

Paléontologie systématique (Paléontologie des Vertébrés)/Systematic Palaeontology

## Vertébrés de l'Oligocène terminal (MP30) et du Miocène basal (MN1) du métro de Toulouse (Sud-Ouest de la France)

Pierre-Olivier Antoine <sup>a,\*</sup>, Francis Duranthon <sup>b</sup>, Sophie Hervet <sup>c</sup>, Guillaume Fleury <sup>b</sup>

<sup>a</sup> Laboratoire des mécanismes de transfert en géologie, UMR 5563 CNRS, 14, avenue Édouard-Belin, 31400 Toulouse, France

<sup>b</sup> Muséum d'histoire naturelle de Toulouse, 27, rue Bernard-Délicieux, 31200 Toulouse, France

<sup>c</sup> Association Rhinopolis, 4, rue Hettier-de-Boislambert, 03800 Gannat, France

Reçu le 13 janvier 2006 ; accepté après révision le 23 mars 2006

Disponible sur internet le 26 mai 2006

Présenté par Philippe Taquet

### Résumé

Les travaux de la ligne B du métro toulousain ont permis la découverte en 2002–2003 de vertébrés fossiles, parmi lesquels les rhinocérotidés *Diaceratherium lemanense*, *Mesaceratherium paulhiacense* et *Protaceratherium* cf. *minutum*, un chalicothériidé schizothériinid indéterminé, l'artiodactyle *Cainotherium* sp., le rongeur thériddyid *Issiodoromys bransatensis*, le chélonien testudinid « *Ergilemys* » *bruneti* et le petit alligatoroïde *Diplocynodon* sp. Ces premières faunes diversifiées et clairement localisées de Toulouse confirment l'âge Oligocène terminal (MP30) à miocène basal (MN1) des sables micacés à bancs marneux du sous-sol toulousain. Les éléments fauniques recueillis indiquent la présence d'une mosaïque d'environnements forestiers et ouverts en bordure de cours d'eau de faible énergie dans la région à l'époque considérée. **Pour citer cet article : P.-O. Antoine et al., C. R. Palevol 5 (2006).**

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

### Abstract

**Latest Oligocene (MP30) and Earliest Miocene (MN1) vertebrates from the Toulouse subway (SW France).** The excavation for the line B of the Toulouse subway led in 2002–2003 to the discovery of various vertebrates, including the rhinocerotids *Diaceratherium lemanense*, *Mesaceratherium paulhiacense*, and *Protaceratherium* cf. *minutum*, an unidentified schizotheriid chalicotheriid, the artiodactyl *Cainotherium* sp., the theridomyid rodent *Issiodoromys bransatensis*, the testudinid tortoise '*Ergilemys*' *bruneti*, and the small alligatoroid *Diplocynodon* sp. These first *in situ* diversified faunas of Toulouse confirm the Latest Oligocene (MP30) to Earliest Miocene age (MN1) of the micaceous sands interbedded with marl banks of the Toulouse underground. The fauna indicates the occurrence of various environments, ranging from forests to open habitats, nearby steady rivers for the concerned period and area. **To cite this article: P.-O. Antoine et al., C. R. Palevol 5 (2006).**

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

\* Auteur correspondant.

Adresses e-mail : [poa@lmtg.obs-mip.fr](mailto:poa@lmtg.obs-mip.fr) (P.-O. Antoine), [Francis.DURANTHON@mairie-toulouse.fr](mailto:Francis.DURANTHON@mairie-toulouse.fr) (F. Duranthon), [rhinopolis@wanadoo.fr](mailto:rhinopolis@wanadoo.fr) (S. Hervet), [Guillaume.Fleury@mairie-toulouse.fr](mailto:Guillaume.Fleury@mairie-toulouse.fr) (G. Fleury).

**Mots clés :** Oligocène terminal ; Miocène basal ; Vertébrés ; Périssodactyles ; Rongeur ; Toulouse ; Bassin d'Aquitaine ; France

**Keywords:** Latest Oligocene; Early Miocene; Vertebrates; Perissodactyls; Rodent; Toulouse; Aquitaine Basin; France

## Abridged English version

### Introduction

The Toulouse area is surrounded by the continental 'molasses d'Aquitaine', which yielded dozens of mid-Tertiary vertebrate localities during the last centuries, among which several reference localities for European Land Mammal Ages [3,5,8,15,31,32]. The last revision of the mammal faunas from that area shows that these fluvio-lacustrine deposits range from the Late Oligocene (Late Arvernian; MP29) up to the Early Miocene (Late Agenian; MN2), with a gap corresponding to the MP30 mammal zone [17,18]. The driving of the line B of the Toulouse subway (November 2002–May 2003) led to the discovery of numerous vertebrate remains (macro-, meso-, and micromammals, tortoises, and crocodiles) in two distinct wells (Fig. 1). These remains (well located stratigraphically and mostly identified at the species/genus level) allow filling the MP30 gap, completing the local faunal list, and revealing the co-occurrence of several environments for the concerned period and area.

### Material and methods

The remains originate from four distinct levels of gray micaceous fluvial sands interbedded with blue marly clays (flood plain). All of them belong to the same lithological unit [10,11], referred as a whole to the MN 1 biozone [17,18]. Upper and lower cheek teeth are indicated by upper case (P, M) and lower case letters (p, m), respectively. Large mammal remains were quarried while meso- and micromammal teeth were obtained by washing-screening of the matrix of the rhino mandible (ca. 20 kg of sandy, clay). All the specimens belong to the collection of Museum of Natural History of Toulouse.

### Systematic palaeontology

The identified specimens are distributed as follows:

*A. Borderouge, lower level (-24.90 m; 111.53 m above sea level)*

*Protaceratherium* cf. *minutum* (Cuvier, 1822). An ectoloph of a right P4 or M1 of a small rhinocerotid is preserved. Dimensions and morphological features closely resemble those of the holotype of *P. minutum* (Moissac [16]) and of other Agenian specimens from the Toulouse area [17], even though the sample is not sufficient for ascertain a specific identification.

- '*Ergilemys*' *bruneti* Broin, 1977. The shell is complete and slightly twisted, ca. 40 cm long (Fig. 2.1). Ornamentation is typically that of Testudininei (tortoises). The presence of a projection of the middle of the peripheral borders, at the junction of the marginal scutes and the shape of the epiplastra (anteriorly long, nearly flat dorsally, without gularo-humeral indentation) are characteristic of '*Ergilemys*' *sensu* Broin [6,7]. As on the type material from La Milloque (MP 29 [6]), the gular border is rounded and suboval; the cervical plate is long; neural plates follow a 4<8>4<8>4<6<6<6 scheme.

