

CIÊNCIAS DA TERRA

4



CIÊNCIAS DA TERRA

4



UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA FACULDADE DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA

CIÊNCIAS DA TERRA

4

FACULDADE DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA

TÍTULO

CIÊNCIAS DA TERRA 4

Dezembro de 1978

COMISSÃO DE REDACÇÃO

Miguel Telles ANTUNES

Rogério Bordalo da ROCHA

Manuel Sarmento BRAVO

João Cardoso PAIS

EDIÇÃO

Tiragem • 1000 exemplares

© UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA

Faculdade de Ciências e Tecnologia

COMPOSIÇÃO, IMPRESSÃO E DISTRIBUIÇÃO

SERVIÇOS GRÁFICOS

DA UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA

Av. Miguel Bombarda, 20-1.º • 1000 Lisboa • Portugal

Tel. 76 75 82

SUMÁRIO

	Págs.
APRESENTAÇÃO, por Miguel Telles Antunes	7
NOTES SUR LA GÉOLOGIE ET LA PALÉONTOLOGIE DU MIOCÈNE DE LISBONNE	9
XX — LES PLUS ANCIENS MASTODONTES TETRALOPHODONTES (LANGHIEN INFÉRIEUR V-b), ÉVOLUTION ET REMARQUES SUR LA TETRALOPHODONTIE, por M. T. Antunes e Ana V. Mazo	9
XXI — PRIMEIRA CARACTERIZAÇÃO DE DINOFLAGELADOS DOS NÍVEIS MAIS BAIXOS DA SÉRIE MIOCÉNICA DE LISBOA, por J. Pais	31
XXII — UNE ESPÈCE NOUVELLE, <i>POKORNYELLA LUSITANICA</i> (OSTRACODA), DANS LE MIOCÈNE INFÉRIEUR DU BASSIN DU TAGE, por A. Nascimento	47
FAUNES ICHTHYOLOGIQUES DU NEOGÈNE SUPÉRIEUR D'ANGOLA, LEUR ÂGE, REMARQUES SUR LE PLIOCÈNE MARIN EN AFRIQUE AUSTRALE, por M. T. Antunes	59
CONTRIBUTIONS À LA PALÉONTOLOGIE DU MIOCÈNE MOYEN CONTINENTAL DU BASSIN DU TAGE.	91
IV — CHAROPHYTES — PÓVOA DE SANTARÉM, PERO FILHO E TREMÊS, por I. Soulié-Märsche	91
V — LES VÉGÉTAUX DE PÓVOA DE SANTARÉM (NOTE PRÉLIMINAIRE), por J. Pais	103
NOTAS SOBRE DEPÓSITOS DE TAVEIRO. ESTRATIGRAFIA, PALEONTOLOGIA, IDADE, PALEOECOLOGIA, por M. T. Antunes e J. Pais	109
LES <i>HIPPARION</i> DU PORTUGAL, por M. ^a T. ^a Alberdi, M. T. Antunes, P. Y. Sondaar e G. Zbyszewski	129
CONTRIBUTION À L'ÉTUDE DU NANNOPLANKTON DU LEG. 12, SITES 118-119 (OCEAN ATLANTIQUE), por B. Fonseca	157
SOBRE A OCORRÊNCIA DE COPIAPITE NA ORLA MESO-CENOZÓICA OCIDENTAL DE PORTUGAL, por A. F. Soares e M. M. Godinho	179

APRESENTAÇÃO

O 4.º volume de «Ciências da Terra» documenta, além de outras, actividades de investigação do Centro de Estratigrafia e Paleobiologia da Universidade Nova de Lisboa (CEPUNL), bem como do Departamento de Geologia e Geotecnia da Faculdade de Ciências e Tecnologia da mesma Universidade.

A temática prevalecente na série «Ciências da Terra» diz respeito, no essencial, à Geologia Estratigráfica e à Paleobiologia. De facto, vai ao encontro da necessidade de incremento e actualização daquele sector fundamental das Geociências. «Ciências da Terra» tem, por isso e não só, largo espaço de inserção na literatura geológica portuguesa. Cremos, mesmo, que as revistas geológicas do País (ao menos com as características actuais) serão insuficientes se a produção do trabalho de investigação melhorar em quantidade e qualidade.

A actualização impõe, nomeadamente, coordenação, abordagem multidisciplinar dos problemas, cooperação e intercâmbio. Assim o temos praticado, na medida das possibilidades, ainda que demasiado limitadas por factores, uns de conjuntura geral, outros talvez passíveis de correcção: distorção da própria orçamentação (pois as Geociências figuram amiúde como parente pobre, em contraste com a opulência relativa de outros domínios das Ciências Exactas aos quais são alocadas verbas noutra escala de grandeza); burocracia ineficaz de instituições às quais compete promover a investigação; às vezes, visão limitada, incompreensão, etc.

Ainda assim, algo tem sido conseguido, sobretudo graças a meios da UNL, do CEPUNL (financiado pelo INIC), e do Service Culturel et de Coopération Technique da Embaixada de França. Registe-se, também, a colaboração de outras entidades: Serviços Geológicos de Portugal, Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra, Instituto Lucas Mallada de Investigaciones Geologicas (CSIC) de Madrid, Rijksuniversiteit Utrecht (Holanda), Lamont-Doherty Geological Observatory da Columbia University (Estados Unidos), Universidades de Bordeaux I, de Lyon e Montpellier, bem como o Laboratoire de Géologie do BRGM, Orléans (França).

Dois dos artigos ora apresentados continuam o estudo multidisciplinar de jazidas miocénicas do Ribatejo. Após publicação de notas sobre moluscos, peixes, e outros vertebrados (Ciências da Terra, 3) aparecem agora as concernentes a carófitas (I. Soulié) e outros vegetais (J. Pais). Aquela, é a primeira sobre carófitas do Terciário português, e dá contributo apreciável para o conhecimento do grupo na Europa. A informação resultante do conjunto é muito mais rica do que o somatório das partes isoladamente.

Outros artigos apresentam novidades assinaláveis. Num, é caracterizado (J. Pais) um grupo até aqui desconhecido em formações portuguesas, os dinoflagelados. A ocorrência foi detectada em consequência de pesquisas palinológicas no Miocénico inferior de Lisboa, donde provém igualmente uma espécie nova de ostracodo, descrita por A. Nascimento; é o primeiro resultado de investigações neste domínio. Outros resultados esperados são importantes a nível europeu, por virem preencher lacuna notória no conhecimento dos ostracodos, e permitir comparações entre os domínios atlântico e paleomediterrâneo. Por outro lado, a nota consagrada a cocolitoforídeos (B. Fonseca), provenientes de sondagens do «Glomar Challenger» em pleno Atlântico, realça, como as precedentes, a importância crescente da Micropaleontologia. Enfim, é registada, pela primeira vez em Portugal, a presença de copiapite, mineral que tem sido confundido com enxofre (Soares e Godinho).

O artigo sobre Taveiro (Antunes e Pais) tem carácter preliminar. O interesse da jazida, por constituir referência cronológica e base de correlação, pela importância da flora e dos vertebrados (única ocorrência significativa de mamíferos no Cretácico terminal europeu), e por apoiar a cartografia justificam a publicação desde já.

A memória sobre os Hipparion (Alberdi, Antunes, Sondaar e Zbyszewski) era aguardada há muito. Apesar de se tratar de um grupo essencial do ponto de vista cronostratigráfico, a dificuldade que apresenta explica que só agora tenha sido possível, graças à colaboração de Maria Teresa Alberdi e P. Y. Sondaar, descrever e interpretar material

colhido, quase todo, há mais de meio século. Os resultados implicam revisão da cronologia do Neogénico da bacia do Tejo, facto que acentuou a necessidade do ensaio de síntese incluído na publicação.

A nota (M. T. Antunes e A. Mazo) sobre mastodontes tetralofodontes estuda uma etapa crítica da evolução daqueles Proboscídeos, que se verificou mais cedo do que se pensava.

O texto sobre faunas ictiológicas pliocénicas de Angola (M. T. Antunes) é pequena parte do que há por fazer quanto a peixes meso-cenozoicos no seguimento da obra monumental de E. Darteville e E. Casier (1943-1959). Esperamos que notas subsequentes venham a ser publicadas, com a colaboração de H. C. Cappetta (Universidade de Montpellier).

Do ponto de vista da elaboração, o volume foi possível pelo trabalho intenso de membros da UNL e do CEPUNL, nomeadamente de R. Rocha e J. Pais. Revisão de provas foi assegurada por aqueles docentes, bem como por M. T. Antunes, também autor, com M. S. Bravo, dos textos em inglês. A composição e impressão é dos Serviços Gráficos da UNL, sob a direcção de Pedro Folgado.

A publicação, editada pela UNL segundo decisão do seu Conselho Editorial, após proposta da Comissão Instaladora da F. C. T., foi custeada juntamente pela Faculdade e pelo INIC (38 %).

A todas as pessoas e entidades que connosco colaboraram, o testemunho do nosso apreço.

Miguel Telles Antunes

Ciências da Terra (UNL)	Lisboa	N.º 4	pp. 9-30 4 pls.	1978
-------------------------	--------	-------	--------------------	------

NOTES SUR LA GÉOLOGIE ET LA PALÉONTOLOGIE DU MIOCÈNE DE LISBONNE

XX

**LES PLUS ANCIENS MASTODONTES TETRALOPHODONTES
(LANGHIEN INFÉRIEUR Vb), ÉVOLUTION ET REMARQUES
SUR LA TETRALOPHODONTIE ***

M. T. ANTUNES **

Ana V. MAZO ***

* Linha de acção «Estudo geológico e paleontológico das bacias do Tejo e Sado», Centro de Estratigrafia e Paleobiologia da Universidade Nova de Lisboa (INIC).

** Faculdade de Ciências e Tecnologia, Departamento de Geologia e Geotecnia, Quinta do Cabço, 1899 Lisboa Codex.

*** Calle Lisboa n.º 4, Madrid 8, España.

RESUMO

Palavras-chave: Mastodontes tetralofodontes — Dentes — Langhiano inferior Vb — Evolução — Origem da tetralofodontia

Resumo: O estudo de dentes de mastodontes do Langhiano inferior de Lisboa permite concluir que:

1. O aparecimento de molares tetralofodontes, embora com tetralofodontia incipiente, verifica-se pelo menos desde o Langhiano inferior (base do Miocénico médio), portanto, muito anterior ao que antes se admitia (fim do Miocénico médio).
2. Estruturas tri- e tetralofodontes podem coexistir no mesmo indivíduo: tais casos não representam formas de transição mas, antes, um mosaico de caracteres justapostos (o que não exclui a existência de formas de transição noutros casos).
3. Por conseguinte, aquelas estruturas coexistiam no seio de uma população não separada, do ponto de vista genético, para além dos cruzamentos viáveis, logo, no âmbito da mesma espécie.
4. A génese do carácter tetralofodonte foi devida a mutação (ou mutações) sem ter sido ultrapassado o nível da espécie e, ainda menos, o nível do género.
5. Na época em causa, provavelmente pouco depois da aparição de mutantes tetra-, os animais com aqueles caracteres constituíam minoria significativa da população (17 %, considerando os D_4 ; 2 %, segundo os M_2).
6. Não havia então correlação directa nítida entre o número de colinas e as dimensões dos dentes, embora o aumento daquele número acompanhe o acréscimo de comprimento.
7. As dimensões (sobretudo o comprimento) dos dentes tetra- tendem a ultrapassar as dos dentes «normais» tri-, facto sobremaneira evidente nos D_4 , embora sem separação nítida: tendência semelhante, talvez menos acentuada, manifesta-se nos M_2 .
8. Em face das conclusões precedentes, não há motivo para distinguir táxones dentro a população de mastodontes estudada, com base na existência de 3 ou 4 colinas nos D_4 , M_1 e M_2 (carácter justificativo da separação do género *Tetralophodon*).
9. Pelo contrário, se fosse posta de parte qualquer classificação natural, no sentido biológico, e adoptada uma parataxonomia morfológica (e esta não é a nossa opinião) haveria que distinguir *Tetralophodon* sp. ao lado de *Gomphotherium angustidens*.

RÉSUMÉ

Mots-clés: Mastodontes tetralophodontes — Dents — Langhien inférieur Vb — Évolution — Origine de la tetralophodontie

Voir conclusions.

ABSTRACT

Key-words: Tetralophodont mastodonts — Teeth — Lower Langhian Vb — Evolution — Origin of tetralophodont structure

This study deals with mastodont teeth found near Lisbon in Lower Langhian (lower Middle Miocene) fluvial, feldspathic sands (Vb division).

Conclusions are as follows:

1. Tetralophodont molars (even if at a still primitive stage of the tetralophodont condition) do exist at least since lower Langhian times, and not only since late Middle Miocene as was previously known.
2. Tri- and tetralophodont structures may (and indeed do) coexist in the same individual: such examples do not correspond to transitional forms, but instead to a mosaic of juxtaposed characters (however this does not mean there are no transitional forms in other instances).
3. So these structures coexisted in a population not yet genetically separated beyond fertile cross-breeding, i.e. beyond species' level.
4. Origin of the tetralophodont molar was due to some mutation (s), but without crossing species' limits and even more genus' ones.
5. At this times probably soon after the first appearance of tetralophodont mutants, animals with such characters were a small but significant minority among the population (17 % if account is taken on D_4 's; only 2 % after M_2 's).
6. There was not then any direct and clear correlation between number of lophs (transversal crests) and tooth size, even if the increase of such number goes along with length's increase.
7. Dimensions (length in special) in tetralophodont teeth tend to exceed those in «normal» trilophodont teeth, this being particularly clear in D_4 , even if there is no clear distinction: the situation is quite the same, maybe less marked, with the M_2 .
8. According to the preceding conclusions there are no reasons to segregate different taxa among such mastodont population on the grounds of the presence in D_4 , M_1 and M_2 of 3 or 4 crests (this character being regarded as diagnostic of the genus *Tetralophodon*).
9. On the contrary, if any natural (in biological sense) classification is disregarded and a morphological parataxonomy is adopted there should be considered both *Gomphotherium angustidens* and *Tetralophodon* sp.: however this is absolutely not our opinion.

INTRODUCTION

Parmi les mastodontes, il y a des variations très considérables, signalées depuis longtemps surtout en ce qui concerne la morphologie des dents jugales. Ces variations ne peuvent être vraiment appréciées que si l'on dispose d'un matériel nombreux, et en provenance du même gisement ou à la limite de gisements dont le synchronisme peut être établi sans ambiguïté.

La richesse du matériel de la division Vb du Miocène lisbonnais (Langhien inférieur) s'accorde avec les conditions énoncées plus haut, elle permet donc une étude représentative d'une population bien repérée dans le temps et dans l'espace.

Cette étude en cours permettra de mieux caractériser les rapports objectifs entre les individus, et préciser, notamment grâce à des méthodes de taxonomie numérique, s'il y a ou non des groupements naturels auxquels on pourra attribuer une valeur systématique; elle fournira en outre une base sûre pour des comparaisons avec d'autres populations d'âge différent, permettant de ce fait de mieux entrevoir le processus évolutif.

À côté d'une telle problématique globale il y a cependant des aspects ponctuels à considérer, et qui peuvent jeter quelque lumière sur l'évolution des Proboscidiens miocènes.

Or l'on sait que le fil conducteur de l'évolution chez les Proboscidiens relie des formes de plus modeste taille, à formule dentaire moins incomplète, et à dents jugales plutôt petites et simples, à couronne basse, à d'autres, à taille bien plus grande et où les molaires possèdent des crêtes transversales (ou lophes) plus nombreuses et hautes. L'une des étapes les plus significatives fût franchie au Miocène (plutôt supérieur, croyait-on) lorsque les dents jugales intermédiaires (D_4 , M_1 , M_2) devinrent tetralophodontes. C'est à dire, ces dents ont alors acquis une 4^e colline transversale s'ajoutant aux trois qui avaient régné depuis l'Oligocène.

Cette constatation n'est pas une nouveauté, elle a été

mentionnée par Cuvier lorsqu'il a décrit le «Mastodonte à dents étroites» tandis que la structure tetralophodonte a été bien mise en évidence par Kaup en décrivant son «*Mastodon longirostris*». De toute évidence, la structure trilo-phodonte est la seule qui existerait en Eurasie et probablement aussi en Afrique au Miocène inférieur et, au moins, à la première partie du Miocène moyen; par contre, vers la fin de cette période un événement remarquable est la présence de mastodontes tetralophodontes, coexistant d'ailleurs (selon les auteurs) avec des formes moins évoluées à trois lophes.

En fait, l'apparition de la molaire intermédiaire à 4 lophes (4^{ème} lophe rudimentaire mais suffisamment caractérisé) est encore plus précoce. Elle existait déjà au début du Miocène moyen, comme nous (T. A.) l'avons reconnu, premièrement sur la base d'une deuxième molaire inférieure (associée à la M_1 dans un fragment de hemimandibule) des sables V-b, à Olival da Suzana, Charneca do Lumiar. Non seulement cette pièce attestait l'existence de tetralophodontie comme, s'agissant d'une forme vraisemblablement primitive et nettement plus ancienne que les autres connues précédemment, elle permettait d'entrevoir même le processus de transformation.

Ce thème de travail ayant été repris, l'autre de nous (A. M.) a reconnu, en cherchant parmi les collections des Serviços Geológicos de Portugal, d'autres dents présentant soit une structure tetralophodonte nette, soit une structure pouvant correspondre à des stades de passage vers la tetralophodontie.

Peut-être les rares individus portant un tel caractère étaient des mutants isolés génétiquement dans une population moins avancée à cet égard, mais ce n'est pas sûr; en tous cas on ne peut pas le démontrer.

N'importe, on peut reconnaître là comment ce changement fondamental a dû se produire.

Un autre fait intéressant à souligner est la coexistence sur un même individu (celui de Olival da Suzana) des deux structures en cause, car la M_1 demeure trilo-phodonte. Il est même tentant d'y voir un parallélisme avec des

populations miocènes où des individus à caractères tetralophodontes auraient pu coexister avec d'autres trilophodontes.

I — MATÉRIEL ET DESCRIPTION

La structure tetralophodonte a été reconnue chez neuf pièces dentaires recueillies dans le même horizon stratigraphique. Toutes proviennent des environs immédiats de Lisbonne.

1) HEMIMANDIBULE DROITE: Fragment avec alvéole de la P₄, M₁ peu usée, et germe de M₂.

GISEMENT: Olival da Suzana, Charneca do Lumiar, Lisboa.

STRATIGRAPHIE: Division V-b selon J. C. BERKELEY COTTER (1904); sables arkosiques fluviatiles, de la base de la div. V-b.

ÂGE: «Helvétien inférieur» ou «Helvétien moyen» d'après les auteurs; Langhien inférieur par corrélation directe avec les assises marines où les sables en cause sont intercalés, soit N9 de Blow (foraminifères planctoniques), ou NN5 de Martini (nannoplancton calcaire); MN5 de Mein (mammifères).

COLLECTION: M. T. Antunes, Centro de Estratigrafia e Paleobiologia da Universidade Nova de Lisboa (Instituto Nacional de Investigação Científica).

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES: Aucune.

DESCRIPTION:

M₁: Trois collines; talonide à 2 tubercules avec quelques crênelures entr'eux; restes de crête recurrenente et cingulum mésio-labial; disposition oblique des 2 premiers lophides, angulaire sur le 3^{ème}; tubercules accessoires entre les éléments pretrites; petites saillies entre les éléments postrites; en arrière du talonide, aucune crênelure ni cingulum distal. Planche I, fig. 1a.

DIMENSIONS (mm):

Longueur totale (L) — 70,5.
Largeur au niveau de la 1^{ère} colline (l₁) — 39.
Largeur au niveau de la 2^{ème} colline (l₂) — 41,5.
Largeur au niveau de la 3^{ème} colline (l₃) — 44,2.

M₂: Longue et étroite; tendance serridentinoïde, 4 collines, la dernière moins élevée que les autres; dernière colline à disposition angulaire accentuée; talonide incipient à 3 crênelures distales entre l'ecto- et l'endoconelet de la dernière colline mais complètement indépendants de celle-ci; crête recurrenente forte; nombreux conules centraux entre les ectoconides, reliefs plus bas entre les endoconides. Planche I, figs. 1b et 1c.

DIMENSIONS:

L — 109,2.
l₁ — 52,6.
l₂ — 54,0.
l₃ — 56,6.
l₄ — 47,7.
l'₄ — 37,0 (largeur des tubercules principaux).

Nous n'avons observé parmi le matériel du V-b aucune autre M₂ à structure tetralophodonte aussi nette que chez la pièce de Olival da Suzana. Il y a toutefois un nombre très restreint de M₂ à talonide très développé en hauteur, à disposition angulaire des tubercules principaux accusée, et avec des crênelures distales postérieures totalement indépendantes de ces tubercules qui semblent correspondre à des stades de passage vers la tetralophodontie, par ex. la M₂ gauche (n.º 5) de Quinta da Raposa, Charneca do Lumiar [Coll. Serv. Geol. de Portugal, BERGOUNIOUX, ZBYSZEWSKI et CROUZEL, 1953, p. 49, pl. XXV, fig. 213] (voir pl. I, figs. 2a et 2b). La morphologie de la région distale de telles molaires est bien plus proche de celle d'une colline véritable que d'un talon. Comme l'usure ne permet plus de déterminer le nombre et la disposition originale des tubercules, nous rapportons ces pièces à la population trilophodonte, bien que nous les considérons comme représentant des stades de passage vers la structure tetralophodonte.

2) HEMIMANDIBULE DROITE: Fragment avec alvéole de D₂, D₃ très usée, D₄ usée à peine sur la 1^{ère} colline, et partie antérieure de M₁ (germe) dans son alvéole (sans numéro).

GISEMENT: Quinta da Farinheira, Chelas, Lisboa.

STRATIGRAPHIE, ÂGE: Div. V-b, Langhien inférieur.

COLLECTION: Serviços Geológicos de Portugal.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES: Aucune.

DESCRIPTION: D₄ à 4 collines; usure très faible jusqu'à la 2^{ème} colline seulement; division principale binaire; tendance serridentinoïde; crête recurrenente très développée; un fort cingulum mésio-labial; conules centraux entre les éléments pretrites, et quelques-uns de plus petite taille entre les éléments postrites; talonide développé, complètement indépendant du 4^{ème} lophide, à 5 crênelures de taille décroissante dans le sens lingual. Planche II, figs. 3a et 3b.

DIMENSIONS:

L — 70,0.
l₁ — 29,8.
l₂ — 34,5.

l_3 — 39,0.

l_4 — 27,0.

l'_4 — 24,2.

3) D₄ GAUCHE (n.º 5).

GISEMENT: Casal das Chitas, Charneca do Lumiar, Lisboa.

STRATIGRAPHIE, ÂGE: Div. V-b, Langhien inf.

COLLECTION: Serviços Geológicos de Portugal.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES: BERGOUNIOUX, ZBYSZEWSKI et CROUZEL, 1953, p. 47, pl. I, fig. 17.

DESCRIPTION: Dent à 4 collines (la 4^{ème} bien plus basse que les autres), les premières ayant été entamées par l'usure; disposition oblique chez les 2 collines antérieures, disposition angulaire modérée chez la 3^{ème} et la 4^{ème}; conules centraux entre les ectoconides et nombreuses saillies entre les endoconides; talonide bituberculé; crênelures du cingulum disto-labial. Planche II, figs. 4a et 4b.

DIMENSIONS:

L — 64,4.

l_1 — 29,5.

l_2 — 33,7.

l_3 — 36,3.

l_4 — 29,3.

l'_4 — 18,3.

4) D₄ DROITE (n.º 13).

GISEMENT: Quinta da Farinheira, Chelas, Lisboa.

STRATIGRAPHIE, ÂGE: Div. V-b, Langhien inf.

COLLECTION: Serviços Geológicos de Portugal.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES: BERGOUNIOUX, ZBYSZEWSKI et CROUZEL, 1953, p. 46, pl. I, fig. 7.

DESCRIPTION: 4 collines, les 2 premières moyennement usées, usure légère sur la 3^{ème}; crête recurrenente très usée; cingulum labial crênelé et assez fort; conules centraux entre les ectoconides et saillies moins accentuées entre les endoconides; talonide bituberculé bien développé et entouré par des crênelures du cingulum distal. Planche II, figs. 5a et 5b. La structure tetralophodonte, tout en étant primitive, est indiscutable, comme sur la D₄ de l'hémimandibule déjà décrite 2).

DIMENSIONS:

L — 61,5.

l_1 — 28,4.

l_2 — 31,5.

l_3 — 34,0.

l_4 — 27,5.

l'_4 — 18,0.

5) HEMIMANDIBULE DROITE: Fragment avec D₃ très usée et érodée, et D₄ bien conservée (sans numéro).

GISEMENT: Quinta da Farinheira, Chelas, Lisboa.

STRATIGRAPHIE, ÂGE: Div. V-b, Langhien inf.

COLLECTION: Serviços Geológicos de Portugal.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES: Aucune.

DESCRIPTION: 4 lophides (le dernier étant peu développé), dont les 3 premiers usés; crête recurrenente; cingulum labial; conules centraux entre les éléments pretrites; arêtes crênelées entre les éléments postrites; disposition oblique sur les premiers lophides, et angulaire sur les 2 autres (plus accentuée sur la dernière); talonide rudimentaire constitué par 4 crênelures décroissantes en sens lingual. Planche III, figs. 6a et 6b.

DIMENSIONS:

L — 64,5.

l_1 — 28,2.

l_2 — 31,6.

l_3 — 34,2.

l_4 — 29,0.

l'_4 — 17,8.

6) HEMIMANDIBULE DROITE: Fragment avec les racines de D₃ et D₄ complète (n.º 12).

GISEMENT: Quinta da Farinheira, Chelas, Lisboa.

STRATIGRAPHIE, ÂGE: Div. V-b, Langhien inf.

COLLECTION: Serviços Geológicos de Portugal.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES: BERGOUNIOUX, ZBYSZEWSKI et CROUZEL, 1953, p. 61.

DESCRIPTION: 4 collines à division principale binaire; les 3 premières avec usure modérée; 4^{ème} colline peu développée par rapport aux autres; traces de crête recurrenente, et cingulum labial développé; conules centraux entre les éléments pretrites, et quelques saillies entre les postrites; disposition angulaire modérée sur les 2 derniers lophides; rudiment de talonide avec 3 crênelures. Planche III, figs. 7a et 7b.

DIMENSIONS:

L — 74,0.
l₁ — 35,7.
l₂ — 41,0.
l₃ — 42,4.
l₄ — 31,0.
l'₄ — 20,4.

7) FRAGMENT DE HEMIMANDIBULE DROITE avec D₄ bien conservée (n.º 23).

GISEMENT: Quinta da Farinheira, Chelas, Lisboa.

STRATIGRAPHIE, ÂGE: Div. V-b, Langhien inf.

COLLECTION: Serviços Geológicos de Portugal.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES: BERGOUNIOUX, ZBYSZEWSKI et CROUZEL, 1953, p. 89, pl. XI, fig. 118 et pl. XLIV, fig. 392.

DESCRIPTION: 3 collines bien développées et une 4^{ème} rudimentaire, usure modérée sur les 2 premières, à division principale binaire; crête recurrenente et cingulum labial; disposition angulaire sur la 3^{ème} colline mais non sur la 4^{ème}; celle-ci a 4 tubercules de taille semblable mais moins hauts que ceux des autres collines; rudiment de talonide constitué par 3 crênelures beaucoup plus hautes que celles du cingulum. Planche IV, figs. 8a et 8b.

DIMENSIONS:

L — 65,2.
l₁ — 30,3.
l₂ — 34,6.
l₃ — 37,3.
l₄ — 28,6.
l'₄ — 18,6.

8) HEMIMANDIBULE DROITE avec D₃ usée et D₄ presque sans usure (sans numéro).

GISEMENT: Quinta da Farinheira, Chelas, Lisboa.

STRATIGRAPHIE, ÂGE: Div. V-b, Langhien inf.

COLLECTION: M. T. Antunes.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES: Aucune.

DESCRIPTION: D₄ à 4 collines avec disposition principale binaire (la dernière étant peu développée); tendance serridentinoïde; crête recurrenente forte; cingulum mesio-labial; disposition angulaire accusée sur le 3^{ème} lophide, toutefois le 4^{ème} est presque transversal par rapport à l'axe principal; talonide incipient avec 3 petites crênelures. Planche IV, figs. 9a et 9b.

DIMENSIONS:

L — 70,0.
l₁ — 32,2.
l₂ — 37,3.
l₃ — 39,3.
l₄ — 29,7.
l'₄ — 19,3.

9) D₄ DROITE.

GISEMENT: Quinta da Flamengo, Chelas, Lisboa.

STRATIGRAPHIE, ÂGE: Div. V-b, Langhien inf.

COLLECTION: M. T. Antunes.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES: Aucune.

DESCRIPTION: 4 collines, les 3 premières à division binaire, et la 4^{ème} à ectoconide binaire et endoconide ternaire, usure sur la 1^{ère} colline seulement; crête recurrenente et cingulum labial forts; conules centraux entre les éléments pretrites, et reliefs moins nombreux entre les posttrites; 4^{ème} lophide à disposition angulaire; rudiment de talonide formé par de petites crênelures mal dégagées les unes des autres. Planche IV, figs. 10a et 10b.

DIMENSIONS:

L — 71,1.
l₁ — 31,0.
l₂ — 35,2.
l₃ — 39,3.
l₄ — 32,2.
l'₄ — 20,6.

II — ORIGINE DE LA TETRALOPHODONTIE

Le passage de la structure trilophodonte à tetralophodonte a été abordé par plusieurs auteurs [cf. notamment SCHLESINGER (1917, 1922), KLÄHN (1922), LEHMANN (1950), MOTTI (1969) et TOBIEN (1973, 1976)] car on a décrit assez souvent des molaires de *Gomphotherium* possédant des caractères morphologiques «progressifs» vers *Tetralophodon*. Même si dans la bibliographie sont mentionnées quelques D₄, M₁¹ et M₂² en de telles conditions, pour la plupart il s'agit de M₃, en général de forte taille, pour lesquelles ont été créés des noms tels que *Mastodon angustidens* var. *austro-germanica* (WEGNER, 1908, 1913), *M. steinheimensis* (KLÄHN, 1922), *Trilophodon angustidens* var. *gaillardi* (OSBORN, 1929), et *T. angustidens* var. *major* (BERGOUNIOUX et CROUZEL, 1955).

Jusqu'à maintenant on admettait que ce passage se serait vérifié dès la dernière partie du Miocène moyen. Dans

l'Europe centrale (Autriche, par exemple) *Tetralophodon longirostris* apparaît à la limite Sarmatien supérieur/Pannonien inférieur (cf. MOTTTL, 1970); tandis qu'en Espagne et en France cette espèce est connue déjà dans le «Vindobonien» supérieur [voir BERGOUNIOUX et CROUZEL (1958), MAZO (1977), CROUZEL (1956), GINSBURG (1974), et TASSY (1977)]. Toutefois les pièces étudiées ici témoignent de la présence de molaires tetralophodontes (même si le 4^{ème} lophide reste rudimentaire), avec une fréquence plus grande que tout ce qu'on aurait pu prévoir, bien avant, durant le Langhien inférieur («Vindobonien» inférieur).

Nous ignorons si un tel type de structure a-t-il existé au Burdigalien moyen et supérieur, car le nombre de pièces comparables des divisions IV-b et V-a de Lisbonne est beaucoup plus réduit que celui de la division V-b: 1 D₄, 4 M₁ et 6 M₂. La D₄ et les M₁ sont nettement trilophodontes. D'autre part, 4 des M₂ sont très usées, ce qui empêche de savoir le nombre et la disposition originale des tubercules du talonide, tandis que les 2 autres ont des talonides assez hauts mais à tubercules disposés de façon irrégulière, ainsi ne peut-on les considérer comme un 4^{ème} lophide.

Voyons maintenant quels sont les caractères morphologiques et les dimensions des dents tetralophodontes de la division V-b.

Ainsi, toutes les D₄ présentent une nette tendance serriedentinoïde, aussi bien que division principale binaire [à l'exception de la dernière colline des exemplaires 7) et 11), où il y a division ternaire]. À l'exception de la dent 6), dont les deux dernières collines sont presque transversales par rapport à l'axe principal, toutes les autres présentent disposition angulaire plus ou moins accentuée.

Il n'y a pas non plus de morphologie d'un seul type pour le talonide, lequel est bituberculé en 5) et 6), comme une sorte de crête décroissante en 4) et 7), et formé de crênelures de hauteur semblable chez les autres. Ces phénomènes s'observent également dans les exemplaires avec la structure trilophodonte habituelle, chez lesquels ces trois types de talonide existent avec une fréquence presque pareille; il y a néanmoins des exemplaires où la disposition est très irrégulière, ce qui met en relief la forte variabilité individuelle.

Ce qui est évident chez de telles D₄ du V-b (toutes en provenance de gisements voisins et synchrones, de la même formation bien datée, et sans aucun doute de la même population) est le fait que ces talonides rudimentaires sont absolument indépendants de la dernière colline. Ils ne doivent pas être interprétés comme des crênelures du cingulum, car celles-ci (si elles existent) apparaissent à la même hauteur du cingulum labial ou lingual, ce qui n'est pas le cas chez aucun des spécimens en cause.

Il paraît évident que l'évolution dès la structure trilophodonte jusqu'à la structure à quatre collines s'est accomplie par développement du talon de façon à devenir une 4^{ème} colline différenciée d'un nouveau talon, d'abord rudimentaire.

Cependant, pour certains chercheurs, ce que nous consi-

dérons comme 4^{ème} colline pourrait être pris comme un talon plus ou moins développé. Certes, la frontière entre talon et colline en ces circonstances (et à ce niveau) est subjective et particulièrement délicate chez certains des exemplaires en étude; la discussion pourrait tourner en rond autour de définitions et nomenclature. Ceci n'est cependant pas fondamental, ce qui compte en notre opinion est le rapprochement net de la structure tetralophodonte, laquelle est incontestable chez d'autres pièces où à la 4^{ème} colline s'ajoute un véritable talonide bien distinct, qui ne peut nullement être confondu avec des crênelures cingulaires; à la limite, de petites crênelures ou tubercules indépendants de la 4^{ème} colline peuvent exister et, même si la situation est alors moins nette, on peut bien les considérer comme un talon rudimentaire *mais toujours indépendant* de la 4^{ème} colline.

La M₂ de Olival da Suzana est, de façon un peu inattendue, associée sur le même individu à une M₁ trilophodonte sans aucun caractère spécial quant à la forme et dimensions: d'ailleurs la M₂ a les caractères habituels des dents homologues typiques de *Gomphotherium* du même niveau sauf pour les 4 collines.

En ce qui concerne les dimensions (longueur et largeur maxima) des dents en étude, nous avons pensé qu'il serait utile de les présenter encadrées parmi les dimensions moyennes mesurées sur les D₄, M₁ et M₂ trilophodontes du V-b de Lisbonne. Sur le tableau suivant sont indiqués le nombre total des exemplaires trilophodontes (N) du V-b, la longueur maximum (L), la moyenne ($\bar{L}$), la variance (Var.) et la déviation standard (D.S.), ainsi que les valeurs correspondantes de L et l concernant les dents à 4 lophides, et les pourcentages de tetralophodontes dans le total des D₄ et M₂.

La moitié des D₄ en étude restent parfaitement incluses parmi l'ensemble des D₄ trilophodontes, bien qu'elles dépassent les dimensions moyennes: des 39 dents trilophodontes observées, 17 ont des valeurs de la longueur comprises entre 61,5 et 65,0 mm. L'autre moitié comprend des pièces [4 et 1] atteignant la longueur maximum mesurée sur les dents trilophodontes (et encore sur un seul exemplaire) tandis qu'une autre [8] les dépasse en longueur (qui paraît plus conforme à celle des M₁, même si la largeur est bien celle caractéristique des D₄).

La M₂ de Olival da Suzana s'encadre parfaitement, en ce qui concerne la longueur et la largeur, parmi les dimensions moyennes des M₂ trilophodontes. Il ne semble pourtant pas question de hasard que justement toutes les dents susceptibles d'être interprétées comme correspondant à des stades de passage vers la tetralophodontie aient des dimensions qui excèdent nettement les valeurs moyennes, même si elles ne sortent pas du cadre de la distribution normale pour cette population. Il n'y a donc pas de corrélation directe et claire entre la taille des pièces et le nombre de collines, bien que, en général, l'augmentation du nombre de collines soit accompagnée d'une augmentation de taille.

L'absence de toute M₁ tetralophodonte parmi d'assez nombreuses (53), ainsi que la coexistence de M₁ trilopho-

TABLEAU

	D ₄									M ₁ (toutes tril.) autres ex. 1)	M ₂ ex. tril 1) tetral.
	ex. tril.	2)	3)	4)	5)	6)	7)	8)	9)		
L (en mm)		70,0	64,4	61,5	64,5	74,0	65,2	70,0	71,1	70,5	109,2
N	39									53	45
$\bar{L}$	62,4									75,4	109,1
Var.	10,9									31,6	127,9
D. S.	3,3									5,6	11,1
% d'ex. tetralophodontes	17 %									—	2 %
l (en mm)		39,0	36,3	34,0	34,2	42,4	37,3	39,3	39,3	44,2	56,6
N	38									53	45
$\bar{l}$	35,8									44,4	61,5
Var.	5,0									10,6	31,2
D. S.	2,2									3,2	5,5

dontes et M₂ tetralophodontes sur le même sujet, peuvent probablement être expliquées. En effet, a) les D₄ sont proportionnellement plus allongées et plus étroites que les M₂ et plus encore que les M₁, ces dernières étant relativement courtes et larges; b) le passage du stade juvénile à denture déciduale au stade subadulte à adulte où cette denture est remplacée (de façon éphémère par P₃ et P₄, et successivement par M₁, M₂ et M₃), correspond sans aucun doute à une très profonde crise en rapport avec la maturité sexuelle, ce que prouve le nombre très élevé de jeunes morts au stade D₃-D₄; c) cette crise correspond en général à un arrêt ou à un ralentissement de la croissance, ce qui va affecter la différenciation du germe de la M₁, laquelle a relativement peu de place lors de sa formation; d) l'apparition de la 4^{ème} colline étant en rapport avec l'allongement, son développement chez la M₁ est arrêté ou freiné par le fait que ces dents n'ont pas pu se développer en longueur si aisément que la D₄ et la M₂, par conséquent l'apparition de la 4^{ème} colline devient presque impossible. Le même raisonnement explique la coexistence de M₁ trilophodonte et de M₂ tetralophodonte sur le même individu, phénomène qui, à cette lumière, devient très naturel du point de vue biologique. Ces points de vue semblent confirmés par le fait que toutes les pièces à caractères tetralophodontes sont des dents inférieures, celles où la longueur relative est maximum, et où la

tendance à l'acquisition de collines supplémentaires se manifeste de façon plus accentuée.

Les exemplaires étudiés présentent un intérêt exceptionnel, car ils nous permettent de reconnaître comment et quand il y a eu des mutations à l'origine du genre *Tetralophodon*, certainement en diverses régions mais plus ou moins vers la même époque.

III — CONCLUSIONS

1. L'apparition de molaires tetralophodontes (bien qu'à un stade encore peu différencié de la tetralophodontie) chez les mastodontes remonte au moins au Langhien inférieur (base du Miocène moyen). Elle est bien plus ancienne que l'on ne pensait (dernière partie du Miocène moyen). Il n'est pourtant pas à exclure une origine encore un peu plus ancienne.

2. A l'époque considérée, c'est un fait (et non une interprétation) que les structures tri- et tetralophodonte peuvent coexister sur le même individu. Dans un tel cas il n'est pas question de forme de transition mais bien d'un mosaïque de caractères juxtaposés, bien que des formes de transition puissent être présentes sur d'autres spécimens.

3. Par conséquent les deux structures en question coexistaient au sein d'une population encore non séparée,

du point de vue génétique, au delà des croisements viables, c'est à dire, à l'intérieur d'une même espèce.

4. La génèse du caractère tetralophodonte s'est réalisée donc par mutation(s) sans dépasser le cadre de la même espèce biologique, et moins encore le rang du genre.

5. À l'époque considérée, vraisemblablement peu après l'apparition de mutants tetra-, les animaux portant de tels caractères constituaient une minorité pourtant significative de la population; environ 17 % des individus si l'on considère les D₄, ou 2 % d'après les M₂.

6. Il n'y a pas de corrélation directe et nette entre le nombre de collines et les dimensions des dents; on peut reconnaître toutefois que l'augmentation de ce nombre accompagne l'allongement de la dent.

7. Les dents à quatre collines tendent à dépasser les dents «normales» à 3 collines en dimensions (spécialement en longueur), ce qui est particulièrement évident chez les D₄, sans avoir toutefois de séparation nette. Une tendance pareille, peut-être moins accentuée, s'observe chez les M₂.

8. Compte-tenu des conclusions qui précèdent il n'y a aucune raison de distinguer des taxa différents parmi la population de mastodontes en étude sur la base de la présence de 3 ou 4 collines sur D₄, M₁ et M₂ (caractère qui a justifié la séparation du genre *Tetralophodon*).

