



**HAL**  
open science

## Les mammifères des carrières de Grand Daoui, bassin des Ouled Abdoun, Maroc, Ypresian: un premier état des lieux

Emmanuel Gheerbrant, Jean Sudre, Henri Cappetta, Cécile Mourer-Chauviré, Estelle Bourdon, Mohamed Iarochene, Mbarek Amaghzaz, Baâdi Bouya

### ► To cite this version:

Emmanuel Gheerbrant, Jean Sudre, Henri Cappetta, Cécile Mourer-Chauviré, Estelle Bourdon, et al.. Les mammifères des carrières de Grand Daoui, bassin des Ouled Abdoun, Maroc, Ypresian: un premier état des lieux. Bulletin de la Société Géologique de France, 2003, 174, pp.279 - 293. mnhn-02264848

**HAL Id: mnhn-02264848**

**<https://mnhn.hal.science/mnhn-02264848v1>**

Submitted on 8 Jun 2022

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

## Les localités à mammifères des carrières de Grand Daoui, bassin des Ouled Abdoun, Maroc, Yprésien : premier état des lieux

EMMANUEL GHEERBRANT<sup>1</sup>, JEAN SUDRE<sup>2</sup>, HENRI CAPPETTA<sup>3</sup>, CÉCILE MOURER-CHAUVIRÉ<sup>4</sup>, ESTELLE BOURDON<sup>1</sup>, MOHAMED IAROCHENE<sup>5</sup>, MBAREK AMAGHZAZ<sup>6</sup> et BAÂDI BOUYA<sup>6</sup>

*Mots clés.* – Afrique, Bassin Ouled Abdoun, Phosphates, Mammifères, Oiseaux, Sélaciens, Eocène inférieur.

*Résumé.* – Nos recherches de terrain permettent de restituer le contexte géologique et stratigraphique d'origine des localités à *Phosphatherium escuilliei* (Proboscidea) du bassin à phosphates des Ouled Abdoun au Maroc. Le matériel de *P. escuilliei* et de plusieurs autres mammifères provient des exploitations de Grand Daoui (NE du bassin). Nos observations montrent que leur niveau d'origine est un bone-bed situé à la base de l'Intercalaire Couche II/I daté classiquement de l'Yprésien inférieur. Ces niveaux du début de l'Eocène marquent l'installation d'une nouvelle mégaséquence dans la série phosphatée qui a partiellement remanié les niveaux sous-jacents du Thanétien. Cela explique la présence de sélaciens du Thanétien dans la gangue de *P. escuilliei* et sa datation initiale du Paléocène. L'étude des sélaciens associés au nouveau matériel mammalien récolté confirme l'âge éocène basal de *P. escuilliei* avec l'identification de plusieurs espèces de l'Yprésien inférieur. La présence exceptionnelle de mammifères dans les Ouled Abdoun dénote d'une taphonomie particulière des restes continentaux dans les dépôts phosphatés. Ceux-ci ont été transportés dans le bassin depuis l'arrière-pays continental proche dans des conditions de faible énergie hydrodynamique, probablement sous forme de cadavres flottés. Au total le matériel récolté dans les carrières de Grand Daoui documente 7 espèces de mammifères dont un créodonte, deux proboscidiens, deux « condylarthres », et deux espèces indéterminées décrites ici. L'une est un des plus anciens hyracoïdes signalés. *P. escuilliei* est très largement prédominant parmi ces mammifères. La faune de vertébrés qui leur est associée comprend des restes d'oiseaux signalés pour la première fois dans les bassins à phosphates d'Afrique. Ce sont les plus anciens oiseaux connus en Afrique et parmi les premiers représentants des groupes marins modernes.

### The mammal localities of Grand Daoui Quarries, Ouled Abdoun Basin, Morocco, Ypresian : A first survey

*Key words.* – Africa, Ouled Abdoun Basin, Phosphates, Mammals, Birds, Selachians, Early Eocene.

*Abstract.* – The unexpected discovery of mammals such as the earliest known proboscidean *Phosphatherium escuilliei* in the Ouled Abdoun phosphate Basin (Morocco), which is otherwise renowned for its very rich marine vertebrate fauna, has opened major new perspectives on the early African placental fauna. It was the impetus for several field parties by us between 1997 and 2001 which has allowed this survey of the geological, stratigraphic and paleontological context of *Phosphatherium* localities. This is the first important paleontological field work dealing with higher vertebrates in the Ouled Abdoun Basin since the work of C. Arambourg.

Most of the material of *Phosphatherium* and other Ouled Abdoun mammals was found by local people searching for fossils for dealing, in an area where the economy is widely dominated by the mining development, in addition to more traditional but very poor agricultural resources. All *Phosphatherium* remains were found in the northeasternmost quarries of the Ouled Abdoun Basin, from a restricted quarrying area called Grand Daoui (fig. 3). In all Grand Daoui recognized localities (8), the mammals come from the lowermost Eocene level. The stratigraphically re-situated mammalian material was found in a bone-bed of the level called "Intercalaire Couches II/I" which is dated as early (iest) Ypresian on the basis of its relative stratigraphic position and its selachian fauna. At present, the occurrence of several mammal horizons in the "Intercalaire Couches II/I" (and Couche I ?) cannot be excluded, but their age difference seems not significant according to both the associated selachian taxa and the mammalian material, in present data. The bone-bed is very rich in macro-vertebrates. It includes especially large teeth of the shark *Otodus obliquus* which are the subject of very active research for dealing, and which explains the recent discovery of mammals such as *Phosphatherium*.

<sup>1</sup>Laboratoire de Paléontologie (UMR 8569 du CNRS), Muséum National d'Histoire Naturelle, 8 rue Buffon, F-75005 Paris, France. gheerbra@mnhn.fr

<sup>2</sup>Laboratoire de Paléontologie de l'École Pratique des Hautes Etudes (ISEM, UMR 5554 du CNRS), Université de Montpellier II (cc 064), Place Eugène Bataillon, F-34095 Montpellier cedex 05, France.

<sup>3</sup>Laboratoire de Paléontologie (ISEM, UMR 5554 du CNRS), Université de Montpellier II (cc 064), Place Eugène Bataillon, F-34095 Montpellier cedex 05, France.

<sup>4</sup>UMR 5125, Paléoenvironnements et Paléobiosphère, Université Claude Bernard – Lyon 1, 27-43 Boulevard du 11 Novembre 1918, 69622 Villeurbanne cedex, France.

<sup>5</sup>Direction de la Géologie, Ministère de l'Énergie et des Mines, BP6208 Rabat-Instituts, Maroc.

<sup>6</sup>Groupe Office Chérifien des Phosphates (OCP), Centre Minier de Khouribga, Service Géologique et Direction du Développement, Khouribga, Maroc.

Manuscrit déposé le 29 mai 2002 ; accepté après révision le 20 décembre 2002.

The level "Intercalaire Couches II/I" is made of a hardened phosphatic bioclastic limestone which is separated from underlying Paleocene levels by a major discontinuity. It is the first deposit of the Eocene sequence (megasequence C) in the Ouled Abdoun phosphate series. Deposition of this new sequence partly reworked the underlying Thanetian levels in the lowermost horizons of the level "Intercalaire Couches II/I", such as the mammals bearing bone-bed. This explains the recovery of Thanetian selachians in the matrix of the holotype of *P. escuilliei* and its initial allocation to the Thanetian by Gheerbrant *et al.* [1996, 1998]. These Thanetian selachian species are now clearly recognized as reworked. Studies of new samples of selachians associated with the newly recovered remains of *P. escuilliei* and other Grand Daoui mammals have confirmed our field observations owing to the identification of typical early Ypresian species which are listed in table I. *P. escuilliei* and other mammals from Grand Daoui quarries are confidently dated here as early(iest) Ypresian.

As a general rule, there is no known concentration of fossil remains of species of terrestrial origin in the Ouled Abdoun epicontinental Basin. The mammals are exceedingly rare, documented by very few occurrences in contrast to the associated very rich marine vertebrate remains in the phosphate deposits. The occurrence of several rare mammals in these marine facies is related to a peculiar taphonomy characterized by a transport from near shores and continental hinterland under conditions of low hydrodynamic energy such as floated bodies. This is consistent with both the scattered nature of the material in the basin and with its well preserved state (*e.g.*, dental rows, skulls) with respect to other early African mammal localities such as the Ouarzazate basin sites.

Up to now, the Grand Daoui sites have yielded 7 species of mammals, which is not an inconsiderable diversity. The provisional faunal list includes a new hyaenodontid creodont, a small (*P. escuilliei*) and a large (*Daouitherium rebouli*) proboscidean, the two "condylarths" *Abdounodus hamdii* (cf. Mioclaneidae) and *Ocepeia daouiensis* (cf. Phenacodonta), and two indeterminate species which are described here. One of these, known only by a broken bilophodont lower molar, might belong to a new "condylarth" or a new ungulate. It has a reduced one-rooted M/3. An isolated M/3 belongs to another new species close to the genus *Seggeurius*. It is the oldest known hyracoidean along with an indeterminate species from the Ypresian of N'Tagourt 2 (Morocco).

In the mammalian Ouled Abdoun « fauna », *P. escuilliei* is largely predominant. As a whole this "fauna" shows typical endemic African affinities. It provides new insight into the origin and initial radiation of major endemic African placental taxa. Despite their scarcity, the well preserved Ouled Abdoun mammal remains provide new data especially on the earliest known African ungulates. This is indeed the only known locality bearing large mammals in the Paleocene and early Eocene of Africa, probably in connection to the peculiar taphonomy of continental vertebrates in the phosphatic facies.

The vertebrates associated with the Grand Daoui mammals include selachians, osteichthyans, marine reptiles (crocodilians, turtles, and the snakes *Palaeophis*) and also marine birds which are here reported for the first time in the Ouled Abdoun and other African phosphate basins. The Ouled Abdoun birds are diversified and much less rare than the mammals. They are the oldest known birds in Africa and among the oldest representatives of modern marine groups. Preliminary identifications indicate the occurrence of Procellariiformes (cf. Diomedidae, cf. Procellariidae), Pelecaniformes (cf. Phaethontidae, cf. Prophaethontidae, cf. Fregatidae, cf. Pelagornithidae), and Anseriformes (cf. Presbyornithidae).

## INTRODUCTION

Les bassins à phosphates des marges péri-téthysiennes se caractérisent par leur richesse exceptionnelle en vertébrés marins. Parmi les plus riches au monde pour l'intervalle Crétacé terminal-Eocène inférieur, ils constituent des gisements paléontologiques de référence pour l'étude de cette période-clef de modernisation des faunes.

La sédimentation phosphatée est très favorable à la conservation des restes de vertébrés fossiles. Elle forme de plus d'importantes successions locales de niveaux fossilifères qui se prêtent bien à l'étude de l'évolution *in situ* de lignées et d'associations fauniques sur de longues périodes et dans des conditions physiographiques (paléoenvironnementales et taphonomiques) homogènes. Cela minimise les biais dans l'étude de l'évolution des diversités, un problème important, et souvent sous-estimé en domaine continental où les faciès varient rapidement.

La plupart des gisements de phosphates n'avaient livré jusque là pratiquement que des espèces marines, les seules exceptions étant la mention d'un ptérosaure [Arambourg, 1954] et plus récemment d'un dinosaure [Martill *et al.*, 1996] dans les gisements de Jordanie. C'était le cas en particulier des riches gisements à phosphates du Maroc, pourtant connus depuis longtemps [Brives, 1908] et exploités activement : ils n'avaient livré que des ostéichthyens, des

sélaciens, des crocodiliens, des chéloniens, des mosasaures, des élasmosaures et des serpents marins.

Depuis plus d'une vingtaine d'années les fossiles abondants des Ouled Abdoun font l'objet d'un commerce actif. Ils constituent une véritable richesse naturelle pour les populations locales qui en font la récolte quotidienne à la faveur de l'extraction industrielle du minerai phosphaté. Ils sont la source d'exportations lucratives en Europe, en Amérique du Nord et jusqu'au Japon. C'est à la faveur de ce commerce des fossiles que furent signalés les premiers restes de mammifères des Ouled Abdoun en 1996. Il s'agissait alors des premiers vertébrés continentaux signalés dans les bassins phosphatés africains. Ceux-ci ont été trouvés dans une bourse de vente aux minéraux et fossiles en France et ont été identifiés comme ceux du plus ancien proboscidean, *Phosphatherium escuilliei* [Gheerbrant *et al.*, 1996, 1998]. Cette découverte inattendue a motivé plusieurs campagnes de terrain dans les Ouled Abdoun, en 1997, 1998, 2000, et 2001 en collaboration avec les autorités minières locales (Ministère de l'Énergie et des Mines, Office Chérifien des Phosphates). Ces recherches nous ont permis (1) de localiser leur origine, (2) de vérifier et préciser l'âge des niveaux fossilifères, (3) d'obtenir un nouveau matériel mammalien, dont plusieurs nouveaux taxons, et (4) d'étudier le contexte paléogéographique et taphonomique expliquant la présence de ces mammifères dans les Ouled Abdoun.