The genus '*Ergilemys*', known from the Middle Eocene (Le Guépelle, MP14) up to the Middle Miocene (Pontlevoy-Thenard, MN5) in France [6,24], is splitted into two groups [6]: '*Ergilemys*' *bruneti* (La Milloque, MP29 ; Pechbonnieu, MN1), without hinge, and a group with a hypoxiphialastral hinge (Itardies, MP23 ; Coderet, MP30). *Ergilemys* Chkhikvadze, 1972 was erected on Oligocene specimens from Mongolia [13]. Western European forms referred to this genus differ from Asian ones in possessing a flattened and pad-shaped dorsal gular lip [27] ;

- *Diplocynodon* sp. A broken crocodylian osteoderm, small and thin (22 mm × 20 mm), is similar to numerous Agenian specimens from the Limagne and Aquitaine Basins [20]. It is therefore referred to the alligatoroid *Diplocynodon* Pomel, 1847.

*B. Borderouge, middle level (-21.79 m; 114.64 m above sea level)*

*Mesaceratherium paulhiacense* (Richard, 1937). An almost complete right hemimandible displays the p4-m3 series (Fig. 2.2; in mm, p4:  $L = (31)$ , post  $W = 24$ ,  $H = 13$  ; m1:  $L = (36.5)$ , ant  $W = 24.2$ , post

$W = 23.7$ ,  $H = 11$ ;  $m2 : L = (41)$ ; ant  $W = 26.9$ , post  $W = 26.3$ ,  $H = 18$ ;  $m3 : L = 45$ , ant  $W = 25.8$ , post  $W = 25$ ,  $H = 22$ ). The deep and angulous ectolophid groove, the rounded trigonid and the lacking of a lingual cingulum on p4 impede referring this specimen to *Protaceratherium minutum* (Cuvier, 1822) from the Early Miocene of Europe [1,2], to *Pleuroceros pleuroceros* (Duvernoy, 1853), from the Earliest Miocene of Gannat and Paulhiac [5,19], or to any species of the teleoceratine genus *Diaceratherium* Dietrich, 1931. On the other hand, the morphological features are identical to those of specimens from Gaimersheim and Auzon, referred to '*Aceratherium* (*Mesaceratherium*) *gaimersheimense* n. subgen. n. sp.' by Heissig [23]: we can mention the 'V-shaped' talonid valley, the acute-angled trigonid, the reduced labial cingulum, and the unconstricted metaconid. This taxon is now consensually considered as a junior synonym of '*Diaceratherium pauliacense* Richard, 1937', under the name *Mesaceratherium pauliacense* (Richard, 1937) [5]. The Borderouge mandible is about 15 to 20% larger than those of Gaimersheim (Late Oligocene [23]) and Auzon [33]. Yet, the dimensions fit perfectly those of the specimens from Paulhiac, type locality of the species (MN1 [5,31]).

*Cainotherium* sp. A left upper molar, small and selenodont (lingual length: 5.4 mm), has a square occlusal outline, with a posteriorly displaced protocone. These features point the small artiodactyl *Cainotherium* Bravard, 1828 [4]. Given the high number of associated *Cainotherium* species around the Oligocene-Miocene boundary [4], it is impossible to identify this molar at the species level.

*Issiodoromys bransatensis* Schmidt-Kittler and Vianey-Liaud, 1987. Two hypselodont teeth are preserved (left p4 =  $1.88 \times 1.42$ ; left m1–2 =  $1.94 \times 1.5$ ) (Fig. 2.3, 2.4). On both specimens, the sinusid reaches the lingual side and separates the wear surface in two lobes united by a small enamel bridge. The fresher specimen (m1–2, wear stage 1 [36]) presents a shallow anterior synclinid on the lingual side, and a less developed posterior one. Both are closed lingually by an enamel fold (Fig. 2.4). These structures cannot be observed on the p4 (Fig. 2.3; wear stage 3, [36]). All these features (hypselodontology, deep sinusid, shallow synclinids) are both consistent enough to document a single taxon and characteristic of the advanced theridomyid *Issiodoromys bransatensis* Schmidt-Kittler and Vianey-Liaud, 1987 [34]. This taxon is restricted to the MP30 zone (Latest Oligocene) [26,34]. Beside, the dimensions fall into those of the Coderet sample [25,36], type locality of the MP30 [26].

*C. Borderouge*, upper level (-14.10 m; 122.33 m above sea level)

*Diaceratherium lemanense* (Pomel, 1853). A nearly complete left scapula (Fig. 2.5), a thoracic vertebra, and some rib fragments are the only preserved specimens from a partial rhinocerotid skeleton crushed by the excavator. The size, comparable to that of *Dicerorhinus sumatrensis* [22], the *tuberculum supraglenoidale* close to the glenoid fossa (35 mm), and the rapid inflection of the anterior border of the scapula are characteristic of *D. lemanense* from the Earliest Miocene of Western Europe (MN1). More particularly, the numerous specimens from Gannat referred to *D. lemanense* display similar features ([19]; pers. obs. POA, 2003–2004). This species is the index taxon for the MN1 zone in the Toulouse area [18].

*D. Arnauné* (-7.00 m; 129.70 m above sea level)

Schizotheriinae indet. A proximo-lateral fragment of a left astragalus belonging to a tapir-sized ungulate (preserved height: 45 mm) is referred to a schizotheriine chalicotheriid (Fig. 2.6): the lateral lip of the trochlea extends much downer than the collum tali (ca. 13 mm), which characterises Chalicotheriidae [14] and the proximal border of the trochlea strongly concave points Schizotheriinae out [14]. Several schizotheriine genera are cited around the Oligocene-Miocene boundary in western Europe: *Schizotherium* Gervais, 1876 (Oligocene), *Moropus*, Marsh, 1877, *Phyllotillon* Pilgrim, 1910, and *Metaschizotherium* von Koenigswald, 1932 (Early Miocene) [14]. This single astragalus fragment does not allow any generic assignment.

#### *Biostratigraphical and palaeoenvironmental implications*

These specimens originate from four distinct levels, with heights above sea level comprised between 111.53 m and 122.33 m at Borderouge, and reaching 129.70 m at Arnauné (Fig. 1). Given the regional dipping and the location of the loci, the thickness of the concerned series reaches ca. 20 m, from the lower level at Borderouge up to that of Arnauné [10]. All these levels belong to a single lithological unit consisting of gray micaceous fluvial sands interbedded with blue marly clays, ca. 90 m-thick [3,11], recently referred as a whole to the Earliest Miocene thanks to mammalian biochronology (MN1 zone) [17,18].

