*. Le corps vertébral est complet ; seuls sont cassés le processus épineux et les processus transverses. Le corps est très court dans le sens antéro-postérieur. La tête de la vertèbre est étirée transversalement et bordée de part et d'autre de larges foramens transversaires.

3.2. La hyène, *Crocota crocuta spelaea* (Goldfuss, 1832)

Un fragment de diaphyse de fémur a été rapporté à *Crocota crocuta spelaea*. De section sub-circulaire, la face caudale est toutefois typiquement plane, avec la ligne âpre matérialisée par un fort creusement médian surmonté d'un foramen nourricier, et bordé latéralement d'une arête très marquée.

3.3. L'aurochs, *Bos primigenius* (Bojanus, 1827)

Un talus et une première phalange indiquent la présence du bœuf primitif. Le talus, en vue plantaire, dans la partie inférieure de la surface articulaire calcanéenne, présente une facette très courte. En vue latérale, la facette articulaire calcanéenne inféro-latérale est ronde. En vue médiale, la surface articulaire rectiligne n'apparaît pas le long du rebord postérieur de l'os. Le sillon entre la surface articulaire pour le calcanéum et le cubonavculaire est perpendiculaire à l'axe longitudinal. Tous ces caractères sont spécifiques à l'aurochs.

3.4. Le bouquetin du Caucase, *Capra caucasica praepyrenaica* (Crégut-Bonnoure, 2002)

Les restes attribuables au bouquetin du Caucase sont très bien conservés et abondants (NR = 242). Il s'agit de 25 restes dentaires (9 mandibules, 3 maxillaires et 13 dents isolées) et de 217 ossements (dont 51 vertèbres et côtes, 16 humérus, 15 radius, 21 fémurs et 20 tibias). Le nombre d'ossements appartenant à de jeunes individus est assez élevé puisque, sur la moitié des ossements à notre disposition, les épiphyses ne sont pas soudées. Seuls les éléments les plus caractéristiques de l'espèce sont décrits ici. Il s'agit du neurocrâne, des troisièmes molaires supérieures et inférieures et des deuxième phalanges.

3.4.1. Neurocrâne

Il existe dans la grotte de l'Arche 17 fragments de crâne comportant au moins le frontal avec une partie de la cheville osseuse. Parmi eux se trouve un élément bien conservé, le neurocrâne (Fig. 1). La cheville osseuse droite



Fig. 1. Crâne du bouquetin de la grotte de l'Arche.
Fig. 1. *Capra caucasica* neurocranium from the Arche cave.

est préservée sur 12 cm, alors que seule la base de la cheville gauche est présente. Le neurocrâne est fracturé en avant des foramens supra-orbitaires. La suture fronto-pariétale est rectiligne, alors que la suture pariéto-occipitale forme un angle. Cette conformation des sutures est caractéristique du genre *Capra* [2]. L'angle de divergence des chevilles osseuses est de 56°. Elles ont une section sub-triangulaire (Fig. 2). Ces deux caractéristiques morphologiques sont conformes à la description de *Capra caucasica praepyrenaica*, mais en raison de la variabilité morphologique, elles s'insèrent aussi dans celles de *C. pyrenaica*. L'analyse d'autres éléments devrait permettre d'apporter

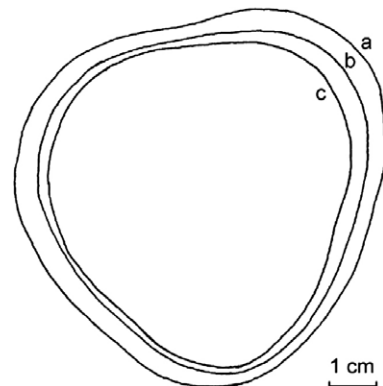


Fig. 2. Sections basale (a), à 5 cm (b) et 10 cm (c) de la cheville osseuse droite du crâne du bouquetin de la grotte de l'Arche.
Fig. 2. Cross section at the base (a), at 5 cm (b), and at 10 cm (c) of the right horn core of the *Capra* from Arche cave.

plus d'informations sur l'appartenance spécifique de ce bouquetin.