9. Par contre, si l'on excluait toute classification naturelle, au sens biologique, et si l'on adoptait une parataxonomie morphologique, il deviendrait nécessaire de distinguer un *Tetralophodon* sp. à côté de *Gomphotherium angustidens*. Tel n'est absolument pas notre point de vue.

REMERCIEMENTS

Nous remercions MM. M. Magalhães Ramalho et G. Zbyszewski, aux Serviços Geológicos de Portugal, par toutes les facilités que nous ont été accordées.

A. Mazo remercie à Secretaria de Estado da Cultura du Portugal l'attribution d'une bourse qui lui a permis de collaborer à la réalisation de ce travail.

BIBLIOGRAPHIE

- BERGOUNIOUX, F. M. et CROUZEL, F. (1955): *Quelques nouvelles formes de Mastodontes du Miocène de la Péninsule Ibérique*. C. R. Acad. Sciences Paris, t. 241, pp. 1488-1490.
- (1958): *Les Mastodontes d'Espagne*. Est. Geol. Madrid, t. 14, n.º 40, pp. 223-365, 45 fig., 61 pl.
- COTTER, J. C. BERKELEY (1904): *Esquisse du Miocène marin portugais*, in DOLLFUS, G. F., COTTER, J. C. B. et GOMES, J. P.: *Mollusques tertiaires du Portugal*. Mem. Comissão Serv. Geol. Portugal, 48 p., 4 fig., 48 pl.
- CROUZEL, F. (1956): *Le Miocène continental du Bassin d'Aquitaine*. Bull. Serv. Carte Geol. France, t. 54, n.º 248, pp. 1-264.
- GINSBURG, L. (1974): *Les faunes de Mammifères burdigaliens et vindoboniens des bassins de la Loire et de la Garonne*. Mem. B. R. G. M., n.º 78(1), pp. 152-167.
- KLÄHN, H. (1922): *Die Badischen Mastodonten und ihre süddeutschen Verwandten*. Berlin, 134 p., 31 fig.
- LEHMANN, U. (1950): *Über Mastodontenreste in der Bayerischen Staatssammlung in München*. Palaeontographica, Stuttgart, band 99, Abt. A, pp. 119-228, 13 taf.
- MAZO, A. V. (1977): *Revisión de los Mastodontes de España*. Tesis Doctoral. Universidad Complutense, Madrid, 419 p., 19 fig., 24 pl. (Sous presse).
- MOTTL, M. (1969): *Bedeutende Proboscider -Neufunde aus dem Altplozan (Pannonien) Südost-Österreichs*. Osterr. Akad. Wiss. Math. Nat. Kl. Denkschr., Wien, band 115, pp. 1-50, 31 fig., 22 pl.
- (1970): *Die jungtertiären Säugetierfaunen der Steiermark, Südost-Österreichs*. Mitt. Mus. Bergban, Geol. und Technik Landesm. Joanneum, Graz, band 31, pp. 79-161, 6 pl.
- OSBORN, H. F. (1936): *Proboscidea I*. Am. Mus. Press, New York, pp. 1-802, 680 fig.
- SCHLESINGER, G. (1917): *Die Mastodon des K. K. Naturhistorischen Hofmuseums*. Denksch. K. K. Natur. Hofm. Geol. Paläont., Wien, band 1, 230 p., 9 fig., 36 pl.
- (1922): *Die Mastodonten der Budapester Sammlungen*. Geol. Hungarica, Budapest, fasc. 2(1), 284 p., 3 fig., 22 pl.
- TASSY, P. (1977): *Les Mastodontes miocènes du Bassin aquitain: une mise au point taxonomique*. C. R. Acad. Sciences Paris, t. 284, Sér. D, pp. 1389-1392.
- TOBIEN, H. (1973): *On the Evolution of Mastodonts («Proboscidea, Mammalia»)*, pt 1: *The bunodont trilophodont groups*. Notizbl. Hess. Landes Bodenfors., Wiesbaden, 101, pp. 202-276, 17 fig., 4 pl.
- (1976): *Zur paläontologischen Geschichte der Mastodonten («Proboscidea, Mammalia»)*. Mainzer Geowiss. Mitt., Mainz, band 5, pp. 143-225, 52 fig.
- WEGNER, R. N. (1908): *Zur Kenntnis der Säugetierfauna der Obermiocäns bei Oppeln (Oberschlesien)*. Verh. Geol. Reichsanst., Wien, n.ºs 5-6, pp. 111-117.
- (1943): *Tertiär und ungelagerte Kreide bei Oppeln (Oberschlesien)*. Palaeontographica, Stuttgart, band 60, pp. 175-274, 35 fig., 7 pl.

**DOCUMENTAÇÃO
FOTOGRAFICA**

PLANCHE I

Gomphotherium angustidens (CUVIER). Toutes les pièces figurées pl. I à IV proviennent des sables arkosiques fluviatiles de la division V-b (Langhien inférieur). Photos J. C. Lopes. Échelle, à peu près $\times 1$.

- 1 — Fragment de hemimandibule droite avec alvéole de P_4 , M_1 et germe de M_2 . Olival da Suzana, Charneca do Lumiar. Coll. M. T. A. *a*, vue occlusale après extraction de la M_2 , montrant la M_1 à structure trilophodonte; *b* et *c*, M_2 avec 4^{ème} colline et talonide réduit, vues linguale et occlusale. Coexistence de structures tri- et tetralophodonte.
- 2 — M_2 gauche marquée n.º 5. Quinta da Raposa, Charneca do Lumiar. Coll. S. G. P. Stade de passage vers la structure tetralophodonte; *a*, vue occlusale; *b* vue linguale oblique.

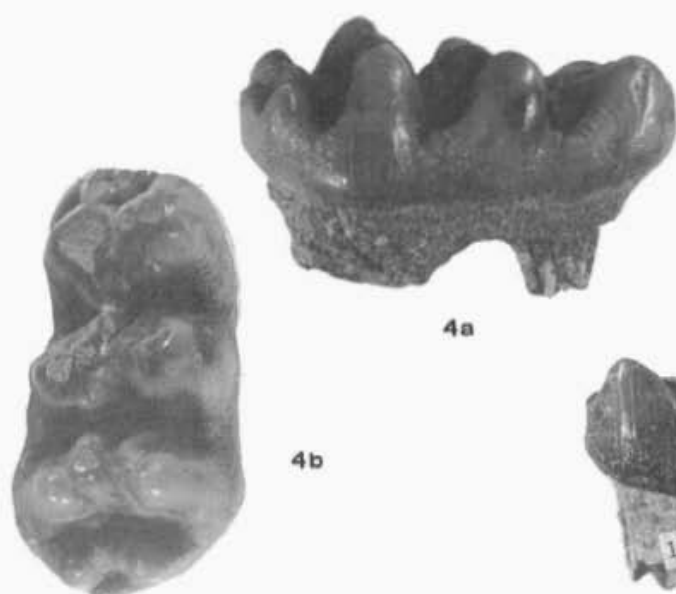
PLANCHE I



PLANCHE II

Gomphotherium angustidens (CUVIER)

- 3 — Fragment de hémimandibule droite avec alvéole de D₂, D₃, D₄ et les deux premières collines de la M₁ (germe). Quinta da Farinheira, Chelas. Coll. S. G. P. *a*, vue occlusale (structure tetralophodonte nette sur D₄); *b*, vue linguale.
- 4 — D₄ gauche (n.º 5). Casal das Chitas, Charneca do Lumiar. Coll. S. G. P. Structure tetralophodonte, talonide distinct de la 4^{ème} colline. *a*, vue linguale; *b*, vue occlusale.
- 5 — D₄ droite (n.º 13). Quinta da Farinheira, Chelas. Coll. S. G. P. *a*, vue occlusale; *b*, vue linguale.



Q. de la Parinella
Norte de Chel
(Labos). 1032

PLANCHE III

Gomphotherium angustidens (CUVIER)

6 — Fragment de hémimandibule droite avec D₃ et D₄. Quinta da Farinheira, Chelas. Coll. S. G. P.
a, vue linguale; *b*,vue occlusale.

7 — Fragment de hémimandibule droite avec racines de D₃, et D₄ complète (n.º 12). Quinta da Farinheira, Chelas. Coll. S. G. P. *a*, vue linguale; *b*, vue occlusale.



6a



6b



7a



7b

12 Oss. da Paleontol. Chetani

PLANCHE IV

Gomphotherium angustidens (CUVIER)

- 8 — Fragment de hémimandibule droite avec D₄ (n.º 23). Quinta da Farinheira, Chelas. Coll. S. G. P. *a*, vue occlusale; *b*, vue labiale (4^{ème} colline et talonide distinct).
- 9 — Fragment de hémimandibule droite avec D₃ et D₄. Quinta da Farinheira, Chelas. Coll. M. T. A. *a*, vue occlusale; *b*, vue labiale.
- 10 — D₄ droite. Quinta da Flamengo, Chelas. Coll. M. T. A. *a*, vue occlusale; *b*, vue linguale.



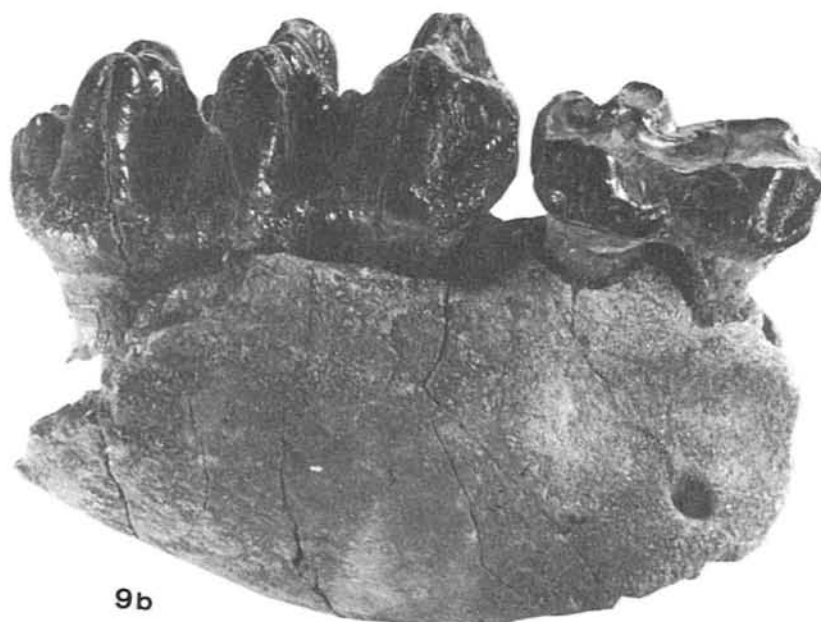
8a



8b



9a



9b



10b



10a

Ciências da Terra (UNL)	Lisboa	N.º 4	pp. 31-46 figs. 1-2, 2 est.	1978
-------------------------	--------	-------	--------------------------------	------

NOTES SUR LA GÉOLOGIE ET LA PALÉONTOLOGIE DU MIOCÈNE DE LISBONNE

XXI

**PRIMEIRA CARACTERIZAÇÃO DE DINOFLAGELADOS
DOS NÍVEIS MAIS BAIXOS DA SÉRIE MIOCÉNICA
DE LISBOA ***

J. PAIS **

* Linha de acção «Geologia e Paleontologia do Neocretácico e Terciário», Centro de Estratigrafia e Paleobiologia da Universidade Nova de Lisboa (INIC).

** Faculdade de Ciências e Tecnologia. Departamento de Geologia e Geotecnia. Quinta do Cabeço, 1899 Lisboa Codex.

RESUMO

Palavras-chave: Bacia do Tejo — Lisboa — Miocénico inferior — Dinoflagelados — Datação

São apresentados pela primeira vez para Portugal alguns dinoflagelados dos níveis mais baixos do Miocénico (bacia do Tejo, região de Lisboa, corte de Benfica).

Depois de algumas generalidades sobre os dinoflagelados, descrevem-se as formas seguintes: *Gonyaulacysta tenuitabulata*, *Spiniferites ramosus*, *Achomosphaera* sp., *Hystrichokolpoma rigaudae*, *Homotriblium* cf. *pallidum*, *Cordosphaeridium* sp. et *Lingulodinium machaerophorum*.

O estudo litostratigráfico do corte de Benfica permitiu caracterizar um novo ciclo sedimentar no Miocénico inferior (ou Oligocénico superior?) de Lisboa.

O estudo palinológico e dos ostracodos indicam idade Aquitaniano inferior ou Chatiano superior para a primeira ingressão marinha do Neogénico português, considerada, há longo tempo, do Aquitaniano superior ou mesmo do Burdigaliano inferior.

RÉSUMÉ

Mots-clés: Bassin du Tage — Lisbonne — Miocène inférieur — Dinoflagellés — Datation

On présente par la première fois au Portugal quelques Dinoflagellés des niveaux les plus bas du Miocène (bassin du Tage, région de Lisbonne, coupe de Benfica).

Après quelques généralités sur les Dinoflagellés, on décrit les formes suivantes: *Gonyaulacysta tenuitabulata*, *Spiniferites ramosus*, *Achomosphaera* sp., *Hystrichokolpoma rigaudae*, *Homotriblium* cf. *pallidum*, *Cordosphaeridium* sp. et *Lingulodinium machaerophorum*.

L'étude de la coupe de Benfica a permis caractériser un nouveau cycle sédimentaire dans le Miocène inférieur (ou Oligocène supérieur?) de Lisbonne.

L'étude palynologique, ainsi que celle des ostracodes, indique un âge Aquitanien inférieur ou même Chattien supérieur pour la première ingressão marine du Neogène portugais, longtemps rapportée globalement à l'Aquitaniens supérieur ou Burdigalien inférieur.

ABSTRACT

Key-words: Tagus basin — Lisbon — Lowermost Miocene — Dinoflagellata — Datation

This is the first report on Dinoflagellata from lowermost Miocene beds in Portugal (Tagus basin, Lisbon region, exposure at Benfica).

Some general data about Dinoflagellata are presented. Descriptions are provided for some forms: *Gonyaulacysta tenuitabulata*, *Spiniferites ramosus*, *Achomosphaera* sp., *Hystrichokolpoma rigaudae*, *Homotriblium* cf. *pallidum*, *Cordosphaeridium* sp. and *Lingulodinium machaerophorum*.

Lithostratigraphical study of an important section along Circular highway at Benfica has shown that there is a hitherto unknown sedimentary cycle in Lisbon's lowermost Miocene (upper Oligocene?).

Pollen and Ostracoda point out to an Lower Aquitanian or even Upper Chattian age for the first Neogene marine transgression in Portugal, previously considered as Upper Aquitanian or Lower Burdigalian.

INTRODUÇÃO

A pesquisa de material polínico nos níveis mais antigos da série neogénica da bacia do Tejo (região de Lisboa) revelou, igualmente, a presença de dinoflagelados.

Por ser a primeira vez que tais formas foram encontradas em formações portuguesas, apresentamos esta nota onde abordaremos, além da descrição e determinação, as principais características e interesse do grupo.

O material provém de um corte situado em S. Domingos de Benfica, na trincheira da 2.^a circular, perto do estádio do Sport Lisboa e Benfica. Coordenadas UTM, segundo a carta militar na escala 1:25000, folha n.º 431, Lisboa, NC 838 894. O corte patenteia depósitos lignitosos ligados ao enchimento de um canal figurado e descrito por B. HAGUENAUER (1970, pp. 142-145).

Feito o estudo complementar e a revisão do corte, foi verificada a presença de pólenes e esporos, foraminíferos (*Amonia beccarii* e outros foraminíferos bentónicos), lamelibrânquios, ostracodos, peixes, etc. Em trabalho a publicar oportunamente será apresentado estudo mais pormenorizado do corte.

I — DINOFLAGELADOS ACTUAIS: CARACTERÍSTICAS BIOLÓGICAS E TAXONÓMICAS

Na cadeia alimentar dos seres marinhos o fitoplâncton desempenha papel fundamental. Dentre o fitoplâncton há três grupos principais: diatomáceas, cocolitoforídeos e dinoflagelados. Os dinoflagelados são organismos unicelulares com flagelos, considerados algas por possuírem cloroplastos. São, normalmente, incluídos na divisão *Pyrrophyta*, classe *Dinophyceae*, ainda que sejam motivo de controvérsia. Têm sido estudados, quer como animais, quer como vegetais.

I.1 — Morfologia

Os dinoflagelados são seres unicelulares, móveis pelo menos numa fase do ciclo de vida. São caracterizados por possuírem dois flagelos. Um, longitudinal, é liso; atenua-se para a extremidade e está colocado na parte posterior do organismo. É responsável pelo movimento e está, muitas

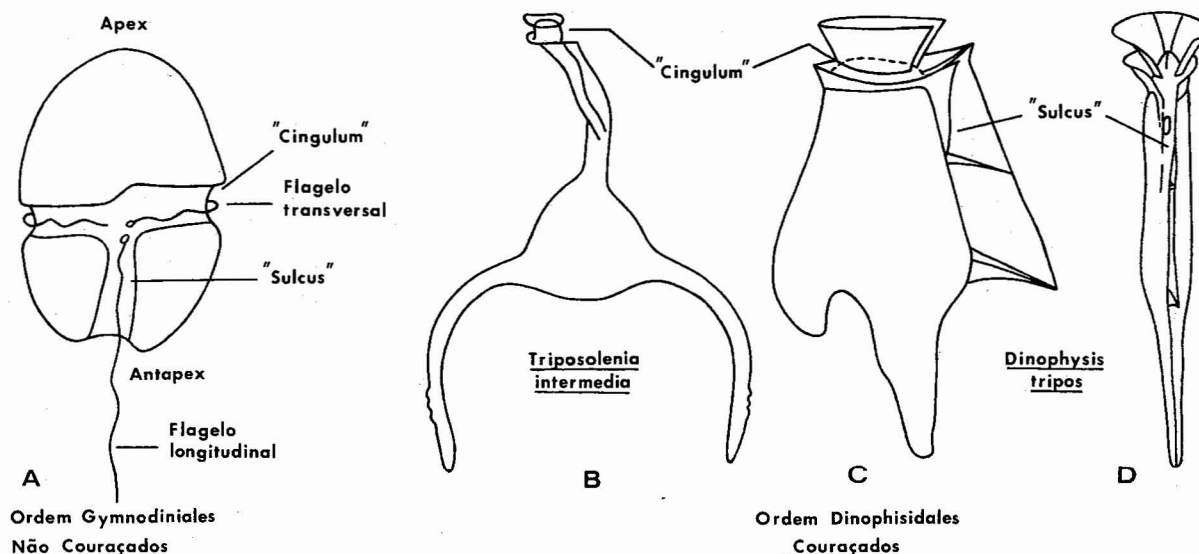


Figura 1 — Morfologia de dinoflagelados: A — Não couraçados, B-D — Couraçados.
(Segundo EVITT, 1969 in CHÂTEAUNEUF e REYRE, 1974, p. 52)

vezes, implantado em sulco longitudinal (fig. 1A). O outro flagelo, transversal, sai pelo poro anterior e envolve a célula; ocupa uma prega, o *cingulum* (fig. 1A), de profundidade e largura variáveis. Este flagelo permite um movimento de rotação. O bater simultâneo dos flagelos permite manter a posição no meio aquático e fazer deslocações com movimento helicoidal extremamente rápidas.

Nem todos os dinoflagelados têm estádios móveis como o descrito, mas todos possuem um estado biflagelado no ciclo de vida.

Normalmente são agrupados em duas grandes categorias: couraçados e não couraçados.

Os últimos têm a célula envolvida por um invólucro proteico e flexível constituído por uma camada exterior muito fina, uma camada média porosa e uma interna mais espessa. Têm geralmente forma ovóide achatada. São quase todos predadores.

Algumas espécies podem desenvolver um esqueleto interno constituído por sílica ou outra substância rígida.

Os dinoflagelados couraçados possuem parede celular rígida — a teca —, formada por placas ou valvas. Na sua

composição entra principalmente a celulose, além de outras substâncias orgânicas. Entre as placas existem suturas que dão flexibilidade e permitem o crescimento. O arranjo destas placas (tabulação) é constante para cada espécie e é utilizado na determinação e classificação dos *taxa*. Certas formas couraçadas possuem expansões em forma de ponta nas regiões apicais e mesmo nos flancos.

1.2 — Enquistamento

Sob condições desfavoráveis do meio, os dinoflagelados enquistam, isto é, sofrem uma transformação morfológica e passam a um estágio de vida latente, os quistos (fig. 2). Há contracção da célula no interior da teca e forma-se um invólucro quitinoso que reflecte a morfologia externa da forma móvel; então, as placas exteriores da forma móvel desagregam-se rapidamente. Para manter a estabilidade do quisto no interior da teca, desenvolvem-se projecções mais ou menos numerosas, muito características, com extremidades distais variadas consoante as espécies.

Quando a contracção da célula no interior da teca é

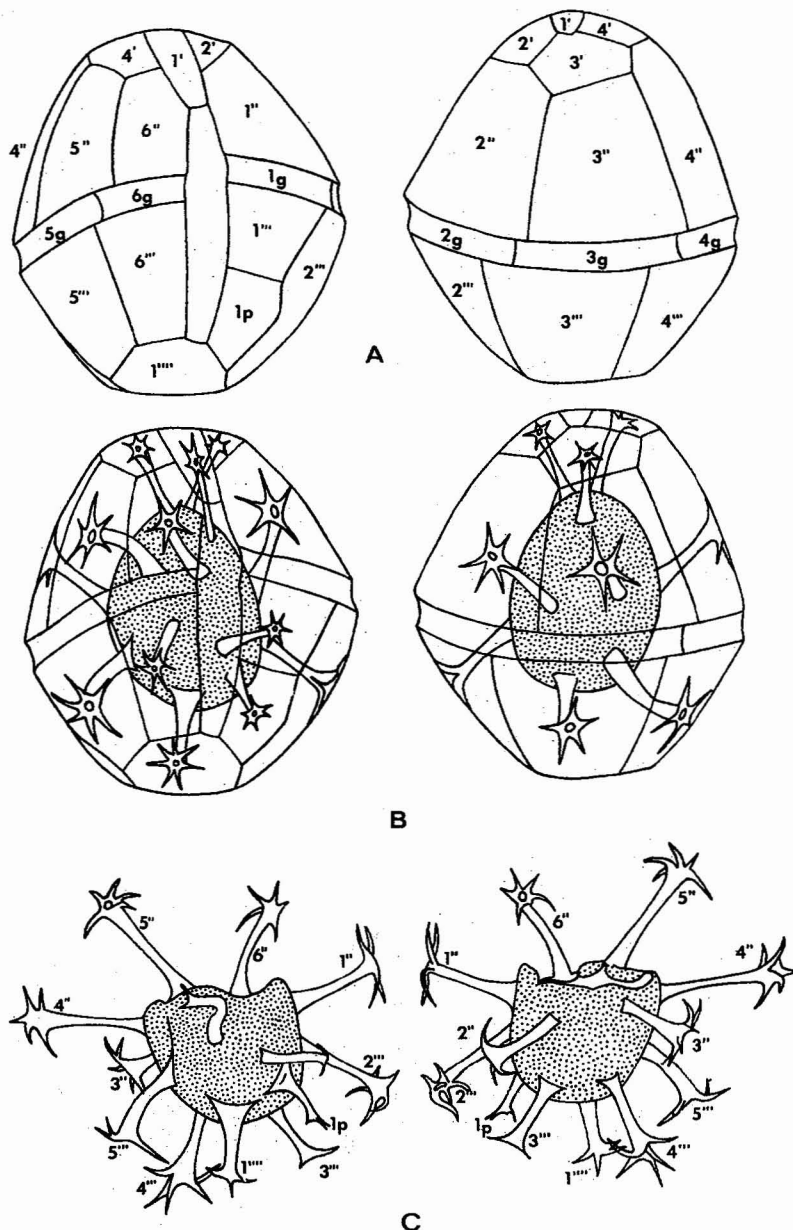


Figura 2 — Sequência de transformações conducentes ao enquistamento. A — Dinoflagelado móvel com tabulação *Gonyaulax*. B — Formação do quisto por contracção da célula no interior da teca. Note-se a relação existente entre as placas da forma móvel e os apêndices do quisto. C — Quisto *Oligosphaeridium vasiforme* depois da desagregação da teca. (Segundo SARJEANT, 1975, p. 67)

pequena, a parede do quisto tem a mesma forma e pode conservar vestígios das linhas de sutura, impressão de poros, bandas de crescimento, etc.

No interior do quisto ficam retidos o citoplasma, o núcleo e reservas alimentares; o quisto perde a mobilidade e afunda-se no meio aquoso.

Em certo momento, às vezes alguns meses mais tarde, quando as condições do meio forem propícias, o quisto abre-se pelo arqueópilo saindo uma forma livre, uniflagelada, que rapidamente passa a forma móvel com dois flagelos.

A natureza da parede do quisto, comparável à cutina ou à esporopolenina, e o facto de não ser móvel, permanecendo no fundo da massa líquida, permitem fácil fossilização. Todas as formas fósseis conhecidas são quistos, habitualmente designados por *Histricosferas*.

Os principais critérios de classificação dos dinoflagelados são: contorno e simetria, *cingulum* e sulco, tipo de parede, tipo de projecções, tabulação, arqueópilo e dimensões.

I.3 — Ecologia das formas actuais

Os dinoflagelados são seres aquáticos, marinhos ou não, planctónicos. A distribuição é função, nomeadamente, da estação do ano, localização geográfica, profundidade da água e salinidade. Ainda que normalmente o plâncton seja considerado como vivendo à superfície das águas, verifica-se a sua ocorrência até abaixo da zona de compensação na qual a radiação luminosa impossibilita a fotossíntese.

O excesso de radiação solar é mal tolerado, e os organismos mergulham até zonas de irradiação óptima.

Estes seres planctónicos preferem relações constantes luz-temperatura, sendo uns mais tolerantes que outros. Para encontrarem condições ideais migram verticalmente, às vezes centenas de metros por dia. As maiores concentrações encontram-se entre os 18 e 90 m em condições normais, mas, com águas turvas, podem não ir além dos 10 m. Provavelmente não ultrapassam os 200 m de profundidade máxima.

Verifica-se em relação a algumas espécies certa estratificação na distribuição na massa líquida.

Existem formas eurihalinas e estenohalinas.

A temperatura de tolerância varia de acordo com as espécies. Os valores limites conhecidos estão compreendidos entre 1 e 35°C, com óptimo entre 18 e 25°C.

O estudo da distribuição geográfica dos quistos actuais do oceano Atlântico mostrou existirem formas cosmopolitas, como *Operculodinium centrocarpum* e *Leptodinium aculeatum*, enquanto outras se concentram na costa europeia (*Hystrichosphaera mirabilis*) ou na americana (*Nematosphaeropsis* sp.), algumas apenas em Gibraltar (*Lingulodinium machaerophorum*).

Em condições extremamente favoráveis do meio e por outros motivos mal conhecidos, reproduzem-se de forma explosiva, originando as «marés vermelhas». A massa de dinoflagelados pode ser tal que a água do mar se torna

viscosa. As «marés vermelhas» desencadeiam-se em mar aberto mas podem atingir os estuários.

Estas «explosões de vida» são altamente tóxicas para peixes e moluscos, provocando elevada mortalidade pelo elevado consumo de oxigénio e pela excreção de substâncias tóxicas.

A toxicidade pode, indirectamente, atingir o homem ao ingerir água ou ao comer animais atingidos pela «maré vermelha».

Foram estas «explosões de vida» que deram o nome ao mar Vermelho; é possível que a «Praga de Moisés» quando o Nilo se «transformou em sangue» tenha sido uma destas «marés vermelhas».

II — EVOLUÇÃO E INTERESSE ESTRATIGRÁFICO

Os quistos de dinoflagelados são conhecidos praticamente em todos os tipos de rochas depositadas em meio aquoso marinho ou não. No entanto, apenas as associações marinhas são suficientemente conhecidas para permitir correlações e datação fina.

No Jurássico superior a precisão obtida é comparável à dos amonóides. Também no Cretácico e Paleogénico se poderá atingir precisão comparável.

Verifica-se, do ponto de vista evolutivo, máxima diversidade de formas no Cretácico.

O Terciário é caracterizado pela aparição ou desenvolvimento de géneros como *Wetzeliella*, *Cordosphaeridium*, *Lingulodinium*, *Areosphaeridium*.

A renovação de formas é particularmente nítida na bacia de Paris quando das grandes transgressões.

A partir do Miocénico, os dinoflagelados pouco evoluem; as formas fósseis são idênticas às actuais. Ainda não existem estudos suficientes para permitir estabelecer qualquer escala biostratigráfica.

III — FORMAS DA DIVISÃO I DO MIOCÉNICO DE LISBOA

As formas encontradas no corte de S. Domingos de Benfica, ainda que pouco variadas, são abundantes nalguns níveis, sobretudo naqueles em que também são mais numerosos os foraminíferos e, dentre os pólenes, estão sobretudo representadas formas anemófilas. Trata-se dos níveis com influência marinha mais acentuada.

O material foi obtido por concentração do material microfitológico contido nos vários níveis. Para isso, procedeu-se à destruição da fracção mineral de cerca de 20 g de sedimento por ataque com ácido fluorídrico (HF), seguida da eliminação do excesso de matéria orgânica pelo ácido nítrico (HNO₃) e, depois, hidróxido de potássio (KOH). O resíduo foi montado em lâmina delgada com gelatina glicerínada.

Montou-se, também, algum resíduo no porta-objectos

do microscópio electrónico de «scanning» ⁽¹⁾ que foi observado após metalização.

Além dos dinoflagelados ⁽²⁾ aqui descritos encontraram-se esporos e pólenes cujo estudo será objecto de trabalho posterior.

Classe — **DINOPHYCEAE**

Ordem — **PERIDINIALES**

Família — **Gonyaulacystaceae**

Género — **GONYAULACYSTA** DEFLANDRE, 1964

GONYAULACYSTA TENUITABULATA (GERLACH, 1961)

1961 — *Gonyaulax tenuitabulata* GERLACH, p. 159, pl. XXV, figs. 10-11, text. fig. 1-3.

1968 — *Gonyaulacysta tenuitabulata* (GERLACH, 1961): CONINCK, p. 23, pl. V, figs. 9-10, 13-16.

Quistos globosos com 60 μ -80 μ de diâmetro. Apresentam apófise pouco marcada na região apical. Na região equatorial existem duas cristas ténues. O arqueópilo é grande e pré-cingular.

É uma espécie de fácil identificação pela presença de apófise apical.

Família — **Spiniferitaceae**

Género — **SPINIFERITES** MANTELL, 1850

SPINIFERITES RAMOSUS (EHRENBERG, 1838)

(Est. I, figs. 1-2)

1968 — *Hystricosphaera ramosa* (EHR., 1838): GRUAS-CAVAGNETO, p. 89.

1974 — *Spiniferites ramosus* (EHRENBERG, 1838): SARJEANT, pp. 87-90, pl. 15, fig. 5.

Quisto de forma globosa com 35 μ de diâmetro. A superfície é lisa. Apêndices com 12 μ -15 μ de comprimento, numerosos, divididos a meio em dois ramos que se trifurcam na extremidade. Esta espécie é conhecida desde o Cretácico, sabendo-se hoje que as formas móveis são atribuíveis a *Gonyaulacysta spinifera* (WALL e DALE, 1970 in SARJEANT, 1974, p. 90); deste modo, estas duas designações caíram em sinonímia.

Género — **ACHOMOSPHERA** EVITT, 1963

ACHOMOSPHERA sp.

(Est. I, figs. 3-6)

Quistos globosos de contorno elíptico com o diâmetro maior de 31 μ e o menor de 22 μ , de paredes espessas

aparentemente lisas. Tabulação não observada. O arqueópilo é pré-cingular.

Apêndices longos (8 μ -9 μ) e largos: uns, com 4 μ na região basal, alargando para a extremidade que termina por 3 pontas que, por sua vez, se bifurcam; outros, estreitos, com 9 μ -10 μ de comprimento e 1 μ -2 μ de largo na região basal, estreitando para a extremidade.

Família — **Hystrichosphaeridiaceae**

Género — **HYSTRICHOKOLPOMA** KLUMPP, 1953

HYSTRICHOKOLPOMA RIGAUDAE DEFLANDRE e COOKSON, 1955

(Est. I, figs. 7-8)

1968 — *Hystrichokolpoma rigaudae* DEFLANDRE e COOKSON: GRUAS-CAVAGNETO, p. 87, pl. XII, figs. 16, 20.

Quisto ovóide a arredondado com cerca de 35 μ -60 μ de diâmetro. Tabulação não visível. Apêndices de dois tipos: uns largos (10 μ -15 μ) com base circular, com 15 μ -22 μ de comprimento, tendo a extremidade distal denteada a ramificada; outros finos (5 μ -7 μ), com 15 μ -20 μ de comprimento.

Família — **Homotrybliaceae**

Género — **HOMOTRYBLIUM** DAVEY e WILLIAMS, 1966

HOMOTRYBLIUM cf. **PALLIDUM** DAVEY e WILLIAMS, 1966

(Est. I, fig. 9; Est. II, fig. 10)

1968 — *Homotryblium pallidum?* DAVEY e WILLIAMS: CONINCK, p. 34, pl. IX, figs. 19-23, 26 e 27.

1976 — *Homotryblium* cf. *pallidum* DAVEY e WILLIAMS: SCHUMACKER-LAMBRY e CHÂTEAUNEUF, p. 274, pl. II, fig. 5.

Quisto de contorno arredondado, ligeiramente granuloso, com 23 μ de diâmetro. Arqueópilo não observado. Apêndices longos (10 μ), finos (2 μ), recurvados na extremidade.

Ainda que esta forma seja muito semelhante, no geral, a *H. pallidum* é um pouco mais pequena. Lembra, também, a forma descrita por GRUAS-CAVAGNETO (1968, p. 88, pl. XVII, figs. 3 e 9) sob a designação de *Hystrichosphaeridium pseudorecurvatum*, mas possui menor número de apêndices e a terminação distal dos apêndices é diferente.

Família — **Cordosphaeridiaceae**

Género — **CORDOSPHERIDIUM** EISENACK, 1963

CORDOSPHERIDIUM sp.

(Est. II, figs. 11-12)

Quistos arredondados com 38 μ -40 μ de diâmetro. A parede é granulosa. Arqueópilo subtriangular pré-cingular.

⁽¹⁾ Utilizou-se o microscópio electrónico «Cambridge» do Laboratoire de Géologie du Muséum d'Histoire Naturelle de Paris com a ajuda do Doutor Yves Reyre, a quem agradecemos.

⁽²⁾ Agradecemos ao Dr. J. J. Châteauneuf do B. R. G. M. (Orleans), a ajuda na determinação dos dinoflagelados aqui descritos.

Apêndices curtos (8 μ -9 μ) e largos na base (1 μ -2 μ), afilando para a extremidade. Alguns apêndices parecem confluir na base.

Ainda que, pelas dimensões e aspecto geral, esta forma se aproxime de *C. microtriaina* separa-se pela ausência de apêndices munidos, na extremidade distal, de pequenas rosetas de fibras divergentes.

Família — **Lingulodiniaceae**

Gênero — *LINGULODINIUM* WALL, 1967

LINGULODINIUM MACHAEROPHORUM (DEFLANDRE e COOKSON, 1955)

(Est. II, figs. 13-16)

1955 — *Hystriosphæridium machaerophorum* DEFLANDRE e COOKSON, p. 274, pl. IX, figs. 4-8.

1967 — *Lingulodinium machaerophorum* (DEFLANDRE e COOKSON); WALL, p. 109, no texto fig. 6, pl. XV, figs. 16-17.

1968 — *Baltisphaeridium machaerophorum* (DEFL. e COOK., 1955); GRUAS-CAVAGNETO, p. 93, pl. XIII, figs. 9-10, 13-14.

1968 — *Lingulodinium machaerophorum* (DEFLANDRE e COOKSON); CONINCK, p. 23, pl. VI, figs. 6-10.

Quisto com 40 μ -50 μ , de contorno aproximadamente circular, com parede granulosa revestida por apêndices com 8 μ -30 μ de comprimento, muito largos na base e afilando para a extremidade. Arqueópilo alongado, grande, pré-cingular.

WALL (in CONINCK, 1968, p. 14) obteve por cultura de *Gonyaulacysta polyedra* quistos em tudo idênticos aos de *L. machaerophorum*. Esta espécie é conhecida desde o Eocénico inferior.

IV — CONCLUSÕES

Na trincheira de S. Domingos de Benfica afloram depósitos de enchimento de canal, evidenciando variações

de nível do mar. O canal ravina paleossolo com vegetais *in situ* e evolui desde níveis arenoargilosos com maior influência marinha, com dinoflagelados, foraminíferos e ostreídeos até níveis ricos de lignito impuro, resultado da acumulação de matéria orgânica que nos resíduos polínicos chega a ultrapassar 60 %.

A partir de certa altura, a influência marinha acentuou-se, tendo o mar invadido as margens do canal, originando o soterramento da vegetação ribeirinha. A profundidade aumentou ainda um pouco, estabelecendo-se campos de algas ricos de gastrópodes, sobretudo *Turritella*; o meio marinho manteve-se durante algum tempo, correspondendo-lhe depósitos arenosos com lamelibrânquios e dentes de peixes.

Os dinoflagelados descritos não permitem qualquer conclusão cronostratigráfica. O estudo dos esporos e pólenes revela, contudo, afinidades oligocénicas com abundância de plantas tropicais (*Bombax*, Sapotáceas, *Nyssa*). Os ostracodos, abundantes nalguns níveis, sugerem idade bastante baixa na série neogénica. Encontram-se formas características da passagem Oligocénico-Miocénico da bacia da Aquitânia (informação oral de A. Nascimento). Parece, pois, tratar-se de depósitos oligo-aquitânicos relacionados com a primeira ingressão marinha do Neogénico português.

Os níveis de maior abundância de dinoflagelados correspondem a momentos de maior influência marinha que nunca foi muito acentuada. O meio era mais ou menos salobro, como o indicam os ostracodos (A. Nascimento, inf. oral) e os ostreídeos.

Do ponto de vista paleogeográfico a região estava junto do litoral. Em ocasiões de marés mais altas, ou de oscilações de nível, o mar podia invadir os canais da região encharcada vizinha, cobrindo a vegetação e originando depósitos lignitosos.

BIBLIOGRAFIA

- CHÂTEAUNEUF, J. J. (1972): *Contribution à l'étude de l'Aquitainien. La coupe de Carry-le-Rouet (Bouches du Rhône, France)*. Chapitre 9 — *Étude palynologique*. V^e Congrès du Néogène méditerranéen, vol. III, Bull. BRGM, Paris, sec. I, n.º 4, pp. 59-65.
- CHÂTEAUNEUF, J. J. e REYRE, Y. (1974): *Éléments de palynologie. Applications géologiques*. Ed. aut., 345 p., 751 figs.
- CONINCK, J. de (1968): *Dinophyceae et Acritarcha de l'Yprésien du sondage de Kallo*. Mem. Inst. Royal des Sc. Nat. de Belgique, Bruxelles, n.º 161, pp. 5-67, 17 est.
- DEFLANDRE, G. (1937): *Microfossiles des silex crétacés II. Flagellés incertae sedis. Hystriosphæridées. Sarcodines. Organismes divers*. Ann. Paléont., Paris, vol. 26, pp. 51-103, pl. XI-XVIII.
- DEFLANDRE, G. e COOKSON, I. C. (1955): *Microplankton from Australian late Mesozoic and tertiary sediments*. Aust. J. Mar. Freshw. Res., 6, pp. 242-313.
- GERLACH, E. (1961): *Mikrofossilien aus dem Oligozan und Miozan Nordwestdeutschlands, unter besonderer Berücksichtigung der Hystriosphæridium und Dinoflagellaten*. Neues Jb. Geol. Paläont. Abh., Stuttgart, Bd. 112 (2), pp. 143-228, 9 figs., pl. XXV-XXIX.
- GRUAS-CAVAGNETO, C. (1968): *Étude palynologique des divers gisements du Sparnacien du bassin de Paris*. Mém. Soc. Geol. France (n. s.), Paris, t. XLVII (2), mem. n.º 110, pp. 1-144, pl. I-XVIII.
- HAGUENAUER, B. (1970): *Sédimentation cyclothématique dans la molasse paraïque du bassin néogène du Tage (Portugal)*. Com. Serv. Geol. Portugal, Lisboa, t. LIV, pp. 139-189, 211 figs.
- SARJEANT, W. A. S. (1974): *Fossil and living Dinoflagellates*. Academic Press, London & New York, pp. 1-182, 15 pl.
- SCHUMACKER-LAMBRY, J. e CHÂTEAUNEUF, J. J. (1976): *Dinoflagellés et Acritarches des marnes heersiennes de Geliden (base du Landénien, Paléocène, Belgique)*. Rev. Paleob. Palyn., Amsterdam, vol. 21, pp. 267-294, pl. I-VII.
- WALL, D. (1967): *Fossil microplankton in deep-sea cores from Caribbean Sea*. Palaeontology, London, vol. 10, pp. 95-123, pl. 14-16.

DOCUMENTAÇÃO FOTOGRAFICA

ESTAMPA I

Figs. 1-2 — *Spiniferites ramosus* (EHRENBERG, 1838), $\times 1000$.