A l'issue de ce travail de terrain, cette note présente le contexte géologique et stratigraphique de *Phosphatherium*, et dresse un premier bilan des mammifères découverts dans les carrières de phosphates des Ouled Abdoun qui ont livré ce proboscidiien primitif.

## LE BASSIN DES OULED ABDOUN (fig. 1)

### Caractères généraux

Le « Plateau des Phosphates » des Ouled Abdoun est le premier gisement à phosphates découvert (1917) et exploité (1920-21) au Maroc, et le plus grand et le plus étudié d'entre eux. Il appartient au domaine stable de la Meseta marocaine occidentale. La couverture sédimentaire locale résulte des dépôts d'une grande transgression initiée au Crétacé moyen. Elle est constituée par la série suivante de bas en haut [Azmany-Farkhany et Salvan *in* Salvan, 1986 : Fig. 47] : Marno-Calcaires et gypses du Cénomaniien, Calcaires blancs du Turonien, Marnes et Marno-Calcaires jaunes du Sénonien, Série Phosphatée du Maastrichtien à l'Yprésien et Dalle à Thersités (*Hemithersitea*, *Thersitea*) du Lutétien. Des dépôts continentaux néogènes recouvrent localement cette série marine.

La série phosphatée des Ouled Abdoun correspond aux dépôts d'une *mer épicontinentale* ouverte à l'ouest sur l'Atlantique, et dont la profondeur a varié avec le temps. Certains éléments fauniques tels que les foraminifères et les sélaciens témoignent de milieux franchement marins, parfois profonds de type plate-forme distale, voire talus continental (100-150 mètres) [voir Cappetta, 1981 ; Gheerbrant *et al.*, 1998], en particulier au Thanétien. Dans les reconstitutions classiques [Gauthier, 1960], cette mer dessine un golfe étroit d'orientation W-E en relation avec les Ganntour. Dans l'interprétation plus récente de Herbig [1991] et de Trappe [1991], elle est largement ouverte sur les bassins plus méridionaux (bassin d'Ouarzazate) au travers d'une

zone subsidente à l'emplacement du Haut Atlas. Ces dernières interprétations sont toutefois peu compatibles avec les résultats de l'analyse des faunes de sélaciens [Cappetta, 1987, 1993 ; Noubhani et Cappetta, 1997]. Ces mers à phosphates étaient relativement chaudes [Arambourg, 1952 ; Salvan, 1986 ; Lucas et Prévôt-Lucas, 1995].

L'origine et le mode de dépôt des phosphates sédimentaires (phosphatogenèse) est un phénomène complexe encore mal connu, mettant en jeu des facteurs multiples, tectoniques, géomorphologiques, climatiques, biochimiques et biologiques [Lucas et Prévôt-Lucas, 1995]. Pour l'essentiel il s'agit d'une sédimentation d'origine *organique* (bioproduitite) favorisée par les remontées de courants d'eaux froides profondes (upwelling) sur la marge atlantique. Les faciès se singularisent par un matériel détritique généralement rare et très évolué, en taux relativement constant (quartz et argiles), présumé lié à un arrière-pays aride, érodé et stable [Lucas et Prévôt-Lucas, 1995]. Des exceptions locales existent toutefois (*e.g.*, Maastrichtien plus détritique des Ganntour). Par ailleurs certains auteurs n'excluent pas un réseau hydrographique développé sur la base d'observations sédimentologiques [Salvan, 1986], et un climat subtropical ou tropical sur la base de pollens et de macrorestes végétaux [Boureau, 1951 ; Herbig et Gregor, 1990], notamment à l'Yprésien.

Les dépôts phosphatés forment des séries condensées avec de nombreuses lacunes [Salvan, 1986 ; Lucas et Prévôt-Lucas, 1995]. C'est particulièrement le cas sur la marge nord-est du bassin Ouled Abdoun, dans la zone Grand Daoui d'où proviennent la plupart des mammifères découverts : la puissance totale de la série Maastrichtien-Yprésien n'y dépasse pas 30 mètres, et avoisine le plus souvent une quinzaine de mètres. Vers le sud, où le bassin devient très subsident, les puissances augmentent notablement (> 300 mètres) [Salvan, 1986, Fig. 92]. Dans le nord du bassin, particulièrement de Khouribga à Kasba-Tadla, la condensation de la série et plusieurs indices sédimentologi-

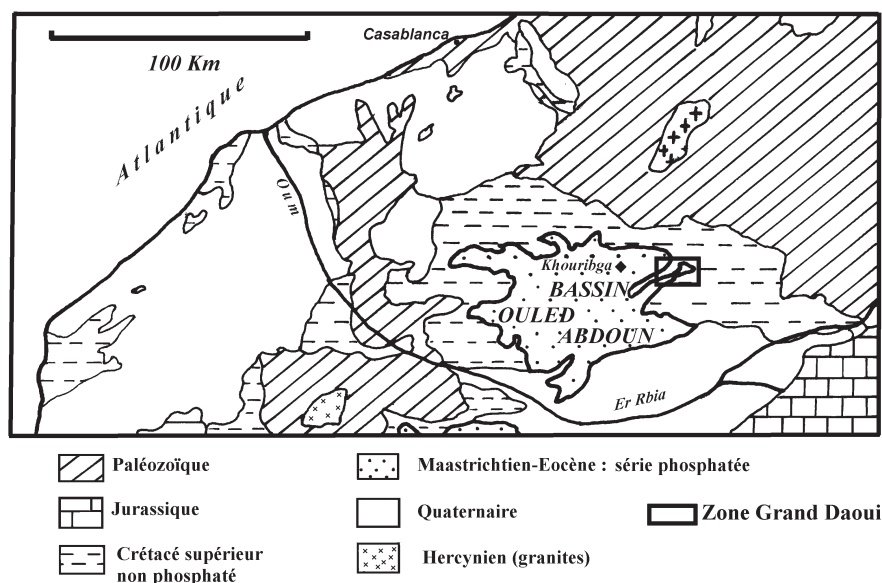


FIG. 1. – Situation et cadre géologique général du bassin des Ouled Abdoun, Maroc central (Meseta Marocaine occidentale). Fig. 47-1 in OCP [1989].  
 FIG. 1. – Geographical and geological framework of the Ouled Abdoun Basin, Central Morocco (W Moroccan Meseta). Fig. 47-1 in OCP [1989].

ques témoignent de la proximité de la marge littorale. Cela est en accord avec la découverte de plusieurs espèces de mammifères terrestres.

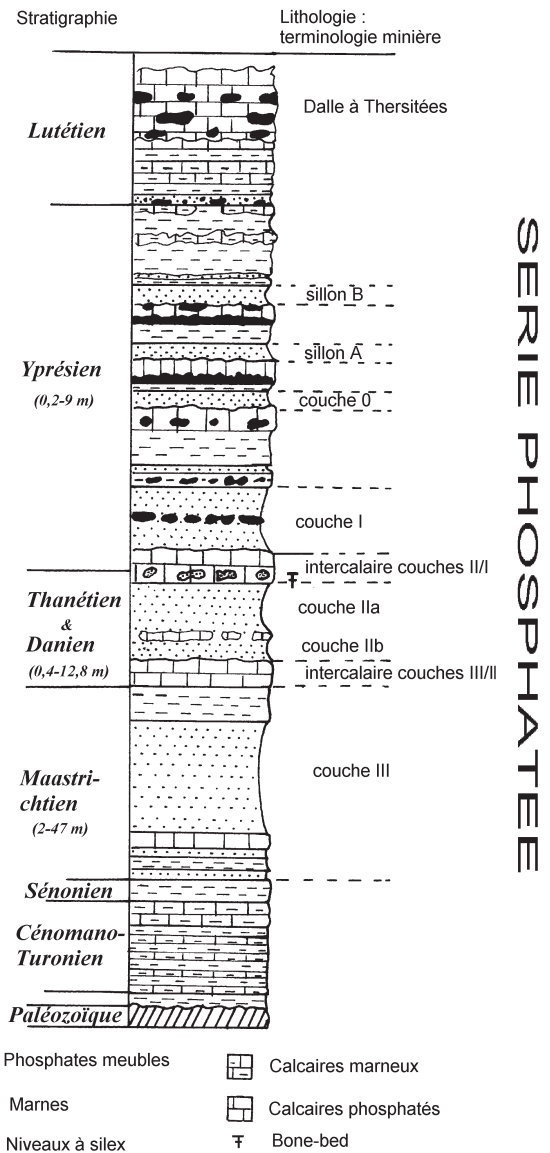
**Stratigraphie et lithologie de la série phosphatée des Ouled Abdoun (fig. 2)**

La figure 2 synthétise la stratigraphie des niveaux phosphatés des Ouled Abdoun [Gharbi, 1998], particulièrement du secteur Sidi Daoui d'où proviennent plusieurs mammifères. La série phosphatée s'étage du Maastrichtien jusqu'à l'Yprésien supérieur et elle est coiffée par les calcaires épais de la « Dalle à Thersités » (*Hemithersites*) du Lutétien. Les faciès sont dominés par des phosphorites meubles « pseudo-oolithiques » (phospharénites), des calcaires phosphatés (phospharudites à ciment dolomitique primaire ou à ciment calcitique secondaire), des argiles, des marnes, des faciès siliceux (nodules ou bancs), et des bone-beds parfois très grossiers. Les niveaux du Maastrichtien, du Paléocène (Danien-Thanétiens), et de l'Yprésien, sont séparés par des discontinuités majeures et correspondent à trois mégaséquences [A, B, C *in* OCP, 1989]. Les niveaux du Maastrichtien sont de couleur jaune caractéristique. Un niveau typique, souvent carbonaté, à *Cardita coquandi* marque le toit du Danien. Les niveaux de l'Yprésien sont les plus développés. Le haut de la série (Yprésien) est dominé de façon caractéristique par des faciès à nodules ou bancs siliceux, noirs ou barriolés.

Dans la terminologie minière, les niveaux de phosphates meubles exploités sont appelés « Couches » ou « Sillons » et sont numérotés selon leur succession (fig. 2) : Couche III : Maastrichtien ; Couche II : Paléocène ; Couches I et 0, Sillons A et B : Yprésien. Ils sont séparés par des bancs généralement indurés de calcaire phosphaté plus ou moins importants et plus ou moins réguliers appelés « intercalaires » : Intercalaire Couches II/I, Intercalaire Couches III/II, etc..

Les niveaux de calcaires phosphatés de l'Intercalaire Couches II/I peuvent varier latéralement de faciès très rapidement et parfois disparaître sur de courtes distances, probablement par suite de ravinement locaux (observation de terrain). Ils varient en épaisseur, parfois notablement, et renferment localement des poches ou des inter-lits de phosphates meubles généralement très fossilifères. Par places, ces intercalaires peuvent être complètement décalcifiés ; il n'y a plus alors de niveaux repères et seules les faunes de séliaciens permettent de se situer dans la série. L'Intercalaire Couches II/I conserve néanmoins ses caractéristiques générales et en particulier sa richesse fossilifère, sur l'ensemble des zones prospectées de Grand Daoui.

Les restes de vertébrés sont présents dans pratiquement toute la série, mais avec de notables variations de richesse. La plupart des mammifères récoltés par les populations locales proviennent d'un riche bone-bed situé à la base de l'Intercalaire Couches II/I – lequel correspond aux premiers dépôts éocènes (Yprésien) dans la série. Ce bone-bed se caractérise par l'abondance de restes de vertébrés désarticulés de grande taille et par la présence de galets clastiques roulés, généralement siliceux et parfois grands, et surtout d'argile verte (probablement de la smectite) généralement reprise en noyaux remaniés dans un ou plusieurs minces horizons (centimétriques) dans la région de Sidi Daoui. Plus au sud ces argiles vertes peuvent former des bancs continus.



SÉRIE PHOSPHATÉE

FIG. 2. – Colonne stratigraphique synthétique de la série des phosphates dans les Ouled Abdoun, zone d'exploitation Grand Daoui. Découpage stratigraphique et nomenclature minière des niveaux. D'après Gharbi [1998] et documents OCP du centre de Khouribga.

FIG. 2. – Stratigraphical column of the Phosphates Series of the Ouled Abdoun Basin, quarrying area of Grand Daoui. Stratigraphy and mining terminology of the phosphate levels. After Gharbi [1998] and OCP (Khouribga mining service).

Certains des galets siliceux au moins pourraient correspondre à des gastrolithes de crocodiles, et notamment de dyrosauridés. L'étude des séliaciens préservés dans la gangue des différents spécimens de mammifères récoltés montre toutefois deux types d'associations systématiques. La gangue de certains spécimens mammaliens associe des taxons de séliaciens remaniés du Thanétiens à des espèces yprésiennes. D'autres ne montrent que des espèces yprésiennes de séliaciens. Cela pourrait suggérer l'existence d'au moins deux horizons à mammifères dans l'Intercalaire CII/I (sans exclure la couche CI). La différence d'âge impliquée reste toutefois négligeable d'après les associations de séliaciens et le matériel mammalien lui-même et en l'état actuel de notre échelle de résolution et de nos données. Nous attri-

buons un âge yprésien basal à l'ensemble du matériel sans plus de précisions possibles.

