

Article original

## Nouveau matériel de *Leptobos (Smertiobos) crassus* (Artiodactyla, Mammalia) du Pléistocène inférieur à Renzidong (Chine de l'Est)

### New material of *Leptobos (Smertiobos) crassus* (Artiodactyla, Mammalia) from the lower Pleistocene of Renzidong (Eastern China)

Wei Dong<sup>a,b</sup>

<sup>a</sup> Institut de paléontologie des vertébrés et paléanthropologie, académie des sciences de Chine, Pékin 100044, Chine

<sup>b</sup> Laboratoire clé d'état de paléobiologie et stratigraphie, Nankin institut de géologie et paléontologie, académie des sciences de Chine, Nankin 210008, Chine

Reçu le 28 septembre 2006 ; accepté le 30 juillet 2007

Disponible sur Internet le 21 février 2008

#### Résumé

De nouveaux restes de *Leptobos (Smertiobos) crassus* sont identifiés dans la faune du nouveau site Pléistocène inférieur de Renzidong, province d'Anhui, dans l'Est de la Chine. C'est un *Leptobos* portant des chevilles osseuses avec une simple courbure et à partie apicale plus élevée au-dessus du crâne que chez les autres espèces du sous-genre. La présente étude montre que la première apparition de *Leptobos* en Chine est contemporaine de la biozone européenne MNQ 16b, donc postérieure à sa première apparition en Europe occidentale (MNQ 16a). Le genre *Leptobos* peut donc être considéré comme un fossile caractéristique du Pléistocène inférieur chinois (2,5–0,78 Ma, *sensu* chinois).

© 2008 Elsevier Masson SAS. Tous droits réservés.

#### Abstract

New remains of *Leptobos (Smertiobos) crassus* have been identified among the fossils excavated from a new early Pleistocene site at the Renzidong in Anhui Province, Eastern China. It is a *Leptobos* bearing frontal appendices with a simple curvature and its distal part turns higher than the other species of the subgenus. The present study shows that the first appearance of *Leptobos* in China is in the zone equivalent to the European MNQ 16b, later than its first appearance in Western Europe (MNQ 16a); and the genus *Leptobos* can serve as index fossil of the lower Pleistocene in China (2.5–0.78 Ma, Chinese definition).

© 2008 Elsevier Masson SAS. Tous droits réservés.

**Mots clés :** *Leptobos* ; Bovidae ; Artiodactyla ; Fanchang ; Chine ; Plio-Pléistocène

**Keywords:** *Leptobos*; Bovidae; Artiodactyla; Fanchang; China; Plio-Pleistocene

#### 1. Introduction

Le site de Renzidong est une doline (ou grotte effondrée) karstique qui se trouve à 31°05'38"N et 118°05'77"E, à 10 km au sud-ouest de la ville de Fanchang dans la Province d'Anhui dans l'Est de la Chine (Fig. 1). Il se situe à 72 km au sud du site de l'homme de Hexian (*Homo erectus*) et à 60 km au sud-est du site de l'homme de Chaoxian (*Homo sapiens*). La grotte s'est

développée à la faveur d'un système de failles entamant une colline calcaire triasique, à 116 m au-dessus du niveau de la mer. Le remplissage de la doline a été mis au jour en 1978 lors de l'exploitation du calcaire par une cimenterie locale. Les chercheurs du muséum d'Anhui ont effectué une mission de terrain à Renzidong en 1987 et ont extrait quelques ossements de mammifères (Zheng, 1993). Les dépôts mesurent de 8–12 m de large et quelques 27 m de haut et ils peuvent être divisés en au moins huit couches (Fig. 2). Du fait de l'avancée de la carrière, trois campagnes de fouilles ont été lancées de 1998 à 2000. Plus de 120 pièces d'industrie lithique et osseuse (Zhang

Adresses e-mail : [dongwei@ivpp.ac.cn](mailto:dongwei@ivpp.ac.cn), [dongwuwei@nju.org.cn](mailto:dongwuwei@nju.org.cn).

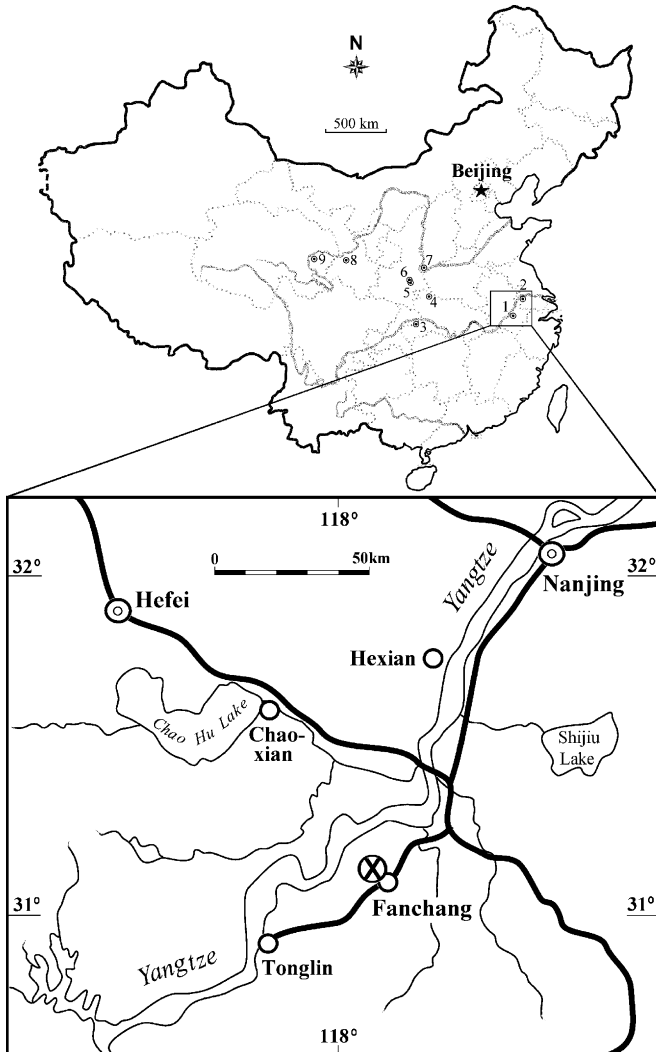


Fig. 1. Localisation des sites montrant *Leptobos* en Chine. En haut : 1. Renzidong en Anhui ; 2. Tuozidong en Jiangsu ; 3. Longgudong en Hubei ; 4. Yunxian en Hubei ; 5. Gongwangling à Lantian en Shaanxi ; 6. Laochihegou à Lantian en Shaanxi ; 7. Xihoudu en Shanxi ; 8. Longdan en Gansu ; 9. Layihai en Qinghai. En bas : localisation du site de Renzidong (⊗) à Fanchang.