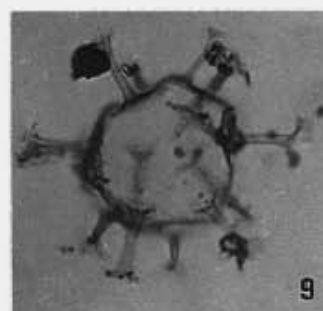
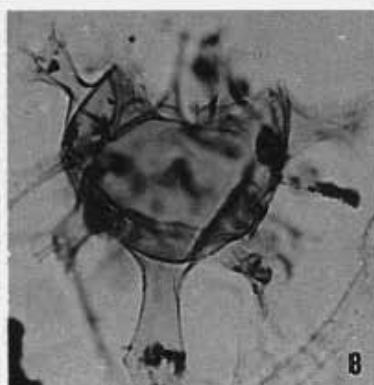
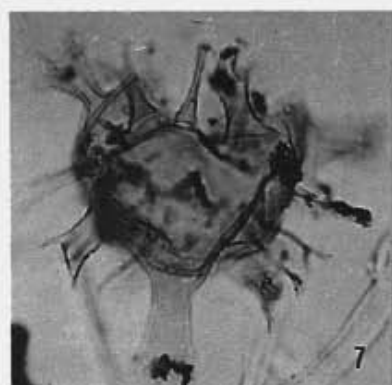
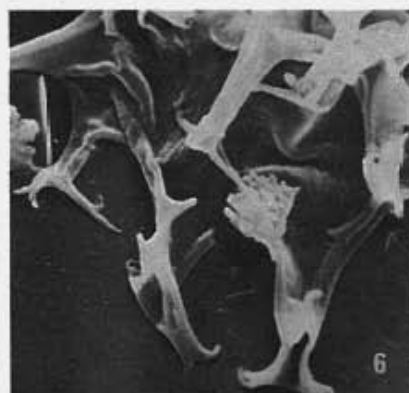
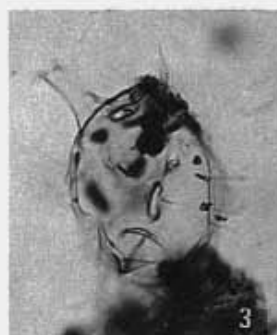
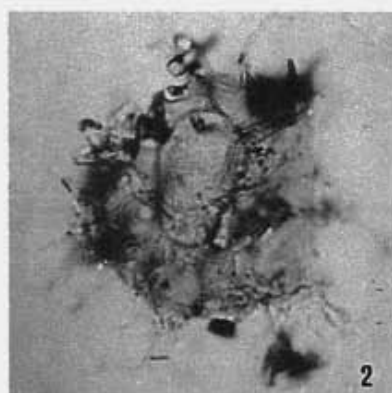
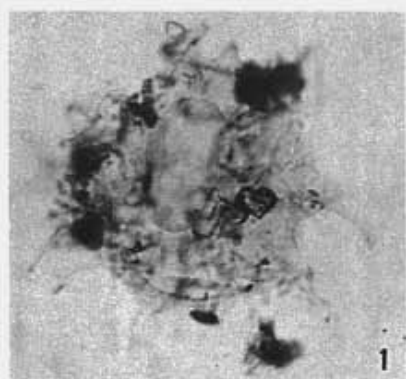
Figs. 3-4 — *Achomospaera* sp., $\times 1000$.

Figs. 5-6 — *Idem*. Microfotografías electrónicas «scanning». 5, $\times 1000$; 6, $\times 2000$.

Figs. 7-8 — *Hystriocholpoma rigaudae* (DEFLANDRE e COOKSON, 1955), $\times 1000$.

Fig. 9 — *Homotryblium* cf. *pallidum* (DAVEY e WILLIAMS, 1966), $\times 1000$.

ESTAMPA I



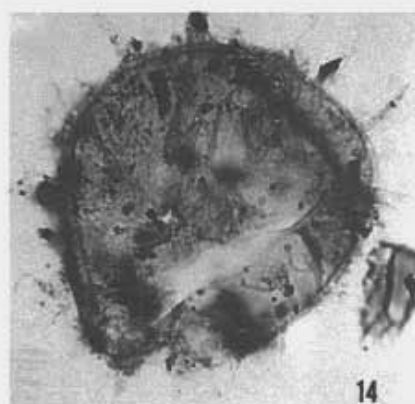
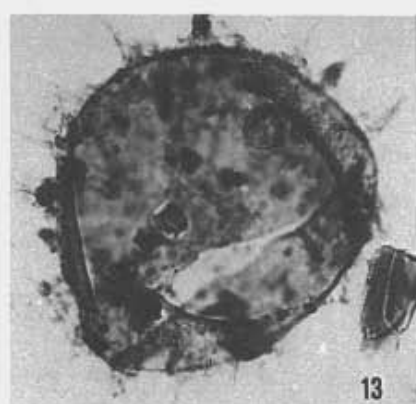
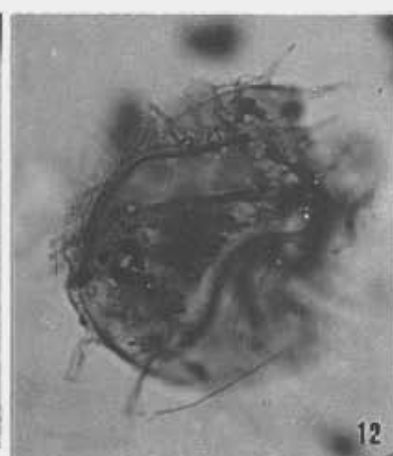
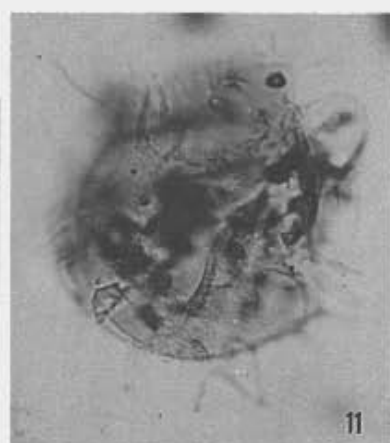
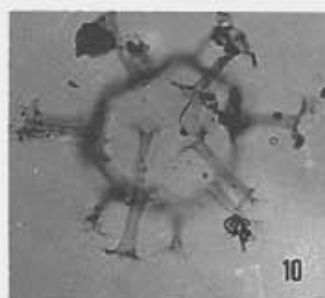
ESTAMPA II

Fig. 10 — *Homotryblium* cf. *pallidum* (DAVEY e WILLIAMS, 1966), $\times 1000$.

Figs. 11-12 — *Cordosphaeridium* sp., $\times 1000$.

Figs. 13-14 — *Lingulodinium machaerophorum* (DEFLANDRE e COOKSON, 1955), $\times 1000$.

Figs. 15-16 — *Idem*. Microfotografías electrónicas «scanning». 15, $\times 1000$; 16, $\times 2200$.



NOTES SUR LA GÉOLOGIE ET LA PALÉONTOLOGIE DU MIOCÈNE DE LISBONNE

XXII

UNE ESPÈCE NOUVELLE, *POKORNYELLA LUSITANICA*
(OSTRACODA), DANS LE MIOCÈNE INFÉRIEUR
DU BASSIN DU TAGE *

A. NASCIMENTO **

* Estudo realizado no âmbito da linha de acção n.º 1 do Centro de Estratigrafia e Paleobiologia da Universidade Nova de Lisboa (INIC).

** Museu e Laboratório Mineralógico e Geológico, Faculdade de Ciências de Lisboa, Rua da Escola Politécnica, n.º 58, 1294 Lisboa Codex.

RESUMO

Palavras-chave: Ostracoda (Podocopida) — Aquitaniano — Lisboa — Paleoeologia — Espécie nova

Apresenta-se a descrição de uma nova espécie, *Pokornyella lusitanica* (Ostracoda), do Miocénico inferior (Aquitaniano) da região de Lisboa. São apresentadas algumas indicações de natureza paleoecológica.

RESUMÉ

Mots-clés: Ostracoda (Podocopida) — Aquitanien — Lisbonne — Paléocologie — Nouvelle espèce

Une nouvelle espèce, *Pokornyella lusitanica* (Ostracoda), du Miocène inférieur (Aquitanien) de la région de Lisbonne est décrite. Quelques précisions paléocologiques sont fournies.

ABSTRACT

Key-words: Ostracoda (Podocopida) — Aquitanian — Lisbon — Palaeoecology — New species

A new species, *Pokornyella lusitanica* (Ostracoda), from the Lower Miocene (Aquitanian) of the Lisbon area, is described. Some palaeoecological data are presented.

INTRODUCTION

Jusqu'à présent aucune espèce d'ostracodes des terrains néogènes du Portugal n'a été signalée.

Notre étude sur les ostracodes de ces terrains, de l'Aquitainien au Tortonien nous a permis de dénombrer la présence d'une centaine d'espèces environ, appartenant à cinquante genres, y compris le genre *Pokornyella*. Ce dernier est représenté par *P. deformis minor* (MOYES) et par une espèce nouvelle.

L'existence du genre *Pokornyella*, créé par H. OERTLI (1956), a été limitée longtemps au Paléogène. Sa présence dans le Miocène est considérée comme douteuse par F. MORKHOVEN (1963, p. 152). Plus récemment J. HOLDEN (1976) et G. RUGGIERI et al. (1977) ont rapporté à ce genre des formes miocènes.

Dans la présente note on décrit une forme nouvelle de l'Aquitainien de la région de Lisbonne, *Pokornyella lusitanica* n. sp.

SYSTÉMATIQUE

Sous-Classe — OSTRACODA LATREILLE, 1806

Ordre — PODOCOPIDA MÜLLER, 1894

Sous-Ordre — PODOCOPINA SARS, 1866

Super-Famille — Cytheracea BAIRD, 1850

Famille — Hemicytheridae PURI, 1953

Genre — POKORNYELLA OERTLI, 1956

Espèce-type — *Cythere limbata* BOSQUET, 1852

POKORNYELLA LUSITANICA n. sp.

(Pl. I, figs. 1-3, 7, 9)

Origine du nom: d'après le terme de *Lusitania*, province romaine qui recouvrait une partie du Portugal actuel.

Holotype: 1 valve gauche déposée dans les collections du Museu e Laboratório Mineralógico e Geológico — Faculdade de Ciências de Lisboa, n° OST/0001.

Paratypes: 15 carapaces, 23 valves droites et 14 valves gauches, n°s OST/0002 à OST/0006.

Localité-type: Lisbonne (fondations du bâtiment n° 19 de l'avenue Duarte Pacheco).

Étage-type: Aquitainien.

DIAGNOSE: Espèce du genre *Pokornyella*, caractérisée par les valves asymétriques et le bord dorsal arrondi, en vue latérale, dû au contour du bord dorsal de la valve gauche. Bord antérieur lisse et effilé; en vue latérale étroitement arrondi, étiré vers le bord ventral et faiblement courbe dans la moitié supérieure. L'extrémité postérieure présente un processus caudal.

La surface latérale possède une ornementation de fossettes arrondies, une rangée d'alvéoles en arrière du bord antérieur et une crête dorso-postérieure.

DESCRIPTION: En vue latérale, la valve droite présente le bord dorsal légèrement courbe et incliné vers l'extrémité postérieure. L'angle cardinal postérieur est bien plus marqué et moins obtus que l'antérieur.

Le bord ventral est sinueux. Il présente une concavité en avant de son milieu; il est ensuite faiblement convexe jusqu'au processus caudal.

Le bord antérieur est arrondi dans la moitié inférieure et incliné vers le bord ventral, tandis que, dans la moitié supérieure la courbure devient progressivement plus faible. Ce bord est lisse, peu épais et prolongé ventralement jusqu'au processus caudal.

A l'extrémité postérieure existe un processus caudal portant trois ou quatre épines.

Le contour est concave entre le processus caudal et l'angle cardinal postérieur.

La valve gauche se distingue de la valve droite par sa plus grande hauteur, dont le maximum se situe vers le milieu de la longueur, et par son contour dorsal fortement arqué.

Le tubercule oculaire est bien visible.

La surface des valves présente de nombreuses fossettes arrondies, grossières, sans aucune orientation. Parmi ces fossettes, à certains endroits, on observe d'autres fossettes plus fines. En arrière du bord antérieur il y a une rangée d'alvéoles. La région dorso-postérieure montre une courte épine à côté de l'angle cardinal postérieur.

En vue dorsale, la carapace ovoïde, élargie vers le milieu, devient régulièrement plus étroite vers les extrémités. Le bord antérieur est effilé.

Les empreintes du champ musculaire central correspondent à quatre muscles adducteurs non subdivisés et à deux tâches frontales.

Le vestibule est absent. Il y a 20 à 25 canaux de pores marginaux, simples ou bifurqués.

Dimorphisme sexuel: non observé.

DIMENSIONS:

Holotype:

Longueur	0,75 mm
Hauteur	0,48 mm
1/2 largeur	0,19 mm

Paratypes (amplitudes de variation):

Longueur	0,68-0,78 mm
Hauteur	0,45-0,51 mm
1/2 largeur	0,18-0,22 mm

RAPPORTS ET DIFFÉRENCES: Espèce proche de *Pokornyella deformis minor* (MOYES) mais elle s'en différencie par l'absence de la crête postéro-ventrale, et par le contour moins arqué de la zone moyenne du bord antérieur jusqu'au point du bord dorsal où la hauteur est maximale (vd. pl. I, figs. 3 et 9).

DISTRIBUTION: *Pokornyella lusitanica* est connue à Lisbonne dans les terrains rapportés à la division I de J. COTTER (1904): argiles et calcaires à *Venus ribeiroi*, considérés comme Aquitanien (ZBYSEWSKI, 1954). Il s'agit des assises correspondant à la première ingressión marine du Néogène dans le bassin du Tage, dont l'âge peut être encore oligocène (ANTUNES et al., 1973). En outre, les assises qui ont livré *P. lusitanica* se situent au-dessous des dépôts non marins avec faune mammalogique à *Brachyodus onoideus*, *Dicerorhinus tagicus* et *Eucricetodon infralactorensis* (Zone d'Estrepouy à *E. infralactorensis*) (ANTUNES et al., op. cit.).

P. lusitanica est connue également à la base de la coupe de Foz da Fonte, rapportée au Burdigalien (Carte Géologique 1/50000, feuille de Setúbal, 1964). À notre avis, les assises qui ont livrées la faune d'ostracodes peuvent être corrélées avec l'Aquitanien de Lisbonne.

En effet, les assises ayant livré *P. lusitanica* sont les suivantes:

— Lisbonne, coupes A, B et C (CHEVALIER et NASCIMENTO, 1975. pp. 252-262).

Coupe A (Rua Rodrigo da Fonseca, n^{os} 73 et 73A) — Couches 8, 9 et 14.

Coupe B (Rua de S. Mamede, n^o 38) — Couches 4 et 5.

Coupe C (Av. Duarte Pacheco, n^o 19) — Couches 12, 14 et 15.

— Coupe de Foz da Fonte (en étude): 2^{ème} et 4^{ème} niveaux miocènes à partir de la base.

— Forage profond, à Palença, effectué pour l'implantation du pont sur le Tage à Lisbonne (archives des Serviços Geológicos de Portugal, réf. S.135) ⁽¹⁾. Profondeur 80,70 à 80,95 mètres.

PALÉOÉCOLOGIE: *Pokornyella lusitanica* n. sp. est particulièrement abondante dans les calcaires marneux et marnes qui ont livré des madréporaires tels que *Stylophora raristella* (DEFR.), *Favites neglecta* (MICH.), *Tarbellastraea* cf. *eggenburgensis* (KUHN) et *Porites maigensis* KUHN (CHEVALIER et NASCIMENTO, op. cit.).

Il s'agit d'un milieu franchement marin, lié à des récifs frangeants de faible extension, dans une zone abritée de la forte houle, probablement une baie. Les eaux seraient chaudes, tropicales et peu profondes (environ 10 mètres).

On remarque dans les assises où *P. lusitanica* n. sp. est la plus abondante, que *P. deformis minor* (MOYES) est absente. La réciproque est également vraie, tandis que les deux espèces sont toujours rares dans les gisements où elles coexistent.

REMERCIEMENTS

L'auteur remercie vivement: Mr. G. Carbonnel (Lyon), Madame O. Ducasse (Bordeaux) et Mr. H. J. Oertli (Pau), pour l'excellent accueil et appui reçus dans leurs laboratoires; MM. les Professeurs M. Telles Antunes et C. Matos Alves, pour l'appui et les facilités accordées; le Service Culturel, Scientifique et de Coopération Technique de l'Ambassade de France au Portugal, qui lui a accordé une bourse de stage en France; les Serviços Geológicos de Portugal, pour l'accès aux archives de forages et aux rapports correspondants.

⁽¹⁾ Forage étudié par Mr. F. Moitinho de Almeida.

BIBLIOGRAPHIE

- ANTUNES, M. T.; GINSBURG, L.; TORQUATO, J. R. et UBALDO, M. L. (1973): *Age des couches à mammifères de la basse vallée du Tage (Portugal) et de la Loire moyenne (France)*. C. R. Acad. Sc. Paris, t. 227, Sér. D, pp. 2313-2316.
- BENSON, R. H. et al. (1961): *Treatise on Invertebrate Paleontology. Part Q Arthropoda 3. Crustacea. Ostracoda*. Univ. Kansas Press, Lawrence, 442 p., 334 figs.
- CHEVALIER, J. P. et NASCIMENTO, A. (1975): *Notes sur la Géologie et la Paléontologie du Miocène de Lisbonne. XVI — Contribution à la connaissance des madréporaires et des facies récifaux du Miocène inférieur*. Bol. Soc. Geol. Portugal, Lisboa, vol. XIX (3), pp. 247-281.
- DOLLFUS, G. F.; COTTER, J. C. B. et GOMES, J. P. (1903-1904): *Esquisse du Miocène marin portugais*. Mem. Com. Serv. Geol. Portugal, Lisboa, 46 p.
- HAZEL, J. E. (1967): *Classification and distribution of the recent «Hemicytheridae» and «Trachyleteridae» (Ostracoda) of Northeastern North America*. Geol. Surv. Prof. Paper, Washington, vol. 564, pp. 1-49, 2 fig., pl. 1-11.
- HOLDEN, J. C. (1976): *Late cenozoic ostracoda from Midway Island Drill Holes*. Geol. Surv. Prof. Paper, Washington, vol. 680, pp. 1-43, pl. 1-17.
- MORKHOVEN, F. P. C. M. VAN (1963): *Post-Paleozoic Ostracoda. Their Morphology, Taxonomy and Economic use. II: Generic description*. Elsevier, Amsterdam, 478 p.
- MOYES, J. (1965): *Les ostracodes du Miocène aquitain. Essai de paléoécologie stratigraphique et de paléogéographie*. Impr. E. Drouillard, Bordeaux, 339 p., 46 tab., 13 pl.
- OERTLI, H. J. (1956): *Ostracoden aus der Oligozänen und Miozänen Molasse der Schweiz*. Schweiz Paläont. Abh., vol. 74, 119 p., 16 pl.
- RUGGIERI, G.; RUSSO, A. et BOSSIO, A. (1977): *«Pokornyella italica» (Ostracoda, Podocopida) nuova specie del Miocene superiore mediterraneo*. Bol. Soc. Paleont. Italiana, vol. 16, n.º 1, pp. 129-136, 2 tav., 3 fig.
- ZBYSZEWSKI, G. (1954): *L'Aquitainien supérieur de Lisbonne*. Com. Serv. Geol. Portugal, Lisboa, t. XXXVIII (I), pp. 99-154, 1 fig., pl. I-XVI.

**DOCUMENTAÇÃO
FOTOGRAFICA**

PLANCHE I

Pokornyyella lusitanica n. sp.

Fig. 1 * — Valve droite ($\times 90$), paratype, éch. n° OST/0002, Palença, forage S.135.

Fig. 2 ** — Vue dorsale ($\times 83$), paratype, éch. n° OST/0003, Lisbonne (Av. Duarte Pacheco, n° 19).

Fig. 3 ** — Valve gauche ($\times 80$), holotype, éch. n° OST/0001, Lisbonne (Av. Duarte Pacheco, n° 19).

Fig. 7 *** — Vue ventrale ($\times 82$), paratype, éch. n° OST/0004, Lisbonne (Av. Duarte Pacheco, n° 19).

Fig. 9 ** — Valve gauche ($\times 84$), paratype, éch. n° OST/0005, Lisbonne (Av. Duarte Pacheco, n° 19).

Pokornyyella deformis minor (MOYES)

Fig. 4 * — Valve droite ($\times 83$), éch. n° OST/0007, Foz da Fonte.

Fig. 5 ** — Vue dorsale ($\times 82$), éch. n° OST/0008, Lisbonne (Quinta dos Condes de Carnide).

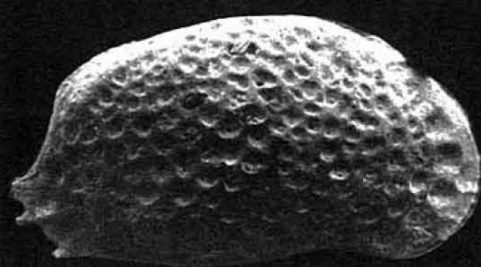
Fig. 6 ** — Valve gauche ($\times 81$), éch. n° OST/0010, Lisbonne (Quinta dos Condes de Carnide).

Fig. 8 ** — Vue ventrale ($\times 83$), éch. n° OST/0009, Lisbonne (Quinta dos Condes de Carnide).

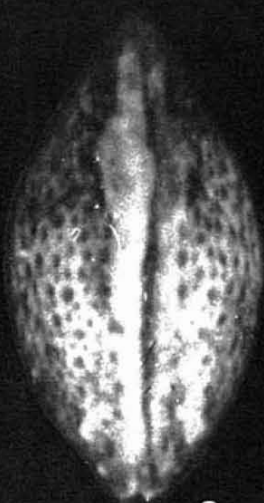
* Photos réalisées au Centre de Microscopie Electronique, Université Claude Bernard, Lyon 1 (France).

** Photos réalisées dans le Centro de Estratigrafia e Paleobiologia da Universidade Nova de Lisboa (INIC).

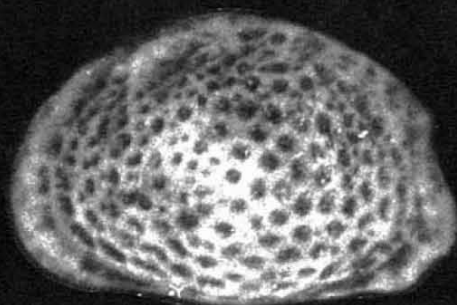
*** Photo réalisée dans le Laboratório de Estudos Petrológicos e Paleontológicos (JICU), Lisboa.



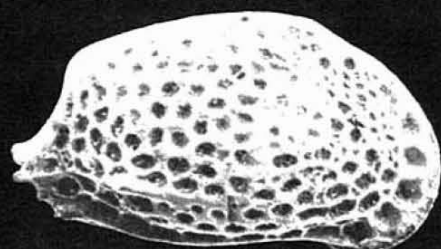
1



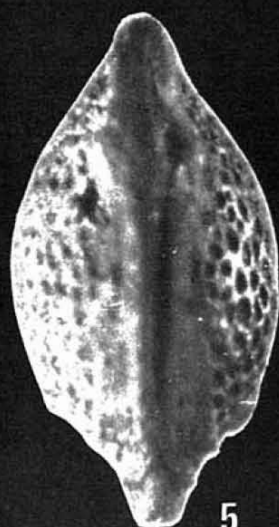
2



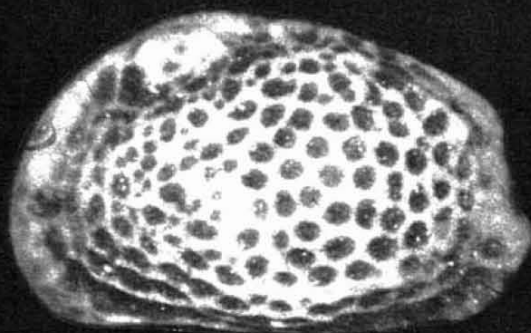
3



4



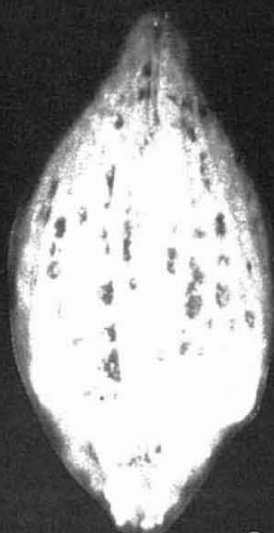
5



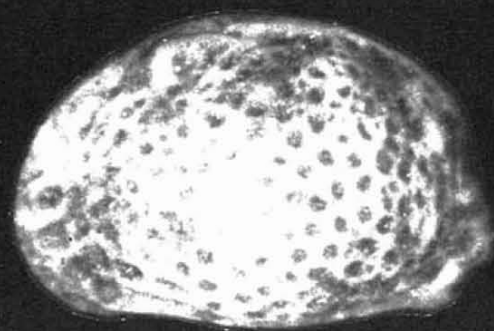
6



7



8



9

Ciências da Terra (UNL)	Lisboa	N.º 4	pp. 59-90 3 pls.	1978
-------------------------	--------	-------	---------------------	------

FAUNES ICHTHYOLOGIQUES DU NÉOGÈNE SUPÉRIEUR D'ANGOLA, LEUR ÂGE, REMARQUES SUR LE PLIOCÈNE MARIN EN AFRIQUE AUSTRAL *

M. T. ANTUNES **

* Linha de acção «Geologia e Paleontologia do Neocretácico e Terciário», Centro de Estratigrafia e Paleobiologia da Universidade Nova de Lisboa (INIC).

** Faculdade de Ciências e Tecnologia, Departamento de Geologia e Geotecnia, Quinta do Cabeço, 1899 Lisboa Codex.

R E S U M O

Palavras-chave: Fauna—Peixes — Pliocénico — Angola — Pliocénico marinho — África austral.

É apresentado o estudo da fauna ictiológica do Neogénico superior de Farol das Lagostas e Baía Farta, essencialmente com base nas colheitas do autor. A composição está indicada no «tableau» I: várias formas estão citadas pela primeira vez.

A presença de *Aprionodon* e *Hypoprion* não é confirmada. São discutidas, em especial, as espécies mais características, *Procarcharodon megalodon*, *Carcharodon carcharias*, *Isurus benedeni*, *Galeocерdo cuvieri*, *Carcharhinus* sp. I e sp. II. *I. benedeni* é aceite provisoriamente como espécie distinta, embora possa corresponder apenas a um morfotipo dentário que também ocorre em *I. oxyrhinchus*. O *I. benedeni* de Farol das Lagostas pode traduzir somente certas variações dentárias do *I. cf. oxyrhinchus* do mesmo jazigo.

A fauna não corresponde a um meio situado na vizinhança imediata do litoral nem a águas profundas ao largo da costa. Indica claramente águas quentes: um modelo aceitável seria a fauna do Atlântico entre o Norte de Angola e o Senegal-Cabo Verde.

É retomada e desenvolvida a argumentação que antes havia permitido ao autor datar pela primeira vez do Pliocénico o Neogénico terminal (Neogénico III) de Farol das Lagostas, previamente considerado como Burdigaliano. Foraminíferos planctónicos e a estratigrafia demonstram a presença na região de níveis miocénicos muito mais recentes do que o Burdigaliano, e de outros plio-pleistocénicos, o que corrobora aquela interpretação. Os peixes são característicos: associação de enormes *P. megalodon* com *C. carcharias* (que predomina), e com outras formas muito evolucionadas como *G. cuvieri*, *I. benedeni*, *Hemipristis* e *Carcharhinus*, cujo tamanho excede o máximo observado para jazidas miocénicas.

A maioria das formas representadas tem afinidades estreitas relativamente a espécies modernas, ou mesmo não se distingue destas. A distribuição vertical das espécies mais características é discutida.

Estabelecem-se comparações com faunas semelhantes da África do Sul, cuja idade deve também ser pliocénica.

R É S U M É

Mots-clés: Faune ichthyologique — Pliocène — Angola — Pliocène marin — Afrique australe

Cette note concerne les Poissons du Néogène supérieur de Farol das Lagostas et Baía Farta, Angola, provenant pour la plupart de nos récoltes.

La composition est donnée dans le tableau I. Plusieurs formes y sont citées pour la première fois.

La présence d'*Aprionodon* et *Hypoprion* n'est pas confirmée. Sont discutés en particulier les cas des espèces les plus caractéristiques, *Procarcharodon megalodon*, *Carcharodon carcharias*, *Isurus benedeni*, *Galeocерdo cuvieri*, *Carcharhinus* sp. I et sp. II. *I. benedeni* est provisoirement accepté en tant qu'une espèce distincte, toutefois il peut bien ne correspondre qu'à un morphotype dentaire qui existe aussi chez *I. oxyrhinchus*. L'*I. benedeni* de Farol das Lagostas peut ne traduire que certaines variations dentaires de l'*I. cf. oxyrhinchus* du même gisement.

La fauna ne correspond pas ni au voisinage immédiat du littoral et à une profondeur très faible, ni à des eaux profondes au large de la côte. Elle indique nettement des eaux chaudes: un modèle acceptable serait la

faune de l'Atlantique entre le Nord d'Angola et le Sénégal-Cap Vert.

En ce qui concerne l'âge, généralement considéré comme burdigalien, on reprend et développe ici les arguments qui nous avaient permis de conclure pour la première fois à l'âge pliocène du Néogène terminal (ou Néogène III) de Farol das Lagostas.

L'étude des foraminifères planctoniques et de la stratigraphie démontre la présence de niveaux miocènes bien plus modernes que le Burdigalien, ainsi que d'autres plio-pleistocènes, ce qui corrobore nos points de vue. Les poissons sont très caractéristiques: association d'énormes *P. megalodon* avec *C. carcharias* (qui prédomine) et d'autres formes très évoluées, notamment *G. cuvieri*, *I. benedeni*, *Hemipristis* et *Carcharhinus* dont la taille excède largement le maximum observé pour des gisements miocènes.

La plupart des formes représentées montre des affinités étroites envers des espèces modernes, ou bien ne s'en distingue pas. La distribution verticale des espèces les plus importantes est particulièrement discutée.

Des comparaisons sont établies avec certains gisements d'Afrique du Sud à faunes semblables, et dont l'âge doit également être pliocène.

A B S T R A C T

Key-words: Fish fauna — Pliocene — Angola — Marine Pliocene — Southern Africa

This note is concerned with fish remains from upper Neogene beds at Farol das Lagostas (and nearby quarry of SECIL) and Baía Farta, mainly recovered by the author in 1960, 1961, 1963 and 1967. For further data see ANTUNES, 1964, pp. 213-215.

All the forms identified until now (many of them for the first time) are shown in «tableau I». Smaller ones are poorly represented.

I. benedeni is provisionally accepted as a distinct species, though it may correspond to a dental morphotype that does exist equally in the extant *I. oxyrhinchus* (see text); therefore *I. benedeni* from Farol das Lagostas may after all represent only some dental variations that really belong in the form described as *I. cf. oxyrhinchus*. The presence of *Aprionodon* and *Hypoprion* could not be ascertained; *Procarcharodon megalodon*, *Carcharodon carcharias*, *Isurus benedeni*, *Galeocерdo cuvieri*, and *Carcharhinus* sp. I and sp. II are specially discussed. The whole fauna does not correspond either to a very shallow and coastal environment, or to deep waters far away from the coast. It clearly points out to warm waters: an acceptable model would be the fauna from the tropical Atlantic between Northern Angola and Senegal-Cape Verde.

The age of this fauna was long regarded as Burdigalian. The data formerly presented (ANTUNES, 1963) that allowed us to ascribe a pliocene age to the uppermost Neogene beds of Farol das Lagostas (Neogene III, ANTUNES, 1964) are reviewed and developed in this paper. This view is corroborated by planctonic foraminifera and stratigraphical data which provide further evidence to prove the presence of miocene beds much younger than Burdigalian, and that some deposits previously correlated to this stage have instead a Plio-Pleistocene age.

Fish fauna from Farol das Lagostas is very characteristic, with giant *P. megalodon* in association with *C. carcharias* (which predominates, and whose stratigraphical distribution is particularly discussed), and with other very advanced forms like the extant tiger shark, *G. cuvieri*, enormous *I. benedeni*, *Hemipristis*, and *Carcharhinus* (whose size largely exceeds the maximum observed with miocene material). With the exception of *P. megalodon* (extinct) all the other forms show very close affinities, or even identity with modern species.

Comparisons with very similar faunas from some South African localities that may also have a Pliocene age are also presented.

TABLE DES MATIÈRES

AVANT-PROPOS	63	Classe — OSTEICHTHYES	
I — FAUNE DU NÉOGÈNE SUPÉRIEUR DE FAROL DAS LAGOSTAS ET BAÍA FARTA		Sous-Classe — ACTINOPTERYGII	
Classe — CHONDRICHTHYES		Super-Ordre — TELEOSTEI	
Sous-Classe — SELACHII	63	Ordre — OSTARIOPHYSI	
Super-Ordre — PLEUROTREMATA		Sous-Ordre — SILUROIDEA	
Ordre — LAMNIFORMES		Famille — Ariidae	
Famille — Lamnidae		<i>TACHYSURUS</i> sp.	74
<i>PROCARCHARODON MEGALODON</i>	64	Ordre — MUGILIFORMES	
<i>CARCHARODON CARCHARIAS</i>	64	Famille — Sphyrænidae	
<i>ISURUS</i> cf. <i>OXYRINCHUS</i>	65	<i>SPHYRAENA</i> cf. <i>BARRACUDA</i>	74
<i>ISURUS BENEDENI</i>	66	Ordre — PERCIFORMES	
Famille — Odontaspidae		Sous-Ordre — PERCOIDEA	
<i>ODONTASPIS TAURUS</i>	67	Famille — Sparidae	
<i>MITSUKURINA</i> sp.	67	<i>SPARUS</i> sp.	75
Famille — Carcharhinidae		Sous-Ordre — XIPHIODEI	
<i>GALEOCERDO CUVIERI</i>	68	Superfamille — Xiphioidae	
<i>HEMIPRISTIS SERRA</i>	68	Famille — Xiphiidae? ou Histiophoridae?	75
? <i>GALEORHINUS</i> sp. (Présence possible mais non démontrée)	69	Ordre — SCOMBRIFORMES	
<i>PARAGALEUS</i> sp.	69	Sous-Ordre — SCOMBROIDEA	
<i>NEGAPRION</i> cf. <i>BREVIROSTRIS</i>	70	Famille — Scombridae	
<i>SCOLIODON</i> sp.	70	<i>SCOMBEROMORUS</i> sp.	75
? <i>APRIONODON</i> sp. (Présence douteuse)	70	Ordre — PLECTOGNATHI	
? <i>HYPOPRION</i> sp. (Présence douteuse)	70	Famille — Tetrodontidae	
<i>CARCHARHINUS</i> sp. I et sp. II	70	? <i>TETRODON</i> sp.	75
Famille — Sphyrnidae		II — CARACTÈRES BATHYMÉTRIQUES	77
<i>SPHYRNA</i> cf. <i>ZYGAENA</i>	72	III — CARACTÈRES THERMIQUES	77
Super-Ordre — HYPOTREMATA		IV — ÂGE	
Ordre — RAJIFORMES		IV.1 — Problématique; âge des formations néo- gènes des environs de Luanda — Farol das Lagostas	77
Sous-Ordre — RHINOBATOIDEI		IV.2 — Données chronologiques concernant les Poissons de Farol das Lagostas, Carcha- rodon carcharias en particulier	78
Famille — Pristidae		IV.3 — Conclusions	79
<i>PRISTIS</i> sp.	72	V — QUELQUES REMARQUES SUR LE PLIOCÈNE MARIN EN AFRIQUE AUSTRALE ET SUR LES FAUNES DE POISSONS	80
Sous-Ordre — DASYATOIDEI		BIBLIOGRAPHIE	80
Famille — Myliobatidae			
<i>MYLIOBATIS</i> sp.	73		
<i>PTEROMYLAUS</i> cf. <i>BOVINA</i>	73		
<i>RHINOPTERA</i> sp. gr. <i>BRASILIENSIS</i>	74		
<i>AETOBATUS</i> sp.	74		

AVANT-PROPOS

Nos plans de travail sur la Stratigraphie et les faunes de vertébrés du Neocrétacé et du Tertiaire d'Angola comprenaient: 1) la révision critique des données concernant la Stratigraphie des bassins du Congo, du Cuanza et sa suite méridionale ou bassin de Benguela, et de Moçâmedes; 2) l'étude des reptiles; 3) *id.* des poissons; et 4) un essai de synthèse. Des résultats ont été publiés (ANTUNES, 1961, 1962, 1963, 1969-1970, 1970, 1972a, 1972b), surtout dans un mémoire (ANTUNES, 1964) consacré aux points 1) et 2). Un autre devrait suivre, sur les deux derniers thèmes.

Toutefois, les circonstances ne nous ont pas permis d'accomplir une si lourde tâche, d'autant plus que des données nouvelles se sont accumulées entretemps. Ceci nous a fait renoncer au projet initial au profit de quelques notes, dont voici la première (une version abrégée ayant été publiée, ANTUNES, 1977).

*
* *

Aux environs de Farol das Lagostas, sur la côte au NE de Luanda, il y a des affleurements très importants pour l'étude du Néogène du bassin du Cuanza. Ces formations ont livré des faunes de poissons dont la plus moderne provient des tuffeaux calcaires du sommet de la série néogène locale, ou Néogène III (ANTUNES, 1964, pp. 66-75, 213-214). De très nombreuses dents, etc. y ont été recueillies en place ou remaniées dans des dépôts quaternaires susjacents.

Quelques données sur les Poissons furent présentées par CASIER (*in* DARTEVELLE et CASIER, 1959), et par d'autres auteurs. En ce qui concerne l'âge, que nous avons discuté (*loc. cit.*), notre conclusion fondamentale est que la faune de Farol das Lagostas est pliocène. Par contre, pour la plupart des géologues les dépôts en cause appartenaient à la «formation de Luanda», rapportée au Burdigalien.

La datation que nous avons alors adoptée, révolution-

naire pour l'époque, fut contestée, admise avec réserve ou ignorée dans les années suivantes. Cependant de nouveaux éléments sont venus corroborer nos points de vue, et nous font reprendre la question.

On profite également de l'occasion pour considérer ici une faunule semblable, représentée aux environs de Baía Farta, au Sud de Benguela, dans les couches supérieures du Néogène (ANTUNES, 1964, p. 85, 215).

I — FAUNE DU NÉOGÈNE SUPÉRIEUR DE FAROL DAS LAGOSTAS ET BAÍA FARTA

Le matériel en étude provient de nos récoltes en 1960, 1961 et 1963 aux environs de Farol das Lagostas, notamment à «Cemitério dos Ossos» (NETO et ANTUNES, 1961; ANTUNES, 1964, *loc. cit.*). En outre, nous avons pu observer la collection des Serviços de Geologia e Minas de Angola, à Luanda. Quelques exemplaires nous ont été donnés en 1967 à l'usine à ciment SECIL en provenance des niveaux supérieurs du Néogène exploités près de Farol das Lagostas.

D'autre part, les spécimens récoltés à Cemitério dos Ossos, dégagés par l'érosion karstique et mélangés avec des sédiments et des fossiles continentaux quaternaires, sont souvent très corrodés et revêtus de croûtes ferrugineuses. Tout le matériel provient de récoltes en surface; faute de lavage-tamissage, la «petite faune» demeure presque inconnue. Cette circonstance ne nous permet pas d'obtenir qu'une fort incomplète vue d'ensemble de la faune ichthyologique, d'autant plus que l'on ne possède pas d'otolithes de Téléostéens.