These vertebrates document the first diversified faunas from Toulouse *intra-muros* correctly located on a

stratigraphical point of view. The identified taxa confirm the Early Agenian age (Earliest Miocene, MN1) as it was proposed by Duranthon [17,18]), but only for the upper part of this fluvial unit: the rhinocerotid association *D. lemanense* + *M. paulhiacense* + *P. minutum* is characteristic of Paulhiac, type locality of the MN1 European Land Mammal Zone [8]. The short-ranged teleoceratine *D. lemanense*, recovered from the upper level at Borderouge, is restricted to MN1 [9,17,18]. On the other hand, the occurrence of a theridomyid rodent constrains an Oligocene age for the middle level (and therefore for the lower one) at Borderouge. Moreover, *Issidoromys bransatensis* is an index of MP30 [26]. The Latest Oligocene age defined for the middle and lower Borderouge levels proves that the presumed hiatus of MP30 deposits in the Toulouse area was an artefact due to the lack of characteristic taxa in classical surrounding localities [18]. Besides, the Oligocene-Miocene boundary is now well located in the Toulouse underground.

Chalicotheriid remains are extremely rare in the Agenian of France. Two phalanges are reported at Montaignu-le-Blin (MN2 [8,26,37]), but this astragalus is the first undisputed chalicotheriid remain from the Agenian of the Aquitaine Basin.

The identified taxa testify to the occurrence of forests (schizotheriine, *Mesaceratherium*) and more open terrestrial environments (*Protaceratherium*, *Issidoromys*, ‘*Ergilemys*’), nearby a steady river (*Diaceratherium*, *Diplocynodon*), which is consistent with the concerned deposits (fluvial sands and flood plain marly clays).

## 1. Introduction

Le bassin d’Aquitaine occupe une place cruciale dans la biostratigraphie continentale de l’Oligocène et du Miocène d’Europe occidentale [3,5,8,15,31]. La ville de Toulouse est située en plein cœur des molasses tertiaires du bassin d’Aquitaine, à la lithologie monotone et qui atteignent plusieurs centaines de mètres d’épaisseur [3]. Les environs de la ville ont livré une quarantaine de gisements de vertébrés « stampiens » et aquitaniens [3,15,17,28,32]. Le cadre biostratigraphique de l’ensemble de ces molasses continentales a été précisé par les faunes de mammifères de la région toulousaine [18], qui s’étagent depuis l’Oligocène supérieur (Arvernien supérieur ; MP29) pour les gisements les plus orientaux jusqu’au Miocène inférieur (Agénien supérieur ; MN2) pour les plus occidentaux. Toutefois, et notamment en l’absence de microfaune caractéristique,

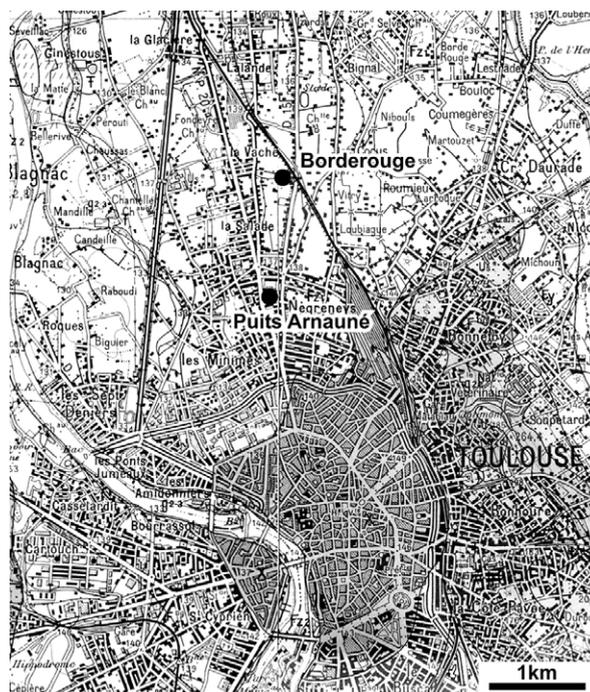


Fig. 1. Localisation des gisements de vertébrés de l’Oligocène terminal et du Miocène basal du métro de Toulouse : puits Borderouge (niveaux inférieur, moyen et supérieur) et puits Arnauné. D’après les cartes géologiques au 1/50 000<sup>e</sup> de Toulouse [10,11].

Fig. 1. Location map of the Latest Oligocene and Earliest Miocene vertebrate localities of the Toulouse subway: Borderouge (lower, middle, and upper levels) and Arnauné wells. From the 1/50000 geological maps of Toulouse [10,11].

aucune localité ne documentait jusqu’alors l’Oligocène terminal (MP30) dans le Tolosan [17,18].

Les premières découvertes de vertébrés fossiles à Toulouse même ont été rapportées par Noulet [28], qui signale la mise au jour d’une mandibule de rhinocéros sous le Canal de Brienne (« Toulouse embouchure » de Duranthon [18]). Depuis, les nouvelles découvertes ont été restreintes à quelques restes isolés et fragmentaires de grands mammifères pendant la première moitié du xx<sup>e</sup> siècle [18]. À l’occasion des travaux de perçage de la ligne B du métro toulousain (novembre 2002–mai 2003), de nombreux restes de vertébrés ont été mis au jour dans deux puits éloignés d’environ 1,5 km (Borderouge et Arnauné ; Fig. 1). Les vertébrés recueillis (macro-, méso- et micromammifères, chéloniens, crocodiliens), bien localisés sur le plan stratigraphique, permettent de combler la lacune apparente de la MP30, de compléter la liste faunique du Miocène basal toulousain et d’identifier certains environnements présents dans la région à l’époque.

## 2. Matériel et méthodes

Les vertébrés proviennent de quatre niveaux distincts de sables fins micacés fluviaux à bancs mar-noargileux bleutés et qui appartiennent au même ensemble lithologique [10,11], correspondant géographiquement à la « zone à *Diaceratherium lemanense* » de Duranthon [17,18]. Les restes de grands mammifères ont été extraits par fouille. Les dents de *Cainotherium* et de lagomorphes ont été récoltées par lavage-tamassage de la matrice argilosableuse qui contenait la mandibule de rhinocérotidé (environ 20 kg de sédiment).

Les spécimens appartiennent au Muséum d'histoire naturelle de Toulouse. Les dents supérieures sont indiquées par des lettres capitales (P, M) et les dents inférieures par des lettres minuscules (p, m).