### Données paléontologiques et biostratigraphiques antérieures et nouvelles perspectives

La stratigraphie des niveaux à phosphates d'Afrique du Nord est basée sur les séliaciens à la suite des travaux initiaux de Arambourg [1952], puis de Cappetta [1981-1992], et Noubhani et Cappetta [1994, 1997]. La série phosphatée des Ouled Abdoun a pu être datée du Maastrichtien à l'Yprésien terminal (ci-dessus). D'autres éléments biostratigraphiques ont été étudiés dans les phosphates marocains : dinoflagellés [Soncini, 1990] et pollens [Ollivier-Pierre, 1982], foraminifères, mollusques [Salvan, 1954]. Cependant dans les Ouled Abdoun, seuls les séliaciens permettent une datation et des corrélations fiables et précises jusqu'ici. Comparativement aux phosphates noirs des Ganntour, envahis par la nappe phréatique, les niveaux phosphatés des Ouled Abdoun sont oxydés, sans microflore dans les gisements exploités. En outre, les foraminifères présents sont épigénisés et de faible intérêt biostratigraphique [Gheerbrant *et al.*, 1998]. Enfin, les radiolaires et les diatomées restent inconnus dans les carrières de Grand Daoui. De fait, la datation des niveaux à mammifères des phosphates des Ouled Abdoun repose sur la stratigraphie relative des différents niveaux et sur leurs faunes de séliaciens.

Si les séliaciens des phosphates ont fait l'objet de nombreuses études [*e.g.*, Noubhani et Cappetta, 1997] depuis les travaux pionniers, c'est nettement moins le cas des autres groupes de vertébrés, et notamment des reptiles. Les principaux travaux concernent les tortues [Bergounioux, 1952], les crocodiles [Bergounioux, 1956], et les élasmosaures [Werner et Bardet, 1996]. Depuis, dans les Ouled Abdoun, d'importantes découvertes récentes renouvellent considéra-

blement les connaissances sur ces groupes de reptiles, y compris sur des taxons inédits dans ces gisements [*e.g.*, Pereda Suberbiola *et al.*, 2001, 2003]. Les récentes exploitations à grande échelle de l'OCF dans la zone Grand Daoui ont en effet abouti à la récolte par les carriers et les populations locales d'un nouveau matériel fossile d'une grande qualité. Ce sont surtout des reptiles marins, mais pas exclusivement. Plusieurs crânes parfois associés à des squelettes complets ont été ainsi mis au jour. Nos propres prospections et fouilles menées à partir de 1997 ont confirmé le potentiel paléontologique extraordinaire des gisements des Ouled Abdoun, particulièrement dans la partie nord-est du bassin, avec la découverte d'un matériel bien conservé et d'une diversité insoupçonnée dans l'Yprésien avec des groupes inédits tels que des oiseaux marins et des mammifères.

Les recherches actuelles sur les vertébrés fossiles des Ouled Abdoun font l'objet d'un programme de recherche en collaboration avec l'OCF (Casablanca, Khouribga) et le Ministère de l'Énergie et des Mines (Rabat). Le nouveau matériel récolté est en cours d'étude par une équipe de plusieurs spécialistes : N. Bardet, E. Bourdon, H. Cappetta, E. Gheerbrant, S.M. Iarochène, S. Jouve, N. Noubhani, X. Pereda Suberbiola, J.C. Rage et J. Sudre. Les nouvelles découvertes ouvrent d'importantes perspectives phylogénétiques, paléobiogéographiques et biostratigraphiques. Elles apportent en particulier des données inédites sur plusieurs lignées importantes du peuplement euthérien ancien d'Afrique et sur les plus anciens oiseaux d'Afrique.

### LOCALITÉS MAMMALIENNES, LISTE FAUNIQUE PRÉLIMINAIRE (fig. 3)

Nos prospections et fouilles menées de 1997 à 2001 ont montré que la plupart des restes mammaliens découverts

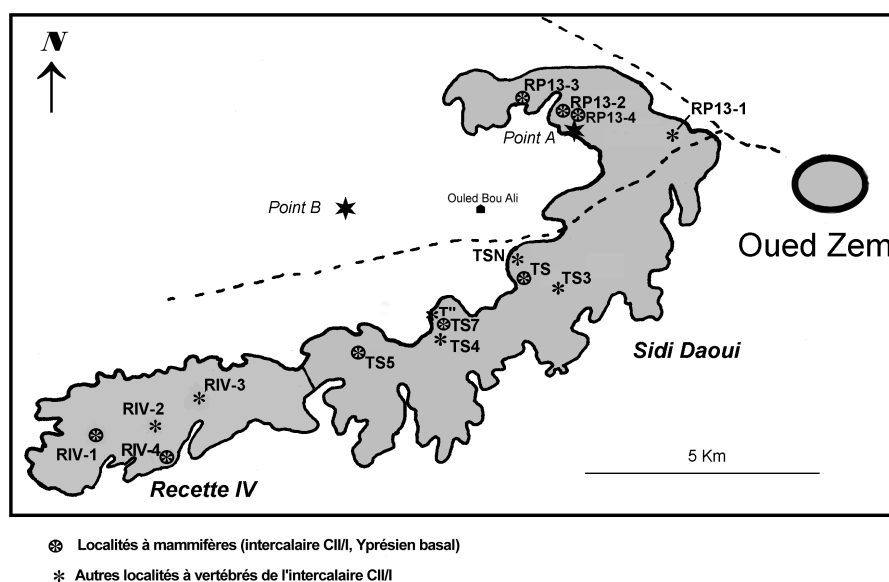


FIG. 3. – Zone d'exploitation de Grand Daoui des Ouled Abdoun (Maroc) et sites à mammifères reconnus. La zone Grand Daoui comprend les secteurs Recette IV (localités RIV) au sud et Sidi Daoui (localités TS et RP13) au nord. Coordonnées des sites reconnus : RP13-2 : 32° 52' 40 Nord, 6° 38' 00 Ouest ; RP13-3 : 32° 52' 63 Nord, 6° 38' 30 Ouest ; RP13-4 : 32° 50' 65 Nord, 6° 37' 76 Ouest ; TS : 32° 50' 87 Nord, 6° 38' 48 Ouest ; TS5 : 32° 49' 85 Nord, 6° 40' 34 Ouest ; TS7 : 32° 50' 44 Nord, 6° 39' 99 Ouest ; RIV-1 (A) : 32° 48' 91 Nord, 6° 43' 83 Ouest ; RIV-4 : 32° 48' 72 Nord, 6° 42' 59 Ouest. FIG. 3. – Quarrying area of Grand Daoui, Ouled Abdoun Basin (Morocco) and recognized mammal localities. The Grand Daoui area includes the Recette IV quarries (localities RIV) in the South, and the Sidi Daoui quarries (localities TS and RP13) in the North. Coordinates of the recognized mammalian sites.

dans les Ouled Abdoun, et notamment ceux de *Phosphatherium*, proviennent d'une zone bien circonscrite mais étendue, correspondant au secteur d'exploitation de Grand Daoui (zones de Sidi Daoui et de la Recette IV : 4400 hectares) illustré figure 3.

Les observations de terrain attestent que l'essentiel du matériel mammalien provient du bone-bed de calcaire phosphaté de la base de l'Intercalaire Couches II/I qui marque classiquement la limite Paléocène-Eocène dans le bassin. La plupart des spécimens proviennent d'une gangue indurée de calcaire phosphaté nécessitant un dégagement chimique, mais quelques spécimens ont été trouvés dans des poches de phosphate meuble de l'Intercalaire CII/I (sites RP13 : fig. 4). Rappelons que nous ne pouvons exclure en l'état actuel l'existence de plusieurs niveaux à mammifères dans l'Intercalaire CII/I. La faune de ce bone-bed est abondante et variée. Elle comprend des poissons osseux, des sélaciens divers (spécialement des dents et vertèbres d'*Otodus obliquus*), des tortues, des crocodiles, des serpents (*Palaeophis*), et des oiseaux.

Au total 8 loci à mammifères, au moins, ont pu être reconnus dans les carrières de Grand Daoui (fig. 3), et une trentaine de spécimens sont recensés. La liste faunique actuelle que nous pouvons établir comprend au moins 7 espèces de mammifères, la plupart nouvelles (\*espèces décrites ici) :

- Creodonta, cf. Hyaenodontidae n.g., n.sp.
- Condylarthra, cf. Mioclaenidae, *Abdounodus hamdii* GHEERBRANT et SUDRE, 2001 [in Gheerbrant *et al.*, 2001]
- Condylarthra, cf. Phenacodonta, *Ocepeia daouiensis* GHEERBRANT et SUDRE, 2001 [in Gheerbrant *et al.*, 2001]
- Condylarthra ou Ungulata, g. et sp. indéterminé (prob. nov.)
- Hyracoidea *incertae sedis*, *Seggeurius* ? n. sp.
- Proboscidea, Barytherioidea *incertae sedis*, *Phosphatherium escuilliei* GHEERBRANT, SUDRE et CAPPETTA, 1996
- Proboscidea, Barytherioidea, Numidotheriidae ?, *Daouitherium rebouli* GHEERBRANT et SUDRE, 2002 [in Gheerbrant *et al.*, 2002]

Parmi eux *Phosphatherium escuilliei*, est de très loin l'espèce la plus abondante. Elle est documentée par une vingtaine de spécimens illustrant le crâne et l'ensemble de la denture jugale supérieure et inférieure. Les autres espèces sont rares.

Globalement, les restes fossiles de mammifères sont exceptionnels dans les niveaux phosphatés des Ouled Abdoun et ils sont dispersés dans l'ensemble du secteur Grand Daoui. Aucune concentration n'est connue en effet à ce jour, à la différence les gisements classiques à mammifères. Chaque découverte est isolée et correspond à un seul individu. La découverte des mammifères dans les carrières de Grand Daoui s'explique en partie par l'association dans le niveau fossilifère du bone-bed de l'Intercalaire Couches II/I de grandes dents spectaculaires de *Otodus obliquus* qui nourrissent des fouilles intensives par la population locale tout au long de l'année.

#### DATATION DES SITES MAMMALIENS : NOUVEAUX ÉLÉMENTS (fig. 4, 5, 6, tabl. I)

La première datation des mammifères des Ouled Abdoun reposait sur la microfaune de sélaciens associée à la gangue de l'holotype de *Phosphatherium escuilliei* [Gheerbrant *et*

#### Sidi Daoui, secteur RP13

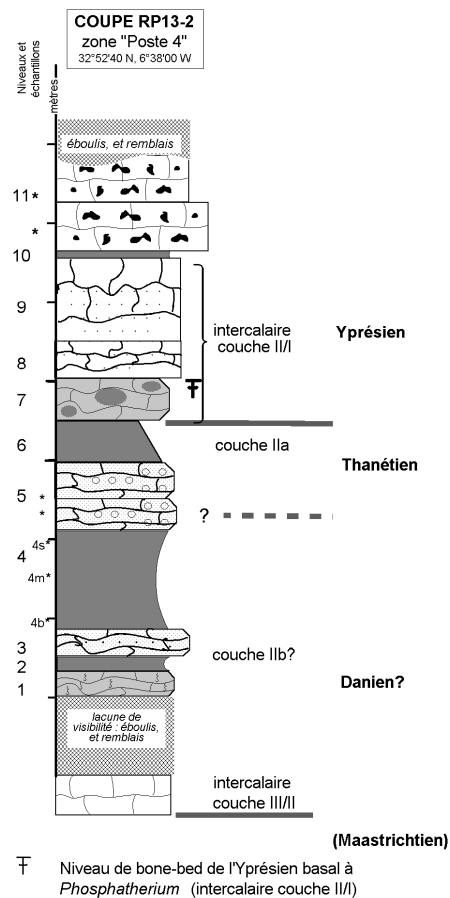


FIG. 4. – Coupe lithologique de la localité RP13-2 de *Phosphatherium escuilliei*, spécimen MNHN PM17 (crâne). Secteur RP13 (Nord Daoui) de Sidi Daoui. Le spécimen MNHN PM17 provient du niveau 7 (Intercalaire CII/I). Voir légende figure 6.

FIG. 4. – Lithological section of the locality RP13-2 which yielded *Phosphatherium escuilliei*, specimen MNHN PM17 (skull). RP13 area of Sidi Daoui (northernmost part). The specimen MNHN PM17 comes from the level 7 (« Intercalaire CII/I »). See caption figure 6.