Classe — **CHONDRICHTHYES**

Sous-Classe — **SELACHII**

Super-Ordre — **PLEUROTREMATA**

Ordre — **LAMNIFORMES**

Famille — **Lamnidae**

Genre — **PROCARCHARODON** CASIER, 1960

(Espèce-type: *Carcharodon angustidens* AGASSIZ, 1843)

PROCARCHARODON MEGALODON (AGASSIZ, 1843)

(Pl. 1, figs. 12-13)

Liste de références et synonymes concernant le Néogène de l'Angola:

- (*Sic*) *Carcharodon myalodon*, in DOUVILLÉ, 1932, p. 191: Miocène d'Angola, sans plus de détails, déterminations de J. PIVETEAU.
- Carcharodon Rondeleti*, in DOUVILLÉ, *ibid.*: *idem*.
- Carcharodon megalodon* L. Agassiz, in PIVETEAU, 1933, pp. 69-70, pl. I, fig. 1: région de Luanda, gisement non indiqué.
- Carcharodon cf. Rondeleti* Müller et Henle, in PIVETEAU, *id.*, p. 70, pl. I, figs. 2-4: région de Luanda, gisement non indiqué.
- Carcharodon* sp., «probablement *C. megalodon* L. Agassiz», in DARTEVELLE et CASIER, 1941, pp. 104-106: cité par erreur pour S. Nicolau (bassin de Moçâmedes), car il n'y a pas de terrains tertiaires dans cette région, exemplaire provenant tout probablement d'un autre gisement: cité pour Luanda d'après Piveteau: montrent que les dents de *C. cf. rondeleti* décrits par cet auteur sont également de *C. megalodon*.
- Carcharodon* sp., «probablement *C. megalodon* L. Agassiz», in DARTEVELLE, 1942, p. 186: S. Nicolau (même erreur).
- Carcharodon megalodon* L. Agassiz, in DARTEVELLE et CASIER, 1943, p. 146: Luanda (d'après Piveteau), Malembo, S. Nicolau (même erreur).
- Carcharodon megalodon*, in DARTEVELLE et CASIER, 1946, p. 89: Luanda, ne confirment pas la citation pour Malembo.
- Carcharodon megalodon*, in DARTEVELLE, 1952, p. 59 (S. Nicolau, même erreur), p. 64 (Damba do Curoca et vallées tributaires).
- (*Sic*) *Carcharodon megalodon* L. Agassiz, in ANDRADE et ANDRADE, 1954, p. 99: falaise de Farol das Lagostas (bassin du Cuanza).
- (*Sic*) *Carcharodon cf. rondeleti* Muller e Henhe, in ANDRADE et ANDRADE, *ibid.*: même localité.
- (*Sic*) *Carcharodon megalodon* L. Agassiz, in ANDRADE et ANDRADE, 1955, p. 40: même localité. Il s'agit du même travail publié dans une autre revue.
- (*Sic*) *Carcharodon cf. rondeleti* Muller e Henhe, in ANDRADE et ANDRADE, 1955, p. 40: *id.*
- Carcharodon megalodon*, in CASIER, 1957, pp. 283-285: Farol das Lagostas, S. Nicolau (même erreur), Damba do Curoca.
- Carcharodon megalodon* L. Agassiz, in ANDRADE et ANDRADE, 1957, pp. 99, 111, 113, 115, 148, 153, 154, 158, 170: citations des auteurs précédents pour les gisements déjà cités.
- Carcharodon megalodon* L. Agassiz, in DARTEVELLE et CASIER, 1959, pp. 305, 308, 378, 400, 401, 406-407, 422, 428, pl. XXVIII, figs. 1-3, pl. XXIX: tous les gisements connus à l'époque, Malembo (p. 400), Farol das Lagostas, Luanda, S. Nicolau (même erreur), Damba do Curoca, près de Porto Alexandre (bassin de Moçâmedes). Chapitre rédigé par E. Casier après le décès d'E. Darteville.
- (*Sic*) *Charcharodon megalodon* Charlesworth, in NETO, 1960, p. 93: région Benguela-Cuio (bassin de Benguela).
- Carcharodon megalodon* Charlesworth, in NETO, 1961a, p. 8: falaise de Farol das Lagostas.
- (*Sic*) *Carcharodon magalodon* Charlesworth, in NETO, 1961b, p. 75: bassin de Benguela, sans localisation détaillée.
- Carcharodon megalodon* L. Agassiz, in ANTUNES, 1961, p. 12: «Cimetério dos Ossos», près de Farol das Lagostas.
- (*Sic*) *Carcharodon megalodon* L. Agassiz, in CARVALHO, 1961, pp. 83, 87, 89: l'auteur discute la citation de cette espèce pour S. Nicolau; plus loin, et en employant le nom correct (pp. 110-112, 133), l'auteur admet que la dent identifiée par Darteville et Casier ne provient pas des formations de S. Nicolau, et n'a aucun intérêt stratigraphique: il fait mention de la présence de l'espèce dans la vallée (Damba) du Curoca, d'après Darteville.
- Carcharodon megalodon* L. Agassiz, in SILVA, 1961, pp. 75-77, 80-81, est. I, figs. 1-2, est. II, figs. 4-5, pl. III, fig. 12: Farol das Lagostas.

Carcharodon megalodon L. Agassiz, in SILVA et SOARES, 1961, pp. 724-726, est. I, figs. 1-4, est. II, fig. 1: Farol das Lagostas (étude des poissons par G. H. da Silva sur le même matériel, cf. SILVA, 1961).

Procarcharodon megalodon (L. Agassiz), in ANTUNES, 1963, pp. 47, 53: Farol das Lagostas.

Procarcharodon megalodon (Ag.) in ANTUNES, 1964, pp. 68-69, 73-74, 83, 85, 111, 113, 118, 119-120: Farol das Lagostas (falaise, Cemitério dos Ossos, SECIL), station de pompage de la compagnie Petrangol, région de Luanda, bassin de Benguela, bassin de Moçâmedes (Damba do Matere, Damba do Curoca, etc.).

Procarcharodon megalodon, in ANTUNES, 1970, p. 138: Farol das Lagostas, environs de Baía Farta (bassin de Benguela): texte élaboré en 1964.

Rien à ajouter quant aux caractères de cette espèce. Notons cependant la taille énorme de nombreuses dents des couches supérieures de Farol das Lagostas, excédant celle des plus grandes dents recueillies dans le Miocène supérieur de Lisbonne. Casier a noté à ce propos (DARTEVELLE et CASIER, 1959, p. 305) que l'espèce est représentée à Farol das Lagostas par une série de dents dont l'une est presque de la taille maxima observée chez les exemplaires de la fin du Miocène ou du Pliocène. En fait il ne s'agit pas d'un cas isolé, car plusieurs pièces peuvent être comptées parmi les plus grandes que l'on connaisse. Cette taille spectaculaire est propre au Miocène supérieur et surtout au Pliocène, et excède celle des dents du Miocène inférieur et moyen (cf., par ex., LERICHE, 1957, p. 34).

P. megalodon est fréquent dans les gisements en cause, mais le nombre considérable de dents en collection peut donner une image exagérée de sa fréquence relativement à celle d'autres espèces, notamment *C. carcharias*. C'est plutôt la conséquence de récoltes déficientes favorisant surtout les exemplaires de plus grosse taille.

Genre — *CARCHARODON* L. AGASSIZ, 1838

(Espèce-type: *Squalus carcharias* LIN., 1758)

CARCHARODON CARCHARIAS (LIN., 1758)
(= *Carcharias rondeleti* BORY DE ST. VINCENT, 1829: = *Carcharodon rondeleti* MÜLLER et HENLE, 1841)

(Pl. 1, figs. 1-10; Pl. 2, figs. 1-2)

Liste:

- Carcharodon rondeleti* Müller et Henle, in ANTUNES, 1962, p. 377: région de Farol das Lagostas.
- Carcharodon carcharias* (Lin.), in ANTUNES, 1963, pp. 48 et suivantes, pl. I, figs. 1-2: «Cimetério dos Ossos», près de Farol das Lagostas.
- Carcharodon carcharias* (Lin.), in ANTUNES, 1964, pp. 68, 74-75 (région de Farol das Lagostas), p. 85 (bassin de Benguela, couches supérieures).
- Carcharodon carcharias*, in ANTUNES, 1970, p. 138: Farol das Lagostas et environs de Baía Farta (bassin de Benguela).
- Non *Carcharodon cf. Rondeleti* Müller et Henle, in PIVETEAU, 1933, p. 70, pl. I, figs. 2-4 — voir liste à propos de *Procarcharodon megalodon*.

L'une des espèces les plus caractéristiques du sommet du Néogène de Farol das Lagostas est *Carcharodon carcharias*, le requin blanc encore survivant. Du point de vue de la description, rien à ajouter (voir LERICHE, 1910, pp. 287-289, fig. 89; 1926, pp. 422-424, pl. XXIII, figs. 9-12, pl. XXIV; 1942, pp. 77-78, pl. VI, figs. 2-5; et BIGELOW et SCHROEDER, 1948, pp. 134-145, figs. 20-22).

Les dents de *C. carcharias* sont fréquentes, plus que celles de *P. megalodon* si l'on en juge d'après les tableaux exposés à Luanda au Musée des Serviços de Geologia e Minas. Le contrôle de la détermination de telles dents fût assuré aussi par comparaison avec un spécimen moderne de *C. carcharias* (coll. Labo. Anatomie Comparée du Muséum, Paris), et 4 dents d'un mâle de 4,2 m de longueur pêché à Vila Franca do Campo, S. Miguel, Azores (Museu do Mar, Cascais, coll. Francisco Reiner). Nous en avons 11 contre 15 de *P. megalodon* en provenance de «Cemitério dos Ossos», mais, on l'a dit, il s'agit de récoltes défectueuses qui ont favorisé cette dernière espèce dont les dents sont plus grosses. Il est légitime de conclure que la fréquence de *C. carcharias* y est au moins du même ordre de grandeur.

L'espèce en cause n'a pas été détectée dans les niveaux moins élevés du Néogène, soit de la région de Farol das Lagostas (falaise, «Cemitério dos Ossos», SECIL) soit d'autres bassins (Congo, Benguela, Moçâmedes). On la connaît cependant au sommet de la série néogène du bassin de Benguela, près de Baía Farta, dans une position stratigraphique analogue à celle des gisements déjà cités du bassin du Cuanza: on y trouve associés également d'énormes *P. megalodon* (ANTUNES, 1964, pp. 83-85, 215), ainsi que de très gros *Hemipristis*, notamment. Ces faits, très significatifs du point de vue chronostratigraphique, seront discutés plus loin.

Genre — *ISURUS* RAFINESQUE, 1810

(Espèce-type: *Isurus oxyrinchus* RAF., 1810)

ISURUS cf. *OXYRINCHUS* RAF., 1810

(Pl. 2, figs. 3-11)

Liste:

- Oxyrhina desori*, in DARTEVELLE, 1935, p. 715: Malembo.
Oxyrhina desori (L. Agassiz) Sismonda, in DARTEVELLE et CASIER, 1943, pp. 140-142, pl. X, figs. 16-18, 23: Malembo (autres pièces des figs. 19-22, pl. X, proviennent de Bololo, République du Zaïre).
Oxyrhina desori, in CASIER, 1957, p. 282: Malembo.
Oxyrhina desori (Ag.) Sism., in ANDRADE et ANDRADE, 1957, pp. 104, 148: Malembo.
Oxyrhina desori (L. Agassiz) Sismonda, in DARTEVELLE et CASIER, 1959, pp. 299-300, 375, 399, 400, 404: Malembo.
Oxyrhina hastalis, in ANTUNES, 1964, p. 73: Miocène (inférieur?) de la station de pompage de Petrangol, près Luanda, bassin du Cuanza.
Oxyrhina cf. *hastalis* Ag., in ANTUNES, *id.*, p. 83: Miocène du bassin de Benguela.
Oxyrhina sp., in ANTUNES, *id.*, p. 83: *id.*

Oxyrhina hastalis Ag., in ANTUNES, *id.*, p. 118: Miocène de Damba do Curoca, près de Porto Alexandre, bassin de Moçâmedes.

Jusqu'à présent, le seul *Isurus* connu à Farol das Lagostas était *I. benedeni*, cité par Casier (DARTEVELLE et CASIER, 1959, pp. 401, 404-405). On y reviendra à la suite. Cependant nous possédons un lot de 14 dents d'*Isurus* ayant appartenu à des sujets de taille petite à moyenne: aucun caractère ne permet de les distinguer des dents de position comparable de quelques *Isurus oxyrinchus* modernes. Bien qu'il soit traditionnel de rapporter à *Isurus desori* (AGASSIZ, 1844) des dents d'âge néogène de forme et taille semblables, nous estimons que leur distinction n'est pas nette du tout. Certains auteurs l'ont noté sans oser davantage; dans un autre travail (ANTUNES et JONET, 1969-1970, pp. 138-139) nous avons discuté le problème pour conclure que la distinction demande un nombre considérable de spécimens, tout en restant problématique ... à moins de faire appel au faux critère de déterminer les pièces après connaissance au préalable de leur âge géologique. En somme, d'après les dents *I. desori* ne se distingue pas d'*I. oxyrinchus*, espèce à laquelle on peut rapporter aisément la plupart de nos pièces.

Une autre dent, nous l'avons conservée avec la gangue, tuffeau calcaire très altéré, pour mettre en évidence le processus de dégagement en cours, avec forte corrosion, conduisant aux fossiles remaniés dans des dépôts continentaux quaternaires superficiels. Cette pièce correspond bien aux dents semblables que les auteurs ont si souvent rapportées à *I. hastalis* (cf., par ex., CAPPETTA, 1970, pl. 5, fig. 3) (1). Ceci soulève encore le problème de la validité d'*I. hastalis* en tant qu'une espèce distincte, déjà discuté ailleurs (ANTUNES et JONET, 1969-1970, pp. 140-142). Malgré des opinions différentes, peut-être conditionnées encore par l'influence de LERICHE (1926, 1927, etc.), nous pensons que la distinction se base en des critères subjectifs accordant plus de poids aux dents de grande taille (à rapporter davantage à «*I. hastalis*»). Des travaux récents n'ont pas répondu aux questions que nous avons soulevées alors (ANTUNES et JONET, *loc. cit.*); ainsi, par exemple, CAPPETTA (1970, pp. 18-19, pl. 5, figs. 1-13) fait mention de *I. hastalis* sur la base de dents dont la plupart, au moins, ne se distinguent pas d'autres de *I. oxyrinchus* actuels. À la rigueur seules les pièces des figs. 1 et 2 pourraient «défendre les couleurs» d'*I. hastalis*, et encore si l'on pouvait les distinguer des grosses dents d'*I. oxyrinchus*. Par contre, CAPPETTA (*id.*, pp. 19-20) n'a pas pu citer *I. desori* (d'ailleurs non distinct d'*I. oxyrinchus*) que sur la base fragile d'une seule dent mutilée (pl. 2, fig. 17). La prudence dont l'auteur fait état (p. 20) est très juste, car la séparation demeure fort problématique et alléatoire.

(1) Casier (in DARTEVELLE et CASIER, 1959, p. 422) avait noté l'absence de *Oxyrhina hastalis*.

ISURUS BENEDENI (LE HON, 1871)

(Pl. 2, figs. 12-13)

Liste:

Oxyrhina benedeni, in CASIER, 1957, pp. 283-285: Farol das Lagostas.
Oxyrhina benedeni Le Hon, in DARTEVELLE et CASIER, 1959, pp. 300-301, 307, 378, 401, 404-405, pl. XXVIII, fig. 2: Farol das Lagostas.
(Sic) *Isurus benedini* Le Hon, in NETO, 1960, p. 93: région de Benguela-Cuio, bassin de Benguela (détermination à confirmer).
Oxyrhina benedeni Le Hon, in ANTUNES, 1961, p. 12: Farol das Lagostas et Cemitério dos Ossos.
Isurus benedeni Le Hon, in NETO, 1961b, p. 75: bassin de Benguela, sans localisation exacte.
Oxyrhina benedeni Le Hon, in SILVA, 1961, pp. 75, 77, 80-82, est. II, figs. 6-7: Farol das Lagostas, falaise.
Oxyrhina benedeni Le Hon, in SILVA et SOARES, 1961, pp. 724, 727, est. II, figs. 3-4: Farol das Lagostas, falaise (même matériel déjà décrit par SILVA, 1961).
Oxyrhina benedeni Le Hon, in ANTUNES, 1963, pp. 49, 53: Farol das Lagostas.

C'est à titre strictement provisoire que nous acceptons *I. benedeni* comme une espèce distincte. Elle a été fondée sur des dents trapues, à couronne courbe et épaisse, racine épaisse et proéminente du côté interne, taille plutôt grande, bien plus rares dans les gisements que les dents d'*Isurus*

dence en résultat de comparaisons avec du matériel moderne, notamment le fait qu'il y a des dents du type «*benedeni*» dans des sujets actuels d'*I. oxyrinchus*: la comparaison entre les figs. 179-181 de LERICHE (1926, p. 398) avec la fig. 19A de BIGELOW et SCHROEDER (1948, p. 126) montre que la 3^e dent supérieure est bien du type «*benedeni*».

Il faut également tenir compte des difficultés de la classification des Sélaciens fossiles sur la base des dents (cf. ANTUNES, 1972a). CAPPETTA (1970, p. 13) rappelle également «la profusion des 'espèces fossiles' ne correspondant souvent qu'à des morphotypes qui n'ont rien à voir avec des espèces biologiques». En outre, il y a de fortes variations individuelles, ceci étant très évident dans la denture d'*I. oxyrinchus* (comparer les figs. 19A et 19B de BIGELOW et SCHROEDER, *loc. cit.*, ou ANTUNES et JONET, 1969-1970, pl. V, figs. 12-13). Toutefois les comparaisons entre les grosses dents fossiles et des spécimens actuels se heurte à la presque absence en collection des *I. oxyrinchus* de très grande taille (rares dans nos mers surexploitées, plus rarement pêchés, encore plus rarement conservés à cause de leur grand poids et volume, conservation difficile et coûteuse).

En conclusion, nous estimons comme la plus probable l'interprétation suivante:

I. oxyrinchus (dont «*I. desori*» ne se distingue pas), une vraie espèce au sens zoologique du terme

comprend

«*I. hastalis*», correspondant à la plupart des dents des individus de grande taille de la même sp. zoologique

comprend également

«*I. benedeni*», quelques dents à position particulière (d'où leur relative rareté), sujets très gros ou non, même sp. zoologique

comprend aussi

attribuables à «*I. hastalis*» ou à «*I. desori*». Ceci se vérifie notamment dans des gisements riches comme ceux de l'Oligocène et du Néogène de la Belgique (LERICHE, 1910, 1926). Ces faits suggèrent que «*I. benedeni*» ne signifie plus qu'un type particulier, moins commun, de dents appartenant à la denture des mêmes animaux porteurs de dents du type «*I. hastalis*», ou (à taille moindre) du type «*I. desori*». La croissance successive des *Isurus* à partir de l'Oligocène expliquerait l'absence initiale de «*hastalis*» tandis qu'il y avait déjà des «*benedeni*»; ces deux types coexistent au Miocène (ensemble avec *desori*, non distinct d'*oxyrinchus*), et atteignent de très grandes tailles, surtout au Pliocène. À l'augmentation vérifiée chez «*hastalis*» correspond une augmentation parallèle chez «*benedeni*». D'ailleurs, la parenté étroite entre «*hastalis*» et «*benedeni*» avait été soulignée par CASIER (1957, p. 285).

Cependant, d'autres arguments peuvent être mis en évi-

En somme, à Farol das Lagostas — niveaux supérieurs — il y a de rares dents du type «*I. benedeni*» atteignant une très forte taille. Ce n'est pas sûr qu'elles représentent une espèce distincte de l'*I. cf. oxyrinchus*, c'est probablement le contraire.

Famille — **Odontaspidae**

Genre — **ODONTASPIS** AGASSIZ, 1838 (2)

(Espèce-type: *Squalus ferox* RISSO, 1810)

(2) D'après BIGELOW et SCHROEDER (1948, p. 98), l'Opinion 47 de la Commission Internationale de Nomenclature Zoologique confirme *Carcharias taurus* Rafinesque, 1810, comme espèce-type de *Carcharias* Rafinesque, 1810; il doit ainsi remplacer *Odontaspis* Agassiz. Cette opinion est contestée par la généralité des auteurs plus récents car le nom générique *Carcharias* «prête à de telles confusions qu'il devrait disparaître de la nomenclature» (ARAMBOURG, 1952, p. 58).

ODONTASPIS TAURUS (RAFINESQUE. 1810)

(Pl. 2, figs. 16-25)

Liste:

(Partim) *Odontaspis* cf. *acutissima*, Agassiz, in PIVETEAU, 1933, p. 69, pl. II, fig. 24 (les dents des figs. 22, 23 et 25, attribuées à la même forme, appartiennent à *Hemipristis serra*): Luanda, gisement non indiqué.

Odontaspis cf. *acutissima* L. Agassiz, in DARTEVELLE et CASIER, 1941, p. 104: Luanda (référence au matériel étudié par Piveteau).

Odontaspis acutissima, in DARTEVELLE, 1935, p. 715: Malembo, Cabinda.

Odontaspis (*Synodontaspis*) *acutissima* L. Agassiz, in DARTEVELLE et CASIER, 1943, pp. 122-123, pl. V, figs. 33-36: Malembo, rivière Sapho, Beta m'Bembe et Matumbo, gisements situés dans l'enclave de Cabinda.

Odontaspis acutissima, in CASIER, 1957, p. 282 (Malembo, rivière Sapho, Matumbo, Beta m'Bembe), p. 283 (Farol das Lagostas), p. 284 (Morro do Pinda, près de Porto Alexandre, bassin de Moçâmedes: toutefois il peut s'agir d'une sp. différente, voir le texte qui suit).

Odontaspis cf. *acutissima* Agassiz, in ANDRADE et ANDRADE, 1957, pp. 99, 113, 148, 153, 154, 155, 170: citations des travaux précédents, mêmes gisements, quelquefois comme *Odontaspis* (*Synodontaspis*) *acutissima*.

Odontaspis (*Synodontaspis*) *acutissima* (L. Agassiz), in DARTEVELLE et CASIER, 1959, pp. 291, 293, 375, 378, 399, 400-401, 404-405, 427, pl. XXV, figs. 2-4, 9, pl. XXX, figs. 8-9, 12: mêmes gisements déjà cités, avec les réserves que nous avons exprimées plus haut à propos de Morro do Pinda (probablement il s'agit d'une autre sp.): en outre, l'espèce est citée pour la tranchée du C. F. Moçâmedes-Sá da Bandeira au km 18.600, près de Giraul, mais il s'agit évidemment d'une erreur de détermination ou de localisation (dans la région en cause le Tertiaire n'est représenté que par des formations paléocènes et éocènes).

Odontaspis acutissima, in VALE, 1960, p. 34: gisements de Cabinda.

Odontaspis acutissima (L. Agassiz), in ANTUNES, 1961, p. 12: «Cemitério dos Ossos», près de Farol das Lagostas.

Odontaspis (*Synodontaspis*) *acutissima* Agassiz, in CARVALHO, 1961, pp. 113, 133: citation du matériel récolté par Darteville à Morro do Pinda, Porto Alexandre.

Odontaspis acutissima Agassiz, in SILVA, 1961, pp. 75-76, 80, est. II, figs. 8-10: Farol das Lagostas.

Odontaspis acutissima Agassiz, in SILVA et SOARES, 1961, pp. 724, 726, est. II, figs. 5-7: Farol das Lagostas (même matériel, cf. SILVA, 1961).

Odontaspis acutissima L. Agassiz, in ANTUNES, 1963, pp. 47, 49, 53: Farol das Lagostas.

Odontaspis acutissima Ag., in ANTUNES, 1964, pp. 75, 83, 118: région de Farol das Lagostas, Miocène du bassin de Benguela et du bassin de Moçâmedes (environs de Porto Alexandre, notamment Damba do Curoca: probablement il s'agit d'une autre sp.).

Comme nous l'avons noté dès 1963 (p. 49), les dents d'*Odontaspis* abondent dans les gisements des environs de Farol das Lagostas, et ne se distinguent en rien de celles de spécimens modernes d'*O. taurus*. Nous estimons actuellement qu'il ne faut plus conserver la dénomination *O. acutissima* pour ces dents, au contraire de notre opinion précédente (ANTUNES, 1964, p. 75). Une autre remarque concerne la striation de la face interne, qui est très constante et nette sur les nombreuses dents observées, même sur des latérales. Ce caractère se retrouve sur d'autres dents des niveaux miocènes de la région, mais,

par contre, les pièces du Miocène méridional (Porto Alexandre, etc.) sont toutes dépourvues de stries dans la face interne de la couronne et appartiennent à une espèce différente.

Genre — *MITSUKURINA* JORDAN, 1898 (*Scapanorhynchus*, auct., partim)

(Espèce-type: *Mitsukurina owstoni* JORDAN, 1898)

MITSUKURINA sp.

(Pl. 2, fig. 14; voir également, pl. 2, fig. 15)

Pas de liste, cité pour la première fois.

Les *Mitsukurina* sont des Odontaspidés à museau très allongé et aplati, caudale à lobe dorsal très long, adaptés à la vie en profondeur. Une seule espèce actuelle semble valable, *M. owstoni*, dont de rares spécimens ont été capturés au large du Japon, du Portugal (d'où provient le type d'*Odontaspis nasutus*, décrit en 1904 par D. Carlos de Bragança), et de la côte atlantique française (QUÉRO, 1972), notamment.

Ces animaux ont souvent été inclus dans le genre *Scapanorhynchus*, défini sur la base de magnifiques exemplaires du Crétacé supérieur du Liban, et très commun au Néocrétacé. En effet, les ressemblances sont remarquables en ce qui concerne la forme du corps et la denture. SIGNEUX (1949) a montré toutefois qu'il y avait des différences entre les fossiles du Crétacé et le matériel moderne justifiant leur séparation en deux genres distincts. C'est pourquoi nous avons rapporté à *Mitsukurina* une seule dent recueillie par nous à «Cemitério dos Ossos». Elle montre très bien les caractères essentiels du genre, comme nous l'avons vérifié sur la denture d'un spécimen actuel appartenant au Museu Bocage, Lisboa, et sur 20 dents de Bonpas, Vaucluse (Helvétien inférieur), offertes par M. J. C. Ledoux du Musée Requien, Avignon, appartenant à *Scapanorhynchus lineatus* (Probst) mais à rapporter également à *Mitsukurina*:

— couronne très effilée, à tranchants descendant jusqu'à la base;

— face interne très arrondie, sans l'aplatissement (ou presque facette) habituel chez la plupart des *Odontaspis*, avec des plis très accentués dès la base et presque jusqu'à la pointe, ces plis étant bien plus nets en comparaison avec *Odontaspis taurus*;

— une seule paire de denticules latérales, peu développées ou vertigiales, souvent absentes surtout sur les dents antérieures;

— racine à branches plus aplaties, surtout chez les dents latérales.

La pièce en étude appartiendrait-elle à un jeune *Odontaspis*? Nous avons vérifié cette hypothèse avec autant plus de soin que l'association avec de nombreuses dents

d'*Odontaspis* la rendait vraisemblable. Cependant, et compte-tenu des caractères invoqués plus haut, l'attribution à *Mitsukurina* nous paraît correcte, même s'il n'est question que d'une seule dent. Par contre, nous estimons que la détermination de l'espèce ne peut pas être faite.

Autant que nous le sachions, *Mitsukurina* (y compris les «*Scapanorhynchus*» du Néogène) était inconnu dans le Tertiaire d'Afrique. Sa présence dans d'autres régions est généralement peu commune, ce qui est sûrement en rapport avec les mœurs de ces bêtes d'eaux profondes, dont les restes sont peu probables dans des dépôts à faciès plus ou moins littoral. Font exception quelques gisements du Midi de la France (CAPPETTA, 1975).

Famille — **Carcharhinidae**

Genre — **GALEOCERDO** MÜLLER et HENLE, 1837

(Espèce-type: *Squalus cuvier* LESUEUR, 1822 =
= *Squalus arcticus* FABER, 1829)

GALEOCERDO CUVIERI (LESUEUR, 1822) ⁽³⁾

(Pl. 2, figs. 26-44)

Liste:

- Galeocerdo praecursor*, in CASIER, 1957, pp. 283-284: Farol das Lagostas, tuffeau à *Operculina* cfr. *complanata*, nom seulement (l'auteur considère *G. praecursor* comme une forme très évoluée).
Galeocerdo praecursor nov. sp., in DARTEVELLE et CASIER, 1959, pp. 311, 378, 406-407, 428, pl. XXI, fig. 9: Farol das Lagostas (description par E. Casier après le décès de Darteville).
Galeocerdo praecursor Darteville et Casier, in ANTUNES, 1961, p. 12: «Cemitério dos Ossos», près de Farol das Lagostas.
Galeocerdo aduncus Agassiz, in SILVA, 1961, pp. 75, 78, 80, est. I, fig. 3: Farol das Lagostas.
Galeocerdo aduncus Agassiz, in SILVA et SOARES, 1961, pp. 724-727, est. II, fig. 2: Farol das Lagostas (même matériel, cf. SILVA, 1961).
Galeocerdo arcticus (Faber), in ANTUNES, 1963, pp. 50, 53, pl. I et II: «Cemitério dos Ossos», près de Farol das Lagostas.
Galeocerdo arcticus (Faber), in ANTUNES, 1964, pp. 65, 74-75, 214: Farol das Lagostas.
Galeocerdo arcticus, in ANTUNES, 1970, p. 138: Farol das Lagostas (texte élaboré en 1964).
Galeocerdo cuvieri (Lesueur), in ANTUNES et JONET, 1969-1970, pp. 165-167, 228; p. 166, référence à Farol das Lagostas.
Galeocerdo cuvieri (Lesueur), in ANTUNES, 1972b, pl. II, figs. 13-13', explication de la même planche: «Cemitério dos Ossos», Farol das Lagostas.

Une dent de Farol das Lagostas a été rapportée par SILVA (1961) à l'espèce miocène commune, *G. aduncus* Agassiz. Par contre, Casier (in DARTEVELLE et CASIER, 1959), bien qu'admettant à la suite d'autres auteurs un âge miocène pour Farol das Lagostas — visité brièvement par E. Darteville en 1949 — n'a pas manqué de noter les caractères très évolués de la seule dent qu'il a pu étudier, le type de son *G. praecursor*.

⁽³⁾ Le restrictif spécifique originel est *cuvier*, employé comme tel par BIGELOW et SCHROEDER (1948, p. 266). Il semble pourtant préférable que, en raison de la déclinaison d'un mot latinisé, l'on doit préférer *cuvieri*.

En fait, l'étude de quelques dents recueillies par nous à «Cemitério dos Ossos» nous a permis de conclure à l'impossibilité de les distinguer de leurs homologues de l'espèce actuelle, *G. cuvieri* (ANTUNES, 1963, p. 50); *G. praecursor* en est donc un synonyme. Ayant obtenu depuis un certain nombre de pièces à «Cemitério dos Ossos» et dans la carrière SECIL, notre conclusion demeure valable. Ceci constitue un argument de plus pour mettre en évidence l'âge assez récent de la faune, à la ressemblance de ce que LERICHE (1942, p. 88) a admis à propos de la présence de *G. cuvieri* dans les «Ashley Phosphate beds» de la Caroline du Sud.

La taille atteinte par les *Galeocerdo* de Farol das Lagostas dépasse nettement le maximum des représentants miocènes du même genre: nous avons figuré (ANTUNES, 1972b, pl. II) une série de dents éocènes, ?oligocène, miocènes (dont quelques-unes choisies parmi les plus grosses) et pliocène de «Cemitério dos Ossos», permettant de se rendre compte de l'augmentation de taille.

Genre — **HEMIPRISTIS** AGASSIZ, 1843

(Espèce-type: *Hemipristis serra* AGASSIZ, 1843)

HEMIPRISTIS SERRA (AGASSIZ, 1843)

(Pl. 3, figs. 45-60)

Liste:

- Hemipristis serra* Agassiz, in PIVETEAU, 1933, pp. 66-67, pl. II, figs. 4-13; Luanda, gisement non indiqué.
(Partim) *Odontaspis* cf. *acutissima* Agassiz, in PIVETEAU, p. 69, pl. II, figs. 22, 23 et 25 (la dent de la fig. 24 appartient bien à *Odontaspis*); Luanda.
Hemipristis serra Ag., in DARTEVELLE, 1934, p. 257; Malembo.
Hemipristis serra Ag., in DARTEVELLE, 1935, p. 715; Malembo.
Hemipristis serra Ag., in DARTEVELLE et CASIER, 1941, p. 104; Luanda.
Hemipristis serra Ag., in DARTEVELLE et CASIER, 1943, p. 149, pl. XII, figs. 1-20; Malembo, Luanda.
Hemipristis serra, in DARTEVELLE, 1952, p. 37; Quinzau, bassin du Congo (au Sud du fleuve).
Hemipristis serra Agassiz, in ANDRADE et ANDRADE, 1954, p. 99; Farol das Lagostas, falaise.
Hemipristis serra Agassiz, in ANDRADE et ANDRADE, 1955, p. 40; même note, 1954.
Hemipristis serra, in CASIER, 1957, pp. 282-285; Quinzau, Farol das Lagostas, Malembo.
Hemipristis serra Agassiz, in ANDRADE et ANDRADE, 1957, pp. 99, 103, 104, 113, 148, 153, 170; gisements cités par les auteurs précédents.
Hemipristis serra Agassiz, in DARTEVELLE et CASIER, 1959, pp. 268, 311-312, 376, 378, 399, 400-401, 406-407, 422, 428, pl. XXXI, figs. 1-5; Malembo, Quinzau, Luanda, Farol das Lagostas.
Hemipristis serra Agassiz, in NETO, 1960, p. 93; Miocène de la région Benguela-Cuio, bassin de Benguela.
Hemipristis serra, in VALE, 1960, p. 34; gisements de Cabinda.
Hemipristis serra Agassiz, in NETO, 1961a, p. 8; falaise de Farol das Lagostas.
Hemipristis serra Agassiz, in NETO, 1961b, p. 75; bassin de Benguela, gisement non indiqué.
Hemipristis serra Agassiz, in ANTUNES, 1961, p. 12; «Cemitério dos Ossos», près de Farol das Lagostas.
Hemipristis serra Agassiz, in SILVA, 1961, pp. 75, 77-78, 80, est. II, fig. 11, est. III, figs. 16-17; Farol das Lagostas.

Hemipristis serra Agassiz, in SILVA et SOARES, 1961, pp. 724-725. 727, est. III, figs. 3-5; Farol das Lagostas (même matériel, cf. SILVA, 1961).
Hemipristis serra Agassiz, in ANTUNES, 1963, pp. 47, 53; Farol das Lagostas.
Hemipristis serra Agassiz, in ANTUNES, 1964, pp. 68, 74, 85, 111, 113, 118, 214; bassins du Cuanza, de Benguela et de Moçâmedes.

La seule espèce néogène connue, *H. serra*, se raréfie beaucoup dès le Miocène supérieur, pour pratiquement disparaître après le Pliocène (ANTUNES et JONET, 1969-1970, p. 168). Au Pliocène, elle atteint de très fortes tailles, ce qui d'ailleurs a justifié la distinction d'une variété *maxima* pour du matériel pliocène (ou pleistocène?) de Zanzibar (WHITE, 1927). On n'a pas noté de différences morphologiques de quelque importance. À Farol das Lagostas, est nette l'augmentation de la taille maximum, parallélisant ce qui arrive notamment avec *Galeocerdo*. Ceci est évident si l'on compare les spécimens en cause avec d'autres des niveaux miocènes de la même région (station de pompage de la Compagnie Petrangol, par ex.).

Les rapports avec l'espèce actuelle *H. elongatus* (Klunzinger) ne sont pas encore tout à fait clairs, en conséquence de la rareté des spécimens modernes, dont la denture n'a été figurée que rarement (LERICHE, 1938, figs. 3-4; FOURMANOIR, 1961, fig. 38). Toutefois, les arguments de LERICHE (*id.*, p. 18) pour distinguer les deux espèces du point de vue dentaire ne semblent pas très convaincants: les dents de *H. serra* auraient une forme moins élançée; couronne beaucoup plus large, surtout à la mâchoire supérieure; pointe moins haute, moins effilée, plus recourbée vers l'arrière; dimensions beaucoup plus grandes. Tous ces caractères peuvent ne traduire que des différences ontogéniques, comme il arrive chez tant d'autres sélaciens, d'autant plus que le rare matériel moderne disponible pour des comparaisons correspond à des sujets assez jeunes et de taille médiocre.

H. elongatus pourrait être seulement un descendant des *H. serra* du Néogène, cantonné aujourd'hui dans une aire fort réduite en conséquence du refroidissement des mers vérifié souvent au Quaternaire, car il s'agit d'animaux sténothermes d'eaux chaudes.

Genre — *GALEORHINUS* BLAINVILLE, 1816 (Présence possible mais non prouvée)

(Espèce-type: *Squalus galeus* LIN., 1758)

? *GALEORHINUS* sp.

Liste:

Non *Galeorhinus* sp., in DARTEVELLE et CASIER, 1959, p. 309, pl. XXX, fig. 19, p. 317, pl. XXX, fig. 20. (Voir *Paragaleus*).
Galeorhinus sp., in ANTUNES, 1961, p. 12; «Cemitério dos Ossos», près de Farol das Lagostas.
Galeorhinus cf. *galeus* (L.), in ANTUNES, 1963, pp. 50-51, 54; Farol das Lagostas.

Nous avons admis (1963) la présence du genre *Galeorhinus* sur la base d'une dent qui ne présente point de différences par rapport aux latérales de *G. galeus*, ce qui demeure vrai. À l'époque on ne tenait pas compte de *Paragaleus* dans la littérature paléontologique, ce qui n'est arrivé que plus tard (ANTUNES et JONET, 1969-1970, pp. 169-171; CAPPETTA, 1970, pp. 68-70). Or, il arrive que des dents latérales de *Galeorhinus galeus*, d'ailleurs très semblables sur les mâchoires supérieure et inférieure, peuvent se confondre avec les latérales supérieures de *Paragaleus pectoralis* (voir BIGELOW et SCHROEDER, 1948, p. 277, fig. 45).

Une deuxième dent incomplète de notre collection ne tranche pas non plus la question. En outre, la dent de Farol das Lagostas classée par Casier (DARTEVELLE et CASIER, 1959, p. 317, pl. XXX, figs. 20a-20b) comme *Galeorhinus* sp. ne paraît pas appartenir à ce genre, elle semble convenir à *Carcharhinus*.

Par contre, la présence de *Paragaleus* est incontestable, car la dent déterminée comme *Galeorhinus* sp. (DARTEVELLE et CASIER, 1959, p. 309, pl. XXX, fig. 19), à cuspside erecte flanquée de trop peu de denticules peu développées, correspond bien à celle de la 3^e file supérieure de *P. pectoralis* (cf. BIGELOW et SCHROEDER, *ibid.*) et ne se rapproche pas des Scyliorhinidae comme avait cru CASIER (*ibid.*).

La présence simultanée de *Galeorhinus* et *Paragaleus* est possible (ANTUNES et JONET, *loc. cit.*; CAPPETTA, *loc. cit.*). En conclusion, la présence de *Galeorhinus* à Farol das Lagostas reste à démontrer.

Genre — *PARAGALEUS* BUDKER, 1935

(Espèce-type: *P. gruvelli* BUDKER, 1935)

PARAGALEUS sp.

Liste:

Galeorhinus sp., in DARTEVELLE et CASIER, 1959, p. 309, pl. XXX, fig. 19; Farol das Lagostas.

Nous avons justifié plus haut l'identification de *Paragaleus*. Cependant une seule dent incomplète (et peut-être les deux dents mutilées que nous rapportons avec doute à *Galeorhinus* mais qui peuvent appartenir également à *Paragaleus*) est peu pour permettre une discussion valable au rang de l'espèce.

Le genre existait dans la région depuis le Miocène inférieur, comme il est attesté par une dent recueillie par nous à la station de pompage Petrangol. La rareté de ?*Galeorhinus* et *Paragaleus* en collection s'explique par l'insuffisance des récoltes.

Genre — *NEGAPRION* WHITLEY, 1939

(Espèce-type: *Aprionodon acutidens queenslandicus* WHITLEY, 1939)

NEGAPRION cf. *BREVIROSTRIS* (POEY, 1868)

(Pl. 3, figs. 61-72)

Liste:

Peut-être *Negaprion*, in ANTUNES, 1963, p. 51; Farol das Lagostas.

Aucune publication précédente ne fait mention de *Negaprion* pour le Néogène angolais, excepté le Miocène de Porto Alexandre (ANTUNES, 1964, p. 118). Pourtant le genre est assez bien représenté dans le Miocène du bassin du Cuanza (station de pompage de Petrangol), ainsi que dans les gisements plus modernes de Farol das Lagostas et SECIL. Il y atteint de fortes tailles, mais nous possédons des pièces aussi grosses de la station de pompage. Nulle part *Negaprion* n'est très fréquent, en tous cas beaucoup moins que *Carcharhinus*. Pour plus de détails, en général, voir ANTUNES et JONET (1969-1970, pp. 175-177). Les dents de Farol das Lagostas et SECIL ne se distinguent pas de leurs homologues de *N. brevirostris* actuel (cf. BIGELOW et SCHROEDER, 1948, p. 310, fig. 52C-G).

Genre — *SCOLIODON* MÜLLER et HENLE, 1837

(Espèce-type: *Carcharias (Scoliodon) laticaudus* MÜLLER et HENLE, 1837)

SCOLIODON sp.

Liste:

Scoliodon sp., in DARTEVELLE et CASIER, 1959, p. 317, pl. XXX, fig. 23; Farol das Lagostas.

Scoliodon sp., in ANTUNES, 1961, p. 12; Farol das Lagostas.

Scoliodon sp., in ANTUNES, 1963, p. 54; *idem*.

Scoliodon, in ANTUNES, 1964, p. 74; *idem*.

Nous avons cité *Scoliodon* sur la base du seul spécimen figuré (non décrit) par Darteville et Casier; il semble bien s'agir de *Scoliodon*, genre non représenté dans notre matériel de Farol das Lagostas, mais nous en avons quelques exemplaires du Miocène de la même région (station de pompage de Petrangol) ou du Sud d'Angola (environs de Porto Alexandre). Toutes ces dents sont voisines de celles de *S. taxandriae* Leriche, ou du *S. terraenovae* (Richardson) actuel. La distinction des espèces du genre *Scoliodon* sur la base des dents semble questionable.

Genre — *APRIONODON* GILL, 1861 (Présence douteuse)

(Espèce-type: *Carcharias (Aprion) isodon* MÜLLER et HENLE, 1841)

? *APRIONODON* sp.

Liste:

(?) *Aprionodon* sp., in DARTEVELLE et CASIER, 1959, pp. 378, 406-407; Farol das Lagostas, cité sans description ni figure.