Fig. 1. Location of the sites yielding *Leptobos* in China. Upper part: 1. Renzidong in Anhui; 2. Tuozidong in Jiangsu; 3. Longgudong in Hubei; 4. Yunxian in Hubei; 5. Gongwangling at Lantian in Shaanxi; 6. Laochihegou at Lantian in Shaanxi; 7. Xihoudu in Shanxi; 8. Longdan in Gansu; 9. Layihai in Qinghai. Lower part: location of the Renzidong site (⊗) at Fanchang.

et al., 2000 ; Huang, 2000 ; Dong, 2006) et environ 7000 ossements de mammifères ont été recueillis pendant ces campagnes (Jin et al., 2000, 2003). D'après l'étude préliminaire, la faune des mammifères de Renzidong est constituée de 70 genres, 74 espèces, la plupart des taxons étant des formes intermédiaires entre des régions paléarctique et orientale (Jin et al., 2003). La faune de couches 5–7 est biochronologiquement proche de celle de Longgupo (Huang et Fang, 1991 ; Huang et al., 1995) et de Longgudong (Zheng et Zhang, 2004), et plus ancienne que celle de la Grotte à *Gigantopithecus* de Liucheng (Pei, 1987 ; Han, 1987), et que celle du site de l'homme de Yuanmou à Danawu (Lin et al., 1978). Elle est contemporaine de la MNQ17 européenne (Mein, 1989 ; Guérin

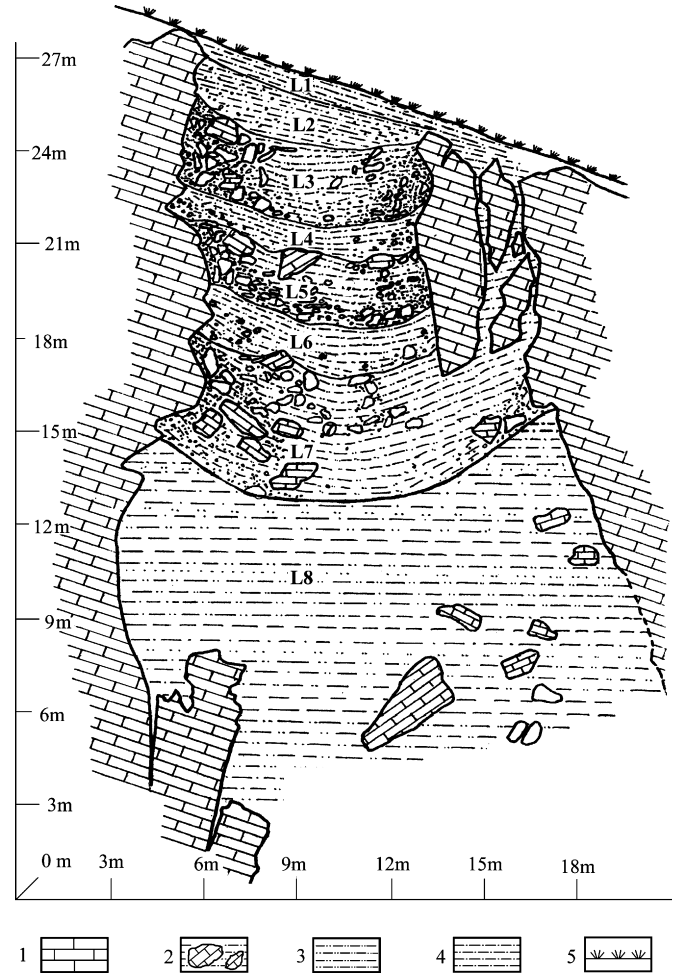


Fig. 2. Coupe stratigraphique du site de Renzidong : 1. Calcaire ; 2. Débris de calcaire ; 3. Sable argileux ; 4. Argile sableuse ; 5. Végétation.

Fig. 2. Stratigraphic section of Renzidong site: 1. Limestone; 2. Limestone debris; 3. Clayish sandstone; 4. Sandy clay; 5. Vegetation.

et al., 2004). Son âge est compris entre 2,4 et 1,9 Ma (Jin et al., 2003).

Parmi la faune, des restes de *Leptobos* ont été exhumés. Le genre est bien connu dans les gisements du Pléistocène inférieur de Chine (Fig. 1, en haut). C'est aussi le cas dans les gisements villafranchiens d'Europe occidentale (Duvernois et Guérin, 1989 ; Duvernois, 1990 ; Crégut-Bonnoure et Valli, 2004 ; Gentili et Masini, 2005). Sur la base de ces travaux, nous présentons donc notre matériel dans son contexte géographique et biochronologique. La prise de mesures et la terminologie dentaire employées dans le présent travail sont celles préconisées par Heintz (1970), Duvernois (1990) et Gentry et al. (1999).

## 2. Étude systématique

Ordre ARTIODACTYLA Owen, 1848  
Sous-ordre RUMINANTIA Scapoli, 1777  
Famille BOVIDAE Gray, 1821  
Sous-famille BOVINAE Gill, 1872  
Genre *Leptobos* Rüttimeyer, 1877–1878

Sous-genre *Smertiobos* Duvernois, 1990Espèce *Leptobos (Smertiobos) crassus* Jia et Wang, 1978.1978. *Leptobos crassus* sp. nov. - Jia et Wang, p. 25, Figs. 3.3–5 ; Pl. 5, Fig. 1 ; Pl. 6, Fig. 1.1985. *Leptobos crassus gonghensis* subsp. nov. – Zheng et al., p. 119, Pl. 7, Fig. 2 ; Pl. 8, Figs. 1, 2.2004. *Leptobos* cf. *brevicornis* – Fang et al., p. 76, Fig. 5.

**Matériel** : Un crâne déformé et incomplet (IVPP V14032.1), les mandibules gauche (V14032.2) et droite (V14032.3) du même individu que le crâne ; une maxillaire gauche avec  $M^{1-3}$  (V14032.4) ; une  $M^2$  droite (V14032.5) ; une  $M^3$  droite (V14032.6) ; une  $DP^3$  gauche (V14032.7) ; une  $M_1$  gauche (V14032.8) ; une  $M_1$  droite (V14032.9) ; une  $M_2$  droite (V14032.10) ; une  $M_3$  gauche (V14032.11) ; une  $M_3$  droite (V14032.12) ; une  $DP_4$  gauche (V14032.13) ; un métacarpien III–IV droit (V14032.14) ; une partie distale de métacarpien III–IV gauche (V14032.16) ; un astragale gauche (V14032.15).

**Horizon** : Couche 5 (L5) et Couche 7 (L7) du site de Renzidong, contemporaines de la MNQ 17 européenne.

**Description du matériel** : Le crâne, bien que très déformé, conserve la cheville osseuse droite, une grande partie des frontaux, des pariétaux et des temporaux, des nasaux et des maxillaires (Fig. 3). On peut encore observer l'allongement et la platitude des frontaux. La cheville osseuse droite est elle aussi déformée, mais il est clair qu'elle dessine une courbe, vers l'arrière et vers le haut, et que sa partie apicale est très élevée au-dessus du crâne. Elle forme avec le plan palatin un angle d'environ  $45^\circ$  ; elle est implantée relativement près de l'orbite ; sa section est sub-circulaire ; son diamètre maximal (dorso-ventral) à la base mesure 100 mm, l'actuel diamètre maximal (dorso-ventral) à la base (restauré) est compris entre 85 mm et

90 mm ; la longueur de la cheville (selon la plus grande courbure) telle qu'elle est conservée mesure 340 mm ; la longueur totale est bien supérieure à la valeur moyenne de *L. etruscus* (408,3 mm en moyenne pour cinq spécimens ; Duvernois, 1990). Les maxillaires portent tous les dents jugales à l'exception des  $P^2$  et sont mieux conservés.

La couronne des dents jugales est hypsodonte (avec un indice moyen d'hypsodontie de 99,72 pour les dents jugales supérieures et 113,7 pour les dents jugales inférieures) et les racines sont relativement courtes.