## 3. Paléontologie systématique

Les spécimens identifiables se répartissent comme suit :

### 3.1. A. Puits Borderouge, niveau inférieur (–24,90 m ; alt. 111,53 m)

*Protaceratherium* cf. *minutum* (Cuvier, 1822). Un ectolophe de P4 ou de M1 droite de rhinocérotidé est conservé. La dent est de petite taille ( $L = 32$  mm ;  $H = 14$  mm), avec un émail fin et ridulé, recouvert de cément. Les plis du paracône et du métacône sont marqués. Il n'y a pas de mésostyle. Le parastyle est brisé. Les dimensions et les caractéristiques observables sont comparables à celles du type de *P. minutum* (Moissac [16]) et à celles des spécimens agéniens de la région toulousaine [17]. Toutefois, ces spécimens ne sont pas suffisants pour permettre une identification certaine.

« *Ergilemys* » *bruneti* Broin, 1977. Il s'agit d'une carapace complète légèrement déformée, longue d'un peu moins de 40 cm (Fig. 2.1). Le bourrelet épiplestral dorsal et la face ventrale de la nucale ne sont pas dégagés. La décoration est celle des *Testudininei* (tortues terrestres). La présence d'une saillie au milieu du bord des périphériques antérieures et postérieures, à la jonction des écailles marginales, et les épiplestrons longs antérieurement (dorsalement à peine bombés à plats) et sans indentation gularohumérale sont caractéristiques du genre « *Ergilemys* » *sensu* Broin [6,7]. Comme sur le matériel type de La Milloque (MP29 [6]), le bord gulaire est arrondi, presque ovoïde ; la cervicale est longue ; les neurales sont de type  $4 < 8 > 4 < 8 > 4 < 6 < 6 < 6$  ;

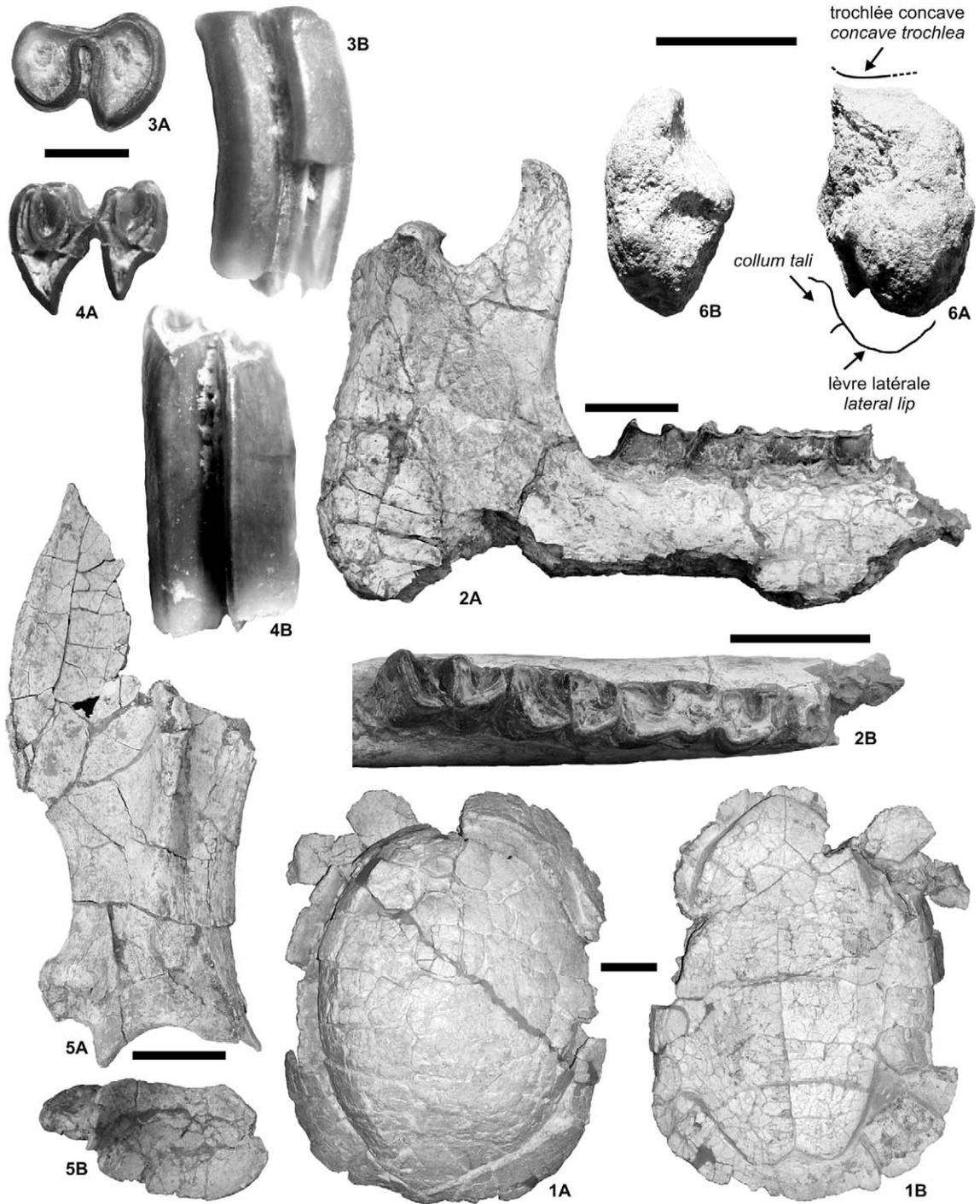
la première suprapycale embrasse la seconde qui est traversée par le sillon des marginales 12 (fusionnées) et de la vertébrale 5 ; les gulaire mordent légèrement sur l'entoplastron. Les xiphiplastrons sont larges et l'encoche anale est large et peu profonde. Il n'y a pas de charnière hypoxiphiplastrale.

Au sein du genre « *Ergilemys* », présent en France depuis l'Éocène moyen (Le Guépelle, MP14) jusqu'au Miocène moyen (Pontlevoy-Thenay, MN5) [6,24], on distingue un groupe sans charnière ('*Ergilemys*' *bruneti* ; La Milloque, MP29 ; Pechbonnieu, MN1) et un groupe à charnière hypoxiphiplastrale (Itardies, MP23 ; Coderet, MP30). *Ergilemys* Chkhikvadze, 1972 a été défini à partir de spécimens oligocènes de Mongolie [13]. Les formes européennes occidentales rapportées à ce genre diffèrent du matériel asiatique par la morphologie du bourrelet gulaire plus aplati [27]. Une étude globale des relations phylogénétiques de ces formes permettrait de séparer définitivement les formes européennes de celles d'Asie.

*Diplocynodon* sp. Un fragment d'ostéoderme, grêle, de petite taille (22 mm × 20 mm) et caractéristique d'un petit crocodylien, est rapporté à l'alligatoïde *Diplocynodon* Pomel, 1847, par similitude avec les spécimens du Miocène inférieur de Limagne et du bassin d'Aquitaine [20,21].