(?) *Aprionodon* sp., in ANTUNES, 1961, p. 12; Farol das Lagostas.

(?) *Aprionodon lerichei* Dart. et Casier, in ANTUNES, 1963, p. 54; Farol das Lagostas.

(?) *Aprionodon* sp., in ANTUNES, 1963, p. 54; Farol das Lagostas.

(?) *Aprionodon*, in ANTUNES, 1964, p. 74; Farol das Lagostas.

Bien que nous ayons cité *Aprionodon* pour Farol das Lagostas, à la suite de Darteville et Casier, sa présence ne semble pas pouvoir être démontrée avec notre matériel, même si des dents appartenant vraisemblablement à ce genre (*Aprionodon lerichei* DARTEVELLE et CASIER, 1943) sont communes dans plusieurs gisements miocènes dès Cabinda jusqu'à Porto Alexandre. Certes, il y a à Farol das Lagostas quelques dents à cuspide svelte et sans crênelures qui se rapprochent d'*Aprionodon*, mais des confusions avec de jeunes *Negaprion* ne sont pourtant pas à exclure. Sont à craindre également des confusions avec quelques éléments de la denture inférieure de certains *Carcharhinus*, comme *C. maculipinnis*. Nous croyons qu'il faut attendre de nouvelles données pour qu'une opinion mieux fondée soit possible.

Genre — *HYPOPRION* MÜLLER et HENLE, 1841
(Présence douteuse)

(Espèce-type: *Carcharias (Hypoprion) macloti* MÜLLER et HENLE, 1841)

? *HYPOPRION* sp.

Quelques pièces de Farol das Lagostas ont été rapportées à deux espèces nouvelles, *Hypoprion angolensis* et *H. lagostensis* (DARTEVELLE et CASIER, 1959, p. 316; respectivement pl. XXX, figs. 25-26 et pl. XXXI, fig. 28). En fait, s'il est douteux que ces espèces soient valables, il en est encore davantage en ce qui concerne l'attribution à *Hypoprion*. Les dents figurées de *H. angolensis* ne semblent guère distinctes de certaines dents supérieures des *Carcharhinus* à denture gracile, comme «*C. priscus*» et ses voisins actuels, par ex. *C. maculipinnis*. D'autre part, la seule dent de *H. lagostensis* paraît se rapporter à *Sphyrna*, tant par les caractères de la couronne que par l'échancrure médiane de la racine et le sillon correspondant de la face interne (ANTUNES et JONET, 1969-1970, pp. 197 et suiv.). La problématique de l'attribution de dents isolées à *Hypoprion* a été discutée (ANTUNES et JONET, *id.*, pp. 184-188). Les nombreuses dents de *Carcharhinidés* de taille moyenne observées semblent attribuables à *Carcharhinus*, sauf quelques cas douteux. Rien ne paraît correspondre ni aux vrais *Hypoprion* du groupe de *H. signatus* comme les dents de Bololo rapportées à *Hypoprion* (?) sp. (DARTEVELLE et CASIER, 1959, p. 317, pl. XXX, figs. 14-15), ni à l'espèce fossile souvent citée *H. acanthodon* (Le Hon) dont les dents ressemblent étroitement à leurs homologues du *H. bigelowi* Cadenat actuel (ANTUNES et JONET, *id.*, p. 187).

La présence du genre *Hypoprion* à Farol das Lagostas reste à démontrer.

Genre — *CARCHARHINUS* BLAINVILLE, 1816

(Espèce-type: *C. commersonii* BLAINVILLE, 1816)

CARCHARHINUS sp. I et sp. II
(Pl. 3, figs. 73-83; pl. 3, figs. 84-87; 88?)

Liste commune:

- ? *Galeus* sp., in PIVETEAU, 1933, pp. 68-69, 71, pl. II, fig. 15; Luanda, gisement non indiqué.
- Probablement dents antérieures d'*Hemipristis serra*, Ag., in PIVETEAU, 1933, p. 67, pl. II, figs. 14, 16-17; *idem* (sont des dents supérieures de *Carcharhinus*).
- Carcharinus egertoni* Agassiz, in DARTEVELLE et CASIER, 1941, p. 104; Luanda, matériel décrit par Piveteau, dont les déterminations sont corrigées.
- Carcharinus egertoni* (Agassiz), in DARTEVELLE et CASIER, 1943, pp. 158-159, pl. XIII, figs. 1-10; Malembo, rivière Safo, Beta m'Bembe, Matumbo (Cabinda), gisement non indiqué à Luanda.
- Carcharinus malembeensis* nov. sp., in DARTEVELLE et CASIER, *id.*, p. 159, pl. XIII, figs. 11-19; Malembo, Beta m'Bembe.
- Carcharinus* sp., in DARTEVELLE et CASIER, *id.*, p. 159, pl. XIII, fig. 20; Malembo.
- Non *Carcharinus* sp., in DARTEVELLE et CASIER, *id.*, p. 159, pl. XIII, figs. 21a, b; Malembo (c'est une dent de *Carcharhinidé*, mais non de *Carcharhinus*).
- Sphyrna prisca* Agassiz, in DARTEVELLE et CASIER, *id.*, pp. 164-165, pl. XIII, figs. 31-36; Malembo, riv. Safo, Matumbo. Ce sont bien des dents de *Carcharhinus*, de plus petite taille que celles rapportées par Dart. et Casier aux formes précédentes; quant à la position systématique, voir CAPETTA et al. (1967, pp. 293-294), ANTUNES et JONET (1969-1970, pp. 191-193), et CAPETTA (1970, pp. 53-57).
- Sphyrna* sp., in DARTEVELLE et CASIER, *id.*, p. 165, pl. XIII, fig. 22; Malembo (il s'agit d'une dent antérieure supérieure de *Carcharhinus*).
- Carcharhinus egertoni*, in CASIER, 1957, p. 282 (Malembo, riv. Safo, Matumbo, Beta m'Bembe), p. 283 (Farol das Lagostas).
- Carcharhinus malembeensis*, in CASIER, *id.*, p. 282 (Malembo, Beta m'Bembe), p. 283 (falaise de Luanda, Farol das Lagostas), p. 285 (Angola et Cabinda).
- Sphyrna prisca*, in CASIER, *id.*, pp. 282 (Malembo, riv. Safo, Matumbo), 283 (Farol das Lagostas, Damba do Carvalhão près de Porto Alexandre), 285.
- Galeus* sp., in ANDRADE et ANDRADE, 1957, p. 99; d'après Piveteau.
- Carcharinus egertoni* Agassiz, in ANDRADE et ANDRADE, *id.*, pp. 148, 154, 155; citations des auteurs précédents.
- Carcharhinus malembeensis* nov. sp., in ANDRADE et ANDRADE, *id.*, pp. 148, 154; citations des auteurs.
- Sphyrna prisca* Agassiz, in ANDRADE et ANDRADE, *id.*, pp. 149, 154, 155; citations des auteurs.
- Sphyrna* sp., in ANDRADE et ANDRADE, *id.*, p. 149; citation d'après Darteville et Casier.
- Carcharhinus egertoni* (Agassiz), in DARTEVELLE et CASIER, 1959, pp. 312-313, 318, 376, 378, 399-401, 406-407, 428, pl. XXXI, figs. 14, 18, ?24-26; tous les gisements connus à l'époque.
- Carcharhinus malembeensis* (Darteville et Casier), in DARTEVELLE et CASIER, *id.*, pp. 313, 318, 376, 378, 399-401, 406-407, 428, pl. XXXI, figs. 15-16, ?17, 20-23; tous les gisements.
- Carcharhinus* sp. sp., in DARTEVELLE et CASIER, *id.*, pp. 318, 378, 400, 406-407, 428; tous les gisements.
- Sphyrna prisca* Agassiz, in DARTEVELLE et CASIER, *id.*, pp. 319, 376, 378, 400-401, 406-407, 429, pl. XXXI, figs. 12-13; tous les gisements.
- Sphyrna* sp., in DARTEVELLE et CASIER, *id.*, pp. 320, 376, 400, 406-407, 429; tous les gisements.
- (Sic) *Charcharhinus egertoni* Agassiz, in NETO, 1960, p. 93; région Benguela-Cuio, bassin de Benguela.
- (Sic) *Charcharhinus lerichei* Agassiz, in NETO, *ibid.*; même région.
- Carcharhinus egertoni* Agassiz, in NETO, 1961b, p. 76; bassin de Benguela.
- (?) *Carcharhinus lerichei* Dart. et Casier, in NETO, *ibid.*; bassin de Benguela. S'agirait-il de *C. malembeensis* ou d'*Aprionodon lerichei*? Darteville et Casier n'ont pas décrit du matériel sous ce nom.
- Carcharhinus egertoni* (Agassiz), in ANTUNES, 1961, p. 12; «Cemitério dos Ossos», Farol das Lagostas.

Non *Sphyrna prisca* Agassiz, in ANTUNES, *ibid.* (voir à propos du genre *Sphyrna*).

Sphyrna prisca Agassiz, in CARVALHO, 1961, pp. 113, 133; Damba do Carvalho (Curoca)=Damba do Carvalhão. Citation d'après DARTEVELLE et CASIER, 1959.

Carcharhinus malembeensis Darteville et Casier, in SILVA, 1961, pp. 75, 78; est. III, figs. 13-15; Farol das Lagostas.

Carcharhinus malembeensis Darteville et Casier, in SILVA et SOARES, 1961, p. 727, est. II, figs. 8-10; Farol das Lagostas (même matériel décrit par SILVA, 1961; sont citées les déterminations des auteurs précédents).

Carcharhinus egertoni (Agassiz), in ANTUNES, 1963, pp. 51-53; Farol das Lagostas.

Carcharhinus malembeensis Dart. et Casier, in ANTUNES, *ibid.*, pl. IV, fig. 24; même région.

Carcharhinus cf. *leucas* (Müller et Henle), in ANTUNES, *id.*, pp. 52, 54, pl. IV, figs. 16-22; même région.

Carcharhinus sp. sp., in ANTUNES, 1964, pp. 73, 85, 118; bassins du Cuanza, de Benguela et de Moçâmedes.

On a noté souvent les difficultés de la détermination des dents isolées de *Carcharhinus*, les inférieures surtout, car elles sont susceptibles de confusion au niveau du genre, notamment avec certaines dents d'*Aprionodon*, *Hypoprion* et même de *Negaprion*.

La majorité des dents supérieures peut raisonnablement être attribuée au genre, mais il n'en est pas tout à fait ainsi au rang de l'espèce. Il suffit d'examiner les figures de BIGELOW et SCHROEDER (1948) pour se rendre compte des possibilités de confusion entre pas mal des nombreuses espèces de *Carcharhinus*.

Le genre *Carcharhinus* est de loin le plus abondant à Farol das Lagostas. Suivant DARTEVELLE et CASIER (1959, pp. 312-313), nous (ANTUNES, 1963) avons accepté la présence de *C. egertoni* et *C. malembeensis*, cette dernière espèce à denture moins massive. Compte-tenu des difficultés de la détermination de plusieurs dents, nous avons admis que ces deux formes étaient très semblables et que, en comparaison avec des *Carcharhinus* modernes, «l'espèce actuelle la plus proche de *C. malembeensis* peut être *C. falciformis*» (*id.*, p. 51). Nous avons rappelé en outre l'opinion d'ARAMBOURG (1927, p. 232) qui considérait *C. egertoni* «une prémutation miocène» de *C. falciformis* comme un argument favorable au rapprochement entre *C. malembeensis* — à peine distinct de *C. egertoni* — et la dite espèce actuelle.

Pourtant, même à cette époque (1963, p. 52) nous avons soupçonné que la réalité pourrait être différente, notamment en vérifiant l'identité entre certaines dents fossiles et celles d'un requin actuel de la collection Arambourg (Muséum de Paris) rapporté à *C. leucas* (Müller et Henle). Aussi avons-nous inclus un *C. cf. leucas* dans la liste donnée alors (*ibid.*). Faute de plus d'éléments, l'affaire est restée en ces termes.

Entretemps, la situation s'est clarifiée un peu. Au fond, il y a la question des différences dentaires entre les espèces de *Carcharhinus*, dont un groupe (coïncidant avec les *Carcharhinus* dits «bulls» — ANTUNES et JONET, 1969-1970, pp. 190, 226, 230) possède des dents plutôt robustes tandis que l'autre groupe en a de plus étroites, même et spécialement les dents supérieures (cf. ANTU-

NES et JONET, 1969-1970, p. 190; CAPPETTA, 1970, pp. 53-54; ANTUNES, 1972b, pp. 10-11). En général, les dents du Néogène ont été rapportées respectivement à «*C. egertoni*» et à «*C. priscus*». Pourtant chacun de ces deux groupes peut correspondre à plus d'une espèce au sens zoologique.

Ces deux groupes sont représentés. Des dents fort robustes (même les inférieures étant serrillées) sont de *Carcharhinus* «bull» à dénommer *C. sp. I* du groupe *egertoni*; d'autres, plus graciles (inférieures à cuspidé sans dentelures), *C. sp. II* du groupe *priscus*. Les pièces que nous avons déterminées autrefois comme *C. cf. leucas* (détermination qui demeure vraie) pourraient appartenir à de jeunes sujets du gr. de *C. egertoni*.

Famille — **Sphyrnidae**

Genre — *SPHYRNA* RAFINESQUE, 1810

(Espèce-type: *Squalus zygaena* LIN., 1758)

SPHYRNA cf. *ZYGAENA* (LIN., 1758)

(Pl. 3, figs. 89-94)

Liste:

Sphyrna prisca Agassiz, in ANTUNES, 1961, p. 12: «Cemitério dos Ossos», Farol das Lagostas.

Sphyrna prisca Agassiz, in ANTUNES, 1963, p. 54; *idem*.

Nous avons reconnu dès 1961 la présence dans les dépôts de Farol das Lagostas de véritables dents de *Sphyrna*, très voisines de celles de *S. zygaena*. Cependant la nomenclature adoptée alors est inadéquate⁽⁴⁾. Le binome *Sphyrna prisca* Agassiz, 1843, a été employé très souvent pour des dents des *Carcharhinus* à denture assez gracile (donc *Carcharhinus priscus*) et non pour celles des vrais *Sphyrna*. Nous avons discuté le problème (ANTU-

NES et JONET, 1969-1970, pp. 196-200), après comparaison avec des spécimens modernes.

On n'a pas pu caractériser des requins-marteau à dents nettement serrillées, voisins du *S. tudes* actuel.

Super-Ordre — **HYPOTREMATA**

Ordre — **RAJIFORMES**

Sous-Ordre — **RHINOBATOIDEI**

Famille — **Pristidae**

Genre — *PRISTIS* LATHAM, 1794

(Espèce-type: *Squalus pristis* LIN., 1758)

PRISTIS sp.

(Pl. 3, fig. 95)

La connaissance des batoïdes de Farol das Lagostas demeure très incomplète. Les poissons-scie n'ont jamais été cités; DARTEVELLE et CASIER (1959, p. 401) ont déclaré «Pour des raisons bathymétriques, sans doute, ou parce qu'il ne s'agirait pas d'un dépôt estuarien ou subestuarien comme c'est le cas pour Malembe, les *Pristidae* y font défaut, ou, s'ils y existent, doivent y être très rares». Notre collection de Farol das Lagostas comprend toutefois une dent rostrale de *Pristis*, genre assez commun dans le Miocène de Malembo (DARTEVELLE et CASIER, 1943, 1959). Il est également représenté à Porto Alexandre (ANTUNES, 1964, p. 118). En voici la liste des *Pristis* du Néogène du Congo, d'après Darteville et Casier:

⁽⁴⁾ CAPPETTA (1970, p. 57) considère étonnant, à propos de notre note (1963), que «... au cours d'une étude de quelques espèces ... de Farol das Lagostas [ANTUNES] ... ait rangé les dents supérieures de *Carcharhinus priscus* dans le genre *Sphyrna* en les rapprochant de dents de *Sphyrna zygaena*». Cette affirmation n'a été faite par nous nulle part, comme on peut constater en lisant attentivement la note en question.

DART. et CASIER, 1943

p. 172, pl. XIV, fig. 20;
Malembo, Matumbo,
? Bololo (Bas Congo)

Pristis sp.

→

pp. 173-174, pl. XIV,
figs. 24-26, ?27-28;
Malembo, Matumbo,
probablement Bololo

Pristis
malembeensis
nov. sp.

→

p. 174, pl. XIV, figs. 29-30;
Malembo

Pristis sp.

DART. et CASIER, 1959

Pristis crassidens
nov. sp.

p. 326, pl. XXXII, fig. 11
(? fig. 10);
Malembo

Pristis malembeensis

p. 327;
idem

Pristis caheni
n. sp.

pp. 326-327; pl. XXXII, fig. 12,
et fig. 84 dans le texte;
Malembo

Pristis sp.

pp. 327-328, pl. XXXII, figs. 8-9;
Malembo, ? Bololo

Propristis schweinfurthi

tableau XII, p. 406; erreur, c'est
une espèce éocène non citée dans
le texte pour Farol das Lagostas,
ni dans le tableau III concernant
l'Angola; genre et espèce absents

Des quatre formes citées pour le Miocène de Cabinda (Malembo, Matumbo) et, avec doute, pour le Zaïre (Bololo), trois sont nettement différentes de la pièce en étude: *P. malembeensis* en diffère notamment par son double tranchant; *P. caheni* par sa section très particulière et son sillon fort asymétrique; *P. sp.* par l'absence de sillon postérieur. Par contre, il y a des ressemblances vis à vis *P. crassidens* tant par la forme et proportions que par les caractères du sillon postérieur. Son épaisseur semble considérable, cependant elle ne peut pas être bien appréciée, la pièce étant un peu écrasée. Nous serions donc tentés de rapporter cette dent à un *Pristis* cf. *crassidens*.

Toutefois nous ne pouvons pas déterminer les rapports avec les *Pristis* modernes. Certains caractères sont arguables. À propos des dents rostrales du *Pristis pectinatus* actuel, BIGELOW et SCHROEDER (1953, p. 27) notent: «posterior edge flat transversely, or nearly so, on basal teeth but more or less channeled longitudinally farther out on saw, perhaps as a result of wear, thus giving each tooth two longitudinal cutting edges posteriorly». Des différences de forme et proportions sont également évidentes dans le rostre du même individu. La dent fossile est fort semblable à celle de la fig. 4C (*ibid.*, p. 26), avec son bord postérieur droit et le sillon bien marqué; toutefois l'aspect des dents de *P. perrotteti*, en jugeant d'après la fig. 6 B, C de BIGELOW et SCHROEDER (*ibid.*), est également très semblable.

Sous-Ordre — DASYATOIDEI

Famille — Myliobatidae

Genre — MYLIOBATIS CUVIER, 1817

(Espèce-type: *Raja aquila* LIN., 1758)

MYLIOBATIS sp.

Liste:

- Non *Myliobatis moutai* nov. sp., in DARTEVELLE et CASIER, 1959, pp. 337-338, pl. XXXIII, fig. 1; également pp. 379, 408-409, 430: presqu'île de Luanda. Voir commentaire à propos de *Pteromylaeus*.
(?) *Myliobatis* sp. indéterminé, in DARTEVELLE et CASIER, 1959, p. 379: Farol das Lagostas.
(?) *Myliobatis* cf. *aquila* Linné, in DARTEVELLE et CASIER, 1959, pp. 408-409: Farol das Lagostas. Comme dans le cas précédent, ni description ni fig. permettant une interprétation quelconque.
Myliobatis af. *aquila* Lin., in ANTUNES, 1961, p. 12: «Cemitério dos Ossos», Farol das Lagostas.
Myliobatis cf. *aquila* (Linné), in ANTUNES, 1963, p. 54: *idem*.

Les Myliobatidés sont mal représentés dans notre collection de Farol das Lagostas. La présence de *Myliobatis* est à confirmer. Ayant observé autrefois les collections conservées à Luanda, certains spécimens paraissaient si semblables à leurs homologues de *M. aquila* que nos déterminations se justifiaient, d'autant plus que cette interprétation suivait l'attribution de pièces de Farol das La-

gostas à un *M. cf. aquila* (DARTEVELLE et CASIER, *loc. cit.*).

Il ne nous est pas possible de reprendre utilement ici la discussion avec la seule dent qui nous reste.

Genre — PTEROMYLAEUS GARMAN, 1913

(Espèce-type: *Myliobatis bovina* GEOFFROY SAINT-HILAIRE, 1809)

PTEROMYLAEUS cf. BOVINA (GEOFFROY SAINT-HILAIRE)

(Pl. 3, fig. 96)

Liste:

- Myliobatis moutai* nov. sp., in DARTEVELLE et CASIER, 1959, pp. 337-338, pl. XXXIII, fig. 1: presqu'île de Luanda, falaise vers Samba.
Myliobatis sp., in ANTUNES, 1961, p. 12: «Cemitério dos Ossos», Farol das Lagostas.
Myliobatidae indéterminé, in ANTUNES, 1963, p. 54: *idem*.

Le genre *Pteromylaeus* est assez voisin de *Myliobatis*. Il n'a été cité à l'état fossile que rarement. Selon CAPPETTA (1970, pp. 106-107, pl. 25, figs. 1-4), quelques fragments de dents de grandes dimensions pourraient appartenir à ce genre.

Une plaque dentaire supérieure de Farol das Lagostas correspond parfaitement à celles de *Pteromylaeus bovina*, avec ses dents médianes grandes, étalées transversalement et un peu arquées, mais avec concavité postérieure (et non antérieure comme chez *Myliobatis*), flanquées de dents latérales très petites et allongées dans le sens antéro-postérieur (et non dans le sens transversal, comme chez *Myliobatis*). La comparaison avec des figures concernant *M. aquila* et *P. bovina* semble corroborer notre détermination (cf. ALBUQUERQUE, 1954-1956, p. 180, fig. 107).

Pteromylaeus n'a jamais été mentionné auparavant pour les formations d'Angola. Pourtant il est fort possible qu'une partie des échantillons rapportés à *Myliobatis* par DARTEVELLE et CASIER lui appartienne. Nous pouvons aller plus loin en ce qui concerne le type de *Myliobatis moutai* (DARTEVELLE et CASIER, 1959), une plaque inférieure qui s'accorde parfaitement avec celles de *Pteromylaeus*. Nous ne sommes point d'accord avec les auteurs (*ibid.*, p. 338) qui ont considéré *Myliobatis aquila* comme la forme la plus proche.

D'autre part, le type de *M. moutai* provient de la falaise vers Samba. Les dépôts en question étaient alors compris dans la «formation de Luanda», rapportée au Burdigalien. En fait, on peut reconnaître, à la suite de nos travaux (ANTUNES, 1964) et d'autres auteurs (TORQUATO et ROCHA, 1969, pp. 11, 49), qu'une partie importante des assises de la falaise de Samba est d'âge Plio-pleistocène. Ceci revient à dire que l'âge de *M. moutai* est vraisemblablement voisin de celui des couches supérieures de Farol das Lagostas, d'où provient la plaque de *Pteromylaeus* ci-décrite. En conclusion, nous réunissons les deux pièces en cause sous le nom de *Pteromylaeus* cf. *bovina*.

Genre — *RHINOPTERA* CUVIER, 1829

(Espèce-type: *Myliobatis marginata* GEOFFROY SAINT-HILAIRE, 1817)

RHINOPTERA sp. gr. *BRASILIENSIS* MÜLLER et HENLE, 1841

(Pl. 3, figs. 98-101)

Le genre *Rhinoptera* n'avait pas été cité pour Farol das Lagostas. Il est représenté dans notre matériel par 4 dents, bien plus larges que longues; sur la plus complète le rapport est de 4:1, environ.

Parmi les espèces actuelles de l'Atlantique, le rapprochement avec *R. brasiliensis* s'impose (cf. BIGELOW et SCHROEDER, 1953, pp. 478-479, fig. 109), compte-tenu de la forme et des proportions des dents, qui sont bien plus nombreuses que chez d'autres espèces dont *R. bonasus* (Mitchill, 1815). Chez celle-ci, il y a moins de séries dentaires (7, 6 ou 8 dans quelques individus), et les dents sont bien plus étroites par rapport à la longueur (BIG. et SCHROEDER, *id.*, pp. 468 et suivantes, fig. 108). D'autre part, les dents de *R. marginata* sont aussi relativement étroites, ce qui ne laisse comme terme de comparaison valable que *R. brasiliensis* (BIG. et SCHROEDER, *id.*, clé d'identification des espèces de l'Atlantique, pp. 468-469); les dents de Farol das Lagostas ne s'en distinguent pas.

DARTEVELLE et CASIER ont mentionné *Rhinoptera* cf. *studer* (Ag.) parmi les poissons miocènes de Malembo (1959, p. 400, tableau X; 1943, pp. 184-185, pl. XVI, figs. 13a-13c). La seule dent figurée par DARTEVELLE et CASIER (*loc. cit.*) est du type gracile, comme celles de *R. brasiliensis*.

Genre — *AETOBATUS* BLAINVILLE 1816

(Espèce-type: *Raja narinari* EUPHRASEN, 1790)

AETOBATUS sp.

(Pl. 3, fig. 102)

Le genre *Aetobatus* n'a été cité pour le Néogène des régions en question que dans des gisements de Cabinda (Malembo, Matumbo, Beta m'Bembe: *A. arcuatus* Agassiz, in DARTEVELLE et CASIER, 1943, p. 198, pl. XIV, figs. 35-36; 1959, pp. 408-409) et du bassin de Moçâmedes, à Damba affluent du Curoca (*Aetobatus* sp., in ANTUNES, 1964, p. 118). Notre collection de Farol das Lagostas comprend une seule dent supérieure incomplète, dont la portion externe est dépourvue d'encoche s'ajustant à une dent latérale, qui n'existait pas. Ceci suffit à caractériser *Aetobatus*, bien que l'on ne puisse pas discuter utilement sa position au niveau de l'espèce.

Classe — **OSTEICHTHYES**

Sous-Classe — **ACTINOPTERYGII**

Super-Ordre — **TELEOSTEI**

Ordre — **OSTARIOPHYSI**

Sous-Ordre — **SILUROIDEA**

Famille — **Ariidae**

Genre — *TACHYSURUS* LACÉPÈDE, 1803

(= *ARIUS* CUVIER et VALENCIENNES, 1840)

(Espèce-type: *Tachysurus sinensis* LACÉPÈDE, 1803)

TACHYSURUS sp.

(Pl. 3, fig. 97)

Un fragment d'épine de nageoire dorsale et un autre d'une pectorale documentent la présence d'un Ariidé de forte taille. Bien que la détermination ne puisse être contrôlée avec exactitude, on peut noter des ressemblances très étroites par rapport aux *Tachysurus heudeloti* (Valenciennes), etc. communs dans les eaux littorales du Nord d'Angola (cf. SANCHES, 1966, p. 12) au point que la distinction ne paraît pas possible. Toutefois, ceci ne suffit pas pour prouver l'identité, d'ailleurs vraisemblable.

Ordre — **MUGILIFORMES**

Famille — **Sphyraenidae**

Genre — *SPHYRAENA* (ARTEDI) BLOCH et SCHNEIDER, 1801

(Espèce-type: *Esox sphyraena* LIN., 1758)

SPHYRAENA cf. *BARRACUDA* (WALBAUM, 1792)

(Pl. 3, figs. 103-107)

Liste:

Sphyraena malembeensis Dart. et Casier, in DARTEVELLE et CASIER, 1959, pp. 359, 379, 410-411, pl. XXXVIII, figs. 5a-5c, 6a-6b: Farol das Lagostas.

Sphyraena malembeensis Darteville et Casier, in ANTUNES, 1961, p. 12: «Cemitério dos Ossos». Farol das Lagostas.

Sphyraena malembeensis Dart. et Casier, in ANTUNES, 1963, p. 54; *idem*. Note: citations concernant Farol das Lagostas seulement; *S. malembeensis* a été citée pour plusieurs gisements miocènes, mais il faut vérifier si les dents en cause appartiennent à la même espèce que celles, plus modernes, dont il est question ici.

Comme nous l'avons noté (ANTUNES, 1972b, pp. 13-14), les espèces modernes de *Sphyraena* diffèrent beaucoup en ce qui concerne la taille, qui atteint ou dépasse les 2 m chez *S. barracuda* (Walb.) et *S. piscatorum* Cadenat; ces poissons strictement tropicaux constituent une sorte de groupe qui se distingue nettement de l'ensemble des *Sphyraena* de bien plus petite taille, dont *S. sphyraena*.

Les grosses dents du Néogène angolais appartiennent au 1^{er} groupe. DARTEVELLE et CASIER (1949, p. 225, pl. XVII, figs. 29-34), sur la base de spécimens de Malembo, les ont rattachées à une espèce nouvelle, *S. malembeensis*. Plus tard, les mêmes auteurs lui ont rapporté des dents de Farol das Lagostas; dans le texte, pp. 358-359, on ne fait mention que de la fig. 5, mais une autre dent, celle de la fig. 6, est citée p. 566 dans l'explication des planches.

Notre collection comprend 13 dents antérieures à un seul

bord tranchant (l'antérieur) et dilatation distale (barbelure), plus 2 dents latérales à deux tranchants. La taille maximum est vraiment énorme et excède nettement celle des plus grosses dents de la localité type, Malembo (cf. le lot figuré par DARTEVELLE et CASIER, pl. XVII). Ces grosses dents ne se distinguent pas non plus de celles d'un gros spécimen actuel recueilli à Ambrizete, Angola du Nord, par M. Luiz Saldanha, et appartenant à *S. barracuda*. La taille maximum des dents de Farol das Lagostas excède aussi celle observée parmi des lots de dents du Miocène inférieur et moyen de Lisbonne, essentiellement des divisions V-a, V-b et V-c (JONET, 1967; ANTUNES, 1972b, pp. 12-14).

Compte-tenu de l'absence de caractères distinctifs, au niveau de l'espèce, dans la denture — ce que confirment les diagnoses très sommaires et insuffisantes des auteurs —, il est bien plus important de reconnaître: 1) que les *Sphyraena* de Farol das Lagostas appartiennent au groupe des espèces de grande taille, et 2) qu'elles confèrent avec *S. barracuda*, plutôt que de leur afficher un nom d'espèce assez vide de substance.

Ordre — PERCIFORMES

Sous-Ordre — PERCOIDEA

Famille — **Sparidae**

Genre — *SPARUS* LIN., 1758

(Espèce-type: *Sparus auratus* LIN., 1758)

SPARUS sp.

(Pl. 3, fig. 108)

Liste:

Sparus sp., in DARTEVELLE et CASIER, 1959, pp. 359, 379, 410-411 (sous le nom de *Chrysophrys* sp.), p. 431, pl. XXXVIII, figs. 15-16; Farol das Lagostas.

Chrysophrys sp., in ANTUNES, 1961, p. 12: «Cemitério dos Ossos», Farol das Lagostas.

Sparus sp., in ANTUNES, 1963, p. 54: *idem*.

Quelques «molaires» à section horizontale circulaire et de forte taille furent rapportées à *Sparus* sp. par DART. et CASIER, en notant (*loc. cit.*) que ces dents «... ne se différencient en rien des éléments correspondants de la dentition de la Daurade (*Sparus auratus* L.)». Cette proposition est vraie, toutefois l'examen des dentures que nous avons préparées à partir d'animaux dont nous avons vérifié la classification — *Sparus auratus*, *Pagrus pagrus* (Lin., 1758), *Pagellus centrodontus* (De la Roche, 1809), *Diplodus sargus* (Lin., 1758) — montre que des dents semblables, non distinctes à l'état isolé, existent dans d'autres genres. La taille trop grande permet d'écarter *Pagellus* et *Diplodus*, mais des confusions peuvent subsister, au moins quant aux gros *Pagrus* et *Dentex*.

Seules les grosses «molaires» aplaties, larges, arrondies mais non circulaires, sont bien caractéristiques des *Sparus*. Notre collection comprend une dent de ce type, démontrant la présence du genre (tandis que les pièces figurées par DART. et CASIER auraient pu laisser des doutes).

D'autres dents «caniniformes» auraient pu appartenir à *Sparus*, mais aussi bien à de gros *Pagrus* ou *Dentex*.

Sous-Ordre — XIPHIOIDEI

Superfamille — **Xiphioidae**

Famille — **Xiphiidae?** ou **Histiophoridae?**

Liste:

Xiphiid de grande taille, in DARTEVELLE et CASIER, 1959, p. 367, pl. XXXIX, fig. 1; Farol das Lagostas. (Nous ne trouvons aucune autre référence à cette forme dans les tableaux du même mémoire).

(?) *Scombridae* indet., in SILVA, 1961, p. 79, est. IV, figs. 18-19; Farol das Lagostas.

(?) *Scombridae* indet., in SILVA et SOARES, 1961, p. 727, est. III, figs. 1-2; Farol das Lagostas. Même matériel: la vertèbre figurée étant très allongée, elle pourrait peut-être appartenir à un Xiphiode.

Xiphias sp., in ANTUNES, 1963, p. 54; Farol das Lagostas.

Selon DARTEVELLE et CASIER (*loc. cit.*) «une vertèbre dont les caractères sont d'ailleurs ceux des éléments correspondants attribués par Leriche à un *Xiphias*» appartient à un Xiphiid de grande taille. C'est possible, mais pourquoi ne s'agit-il d'un Histiophoridé comme *Tetrapturus*? Les documents en cause ne semblent pas permettre de trancher la question.

Ordre — SCOMBRIFORMES

Sous-Ordre — SCOMBROIDEA

Famille — **Scombridae**

Genre — *SCOMBEROMORUS* LACÉPÈDE, 1802
(= *CYBIUM* CUVIER, 1817)

(Espèce-type: *Scomberomorus plumieri* LACÉPÈDE, 1802)

SCOMBEROMORUS sp.

Liste:

Cybius sp. 2, in DARTEVELLE et CASIER, 1959, pp. 365, 379, 410-411, 432, pl. XXXVIII, fig. 7; Farol das Lagostas.

Cybius sp., in ANTUNES, 1961, p. 12: «Cemitério dos Ossos», Farol das Lagostas.

Cybius sp., in ANTUNES, 1963, p. 54: *idem*.

Aucun spécimen attribuable au genre en question n'existe dans notre matériel. Aussi ne citons-nous ce genre que d'après DARTEVELLE et CASIER. Il est possible qu'une vertèbre «analogue à celles des *Cybius*», que ces auteurs ont rapporté à un Scombridé (*loc. cit.*, pl. XXXVIII, fig. 6), appartienne également à ce genre.

Ordre — PLECTOGNATHI

Famille — **Tetrodontidae**

Genre — *TETRODON* LIN., 1758 (Attribution probable, mais à confirmer)

(Espèce-type: *Tetrodon lineatus* LIN., 1758)

? *TETRODON* sp.

(Pl. 3, figs. 109-111)

Aucun plectognathe n'avait été signalé à Farol das Lagostas, bien que des restes dentaires de *Diodon* (ou formes voisines?) aient été récoltés à Malembo (DARTEVELLE et CASIER, 1959, p. 371) et à Luanda (PIVE-TEAU, 1933, pl. I, figs. 6a-6b, 7; cité comme «plaques dentaires de Myliobatidés»), ainsi que dans le Miocène de Porto Alexandre (ANTUNES, 1964, p. 118). Cette absence est due probablement à l'insuffisance des récoltes, car les poissons en cause sont assez fréquents soit dans des gisements comparables, soit dans les mers actuelles d'Angola.

Deux pièces prouvent toutefois la présence d'un autre genre qui, d'après la littérature (nous n'avons pas pu comparer notre matériel avec la denture de spécimens modernes), semble bien être *Tetrodon*. Il s'agit de deux plaques dentaires de demi-mâchoires formées d'un empilement de lames dentaires parallèles à la base de la plaque, étroites, minces et serrées, 23 sur la pièce la plus complète. Ces pièces sont semblables à celles des faluns

figurées par LERICHE (1957, p. 51, pl. IV, figs. 37-38); celles-ci paraissent toutefois plus allongées, et le nombre de lames dentaires est plus réduit (10-11). Nos exemplaires se rapprochent davantage de ceux de Mallorca rapportés à *T. scillae* (BAUZÁ-RULLÁN, 1947, p. 532, pl. XXXVII, figs. 1-12).

Il paraît souhaitable de revoir les caractères dentaires de *Tetrodon* et d'autres Tetrodontidés comme *Hemiconiatus*, *Lagocephalus* et *Spheroides*, plus ou moins fréquents en Angola (SANCHES, 1966, pp. 189-191) pour déterminer à quel genre doivent être rapportés les fossiles en cause.

*
* *

En résumé, la faune ichthyologique de Farol das Lagostas — SECIL (bassin du Cuanza) et celle du Néogène supérieur des environs de Baía Farta (bassin de Benguela) comprend les formes indiquées dans le tableau I.

TABLEAU I

Genres et espèces / Genera and species		Gisements / Localities		
		Farol das Lagostas, incl. «Cemitério dos Ossos»	SECIL	Baía Farta, couches / upper supérieures / beds
*	— — — —	<i>Procarcharodon megalodon</i>	×	×
** O	— — — —	<i>Carcharodon carcharias</i>	×	×
●	— — — —	<i>Isurus cf. oxyrinchus</i>	×	×
*	— — — —	<i>Isurus benedeni</i>	×	? (a)
	— — — —	<i>Odontaspis taurus</i>	×	×
●	— — — —	<i>Mitsukurina</i> sp.	×	
** O	— — — —	<i>Galeocerdo cuvieri</i>	×	×
*	— — — —	<i>Hemipristis serra</i>	×	×
●	— — — —	<i>Paragaleus</i> sp.	×	
●	— — — —	<i>Negaprion cf. brevirostris</i>	×	×
	— — — —	<i>Scoliodon</i> sp.	×	
*	— — — —	<i>Carcharhinus</i> sp. I gr. «egertoni»	×	×
*	— — — —	<i>Carcharhinus</i> sp. II gr. «priscus»	×	×
●	— — — —	<i>Sphyrna cf. zygaena</i>	×	
●	— — — —	<i>Pristis</i> sp.	×	
	— — — —	<i>Myliobatis</i> sp.	×	
●	— — — —	<i>Pteromylaeus cf. bovina</i>	×	
●	— — — —	<i>Rhinoptera</i> sp. gr. <i>brasiliensis</i>	×	
●	— — — —	<i>Aetobatus</i> sp.	×	
●	— — — —	<i>Tachysurus</i> sp.	×	
*	— — — —	<i>Sphyrna cf. barracuda</i>	×	×
	— — — —	<i>Sparus</i> sp.	×	
	— — — —	<i>Scomberomorus</i> sp.	×	
	— — — —	Xiphiidae ou Histiophoridae, gen. indét.	×	
●	— — — —	? <i>Tetrodon</i> sp.	×	×

Fréquence aproximative / Approximative frequency
dans les collections de / in collections from
Farol das Lagostas

— — — — très fréquent / very common
— — — fréquent / common
— — — peu fréquent / uncommon
— rare / rare

*** Formes les plus caractéristiques par leur présence et/ou par leur stade d'évolution /
/ Most characteristic forms by its occurrence and/or by their stade of evolution.

● Première citation / First quotation
O Première citation / First quotation
dans nos travaux / in our previous
précédents papers

(a) *Isurus benedeni* est connu dans la même région, mais dans des gisements apparemment plus bas. / *Isurus benedeni* is known in the same region, but only in seemingly lower levels.

II — CARACTÈRES BATHYMÉTRIQUES (5)

Il est évident que les formes habituelles dans des eaux littorales, peu profondes, pénétrant souvent dans les lagunes et estuaires (et même en eau douce), sont discrètement représentées; exemples, *Negaprion*, *Pristis*, *Tachysurus*. La rareté ou l'absence de *Ginglymostoma* (inconnu) parle dans le même sens, car il s'agit de bêtes qui affectent strictement des eaux littorales chaudes, très peu profondes.

À l'autre extrême se placent les *Mitsukurina*, requins de profondeur se tenant à l'écart du littoral, ou des poissons pélagiques comme les Scombridés dont *Scomberomorus* et les Xiphiidés ou Histiophoridés, également peu nombreux; *Isurus* serait peut-être à rattacher à cet ensemble.

Le reste comprend des bêtes qui, par leur grande taille, ne devaient pas, en principe, fréquenter des eaux très peu profondes comme *Procarodon*, *Carcharodon*, les gros *Galeocerdo* et *Carcharhinus*. Puissants prédateurs de pleine mer, on sait bien qu'ils (les formes actuelles) s'approchent des plages, comme il arrive très souvent avec *Odontaspis*.

Parmi les Batoïdes, tous fréquentent essentiellement des eaux côtières; *Myliobatis* se rencontre habituellement à moins de «60 fathoms» (BIGELOW et SCHROEDER, 1953, p. 437).

La faune de Farol das Lagostas ne correspond pas ni à un milieu dans le voisinage immédiat de la côte et très peu profond, ni à des eaux profondes plus au large.

III — CARACTÈRES THERMIQUES (6)

Même si un indice si caractéristique que *Ginglymostoma* y est inconnu, la presque totalité de la faune indique très nettement des eaux chaudes.

Sont surtout typiques *Galeocerdo*, *Hemipristis*, *Negaprion*, les *Carcharhinus* du groupe *egertoni*, *Aetobatus*, *Tachysurus* et les gros *Sphyræna*. C'est bien une faune à Carcharhinidés prédominants sur les Lamniformes. En particulier, la présence de jeunes *Hemipristis* laisse présager des conditions favorables à la reproduction de ces Sélaciens sténothermes d'eaux chaudes; elle est plus significative que celle des adultes, dont des individus égarés peuvent être entraînés en dehors des régions les plus favorables.