Toutes les variables des dents supérieures sont indiquées dans le Tableau 1. La  $P^3$  a une largeur relativement faible. Le paracône est fort et asymétrique en vue labiale. La muraille labiale présente un parastyle et un pli du paracône forts, épais, dirigés vers l'avant par rapport au grand axe de la dent et vers l'extérieur. Une vallée profonde les sépare. Le parastyle, qui apparaît comme une extension du cône lingual en vue occlusale, est toutefois plus fort que le pli du paracône, cependant, ce dernier est net, oblique vers le sommet de la couronne et l'arrière et s'élargit en direction du collet. Le métastyle est vertical et beaucoup moins saillant que le parastyle ; ce caractère est très net en vue occlusale. La face linguale est régulièrement convexe d'avant en arrière.

La  $P^4$  a une largeur relativement forte. Comme pour la  $P^3$ , son parastyle est très épais et saillant, légèrement oblique vers l'avant par rapport au grand axe de la dent. Le paracône est fort et un peu symétrique en vue labiale. Le pli du paracône est faible et s'efface à proximité du collet. Le métastyle est saillant, épais, orienté vers l'arrière. Le pilier du cône lingual, en position médiane, est fortement convexe. Le croissant de lune formé par le cône lingual est moins bien marqué que celui de la  $P^3$  en vue occlusale. En face labiale, le parastyle est plus fort que celui de la  $P^3$ .

Parmi les molaires supérieures (Fig. 4[1, 2]), la  $M^1$  a une longueur presque équivalente à sa largeur. La muraille labiale montre un parastyle et un mésostyle importants, obliques vers l'avant par rapport au grand axe de la dent. Le métastyle est faible et perpendiculaire à la muraille labiale. Les plis des cônes labiaux sont nets mais moins saillants que les styles. Les piliers des cônes linguaux apparaissent triangulaires en vue occlusale. La colonnette interlobaire est toujours présente, allongée lingualement, et s'atténue à proximité du collet. La post-fosselette montre en général un net éperon au niveau du bord postérieur.

La  $M^2$  est plus grande que large. Les styles labiaux sont nets et épais sur toute la hauteur du fût. Le parastyle et le mésostyle sont orientés vers l'avant par rapport au grand axe de la dent alors que le métastyle est perpendiculaire à la face labiale. Les plis des cônes labiaux sont fortement convexes. Les piliers des cônes linguaux sont bien arrondis, sans constriction. La colonnette interlobaire est puissante et allongée lingualement. L'éperon du bord distal de la post-fosselette est plus saillant que sur la  $M^1$ .

La  $M^3$  a une longueur nettement plus grande que sa largeur. Les styles labiaux sont tous épais et saillants. Le parastyle et le mésostyle sont légèrement inclinés vers l'avant par rapport au grand axe de la dent. Les cônes linguaux sont aigus à arrondis.



Fig. 3. Crâne (V14032.1) de *Leptobos crassus* du site de Renzidong à Fanchang.

Fig. 3. Skull (V14032.1) of *Leptobos crassus* from the Renzidong site at Fanchang.

Tableau 1  
Mensurations (en millimètre) et comparaison des dents jugales supérieures  
Table 1  
Measurements (in millimetre) and comparison of upper cheek teeth

	<i>L. crassus</i>				<i>L. brevicornis</i>			<i>L. (S.)etruscus</i>	<i>L. (L.) elatus</i>
	<i>n</i>	Min	Max	Moyenne	Gwl	Ld	Lyh	SVOB	LE
P <sup>2</sup> L					17,67	19,5	19,4	15,88	16,5
P <sup>2</sup> W					13,73	18,5	14,7	13	14,5
P <sup>2</sup> H					18,00		17,0		
P <sup>3</sup> L	2	20,40	22,00	21,20	17,50	18,0	18,5	18,07	17,0
P <sup>3</sup> W	2	16,30	18,50	17,40	14,90	17,5	20,9	16,08	18,0
P <sup>3</sup> H	2	22,20	23,70	22,95	18,00		12,4		
P <sup>4</sup> L	3	17,20	18,50	18,03	16,80	18,0	15,5	16,91	16,0
P <sup>4</sup> W	3	18,50	21,30	20,10	17,25	20,8	19,6	19,95	22,0
P <sup>4</sup> H	3	22,10	23,70	23,10	20,00		12,6		
P <sup>2-4</sup> L					52,93		53,4		
M <sup>1</sup> L	4	21,80	23,93	23,06	23,30	21,2	20,8	23,33	23,5
M <sup>1</sup> W	4	21,60	24,70	23,56	21,60	26,0	24,0	23,17	23,5
M <sup>1</sup> H	4	17,91	22,80	21,25	18,27		5,9		
M <sup>2</sup> L	5	26,80	29,82	28,17	27,03	30,0	25,8	27,33	27,0
M <sup>2</sup> W	5	22,30	24,90	23,41	22,07	24,2	23,6	23,5	25,5
M <sup>2</sup> H	5	22,00	41,60	26,71	22,23		13,5		
M <sup>3</sup> L	4	27,47	30,20	29,14	26,63	32,0	28,8	29,28	
M <sup>3</sup> W	4	21,50	25,11	22,78	20,27	22,7	22,2	23,86	
M <sup>3</sup> H	4	18,70	37,59	25,41	22,00		16,6		
M <sup>1-3</sup> L	3	77,30	86,09	82,87	77,07	83	75,4		
P <sup>2</sup> -M <sup>3</sup> L					129,37	135			

L = longueur ; W = largeur ; H = hauteur ; Gwl = Gongwangling, valeurs moyennes (Hu et Qi, 1978) ; Ld = Longdan, mesuré sur HMV1245 (Qiu et al., 2004) ; Lyh = Layihai, mesuré sur V6036.1 (Zheng et al., 1985) ; SVOB = Senèze, Valdarno supérieur, Olivola et Blassac, valeurs moyennes (Duvernois, 1990) ; LE = Les Etouaires, valeurs moyennes (Duvernois, 1990).



Fig. 4. Dentitions en vue occlusale du *Leptobos crassus* du site de Renzidong à Fanchang : 1. Maxillaire droit avec P<sup>3</sup>-M<sup>3</sup> (V14032.1) ; 2. Maxillaire gauche avec M<sup>1</sup>-M<sup>3</sup> (V14032.4) ; 3. Mandibule gauche avec P<sub>2</sub>-M<sub>3</sub> (V14032.2) ; 4. Mandibule droite avec P<sub>2</sub>-M<sub>3</sub> (V14032.3).

Fig. 4. Occlusal view of dentitions of *Leptobos crassus* from the Renzidong site at Fanchang: 1. Right maxilla with P<sup>3</sup>-M<sup>3</sup> (V14032.1) ; 2. Left maxilla with M<sup>1</sup>-M<sup>3</sup> (V14032.4) ; 3. Left mandible with P<sub>2</sub>-M<sub>3</sub> (V14032.2) ; 4. Right mandible with P<sub>2</sub>-M<sub>3</sub> (V14032.3).