### 3.2. B. Puits Borderouge, niveau moyen (–21,79 m ; alt. 114,64 m)

*Mesaceratherium paulhiacense* (Richard, 1937). Une hémimandibule droite, dont le bord inférieur a partiellement été détruit par la pelleteuse, présente la série p4–m3 (Fig. 2.2). Le *corpus mandibulae* est haut, et sa hauteur augmente progressivement d'avant en arrière : ca. 78 mm entre p4 et m1 ; ca. 85 mm entre m1 et m2 ; > 90 mm à l'arrière de m3. Le spécimen est également brisé à l'arrière de la symphyse, dont le bord postérieur était situé au niveau de p2. Le *corpus mandibulae* ne présente pas de sillon lingual. Le ramus est haut (> 250 mm) et incliné vers l'avant. Le *processus coronoides* est lui-même très haut (60 mm), recourbé vers l'arrière et peu profond (28 mm). Le *foramen mandibulare* est situé nettement au-dessous de la ligne de collet. Le *processus condylaris mandibulae* est large (94,4 mm), avec un bord supérieur rectiligne transversalement. L'émail est épais (1,6 mm) et ridulé. La denture est brachyodonte et de dimensions moyennes ([en mm]. p4 :  $L = (31)$ ,  $l_{\text{post}} = 24$ ,  $H = 13$  ; m1 :  $L = (36,5)$ ,  $l_{\text{ant}} = 24,2$ ,  $l_{\text{post}} = 23,7$ ,  $H = 11$  ; m2 :  $L = (41)$  ;  $l_{\text{ant}} = 26,9$ ,  $l_{\text{post}} = 26,3$ ,  $H = 18$  ; m3 :  $L = 45$ ,  $l_{\text{ant}} = 25,8$ ,



$l_{\text{post}} = 25$ ,  $H = 22$ ). Le sillon externe de l'ectolophide est profond et anguleux. En vue occlusale, le trigonide est arrondi et forme un dièdre aigu. Le métaconide et l'entoconide des molaires sont dépourvus de constriction. La vallée du talonide de p4 est anguleuse (« en V »). Le cingulum lingual est absent sur p4 et réduit à une arête oblique descendant du paralophide et à un petit bourrelet obstruant l'entrée de la vallée du talonide sur les molaires. Sur p4-m2, le cingulum labial forme également une arête oblique allant du paraconide à l'arrière du sillon externe. La m3 est dépourvue de cingulum labial, à l'exception d'un bourrelet antérolabial. L'hypolophide est oblique. L'entoconide de m2 et de m3 ne présente pas de sillon lingual. Le sillon de l'ectolophide profond et anguleux, le trigonide arrondi et l'absence de cingulum lingual sur p4 excluent l'appartenance de cette mandibule à *Protaceratherium minutum* (Cuvier, 1822) du Miocène inférieur d'Europe [1, 2], à *Pleuroceros pleuroceros* (Duvernoy, 1853), du Miocène basal de Gannat et de Paulhiac [5,19], ou aux espèces du téléocératiné *Diaceratherium* Dietrich, 1931. En revanche, la morphologie est parfaitement identique à celle des spécimens de Gaimersheim et d'Auzon attribués à « *Aceratherium (Mesaceratherium) gaimersheimense* n. subgen. n. sp. » par Heissig [23], et en particulier, la vallée du talonide « en V », le trigonide formant un angle aigu, le cingulum labial réduit et le métaconide non étranglé. Depuis, ce taxon a été mis en synonymie avec « *Diaceratherium paulhiacensis* Richard, 1937 », sous le binom *Mesaceratherium paulhiacense* (Richard, 1937) [5]. Les dimensions du spécimen de Borderouge sont supérieures de 15 à 20 % à celles des spécimens de Gaimersheim (MP28, [23,35]) et d'Auzon (Oligocène supérieur indéterminé [33]), mais correspondent exactement à celles des spécimens de Paulhiac, gisement type de l'espèce (MN1 [5,31]).

*Cainotherium* sp. Une molaire supérieure gauche sélénodonte presque complète, de dimensions réduites et de contour carré (longueur linguale = 5,4 mm), présente un protocône repoussé à l'arrière. Ces trois caractéristiques (sélénodontie, contour carré et protocône postérieur) permettent d'identifier le petit artiodactyle *Cainotherium* Bravard, 1828 [4]. La robustesse de la dent et la trace d'usure due à une molaire postérieure indiquent qu'il s'agit d'une M2. Toutefois, la grande diversité des espèces autour de la limite Oligocène-Miocène, décrites le plus souvent en association [4], et la monotonie de leur morphologie dentaire empêchent une identification spécifique à partir d'une seule dent isolée. Plusieurs autres fragments dentaires peuvent également être attribués au même genre.

*Issiodoromys bransatensis* Schmidt-Kittler et Vianey-Liaud, 1987. Deux dents complètes hypsélodontes de rongeur ont été récoltées : p4 gauche (1,88 × 1,42) et m1–2 gauche (1,94 × 1,5). Sur les deux spécimens, le sinuside pénètre jusqu'au côté lingual et sépare la surface d'usure en deux lobes réunis par un petit pont d'émail (Figs. 2.3, 2.4). Du côté lingual de la m1–2, peu usée (stade 1 [36]), le synclinide antérieur est peu profond, mais plus développé que le synclinide postérieur (Fig. 2.4). Tous deux sont fermés côté lingual par un repli d'émail. Ces structures ne sont pas visibles sur la p4, trop usée (stade 3, [36] ; Fig. 2.3). Les caractères observés (hypsélodontie, synclinides superficiels et sinuside profond) permettent d'attribuer ces deux spécimens à un seul taxon, le thériomyidé *Issiodoromys bransatensis* Schmidt-Kittler et Vianey-Liaud, 1987 [34]. Ce taxon est restreint à l'Oligocène terminal (MP30) [26,34]. En outre, les dimensions de ces dents correspondent à celles des spécimens de Coderet [25, 36], gisement repère de la MP30 [26].