3.4.2. Troisième molaire supérieure

Cette dent est représentée dans notre échantillon par trois restes. La M^3 présente une aile métastylaie peu développée (Fig. 3). La face linguale du premier lobe est oblique et courbe. La face linguale du deuxième lobe est de section arrondie, elle ne présente pas le pincement visible chez *Hemitragus*. Le métastyle est sub-vertical dans les deux tiers supérieurs et s'élargit vers la base pour former une aile métastylaie peu saillante. Les surfaces interstyliaires sont de largeur égale. Ces deux caractères sont spécifiques de la lignée *caucasica* [4] et se retrouvent sur les M^3 de *Capra caucasica* des sites moustériens du Caucase et actuels [14]. À la différence du *Capra caucasica* de Bouxès et de l'Hortus, les styles sont peu saillants et

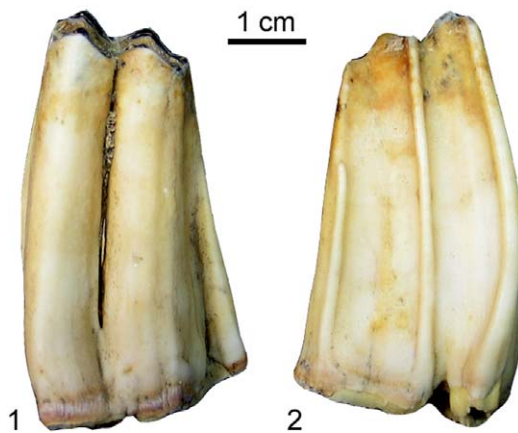


Fig. 3. M^3 gauche de *Capra caucasica praepyrenaica* de la grotte de l'Arche. Vues linguale (1) et labiale (2).

Fig. 3. *Capra caucasica praepyrenaica* left M^3 from Arche cave. Lingual (1) and buccal (2) views.

Tableau 1

Dimensions des M^3 de *Capra* (en mm) de la grotte de l'Arche et des sites de comparaison. N = nombre de spécimens, D_{MD} = diamètre méso-distal
Table 1. *Capra* M^3 measurements (in mm) from the Arche Cave specimens and from other comparative sites. N = number of specimens, D_{MD} = mesio-distal diameter.

Espèce	Gisement	N	DMDtotal		Largeur de la surface interstyliaire		DMDlobes		Références
			occl.	bas.	mésiale	distale	occl.	bas.	
<i>C. caucasica</i>	Arche	4	17,5	22,8	7,4	8,9	16,3	18,6	
<i>C. caucasica</i>	Caune de l'Arago	1	17,6	23,9	8,5	9,0	16,7	18,3	[14]
<i>C. caucasica</i>	Portel-Ouest	5	17,3	22,1	7,5	8,7	16,3	18,3	[14]
<i>C. caucasica</i>	Hortus	35	22,0	25,7	7,6	8,6	19,1	18,8	[14]
<i>C. caucasica</i>	Adaouste	3	22,9	23,1	6,9	8,7	18,7	18,1	[7]
<i>C. caucasica</i>	Moula-Guercy	2	24,6	23,7	6,5	9,5	18,8	17,6	[7]
<i>C. caucasica</i>	Bau de l'Aubesier	1	19,7	21,4	7,2	8,9	16,5	16,5	[8]
<i>C. caucasica</i>	Bouxès	16	19,7	23,7	7,3	8,6	17,9	18,6	[4]
<i>C. caucasica</i>	Saint-Marcel	3	21,7	22,5	7,2	8,7	18,3	17,9	[4]
<i>C. ibex</i>	Bayol	21	21,7	25,4	8,0	9,5	18,4	18,9	[4]

étroits, surtout le parastyle et, dans une moindre mesure, le métastyle. Cette dent se rapproche plutôt du morphotype du Portel, dont certains exemplaires ont des styles peu marqués et étroits. Ce caractère ne semble pas lié au dimorphisme sexuel, puisqu'il est présent aussi bien sur des spécimens robustes que sur des spécimens de plus petite taille. Les données métriques (Tableau 1, Fig. 4) mettent en avant les différences du bouquetin de la grotte de l'Arche par rapport au bouquetin alpin, *Capra ibex* (spécimen de Bayol, Gard). En revanche, il existe une affinité très importante avec les *C. caucasica* des sites pyrénéens de la grotte de l'Arche et du Portel-Ouest, ce qui est conforme aux données de la morphologie. On note que les spécimens de l'Hortus se rapprochent plus des populations extra-pyrénéennes, comme celles de l'Adaouste, du Bau de l'Aubesier ou de Saint-Marcel-d'Ardèche, et à un degré moindre, celle de Moula-Guercy.