Tableau 2  
Mensurations (en millimètre) et comparaison des dents jugales inférieures  
Table 2  
Measurements (in millimetre) and comparison of lower cheek teeth

	<i>L. crassus</i>			<i>L. brevicornis</i>		<i>L. (S.) etruscus</i>	<i>L. elatus merlai</i>	
	<i>n</i>	Min	Max	Moyenne	Gwl	Lyh	SBVCOC	S-V
P <sub>2</sub> L	2	12,20	12,90	12,55	13,90		11,69	
P <sub>2</sub> W	2	9,20	9,30	9,25	8,20		8,69	8,5
P <sub>2</sub> H	2	12,70	12,80	12,75	10,15			12,0
P <sub>3</sub> L	2	20,00	20,30	20,15	18,57		18,60	21,0
P <sub>3</sub> W	2	11,20	11,30	11,25	10,30		11,02	10,50
P <sub>3</sub> H	2	14,00	16,40	15,20	16,17			
P <sub>4</sub> L	3	20,80	22,40	21,60	22,20	21,0	20,39	23,0
P <sub>4</sub> W	3	13,30	13,40	13,35	10,77	12,9	12,30	12,50
P <sub>4</sub> H	3	19,40	20,30	19,85	16,53	15,3		
P <sub>2-4</sub> L	2	54,30	58,90	56,60	55,90			50,0
M <sub>1</sub> L	4	22,60	26,60	24,67	22,40	22,0	22,38	23,67
M <sub>1</sub> W	4	16,00	19,66	17,54	15,33		15,40	14,75
M <sub>1</sub> H	4	19,00	36,25	27,81	16,65	11,7		
M <sub>2</sub> L	3	25,20	30,63	27,04	24,43	26,2	26,15	27,00
M <sub>2</sub> W	3	16,20	17,57	16,89	15,60	16,0	16,44	16,17
M <sub>2</sub> H	3	23,00	51,72	33,91	16,30	21,0		
M <sub>3</sub> L	4	33,60	41,94	37,61	33,23	38,0	37,46	37,75
M <sub>3</sub> W	4	15,00	21,80	17,92	15,20	15,8	16,31	16,25
M <sub>3</sub> H	4	23,00	59,78	35,66	16,00	26,0		
M <sub>1-3</sub> L	2	83,00	85,00	84,00	81,77			
P <sub>2</sub> -M <sub>3</sub> L	2	140,80	143,00	141,90	136,90			142,0

L = longueur ; W = largeur ; H = hauteur ; Gwl = Gongwangling, valeurs moyennes (Hu et Qi, 1978) ; Lyh = Layihai, mesuré sur V6036.1 (Zheng et al., 1985) ; SBVCOC = Senèze, Blassac, Valdarno supérieur, Casa Frata, Olivola et Cornillet, valeurs moyennes (Duvernois, 1990) ; S-V = Saint-Vallier, valeurs moyennes (Crégut-Bonnoure et Valli, 2004).

L'éperon du bord postérieur de la post-fossette est plus saillant que sur la M<sup>2</sup>.

Les variables des dents inférieures sont indiquées dans le Tableau 2. Les deux héli-mandibules associées au crâne (Fig. 3) ont un ramus mandibulaire oblique vers l'arrière en vue latérale. Il s'élargit vers l'angle mandibulaire. L'apophyse coronoïde et la partie antérieure des P<sub>2</sub> n'ont pas été conservées. La hauteur du corps mandibulaire est faible sous la P<sub>2</sub> (47 mm) et forte sous la M<sub>3</sub> (64 mm). En vue caudale, la surface du condyle articulaire est horizontale.

Parmi les prémolaires inférieures (Fig. 4[3, 4]), les P<sub>2</sub> ont un contour triangulaire et se caractérisent par un protoconide situé au milieu de la couronne. Le paraconide n'est pas visible de même que le parastylide. La troisième vallée est présente, profonde et très ouverte. Les autres vallées sont absentes.

Sur la P<sub>3</sub>, le parastylide et le paraconide sont séparés par la première vallée qui est toutefois peu profonde. Le métaconide est développé vers l'arrière et lingualemment. La deuxième vallée est large et très ouverte. La troisième vallée est elle aussi ouverte, mais étroite et profonde le long de la couronne. L'entostylide n'est pas individualisé et l'entoconide est présent et saillant. Côté labial, on note un faible sillon vertical dans la partie distale de la dent.

Sur la P<sub>4</sub>, le parastylide et le paraconide sont bien développés et la première vallée est très large. La deuxième vallée est large et profonde tandis que la troisième vallée est ouverte, profonde et étroite selon un axe oblique. Comme sur la P<sub>3</sub>, l'entostylide n'est pas individualisé et la quatrième vallée

est absente ; l'entoconide est saillant. Côté labial, le sillon vertical est plus large que sur la P<sub>3</sub>.

Parmi les molaires inférieures, les M<sub>1</sub> sont les plus usées. Côté lingual, le parastylide et l'entostylide sont présents, mais le métastylide n'est pas visible ; les piliers des cônes sont cylindriques. Côté labial, les piliers des cônes ont une section occlusale triangulaire ; la colonnette interlobaire (ou ectostylide) est toujours présente et allongée vestibulo-lingualement ; les fossettes sont en net croissant de lune.

La M<sub>2</sub> a une morphologie similaire à la M<sub>1</sub> mais avec des dimensions plus importantes.

Le troisième lobe de la M<sub>3</sub> est très court (avec une longueur de 8,0–8,9 mm, soit 56,7–57,1 % de la longueur du premier lobe et 51,9–56,0 % de la longueur du deuxième lobe) et peu épais (avec un diamètre transversal de 6,9–8,1 mm). Une deuxième colonnette interlobaire peut être présente entre le deuxième et le troisième lobe (un spécimen sur un total de quatre), mais à la base de la couronne seulement.

L'os canon antérieur V14032.14 est relativement allongé (indice d'allongement : 5,57 ; Tableau 3), comprimé antéropostérieurement par rapport à *L. etruscus* et *L. etruscus* (Fig. 5[2]) ; la diaphyse est toutefois relativement large au milieu. Ses mensurations figurent dans le Tableau 3. Le diagramme des rapports (Fig. 6) présente les caractéristiques de *L. elatus merlai*, *L. etruscus*, *L. furtivus* et de *L. bravardi*. Les facettes proximales sont séparées par une crête tranchante, rectiligne et oblique vers le haut. La facette latérale, de forme triangulaire, est relativement petite (l'indice de son diamètre