Fig. 2. Vertébrés de l'Oligocène terminal et du Miocène basal du métro toulousain. 1. « *Ergilemys* » *bruneti* Broin, 1977, carapace complète, (A) vue dorsale, (B) vue ventrale. Borderouge, niveau inférieur (MP30). 2. *Mesaceratherium paulhiacense* (Richard, 1937), hémimandibule droite avec p4-m3. (A) vue labiale, (B) vue occlusale de la série dentaire. Borderouge, niveau moyen (MP30). 3. *Issiodoromys bransatensis* Schmidt-Kittler et Vianey-Liaud, 1987, p4 gauche (1,88 × 1,42). (A) vue occlusale, (B) vue labiale. Borderouge, niveau moyen (MP30). 4. *Issiodoromys bransatensis* Schmidt-Kittler et Vianey-Liaud, 1987, m1–2 gauche (1,94 × 1,5). (A) vue occlusale, (B) vue labiale. Borderouge, niveau moyen (MP30). 5. *Diaceratherium lemanense* (Pomel, 1853), scapula gauche. (A) vue latérale, (B) vue distale. Borderouge, niveau supérieur (MN1). 6. Schizothériinid indet., astragale gauche fragmentaire. (A) vue antérieure montrant la lèvre latérale plus basse que le collum tali et le bord proximal de la trochlée concave, (B) vue latérale. Puits Arnauné (MN1). 1–2 et 5–6 : échelle = 5 cm ; 3–4 : échelle = 1 mm.

Fig. 2. Latest Oligocene and Earliest Miocene vertebrates of the Toulouse subway (SW France). 1. '*Ergilemys*' *bruneti* Broin, 1977, complete shell, (A) dorsal view, (B) ventral view. Borderouge, lower level (MP30). 2. *Mesaceratherium paulhiacense* (Richard, 1937), right hemimandible with p4-m3. (A) labial view, (B) occlusal view of the dental series. Borderouge, middle level (MP30). 3. *Issiodoromys bransatensis* Schmidt-Kittler and Vianey-Liaud, 1987, left p4 (1.88 × 1.42). (A) occlusal view, (B) labial view. Borderouge, middle level (MP30). 4. *Issiodoromys bransatensis* Schmidt-Kittler and Vianey-Liaud, 1987, left m1–2 (1.94 × 1.5). (A) occlusal view, (B) labial view. Borderouge, middle level (MP30). 5. *Diaceratherium lemanense* (Pomel, 1853), left scapula. (A) lateral view, (B) distal view. Borderouge, upper level (MN1). 6. Schizotheriine indet., left fragmentary astragalus. (A) anterior view showing the lateral lip going farther down than the collum tali, and the concave proximal margin of the trochlea, (B) lateral view. Arnauné well (MN1). 1–2 et 5–6: scale bar: 5 cm; 3–4: scale bar: 1 mm.

### 3.3. C. Puits Borderouge, niveau supérieur (-14,10 m ; alt. 122,33 m)

*Diaceratherium lemanense* (Pomel, 1853). Une scapula gauche presque complète (Fig. 2.5), un centrum de vertèbre thoracique et deux fragments de côtes sont les seuls éléments du squelette partiel d'un rhinocérotidé qui ont pu être sauvés de la pelleteuse. Les éléments thoraciques ne présentent pas de caractères diagnostiques et n'appellent pas de description supplémentaire. L'extrémité proximale de la scapula est brisée. Le reste est bien conservé, quoique légèrement déformé. Les parties conservées indiquent que l'os était peu spatulé. La cavité glénoïde est oblongue (diamètre antéropostérieur [DAP] = 83 mm ; diamètre transversal = ca. 56 mm), avec un bord latéral rectiligne. En vue latérale, le *tuberculum supraglenoidale* est peu éloigné du bord distal de la cavité glénoïde (35 mm), lui-même très concave. Il est épais et anguleux (DAP *tuberculum* = 102,6 mm). Le col de la scapula est très marqué (DAP col = 83,4 mm). Pour la partie conservée, la *fossa supraspinata* est beaucoup plus étendue que la *fossa infraspinata*. La *spina scapulae*, dépourvue d'acromion, s'élève progressivement. Au-dessus de l'incisure scapulaire, le bord antérieur de la scapula s'infléchit brusquement, pour devenir subrectiligne dans sa partie proximale en vue latérale. Toutes les dimensions sont similaires à celles observées chez le rhinocéros de Sumatra actuel [22] : elles sont trop grandes pour que le spécimen puisse être attribué à *P. minutum* ou à *Pleuroceros pleuroceros* et trop petites pour correspondre à *M. paulhiacense*. Le *tuberculum supraglenoidale* proche de la cavité glénoïde, la forme peu spatulée de la scapula et l'inflexion brutale du bord antérieur indiquent par ailleurs qu'il ne s'agit, ni de *Diaceratherium aginense* (Répelin, 1917), de l'Aquitainien supérieur [29], ni de *D. aurelianense* (Nouel, 1866), de l'Orléanien inférieur [12]. Aucune comparaison n'a pu être établie avec *D. lamilloquense* Michel, 1983 de l'Oligocène supérieur, dont la scapula est inconnue [9,17]. En revanche, on retrouve toutes ces caractéristiques chez *D. lemanense* du Miocène basal d'Europe occidentale (MN1). Plus particulièrement, les nombreux spécimens de Gannat rapportés à *D. lemanense* ([19] ; obs. pers. POA, 2003–2004) présentent à la fois des dimensions comparables, une brusque inflexion du bord antérieur, une cavité glénoïde au bord distal très concave, et un *tuberculum* proche de ladite cavité. Cette scapula peut donc sans réserve être attribuée à *D. lemanense*, une espèce largement représentée dans la région toulousaine et marqueur de la MN1 [8,18].

### 3.4. D. Puits Arnauné (-7,00 m ; alt. 129,70 m)

Schizotheriinae indet. Un fragment proximolateral d'astragale gauche appartenant à un ongulé de la taille d'un tapir d'Amérique (hauteur conservée : 45 mm) est rapporté à un chalicothériidé schizothériiné (Fig. 2.6). La densité osseuse élevée montre qu'il s'agit d'un individu adulte. En vue antérieure, la lèvre latérale de la trochlée est étroite et fortement bombée, formant une longue expansion distale qui surplombe et dépasse distalement d'environ 13 mm le *collum tali* (Fig. 2.4A). C'est une autapomorphie des chalicothériidés [14]. Même s'il est partiellement érodé, le bord proximal de la trochlée était nettement concave (Fig. 2.6A), ce qui indique qu'il s'agit d'un schizothériiné plutôt que d'un chalicothériiné [14]. En vue latérale, la facette proximolaterale pour le calcanéum est sigmoïde (concave proximale et convexe distale) ; Fig. 2.6B). Elle est losangique en vue postérieure et dépourvue d'expansion latérodistale. Quoique extrêmement rares, plusieurs genres de schizothériinés sont signalés autour de la limite Oligocène-Miocène en Europe occidentale : *Schizotherium* Gervais, 1876 à l'Oligocène et *Moropus*, Marsh, 1877, *Phyllotillon* Pilgrim, 1910 et *Metaschizotherium* von Koenigswald, 1932 au Miocène inférieur [14]. L'étude comparative de leur squelette postcrânien reste toutefois à faire, ce qui empêche de préciser l'appartenance de cet astragale à l'un ou l'autre de ces genres de schizothériinés.