3.4.3. Troisième molaire inférieure

Onze M_3 ont été prélevées par les spéléologues. Le pli caprin est très faiblement marqué à la base de la couronne, comme pour les *Capra caucasica* des populations européennes (Fig. 5).

3.4.4. Deuxièmes phalanges

Sur la face palmaire des deuxièmes phalanges, le bord supérieur des condyles émet une digitation qui rejoint les tubercules proximo-axiaux (Fig. 6). Le tubercule proximo-abaxial forme une masse compacte.

Sur la phalange antérieure (deux restes), le dos de la face axiale n'est pas pincé comme chez *Hemitragus*, car le tubercule d'insertion proximo-axial est moins développé (Fig. 6). Le condyle axial n'est pas aussi aigu que chez le tahr des Cèdres.

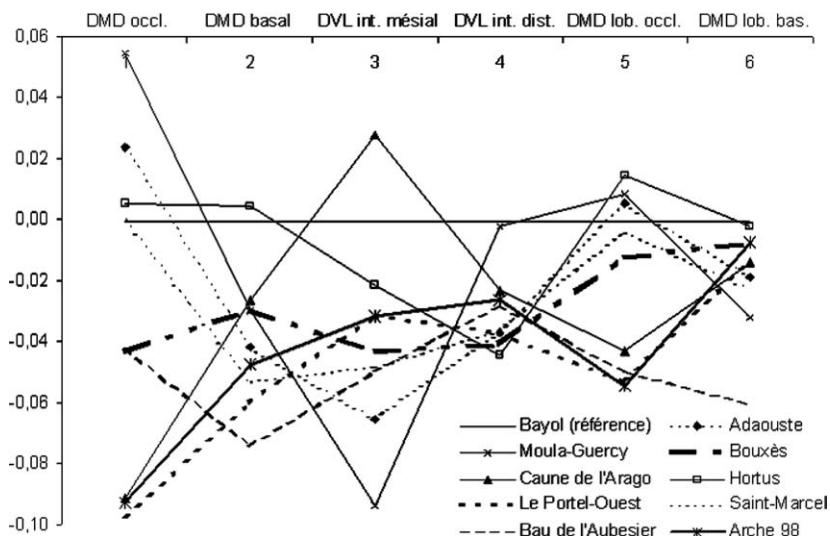


Fig. 4. Diagramme des rapports des dimensions moyennes des M³ de *Capra caucasica* et de *Capra ibex* : Bayol (base de référence).

Fig. 4. Ratio diagram of M³ average measurements of *Capra caucasica* from various deposits and *Capra ibex* from Bayol (standard base).

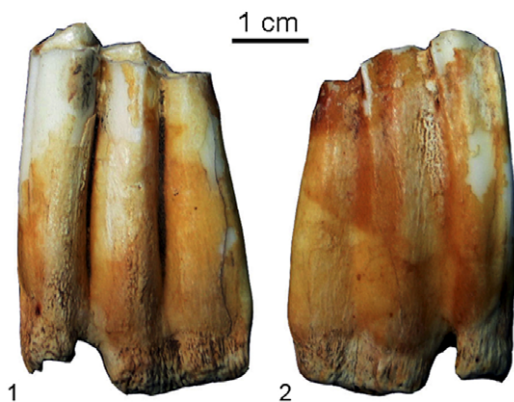


Fig. 5. M³ gauche de *Capra caucasica praepyrenaica* de la grotte de l'Arche. Vues labiale (1) et linguale (2).

Fig. 5. *Capra caucasica praepyrenaica* left M³ from Arche cave. Buccal (1) and lingual (2) views.

À la différence d'*Hemitragus*, la phalange postérieure (un reste) ne possède pas de dépression ovale [5], tout comme sur le *Capra caucasica* de l'Hortus.