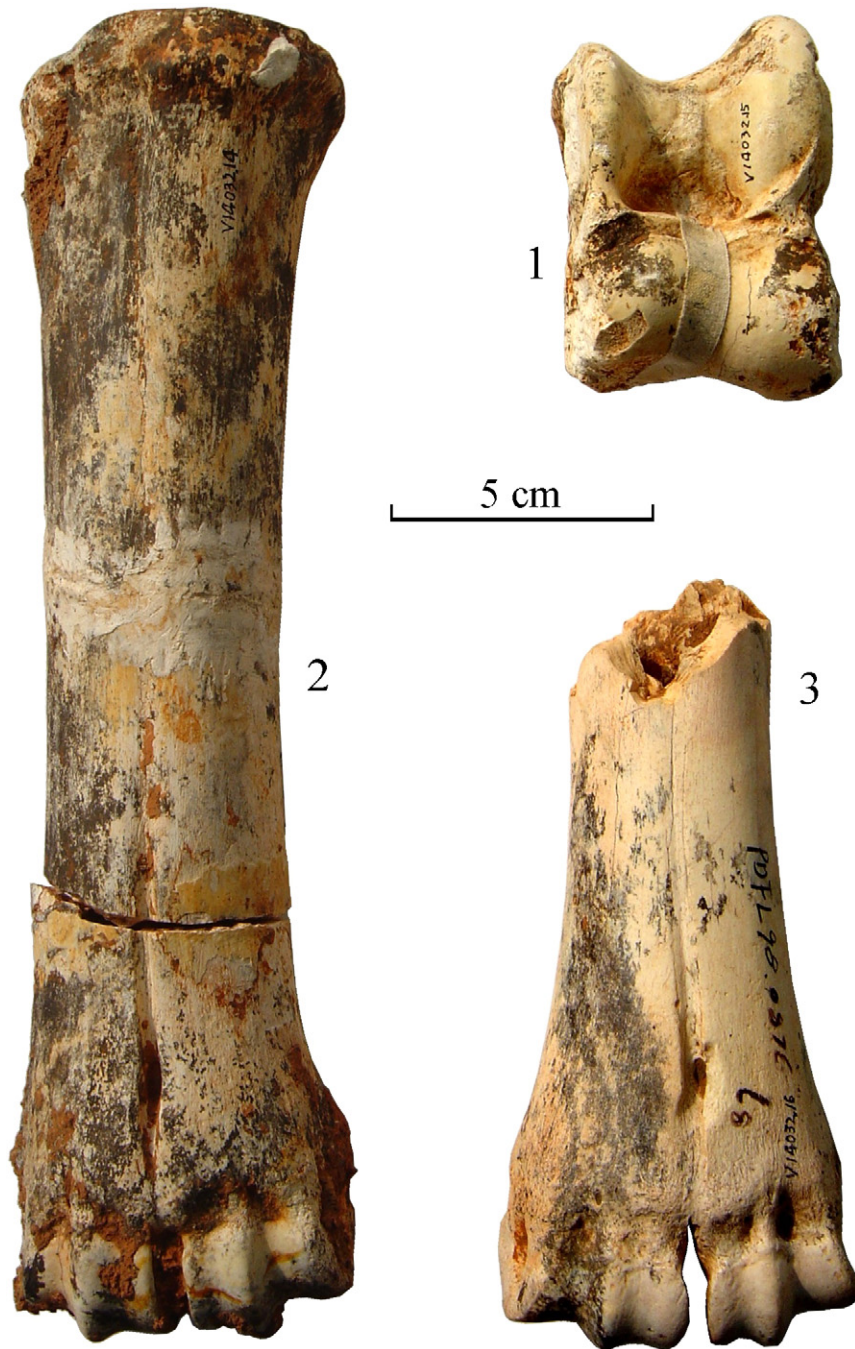


Fig. 5. Os des membres de *Leptobos crassus* du site de Renzidong à Fanchang : 1. Astragale gauche (V14032.15) ; 2. Métacarpien III–IV droit (V14032.14) ; 3. Métacarpien III–IV gauche, moitié distale (V14032.16).

Fig. 5. Limb bones of *Leptobos crassus* from the Renzidong site at Fanchang: 1. Left astragale (V14032.15); 2. Right metacarpal III–IV (V14032.14); 3. Distal half of left metacarpal III–IV (V14032.16).

transversal par rapport au diamètre transversal total : 0,443). La facette médiale est plus large (l'indice de son diamètre transversal par rapport au diamètre transversal total : 0,538) et son contour s'inscrit à peu près dans un rectangle à bord dorsal convexe. En vue dorsale, la diaphyse est peu convexe transversalement. Les bords latéraux dessinent une courbe peu concave et régulière. Le sillon métacarpien est net tout au long de la diaphyse, mais il est profond distalement et plus superficiel proximale. Au niveau de l'extrémité articulaire

distale, les poulies articulaires médiale et latérale sont symétriques. L'os canon antérieur V14032.16 (Fig. 5[3]) est brisé à peu près au niveau du milieu de la diaphyse et seule l'articulation distale est conservée (Tableau 3). À la différence du spécimen précédent, le sillon métacarpien s'estompe vers le milieu de la diaphyse. Cette différence pourrait être expliquée par l'ontogénie, le sillon, trace de la fusion des métacarpes III et IV, étant plus marquée sur les spécimens de jeunes individus (Janis et Scott, 1987).

Tableau 3  
Dimensions comparées du métacarpien III–IV (en millimètre)

Table 3  
Dimensional comparison of metacarpal III–IV (in millimetre)

Métacarpien	<i>L. crassus</i>	<i>L. crassus</i>	<i>L. elatus merlai</i>	<i>L. furtivus</i>	<i>L. etruscus</i>	<i>L. bravardi</i>
	V14032.14	V14032.16	S-V	SVC	SOBVM	LEV
Long. tot.	256		252,0	231,8	245,46	260,5
Long. méd.	231			212,15	224,12	238
DT prox.	68,0		63,25	53,43	63,35	61,72
DAP prox.	46,2		41,75	35,43	40,26	40,81
DT dia.	46	41,2	40,50	31,4	39	36,72
DAP dia.	31,6	30,7	31,25	24,53	28,79	28,95
DT dist.	65	69,0	64,5	50,96	59,95	59,56
DAP dist.	39,3	39,2	37,0	30,21	34,74	35,85
Ind. allong.	5,57		6,22	7,38	6,36	7,04

Ind. allong : Indice d'allongement = Longueur total / DT diaphyse ; S-V = Saint-Vallier, valeurs moyennes (Crégut-Bonnoure et Valli, 2004) ; SVC = Senèze, Valdarno supérieur et Casa Frata, valeurs moyennes (Duvernois, 1990) ; SOBVM = Senèze, Olivola, Blassac, Valdarno supérieur et Montopoli, valeurs moyennes (Duvernois, 1990) ; LEV = Les Etouaires et Villaroya, valeurs moyennes (Duvernois, 1990).

Tableau 4  
Dimensions comparées de l'astragale (en millimètre)

Table 4  
Dimensional comparison of astragal (in millimetre)

Astragale	<i>L. crassus</i>	<i>L. elatus merlai</i>	<i>L. furtivus</i>	<i>L. etruscus</i>	<i>L. bravardi</i>
	V14032.15	S-V	SVC	SBOVLS	LEV
H lat.	79,1	69,5	65,33	72,39	76
DAP lat.	41,2	38,0	34,55	39,46	40,62
H méd.	70,2	64,5	60,27	67,26	68,4
DAP méd.	43,3	38,0	35,62	40,25	41,8
H min.	62,0	55,0	51,38	57,17	58,4
DT max.	53,0	45,5	43,31	48,45	51,6
DT prox.	48,0	45,0	37,11	42,55	42,62
DT dist.	48,0	45,5	41,38	47,46	51

S-V = Saint-Vallier, mesuré sur FSL497718 (Crégut-Bonnoure et Valli, 2004) ; SVC = Senèze, Valdarno supérieur et Casa Frata, valeurs moyennes (Duvernois, 1990) ; SBOVLS = Senèze, Blassac, Olivola, Valdarno supérieur et La Sartanette, valeurs moyennes (Duvernois, 1990) ; LEV = Les Etouaires et Villaroya, valeurs moyennes (Duvernois, 1990).

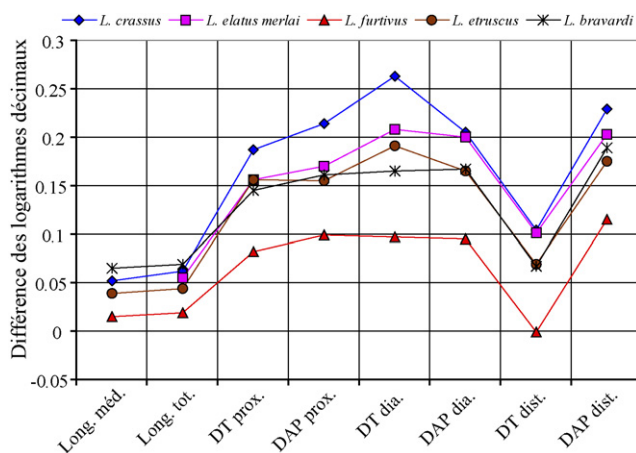


Fig. 6. Diagramme des rapports du métacarpien III–IV de *L. crassus*, de *L. elatus merlai*, de *L. furtivus*, de *L. etruscus* et de *L. bravardi* comparés à *Connocchaetes taurinus* (référence O).