## 4. Implications biostratigraphiques et paléoenvironnementales

Ces vertébrés du méso-toulousain constituent les premières faunes diversifiées de Toulouse *intra-muros*, parfaitement localisées sur les plans stratigraphique et géographique : l'ensemble de ces spécimens provient de quatre niveaux fossilifères distincts, dont trois sont étagés à Borderouge de 111,53 m à 122,33 m d'altitude ; le quatrième est situé à 129,70 m (Puits Arnauné ; Fig. 1). Compte tenu du pendage moyen des terrains molassiques dans les environs – vers l'ouest, de l'ordre de 5 m par kilomètre [10] – et de la localisation respective des deux puits, l'épaisseur de la série concernée atteint un peu plus de 20 m, depuis le niveau inférieur de Borderouge à la base, jusqu'à celui d'Arnauné au sommet. Sur le plan lithologique, tous ces niveaux appartiennent à l'ensemble des sables micacés à bancs marno-argileux bleutés, épais d'environ 90 m [3,11], attribués à la base du Miocène (MN1) par biostratigraphie mammalienne [17,18].

Certains taxons identifiés confirment l'âge Agénien inférieur (Miocène basal, MN1) de cet ensemble fluviatile, comme cela avait déjà été proposé par Duranthon (« zone à *Diaceratherium lemanense* » [17,18]). En particulier, l'association des rhinocérotidés *D. lemanense*, *M. paulhiacense* et *P. minutum* est caractéristique du gisement de Paulhiac, gisement repère de la MN1 [8]. Le téléocératiné *D. lemanense*, reconnu dans le niveau supérieur de Borderouge, est d'ailleurs restreint à la MN1 [9,17,18]. En revanche, la présence d'un rongeur thériomyidé indique sans ambiguïté l'Oligocène, pour le niveau moyen de Borderouge (et par voie de conséquence pour le niveau inférieur). *Issiodoromys bransatensis* est d'ailleurs un marqueur de la MP30 [26]. L'attribution des niveaux les plus bas de Borderouge à l'Oligocène terminal prouve que la lacune de terrains correspondant à la MP30 dans la région toulousaine n'était qu'apparente et qu'elle était due à l'absence de spécimens caractéristiques dans les gisements classiques du Tolosan [17, 18]. Pour finir, la limite Oligocène-Miocène est désormais bien localisée dans le sous-sol toulousain.

Les restes de chalicothériidés sont extrêmement rares dans le Miocène basal d'Europe occidentale. Deux phalanges de schizothériinés sont signalées à Montaignu-le-Blin (MN2 [8,26,37]) et deux dents de schizothériinés à « Moissac, vallon de la Madeleine, [...] base de la colline » [30], dans un niveau indéterminé d'âge Oligocène supérieur ou Miocène basal. L'astragale fragmentaire d'Arnauné est, à notre connaissance, le premier reste provenant indiscutablement du Miocène basal du bassin d'Aquitaine.

Les taxons recensés indiquent la présence d'environnements forestiers (schizothériiné, *Mesaceratherium*) et plus ouverts (?*Protaceratherium*, *Issiodoromys*, « *Ergilemys* »), en bordure de cours d'eau de faible énergie (*Diaceratherium*, *Diplocynodon*), ce qui est en accord avec la nature des sédiments d'où ont été extraits les restes en question (sables fluviatiles et marnes argileuses de plaine d'inondation).

## Remerciements

Les auteurs remercient la société Tisséo et l'entreprise SESO pour avoir signalé la découverte de fossiles, pour l'accès au chantier du métro et les facilités mises en œuvre afin d'exploiter les niveaux fossilifères. MM. Didier Audin, Éric Pawlikowski et Mohammed Kahim ont, en particulier, découvert la grande majorité des spécimens étudiés dans cet article. L'accès aux collections de référence a été possible grâce à la bienveillance de Jean-Marc Pouillon (Rhinopolis), Pierre Dalous

(MHNT), Abel Prieur (UCBL) et Pascal Tassy (MNHN). F. de Lapparent a fourni de précieux conseils pour l'identification de la tortue. Grâce à leurs remarques, deux rapporteurs anonymes ont permis d'améliorer grandement le manuscrit.

## Références

- [1] P.-O. Antoine, Phylogénie et évolution des Elasmotheriina (Mammalia, Rhinocerotidae), Mem. Mus. Natl. Hist. Nat. Paris 188 (2002) 1–359.
- [2] P.-O. Antoine, F. Duranthon, Découverte de *Protaceratherium minutum* dans le gisement orléanien (MN 4) de Montréal-du-Gers (Gers, France), Ann. Paleontol. 83 (1997) 201–213.
- [3] G. Astre, Terrains stampiens du Lauragais et du Tolosan, Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse 9 (1959) 8–168.
- [4] D. Berthet, Le genre *Cainotherium* (Mammalia, Artiodactyla). Étude morphométrique, révision systématique, implications évolutives et paléogéographiques, extinction, Doc. Lab., Geol. Lyon 159 (2003) 1–205.
- [5] L. de Bonis, Contribution à l'étude des mammifères de l'Aquitainien de l'Agenais. Rongeurs-Carnivores-Périsso-dactyles, Mem. Mus. Natl. Hist. Nat. Paris 28 (1973) 1–192.
- [6] F. de Broin, Contribution à l'étude des Chéloniens. Chéloniens continentaux du Crétacé et du Tertiaire de France, Mem. Mus. Natl. Hist. Nat. C 38 (1977) 1–366.
- [7] F. de Broin, La poche à Phosphate de Ste-Néboule (Lot) et sa faune de vertébrés du Ludien supérieur. 3, Chéloniens, Palaeo-vertebrata 8 (1978) 181–190.
- [8] 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, Newslett. Stratigr. 26 (1992) 65–118.
- [9] M. Brunet, L. de Bonis, P. Michel, Les grands Rhinocerotidae de l'Oligocène supérieur et du Miocène inférieur d'Europe occidentale : intérêt biostratigraphique, Muench. Geowiss. Abh. 10 (1987) 59–66.
- [10] A. Cavaillé, Carte géologique au 1/50 000 et notice, Toulouse (ouest), XX-43, Bur. Rech. Géol. Min. Orléans, 1965.
- [11] A. Cavaillé, Carte géologique au 1/50 000 et notice, Toulouse (est), XXI-43, Bur. Rech. Géol. Min. Orléans, 1965.
- [12] E. Cerdeño, Étude sur *Diaceratherium aurelianense* et *Brachypotherium brachypus* (Rhinocerotidae, Mammalia) du Miocène moyen de France, Bull. Mus. Natl. Hist. Nat. 15 (1993) 25–77 (Paris).
- [13] V.M. Chkhikvadze, On the systematic position of Tertiary giant land tortoises of the Palearctic, Bull. Akad. Nauk. Georg. SSR 65 (1972) 745–748 [in Russian].
- [14] M. Coombs, Interrelationships and diversity in the Chalicotheriidae, in: D.R. Prothero, R.M. Schoch (Eds.), The Evolution of Perissodactyls, Oxford University Press, 15, New York, 1989, pp. 438–457.
- [15] F. Crouzel, Le Miocène continental du bassin d'Aquitaine, Bull. Serv. Carte Geol. France 248 (1957) 1–265.
- [16] G. Cuvier, Recherches sur les ossements fossiles, où l'on rétablit les caractères de plusieurs animaux dont les révolutions du globe ont détruit les espèces, 4<sup>e</sup> éd., Paris, 1822 (10 vols, 1822).