*al.*, 1996, 1998]. L'identification de taxons connus dans la Couche II avait alors conduit à l'attribution d'un âge thanétien (Paléocène supérieur). Les foraminifères isolés dans cette même gangue, d'identification moins précise, sont moins contraignants (*o.c.*).

Les nouvelles données de terrain (missions 1997-2001) permettent maintenant d'attribuer un âge éocène basal à la plupart des restes mammaliens trouvés dans les carrières de Grand Daoui. Ceux-ci proviennent en effet de l'Intercalaire Couches II/I, classiquement daté de l'Yprésien basal par sa position stratigraphique relative dans la série (intermédiaire entre les Couches II et I) et par sa faune de sélaciens. L'âge thanétien initialement avancé reposait sur très petit nombre de dents de sélaciens recueillies dans une infime quantité de gangue conservée sur le premier spécimen de mammifère découvert (MNHN PM2, holotype). Les observations de terrain suggèrent que les taxons thanétiens identifiés dans la gangue de *Phosphatherium escuilliei* sont des formes remaniées des niveaux sous-jacents. Cela s'accorde avec le faciès du niveau fossilifère (bone-bed grossier) qui correspond à l'installation d'une nouvelle séquence sédimentaire qui a

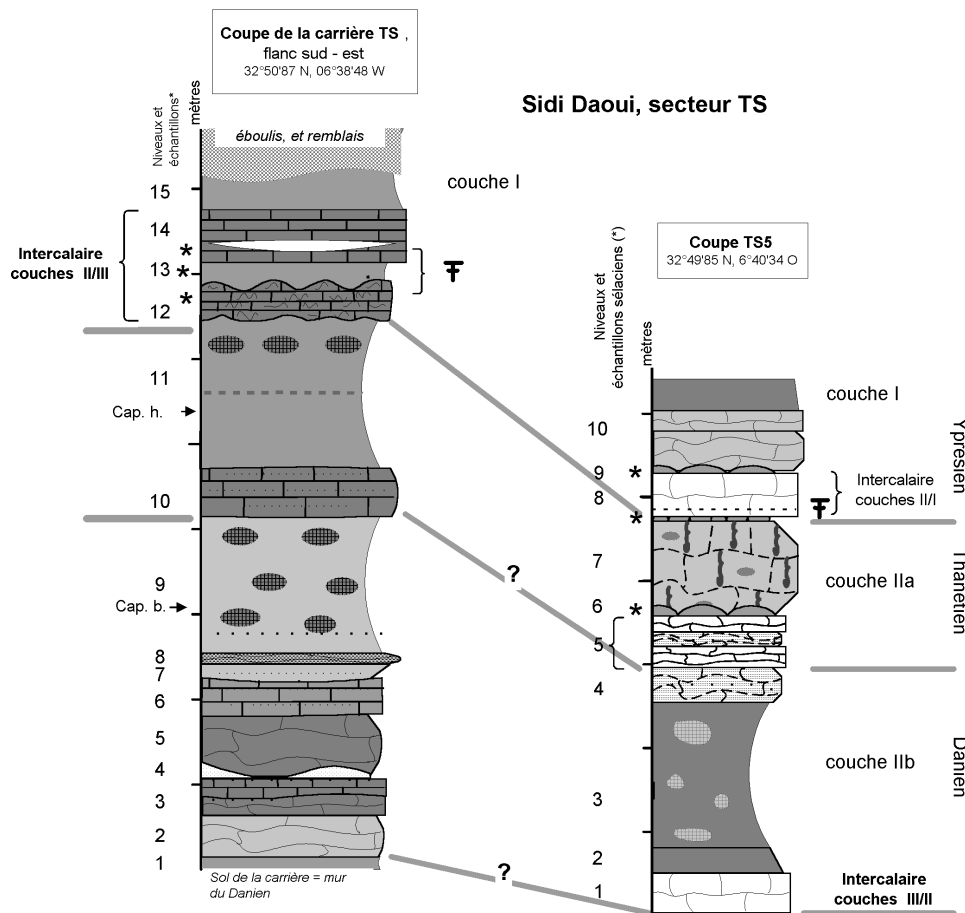


FIG. 5. – Coupes lithologiques de la localité TS présumée de *Daouitherium rebouli* et de *Phosphatherium escuilliei* (holotype), et localité TS5 de *Phosphatherium escuilliei*, crâne spécimen OCP DEK/GE 305. Secteur TS (Sud Daoui) de Sidi Daoui. Niveaux à mammifères : site TS : niveaux 13-14 ; site TS5 : niveau 8. Voir légende figure 6.

FIG. 5. – Lithological sections of the locality TS which presumably yielded *Daouitherium rebouli* and *Phosphatherium escuilliei* (holotype), and of the locality TS5 of *Phosphatherium escuilliei* (skull OCP DEK/GE 305). Area of TS, south of Sidi Daoui quarries. Mammal levels : locality TS : level 13-14 ; locality TS5 : level 8. See caption figure 6.

raviné les niveaux du Thanétien (Couche IIa) et remanié certains de leurs éléments bio- et lithoclastiques.

La position des niveaux fossilifères dans les localités à mammifères reconnues est indiquée dans les logs stratigraphiques des figures 4, 5, 6 qui détaillent les successions sédimentaires locales. L'étude de ces coupes (prélèvements *in situ*) et des sélaciens isolés dans la gangue des nouveaux spécimens mammaliens récoltés confirme leur âge yprésien basal.

### Mammifères

Au stade actuel de l'étude du matériel mammalien, et faute d'éléments de comparaison, aucune conclusion biostratigraphique précise ne peut être faite. On soulignera toutefois que le créodonte provenant du secteur de Sidi Daoui appartient à une lignée présente dans le gisement thanétien de l'Adrar Mgorn 1 [Gheerbrant, 1995]. L'état plus dérivé de l'espèce des Ouled Abdoun (*e.g.*, taille nettement plus grande) conforte son âge plus récent et s'accorde avec l'Yprésien. Rappelons par ailleurs que les ongulés vrais, et notamment les formes lophodontes, sont inconnus avant l'Eocène, exceptés toutefois les phénacoloiphidés *Radynskya* et *Minchenella* du Paléocène supérieur de Chine. La

spécialisation notable de *P. escuilliei* soutient toutefois clairement l'ancienneté de la lignée proboscidiennne qu'il représente et sa présence dès le Paléocène. D'un autre côté le cachet primitif de l'hyracoïde représenté par MNHN PM5 décrit plus bas, comparativement à *Seggeurius amourensis* de El Kohol (Yprésien/Lutétien, 46 Ma), confirme une différence d'âge significative entre les deux sites, ce qui là encore s'accorde avec la datation Yprésien inférieur (53 Ma) du premier. La comparaison de MNHN PM5 avec le spécimen NTG 2-51 du site Yprésien inférieur de N'Tagourt 2 [Gheerbrant *et al.*, 1998] identifié ici également comme un hyracoïde proche de *Seggeurius* ne permet pas de conclusion sur leur degré évolutif relatif en raison de la nature fragmentaire de ce matériel (ci-dessous).

### Sélaciens

Les sélaciens ont fourni jusqu'ici les éléments de datation les plus précis et les plus fiables des niveaux phosphatés. Les recherches de terrain menées ces dernières années ont permis d'échantillonner en détail la série tertiaire de la zone de Grand Daoui. La « Tranchée Krupp » (Sidi Daoui) s'est révélé particulièrement intéressante du fait du redémarrage de l'exploitation. Il a été ainsi possible d'y échantillonner



Recette IV, site RIV-1  
Coupe A = locus à mammifère (PM6)

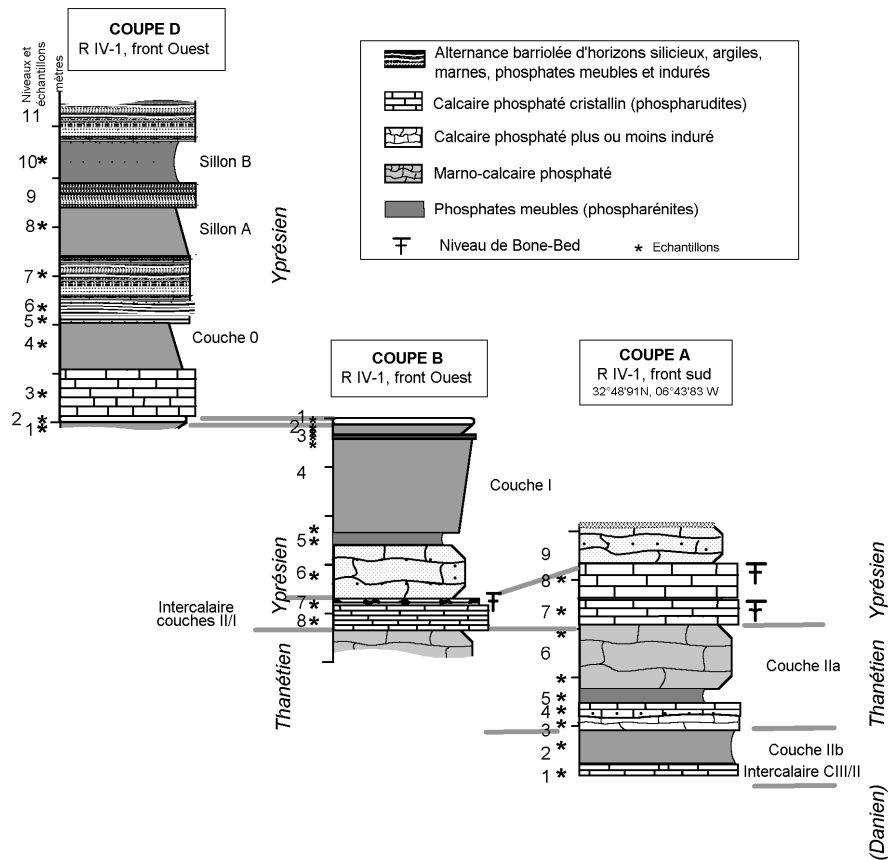


FIG. 6. – Coupes lithologiques A, B, D du secteur sud de la Recette IV. A, localité de Condylarthra ou Ungulata indé., spécimen MNHN PM6 (figs. 9-10). Ce spécimen provient probablement du niveau 7 (Intercalaire CII/I). Un ou plusieurs spécimens de *Phosphatherium*, dont MNHN PM1 [Gheerbrant *et al.*, 1998], sont présumés venir également de ce secteur de la Recette IV d'après les inventeurs de ces fossiles.

FIG. 6. – Lithological sections A, B, D, south of Recette IV. A, locality of the specimen MNHN PM6 identified as *Condylarthra* or *Ungulata* indé. (figs. 9-10). The mammal specimen probably comes from the level 7 (« Intercalaire CII/I »). One or more specimens of *Phosphatherium* *escuillei*, including MNHN PM1 [Gheerbrant *et al.*, 1998], probably also come from this area of Recette IV.

l'ensemble de la série yprésienne, de l'Intercalaire CII/I aux sillons supérieurs. Toutefois, ce secteur est épuisé.

À la liste faunique déjà longue publiée en 1997 (Noubhani et Cappetta) il convient d'ajouter plus d'une quinzaine de taxons yprésiens, nouveaux pour la plupart :

**Sillon A** : *Scyliorhinus* sp. ; *Scyliorhinidae* gen. et sp. nov. 1

**Couche 0** : *Orectolobiforme* nov. gen. ; *Carcharhiniforme* indé. ; *Triakidae* ou *Hemigaleidae*.

**Base Couche I** : « *Parotodus* » sp. ; *Anomotodon* sp. ; *Triakidae* indé. ; *Casieria* aff. *maghrebiana* ; *Scyliorhinidae* gen. et sp. nov. 2 ; *Rhynchobatus* sp. ; *Dasyatis* cf. *thierryi* ; *Coupatzia* sp. ; *Garabatis* sp. ; *Myliobatiforme* gen. et sp. nov. ; *Eomobula stehmanni*.

Parmi les points importants concernant la répartition stratigraphique des espèces, on peut souligner : 1) la persistance dans l'Yprésien du *Scyliorhinidae* thanétien *Casieria maghrebiana* ; 2) l'abondance du *Myliobatiforme* gen. et sp. nov. à la base de la Couche I ; 3) la découverte du genre *Eomobula*, qui n'était connu que dans l'Yprésien belge.

La découverte de *Garabatis* sp. dans l'Intercalaire Couches II/I de diverses coupes de Daoui est particulièrement intéressante. Ce genre, décrit à l'origine dans le Thanétien

supérieur de Tinéghir, au sud du Haut-Atlas [Cappetta, 1993], avait été identifié dans la gangue du spécimen MNHN PM3 de *Daouitherium rebouli* et un doute pouvait subsister quant à l'âge précis de ce mammifère (Thanétien supérieur ou Yprésien inférieur). La découverte de *Garabatis* sp. dans l'Yprésien de Daoui et son absence dans les nombreux prélèvements thanétiens effectués dans ce secteur vient donc lever ce doute et confirmer l'âge yprésien (inférieur) de *Daouitherium rebouli* (MNHN PM3). La même remarque peut être formulée à propos d'autres taxons : *Scyliorhinidae* gen. et sp. nov. 2, *Myliobatiforme* gen. et sp. nov., *Triakidae* indé. ou encore *Dasyatis* cf. *thierryi*.