À l'extrême opposé — eaux tempérées, mais non proprement des eaux froides — se placent les *Isurus* et *Mitsukurina*, ce dernier fréquentant les eaux profondes à température plus basse. Notons le manque de toute trace de *Lamna*, propre à des eaux tempérées froides (ANTUNES et JONET, 1969-1970, p. 227; ANTUNES, 1969-1970, pp. 57-60; 1972a, pp. 348-349).

Tous les autres composants, plus ou moins tolérants

du point de vue thermique, préfèrent cependant les eaux chaudes.

En conclusion, un modèle acceptable pour la faune en étude serait celle de l'Atlantique oriental entre le Nord d'Angola et le Sénégal-Cap Vert.

IV — ÂGE

IV.1 — Problématique; âge des formations néogènes des environs de Luanda — Farol das Lagostas

Il nous semble inutile de revenir à la discussion des travaux publiés avant 1964 (voir ANTUNES, 1964, pp. 66 et suivantes, p. 214). Rappelons que l'âge «burdigalien» de l'ensemble du Néogène entre Luanda et Cacucaco a été admis par plusieurs auteurs sur la base:

— de la présence d'operculines et amphistegines semblables à celles du Burdigalien de Jaen, Espagne (Douvillé in CHOFFAT, 1905; FLEURY, 1923, p. 231).

— des rapports entre les gastéropodes recueillis dans la région de Luanda et ceux du Burdigalien d'Aquitaine (DOUVILLÉ, 1933, p. 113).

Notons toutefois que ces bases sont bien fragiles pour corréler des formations si éloignées.

D'autres fossiles ont soulevé des soupçons. D'après les poissons, Casier (in DARTEVELLE et CASIER, 1959, p. 420) a admis un âge «helvétien» pour le tuffeau calcaire de Farol das Lagostas — sommet de la série néogène ou Néogène III (ANTUNES, 1964, pp. 64, 213) —, déclarant qu'«il n'est même pas impossible qu'il s'agisse là d'une faune du début du Pliocène» (CASIER, 1957, p. 287). D'autres données convergeaient vers des conclusions analogues, et notamment la prépondérance de *Chlamys bolleensis* et d'oursins tels que des *Rotuloidea vieirai*, aussi bien que certains poissons inconnus de Darteville et Casier dans les gisements de Farol das Lagostas (ANTUNES, 1963, p. 53; 1964, pp. 73-75, 214).

Plus récemment, après identification de deux coralliaires ahermatypiques, CHEVALIER (1970, p. 29) a noté: «Il est donc difficile, d'après l'étude de ces deux espèces, de préciser avec certitude l'âge des couches de Farol das Lagostas; on peut les rapporter cependant au Burdigalien». D'autre part, BRÉBION (1970, p. 4), ayant identifié quelques gastéropodes, ne se prononce clairement pas sur la datation et reconnaît qu'«Il est très difficile de donner des indications stratigraphiques précises». La prudence est justifiée, malgré le fait que l'une des espèces «n'a été récoltée avec certitude que dans le Burdigalien d'Italie».

Par contre, des arguments solides ont été présentés démontrant l'âge plio-pleistocène de dépôts de la coupe de Morro da Samba, Luanda (TORQUATO et ROCHA, 1969, p. 46) — corrélatifs d'autres des environs de Farol das Lagostas — inclus habituellement (par ex., par les géologues pétroliers) dans la «formation de Luanda», dont

(5) On ne tient pas compte des animaux à dents petites, *Paragaleus* et *Scoliodon* par ex., mal représentés.

(6) Pour les requins, voir discussion in ANTUNES et JONET, 1969-1970, pp. 223-232, 242-244.

l'âge serait burdigalien (7). En fait, il est indiscutable que cette formation est hétérogène, comprenant des dépôts miocènes et, en discordance, une couverture nettement plus moderne.

Enfin, retenons quelques études en micropaléontologie, notamment celle de MEIJER (1972) sur les foraminifères planctoniques.

Malgré quelque imprécision quant aux conditions de récolte (des débris de «drill cuttings»), l'auteur a reconnu (a) que la plupart des espèces se présente dans une succession semblable à celle d'autres régions, et (b) qu'il y a, dans la soit-disant «formation de Luanda», des associations correspondant à peu près à la biozone de *Globorotalia acostaensis*, N17 de Blow (*ibid.*, pp. 152-153). Or N17 correspond bien à la fin du Miocène, Tortonien supérieur-Messinien (BERGGREN et VAN COUVERING, 1974, fig. 1). Il est donc absolument incontestable que la série néogène comprend des niveaux bien plus modernes que le Burdigalien.

Basé sur la présence du genre *Heterostegina*, ROCHA (1973, p. 30) déclare notamment «Tout cela vient renforcer l'hypothèse de l'existence d'un Miocène plus élevé dans le bassin du Cuanza», et ne contredit absolument pas l'existence du Pliocène (*loc. cit.*).

L'effondrement entre failles des sédiments de Farol das Lagostas ayant permis de conserver des dépôts les plus élevés que l'on connaisse dans la série néogène (Néogène III), il est très probable, à plus forte raison, que certains soient au moins contemporains et même encore plus modernes que N17. Est-il bien évident que la corrélation de la «formation de Luanda» en ensemble avec l'étage Burdigalien (8) est insoutenable, et que l'étude des planctoniques ne fait que confirmer des conclusions présentées par nous depuis longtemps (ANTUNES, 1963, 1964).

IV.2 — Données chronologiques concernant les Poissons de Farol das Lagostas, *Carcharodon carcharias* en particulier

Dans le texte qui précède nous avons fait état des opinions des auteurs sur l'âge des formations néogènes des environs de Luanda. En ce qui concerne les poissons, qui fournissent des arguments valables, soulignons que la vérité sur l'âge de ceux de Farol das Lagostas fut soupçonnée (CASIER, 1957; CASIER in DARTEVELLE et CASIER, 1959); malgré les datations précédentes qui indiquaient un âge burdigalien, leurs caractères très évolués ont fait admettre un âge «helvétien» et, en outre, que cette faune pourrait dater du début du Pliocène.

Notre première étude (ANTUNES, 1961) a mis en évi-

(7) TORQUATO et ROCHA (*id.*, p. 49) acceptent sans discuter l'âge burdigalien des couches au dessous de la discordance qui les sépare des sédiments plio-pleistocènes, à défaut de nouveaux éléments de datation.

(8) L'âge burdigalien, profondément enraciné dans certains esprits, a encore été admis par BROGNON (1972, p. 141) dans une communication au même Congrès auquel fut présentée celle de Meijer, déjà citée. L'opinion en cause était donc dépassée à l'époque.

dence l'âge pleistocène des dépôts de «Cemitério dos Ossos», près de Farol das Lagostas. Il s'agit de sables ferrugineux contenant des instruments de pierre taillée et dents de mammifères terrestres (buffle rouge, zèbre, phacochère, éléphant) mélangés à de nombreux ossements de Cétacés et restes de poissons dégagés par l'érosion karstique des calcaires du Néogène III.

Sauf pour des pectinidés et quelques oursins, les fossiles à test calcaire ont été éliminés, ou il n'en reste que des moules. À la suite de Casier, et sans avoir encore revu la faune ichthyologique, nous avons admis un âge miocène, toutefois cet âge nous paraissait plus moderne que le Burdigalien supérieur, comme il avait été accepté par d'autres auteurs (ANTUNES, 1961, p. 17); la faune «serait contemporaine du Miocène tout à fait supérieur ou même du Pliocène, car j'ai trouvé aussi l'espèce encore vivante *Carcharodon rondeletti*» (ANTUNES, 1962, p. 377).

Par la suite, nous avons confirmé que la faune de Farol das Lagostas comprenait des formes encore vivantes, inconnues de Casier, comme *C. carcharias* (= *C. rondeletti*) et *Galeocерdo cuvieri* (= *G. arcticus* = *G. praecursor*). Ces faits, ainsi que leurs caractères très évolués, nous ont permis de conclure à un âge pliocène (ANTUNES, 1963, p. 53), ce qui a pu être accepté depuis avec des raisons bien plus fortes (ANTUNES, 1964, pp. 75, 214).

Voyons maintenant les données essentielles sur la distribution stratigraphique des espèces les plus caractéristiques:

— *Procarcharodon megalodon* est connu dès le Miocène inférieur au Pliocène (ou Pleistocène?). Tous les auteurs reconnaissent l'accroissement de la taille maximum, vraiment énorme au Pliocène, comme c'est le cas à Farol das Lagostas, SECIL et couches supérieures de Baía Farta. Pour le premier gisement, ceci a été noté par DARTEVELLE et CASIER (1959, p. 305).

— *Carcharodon carcharias* est cité pour le Burdigalien et Vindobonien sur la base de deux dents de la Molasse suisse (LERICHE, 1927, p. 81). Les figures paraissent typiques, la provenance serait-elle exacte? Le doute semble permis, car l'espèce n'a jamais été correctement identifiée parmi le nombreux matériel d'âge comparable recueilli ailleurs. Il n'est point question de hasard que des gisements riches et très exploités d'âge miocène bien défini n'aient livré ces dernières années pas une seule pièce à rapporter sans doute à *C. carcharias*, tandis que *P. megalodon* y est commun: au Portugal, soit dans le bassin du Tage, même dans le Miocène supérieur (ANTUNES et JONET, 1969-1970; JONET, Y. KOTCHETTOFF et B. KOTCHETTOFF, 1975), soit en Algarve (ANTUNES, JONET et NASCIMENTO, en publication); dans le Midi de la France (CAPPETTA, 1970, pp. 26-27); dans les faluns de l'Ouest de la France (LERICHE, 1957, p. 34; récoltes de L. Ginsburg examinées par nous); en Italie (MENESINI, 1969); Baléares (BAUZÁ et PLANS, 1973); en Hollande (BOSCH, CADÉE et JANSSEN, 1975, pp. 77-78, 105).

On n'a jamais trouvé *C. carcharias* dans le Miocène

inférieur, exceptée à la limite la dent du Burdigalien supérieur suisse (?) figurée par LERICHE (1927, pl. XIII, fig. 5). De même, les citations pour le Miocène inférieur de l'Inde (MEHROTRA, MISHRA et SRIVASTAVA, 1973, pp. 191-192, plate 2, figs. 2, 6a, 6b) sont fondées sur des dents qui (d'après les figures) doivent appartenir à un *Carcharhinus*, ceci étant tout particulièrement le cas de la pièce des figs. 6a et 6b.

Il y a même des déterminations de matériel plus moderne (Miocène moyen, pour l'essentiel) qui ne semblent pas devoir être retenues. Ainsi, celle de JONET, Y. KOTCHETTOFF et B. KOTCHETTOFF (1975, pp. 203-204, pl. I, figs. 1a, b) comme *Procarharodon* aff. *carcharias* est doublement arguable, 1) car la seule dent en cause, des coins de la gueule de surcroît, peut être rapportée à *P. megalodon*, et 2) s'il s'agissait vraiment d'une forme affine, congénérique avec *C. carcharias*, l'attribution au genre *Procarharodon* était erronée. D'autre part, celle de OBRADOR et MERCADAL (1973, p. 116) pour le Miocène de Menorca, Balears, ne peut pas être vérifiée en absence de description et de figure (d'autres dents sont figurées).

Par contre, *C. carcharias* est fréquent dans le Néogène belge, mais seulement à partir du Scaldisien «où elle semble remplacer *C. megalodon*» (LERICHE, 1926, p. 424); cet étage est maintenant inclus dans le Pliocène (POMEROL, 1973, p. 164; BOSCH, CADÉE et JANSSEN, 1975, enclosure 2). Selon LERICHE (*ibid.*), quelques exemplaires proviendraient de l'Anversien, qu'il rapportait au Miocène supérieur; on le place maintenant dans la partie la plus élevée du Miocène moyen, après l'Helvétien (POMEROL, *ibid.*).

L'espèce est largement citée pour le Pliocène d'Italie, tandis qu'une seule référence ancienne concerne le Miocène italien, et il s'agit encore de dépôts assez modernes, Tortorien de Sicile (MENESINI, 1968, p. 593); il est certain que le plus souvent les déterminations des auteurs résultent d'interprétations erronées, rapportant à *C. carcharias* des dents latérales (voir des coins) de sujets de médiocre taille de *P. megalodon*, bien que d'autres caractères permettent la distinction.

Plus récemment, BOSCH, CADÉE et JANSSEN (1975, p. 105) ne font mention de *C. carcharias* que dans les sables de Kattendijk (Pliocène de Belgique).

De l'autre côté de l'Atlantique, dans la plaine côtière des U. S. A., *C. carcharias* caractérise la «Duplin marl» (=formation de Yorktown), d'après LERICHE (1942, p. 78); cette formation correspond au sommet du Miocène de Maryland, selon lui (*id.*, pp. 54, 103-104), et est considérée comme «late Miocene» dans le Lexique Stratigraphique International (vol. VII, fasc. 1, tome I A-F, 1967, p. 1184).

En Australie, *C. carcharias* n'est connu que dès le Pliocène (PLEDGE, 1967, pp. 155, 157, 158, plate 4, fig. 13), tandis qu'en Afrique du Sud — Zululand — il prédomine dans les «*Pecten* beds» sur *P. megalodon*, tout comme à Farol das Lagostas (voir chapitre suivant).

Encore, CASIER (1960, p. 14, tableau) fait débiter

C. carcharias au Miocène supérieur, mais sans acquiescer une importance considérable qu'au Pliocène.

En conclusion, il s'ensuit que les citations modernes de *C. carcharias* à l'état fossile sont fondées sur des déterminations inexactes, ou bien sur du matériel d'âge pliocène. L'espèce peut être considérée comme caractéristique des temps postmiocènes, encore qu'elle semble débiter un peu plus tôt au Miocène moyen (?) ou supérieur, ceci devant en tous cas être confirmé; elle n'est vraiment pas fréquente qu'au Pliocène, dépassant alors en nombre les énormes *P. megalodon* qui survivaient encore, comme à Farol das Lagostas.

— *Isurus benedeni* atteint une très forte taille, connue ailleurs seulement au Miocène supérieur et au Pliocène (DARTEVELLE et CASIER, 1959, p. 401).

— *Galeocерdo cuvieri*, nous avons déjà analysé l'évolution des requins-tigre depuis l'Eocène (ANTUNES, 1972b, pp. 7-9, pl. II-III). Comme nous avons montré (ANTUNES, 1963, pp. 49-50), le *G. praecursor* de Darteville et Casier ne se distingue pas de l'espèce actuelle. *G. cuvieri* a été recueilli dans des gisements du Néogène supérieur ou du Pleistocène: à Chypre, Sri Lanka et Timor (exemplaires observés par nous au British Museum, Natural History); à l'île de Santiago, Cap Vert (dent conservée au Museu Mineralógico e Geológico de l'Université de Lisbonne); ainsi que dans les «Ashley Phosphate Beds» de la Caroline du Sud (LERICHE, 1942, p. 55, pl. VIII, figs. 1-2), qui contiennent de nombreux fossiles remaniés surtout du Miocène à côté d'autres plus modernes dont *G. cuvieri* et *C. carcharias*, ce qui indique «un âge relativement récent» (LERICHE, *ibid.*).

— *Hemipristis serra* atteint de très fortes tailles comparables à celle de la var. *maxima* du Pliocène (ou Pleistocène?) de Zanzibar.

— *Negaprion* cf. *brevirostris* ne se distingue pas de l'espèce moderne, bien que ce fait ne peut pas être considéré comme très démonstratif, la denture des *Negaprion* fossiles étant insuffisamment connue.

— *Carcharhinus* sp. I gr. *egertoni* et *Carcharhinus* sp. II gr. *priscus* atteignent de très fortes tailles excédant les maxima vérifiés sur du matériel miocène. Ceci est évident lorsqu'on établit des comparaisons avec des dents du Miocène de l'Angola, spécialement des couches les plus basses de la région S. Pedro da Barra — Farol das Lagostas; les dents de *Carcharhinus* y sont abondantes, pourtant jamais si grandes. Le point vraiment essentiel est le caractère très évolué des dents de Farol das Lagostas.

— les ressemblances très étroites par rapport aux espèces actuelles sont également évidentes quant aux *Isurus* cf. *oxyrinchus*, aux *Odontaspis*, *Sphyrna*, *Pteromylaeus*, *Rhinoptera*, *Tachysurus* et *Sphyræna*, notamment, sans qu'il nous soit possible d'en extraire d'autres conclusions concernant la datation.

IV.3 — Conclusions

Les arguments exposés sur la distribution stratigraphique et spécialement sur certaines formes très caractéristiques

confirment notre conclusion de 1963, c'est à dire, que la faune ichthyologique de Farol das Lagostas et les faunules recueillies à SECIL et couches supérieures des environs de Baía Farta est pliocène.

Le tuffeau calcaire (Néogène III) est donc à rapporter au Pliocène.

V — QUELQUES REMARQUES SUR LE PLIOCÈNE MARIN EN AFRIQUE AUSTRALE ET SUR LES FAUNES DE POISSONS

Le Pliocène marin était mal connu dans l'Afrique au Sud de l'Équateur. Souvent était-il confondu avec le Miocène. En fait, la situation réelle est fort différente, et des travaux récents montrent notamment que, dans la partie orientale de la Province du Cap, «the sea extended farther inland here during the Pliocene than at any other time during the Tertiary» (KING, 1972, p. 159). En ce cas, la datation est assurée par des foraminifères caractéristiques. Au Pliocène correspond un maximum de transgression, qui a également atteint d'autres régions.

Dans le Zululand, on connaît des faunes de poissons clairement identiques à celle de Farol das Lagostas: dans le «Pecten bed» entre Uloa et Hell's Gates on a trouvé «*Carcharodon sulcidens*» (synonyme de *C. carcharias*)

bien plus nombreux («over 80 per cent» des récoltes) que *P. megalodon*, associés à *Isurus benedeni* et *I. hastalis*, à *Odontaspis taurus*, *Hemipristis serra* et *Galeocercus cuvieri* (APPLEGATE, 1970; cf. FRANKEL, 1972, p. 311). Pour Applegate (in FRANKEL, loc. cit.), l'âge serait «Upper Miocene at oldest». Cette datation fût influencée par l'étude des invertébrés, qui ont été considérés comme du Miocène inférieur. Toutefois, Applegate ne manque pas de noter que [the] «... generally accepted Pliocene fauna from Santa Rosalia in Baja California ... is amazingly close in its content to the Pecten bed», «it could be no older than Miocene, and now I think it is even younger» (in FRANKEL, *ibid.*). D'après FRANKEL (p. 312), l'âge du «Pecten bed» de Zululand «is most certainly post-Lower Miocene and more likely Upper Miocene-Pliocene than anything else». Un parallélisme frappant avec le cas de Farol das Lagostas est évident. Et ce n'est pas tout en ce qui concerne la distribution géographique, car des dépôts corrélatifs du «Pecten bed» apparaissent bien plus au Nord, au Mozambique — formation de Santaca, selon SOARES et SILVA, 1970, pp. 21-22, 26 —.

Les conclusions dérivées de l'étude des poissons de Farol das Lagostas, etc. ne font donc que renforcer l'argumentation des auteurs cités. Les faunes et les formations en cause doivent correspondre déjà à une partie des temps pliocènes.

BIBLIOGRAPHIE

- ALBUQUERQUE, R. M. (1954-1956): *Peixes de Portugal e Ilhas Adjacentes. Chaves para a sua determinação*. Portug. Acta Biol. (B), vol. 5, 1164 pp., 445 figs.
- ANDRADE, M. M. et ANDRADE, J. M. (1954): *A propósito de um corte geológico do Farol das Lagostas (Luanda, Angola)*. Revista Fac. Ciênc. Coimbra, vol. XXIII, pp. 95-100, 2 pl.
- (1955): *Idem*. Memórias e Notícias, Coimbra, n.º 39, pp. 36-41, 2 pl.
- (1957): *Estado actual dos conhecimentos sobre a paleontologia de Angola (até fins de 1955)*. Anais Junta de Invest. Ultramar, vol. XII (IV), 209 pp.
- ANTUNES, M. Telles (1961): *A jazida de vertebrados fósseis do Farol das Lagostas. II — Paleontologia*. Boletim Serviços de Geologia e Minas de Angola, n.º 3, pp. 11-18, 1 pl.
- (1962): *Note sommaire sur quelques faunes de mammifères quaternaires de l'Angola. Problèmes actuels de Paléontologie (Évolution des Vertébrés)*. Colloque Internat. du C. N. R. S., Paris, 104, pp. 377-379.
- (1963): *Sur quelques requins de la faune néogène de Farol das Lagostas (Luanda, Angola)*. Mém. de l'Inst. Français d'Afrique Noire, 68, Mélanges ichthyologiques dédiés à la mémoire d'Achille Valenciennes (1794-1865), pp. 47-63, 4 pl.
- (1964): *O Neocretácico e o Cenozóico do litoral de Angola. Estratigrafia e faunas de vertebrados*. Junta de Invest. Ultramar, Lisboa, 257 pp., 27 pl., 25 figs.
- (1969-1970): *Sur Lamna cattica ssp. totuserrata. Un cas de distribution antiéquatoriale*. Revista Fac. Ciênc. Lisboa, 2.ª sér. - C-, vol. XVI (fasc. 1.º), pp. 37-62, 6 pl., 7 figs.
- (1970): *Paleontologia de Angola*. Curso de Geologia do Ultramar, Junta de Invest. Ultramar, Lisboa, vol. II, pp. 125-144.
- (1972a): *Les Squales (Crétacé et Tertiaire): intérêt pour la stratigraphie et sa problématique*. Mém. B. R. G. M., Paris, n.º 77, pp. 345-355, 2 figs.
- (1972b): *Faunules ichthyologiques oligo (?) — miocènes de Guinée Portugaise*. Revista Fac. Ciênc. Lisboa, 2.ª sér. - C-, vol. XVII (fasc. 1.º), pp. 1-18, 4 pl.
- (1977): *Late Neogene fish faunas from Angola, their age and significance*. Jurij Alexandrovich Orlov Memorial Number, Journal of the Palaeontological Society of India, vol. 20, 1977, pp. 224-229.
- ANTUNES, M. Telles & JONET, S. (1969-1970): *Requins de l'Helvétien supérieur et du Tortonien de Lisbonne*. Revista Fac. Ciênc. Lisboa, 2.ª sér. - C-, vol. XVI (fasc. 1.º), pp. 119-280, 20 pl., 14 figs.
- APPLEGATE, S. P. (1970): *Discussion on Correspondence by L. C. King (1969) «On the Ages of Tertiary Rocks at Uloa and Umkwelane, Zululand and their Geomorphological Significance»*. Geol. Mag., 107, p. 89.
- ARAMBOURG, C. (1927): *Les Poissons fossiles d'Oran*. Matériaux pour la Carte Géologique de l'Algérie, 1^{ère} série, n.º 6, 298 pp., 46 pl., 49 figs.
- (1952): *Les Vertébrés fossiles des gisements de phosphates (Maroc-Algérie-Tunisie)*. Notes et Mém., n.º 92, pp. 1-372, 44 pl., 62 figs.
- BAUZÁ-RULLÁN, J. (1947): *Nuevas aportaciones al conocimiento de la ictiología del Neogeno catalano-balear*. Bol. R. Soc. Española Hist. Nat., t. XLV, n.ºs 7-8, pp. 523-538, 2 pl.; pp. 619-646, 5 pl.

- BAUZÁ, J. et PLANS, J. (1973): *Contribucion al conocimiento de la fauna ictiologica del Neogeno Catalano Balear*. Boletín de la Sociedad de Historia Natural de Baleares, tomo XVIII, pp. 72-131, 8 pl.
- BERGGREN, W. A. et VAN COUVERING, J. A. (1974): *The late Neogene*. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, vol. 16, n.º 1/2, pp. 1-216.
- BIGELOW, H. et SCHROEDER, W. C. (1948): *Fishes of the western North Atlantic*. Memoir Sears Foundation for Marine Research, New Haven, I, part one, Sharks, pp. 59-576, figs. 6-106.
- (1953): *Idem. Ibid.*, I, part two, Sawfishes, Guitarfishes, Skates and Rays, pp. 1-514, figs. 1-117.
- BOSCH, M. van den; CADÉE, M. C. et JANSSEN, A. W. (1975): *Lithostratigraphical and biostratigraphical subdivision of Tertiary deposits (Oligocene-Pliocene) in the Winterswijk — Almelo region (eastern part of the Netherlands)*. Scripta Geologica, Leiden, 29.
- BRÉBION, Ph. (1970): *Sur une faune de Gastéropodes du Miocène angolais récoltée par E. Darteville*. In *Cinq contributions à la Paléontologie de la région côtière d'Angola et du Congo*. Annales Musée Royal de l'Afrique Centrale, Tervuren, n.º 68, pp. 1-10, 1 pl.
- BROGNON, G. (1972): *Geologia da plataforma continental de Angola*. Estudos, Notas e Trabalhos Serv. Fomento Mineiro, vol. XXI, fasc. 3-4, pp. 131-145, 5 figs.
- CHEVALIER, J. P. (1970): *Les Madréporaires du Néogène et du Quaternaire de l'Angola*. In *Cinq contributions à la Paléontologie de la région côtière d'Angola et du Congo*. Annales Musée Royal de l'Afrique Centrale, Tervuren, n.º 68, pp. 11-40, 2 pl., 7 figs.
- CAPPETTA, H. C. (1970): *Les Sélaciens du Miocène de la région de Montpellier*. Palaeovertebrata, Mém. extraord., 1970, 139 pp., 22 figs., 27 pl.
- CAPPETTA, H. C. (1975): *Les Sélaciens miocènes du Midi de la France. Repartitions stratigraphique et bathymétrique*. 3^e Réunion annuelle des Sciences de la Terre, Montpellier (Avril 1975), p. 90.
- CAPPETTA, H. C., GRANIER, J. et LEDOUX, J. C. (1967): *Deux faunes de Sélaciens du Miocène méditerranéen de France et leur signification bathymétrique*. C. R. Somm. Soc. Géol. Fr., fasc. 7, pp. 292-294.
- CARVALHO, G. S. (1961): *Geologia do Deserto de Moçâmedes (Angola)*. Mem. Junta de Invest. Ultramar, Lisboa, 2.^a série, n.º 26, 227 pp., 207 figs.
- CASIER, E. (1957): *Les faunes ichthyologiques du Crétacé et du Cénozoïque de l'Angola et de l'Enclave de Cabinda. Leurs affinités paléobiogéographiques*. Comun. Serv. Geol. Portugal, t. XXXVIII, fasc. II, pp. 269-290.
- (1960): *Note sur la Collection des Poissons Paléocènes et Eocènes de l'Enclave de Cabinda (Congo) recueillis par J. Bequaert au cours de sa mission en 1913*. Annales du Musée Royal du Congo Belge, Tervuren, A, série III, tome I, fasc. 2, 48 pp., 2 pl., 7 figs.
- CHOFFAT, P. (1905): *Contribution à la connaissance géologique des Colonies portugaises d'Afrique*. II — *Nouvelles données sur la zone littorale d'Angola*. Commiss. Serv. Geol. Portugal, pp. 31-78, 4 pl.
- DARTEVELLE, E. (1934): *Note préliminaire sur la géologie de la région côtière du Congo*. Bull. Acad. Belg., Cl. Sc., (5) XX, 3, pp. 253-257.
- (1935): *Premiers restes de mammifères du Tertiaire du Congo. La faune miocène de Malembe (Première note sur les Mammifères fossiles du Congo)*. Deuxième Congr. Nat. des Sciences, Bruxelles, Compte Rendu, I, pp. 715-720.
- (1942): *Le Crétacé supérieur de Mossamèdes (Contribution à la géologie de l'Angola, II)*. Bull. Soc. Belge Géol. Paléont. Hydrol., t. L, pp. 186-189, 1 fig.
- (1952): *Echinides fossiles du Congo et de l'Angola. Première partie, Introduction historique et stratigraphique*. Annales du Musée Royal du Congo Belge, Sér. in 8.º, Sci. Géol., vol. 12, 71 pp., 23 figs.
- DARTEVELLE, E. et CASIER, E. (1941): *Les Poissons fossiles de l'Angola*, I. Comun. Serv. Geol. Portugal, t. XXII, pp. 99-109, 1 pl., 1 fig.
- (1943): *Les Poissons fossiles du Bas-Congo et des régions voisines (Première partie)*. Annales du Musée du Congo Belge, Tervuren, A, série III, tome II, fasc. 1, pp. 1-200, pl. I-XVI, figs. 1-60.
- (1946): *Les poissons fossiles de l'Angola*. II — *Note complémentaire*. Comun. Serv. Geol. Portugal, t. XXVII, pp. 85-90.
- (1949): *Les Poissons fossiles du Bas-Congo et des régions voisines (Deuxième partie)*. Annales du Musée du Congo Belge, Tervuren, A, série III, vol. II, fasc. 2, pp. 201-256, pl. XVII-XXII, figs. 61-76.
- (1959): *Les Poissons fossiles du Bas-Congo et des régions voisines (Troisième partie)*. Annales du Musée Royal du Congo Belge, Tervuren, A, série III, tome II, fasc. 3, pp. 257-568, pl. XXIII-XXXIX, figs. 77-98.
- DOUVILLÉ, H. (1932): *Le Miocène d'Angola*. C. R. Somm. Soc. Géol. France, n.º 14, pp. 190-191.
- FLEURY, E. (1923): *Notes sur la Géologie et la Paléontologie de l'Angola*. I — *Loanda, Cacuaco et Ambrizette*. Comun. Serv. Geol. Portugal, t. XIV, pp. 219-240.
- FOURMANOIR, P. (1961): *Requins de la côte ouest de Madagascar*. Mém. Inst. Scient. Madagascar, vol. IV, pp. 3-81, 16 pl., 42 figs.
- FRANKEL, J. J. (1972): *Shark teeth in the Tertiary of Zululand*. Transactions Geol. Soc. South Africa, vol. 75, part 3, pp. 311-312.
- JONET, S. (1967): *Sphyraenidés et Scombridés (Troisième note ichthyologique)*. Bull. Soc. Belge Géol. Paléont. Hydrol., t. LXXV, fasc. 2, pp. 185-198, 2 pl.
- JONET, S.; KOTCHETTOFF, Y. et KOTCHETTOFF, B. (1975): *L'Helvétien du Penedo et sa faune ichthyologique*. Comun. Serv. Geol. Portugal, t. LIX, pp. 193-228, 2 pl.
- KING, L. (1972): *Pliocene marine fossils from the Alexandria formation in the Paterson District, eastern Cape Province, and their geomorphic significance*. Transactions Geol. Soc. South Africa, vol. 75, part 2, pp. 159-160, 1 fig.
- LERICHE, M. (1910): *Les Poissons oligocènes de la Belgique*. Mém. Mus. Royal Hist. Nat. Belgique, tome V, n.º 20, pp. 229-363, pl. XIII-XXVII, figs. 65-156.
- (1926): *Les Poissons néogènes de la Belgique*. Mém. Mus. Royal Hist. Nat. Belgique, tome VIII, n.º 32, pp. 364-472, pl. XXVIII-XLI, figs. 157-228.
- (1927): *Les Poissons de la molasse suisse*. Deuxième fascicule. Mém. Soc. Paléont. Suisse, vol. XLVII, pp. 57-119, pl. VIII-XIV, figs. 8-12.
- (1938): *Contribution à l'étude des poissons fossiles des pays riverains de la Méditerranée américaine (Venezuela, Trinité, Antilles, Mexique)*. Mém. Soc. Paléont. Suisse, vol. LXI, pp. 1-43, 4 pl., 8 figs.
- (1942): *Contribution à l'étude des faunes ichthyologiques marines des terrains tertiaires de la plaine côtière atlantique et du centre des États-Unis. Le synchronisme des formations tertiaires des deux côtés de l'Atlantique*. Mém. Soc. Géol. France, nouv. sér., t. XX, n.º 45, 111 pp., 8 pl., 8 figs.
- (1957): *Les Poissons néogènes de la Bretagne, de l'Anjou et de la Touraine*. Mém. Soc. Géol. France, nouv. sér., t. XXXVI, n.º 81, 64 pp., 4 pl. (Avec un avant-propos de G. Lecointre et la collaboration de J. Signeux).
- Lexique Stratigraphique International*. Vol. VII Amérique du Nord, fasc. 1, États-Unis, tome 1, A-F, 1967. Centre Nat. de la Recherche Scient., Paris.
- MEIJER, M. M. J. (1972): *Breve estudo da biostratigrafia planctónica do Oligocénico-Miocénico da bacia do Cuanza, Angola (África Ocidental)*.

- Estudos, Notas e Trabalhos Serv. Fomento Mineiro, vol. XXI, fasc. 3-4, pp. 147-164, 2 pl., 1 fig.
- MENESINI, E. (1968): *Cirripedi, Echinidi, Elasmobranchi e Pesci (S. S.) del Pliocene di Punta Rinola (Capo di Leuca-Puglia)*. Atti della Società Toscana di Scienze Naturali, Memorie-Serie A, vol. LXXV, fasc. II, pp. 579-598, 3 pl.
- NETO, M. G. M. (1960): *Géologie de la région Benguela-Caio (Bande sédimentaire)*. Boletim, n.º 1, Serviços de Geologia e Minas de Angola, pp. 89-99, 1 fig.
- (1961a): *A jazida de Vertebrados fósseis do Farol das Lagostas. I — Generalidades e Idade da Jazida*. Boletim, n.º 3, Serviços de Geologia e Minas de Angola, pp. 5-10, 1 fig.
- (1961b): *As bacias sedimentares de Benguela e Moçâmedes*. Boletim, n.º 3, Serviços de Geologia e Minas de Angola, pp. 63-93, 2 figs.
- OBRADOR, A. et MERCADAL, B. (1973): *Nuevas localidades con fauna ictiológica para el Neógeno menorquín*. Acta Geológica Hispánica, t. VIII, n.º 4, pp. 115-119.
- PIVETEAU, J. (1933): *Contribution à la géologie de l'Angola. Le Tertiaire de Louanda. I — Description des espèces. Poissons*. Bol. Mus. Lab. Min. Geol. Univ. Lisboa, 1.ª sér., vol. 2, pp. 66-72, pl. I-II.
- POMEROL, Ch. (1973): *Stratigraphie et Paléogéographie, Era Cénozoïque (Tertiaire et Quaternaire)*. Doin Éditeurs, Paris, 269 pp., 235 figs.
- QUÉRO, J. C. (1972): *Capture de deux Scapanorhynchus owstoni par des chalutiers de La Rochelle*. Annales de la Société des Sciences Naturelles de la Charente-Maritime, vol. V, fasc. 4, pp. 168-170, 1 fig.
- ROCHA, A. T. (1973): *Contribuição à l'étude des foraminifères paléogènes du bassin du Cuanza (Angola)*. Memórias e Trabalhos do Instituto de Investigação Científica de Angola, 12, 309 pp., 9 pl., 11 figs.
- SANCHES, J. G. (1966): *Peixes de Angola (Teleostei)*. Notas mimeogr. centro Biol. Piscat., Lisboa, n.º 46, 227 pp., 201 figs.
- SIGNEUX, J. (1949): *Notes paléontologiques. I — Observations nouvelles sur le genre Scapanorhynchus et ses relations*. Bull. Mus. Nat. Hist. Nat., Paris (2), vol. 21, n.º 5, pp. 633-635, 1 fig.
- SILVA, G. H. (1961): *Sobre a fauna ictiológica do Miocénico do Farol das Lagostas (Luanda, Angola)*. Memórias e Notícias, n.º 52, Univ. Coimbra, pp. 75-84, 4 pl.
- SILVA, G. H. et SOARES, A. F. (1961): *Contribuição para o conhecimento da fauna miocénica de S. Pedro da Barra e do Farol das Lagostas (Luanda, Angola)*. García de Ota (Lisboa), vol. 9 (n.º 4), pp. 721-736, 8 pl.
- SOARES, A. F. et SILVA, G. H. (1970): *Contribuição para o estudo da geologia do Maputo. Estratigrafia e paleontologia da região de Madubula e suas relações com áreas vizinhas*. Rev. Ciênc. Geológicas, Lourenço Marques, vol. 3, Série A, pp. 1-85, 17 pl., 8 figs.
- TORQUATO, J. R. et ROCHA, A. T. (1969): *Contribuição para o conhecimento da geologia de Luanda. Características geológicas, sedimentológicas e micropaleontológicas do Morro do Samba*. Bol. Inst. Invest. Cient. Ang. (Luanda), vol. 6 (1), pp. 3-51, 4 pl., 25 figs.
- VALE, F. S. (1960): *Bacia sedimentar de Cabinda*. Boletim, n.º 2, Serviços de Geologia e Minas de Angola, pp. 31-44.
- WHITE, E. I. (1927): *Fossil shark's teeth from the Zanzibar Protectorate. Report on the Paleontology of the Zanzibar Protectorate*. Publ. anth. of Gov. of Zanzibar, pp. 120-123, pl. XIX.

DOCUMENTAÇÃO FOTOGRAFICA

PLANCHE 1

Carcharodon carcharias (L.) (Figs. 1-11).

- Fig. 1 — Dent supérieure, probablement de la 2ème file, d'un sujet de très forte taille, vue externe.
Fig. 2 — Dent supérieure (2ème file?), vues externe (a) et interne (b).
Fig. 3 — Dent supérieure plus latérale (4ème ou 5ème file) d'un sujet de forte taille, vue externe.
Fig. 4 — Couronne d'une dent supérieure (3ème file?), vues externe (a) et de profil (b). Remarquer l'aplatissement, comme sur la fig. 5b.
Fig. 5 — Dent supérieure plus latérale (6ème ou 7ème file), vues externe (a), profil (b) et interne (c). Figurée par ANTUNES (1963, pl. I, figs. 1-1a).
Fig. 6 — Dent supérieure, 4ème à 6ème file, vue externe.
Fig. 7 — Dent inférieure, vue de profil.
Fig. 8 — Dent inférieure antérieure, probablement de la 2ème file, vues externe (a), profil (b), interne (c).
Fig. 9 — Couronne de dent supérieure latérale montrant la denticulation grossière et irrégulière. Baía Farta.
Fig. 10 — Dent supérieure latérale (6ème à 8ème file), face externe. Figurée par ANTUNES (1963, pl. I, fig. 2).
Fig. 11 — Dent inférieure antérieure, face externe. Baía Farta.

Procarcharodon megalodon (AG.) (Figs. 12-13).

- Fig. 12 — Dent supérieure, couronne mutilée, de très grosse taille, vue externe.
Fig. 13 — Dent supérieure de très grosse taille, vue externe (a) et profil (b). Baía Farta.

La plupart des pièces provient de Cemitério dos Ossos, près de Farol das Lagostas, Luanda. Quelques autres (figs. 9, 11 et 13) ont été recueillies aux environs de Baía Farta, Benguela.

Âge: Pliocène.

Toutes les pièces sont figurées $\times 0,9$.

Photos C. Ladeira.

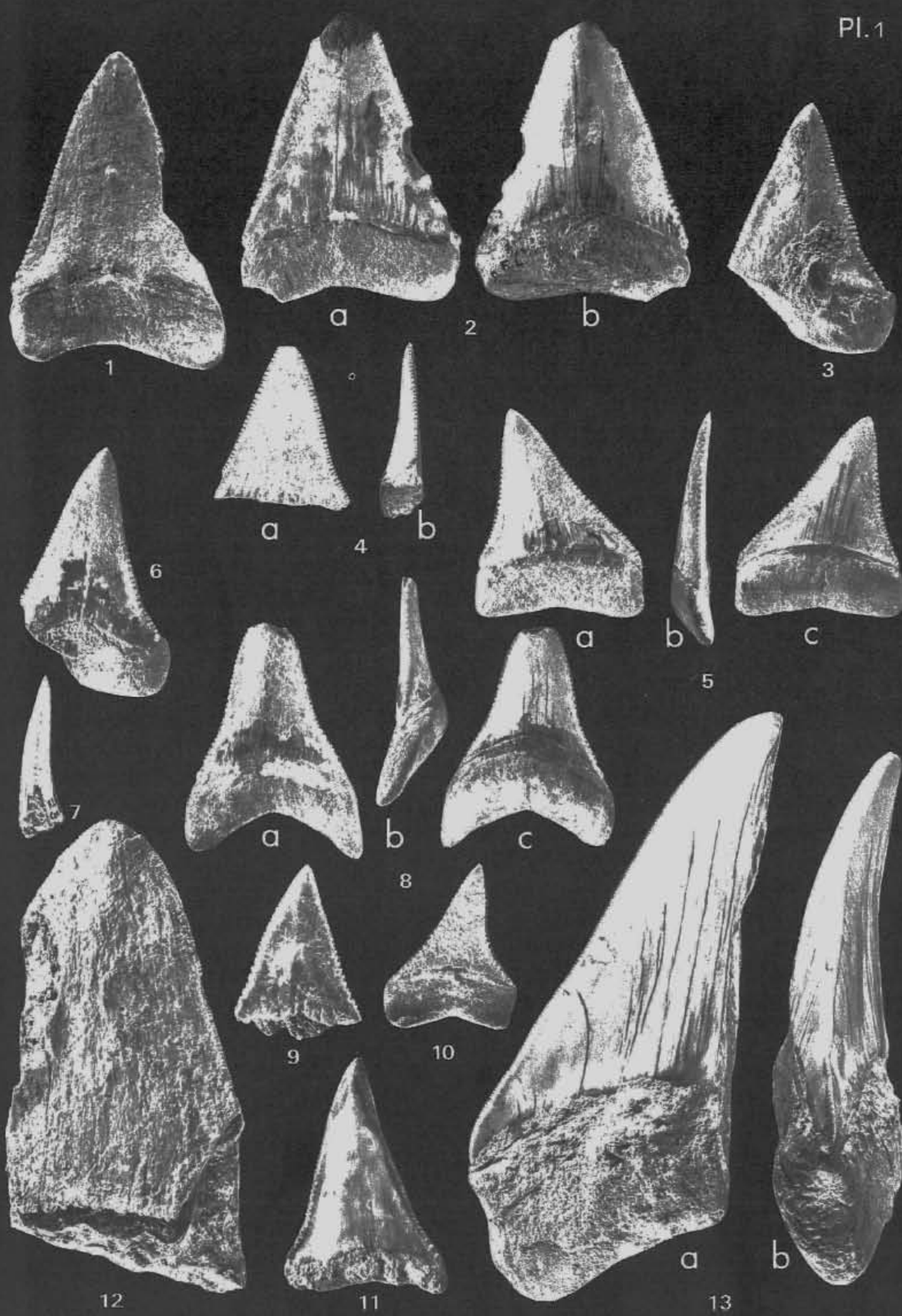


PLANCHE 2

Carcharodon carcharias (L.) (Figs. 1-2).