- [17] F. Duranthon, Étude paléontologique (Rongeurs, Anthracothéri-  
dés, Rhinocérotidés) de la molasse toulousaine (Oligo-mio-  
cène). Biostratigraphie et implications géodynamiques, diplôme  
EPHE, Montpellier, 1990 (278 p.)
- [18] F. Duranthon, Biozonation des molasses continentales oligo-  
miocènes de la région toulousaine par l'étude des mammifères.  
Apports à la connaissance du bassin d'Aquitaine (France), C. R.  
Acad. Sci. Paris, Ser. II 313 (1991) 965–970.
- [19] G.L. Duvernoy, Nouvelles études sur les rhinocéros fossiles,  
Arch. Mus. Hist. Nat. Paris 7 (1853) 1–144.
- [20] L. Ginsburg, C. Bulot, Les *Diplocynodon* (Reptilia, Crocodylia)  
de l'Orléanien (Miocène inférieur à moyen) de France, Geodi-  
versitas 19 (1997) 107–128.
- [21] L. Ginsburg, F. de Broin, F. Crouzel, F. Duranthon, F. Escuillié,  
F. Juillard, S. Lassaube, Les Vertébrés du Miocène inférieur de  
Barbotan-les-Thermes (Gers), Ann. Paléontol. 77 (1991) 161–  
216.
- [22] C. Guérin, Les Rhinocéros (Mammalia, Perissodactyla) du Mio-  
cène terminal au Pléistocène supérieur en Europe occidentale.  
Comparaison avec les espèces actuelles, Doc. Lab. Géol. Univ.  
Lyon, Sci. Terre 79 (1980) 1–1184.
- [23] K. Heissig, Die Rhinocerotidae (Mammalia) aus der oberoligo-  
zänen Spaltenfüllung von Gaimersheim, Abh. Bayer. Akad.  
Wiss., Math.-Naturwiss. Kl, N. F. 138 (1972) 1–133.
- [24] S. Hervet, Le groupe « Palaeochelys sensu lato – Mauremys »  
dans le contexte systématique des Testudinoidea aquatiques du  
Tertiaire d'Europe occidentale. Apports à la biostratigraphie et à  
la paléobiogéographie, thèse, MNHN, Paris, inédit, 2003 (406  
p.)
- [25] M. Huguéney, Les rongeurs (Mammalia) de l'Oligocène supé-  
rieur de Coderet-Bransat (Allier), Doc. Lab. Geol. Fac. Sci.  
Lyon 34 (1969) 1–227.
- [26] M. Huguéney, Biochronologie mammalienne dans le Paléogène  
et le Miocène inférieur du Centre de la France : synthèse réac-  
tualisée, in: J.-P. Aguilar, S. Legendre, J. Michaux (Eds.), Actes du  
Congrès Biochrom'97, Mem. Trav. EPHE, Inst. Montpellier,  
1997, pp. 417–430.
- [27] F. de Lapparent de Broin, The European turtle fauna from the  
Triassic to the Present, Dumerilia 4 (2001) 155–217.
- [28] J.-B. Noulet, De la répartition stratigraphique des corps organi-  
sés fossiles dans le Tertiaire moyen ou Miocène d'eau douce  
dans le Sud-Ouest de la France, d'après les gisements des bas-  
sins de la Garonne et de l'Ariège, Mem. Ac. Sci. Inscr. Belles  
Lettres Toulouse, 5<sup>e</sup> ser. 5 (1861) 125–173.
- [29] J. Répelin, Études paléontologiques dans le Sud-Ouest de la  
France (Mammifères). Les rhinocérotidés de l'Aquitainien supé-  
rieur de l'Agenais (Laugnac), Ann. Mus. Hist. Nat. Marseille 16  
(1917) 1–47.
- [30] M. Richard, Mammifères fossiles des terrains oligocènes du  
Montalbanais, Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse 61 (1931) 199–  
248.
- [31] M. Richard, Une nouvelle espèce de Rhinocérotidé aquitainien :  
*Diaceratherium pauliacensis*, Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse 71  
(1937) 165–170.
- [32] M. Richard, Contribution à l'étude du bassin d'Aquitaine. Les  
gisements de Mammifères tertiaires, Mem. Soc. Geol. France 24  
(1948) 1–348.
- [33] F. Roman, Les rhinocéridés de l'Oligocène d'Europe, Arch.  
Mus. Sci. Nat. Lyon 11 (1912) 1–92.
- [34] N. Schmidt-Kittler, M. Vianey-Liaud, Morphometric analysis  
and evolution of the dental pattern of the genus *Issiodoromys*  
(Theridomyidae, Rodentia) of the European Oligocene as a  
key to its evolution, Proc. K. Ned. Akad. Wet. B 90 (3)  
(1987) 281–306.
- [35] U. Uhlig, Die Rhinocerotidae (Mammalia) aus der unteroligo-  
zänen Spaltenfüllung Möhren 13 bei Treuchtlingen in Bayern,  
Bayer, Akad. Wiss. Math.- Naturwiss. Kl. Abh. 170 (1999) 1–  
254.
- [36] M. Vianey-Liaud, Les Issiodoromyinae (Rodentia, Theridomyi-  
dae) de l'Éocène supérieur à l'Oligocène inférieur en Europe  
occidentale, Palaeovertebrata, Montpellier 7 (1–2) (1976) 1–  
115.
- [37] J. Viret, Les faunes de mammifères de l'Oligocène supérieur de  
la Limagne bourbonnaise, Ann. Univ. Lyon 47 (1929) 1–326.