Si la faune yprésienne s'est vue enrichie de nombreux éléments nouveaux, la faune paléocène a, elle aussi, livré des taxons jusqu'ici inconnus dans les phosphates marocains. On peut citer en particulier la découverte du genre *Notidanodon* (*Hexanchiforme*) dans le Danien et le Thanétien. Un genre nouveau à dents de grande taille de morphologie « isuroïde » a également été récolté dans le Thanétien qui a aussi livré des associations riches et diversifiées de Lamniformes, en particulier des *Odontaspidae*, qui feront l'objet d'un travail ultérieur.

La liste faunique des séliaciens identifiés dans la gangue des spécimens mammaliens est donnée dans le tableau I. Elle établit clairement l'âge yprésien inférieur de ces mammifères.

Les associations de séliaciens reconnues dans les coupes des différents sites à mammifères, spécialement TS (fig. 5) et RIV-1 (fig. 6A), et notamment celles des horizons fossilifères d'origine, sont en accord avec les listes fauniques précédemment inventoriées par Noubhani et Cappetta [1997] et ne nécessitent pas d'être reprises ici. Elles confirment l'âge yprésien inférieur des niveaux à mammifères dans les différents sites reconnus.

### Cadre stratigraphique séquentiel et corrélations possibles

Les restes de mammifères de Grand Daoui proviennent de l'intercalaire couche II/I qui est séparé des niveaux immédiatement sous-jacents du Thanétien (Couche IIa) par une

TABLE I. – Liste faunique des séliaciens identifiés dans la gangue des spécimens de mammifères récoltés dans le secteur Grand Daoui du bassin des Ouled Abdoun (Maroc). Ces spécimens appartiennent à *Phosphatherium escuilliei* (MNHN PM2 (holotype), MNHN PM17, OCP DEK/GE 305, OCP CPGSM MA-19, PM23) et *Daouitherium rebouli* (MNHN PM3). Les taxons de séliaciens signalés par un astérisque correspondent aux éléments thanétiens remaniés dans l'Yprésien basal. La localité d'origine des mammifères est précisée sous chaque spécimen quand elle est connue (? = localité inconnue).

TABLE I. – Faunal list of the selachians identified in the matrix of the mammal specimens discovered in the Grand Daoui quarrying area of the Ouled Abdoun Basin (Morocco). These specimens belong to *Phosphatherium escuilliei* (MNHN PM2 (holotype), MNHN PM17, OCP DEK/GE 305, OCP CPGSM MA-19, PM23) and to *Daouitherium rebouli* (MNHN PM3). The selachian taxa identified by an asterisk correspond to reworked taxa from the Thanetian. The locality of origin are indicated under each mammal specimen when known (? = unknown locality).

	Spécimens mammaliens					
	1 (TS?)	2 (TS)	3 (RP13-2)	4 (TSS)	5 (?)	6 (?)
<i>Squalus</i> sp.			X		X	X
<i>Anomotodon</i> sp.						X
<i>Chiloscyllium meraense</i>		X	X			X
<i>Abdounia beaugei</i>			X			
* <i>Abdounia africana</i>						X
<i>Physogaleus</i> sp.		X				X
<i>Rhizoprionodon</i> sp.		X		X		
* <i>Foumtzia abdouni</i>	X		X			
Triakidae indéterminé.		X		X		
<i>Premontreia (Oxy.) subulidens</i>		X	X	X		
* <i>Scyliorhinus entomodon</i>						X
* <i>Scyliorhinus sulcidens</i>	X		X			
<i>Scyliorhinus</i> sp.		X				
<i>Casiaria maghrebiana</i>	X		X			X
Scyliorhinidae gen. et sp. nov.		X				
<i>Rhinobatos</i> sp.	X	X		X		
<i>Dasyatis</i> cf. <i>thierryi</i>		X				
<i>Dasyatis</i> sp.	X					
<i>Garabatis</i> sp.		X				
* <i>Heterobatis talbaoui</i>			X			
Myliobatidae indéterminé.		X				
Myliobatiforme gen. et sp. nov.					X	
<i>Archaeomanta melenhorsti</i>		X	X	X		

spécimens mammaliens: 1. MNHN PM2, 2. MNHN PM3, 3. MNHN PM17, 4. OCP DEK/GE 305, 5. OCP CPGSM MA-19, 6. PM23

discontinuité majeure marquant le début de la mégaséquence C dans la série locale. Elle peut être corrélée avec la discontinuité qui sépare en Europe la dernière séquence de dépôts thanétiens (séquence de 3<sup>o</sup> ordre T-C ou TP 2.3) des premiers dépôts transgressifs de la première séquence de l'Yprésien (séquence Y-A ou TE 1.1) [Sturbaut, 1998]. Cette discontinuité, datée de NP 9, est proche sinon représentative de la limite Paléocène-Eocène. Elle est aussi connue en Amérique du Nord [Beard et Dawson, 2001]. Il serait intéressant de vérifier si l'intercalaire CII/I peut être corrélé précisément par son faciès aux dépôts de bas niveaux eustatiques de Dormaal qui marquent la base de la séquence TE 1.1 de la transgression yprésienne.

### NOUVEAUX ÉLÉMENTS SYSTÉMATIQUES DES NIVEAUX À MAMMIFÈRES DE GRAND DAOUI

Nos prospections et fouilles dans les niveaux à *Phosphatherium* ont abouti à la mise au jour de taxons inédits dans le bassin des Ouled Abdoun, notamment d'oiseaux et de mammifères que nous présentons ici de façon préliminaire.

#### Mammifères

Nous décrivons ici deux nouveaux taxons très mal documentés provenant des carrières de Grand Daoui, et illustrés par des spécimens récoltés en 1996 de seconde main par le circuit commercial (don de F. Escuillie/Rhinopolis au Muséum National d'Histoire Naturelle (MNHN)). L'absence de gangue et leur origine stratigraphique inconnue n'ont pas permis de les dater directement. Leur âge yprésien inférieur reste cependant le plus vraisemblable, comme pour les autres mammifères trouvés dans le même secteur. Le nouveau matériel de proboscidiens et le nouveau créodonte font l'objet d'études détaillées distinctes.

\* *Ordre Hyracoidea Huxley, 1869, famille et sous-famille incertae sedis, Seggeurius ? n. sp. (fig. 7-8)*

*Matériel attribué et dimensions* – MNHN PM5, M/3 droite, longueur = 9,5 mm, largeur = 5,7 mm.

*Localité et âge* – Grand Daoui, Ouled Abdoun, Maroc, Yprésien inférieur. La localité exacte est inconnue. MNHN PM5 provient toutefois probablement de la base de l'Intercalaire Couches II/I qui a livré les autres restes de mammifères de Grand Daoui d'après les informations recueillies localement et nos propres observations de terrain.

*Description et discussion* – MNHN PM5 est un fragment de mandibule droite conservant la M/3 et dont la branche horizontale est haute. La M/3 a une taille proche de celle de *Phosphatherium escuilliei* des mêmes niveaux. Elle est à peine plus petite et se distingue par des tubercules bunodontes mieux individualisés, une couronne basse, des cuspides labiales massives, basses, à flanc externe très oblique et des lophes nettement moins affirmés, interrompus par un sillon médian. Un cingulum bien différencié ceinture les flancs mésial et labial. Sur le trigonide, le protoconide et le métaconide sont massifs, alignés transversalement et séparés par un sillon peu prononcé, visible surtout à l'arrière le long de la crête oblique, où il se prolonge sur son flanc lingual. Une nette postmétacristide portant un métastyliide est distincte

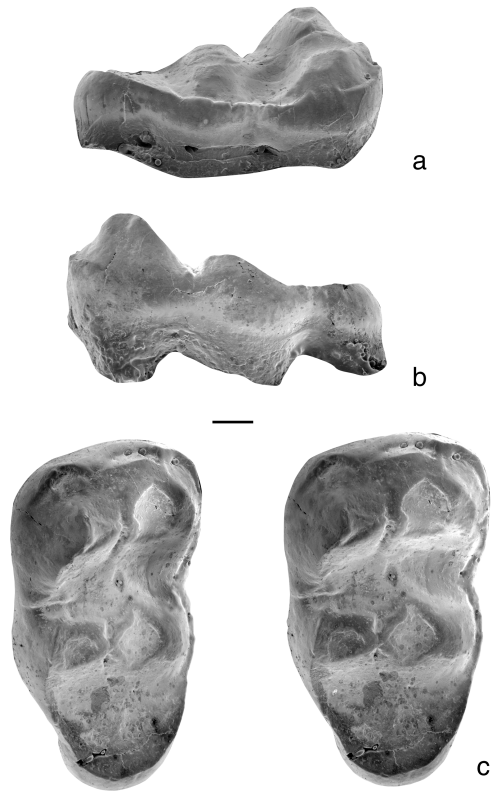


FIG. 7. – Hyracoidea, *Seggeurius*? n. sp., M/3 droite, spécimen MNHN PM5. a, b, c : vues labiale, linguale et occlusale stéréo (photographies m.e.b.). Echelle = 1 mm.

FIG. 7. – Hyracoidea, *Seggeurius*? n. sp., right M/3, specimen MNHN PM5. a, b, c : labial, lingual and occlusal views (s.e.m. views). Scale = 1 mm.

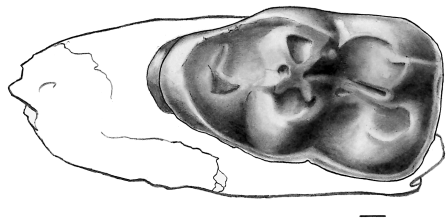


FIG. 8. – Hyracoidea, *Seggeurius*? n. sp., M/3 droite, spécimen MNHN PM5. Vue occlusale (dessin L. Meslin). Echelle = 1 mm.

FIG. 8. – Hyracoidea, *Seggeurius*? n. sp., right M/3, specimen MNHN PM5. Occlusal view (drawing by L. Meslin). Scale = 1 mm.

en arrière du métaconide. La postfosside est beaucoup plus courte que chez *P. escuilliei*, l'entoconide est plus antérieur avec une encoche linguale et une paroi mésiale abrupte, l'hypoconide est plus développé et reculé par rapport à l'entoconide. La crête oblique est plus courte dans sa partie horizontale (hypoconide plus mésial), mais elle se prolonge sur le trigonide. Elle est également plus oblique. Une surface d'usure indique la présence d'un mésoconide. Le lobe distal formé par l'hypoconulide est plus développé et plus large.

Ces caractères écartent les proboscidiens primitifs tels que *P. escuilliei* et évoquent plutôt les hyracoïdes. Sont affi-

nes des hyracoïdes : le talonide moins large que le trigonide et le contour occlusal moins allongé et plus triangulaire (angle mésio-labial plus marqué), les tubercules bunodontes et la lophodontie peu avancée, la postmétacristide bien différenciée, l'entoconide comprimé antéro-postérieurement et lié à l'hypoconide (ébauche de lophe distal), le lobe distal de l'hypoconulide plus développé, la postcristide différenciée joignant l'hypoconulide et l'hypoconide, l'orientation de la crête oblique vers l'encoche proto-métaconide et la présence d'un sillon vertical sur son bord lingual. Ces traits rappellent surtout ceux de *Seggeurius amourensis* CROCHET, 1986 d'El Kohol (Eocène inférieur/moyen) qui est une forme primitive à cachet bunodonte proche de la souche de plusieurs lignées d'hyracoïdes éocènes [Crochet *in* Mahboubi *et al.*, 1986 ; Court et Mahboubi, 1993 ; Tabuce *et al.*, 2002]. La forme sinusoïdale de la crête oblique, qui relie le sommet du protoconide après une incursion linguale, et la paracristide totalement réduite sont des caractères communs remarquables avec *S. amourensis* d'après Court et Mahboubi [1993 : 892]. Il en est de même de l'asymétrie des cuspidés labiales et linguales, considérée comme un trait propre aux Sagatheriinae (*o.c.*). La M/3 de *S. amourensis* est un peu plus petite que MNHN PM5. Elle diffère aussi par les crêtes plus développées (*e.g.*, entolophide), et l'allure générale moins bunodonte, spécialement pour les cuspidés labiales qui ont un flanc externe redressé, moins écrasé lingualement (vue distale). Le lobe distal (hypoconulide) est moins développé, moins saillant distalement, et plus asymétrique. En vue occlusale, le talonide est moins large et la couronne est plus renflée dans son contour mésio-labial. Le protoconide et le métaconide sont un peu plus écartés, séparés par une vallée plus large. La postfosside apparaît un peu moins courte. Ces caractères de *S. amourensis* sont plus dérivés que chez la nouvelle forme marocaine.