Fig. 6. Ratio diagram of the metacarpal III–IV of *L. crassus*, of *L. elatus merlai*, of *L. furtivus*, of *L. etruscus* and of *L. bravardi* in comparison to *Connocchaetes taurinus* (reference O).

L'astragale gauche V14032.15 est massif (Fig. 5[1]) et ses mensurations sont données dans le Tableau 4. La trochlée proximale comporte deux lèvres asymétriques, la lèvre latérale étant la plus épaisse, la plus haute, et la plus développée plantairement que son homologue médiale, formant ainsi un bec très saillant. La trochlée distale montre que les deux lèvres sont à peu près aussi larges l'une que l'autre et qu'elles sont séparées par une gorge médiane étroite et peu profonde. Sur la face antérieure, la fosse centrale répondant à la malléole est profonde. Les lèvres médiale et latérale sont parallèles et leur différence de hauteur est importante. La gorge de la trochlée proximale est asymétrique avec une lèvre médiale plus épaisse à la base. Sur la face plantaire, la surface articulaire répondant au calcaneus dispose d'une vallée médiane longitudinale peu profonde et de bords bombés, en particulier du côté latéral. Cette même surface est disposée légèrement en oblique par rapport au grand axe de l'os. La face médiale montre deux fossettes d'insertion ligamenteuse proximale et distale qui sont vastes et peu profondes. La face latérale porte, en haut et à l'arrière, sous la lèvre de la trochlée tibiale, une tubérosité très saillante.

### 3. Comparaison et détermination

La morphologie de notre matériel est typiquement celle d'un Bovinae et conforme à la néodiagnose du genre *Leptobos* définie par Duvernois (1990).

Au sein de *Leptobos*, cet auteur a regroupé les formes à chevilles présentant une double courbure transversale puis vers le haut et l'avant, à section comprimée dorso-ventralement, et possédant des dents encore peu hypsodontes. En revanche, elle a établi un sous-genre, *Smertiobos*, aux chevilles présentant une simple courbure vers le haut et l'arrière, possédant des dents plus hypsodontes. Notre matériel s'accorde parfaitement avec la diagnose de ce dernier, auquel nous l'attribuons.

Jusqu'à présent, aucun reste de *Leptobos* (*Leptobos*) n'a été mis au jour en Chine, alors que deux espèces de *Leptobos* (*Smertiobos*) sont connues comme suit : *L. (S.) brevicornis* (Chi, 1975 ; Hu et Qi, 1978 ; Zheng et al., 1985 ; Qiu et al., 2004) et *L. (S.) crassus* (Jia et Wang, 1978 ; Zheng et al., 1985). La première possède un crâne bas et étroit, à pariétaux courts, encore situés sur le sommet du crâne et à occipitaux semi-circulaires. Les chevilles osseuses sont courtes, implantées près et derrière les orbites, divergentes à la base selon un angle d'environ 70° ; elles forment avec le plan palatin un angle d'environ 25° ; leur section est sub-circulaire ou comprimé dorso-ventralement ; les dents sont sub-hypsodontes (Hu et Qi, 1978). La seconde possède un crâne relativement haut et large, des frontaux longs sans protubérance frontale ; des pariétaux courts et plats ; les chevilles osseuses sont relativement longues, implantées près et derrière les orbites, divergentes à la base et dirigées vers l'extérieur et l'arrière ; elles forment avec le plan palatin un angle d'environ 40°, leur section est sub-circulaire, les dents sont plus hypsodontes (Jia et Wang, 1978 ; Zheng et al., 1985).

Comparé avec *L. brevicornis* de la localité type de Gongwangling (Chi, 1975 ; Hu et Qi, 1978), les chevilles osseuses de Renzidong sont plus massives et plus longues. Elles forment avec le plan palatin un angle d'environ 45°, beaucoup plus grand. Néanmoins, la morphologie des dents de la forme de Renzidong est très similaire à celle de Gongwangling, mais ses dimensions dentaires sont légèrement plus grandes (Tableaux 1 et 2). La même chose est vraie en comparaison avec *L. brevicornis* de Layihai (Zheng et al., 1985) et de Longdan (Qiu et al., 2004). Comparé au *L. crassus* de la localité type de Xihoudu (Jia et Wang, 1978), les chevilles osseuses de Renzidong présentent des dimensions un peu plus grandes, tout comme la valeur de l'angle avec le plan palatin. C'est aussi le cas avec *L. crassus* de Layihai (Zheng et al., 1985) (Tableau 2). En définitive, les caractères morphologiques et métriques montrent donc que le matériel de Renzidong est différent de *L. brevicornis* et qu'il est plus conforme à *L. crassus*.

Comparé avec les *Leptobos* européens, *L. crassus* diffère de *L. elatus* et de *L. furtivus* par la courbure simple de ses chevilles osseuses qui chez ces taxons est double ; par rapport à *L. etruscus* l'angle entre les chevilles osseuses est plus grand et les chevilles sont plus élevées au-dessus du crâne. Enfin, en comparaison avec *L. bravardi* la divergence des chevilles à la base est plus faible (respectivement 70° et 150°). La

morphologie dentaire et des quelques ossements disponibles ne montrent pas de différences significatives entre le matériel de Renzidong et leur équivalent en Europe. L'ensemble du matériel a des dimensions supérieures chez le *Leptobos* de Chine (Tableaux 1–4).

### 4. Considération biostratigraphique

Pour la définition et l'extension des biozones mammaliennes (MNQ), nous nous sommes appuyés sur les travaux de Guérin (1980, 1982, 1988). On dénombre neuf sites livrant des restes de *Leptobos* en Chine (Fig. 1), dont cinq sont datés par le paléomagnétisme : le site de Gongwangling à *L. brevicornis*, situé au tour de 1,15–1,10 Ma (An et al., 1990 ; Dong et al., 2000) ; le gisement de Yunxian à *L. brevicornis*, proche de 0,9–0,8 Ma (Li et Feng, 2001) ; celui de Xihoudu à *L. crassus*, daté de 1,27 Ma (Zhu et al., 2003) ; le gisement de Longgudong à *Leptobos* sp. compris entre 2,42 et 2,15 Ma (Gao et Cheng, 2004) ; celui de Longdan à *L. brevicornis*, daté de 2,55–2,16 Ma (Qiu et al., 2004). Dans tous ces sites il n'y a pas de datations absolues en raison de l'absence de dépôts volcaniques. Les autres gisements, celui de Renzidong (Jin et al., 2000), de Tuozidong (Dong et Fang, 2005 ; Fang et al., 2004), de Laochihegou (Chi, 1975) et de Layihai (Zheng et al., 1985), sont tous biochronologiquement associés au Pléistocène inférieur, soit dans le Villafranchien moyen et terminal (Dong et Fang, 2005, 2006 ; Zheng et al., 1985 ; Jin et al., 2000 ; Tong et al., 1995). Notons que la limite plio-pléistocène en Chine est définie à 2,5 Ma d'après la formation des loëss de Wucheng (Liu et Liu, 2000), tandis qu'elle est placée à 1,8 Ma en Europe et en Afrique, et que la limite entre Pléistocène inférieur et moyen est définie à 0,78 Ma (Liu et Liu, 2000). Le gisement de Renzidong est contemporain de celui de Longgudong (Zheng et Zhang, 2004 ; Dong, 2006). En conséquence, *L. brevicornis* est connu en Chine de 2,55 Ma–0,8 Ma, soit de la MNQ européenne 16b à la MNQ 20. Quant à *L. crassus* il est présent en Chine de 2,4 Ma–1,27 Ma, soit de la MNQ 17 à la MNQ 19 de la biochronologie européenne.