3.4.5. Synthèse

L'étude paléontologique montre que le bouquetin de la grotte de l'Arche possède des caractères communs à *C. caucasica* et à *C. pyrenaica*. Il est très proche des populations pyrénéennes du Portel-Ouest et de la Caune de l'Arago, ce qui suggère une différence entre le groupe pyrénéen et les populations du Massif central (Bouxès, Hortus, Baume Moula-Guercy, Saint-Marcel-d'Ardèche), auxquelles s'associent celles de Provence (Adaouste, Bau de l'Aubesier). Toutes ces populations ont été attribuées à *C. caucasica praepyrenaica* [6]. Les caractères morphologiques, en particulier ceux observés sur la troisième molaire supérieure, indiquent des affinités nettes avec le bouquetin des Pyrénées, *Capra pyrenaica*, chez qui l'aile métasty-



Fig. 6. Deuxième phalange antérieure de *Capra caucasica praepyrenaica*. Vues dorsale (1), plantaire (2), abaxiale (3), axiale (4) et proximale (5).

Fig. 6. *Capra caucasica praepyrenaica* anterior second phalanx. Volar (1), plantar (2), abaxial (3), axial (4), and proximal (5) views.

laire est peu saillante et les styles peu saillants et étroits. En revanche, ces caractères éloignent le *Capra* de la grotte de l'Arche des restes trouvés plus à l'est (Massif central et Provence).

3.5. L'isard, *Rupicapra pyrenaica* (Bonaparte, 1845)

Le matériel fossile déterminé en isard comporte 10 restes. Il s'agit d'une hémi-mandibule d'un individu adulte portant P₃ à M₃, un radius complet et un fragment de diaphyse, deux fémurs et un fragment de diaphyse, une diaphyse de tibia, deux métapodes postérieurs et une 1^{re} phalange.

La morphologie des dents jugales inférieures est assez proche de celle du genre *Capra*, mais ici les reliefs de la face linguale des molaires inférieures sont bien marqués. Cette morphologie, associée à la taille des restes, est particulière à *Rupicapra* [13].

La diaphyse de la première phalange est élancée, ce qui la distingue de celle des genres *Ovis* et *Capra*, dont la diaphyse est plus massive. La surface articulaire proximale abaxiale présente la forme « en amande » typique de *Rupicapra* [13]. Les condyles articulaires distaux sont peu saillants.

4. Discussion

L'assemblage osseux est très largement dominé par les herbivores et en particulier par le bouquetin qui représente 93 % des grands mammifères. Cet assemblage est constitué de vestiges correspondant à diverses périodes chronologiques, comme en témoignent les restes de deux espèces du genre *Capra*.

4.1. Biochronologie

Le degré évolutif atteint par certaines espèces permet d'obtenir un âge global pour les dépôts fossilifères de la grotte de l'Arche. L'étude des mammifères a mis en évidence un ensemble de faunes comprenant : *Panthera pardus*, *Crocota crocuta spelaea*, *Bos primigenius*, *Capra caucasica praepyrenaica*, et *Rupicapra pyrenaica*. Excepté le bouquetin du Caucase, toutes les espèces identifiées dans le site sont présentes sur une longue partie du Pléistocène moyen et disparaissent d'Europe méridionale à la fin du Pléistocène supérieur. Seul le degré évolutif atteint par le bouquetin permet d'avancer un élément de datation pour ces fossiles. *C. caucasica praepyrenaica* est, en France, un bouquetin des stades isotopiques 5 et 4 [4].

Le bouquetin de la grotte de l'Arche présente une affinité morphologique et métrique avec les populations de

deux autres sites nord-pyrénéens : les niveaux moustériens du Portel-Ouest et le niveau des « Terres brunes » de la Caune de l'Arago (daté de la fin du Pléistocène supérieur, stade isotopique 4). Ces populations présentent des différences morphologiques et métriques par rapport à celles de la bordure du Massif central (comme l'Hortus) et de Provence. Crégut-Bonnoure [6] a proposé, d'après l'étude morphologique et métrique de nombreuses populations de bouquetins du Sud de la France, l'évolution de *Capra caucasica* vers *C. pyrenaica*, en passant par *C. caucasica praepyrenaica*, la forme de transition. Les populations de bouquetins de la grotte de l'Arche, de la Caune de l'Arago, et du Portel-Ouest montrent des caractères morphologiques et métriques qui les rapprochent plus encore de *C. pyrenaica*. Puisque le bouquetin de la grotte de l'Arche présente une nette affinité avec celui des populations pyrénéennes du Portel-Ouest et de la Caune de l'Arago (niveau des « Terres brunes ») qui sont contemporaines du Würm ancien (stade isotopique 4), il est donc très probable que le bouquetin de la grotte de l'Arche soit contemporain de cette période.