Fig. 1 — Dent supérieure latérale, vue externe.

Fig. 2 — Dent supérieure latérale, vue externe.

Isurus cf. *oxyrinchus* RAF. (Figs. 3-13) (Fig. 12-13: type dentaire «*Isurus benedeni*»).

Fig. 3 — Dent supérieure gauche, 5ème à 7ème file, vue externe, conservée dans un morceau du tuffeau calcaire altéré.

Fig. 4 — Dent supérieure droite, 1ère file, vue externe.

Fig. 5 — Dent supérieure droite, 2ème file, vue externe.

Fig. 6 — Dent, probablement inférieure gauche de la 3ème file, vue externe.

Fig. 7 — Dent inférieure gauche, 4ème à 7ème file, vue externe.

Fig. 8 — Dent inférieure droite, 6ème à 8ème file, vue externe.

Fig. 9 — Dent inférieure gauche, 8ème ou 9ème file, vue externe.

Fig. 10 — Dent inférieure gauche, 1ère file, vue externe.

Fig. 11 — Dent inférieure droite, 1ère file, vue externe.

Fig. 12 — Dent supérieure gauche, 3ème file, vue interne (a), profil (b), vue externe (c). Les dents de cette position de sujets de forte taille sont habituellement rapportées à «*Isurus benedeni*».

Fig. 13 — Dent supérieure gauche, 3ème file, vue externe. Même remarque que pour la fig. 12.

Mitsukurina sp. (Fig. 14).

Fig. 14 — Dent antérieure (supérieure?), vue externe (a), profil mésial (b), profil distal (c), vue interne (d). (× 3).

Mitsukurina nasuta (BRAGANÇA) (Fig. 15).

Fig. 15 — Tête d'un exemplaire du Museu Bocage, Faculdade de Ciências de Lisboa, pêché au large de la côte portugaise (détruit par l'incendie du 18 Mars 1978): (a) ensemble, réduit, (b) détail de la denture. Échelle graphique en mm.

Odontaspis taurus RAF. (Figs. 16-25).

Fig. 16 — Dent supérieure antérieure (1ère file?) droite d'un sujet de forte taille, vue externe.

Figs. 17 et 18 — Dents supérieures antérieures droites, vue externe.

Fig. 19 — Dent supérieure intermédiaire («eye-tooth»), vue externe (a), profil (b) et vue interne (c).

Figs. 20 et 21 — Dents supérieures latérales gauches, vue externe.

Fig. 22 — Dent supérieure très latérale gauche, vue externe.

Fig. 23 — Dent inférieure antérieure, vues externe (a) et interne (b).

Figs. 24 et 25 — Dents inférieures latérales, vue externe.

Galeocerdo cuvieri (LESUEUR) (Figs. 26-44).

Fig. 26 — Dent médiane, vue externe.

Figs. 27 à 44 — Dents de diverses positions, vue externe.

(La position de quelques-unes aurait pu être précisée, ce qui est difficile et incertain pour la plupart). Noter, en particulier, la grande taille générale, qui excède celle des dents de *Galeocerdo* du Miocène, ainsi que les caractères morphologiques évolués; pas de distinction par rapport à la denture de spécimens modernes.

Les pièces fossiles proviennent de Cemitério dos Ossos, près de Farol das Lagostas, Luanda.

Âge: Pliocène.

Toutes les figures sont figurées × 0,9 sauf indication contraire.

Photos C. Ladeira.

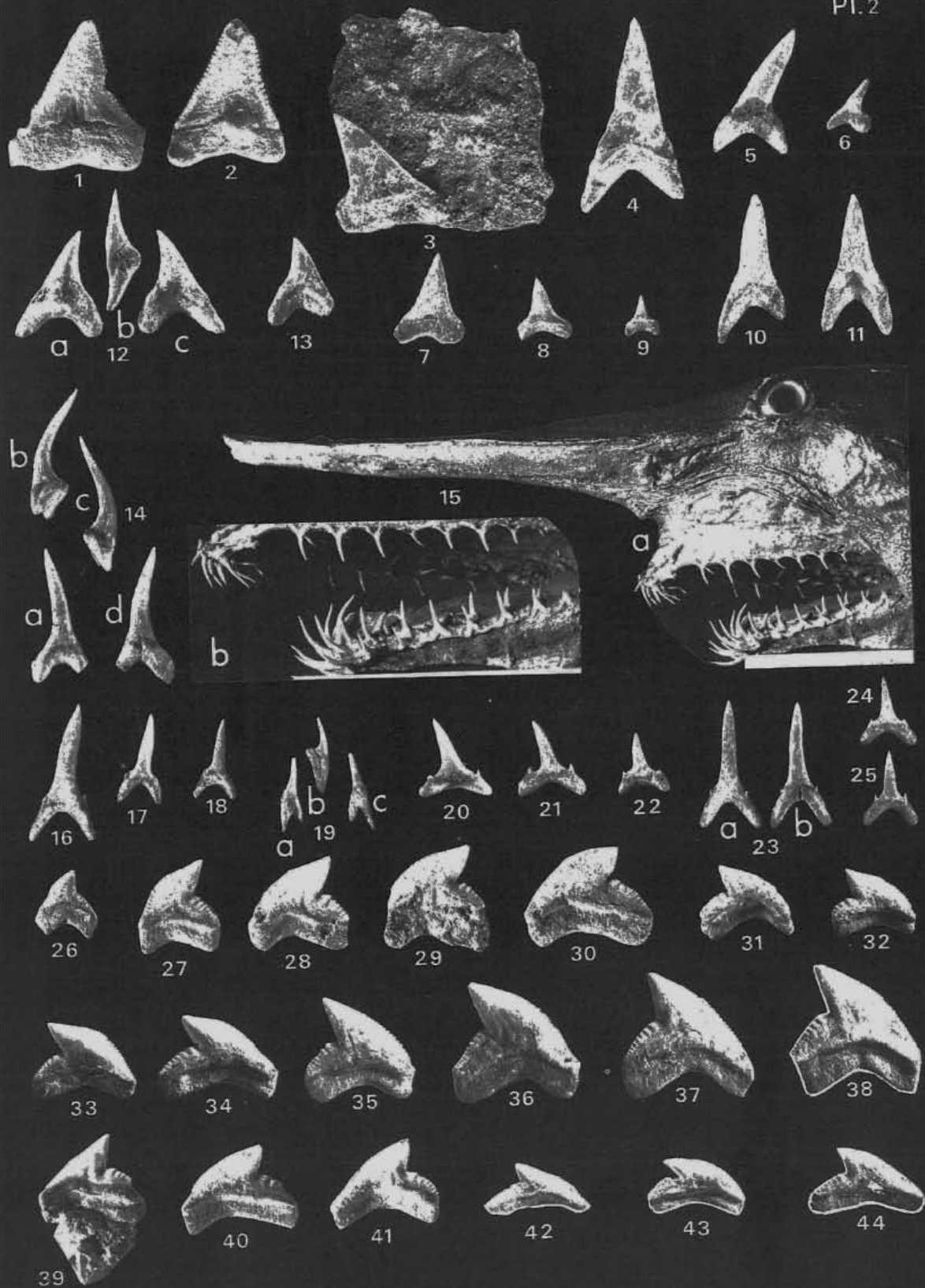


PLANCHE 3

Hemipristis serra (AG.) (Figs. 45-60).

Figs. 45, 46 et 47 — Dents antérieures, vraisemblablement une parasymphysaire et autres des positions successives immédiates, vue externe (a) et profil (b). Noter l'apparition de denticules latérales sur la fig. 47. La dent de la fig. 45 provient de SECIL.

Figs. 48 à 50 — Dents antérieures comparables à celle de la fig. 47, vue externe.

Figs. 51 et 52 — Dents latérales antérieures de sujets de taille médiocre, vue externe.

Fig. 53 — Dent latérale antérieure d'un individu de très forte taille, vue externe. Baía Farta.

Fig. 54 — Dent latérale postérieure, proche du coin de la gueule, vue externe.

Fig. 55 — Dent latérale postérieure, vue externe.

Figs. 56 à 60 — Dents latérales, souvent de très forte taille excédant le maximum habituel chez les *Hemipristis* du Miocène, vue externe.

Negaprion cf. *brevirostris* (POEY) (Figs. 61-72).

Fig. 61 — Dent supérieure antérieure (1ère file?), vue externe.

Figs. 62 à 67 — Dents supérieures de plus en plus latérales, vue externe. Remarquer en spécial la grande taille de quelques spécimens, fig. 64 par ex.

Figs. 68 et 69 — Dents inférieures, antérieure et latérale respectivement, vue externe.

Fig. 70 — Dent supérieure latérale, vues externe (a) et interne (b).

Fig. 71 — Dent antérieure, probablement inférieure, vue externe.

Fig. 72 — Dent antérieure (supérieure?), vue externe.

Les dents des figs. 66-67; 70a, b; 71 à 73 proviennent de SECIL.

Carcharhinus sp. I gr. «egertoni» (AG.) (Figs. 73-83).

Fig. 73 — Dent inférieure latérale gauche, vue externe.

Fig. 74 — Dent supérieure antérieure droite, vue externe.

Figs. 75 à 78 — Dents supérieures droites, de plus en plus latérales, vue externe.

Figs. 79 à 82 — Dents supérieures gauches, de moins en moins latérales, vue externe.

Fig. 83 — Dent supérieure antérieure gauche, vue externe.

Carcharhinus sp. II gr. «priscus» (AG.) (Figs. 84-87; 88?).

Figs. 84 à 86 — Dents supérieures droites, de plus en plus latérales, vue externe.

Fig. 87 — Dent supérieure gauche, latérale antérieure, vue externe.

Fig. 88 — Dent supérieure antérieure, vue externe. Peut-être appartient à une autre espèce distincte de celles citées déjà.

Sphyrna cf. *zygaena* (L.) (Figs. 89-94).

Fig. 89 — Dent supérieure latérale gauche, vues interne (a) et externe (b), sujet de forte taille.

Fig. 90 — Dent supérieure latérale, vues externe (a) et interne (b).

Fig. 91 — Dent (inférieure gauche?), vue externe.

Figs. 92 et 93 — Dents inférieures, vue externe.

Fig. 94 — Dent inférieure latérale gauche, vues externe (a) et interne (b).

Pristis sp. (Fig. 95).

Fig. 95 — Dent rostrale en trois positions; (b), vue postérieure.

Pteromylaeus cf. *bovina* GEOFFROY SAINT-HELAIRE (Fig. 96).

Fig. 96 — Plaque dentaire supérieure, face orale (a, $\times 1,8$), profil (b, $\times 0,9$), face basale (c, $\times 1,8$).

Tachysurus sp. (Fig. 97).

Fig. 97 — Fragment de piquant de nageoire dorsale, vues postérieure (a) et latérale (b).

Rhinoptera sp. gr. *brasiliensis* MÜLLER et HENLE (Figs. 98-101).

Figs. 98 à 101 — Dents de moins en moins latérales, face orale.

Aetobatus sp. (Fig. 102).

Fig. 102 — Dent, face orale.

Sphyrna cf. *barracuda* (WALBAUM) (Figs. 103-107).

Fig. 103 — Dent antérieure d'un sujet de grande taille, vue latérale.

Figs. 104 et 105 — Dents antérieures, vue latérale.

Fig. 106 — Dent latérale d'un sujet de grande taille, vue latérale.

Fig. 107 — Dent latérale, vue latérale.

Sparus sp. (Fig. 108).

Fig. 108 — Dent, vue par la face masticatrice. SECIL.

? *Tetrodon* sp. (Figs. 109-111).

Fig. 109 — Pile dentaire, vues externe (a) et interne (b).

Fig. 110 — Pile dentaire, vues interne (a) et externe (b).

Fig. 111 — Pile dentaire, vues externe (a) et interne (b).

Les pièces proviennent de Cemitério dos Ossos, près de Farol das Lagostas, Luanda, à l'exception de quelques-unes (signalées) qui ont été récoltées à la carrière SECIL (près de Farol das Lagostas), et près de Baía Farta, Benguela.

Âge: Pliocène.

Toutes les pièces sont figurées $\times 0,9$ sauf indication contraire.

Photos C. Ladeira.



Ciências da Terra (UNL)	Lisboa	N.º 4	pp. 91-102 figs. 1-2, 1 pl.	1978
-------------------------	--------	-------	--------------------------------	------

CONTRIBUTIONS À LA PALÉONTOLOGIE DU MIOCÈNE MOYEN CONTINENTAL DU BASSIN DU TAGE

IV

**CHAROPHYTES — PÓVOA DE SANTARÉM, PERO FILHO
ET TREMÊS**

I. SOULIÉ-MÄRSCHÉ *

* Laboratoire de Paléobotanique et Évolution des Végétaux.
U. S. T. L., Place E. Bataillon, 34060 Montpellier Cedex.

RESUMO

Palavras-chave: Carófitas — Miocénico médio — Bacia do Tejo

O estudo das Carófitas do Miocénico médio da bacia do Tejo permitiu reconhecer duas espécies, descritas pela primeira vez em Portugal. Demonstra-se por diagramas de correlação comprimento-largura dos «girogonites» que as populações de *Nitellopsis (Tectochara) etrusca* das jazidas de Póvoa de Santarém e Pero Filho são idênticas às de La Grenatière (Hérault, França). A população de *Lychnothamnus duplicicarinatus* de Tremês é idêntica à conhecida na jazida de Anwill (Suíça). A flora está, portanto, situada na parte superior do Miocénico médio.

O resultado do estudo das Carófitas é concordante com as conclusões estratigráficas obtidas do estudo da fauna mamalógica (Antunes e Mein). Resume-se, em quadro, a distribuição das espécies identificadas para cada uma das três jazidas portuguesas.

RÉSUMÉ

Mots-clés: Charophytes — Miocène moyen — Bassin du Tage

Cette étude de Charophytes du Miocène moyen du bassin du Tage fait connaître la présence de deux espèces, les premières décrites de ces niveaux du Portugal. Il est montré par des diagrammes de corrélation de la longueur et de la largeur des gyrogonites que les populations de *Nitellopsis (Tectochara) etrusca* des gisements de Póvoa de Santarém et Pero Filho sont identiques à celle de La Grenatière (Hérault, France). La population de *Lychnothamnus duplicicarinatus* de Tremês est identique à celle déjà connue du gisement de Anwill (Suisse). La flore se placerait donc dans la partie supérieure du Miocène moyen.

Les résultats de l'étude des Charophytes rejoignent ainsi les conclusions stratigraphiques préalables de l'étude mammalogique (Antunes et Mein). La répartition des espèces dans les trois gisements portugais est résumée par un tableau.

ABSTRACT

Key-words: Charophytes — Middle Miocene — Tagus' basin

This study on middle Miocene Charophytes from the Tagus' basin indicates the presence of two species, hitherto undescribed from these strata in Portugal. Correlation diagrams of height and width of gyrogonite demonstrate that the populations of *Nitellopsis (Tectochara) etrusca* from the localities Póvoa de Santarém and Pero Filho are identical to that from La Grenatière (Hérault, France). The population of *Lychnothamnus duplicicarinatus* from Tremês is identical to that already known from Anwill (Switzerland).

The age of this flora is therefore suggested as being the upper part of the middle Miocene. The results of Charophyte studies are in accordance with stratigraphical conclusions from previously conducted mammalian studies (Antunes and Mein). A table showing the distribution of species in the three Portuguese localities is given.

INTRODUCTION

Le matériel de la présente étude a été réuni dans le cadre d'une prospection de gisements à Vertébrés du Miocène sur la rive droite de la basse Vallée du Tage et nous a été obligeamment envoyé par Monsieur le Professeur M. Telles Antunes. Ainsi ces gisements ont pu être datés sur la base des faunes de vertébrés par ANTUNES et ZBYSZEWSKI (1973). Dans la même publication, ces auteurs indiquent également par une carte de localisation la position des gisements étudiés ici et signalent la présence de Characées.

Les échantillons proviennent de terrains continentaux présentant de nombreuses variations latérales de faciès, ce qui rend difficile des corrélations sur la seule base d'une étude lithostratigraphique. Il était donc utile de mettre à profit les renseignements pouvant être obtenus à partir de diverses catégories de fossiles. L'étude des Charophytes est placée dans ce contexte et nous amène à compléter l'inventaire des fossiles de cette région.

La flore de Charophytes des gisements de la région de Santarém est essentiellement composée de deux espèces appartenant l'une au genre *Nitellopsis* s.g. *Tectochara*, l'autre au genre *Lychnothamnus*.

La morphologie générale et la taille des *Nitellopsis* les placent dans les limites de l'espèce *Nitellopsis* (*Tectochara*) *etrusca* ce qui indique *a priori* un âge Miocène supérieur (SOULIÉ-MÄRSCHÉ, 1975).

En ce qui concerne les *Lychnothamnus* présents, leur suture bicarennée très caractéristique et leur forme trapue permettent de les attribuer à l'espèce *Lychnothamnus duplicicarinatus* PAPP nov. comb.

I — CHAROPHYTES

Famille — **Characeae** AGARDH, 1824

Tribu — CHAREAE (LEONH.) ZANEVELD, 1940

Sous-tribu — NITELLOPSINAE R. D. WOOD, 1962

Genre — *NITELLOPSIS* HY, 1889

Sous-genre — *TECTOCHARA* L. et N. GRAMBAST.
1954

NITELLOPSIS (*TECTOCHARA*) *ETRUSCA* (TONGIORGI) GRAMB. et SOULIÉ-MÄRSCHÉ, 1972

(Fig. 1, pl. I, figs. 1-6)

1956 — *Tectochara etrusca* TONGIORGI, tav. LXXV, figs. 1-19.

Description et variations des différentes populations examinées:

PÓVOA DE SANTARÉM: Gyrogonites essentiellement de forme ovoïde, rarement très large; base souvent proéminente, prolongée par une colonne large, tronquée à son extrémité; apex en général pourvu de nodules saillants de type tectocharoïde; la constriction périapicale des cellules spiralées peut occasionnellement être faible. L'entonnoir basal est en général bien développé, pentagonal mais le plus souvent non étoilé.

PERO FILHO: Ce gisement a livré un petit échantillon (13 ex. bien conservés) répondant à la description donnée ci-dessus. Cependant dans l'ensemble ces spécimens ont un contour plus arrondi.

La fig. 1 montre les variations de la taille des populations de Póvoa de Santarém et de Pero Filho. Pour faciliter la comparaison, les moyennes de la longueur et de la largeur de ces deux populations ainsi que ce celle du gisement français La Grenatière (Dépt. Hérault) sont indiquées par un figuré plus gros.

Sous-tribu — CHARINAE R. D. WOOD, 1962

Genre — *LYCHNOTHAMNUS* (RUPR.) LEONH.
em. A. Br., 1882

LYCHNOTHAMNUS DUPLICICARINATUS
(PAPP) nov. comb.

(Fig. 2, pl. I, figs. 7-12)

1951 — *Chara duplicicarinata* PAPP, p. 286, Tf. 2, figs. 9-10.

1955 — *Tectochara duplicicarinata* MÄDLER, p. 298.

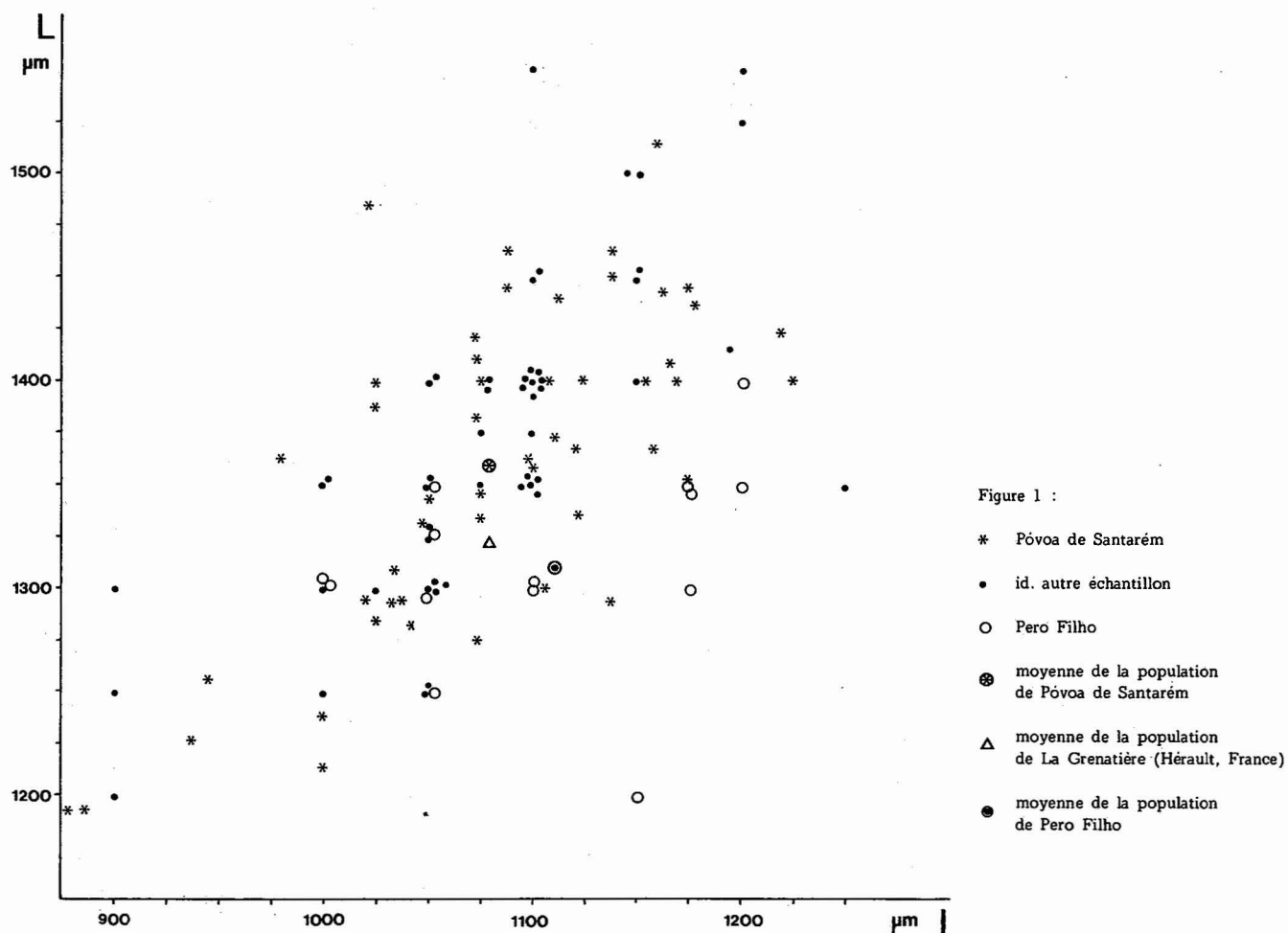


Fig. 1 — Diagramme de dispersion des valeurs de la longueur (L) et de la largeur (l) de trois populations de *Niellopsis (T.) etrusca* du Miocène portugais

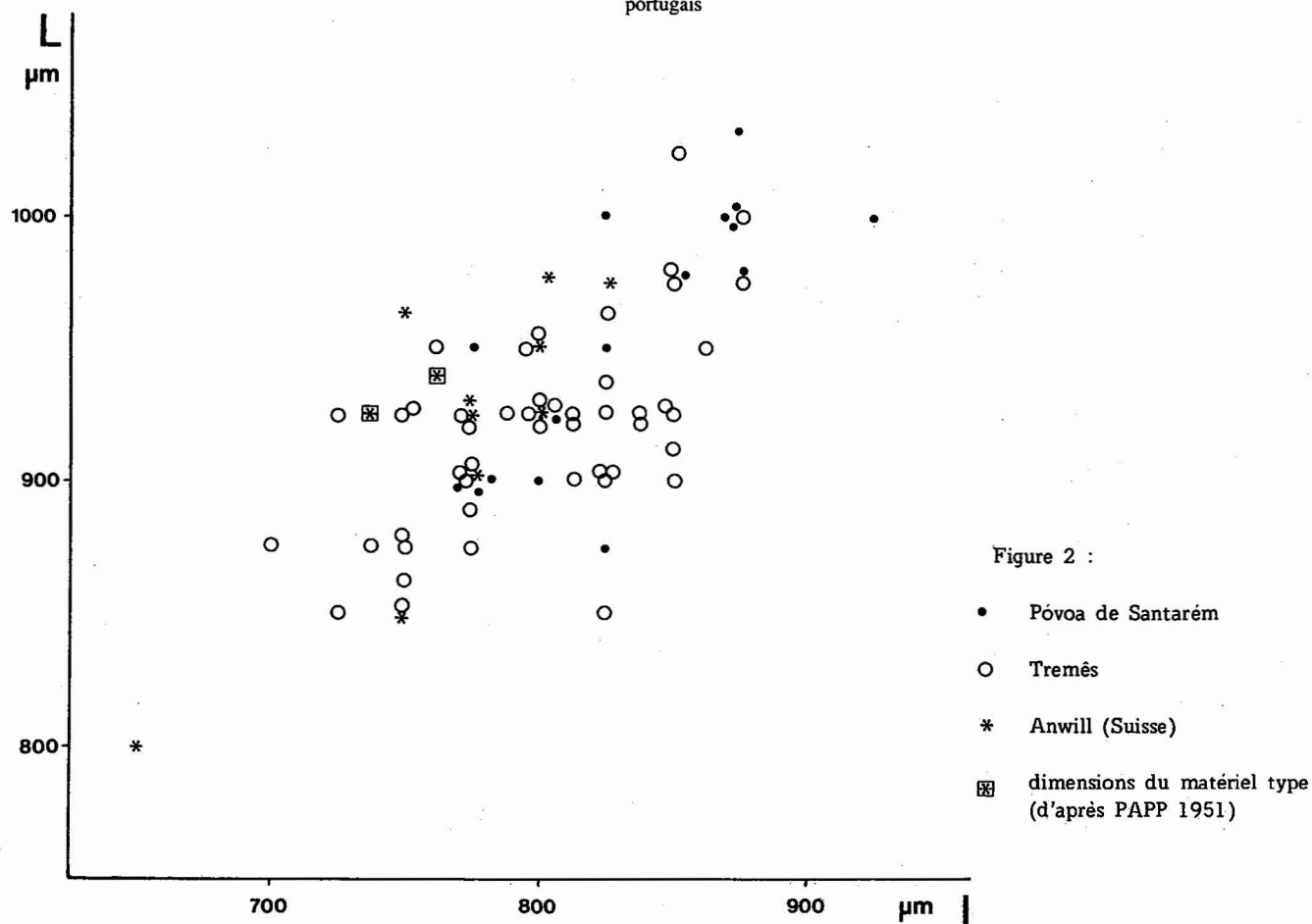


Fig. 2 — Diagramme de dispersion des valeurs de la longueur (L) et de la largeur (l) de trois populations de *Lychnothamnus duplicicarinatus* (PAPP) nov. comb.

Description:

Gyrogonites de forme ovoïde zone apicale assez large et plate, zone basale arrondie ou tronquée. Les tours de spire visibles latéralement sont au nombre de 8-10; les sutures sont typiquement bordées de deux bourrelets saillants d'aspect massif et légèrement ondulées. Les tours sont fortement concaves et dépourvus d'ornementation.

Les spires ne modifient guère leur largeur sur la zone apicale mais le relief des bordures latérales des sutures s'estompe par une calcification plus faible.

Vers la base, les cellules spiralées restent bicarénées et forment une étoile pentagonale entourant un pore de petit diamètre. La plaque basale a la forme d'une pyramide tronquée avec une face interne plate, une face externe beaucoup plus petite et souvent incomplètement calcifiée.

Rapports et différences:

L'absence de nodules apicaux, les spires toujours concaves et la base distinguent facilement cette espèce de *Nitellopsis* (*Tectochara*) *meriani bicarinata* MÄDLER, 1955 qui possède une base proéminente et tronquée.

Parmi les espèces de Charophytes connues pour le Néogène, on trouve une parfaite concordance de notre matériel avec la description donnée par PAPP (1951) pour *Chara duplicicarinata*. Les figures de cet auteur montrent qu'il ne peut s'agir d'un représentant du genre *Chara* dans la signification que donne à ce groupe la systématique moderne (GRAMBAST, 1958; HORN AF RANTZIEN, 1959). Selon le concept de ces auteurs, il s'agit d'un *Rhabdochara* (MÄDLER) em. GRAMBAST, 1957. Or nous avons pu montrer la synonymie de la plupart de ses représentants avec l'actuel genre *Lychnothamnus* (SOULIÉ-MÄRSCHÉ, thèse). La forme générale, la zone apicale plane et l'aspect des sutures en font un *Lychnothamnus* typique. En outre, Papp semble bien parler d'un entonnoir basal en disant: «die Basis zeigt breite Spiralleisten, die eine kleine Öffnung umgeben».

Avec la description ci-dessus qui complète la diagnose originelle plus sommaire, *Lychnothamnus duplicicarinatus* nov. comb. est une espèce facilement reconnaissable dont la localité-type est donnée comme d'âge helvétique. Cette espèce est très fréquente au «Vindobonien» notamment dans les niveaux supérieurs. Selon nos observations elle se trouve en abondance dans le gisement à Vertébrés de Anwill (Baselland, Suisse) lequel est plus précisément

attribué à la zone de La-Grive-Saint-Alban (ENGESSER, 1972). Parmi le matériel du Portugal, l'échantillon de Tremês (tranchée de la Route Nationale à 1 Km au S. E. de Tremês) a exclusivement livré cette espèce. Dans le gisement de Póvoa de Santarém elle est peu abondante. A titre comparatif, la figure 2 montre la dispersion des dimensions dans ces trois populations ainsi que les mesures données par Papp pour le matériel-type.

II — DATATION

Les indications stratigraphiques obtenues par les deux espèces de Charophytes rejoignent celles fournies par l'étude des micromammifères (ANTUNES et MEIN, 1977).

La population monospécifique de *Lychnothamnus duplicicarinatus* de Tremês est tout à fait équivalente de celle du gisement de Anwill et se place ainsi dans l'Helvétien supérieur (zone de Mammifères de La Grive-St. Alban).

Pour le *Nitellopsis* de Póvoa de Santarém et de Pero Filho, on peut dire qu'il trouve son équivalent le plus proche dans le gisement de La Grenatière que la faune de micromammifères permet d'attribuer également au niveau de La Grive (AGUILAR et MAGNÉ, 1977).

Les deux espèces présentes dans les gisements du bassin du Tage indiquent donc indépendamment l'une de l'autre la même zone mammalogique. Cependant *N. (T.) etrusca* a été rencontré auparavant dans les lignites supérieures de Baccinello (Italie) et dans le Vallésien supérieur de la Vallée du Rhône. Cette espèce était jusqu'alors considérée comme caractéristique du Miocène supérieur (SOULIÉ-MÄRSCHÉ, 1975) débutant au «Vallésien» avec l'arrivée des *Hipparion*.

A moins de supposer qu'il ne s'agisse ici d'une absence occasionnelle de *Hipparion* due aux conditions de dépôt, les nouveaux gisements de la Grenatière et de Póvoa de Santarém signifient donc que *N. (T.) etrusca* apparaît déjà avant le «Vallésien» à *Hipparion*.

Par contre, il est permis d'affirmer que les Charophytes présentes sont plus jeunes que celles du gisement de Sansan (Helvétien moyen) où pour les deux genres *Lychnothamnus* et *Nitellopsis* nous avons des formes différentes. On peut ainsi souscrire sans réserve à la conclusion du travail de Antunes et Zbyszewski à savoir que cette série sédimentaire est postérieure à l'Helvétien inférieur lisbonnais.

Tableau 1 — Charophytes miocènes de Ribatejo

Gisements	Póvoa de Santarém	Pero Filho	Tremês
Espèces			
<i>Nitellopsis (Tectochara) etrusca</i>	●	●	
<i>Lychnothamnus duplicicarinatus</i>	●		●

● Très abondant ● Commun

Localisation des gisements:

Póvoa de Santarém: ND 211,5 558,5, feuille n.º 341, Pernes (Santarém).

Pero Filho: ND 227,5 473,5, feuille n.º 352, Almoester (Santarém).

Tremês: ND 212,0 556,0, feuille n.º 340, Tremês (Santarém).

Coordonnées selon la carte militaire du Portugal 1:25 000, selon la quadricule principale kilométrique UTM, fuseau 29, ellipsoïde international, datum européen.

BIBLIOGRAPHIE

- AGUILAR, J. P. et MAGNE, J. (1977): *Présence de rongeurs dans le Miocène marin et laguno-lacustre de la Grenatière (commune de Puisserguier Hérault)*. C. R. Somm. Soc. Géol. Fr., fasc. 1, pp. 27-28.
- ANTUNES, M. T. et MEIN, P. (1977): *Contributions à la Paléontologie du Miocène moyen continental du Bassin du Tage. III — Mammifères. Póvoa de Santarém, Pero Filho et Chões (Secorio). Conclusions générales*. Ciências da Terra (UNL), Lisboa, n.º 3, pp. 143-165, figs. 1-46.
- ANTUNES, M. T. et ZBYSEWSKI, G. (1973): *Le Méotien-Pontien de la basse Vallée du Tage (rive droite), Portugal. Essai de synthèse biostratigraphique*. Bol. Soc. Geol. Portugal, Lisboa, vol. 18, pp. 203-217, 2 figs., 1 tabl.
- ENGESSER, B. (1972): *Die obermiozäne Säugetierfauna von Anwill (Baselland)*. Tätigkber. Naturforsch. Ges., Basel, Bd. 28, pp. 37-363, 134 fig.
- GRAMBAST, L. (1957): *Ornementation de la gyrogonite et systématique chez les Charophytes fossiles*. Rev. gén. Bot., Paris, vol. 64, pp. 339-362, pl. V-VIII.
- (1958): *Étude sur les Charophytes tertiaires d'Europe occidentale et leurs rapports avec les formes actuelles*. Thèse ès Sci., Paris, 2 vol., pp. 1-286, 102 fig.
- GRAMBAST, L. et SOULIE-MÄRSCHKE, I. (1972): *Sur l'ancienneté et la diversification des Nitellopsis (Charophytes)*. Paléobiol. continent., III (3), pp. 1-14, 1 tabl.
- HORN AF RANTZIEN, H. (1959): *Morphological types and organgenera of Tertiary Charophyte fructifications*. Stockholm Contrib. in Geol., t. IV, pp. 45-197, 24 tabl., pl. I-XXI.
- MÄDLER, K. (1955): *Zur Taxonomie der tertiären Charophyten*. Geol. Jb., Hannover, Bd. 70, pp. 265-328, pl. 23-26.
- PAPP, A. (1951): *Charophyten Reste aus dem Jungtertiär Österreichs*. Österr. Ak. Wiss. Math. Nat. Kl. Sitzungsber., Bd. I, n.º 160, pp. 279-293, 1 fig., pl. 1-3.
- SOULIE-MÄRSCHKE, I. (1975): *Nitellopsis (Tectochara) etrusca, espèce caractéristique du Miocène supérieur*. III^e Réun. ann. Sci. de la Terre, Montpellier, p. 352, 1 fig.
- TONGIORGI, M. (1956): *Contributi allo studio dei bacini lignitiferi della Toscana — I — Tectochara etrusca n. sp. nelle ligniti-mioceniche di Baccinello (Grosseto)*. Boll. Soc. Geol. Italiana, Pise, t. 75, pp. 1-18, 5 figs., 1 pl.

DOCUMENTAÇÃO FOTOGRAFICA

PLANCHE I

Figures 1-6 — *Nitellopsis (Tectochara) etrusca* (TONGIORGI). Póvoa de Santarém.

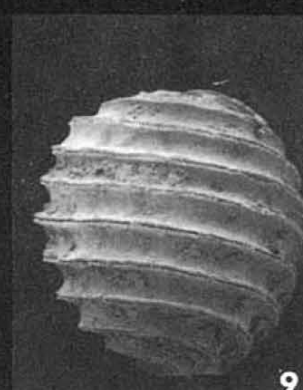
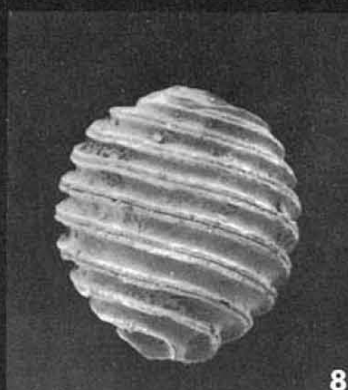
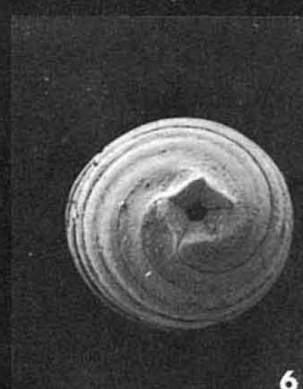
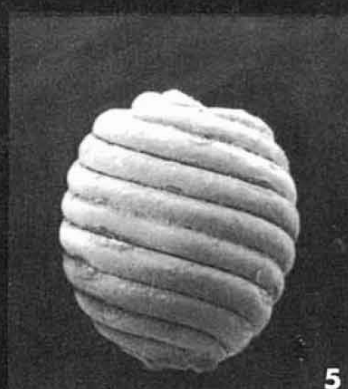
- 1 — Profil
- 2 — Profil
- 3 — Apex
- 4 — Profil
- 5 — Profil
- 6 — Base

Echelle commune, × 25

Figures 7-10 — *Lichnothamnus duplicicarinatus* (PAPP). Tremês.

- 7 — Profil
- 8 — Profil
- 9 — Profil
- 10 — Apex
- 11 — Base
- 12 — Apex

Echelle commune, × 40



CONTRIBUTIONS À LA PALÉONTOLOGIE DU MIOCÈNE MOYEN CONTINENTAL DU BASSIN DU TAGE

V

LES VÉGÉTAUX DE PÓVOA DE SANTARÉM
(NOTE PRÉLIMINAIRE) *

J. PAIS **

* Linha de acção «Geologia e Paleontologia do Neocretácico e Terciário», Centro de Estratigrafia e Paleobiologia da Universidade Nova de Lisboa (INIC).

** Faculdade de Ciências e Tecnologia, Departamento de Geologia e Geotecnia, Quinta do Cabeço, 1899 Lisboa Codex.

RESUMO

Palavras-chave: Póvoa de Santarém — Miocénio médio — Esporos — Pólenes — Sementes — Paleoecologia

Os depósitos lignitosos de Póvoa de Santarém datados do «Vindoboniano superior» (zona mamaliana MN6) forneceram abundantes restos de animais e de vegetais (esporos, pólenes, sementes, etc.).

As formas identificadas até ao momento são próprias de ambientes diversos. Predominam plantas aquáticas ou de locais encharcados (*Nuphar* sp., *Sparganium* sp., *Stratiotes kaltennordheimensis*, cf. *Ranunculus* sp.). Encontram-se igualmente restos de plantas próprias de solos húmidos, não encharcados, como polipodiáceas, *Myrica ceriferiformis*, *Toddalia maii*, *Spirematospermum wetzeleri*.

Os géneros *Vitis* e *Ephedra*, ainda que raros, revelam a existência de regiões mais secas nas proximidades.

A presença de pólenes de plantas indicativas de regiões altas mais frias como os de *Picea* sugerem a existência de florestas mais afastadas, a certa altitude.

RÉSUMÉ

Mots-clés: Póvoa de Santarém — Miocène moyen — Spores — Pollens — Graines — Paléoécologie

Les dépôts ligniteux de Póvoa de Santarém, datés du «Vindobonien supérieur» (zone mammalienne MN6) ont fourni d'abondants restes d'animaux et de végétaux (spores, pollens, graines, etc.).