La première apparition de *Leptobos* en Europe occidentale est situé dans la MNQ 16a ou début du Villafranchien inférieur (Guérin, 1980 ; Mein, 1989 ; Gentili et Masini, 2005), avec *L. elatus elatus* (Duvernois, 1990) et *L. stenometopon* (Gentili et Masini, 2005) d'abord, puis avec *L. bravardi* dans la MNQ 16b, et ensuite par *L. elatus merlai* et *L. etruscus* (Duvernois, 1990) dans la MNQ 17 ; *L. elatus elatus* et *L. bravardi* n'existent que dans la MNQ 16 (Duvernois, 1989, 1990, 1992). Dans la MNQ 17 ou Villafranchien moyen, s'observent *L. elatus merlai* et *L. etruscus* (Duvernois, 1990, 1992 ; Crégut-Bonnoure et Valli, 2004 ; Guérin et al., 2004). *L. furtivus*, *L. vallisarni* et *L. etruscus* coexistent de la MNQ 18 à la MNQ 20 (Duvernois et Guérin, 1989 ; Duvernois, 1990 ; Gentili et Masini, 2005).

En Europe occidentale, la coexistence de *Leptobos* concerne donc toujours deux sous-genres différents (*L. (Leptobos)* et *L. (Smertiobos)*) tandis qu'en Chine ce sont deux espèces mais du seul sous-genre (*L. (Smertiobos)*), aucune espèce du sous-genre *L. (Leptobos)* n'ayant été trouvée pour l'instant.



## 5. Conclusion

Si *Leptobos* est un genre de large répartition eurasiatique, sa diversité en Europe occidentale est plus grande qu'en Chine. Son apparition est diachronique, se situant au début du Villafranchien inférieur en Europe occidentale, et à la fin du Villafranchien inférieur en Chine. On peut en déduire que l'évolution de *L. (Leptobos)* et *L. (Smertiobos)* s'est déroulée en Europe d'abord, puis que *L. (Smertiobos)* s'est dispersé vers l'Asie orientale. La disparition de *Leptobos* est synchronique en Europe occidentale et en Chine. Elle est probablement en relation avec l'émergence d'autres grands bovidés, probablement *Bos* et *Bubalus*, à la fin du Pléistocène inférieur en Chine. Ainsi, le genre *Leptobos* semble survivre au début de la biozone 20 mais n'est jamais rencontré avec *Bos* ou *Bison* en Europe occidentale (Duvernois, 1990) tandis qu'en Chine, *Bison palaeosinensis* est présent au nord dans les gisements villafranchiens du bassin de Nihowan (Teilhard de Chardin et Piveteau, 1930). En revanche aucun site ne fait état de l'existence de *Bos* et *Bubalus* avant la disparition de *Leptobos*. En définitive, en Chine *Leptobos* peut donc être considéré comme un genre guide du Pléistocène inférieur (*sensu* chinois).

## Remerciements

Je voulais exprimer mes remerciements au Dr Marie-Pascale Duvernois pour nos discussions sur l'évolution du genre *Leptobos* lors de mon séjour à Lyon en 1988 et 1989 et son aide pour ma recherche bibliographique sur le sujet. Mes remerciements vont également au professeur Claude Guérin pour la bienveillance qu'il a eu à mon égard pendant mon séjour d'étude à Lyon. Je voulais aussi adresser mes sincères remerciements aux deux rapporteurs pour leurs critiques et conseils pour améliorer le manuscrit. Je voulais aussi remercier mes coéquipiers de fouilles, les Drs Changzhu Jin, Jinyi Liu, Haowen Tong, Qinqi Xu, Longting Zheng, Ligang Han. Le présent travail a reçu le soutien du ministère des Sciences et Technologie de Chine (2006CB806400) et la fondation ouverte du Laboratoire clé d'état de paléobiologie et stratigraphie, Nankin institut de géologie et paléontologie, Académie des sciences de Chine (No. 033103, 063109).

## Références

- An, Z.S., Gao, W.Y., Zhu, Y.Z., Kan, X.F., Wang, J.D., Sun, J.Z., Wei, M.J., 1990. Magnetostratigraphic dates of Lantian *Homo erectus*. *Acta Anthropologica Sinica* 9, 1–7.
- Chi, H.X., 1975. The lower Pleistocene mammalian fossils of Lantian District, Shensi. *Vertebrata Palasiatica* 13, 169–177 (in Chinese with English abstract).
- Crégut-Bonnoure, E., Valli, A.M.F., 2004. Les Bovidés du gisement pliocène supérieur (Villafranchien moyen) de Saint-Vallier (Drôme, France). In: Faure, M., Guérin, C. (Eds.), *Le gisement pliocène final de Saint-Vallier (Drôme, France)*. *Geobios MS 26*, pp. S233–S258.
- Dong, W., 2006. Récentes découvertes de restes d'Hominiidés fossiles en Chine du Sud. *L'Anthropologie* 110, 241–257.
- Dong, W., Fang, Y.S., 2005. Fossil equids (mammals) from the Tuozidong, Nanjing (China) and its significance. *Vertebrata Palasiatica* 43, 36–48 (in Chinese with English summary).
- Dong, W., Fang, Y.S., 2006. Early Pleistocene *Megalovis* (Artiodactyla, Mammalia) from the Tuozhi cave at Tangshan, Jiangsu Province, China. In: Dong, W. (Eds.), *Proceedings of the Tenth Annual Symposium of the Chinese Society of Vertebrate Paleontology*. China Ocean Press, Beijing, pp. 39–46 (in Chinese with English abstract).
- Dong, W., Jin, C.Z., Xu, Q.Q., Liu, J.Y., Tong, H.W., Zheng, L.T., 2000. A comparative analysis on the mammalian faunas associated with *Homo erectus* in China. *Acta Anthropologica Sinica* 19 (Suppl.), 246–256.
- Duvernois, M.-P., 1989. Les *Leptobos* (Mammalia, Artiodactyla) du Villafranchien inférieur d'Europe occidentale. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de Paris* 309 (2), 775–796.
- Duvernois, M.-P., 1990. Les *Leptobos* (Mammalia, Artiodactyla) du Villafranchien d'Europe Occidentale. *Documents des Laboratoires de Géologie Lyon* 113, 1–213.
- Duvernois, M.-P., 1992. Mise au point sur le genre *Leptobos* (Mammalia, Artiodactyla, Bovidae) ; implications biostratigraphiques et phylogénétiques. *Geobios* 25, 155–166.
- Duvernois, M.-P., Guérin, C., 1989. Les Bovidae (Mammalia, Artiodactyla) du Villafranchien supérieur d'Europe Occidentale. *Geobios* 22, 339–379.
- Fang, Y.S., Dong, W., Tang, G.S., 2004. Early Pleistocene Bovidae (Artiodactyla, Mammalia) from the Tuozidong at Tangshan, Jiangsu Province, China. In: Dong, W. (Ed.), *Proceedings of the Ninth Annual Symposium of the Chinese Society of Vertebrate Paleontology*. China Ocean Press, Beijing, (in Chinese with English abstract), pp. 69–81.
- Gao, Z., Cheng, J., 2004. Paleomagnetic dating. In: Zheng, S. (Ed.), *Jianshi Hominid Site*. Science Press, Beijing, pp. 318–325.
- Gentili, S., Masini, F., 2005. An outline of Italian *Leptobos* and a first sight on *Leptobos* aff. *vallisarni* from Pietrafitta (early Pleistocene, Perugia). In: Crégut-Bonnoure, E. (Eds.), *Les ongulés holarctiques du Pliocène et du Pléistocène*. *Quaternaire Hors série* 2, pp. 81–89.
- Gentry, A.W., Rössner, G.E., Heizmann, E.P.J., 1999. Suborder Ruminantia. In: Rössner, G.E., Heizmann, E.P.J. (Eds.), *The Miocene land mammals of Europe*. Verlag Dr. Friedrich Pfeil, Munich, pp. 225–258.
- Guérin, C., 1980. Les Rhinocéros (Mammalia, Perissodactyla) du Miocène terminal au Pléistocène supérieur en Europe Occidentale. *Documents des Laboratoires de Géologie Lyon* 79, 1–1185.
- Guérin, C., 1982. Première biozonation du Pléistocène européen, principal résultat biostratigraphique de l'étude des Rhinocerotidae (Mammalia, Perissodactyla) du Miocène terminal au Pléistocène supérieur d'Europe occidentale. *Geobios* 15, 593–598.
- Guérin, C., 1988. Biozones or mammals units? methods and limits in biochronology. In: Lindsay, E.H., Fahlbusch, V., Mein, P. (Eds.), *European Neogene Mammal Chronology*, NATO advanced Research Workshop "European Neogene Mammal Chronology", Munich. Plenum Press, New York, pp. 119–130.
- Guérin, C., Faure, M., Argant, A., Argant, J., Crégut-Bonnoure, É., Debar, É., Delson, E., Eisenmann, V., Huguency, M., Limondin-Lozouet, N., Martín-Suárez, E., Mein, P., Mouret-Chauviré, C., Parenti, F., Pastre, J.-F., Sen, S., Valli, A., 2004. Le gisement pliocène supérieur de Saint-Vallier (Drôme, France) synthèse biostratigraphique et paléocologique. In: Faure, M., Guérin, C. (Eds.), *Le gisement pliocène final de Saint-Vallier (Drôme, France)*. *Geobios MS 26*, pp. 349–360.
- Han, D.F., 1987. Artiodactyla fossil from Liucheng *Gigantopithecus* Cave in Guangxi. *Memoir of Institute of Vertebrate Paleontology and Paleoanthropology, Academia Sinica* 18, 135–208 (in Chinese with English summary).
- Heintz, E., 1970. Les cervidés villafranchiens de France et d'Espagne. *Memoire du Museum national d'Histoire naturelle nouvelle serie C* 22, 1–303.
- Hu, C.K., Qi, T., 1978. Gongwangling Pleistocene Mammalian Fauna of Lantian, Shaanxi. *Palaentologia Sinica* New ser. C, 21. Science Press, Beijing, 1–64 (in Chinese with English summary).
- Huang, W.W., 2000. Greeting Chinese Paleolithic Archaeology in the 21st Century – A Retrospective. *Acta Anthropologica Sinica* 19 (suppl.), 104–114.
- Huang, W., Ciochon, R., Gu, Y., Larick, R., Fang, Q., Schwarcz, H., Yonge, C., Vos de, J., Rink, W., 1995. Early *Homo* and associated artifacts from Asia. *Nature* 378, 275–278.
- Huang, W., Fang, Q., 1991. *Wushan Hominid Site*. China Ocean Press, Beijing.