La réduction de la taille des individus, observée ici dans les sites pyrénéens, est bien connue pour d'autres espèces de Caprinae [3]. Ce phénomène n'ayant pas affecté les populations plus à l'Est, on peut supposer que les populations pyrénéennes se sont retrouvées relativement isolées. Le même phénomène a été observé dans cette région pour le tahr des Cèdres, *Hemitragus cedrensis* [15]. Un phénomène similaire a pu affecter la hyène de la grotte du Portel-Ouest (*Crocota crocuta spelaea*), qui présente des caractères dentaires particuliers [16]. Le bouquetin du Caucase a probablement subi une évolution locale plus poussée dont les causes restent à préciser. *C. caucasica*, s'est répandu dans le Sud de la France sous sa forme *praepyrenaica*, mais c'est uniquement dans son extrémité occidentale que l'espèce évolue vers *C. pyrenaica*. Cette région semble donc avoir constitué une zone de refuge pour certaines espèces, comme *Capra caucasica praepyrenaica* et *Hemitragus cedrensis*.

4.2. Mode d'accumulation

Bien que les interprétations taphonomiques restent limitées avant que ne soit entreprise une fouille rigoureuse du site, quelques hypothèses quant au mode d'accumulation des vestiges osseux peuvent être avancées.

Aucune trace d'activité anthropique n'a été observée sur les os de cet assemblage. Dans la plupart des secteurs de la cavité, les traces d'activité de carnivores sont nombreuses, excepté dans la « zone plane et virage cloche 2 », seule partie de la grotte à avoir livré des restes de carnivores.

res et dans laquelle les restes d'ongulés ne portent aucune trace. Dans les autres parties de la cavité, on peut noter la présence de traces de dents (impacts de dents et traces de rongement) au niveau des épiphyses des os longs. L'intervention des carnivores pourrait être de même nature, étant donné qu'ils sont attirés par la présence de charognes ou d'animaux blessés. La grotte a probablement fonctionné comme un piège naturel pour les animaux qui arpentaient le Pech de Bugarach.

5. Conclusion

L'intérêt paléontologique du gisement de la grotte de l'Arche réside dans l'existence d'une importante population fossile de bouquetin du Caucase, *Capra caucasica praepyrenaica*, bien conservée, représentée par différentes parties dentaires et squelettiques, et en particulier un élément de crâne. La comparaison avec d'autres populations de la région orientale des Pyrénées (Caune de l'Arago, Portel-Ouest) et de Provence a permis de proposer une datation pour ce site. La grotte de l'Arche correspond à une période comprise entre les stades isotopiques 5 et 4, c'est-à-dire la biozone MNQ 26 [10]. De plus, cette découverte apporte un élément complémentaire à l'hypothèse d'évolution des Caprini dans la zone Nord-Pyrénéenne, qui constitue une région privilégiée pour l'évolution des bouquetins. Ce gisement est donc une importante archive paléontologique qui permet d'apporter une meilleure connaissance des phénomènes évolutifs dans cette région.

Remerciements

Nos remerciements s'adressent à Christian Raynaud, Christophe Bès, Marie Guérard et Jean-Claude Puliga, spéléologues du club de l'Aude, qui ont prélevé le matériel, ainsi qu'à Jacques Pernaud qui l'a mis à notre disposition. Nous remercions également Louis Chaix, Brigitte Deniaux et Scott Holman pour leurs commentaires sur une première version de ce manuscrit.