MNHN PM5 rappelle également le trigonide NTG 2-51 de l'Yprésien de N'Tagourt 2 rapporté à *Khamsaconus* en raison de la présence présumée d'un « protoconulide » [Gheerbrant *et al.*, 1998]. L'allure générale de NTG 2-51 est en fait très proche à la fois de MNHN PM5 et de *S. amourensis*. Elle atteste d'étroites affinités avec ces hyracoïdes primitifs bunodontes, plutôt qu'avec les proboscidiens. La structure décrite comme un protoconulide correspond en fait à la fois au segment mésial renflé qui prolonge la crête oblique sur le trigonide et à un mésoconide, tous traits présents chez MNHN PM5 et *S. amourensis*. D'autres ressemblances remarquables sont la bunodontie marquée, le contour très pincé du trigonide, la paracristide faible, le protolophide creusé par un net sillon qui se prolonge distalement le long de la crête oblique, l'asymétrie accusée des flancs labial et lingual, l'allure (sinusoïde) de la crête oblique, la forte postmétacristide, et le développement du cingulum labial qui s'étend jusque sous le métaconide. NTG 2-51 présente quelques singularités, telles que la taille légèrement plus petite que *S. amourensis*, et la paracristide plus développée. Il illustre dans tous les cas également une espèce proche du genre *Seggeurius*.

*Microhyrax lavocati* SUDRE, 1979 de l'Eocène inférieur/moyen des Gour Lazib est très différent par sa petite taille et des molaires moins bunodontes, à couronne plus haute. Le trigonide est bien moins pincé, les crêtes sont prononcées, la liaison est plus affirmée entre l'entoconide et l'hypoconide (lophe distal), l'entoconide est plus reculé et le cingulum est irrégulier. L'étude de Tabuce *et al.* [2002] a

montré qu'il s'agit d'une forme précocement dérivée appartenant à un groupe-frère des autres hyracoïdes.

*Titanohyrax tantulus* COURT et HARTENBERGER, 1992 de l'Eocène inférieur/moyen de Chambi partage avec MNHN PM5 la présence d'un mésoconide et d'un métastyliode, la crête oblique bien développée et linguale, la présence d'un cingulum labial et la petite taille. Il diffère cependant par les lophes plus affirmés et l'allure plus sélénodonte. Le trigonide est moins pincé et l'hypoconide est plus mésial que l'entoconide. Ces traits indiquent des spécialisations et des lignées bien distinctes.

Cette comparaison suggère que la M/3 MNHN PM5 des Ouled Abdoun appartient à un hyracoïde à denture bunodonte peut-être ancestral à *S. amourensis* d'El Kohol. Tous deux sont également proches de la forme de N'Tagourt 2 représentée par NTG 2-51. Chez MNHN PM5, la forte bunodontie, la lophodontie peu avancée, et le développement du lobe de l'hypoconulide sont plésiomorphes. Le cachet bunodonte, l'asymétrie des cuspidés linguales et labiales, l'allure sinusoïde de la crête oblique indiquent des relations privilégiées avec le genre et au moins la sous-famille représentée par *Seggeurius*. La systématique familiale et sous-familiale des hyracoïdes primitifs est cependant sujette à discussion et révision [e.g., Tabuce et al., 2002] et les relations avec *Seggeurius* requièrent plus amples comparaisons sur un matériel plus complet.

Cette espèce des Ouled Abdoun et celle de N'Tagourt 2 attestent de la différenciation des hyracoïdes dès la base de l'Eocène. Elles soutiennent de plus l'ancienneté de la radiation du groupe [o.c.].

\* *Ordre Condylarthra ou Ungulata, g. et sp. indé.* (prob. nov.) (fig. 9-10)

*Matériel attribué et dimensions* – MNHN PM6, fragment de mandibule gauche avec M/2? cassée et reconstituée. Longueur estimée = 5,2 mm ; largeur estimée = 3,2 mm.

*Localité et âge* – recette IV, localité RIV-1 reconnue (coordonnées 32°48'91 N, 06°43'83 W) et échantillonnée (coupe A : fig. 6). Ce spécimen trouvé en éboulis provient probablement de la base de l'Intercalaire Couches II/I (niveau 7, coupe A : fig. 6) de l'Yprésien inférieur.

*Description et discussion* – La branche horizontale est relativement mince. La molaire endommagée a été reconstituée à partir de ses différents fragments. Le mauvais état de ce spécimen laisse subsister des doutes sur le rang de cette dent. Toutefois celle-ci précède un unique et dernier alvéole comblé par du sédiment. Cela suggère qu'il s'agit d'une M/2 et que la M/3 était de petite taille et uniradiculée, deux traits remarquables. On distingue l'ouverture d'un petit canal sub-horizontale en arrière de M/3, au départ de la branche montante (fig. 10b). Si ce n'est pas un artefact, il pourrait correspondre au foramen coronoïde. La couronne de la molaire reconstituée est haute et bilophodonte. Le contour occlusal est allongé et légèrement échancré sur le flanc lingual. La morphologie générale est peu bunodonte et plutôt acérée. Les deux lophes sont bien développés, élevés et transversaux. Le trigonide est haut et dilaté mésio-distalement. Il existe un précingulide bien développé, long et bas. Le métaconide est volumineux et élevé. Le protoconide et le paraconide – s'il était présent – sont brisés. L'entocris-

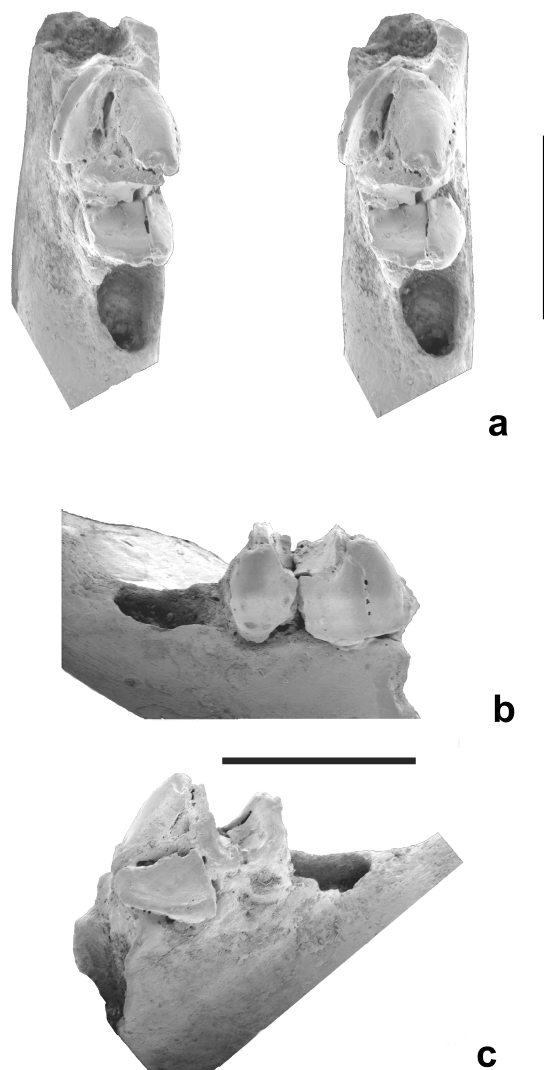


FIG. 9. – *Condylarthra* ou *Ungulata* indé., fragment de mandibule gauche avec M/2?, spécimen MNHN PM6. a, b, c : vues occlusale stéréo, labiale, linguale (photographies m.e.b.). Echelle = 5 mm.

FIG. 9. – *Condylarthra* ou *Ungulata* indé., fragment of left dentary bearing M/2 ?, specimen MNHN PM6. a, b, c : occlusal (stereo), labial, and lingual views (s.e.m. views). Scale = 5 mm.

tide est faible à absente et la postfosside est largement ouverte lingualem. L'entoconide, lié au lophe distal, est élevé et volumineux. La crête oblique est brisée, mais celle-ci était probablement peu oblique. La dent est biradiculée. L'alvéole de la racine postérieure de la molaire précédente (M/1) est creusée d'un sillon vertical sur son flanc distal.

La bilophodontie est un caractère d'ongulé moderne, et notamment des hyracoïdes et des proboscidiens (qui ont un foramen coronoïde). Elle est avancée chez MNHN PM6, dans un état proche de celle des proboscidiens primitifs tels que *Phosphatherium* et plus spécialisée que chez les hyracoïdes primitifs. Le lophe distal semble même proportionnellement plus haut que chez *Phosphatherium*. L'importance du métaconide, haut et dilaté mésio-distalement, la postfosside plus longue que large et la crête oblique peu oblique rappellent également ce genre.

Toutefois si la dent reconstituée est bien une M/2, la dernière molaire est très originale par sa taille réduite et la

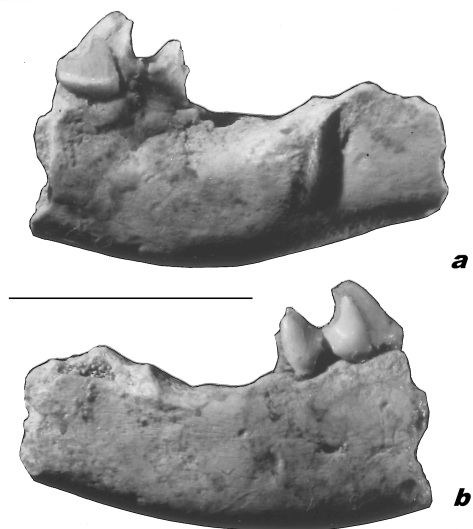


FIG. 10. – *Condylarthra* ou *Ungulata* indéterminé., fragment de mandibule gauche avec M/2 ?, MNHN PM6. a, b : vues générales labiales et linguales. Echelle = 10 mm.

FIG. 10. – *Condylarthra* or *Ungulata* indéterminé., fragment of left dentary bearing M/2 ?, MNHN PM6. a, b : general labial and lingual views. Scale = 10 mm.

présence d'une seule racine. Cela évoque plusieurs condylarthres et notamment les hyopsodontidés. Les dimensions sont aussi comparables avec celles des hyopsodontidés tels que *Hyopsodus*. Dans cette famille, les louisinés tels que *Microhyus* montrent une tendance bilophodonte et plusieurs autres caractères qui les rapprochent des macroscléides [e.g., Tabuce *et al.*, 2001]. MNHN PM6 partage en outre avec les macroscléides primitifs la couronne haute, le trigonide dilaté mésio-distalement, le précingulide allongé, subhorizontal et bas, et l'entoconide fort. La bilophodontie apparaît toutefois plus spécialisée sur MNHN PM6 que chez les macroscléides primitifs tels que *Chambius*, *Nementchatherium* et *Herodotius* qui ont une allure plutôt bunodonte et surtout sélénodont. Leur postcristide est bien conservée et dans sa disposition primitive. En outre, bien que réduite, la M/3 des macroscléides primitifs conserve deux racines et la M/3 est encore moins réduite chez les louisinés.

MNHN PM6 représente en définitive une forme très originale (bilophodontie avancée, M/3 réduite et uniradiculée) et très probablement nouvelle, mais elle reste trop mal connue pour être identifiée ne serait-ce qu'au niveau ordinal.

### Oiseaux

Parmi les nouvelles découvertes importantes issues de nos recherches, il faut signaler la récolte de restes inédits d'oiseaux (crânes et os long isolés) dans les niveaux à mammifères de l'Intercalaire Couche II/I (Yprésien) de Grand Daoui, mais aussi dans la Couche I (Yprésien) et la Couche IIa (Thanétien). Il s'agit de restes crâniens et post-crâniens (os longs) isolés et plus ou moins complets. Ce matériel en cours d'étude (thèse E. Bourdon) ouvre d'importantes perspectives paléontologiques. Il témoigne des plus anciens oiseaux connus en Afrique et pour l'essentiel

de certains des premiers représentants des oiseaux marins modernes.

Les oiseaux de l'Eocène inférieur sont encore très mal connus parce qu'il y a peu de gisements correspondant à cette période, et que, dans beaucoup d'entre eux le matériel n'est pas identifié. De plus, certains des gisements les mieux connus renferment surtout des oiseaux terrestres, tandis que les oiseaux des phosphates des Ouled Abdoun appartiennent en majorité à des formes marines. En Afrique les seuls oiseaux paléogènes publiés à ce jour sont un Pelagornithidae de l'Eocène moyen du Nigeria [Andrews, 1916] et une avifaune de l'Oligocène inférieur du Fayoum en Egypte [Rasmussen *et al.*, 1987]. Il n'y a pratiquement pas d'éléments communs entre ces avifaunes africaines et celle, nouvelle, des Ouled Abdoun.