- Janis, C.M., Scott, K.M., 1987. The interrelationships of higher ruminant families, with special emphasis on the members of the Cervoidea. *American Museum Novitates* 2893, 1–85.
- Jia, L.P., Wang, J., 1978. Hsihoutu – A culture site of Early Pleistocene in Shansi Province. Cultural Relics Publishing House, Beijing, 1–85 (in Chinese with English summary).
- Jin, C.Z., Zheng, L., Dong, W., Liu, J.Y., Xu, Q.Q., Han, L.G., Zheng, J.J., Wei, G.B., Wang, F.Z., 2000. The Early Pleistocene deposits and mammalian fauna from Renzidong, Fanchang, Anhui Province, China. *Acta Anthropologica Sinica* 19, 184–198 (in Chinese with English abstract).
- Jin, C.Z., Zheng, L.T., Dong, W., Liu, J.Y., Xu, Q.Q., Han, L.G., Zheng, J.J., Wei, G.B., Wang, F.Z., 2003. The Early Pleistocene deposits and mammalian fauna from Renzidong, Fanchang, Anhui Province, China. In: Lee, Y.J. (Ed.), *Palaeolithic Men's Lives and their Sites*. Hakyoun Moonwhasa Press, Seoul, pp. 129–148.
- Li, T.Y., Feng, X.B., 2001. The Yunxian man. Scientific and technological publisher of Hubei, Wuhan, 1–218.
- Lin, Y.P., Pan, Y.R., Lu, Q.W., 1978. The Early Pleistocene mammalian fauna from Yuanmou, Yunnan. In: Institute of Vertebrate Paleontology, Paleanthropology, Chinese Academy of Sciences. *Collective Work of Paleanthropology*, Science Press, Beijing, 101–125 (in Chinese).
- Liu, J.Q., Liu, Q., 2000. Quaternary stratigraphy in China. *Quaternary Sciences* 20, 129–141 (in Chinese with English summary).
- Mein, P., 1989. Updating of MN Zones. In: Lindsay, E.H., Fahlbusch, V., Mein, P. (Eds.), *European Neogene Mammal Chronology*, NATO advanced Research Workshop “European Neogene Mammal Chronology”, Munich, 1988, Plenum Press, New York, pp. 73–90.
- Pei, W.Z., 1987. Carnivora, Proboscidea, and Rodentia from Liucheng Gigantopithecus cave and other caves in Guangxi. *Memoir of Institute of Vertebrate Paleontology and Paleoanthropology, Academia Sinica* 18, 5–118 (in Chinese with English summary).
- Qiu, Z.X., Deng, T., Wang, B.Y., 2004. Early Pleistocene mammalian fauna from Longdan, Dongxiang, Gansu, China. *Palaeontologia Sinica new series C* 27, 1–198 (in Chinese with English summary).
- Teilhard de Chardin, P., Piveteau, J., 1930. Les mammifères fossiles de Nihowan (Chine). *Annales de Paleontologie* 19, 1–134.
- Tong, Y.S., Zheng, S.H., Qiu, Z.D., 1995. Cenozoic mammal ages of China. *Vertebrata Palasiatica* 33, 290–314 (in Chinese with English summary).
- Zhang, S.S., Jin, C.Z., Wei, G.B., Xu, Q.Q., Han, L.G., Zheng, L.T., 2000. On the artifacts unearthed from the Renzidong Paleolithic site in 1998. *Acta Anthropologica Sinica* 19, 169–183 (in Chinese with English abstract).
- Zheng, L.T., 1993. A Miocene mammalian fauna has been discovered in Fanchang, Anhui Province. *Vertebrata Palasiatica* 31, 184 (in Chinese).
- Zheng, S.H., Wu, W.Y., Li, Y., Wang, G.D., 1985. Late Cenozoic mammalian faunas of Guide and Gonghe Basins, Qinghai Province. *Vertebrata Palasiatica* 23, 89–134 (in Chinese with English summary).
- Zheng, S., Zhang, Z., 2004. Biochronology. In: Zheng, S. (Ed.), *Jianshi Hominid Site*. Science Press, Beijing, pp. 309–317.
- Zhu, R., An, Z., Potts, R., Hoffman, K.A., 2003. Magnetostratigraphic dating of early humans in China. *Earth-Science Reviews* 61, 341–343.