Références

- [1] S.D. Aliyev, La faune du site paléolithique d'Azich, Académie d'Azerbaïdjan SSSR, section Paléobiologie, Bakou, 1969 (29 p. ; en russe).
- [2] J. Boessneck, Osteological differences between sheep (*Ovis aries* Linné) and goat (*Capra hircus* Linné, in: D. Brothwell, E. Higgs (Eds.), Science in archaeology – A survey in progress and research, Thames and Hudson, London, 1969, pp. 331–358.
- [3] É. Crégut-Bonnoure, Un nouveau Caprinae, *Hemitragus cedrensis* nov. sp. (Mammalia, Bovidae) des niveaux Pléistocènes moyen de la grotte des Cèdres (Le Plan d'Aups, Var). Intérêt biogéographique, *Geobios* 22 (1989) 653–663.
- [4] É. Crégut-Bonnoure, Intérêt biostratigraphique de la morphologie dentaire de *Capra* (Mammalia, Bovidae), *Ann. Zool. Fenn.* 28 (1992) 273–290.
- [5] É. Crégut-Bonnoure, Les grands Mammifères, in: A. Defleur, É. Crégut-Bonnoure (Eds.), Le gisement paléolithique moyen de la grotte des Cèdres (Var), Documents d'Archéologie française, 49, 1995, pp. 54–143.
- [6] É. Crégut-Bonnoure, Les Ovivovini et Caprini (Mammalia, Artiodactyla, Bovidae, Caprinae) du Plio-Pléistocène d'Europe : systématique, évolution et biochronologie, thèse d'État, université Lyon-1, 2002.
- [7] A. Defleur, J.-F. Bez, É. Crégut-Bonnoure, E. Desclaux, G. Onorantini, C. Radulescu, M. Thinon, P. Vilette, Le niveau Moustérien de la grotte de l'Adaouste (Jouques, Bouches-du-Rhône). Approche culturelle et paléoenvironnements, *Bull. Mus. Anthropol. Préhist. Monaco* 37 (1994) 11–48.
- [8] P. Fernandez, Étude paléontologique et archéozoologique des niveaux d'occupation moustériens au Bau de l'Aubesier (Monieux, Vaucluse) : implications biochronologiques et paléontologiques, thèse, université Lyon-1, 2001, 286 p.
- [9] C. Griggo, Le bouquetin de Malmaud (Ariège) ; implications paléobiogéographiques, *Quaternaire* 2 (1991) 76–82.
- [10] C. Guérin, Première biozonation du Pléistocène européen, principal résultat biostratigraphique de l'étude des Rhinocerotidae (Mammalia, Périssodactyles) du Miocène terminal au Pléistocène supérieur d'Europe occidentale, *Geobios* 15 (1982) 593–598.
- [11] L. Pales, Les Ovicaprinés préhistoriques franco-ibériques au naturel et figurés, *Publicaciones del patronato de las cuevas de la Provincia de Santander* 15 (1976–1977) 67–105.
- [12] L. Pales, Tassin de Saint-Pereuse, Les gravures de la Marche II, Équidés et Bovidés, Ophrys, Paris, 1981 (145 p.)
- [13] F. Prat, Les Capridés. II : Chamois des Alpes, isard des Pyrénées, in: R. Lavocat (Ed.), Faunes et flores préhistoriques, Boubée, Paris, 1966, pp. 301–322.
- [14] F. Rivals, Les petits bovidés (Caprini et Rupicaprini) pléistocènes dans le bassin méditerranéen et le Caucase. Étude paléontologique, biostratigraphique, archéozoologique et paléoécologique, *Br. Archaeol. Rep., Int. Ser., BAR S1327*, Oxford, 2004 (270 p.)
- [15] F. Rivals, Découverte de *Capra caucasica* et d'*Hemitragus cedrensis* (Mammalia, Bovidae) dans les niveaux du Pléistocène supérieur de la Caune de l'Arago (Tautavel, France) : implication biochronologique dans le contexte du Bassin méditerranéen, *Geobios* 39 (2006) 85–102.
- [16] A. Testu, Étude paléontologique et biostratigraphique des Felidae et Hyaenidae pléistocènes de l'Europe méditerranéenne, thèse, université de Perpignan, 2006 (320 p.)
- [17] A. Vekua, D. Lordkipanidze, The Pleistocene paleoenvironment of the Transcaucasus, *Quaternaire* 9 (1998) 261–266.
- [18] N.K. Vereshchagin, The mammals of the Caucasus. A history of the evolution of the fauna, Israel Program for Scientific Translations, Jérusalem, 1967 (816 p.)