Parmi les oiseaux des Ouled Abdoun qui peuvent être identifiés de façon préliminaire, on peut signaler : (1) des Pélécianiformes ; (2) des Procellariiformes ; (3) des Ansériiformes. Chez les Pélécianiformes, certains spécimens rappellent les Fregatidae (frégates actuelles), d'autres évoquent les Phaethontidae (pailles-en-queues actuels). D'autres éléments sont attribuables au groupe éteint des Prophaethontidae. Les Pelagornithidae ou oiseaux à pseudo-dents constituent le groupe le plus largement représenté dans l'avifaune du bassin des Ouled Abdoun. Les formes attribuables à ce groupe sont très similaires aux taxons fossiles provenant de l'Eocène inférieur (Yprésien) du gisement anglais de l'île de Sheppey, Kent (London Clay) [Harrison et Walker, 1976]. En effet, certaines formes, représentées par de nombreux éléments, sont très semblables à *Odontopteryx toliapica* OWEN, 1873 et *Macrodonopteryx oweni* HARRISON et WALKER, 1976 ; ces formes sont de taille comparable à celle des albatros actuels. D'autres formes plus massives, de taille gigantesque, ressemblent à *Dasornis londonensis* OWEN, 1870. Chez les Procellariiformes, certains éléments rappellent les Diomedéidae (albatros actuels), d'autres sont à rapprocher des Procellariidae (puffins et pétrels actuels). Concernant les Ansériiformes, quelques éléments peuvent être attribués au groupe éteint des Presbyornithidae [Ericson, 2000], qui est proche des Anatidae (canards, oies et cygnes actuels).

La plupart de ces familles, ou des formes qui leurs sont apparentées, sont déjà connues à l'Eocène inférieur, à l'exception des Diomedéidae qui n'étaient signalés qu'à partir de l'Eocène supérieur [Unwin, 1993]. La très grande majorité de ces oiseaux sont des formes marines, à l'exception des Presbyornithidae dont les restes connus indiquent qu'ils vivaient en colonie autour des lacs, mais il n'est pas impossible qu'ils aient également vécu en régions côtières.

### CONTEXTE TAPHONOMIQUE ET PALÉOGÉOGRAPHIQUE DES MAMMIFÈRES DANS LE BASSIN DES OULED ABDOUN

L'horizon fossilifère à mammifères correspond à un niveau condensé de bone-bed à la base de l'Intercalaire Couches II/I. Le faciès de ce bone-bed montre des indices de remaniements et correspond probablement à l'installation d'une nouvelle séquence sédimentaire.

Un éventuel mode de vie amphibie de *Phosphatherium* a été discuté et considéré peu probable en l'état actuel des données [voir Gheerbrant *et al.*, 1998]. Les autres mammi-

fères identifiés dans les phosphates des Ouled Abdoun sont terrestres. Plusieurs indices témoignent de la proximité du rivage et de l'arrière-pays continental d'origine des mammifères dans la zone Grand Daoui (condensation de la série sédimentaire, localisation confinée à la marge NE du bassin des restes mammaliens).

La rareté et la dispersion des restes, ainsi que leur nature bien conservée témoigne d'une taphonomie particulière, manifestement distincte des autres gisements à mammifères du Paléogène d'Afrique qui correspondent à des accumulations d'origine hydrodynamique (généralement fluviale). La rareté ou l'absence de matériel détritique dans les niveaux fossilifères phosphatés locaux, comme la bonne conservation des restes fossiles, suggèrent que le transport du matériel continental s'est fait dans des conditions de faible énergie. On peut notamment envisager un transport aléatoire (*i.e.*, disséminé) dans le bassin phosphaté au gré des courants et des vents, sous forme de cadavres (carcasses) flottés plus ou moins désarticulés depuis la côte et l'arrière-pays continental. Cette hypothèse suppose que la désarticulation complète (restes isolés) s'est faite dans les dernières phases du transport et du dépôt, avec un possible rôle des requins dans celle-ci. Un transport dans la mer à phosphates par relais d'un réseau fluviale local de faible énergie reste possible et en accord avec la relative diversité spécifique de la faune et le microfaciès [Gheerbrant *et al.*, 1998 : 249]. L'hypothèse d'un transport des restes mammaliens par l'intermédiaire d'un réseau fluviale suppose dans tous les cas des courants de faible puissance, n'ayant pas permis la concentration de matériel continental dans le bassin. Cela implique un réseau hydrographique local proche de son niveau de base et des reliefs plats comme cela est envisagé dans l'étude de T. Ibrahim [2000] consacrée à la géochimie des restes osseux de *Phosphatherium* et de leur gangue phosphatée.

Lucas et Prévôt-Lucas [1995] ont envisagé explicitement que la mer à phosphates marocaine était bordée par un arrière-pays aride ou semi-aride, en raison surtout de la pauvreté en éléments détritiques. Cela semble peu compatible avec l'identification d'au moins trois espèces folivores spécialisées telles que des proboscidiens et des hyracoides, et la relative diversité ordinaire de la faune mammalienne (en dépit de la raréfaction du matériel). Rappelons par ailleurs dans cette approche du biotope d'origine des mammifères des Ouled Abdoun que Boureau [1951] a identifié des bois silicifiés de l'Yprésien des Ouled Abdoun d'un genre proche de *Pterocarpus* que l'on trouve aujourd'hui en Afrique en forêt dense ou dans la zone sahéenne. Des pollens variés sont également identifiés dans les formations phosphatées équivalentes des Ganntour [Ollivier-Pierre, 1982]. Plus récemment des études des formations contemporaines du bassin d'Ouarzazate, au sud des Ouled Abdoun et des Ganntour, suggèrent des environnements de mangroves en bordure des mers épicontinentales et des rivières qui y débouchent, et des forêts tropicales dans l'arrière-pays [Herbig et Gregor, 1990]. Herbig et Gregor [1990] ont également évoqué un climat tropical humide avec des saisons sèches pour la période du Paléocène supérieur à l'Yprésien supérieur. L'hypothèse d'une végétation continentale développée (dense), et notamment celle d'une mangrove en bordure des cours d'eau pourrait s'ajouter à celle d'un faible hydrodynamisme pour expliquer la rareté des restes de ver-

tébrés continentaux dans le bassin des Ouled Abdoun, par piégeage et rétention du matériel bio- et lithoclastique.

Enfin les mammifères des Ouled Abdoun ne sont pas sans implications paléogéographiques. Leur cachet typiquement endémique africain, illustré notamment par la présence de proboscidiens vrais et d'hyracoides, démontre que le domaine structural de la Meseta Marocaine qui comprend les bassins des Ouled Abdoun et des Ganntour est partie intégrante de la province arabo-africaine. Pour les faunes terrestres du Paléogène ancien, le Maroc central apparaît ainsi parfaitement représentatif de l'Afrique, et l'accident sud-atlasique [Russo et Russo, 1934], considéré comme une limite structurale importante (prolongement de la faille transformante de Hayes), n'a pas ici de signification paléobiogéographique avérée.

## CONCLUSIONS

Les gisements des phosphates des Ouled Abdoun sont mondialement réputés pour leur riche faune de vertébrés marins datant de la transition Crétacé-Tertiaire. Les récentes découvertes dans les premiers niveaux de l'Eocène de ces gisements, montrent qu'ils ont également un intérêt de premier plan pour la connaissance des débuts de l'histoire des mammifères placentaires africains.

La sédimentation phosphatée est particulièrement favorable à la conservation des restes de vertébrés en général aux plans à la fois géochimiques et mécaniques. Dans les Ouled Abdoun, elle a permis la préservation d'un matériel mammalien moins fragmentaire que dans les autres gisements anciens d'Afrique, comme en témoigne la découverte de rangées dentaires plus ou moins complètes et de quelques crânes auparavant connus seulement au Fayoum et à El Kohol. Elle se caractérise en outre par la découverte d'espèces de taille moyenne et grande, absentes dans les gisements contemporains du bassin d'Ouarzazate. Cela est mis au compte notamment d'un mode de transport particulier du matériel, sous conditions de faible énergie (hypothèse des cadavres flottés), et de la proximité de l'arrière-pays continental. L'absence de micromammifères, en l'état actuel des découvertes, n'a pas encore d'explications claires. Elle pourrait résulter d'une dissolution en milieu réducteur lié à la phosphatogenèse, mais cela semble peu probable. Un biais de récolte (par les amateurs), lié à la petite taille, reste tout aussi envisageable.

Le contexte taphonomique et paléogéographique particulier des dépôts phosphatés des Ouled Abdoun rend ainsi compte de la découverte d'une macrofaune mammalienne comprenant les plus anciens ongulés signalés en Afrique, l'un d'entre eux (*Daouitherium rebouli*) étant le premier grand mammifère connu dans le continent. Leur étude a un intérêt majeur car elle permet d'aborder le problème de la radiation initiale des grandes lignées lophodontes, très discuté actuellement tant sur le plan phylogénétique, que sur le plan paléobiogéographique avec la question des relations entre groupes africains et groupes laurasiatiques (hypothèse des Pantomesaxonia).

La découverte d'oiseaux dans les niveaux à phosphates des Ouled Abdoun a aussi une grande importance, s'agissant des plus anciens connus en Afrique et parmi les premiers représentants des groupes marins modernes.

En dépit de l'extrême rareté du matériel continental, et particulièrement des mammifères, les quelques nouvelles découvertes faites dans les gisements des Ouled Abdoun apportent une information qualitative considérable sur les premiers placentaires d'Afrique. Sept espèces de mammifères appartenant à au moins 4 ordres – Créodontes, « Condylarthres », Hyracoïdes, Proboscidiens (2 ou 3 espèces) – sont reconnues jusqu'ici, ce qui correspond à une diversité déjà non négligeable. Ce sont toutes des espèces inconnues jusqu'ici hors des Ouled Abdoun, même si certaines (créodontes et hyracoïdes) rappellent des taxons du bassin d'Ouarzazate. Plusieurs d'entre elles sont déjà décrites (*Abdounodus hamdii*, *Ocepeia daouiensis*, *Phosphatherium escuilliei*, *Daouitherium rebouli*) [Gheerbrant *et al.*, 1996, 1998, 2001, 2002]. Deux autres espèces mal connues sont rapportées ici. L'une représente un nouvel hyracoïde primitif proche de *Seggeurius* et d'une nouvelle forme de N'Tagourt 2, avec laquelle elle est le plus ancien représentant de cet ordre endémique. L'autre témoigne de possibles affinités condylarthres ou peut-être ongulées. Les proboscidiens des Ouled Abdoun, qui sont les plus anciens décrits, montrent une diversité inattendue [Gheerbrant *et al.*, 2002].

Par ailleurs, la datation précise des niveaux à mammifères des Ouled Abdoun, sur la base des faunes de sélaciens

associées, ouvre d'intéressantes perspectives pour les corrélations biostratigraphiques, d'une part avec les gisements contemporains du bassin d'Ouarzazate [Gheerbrant *et al.*, 1993], d'autre part avec les sites continentaux encore mal datés d'Afrique du Nord : Chambi, El Kohol, Gour Lazib, Glib Zegdou. Les précisions attendues à cet égard devraient permettre de mieux comprendre l'évolution – encore quasi-inconnue – des faunes africaines de mammifères à la limite Paléocène-Eocène.

*Remerciements.* – Ce travail a bénéficié de l'aide et de la collaboration de l'Office Chérifien des Phosphates (OCP) et du Ministère de l'Énergie et des Mines (Direction de la Géologie) dans le cadre d'une convention tripartite CNRS-OCP-DG. Nous remercions également M. Hamdi, M. Ouhmiz, L. Chahir, S. Abouddrar, M. Harrat, A. Mazzi, O. Selloum, M. Hani, M. Hammoudi et toute l'équipe du centre géologique OCP de Khouribga pour leur aide logistique précieuse. Le travail de prospection et de fouilles a bénéficié de l'aide de S. Xerri et de plusieurs villageois des Ouled Bou Ali. J.-M. Pacaud (MNHN) a également participé aux prospections et aux fouilles. Les photographies (m.e.b.) sont dues à Mme C. Chancogne-Weber (CNRS, MNHN). Le dessin (figure 8) est dû à L. Meslin (Université de Montpellier II). Nous remercions F. Escuillie pour le don des spécimens PM5 et PM6 au Muséum. Les missions ont été soutenues financièrement par le CNRS (UMR 8569, UMR 5554, Accord de Coopération CNRS-CNCPRST, crédits INSU). Contribution ISEM n° 2002-071.

## Références

- ANDREWS C.W. (1916). – Note on the sternum of a large carinate bird from the (?) Eocene of southern Nigeria. – *Proc. Zool. Soc. London*, 519-524.
- ARAMBOURG C. (1952). – Les vertébrés fossiles des gisements de phosphates (Maroc-Algérie-Tunisie). – *N. Mém. Serv. Géol. Maroc (Rabat)*, **92**, 1-372.
- ARAMBOURG C. (1954). – Sur la présence d'un Ptérosaure gigantesque dans les phosphates de Jordanie. – *C. R. Acad. Sci. Paris*, **238**, 133-134.
- AZMANY-FARKHANY M. & SALVAN H.M. (1986). – Gisements des Ouled Abdoun. In : Géologie des gites minéraux marocains. Tome 3 : Phosphates. – *N. Mém. Serv. Géol. Maroc*, **276**, 200-247.
- BEARD C.K. & DAWSON M.R. (2001). – Early Wasatchian mammals from the Gulf coastal plain of Mississippi : Biostratigraphic and paleobiogeographic implications. In : G.F. GUNNELL Ed., Eocene biodiversity : unusual occurrences and rarely sampled habitats. – Kluwer Academic/Plenum Publishers, New York, 75-94.
- BERGOUNIOUX F.M. (1952). – Chéloniens fossiles des phosphates de Gafsa. – *N. Mém. Serv. Géol. Maroc (Rabat)*, **92**, 377-369.
- BERGOUNIOUX F.M. (1956). – Les reptiles fossiles des dépôts phosphatés sud tunisiens. – *Ann. Mines. géol. Tunis.*, 105 p.
- BOUREAU E. (1951). – Etude paléozoologique de l'Afrique du Nord (III) : *Pterocarpoxylyon arambourgi* n. sp., bois silicifié de *Leguminosae* – *Papilionae* découvert dans les phosphates yprésiens de Khouribga (Maroc). – *Bull. Mus. Hist. Nat. Paris*, (2), **23**, 5, 552-557.
- BRIVES A. (1908). – Sur le Sénonien et l'Eocène de la bordure nord de l'Atlas marocain. – *C. R. Acad. Sci. Paris*, **196**, 873-875.
- CAPPETTA H. (1981). – Additions à la faune de sélaciens fossiles du Maroc. 1 : Sur la présence des genres *Heptranchias*, *Alopias* et *Odonatorhytis* dans l'Yprésien des Ouled Abdoun. – *Geobios*, **14** (5), 563-575.
- CAPPETTA H. (1983). – Additions à la faune de sélaciens fossiles du Maroc. 2 : Révision de *Raja praealba* ARAMBOURG, 1952, espèce de l'Yprésien des Ouled Abdoun. – *Tertiary Res.*, **5** (1), 1-8.
- CAPPETTA H. (1984). – Découverte du genre *Gymnura* (Batomorphii, Myliobatiformes) dans le Thanétien des Ouled Abdoun, Maroc. Observations sur la denture de quelques espèces actuelles. – *Geobios*, **17** (5), 631-635.
- CAPPETTA H. (1985). – Sur une nouvelle espèce de *Burnhamia* (Batomorphii, Mobulidae) dans l'Yprésien des Ouled Abdoun, Maroc. – *Tertiary Res.*, **7** (1), 27-33.
- CAPPETTA H. (1986a). – Myliobatidae nouveaux (Neoselachii, Batomorphii) de l'Yprésien des Ouled Abdoun, MAROC. – *Geol. Palaeontol.*, **20**, 185-207, 9 fig., 4 pl.
- CAPPETTA H. (1986b). – Sur un nouveau genre de sélacien (Batomorphii, Myliobatiformes) de l'Yprésien des Ouled Abdoun, Maroc. – *Geobios*, **19** (5), 635-640.
- CAPPETTA H. (1987). – Extinctions et renouvellements fauniques chez les sélaciens post-jurassiques. – *Mém. Soc. géol. Fr.*, N.S., **150**, 113-131.
- CAPPETTA H. (1988). – Les Torpéidiniformes (Neoselachii, Batomorphii) des phosphates du Maroc. Observations sur la denture des genres actuels. – *Tertiary Res.*, **10** (1), 21-52.
- CAPPETTA H. (1989). – Sélaciens nouveaux ou peu connus du Crétacé supérieur du Maroc. – *Mesozoic Res.*, **2** (1), 11-23.
- CAPPETTA H. (1992). – Nouveaux Rhinobatoidei (Neoselachii, Rajiformes) à denture spécialisée du Maastrichtien du Maroc. Remarques sur l'évolution dentaire des Rajiformes et des Myliobatiformes. – *N. Jb. Geol. Paläont. Abh.*, **187** (1), 31-52.
- CAPPETTA H. (1993). – Sélaciens nouveaux (Chondrichthyes, Neoselachii) du Paléocène supérieur de la région d'Ouarzazate. Maroc. – *Paläont. Z.*, **67**, 109-122.
- COURT N. & HARTENBERGER J.-L. (1992). – A new species of the hyracoid mammal *Titanohyrax* from the Eocene of Tunisia. – *Palaeontology*, **34**, 309-317.
- COURT N. & MAHBOUBI M. (1993). – Reassessment of lower Eocene *Seggeurius amourensis* : aspect of primitive dental morphology in the mammalian order Hyracoidea. – *J. Paleont.*, **67**, 889-893.
- ERICSON P.G.P. (2000). – Systematic revision, skeletal anatomy, and paleoecology of the new world early Tertiary Presbyornithidae (Aves : Anseriformes). – *PaleoBios*, **20**, 2, 1-23.
- GAUTHIER H. (1960). – Contribution à l'étude géologique des formations post-liasiques des bassins du Dades et du Haut Todra (Maroc méridional). – *N. Mém. Serv. Géol. Maroc*, **119**, 1-212.

- GHARBI A. (1998). – Les phosphates marocains. – *Chron. Rech. Min.*, 531-532, 127-138.
- GHEERBRANT E. (1995). – Les mammifères paléocènes du bassin d'Ouarzazate (Maroc). III. Adapisoriculidae et autres mammifères (Carnivora, ?Creodonta, Condylarthra, ?Ungulata et *incertae sedis*). – *Palaeontographica*, Abt A, **237**, 1-4, 39-132.
- GHEERBRANT E., CAPPETTA H., FEIST M., JAEGER J.-J., SUDRE J., VIANEY-LIAUD M. & SIGE B. (1993). – La succession des faunes de vertébrés d'âge paléocène supérieur et éocène inférieur dans le bassin d'Ouarzazate. Portée biostratigraphique et paléogéographique. – *Newsl. Strati.*, **28**, 33-58.
- GHEERBRANT E., SUDRE J. & CAPPETTA H. (1996). – A Palaeocene proboscidean from Morocco. – *Nature*, **383**, 68-71.
- GHEERBRANT E., SUDRE J., CAPPETTA H. & BIGNOT G. (1998). – *Phosphatherium escuilliei* du Thanétien du bassin des Ouled Abdoun (Maroc), plus ancien proboscidean (Mammalia) d'Afrique. – *Geobios*, **30**, 2, 247-269.
- GHEERBRANT E., SUDRE J., CAPPETTA H., IAROCHE M., AMAGHZAZ M. & BOUYA B. (2002). – A new large mammal from the Ypresian of Morocco : Evidence of surprising diversity of early proboscideans. – *Act. Palaeont. Pol.*, **47**, 493-506.
- GHEERBRANT E., SUDRE J., CAPPETTA H., IAROCHE M. & MOUMNI A. (2001). – First ascertained African « condylarth » mammals (primitive ungulates : cf. Bulbulodontata and cf. Phenacodonta) from the earliest Ypresian of the Ouled Abdoun Basin, Morocco. – *J. Vert. Pal.* **21**, 1, 107-117.
- HARRISON C.J.O. & WALKER C.A. (1976). – A review of the bony-toothed birds (Odontopterygiformes) : with description of some new species. – *Tertiary Res. Spec. Paper*, **2**, 1-62.
- HERBIG H.-G. (1991). – Das marine Paläogen am Südrand des Zentralen Hohen Atlas und im Mittleren Atlas Marokkos. Stratigraphie, Fazies, Paläogeographie und Paleotektonik. – *Berliner Geowiss. Abh.*, A, **135**, 1-289.
- HERBIG H.-G. & GREGOR H.J. (1990). – The mangrove-forming palm *Nypa* from the early Paleogene of southern Morocco. Paleoenvironment and paleoclimate. – *Géol. Méd.*, **17**, 2, 123-137.
- IBRAHIM T. (2000). – Etude de la diagenèse de sédiments phosphatés du Maroc contenant des ossements de vertébrés. – Mémoire de DEA de l'Université Paris, 1999-2000, Direction A. Person & E. Gheerbrant, 41 p. + annexes.
- LUCAS J. & PREVOT-LUCAS L. (1995). – Tethyan phosphates and bioproducts. In : A.E. NAIRN *et al.* Eds, The ocean basins and margins, vol. 8 : The Tethys Ocean. – Plenum Press, 367-391.
- MAHBOUBI M., AMEUR R., CROCHET J.-Y. & JAEGER J.-J. (1986). – El Kohol (Saharian Atlas, Algeria) : A new Eocene mammal locality in northwestern Africa. – *Palaeontographica*, Abt. A, **192**, 15-49.
- MARTILL D. M., FREY E. & SADAQAH R.M. (1996). – The first dinosaur from the Hachemite Kingdom of Jordan. – *N. Jb. Geol. Paläont. Mh.*, **3**, 147-154.
- NOUBHANI A. & CAPPETTA H. (1994). – Revision des Rhombodontidae (Neoselachii, Batomorphii) des bassins à phosphate du Maroc. – *Palaeovertebrata*, **23**, 1-4, 1-49.
- NOUBHANI A. & CAPPETTA H. (1997). – Les Orectolobiformes, Carcharhini-formes et Myliobatiformes (Elasmobranchii, Neoselachii) des bassins à phosphate du Maroc (Maastrichtien-Lutétien basal). Systématique, biostratigraphie, évolution et dynamique des faunes. – *Palaeo Ichthyologica*, **8**, 1-327.
- OCP (1989). – The phosphate basins of Morocco. In : A.J.G. NOTHOLT *et al.* (eds), Phosphates deposits of the World. Vol. 2 Phosphates Roc Resources. – Cambridge University Press, 301-311.
- OLLIVIER-PIERRE M.-F. (1982). – La microflore du Paléocène et de l'Eocène des séries phosphatées des Gantour (Maroc). – *Sci. Géol. Bull.*, **35**, 3, 117-127.
- PEREDA SUBERBIOLA X., BARDET N., JOUVE S., IAROCHE S.M. & OCP (2001). – The first pterosaur remains from the latest Cretaceous phosphates of Morocco. – *Two hundred years of pterosaurs*, Toulouse, 5-8 septembre. – *Strata*, **1** (11), 78-79.
- PEREDA SUBERBIOLA X., BARDET N., JOUVE S., IAROCHE M., BOUYA B. & AMAGHZAZ M. (2003). – A new azhdarchid pterosaur from the late Cretaceous of Morocco. – *J. Geol. Soc. London* (sous presse).
- RASMUSSEN D.T., OLSON D.T. & SIMONS E.L. (1987). – Fossil birds from the Oligocene Jebel Qatrani Formation, Fayum Province, Egypt. – *Smiths. Contrib. Paleobiol.*, **62**, 1-20.
- RUSSO P. & RUSSO L. (1934). – Le grand accident sud-atlasien. – *Bull. Soc. géol. Fr.*, **5**, 4, 375-384.
- SALVAN H.M. (1954). – Les invertébrés fossiles des phosphates marocains. – *N. Mém. Serv. Géol. Maroc (Rabat)*, **93**, 1-258.
- SALVAN H.M. (1986). – Géologie des gites minéraux marocains. Tome 3 : Phosphates. – *N. Mém. Serv. Géol. Maroc (Rabat)*, **276**, 1-392.
- SONCINI M.J. (1990). – Palynologie des phosphates des Ouled Abdoun, Maroc. – Thèse es Sciences, Université de Strasbourg. 243 p.
- STEURBAUT E. (1998). – High-resolution holostratigraphy of Middle Paleocene to early Eocene strata in Belgium and adjacent areas. – *Palaeontographica*, Abt A, **247**, 91-156.
- SUDRE J. (1979). – Nouveaux mammifères éocènes du Sahara occidental. – *Palaeovertebrata*, **9**, 83-115.
- TABUCE R., COIFFAIT B., COIFFAIT P. E., MAHBOUBI M. & JAEGER J.-J. (2001). – A new genus of Macroscelidea (Mammalia) from the Eocene of Algeria : A possible origin for elephant-shrews. – *J. Vert. Pal.*, **21**, 535-546.
- TABUCE R., MAHBOUBI M. & SUDRE J. (2002). – Reassessment of the Algerian Eocene Hyracoid *Microhyrax*. Consequences on the early diversity and basal phylogeny of the order Hyracoidea (Mammalia). – *Eclogae geol. Helv.* **94**, 537-545.
- UNWIN D.M. (1993). – Aves. In : M.J. BENTON (ed), The Fossil Record 2. – Chapman and Hall, London, 717-737.
- TRAPPE J. (1991). – Stratigraphy, facies distribution and paleogeography of the marine Paleogene from the western High Atlas, Morocco. – *N. Jb. Geol. Paläont. Mh.*, **180**, 3, 279-321.
- WERNER C. & BARDET N. (1996). – New record of elasmosaurs (Reptilia, Plesiosauria) in the Maastrichtian of the western desert of Egypt. – *Berliner geowiss. Abh.*, **18**, 335-341.