Les formes identifiées jusqu'à présent sont caractéristiques de divers habitats. Des plantes aquatiques ou de milieu marécageux (*Nuphar* sp., *Sparganium* sp., *Stratiotes kaltennordheimensis*, cf. *Ranunculus* sp.) sont prédominantes.

On trouve aussi des restes de plantes caractéristiques de sols humides mais non marécageux notamment Polypodiacees, *Myrica ceriferiformis*, *Toddalia maii*, *Spirematospermum wetzeleri*.

Les genres *Vitis* et *Ephedra* sont rares. Ils indiquent l'existence de zones plus sèches aux environs.

La présence de pollens de plantes caractéristiques de régions à relief plus accentué, moins chaudes, comme ceux de *Picea* indiquent l'existence de forêts, plus loin, à certaine altitude.

ABSTRACT

Key-words: Póvoa de Santarém — Middle Miocene — Spores — Pollens — Seeds — Palaeoecology

The lignite-clays of Póvoa de Santarém dated as Upper «Vindobonian» (mammalian zone MN6), fielded abundant remains of animals and plants (spores, pollens, seeds, etc.).

The forms identified are indicative of several environments. Plants, either aquatic or belonging to swampy areas are predominant (*Nuphar* sp., *Sparganium* sp., *Stratiotes kaltennordheimensis*, cf. *Ranunculus* sp.).

There are also remains of plants characteristics of a humid rather than a swampy soil such as Polypodiaceae, *Myrica ceriferiformis*, *Toddalia maii*, *Spirematospermum wetzeleri*.

The genera *Vitis* and *Ephedra*, although rare, point towards the existence of drier regions in the neighbourhood.

The presence of polens such as *Picea* indicate the presence at some distance less warm upland forest areas.

INTRODUCTION

Le Miocène moyen continental de Póvoa de Santarém dans la basse vallée du Tage a livré de très nombreux fossiles.

Des études sur des mollusques, des poissons et des mammifères, en ensemble avec ceux d'autres gisements de Ribatejo (Pero Filho, Chões et Sítio do Mirante) on été publiés respectivement par G. TRUC (1977), J. GAUDANT (1977) et M. T. ANTUNES et P. MEIN (1977). Une note concernant les charophytes est parue dans ce même volume (SOULIÉ-MÄRSCH, 1978).

Nous avons présenté entretemps une liste des végétaux reconnus jusqu'alors, notamment charophytes, spores, pollens et des graines diverses (PAIS in ANTUNES et MEIN, *loc. cit.*, p. 155).

Les mammifères ont permis d'attribuer les gisements à l'unité mammalienne MN6, «Vindobonien» supérieur, certainement avant le Vallesien (ANTUNES et MEIN, *loc. cit.*, p. 156.)

PALÉONTOLOGIE

D'après l'étude préliminaire on a reconnu à Póvoa de Santarém:

ANALYSE POLLINIQUE

Spores divers	5,6 %
<i>Laevigatisporites haardtii</i>	29,9 %
<i>Laevigatisporites gracilis</i>	3,7 %
<i>Pityosporites labdacus</i> (<i>Pinus</i> gr. <i>diploxylon</i>)	10,1 %
<i>Pityosporites microalatus</i> (<i>Pinus</i> gr. <i>haploxylon</i>)	1,9 %
<i>Pityosporites alatus</i> (cf. <i>Picea</i>)	1,1 %
Cupressaceae	10,3 %
Graminae	0,9 %
<i>Triatriopollenites platycarioides</i> (<i>Platycaria</i>)	1,9 %
<i>Scabratricolpites microhenrici</i> (<i>Quercus</i>)	21,5 %

Tricolporés	6,5 %
<i>Ephedripites</i> sp. (<i>Ephedra</i>)	1,9 %
Composées div. sp.	4,7 %

GRAINES ET AUTRES RESTES

cf. <i>Picea</i> sp.	0,25 %
cf. <i>Ranunculus</i> sp.	0,50 %
<i>Myrica ceriferiformis</i>	28,21 %
<i>Nuphar</i> sp.	2,46 %
<i>Toddalia maii</i>	18,32 %
<i>Vitis</i> sp.	0,25 %
<i>Sparganium</i> sp.	0,50 %
<i>Stratiotes kaltennordheimensis</i>	40,35 %
<i>Spiromatospermum wetzeleri</i>	9,16 %
Tiges et bois — très abondant	
Lignite — très abondant	

L'abondance des graines nous a conduit à élaborer une étude statistique qui est en cours.

CONCLUSIONS

Les plantes de Póvoa de Santarém se trouvaient dans des habitats divers. Les plantes hydrophytes ou de sites marécageux sont nettement prépondérantes: *Nuphar* sp., *Sparganium* sp., *Stratiotes kaltennordheimensis* (l'espèce la plus abondante avec plus de 150 graines) et cf. *Ranunculus* sp.

À côté on trouve des restes de plantes typiques de sols humides mais non marécageux, notamment des espèces de Polypodiaceae, *Myrica ceriferiformis*, *Toddalia maii*, *Spiromatospermum wetzeleri* (cf. *Cenolophon oxymitrum*). Sont également représentées, quoique rarement, des plantes caractéristiques d'endroits plus secs telles que *Vitis* sp. et *Ephedra* sp.; on trouve même des pollens appartenant à des plantes de régions plutôt froides, comme ceux de

Picea qui devraient vivre dans des reliefs éloignées, à une certaine altitude. Sont connues les facilités de transport des pollens de conifères par le vent à des distances considérables.

La flore en ensemble habitait une région humide ainsi que des zones plus sèches aux alentours. Le climat était probablement assez chaud.

La flore de Póvoa de Santarém correspond surtout à un habitat marécageux. L'eau était certainement calme, de faible profondeur, claire et bien oxygénée comme l'indique la présence de poissons du genre *Leuciscus* (GAUDANT, 1977, p. 137). Il y avait en outre des gasteropodes (*Bythinia*, *Limnaea*, *Planorbis*) et des lamellibranches (TRUC, 1977, p. 126).

Étant donné que les *Unio* et que *Leuciscus* sont connues dans des habitats fluviaux et que *Pisidium*, comme *Limnaea*, *Planorbis*, *Bythinia*, se trouvent davantage dans des zones à faible courant ou stagnantes, nous sommes amenés à supposer que l'habitat aquatique correspondait à un ruisseau entouré de zones marécageuses. L'humidité atmosphérique devait être élevée, au moins auprès de l'eau. Plus loin existaient, certainement, des régions plus sèches. D'après la faune, la température devait être assez élevée (ANTUNES et MEIN, 1977, p. 156).

La forêt proche de l'eau à fougères, *Platycaria*, *Toddalia*, etc. était fréquentée notamment par des mastodontes, des rhinocéros et des Suidés. Des prédateurs comme *Am-*

phicyon major se déplaceraient d'un endroit à l'autre pour trouver du gibier (ANTUNES et MEIN, *loc. cit.*). Sur les arbres habiteraient des rongeurs typiquement arboricoles (*Miopetaurista*). Dans l'eau, à végétation assez riche (*Sparganium*, *Stratiotes*, *Nuphar*, *Ranunculus*), des gastéropodes, des lamellibranches, des Cyprinidés et des rares Castoridés cohabiteraient.

REMERCIEMENTS

Nous présentons l'expression de nos remerciements les meilleurs à:

Mr. le Prof. M. T. Antunes de la Faculdade de Ciências e Tecnologia (Universidade Nova de Lisboa) pour nous avoir confié l'étude de ce matériel et par la révision critique du manuscrit;

Mr. le Dr. Joachim Gregor de l'Institut f. Paläontologie und Historisch Geologie de München, pour l'aide qu'il nous a accordée dans la détermination des graines fossiles;

Mme. le Prof. M. Salomé Pais Antunes de la Faculdade de Ciências de Lisboa (Universidade de Lisboa) pour la révision du manuscrit et ses critiques et suggestions;

Mr. le Prof. M. S. Bravo de la Faculdade de Ciências e Tecnologia (Universidade Nova de Lisboa) pour la préparation de l'Abstract.

BIBLIOGRAPHIE

- ANTUNES, M. T. et MEIN, P. (1977): *Contributions à la paléontologie ... III — Mammifères — Póvoa de Santarém, Pero Filho e Chôes (Secorio). Conclusions générales.* Ciências da Terra (UNL), Lisboa, n.º 3, pp. 143-165, 46 figs., 3 pl.
- GAUDANT, J. (1977): *Contributions à la paléontologie ... II — Observations sur les dents pharyngiennes de poissons cyprinidés — Póvoa de Santarém.* Ciências da Terra (UNL), Lisboa, n.º 3, pp. 129-141, 7 figs., 1 pl.
- TRUC, G. (1977): *Contributions à la paléontologie ... I — Quelques mollusques.* Pero Filho, Póvoa de Santarém, Sítio do Mirante. Ciências da Terra (UNL), Lisboa, n.º 3, pp. 121-127.

Ciências da Terra (UNL)	Lisboa	N.º 4	pp. 109-128 1 fig., 1 est.	1978
-------------------------	--------	-------	-------------------------------	------

NOTAS SOBRE DEPÓSITOS DE TAVEIRO ESTRATIGRAFIA, PALEONTOLOGIA, IDADE, PALEOECOLOGIA *

M. T. ANTUNES **

J. PAIS**

* Linha de acção «Geologia e Paleontologia do Neocretácico e Terciário», Centro de Estratigrafia e Paleobiologia da Universidade Nova de Lisboa (INIC).

** Faculdade de Ciências e Tecnologia, Departamento de Geologia e Geotecnia. Quinta do Cabeço, 1899 Lisboa Codex.

RESUMO

Palavras-chave: Taveiro — Cretácico superior — Estratigrafia — Datação — Crítica — Vertebrados — Mamíferos — Vegetais

A fim de apoiar trabalhos de cartografia dos Serviços Geológicos de Portugal, folhas 19-C (Figueira da Foz) e 19-D (Coimbra-Lousã), bem como datar algumas formações continentais, foram efectuadas pesquisas nas imediações de Taveiro.

Foi estudado o corte da Cerâmica do Mondego, Ld.^a. A partir da base observa-se uma série onde predominam pelitos com montmorillonite. Inclui depósitos de canal correspondentes a sedimentação de alta energia e assentadas de areia. Na porção superior desenvolvem-se camadas arenosas com vegetais. Sobre esta série, separada por uma superfície de descontinuidade, aparece outra, arenosa, com maior proporção de caulinite. Não foram encontrados fósseis.

Apresentam-se resultados preliminares de estudos paleontológicos que, em parte, têm em conta resultados concernentes a outras jazidas. Foram recolhidos gastrópodes (TV. 15), vertebrados diversos (TV. 18), peixes (TV. 19?) e vegetais (TV. 19 a TV. 24). Destacam-se vertebrados da mesma fauna de Vizo, Aveiro, etc. É particularmente importante a presença de mamíferos. Os vegetais representam a «flora com *Debeya*», que ocorre em várias localidades.

Do ponto de vista estratigráfico, a principal conclusão é a datação do Campaniano superior e/ou Maastrichtiano de depósitos, às vezes considerados terciários. Verifica-se (como em Aveiro) a posição um pouco superior de camadas com a «flora com *Debeya*» sobre outras com os vertebrados; é mais evidente a correlação com outros depósitos contendo a mesma flora.

No conjunto, os dados concernentes à série inferior de Taveiro indicam meio relativamente quente em áreas frequentemente inundadas (sazonalmente?).

RÉSUMÉ

Mots-clés: Taveiro — Crétacé supérieur — Stratigraphie — Datation — Critique — Vertébrés — Mammifères — Végétaux

Des études ont été consacrées à la région de Taveiro, à fin d'appuyer des levées des Serviços Geológicos de Portugal (Carte géologique du Portugal 1:50.000, feuilles 19-C de Figueira da Foz, et 19-D de Coimbra-Lousã) et, en particulier, de dater quelques formations continentales.

La coupe de Cerâmica do Mondego, Ld.^a permet d'observer à la base une série essentiellement pélitique riche en montmorillonite, qui comprend également des assises sableuses, et un canal rempli de conglomérats à galets de calcaire.

Au-dessus, séparée par une surface de discontinuité, affleure une série sableuse, riche en kaolinite. On n'y connaît aucun fossile. Ces caractères indiquent lessivage intense, milieu acide, un bon drainage, et transport par des cours d'eau atteignant des niveaux énergétiques considérables.

On présente les résultats préliminaires d'études paléontologiques qui, en partie, tiennent compte également de données concernant d'autres gisements. Parmi les récoltes il y a des gastéropodes (*Bulimus gaudryi*, couche TV. 15), vertébrés divers (TV. 18), poissons (TV. 19?) et végétaux (TV. 19 à 24). Les vertébrés représentent la faune de Vizo, Aveiro, etc. La présence de mammifères est particulièrement importante

car on n'en connaissait en Europe qu'une dent d'âge Crétacé supérieur dans le Sud de la France; ailleurs, outre quelques pièces du Pérou, on ne peut mentionner que le riche matériel des USA et de Mongolie. Les végétaux représentent la «flora à *Debeya*», connue dans plusieurs gisements de Beira Litoral, dans les «grès de Buçaco», et dans le Complexe basaltique de Lisbonne.

Du point de vue stratigraphique, la conclusion la plus importante est la datation du Campanien supérieur et/ou Maastrichtien des dépôts fossilifères, quelquefois considérés comme d'âge tertiaire.

On a vérifié, comme à Aveiro, que les assises à «flora à *Debeya*» sont un peu plus modernes que celles à vertébrés de Vizo-Aveiro; les corrélations avec d'autres gisements contenant la même flora sont maintenant plus évidentes.

L'ensemble des données concernant la série inférieure de Taveiro indiquent un milieu assez chaud (et humide?) dans une région fréquemment inondée (inondations saisonnières?).

ABSTRACT

Key-words: Taveiro — Upper Cretaceous — Stratigraphy — Age — Discussion — Vertebrata — Mammals — Plants

This paper reports some research work that has been done to support Geological Survey's field work for the 1:50.000 Carta Geológica de Portugal, (sheets 19-C Figueira da Foz and 19-D Coimbra-Lousã). Its main purpose was to establish the age of some continental formations.

At Cerâmica do Mondego, Ld.^a near Taveiro, two series were observed. The lower one is mainly pelitic, montmorillonite being predominant. It also includes some sandy beds and channel deposits with high energy sediments (conglomerate with limestone pebbles).

The upper series lies unconformably upon the former, and there is a neat discontinuity surface between the two. It mainly consists of sands, kaolinite being the most abundant of the clay minerals. This seems to indicate an intensive weathering, an acid, well drained environment and transportation by quite high energy running waters. No fossils were recorded.

Preliminary paleontological results are presented, along with some data concerning other localities (Aveiro, etc.). Fossils found in the lower series are: gastropoda (*Bulimus gaudryi*, TV. 15 bed), several vertebrates (TV. 18), fishes (TV. 19?) and plants (TV. 19-TV. 24). Vertebrata belong to the same fauna as that from Vizo, Aveiro, etc. The presence of mammals is most important as only a single tooth was previously known in Europe (Southern France) in Late Cretaceous formations. Elsewhere there are some mammalian remains in Peru besides the rich assemblages found in the USA and Mongolia. Plants are representative of the «*Debeya* flora» well known at several localities in Beira Litoral province, in «Buçaco sandstones», and in Lisbon's «Basaltic Complex».

The most important stratigraphical conclusion is that the lower series is Upper Campanian and/or Maastrichtian in age, and not Tertiary as sometimes it has been considered.

As at Aveiro, «*Debeya* flora» occurs in beds somewhat higher than those with the Aveiro-Vizo-Taveiro vertebrate fauna. Correlation with other «*Debeya* flora» localities are now more clear.

Data concerning Taveiro lower series, in the whole, point out to a rather warm (and moist?) environment in an occasionally (seasonally?) flooded region.

I — OBJECTIVOS

Tendo-nos sido solicitada, pelos Serviços Geológicos de Portugal, colaboração no sentido de datar algumas das formações continentais pós-turonianas representadas, nomeadamente, nas folhas 1:50.000, 19-C (Figueira da Foz) e 19-D (Coimbra-Lousã), procedemos a observações de campo e a colheitas de material. Em particular, estudámos o corte, bastante representativo, da exploração de argilas da Cerâmica do Mondego, Ld.^a, em Taveiro.

Paralelamente, analisámos toda a bibliografia pertinente a fim de tentarmos alcançar uma solução tanto quanto possível adequada dos problemas que nos foram postos. Verificámos, em consequência, que qualquer tentativa de solução não pode ser dissociada da problemática que diz respeito a outros depósitos correlativos da Beira Litoral, bem como a certas coberturas do Maciço Hespérico.

Como a exposição dos resultados e a subsequente discussão nos hajam parecido excessivamente longas para inclusão numa notícia explicativa, pareceu preferível publicá-las à parte, nesta nota.

II — DESCRIÇÃO DO CORTE DA CERÂMICA DO MONDEGO, TAVEIRO — ESTRATIGRAFIA ⁽¹⁾

O estudo pormenorizado do corte do barreiro da Cerâmica do Mondego [coordenadas M = 167,875 km P = 358,600 km folha n.º 240 (Montemor-o-Velho) à escala 1:25.000] permitiu estabelecer a seguinte sucessão de camadas de baixo para cima:

TV. 1 — Arenito silto-argiloso. Cor vermelha. Composição fundamental: fracção arenosa 64,9 %, fracção silto-argilosa 35,1 %.

Composição da fracção argilosa: Montmori-

lonite (M) bem cristalizada > 80 %, caulinite (K) < 10 %, minerais micáceos (ilite) (I) < 10 %.

..... 2,1 m.

TV. 2 — Siltito arenoso pouco argiloso. Cor branca. Composição fundamental: fracção arenosa 46,3 %, fracção silto-argilosa 53,7 %.

Fracção argilosa: M bem cristalizada > 80 %, K < 10 %, I < 10 %.

..... 0,09-0,10 m.

Contactos com as camadas inferior e superior irregulares, muito rendilhados. Junto do contacto com TV. 3 há concentração de minerais pesados.

TV. 3 — Argilito silto-arenoso. Cor vermelho-escura. Composição fundamental: fracção arenosa 19,4 %, fracção silto-argilosa 76,4 %, fracção carbonatada 4,2 %.

..... 0,25-0,3 m.

Fracção argilosa: M bem cristalizada > 80 %, K < 10 %, I, vestígios.

Esta camada, de cor vermelha, tem contactos muito irregulares, de tipo rendilhado, com as camadas sobre e subjacentes.

TV. 4 — Argilito silto-arenoso. Cor branca. Composição fundamental: fracção arenosa 18,9 %, fracção silto-argilosa 73,1 %, fracção carbonatada 8,0 %.

..... 0,05-0,06 m.

Fracção argilosa: M > 90 %, K < 5 %, I < 5 %.

Contactos menos rendilhados que nas camadas anteriores.

TV. 5 — Arenito argilo-siltoso. Cor vermelha. Composição fundamental: fracção arenosa 46,3 %, fracção silto-argilosa 53,7 %.

⁽¹⁾ Trabalhos de campo com a colaboração de J. César Lopes. Identificação dos minerais das argilas da autoria de A. Sanches Furtado (Centro de Pedologia Tropical, ISA, Lisboa).

- Fracção argilosa: M bem cristalizada > 90 %, K < 5 %, I < 5 %.
..... 0,95 m.
- TV. 6 — Arenito argilo-siltoso. Cor branca. Composição fundamental: fracção arenosa 61,3 %, fracção silto-argilosa 36,2 %, fracção carbonatada 2,5 %.
Fracção argilosa: M bem cristalizada > 90 %, K < 5 %, I < 5 %.
..... 0,25-0,35 m.
Contacto inferior muito regular, ainda que com ondulações. Contacto superior rendilhado.
- TV. 7 — Argilito silto-arenoso. Cor vermelha. Composição fundamental: fracção arenosa 28,0 %, fracção silto-argilosa 67,8 %, fracção carbonatada 4,2 %.
Fracção argilosa: M bem cristalizada > 90 %, K < 5 %, I < 5 %.
..... 0,45 m.
Contacto com TV. 8 muito rendilhado, havendo zona de interpenetração com cerca de 0,15 m de espessura.
- TV. 8 — Arenito argilo-siltoso. Cor branca em seco e cinzenta quando molhado. Composição fundamental: fracção arenosa 42,6 %, fracção silto-argilosa 52,6 %, fracção carbonatada 4,8 %.
Fracção argilosa: M bem cristalizada > 90 %, K < 5 %, I < 5 %
..... 0,12 m.
O contacto superior é rendilhado (menos que o inferior).
- TV. 9 — Argilito areno-siltoso. Cor vermelho-escura com zona mais clara a 0,13 m da base e com 0,10 m de espessura. Composição fundamental: fracção arenosa 23,7 %, fracção silto-argilosa 75,3 %, fracção carbonatada 1,0 %.
Fracção argilosa: M bem cristalizada > 90 %, K < 5 %, I < 5 %.
..... 0,62-0,63 m.
- TV. 10 — Argilito areno-siltoso. Cor branca. Composição fundamental: fracção arenosa 35,5 %, fracção silto-argilosa 61,6 %, fracção carbonatada 2,9 %.
Fracção argilosa: M bem cristalizada > 90 %, K < 5 %, I < 5 %.
..... 0,15-0,20 m.
Toda a camada tem aspecto rendilhado, com sedimento vermelho e branco.
- TV. 11 — Argilito silto-arenoso. Cor vermelha. Composição fundamental: fracção arenosa 17,0 %, fracção silto-argilosa 79,8 %, fracção carbonatada 3,2 %.
- Fracção argilosa: M bem cristalizada > 90 %, K < 5 %, I < 5 %.
..... 0,50 m.
- TV. 12 — Inacessível. Cor branca.
..... 0,50 m.
- TV. 13 — Inacessível. Cor vermelha.
..... 0,40-0,50 m.
- TV. 14 — Não observável.
..... cerca de 0,50 m.
- TV. 15 — Argilito siltoso, pouco arenoso. Cor vermelha. Composição fundamental: fracção arenosa 6,2 %, fracção silto-argilosa 87,9 %, fracção carbonatada 5,9 %.
Fracção argilosa: M regular a bem cristalizada > 80 %, K < 10 %, I < 10 %.
..... 3,30 m.
Foram colhidos raros exemplares de *Bulimus gaudryi*.
- TV. 16 — Argilito pouco arenoso calcário. Cor vermelha. Composição fundamental: fracção arenosa 15,6 %, fracção silto-argilosa 69,5 %, fracção carbonatada 14,9 %.
Fracção argilosa: M bem cristalizada > 80 %, K < 10 %, I < 10 %.
..... 0,45 m.
Camada rija, formando cornija. Contém concreções carbonatadas.
Os contactos com as camadas inferior e superior são regulares.
- TV. 17 — Argilito pouco arenoso. Cor vermelha, passando a acinzentada. Composição fundamental: fracção arenosa 6,0 %, fracção silto-argilosa 89,7 %, fracção carbonatada 4,3 %.
Fracção argilosa: M regularmente cristalizada > 80 %, K < 5 %, I < 10 %
..... 0,63 m.
Apresenta concreções carbonatadas.
- TV. 18 — Conglomerado arenítico, calcário margoso. Cor acinzentada. Composição fundamental: fracção arenosa 2,1 %, fracção silto-argilosa 26,5 %, fracção carbonatada 71,4 %.
Fracção argilosa: M regularmente cristalizada > 70 %, K < 5 %, I < 20 %.
..... 0,20-1 m.
Trata-se de conglomerado com elementos rolados, essencialmente calcários. Nalguns pontos, os elementos são areníticos, noutros atingem ou excedem o tamanho de favas. Granotriagem positiva nítida.
Esta camada ravina a anterior, e corresponde ao enchimento de um canal com cerca de

15 metros de largura na zona observada.

No conglomerado abundam restos de animais, sobretudo de répteis. Os mais numerosos são, de longe, tartarugas do género *Rosasia*. São frequentes restos de peixes, etc. (ver lista adiante).

TV. 19 — Argilito siltoso. Cor cinzenta. Composição fundamental: fracção arenosa 1,1 %, fracção silto-argilosa 96,2 %, fracção carbonatada 2,7 %.

Fracção argilosa: M regularmente cristalizada > 70 %, K < 10 %, I > 20 %.

..... 4,5-5 m.

Os sedimentos encontram-se fortemente compactados.

Existem concentrações de manganés.

Para o topo, existem leitos muito finos com restos de vegetais incarbonizados (carvão). É provavelmente da parte superior desta camada que provêm os esqueletos de peixes adiante referidos.

TV. 20 — Arenito argilo-siltoso. Cor cinzento-amarelada. Composição fundamental: fracção arenosa 67,7 %, fracção silto-argilosa 32,3 %.

Fracção argilosa: M bem cristalizada > 80 %, K < 10 %, I < 10 %.

..... 1,0 m.

Esta camada apresenta-se finamente litada e com passagens mais ou menos argilosas. Para o topo, apresenta nível ferruginoso fino. Observaram-se restos de vegetais.

TV. 21 — Arenito pouco argiloso. Cor amarela, às vezes acinzentada. Composição fundamental a 0,20 m do topo: fracção arenosa 90,7 %, fracção silto-argilosa 9,3 %.

Composição fundamental a 0,50 m do topo: fracção arenosa 78,5 %, fracção silto-argilosa 21,5 %.

Fracção argilosa: M bem cristalizada > 80 %, K < 15 %, I < 5 %.

..... 0,65 m.

Existe litagem bem marcada nas zonas mais argilosas, cinzentas.

TV. 22 — Arenito argilo-siltoso. Cor cinzenta. Composição fundamental: fracção arenosa 53,5 %, fracção silto-argilosa 41,6 %, fracção carbonatada 4,9 %.

Fracção argilosa: M regular a bem cristalizada > 90 %, K > 10 %, I, vestígios.

..... 0,30 m.

Apresenta estratificação cruzada muito fina. Nalguns pontos podem observar-se restos de vegetais incarbonizados (carvão).

TV. 23 — Argilito siltoso. Cor acinzentada. Composição fundamental: fracção arenosa 0,8 %, fracção silto-argilosa 99,2 %.

Fracção argilosa: M regular a bem cristalizada > 85 %, K < 5 %, I < 10 %.

..... 0,10-0,04 m.

Argilito muito bem litado apresentando, no topo, concentração de manganés. Encontraram-se vegetais.

TV. 24 — Arenito argilo-siltoso. Cor desde cinzento-amarelada na base até vermelha no topo, com variação gradual. Composição fundamental a 0,25 m da base (cinzenta): fracção arenosa 50,2 %, fracção silto-argilosa 49,8 %.

Fracção argilosa: M bem cristalizada > 90 %, K < 5 %, I < 5 %.

Composição fundamental a 0,25 m do topo (vermelha): fracção arenosa 30,8 %, fracção silto-argilosa 69,2 %.

Fracção argilosa: M bem cristalizada > 90 %, K < 5 %, I, vestígios.

..... 1,15 m.

Existe estratificação cruzada muito fina. Alguns leitos têm concentrações de manganés.

TV. 25 — Argilito silto-arenoso. Cor variável entre vermelha e cinzenta, aparentemente conforme o teor de argila. Composição fundamental a 0,20 m da base (cinzenta): fracção arenosa 23,8 %, fracção silto-argilosa 76,2 %.

Fracção argilosa: M bem cristalizada > 90 %, K < 5 %, I, vestígios.

Composição fundamental a 0,25 m do topo (vermelho-vivo): fracção arenosa 2,6 %, fracção silto-argilosa 97,4 %.

Fracção argilosa: M regularmente cristalizada > 80 %, K < 5 %, I < 15 %.

..... 1,15 m.

TV. 26 — Arenito silto-argiloso. Cor cinzento-avermelhada. Composição fundamental: fracção arenosa 47,4 %, fracção silto-argilosa 50,0 %, fracção carbonatada 2,6 %.

Fracção argilosa: M bem cristalizada > 90 %, K < 10 %, I < 5 %.

..... 0,14 m.

TV. 27 — Arenito argilo-siltoso. Cor passando do acinzentado ao vermelho-forte. Composição fundamental: fracção arenosa 82,1 %, fracção silto-argilosa 15,4 %, fracção carbonatada 2,5 %.

Fracção argilosa: M bem cristalizada > 90 %, K < 5 %, I < 5 %

..... 4,0 m.

No topo, abundantes concreções de manganés.

TV. 28 — Argilito silto-arenoso. Cor branca. Composição fundamental: fracção arenosa 14,7 %, fracção silto-arenosa 85,3 %.

Fracção argilosa: M regular a bem cristalizada > 90 %, K < 5 %, I < 10 %.

..... 0,10 m.

Nível muito constante ao longo de toda a extensão lateral do corte. Apresenta aspecto rendilhado, particularmente no topo, e concreções de manganés.

TV. 29 — Argilito silto-arenoso pouco arenoso. Cor vermelha. Composição fundamental: fracção arenosa 4,3 %, fracção silto-argilosa 94,3 %, fracção carbonatada 1,4 %.

Fracção argilosa: M regularmente cristalizada > 80 %, K < 10 %, I < 10 %.

..... 1,80 m.

Nível rico de concreções de manganés; algumas concreções carbonatadas.

TV. 30 — Argilito pouco calcário e pouco arenoso. Cor branco-rosada. Composição fundamental: fracção arenosa 2,3 %, fracção silto-argilosa 94,2 %, fracção carbonatada 3,5 %.

Fracção argilosa: M regularmente cristalizada > 80 %, K < 10 %, I < 10 %.

..... 3,0 a 4,0 m.

TV. 31 — Arenito argiloso. Cor vermelha e branca na base, passando só a vermelha. Composição fundamental: fracção arenosa 76,5 %, fracção silto-argilosa 23,5 %.

Fracção argilosa: M regular a mal cristalizada 20-40 %, K 50-70 %, I, vestígios.

..... observável 1,5 m.

As variações laterais de fácies são pouco importantes no espaço observável. Contudo, as camadas descritas com os números TV. 20 a TV. 26 têm passagens laterais mais arenosas, às vezes manganíferas. Os leitos mais argilosos são extremamente ricos de vegetais na parte E do corte.

No corte há que distinguir duas unidades principais, conforme o esquema:

Litologia	Idade
Unidade superior: — areias caulíferas	Paleogénico?
(descontinuidade)	
Unidade inferior: — areias e argilas com vegetais (flora com <i>Debeya</i>)	Maastrichtiano e/ou
— argilas, areias e conglomerado com vertebrados (fauna de Aveiro-Vizo)	?Campaniano superior

A caracterização de unidades litostratigráficas à escala regional transcende o âmbito do nosso trabalho; tem sido objecto de estudos pormenorizados do Prof. A. Ferreira Soares e colaboradores da Universidade de Coimbra.

III — PALEONTOLOGIA

Parecendo prematuro o estudo pormenorizado de todo o material, tanto mais que as colheitas prosseguem, limitamo-nos a apresentar listas de fósseis identificados, ainda que, nalguns casos, as determinações sejam dadas a título provisório. Com efeito, certos grupos carecem de profunda revisão; os estudos até aqui realizados terão de ser retomados noutras condições.

Por outro lado, convém notar que os fósseis obtidos provêm de níveis diferentes:

— O mais baixo, assentada carbonatada com «*Bulimus*», (TV. 15) mais não deu que alguns exemplares dos gastrópodes que Choffat designou por *Bulimus gaudryi*, já conhecidos (embora raros) nos arredores de Aveiro.

— O depósito mais rico de vertebrados (TV. 18) — e que, até agora, não deu quaisquer outros fósseis — é o enchimento do canal, atrás descrito. As condições são semelhantes às de outras jazidas já exploradas (Aveiro, Vizo, etc.). Integrando todos os elementos conhecidos em posição estratigráfica análoga, há que citar:

Mamíferos

SYMMETRODONTA? — Vestígios de um possível simetrodonte.

EUTHERIA — Restos de um insectívoro zalambdodonte, provavelmente da família Palaeoryctidae.

Répteis

TESTUDINATA — Cf. *Rosasia soutoi* CARRINGTON DA COSTA (**).

SAURISCHIA — Megalosauridae «*Megalosaurus pannoniensis*» (sensu SAUVAGE 1898-1899) (*).

ORNITISCHIA — Possível Ceratopsidae indeterminado.

CROCODYLIA — *Mesosuchia*, nov. gen. nov. sp. (= «*Crocodylus blavieri*» (*) in SAUVAGE, loc. cit.).

— Outro crocodiliano de pequeno porte (*).

PTEROSAURIA — Alguns restos de pterossáuros indeterminados (*).

(Oiseau? citado por SAUVAGE, id., p. 36).

SQUAMATA — Sauria: restos pertencentes a várias formas (*).

Anfíbios

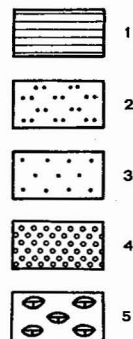
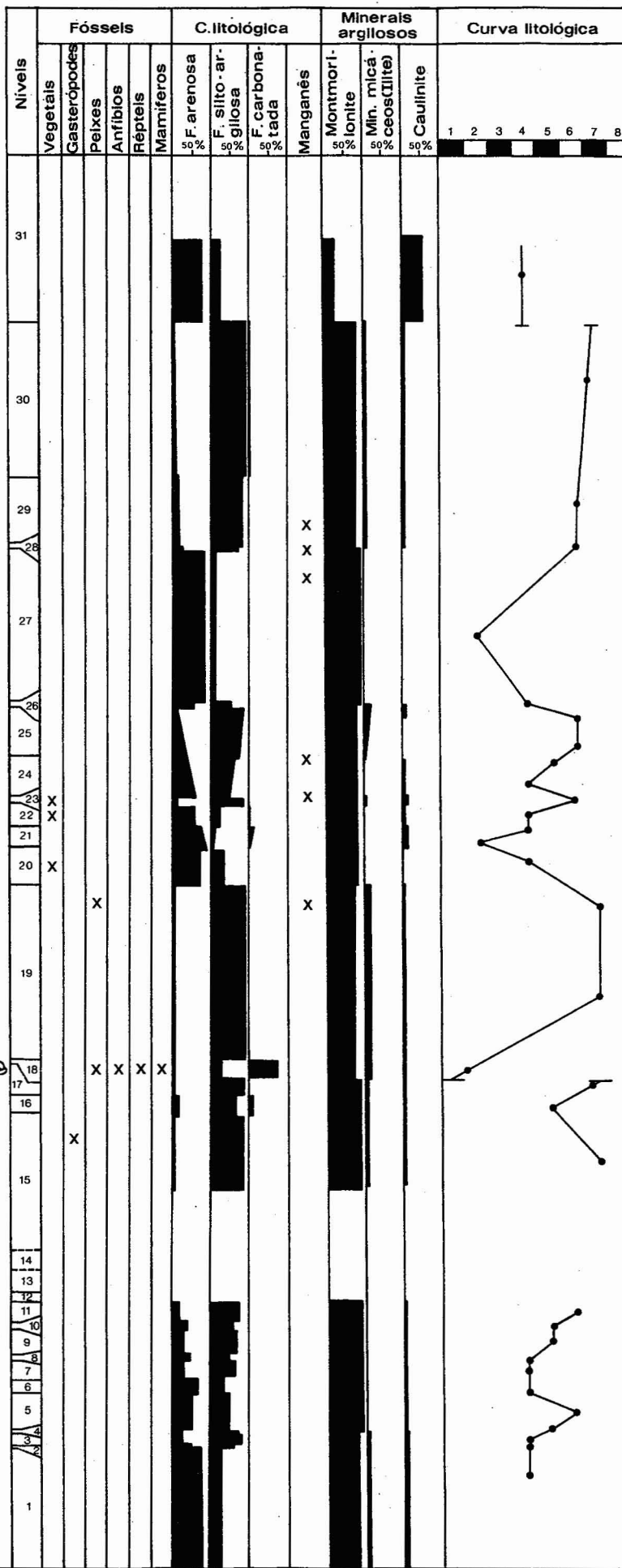
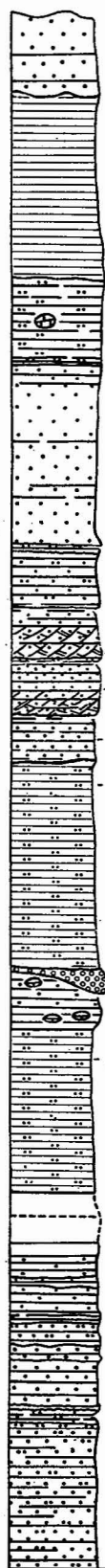
URODELA — Restos de urodelos (*).

ANURA — Diversos ossos de anuros (*).

Unidade superior

Unidade inferior

Argilas, arelas e conglomerados com vertebrados.



- 1 - Argilite
- 2 - Siltite
- 3 - Arenite
- 4 - Conglomerado
- 5 - Concreções carbonatadas

Fátima Antunes

Peixes

Seláceo indeterminado.

Lepisosteus (**).

Amia.

Teleósteos não identificados.

É de salientar, pelo interesse primacial, a presença de mamíferos, sabendo-se que, em toda a Europa, apenas é conhecido um único dente no Sul de França; fora do continente europeu há apenas que assinalar uma jazida no Peru, e outras, as mais ricas, nos Estados Unidos e na República Popular da Mongólia.

Mais alto há a considerar o nível de arenitos argilosos folheados (TV. 19) com peixes completos. Os dois exemplares que tivemos ensejo de observar (pertencentes à Universidade de Coimbra e cedidos, para o efeito, pelo Prof. A. Ferreira Soares) são, indubitavelmente, pequenos teleósteos que valerá a pena estudar com pormenor. Serão, possivelmente, Clupeiformes, mas só o conhecimento preciso da anatomia pode esclarecer a posição sistemática.

Finalmente, o nível mais elevado, próximo do que deu os peixes citados, é rico de impressões foliares (e outras) de vegetais superiores. De onde a onde aparecem sedimentos com leitos finos lignitosos contendo também macrorrestos. Até agora, foram identificados:

GYMNOSPERMAE:

Frenelopsis sp. (*).

Outras indeterminadas.

ANGIOSPERMAE:

Monocotiledóneas indeterminadas.

Dicotiledóneas:

Ranunculales — *Debeya* (**) *lusitanica* (TEIX.)

(= *Dewalquea lusitanica*)

Laurales — *Cinnamomum broteri* (*) TEIX.

Platanales indeterminadas.

Zingiberales — ?nov. gen., nov. sp.

São assinaladas com (*) as formas conhecidas noutras jazidas correlativas, e com (**) as mais importantes pela frequência e por servirem de base a correlações.

IV — ESTUDOS ANTERIORES, UNIDADES LITOSTRATIGRÁFICAS, DATAÇÃO, CORRELAÇÕES

IV.1 — Referências bibliográficas acerca de Taveiro

Os depósitos considerados, atribuídos ou atribuíveis, de modo geral, ao Cretácico superior, foram tema de estudos de vários autores. Na maioria dos casos, porém, dizem respeito a outras regiões. São as seguintes as referências

que conhecemos, concernentes aos depósitos de Taveiro e afins:

— TEIXEIRA (1952, p. 15): «... as argilas e grés, provavelmente senonianos, de Taveiro ...» *Idem*, no pé-de-página: «Além de conterem impressões de bivalves muito semelhantes aos dos depósitos desta idade da região a norte do Mondego, as formações são extraordinariamente parecidas com as dos barreiros da Pampilhosa, onde uma rica flora fóssil, de que fazem parte *Dewalquea lusitanica* TEIX., *Pseudoprotophyllum*, etc., indica claramente o Senoniano».

— TEIXEIRA (in TEIXEIRA et BERTHOIS 1952, p. 159, pé-de-página): «En dehors de leur ressemblance avec les formations senoniennes de Pampilhosa, ces dépôts contiennent une faune de lamelli-branches qui rappelle beaucoup celle des couches fluvio-marines du Nord du Mondego».

— CARVALHO (1955, p. 42): «2 — Les dépôts de Pampilhosa, Taveiro, Alcarraques et Marmeleira sont du même âge (Sénonien) mais différents des dépôts immédiatement supérieurs aux calcaires turo-niens (Turonien supérieur)». Quanto à datação cita C. Teixeira.

— SOARES (1966, p. 286 e seguintes): «O complexo gresoso superior», que definiu, corresponderia «não só aos grés do Ceadouro de Choffat (1900), como a parte da assentada fluvio-marinha deste mesmo autor» (p. 286); «os jazigos senonianos mais próximos ... são os de Taveiro, a sul, e Pampilhosa do Botão, a nordeste» (p. 287); «aceita que os depósitos de Taveiro são superiores aos 'grés do Ceadouro' de Choffat» (*ibid.*); *id.*, pé da pág. 287 «o nosso colega Dr. Celso Figueiredo Gomes colheu alguns exemplares de peixes e um fragmento de Quelónio nos depósitos de Taveiro».

— MARQUES e SOARES (1974, p. 109): — «... estes grés, que compõem o *Grés Grosseiro superior* ... apresentam, para o topo, ..., a unidade que denominamos de *Grés e Argilas da Pampilhosa*». Prosseguem os autores (*ibid.*): «Os elementos florísticos encontrados nos barreiros do Entroncamento parecem-nos semelhantes, entre outros, ... aos de Taveiro». COURBOULEIX (1972, p. 259) e de acordo com opinião de Lemoigne, considera esta flora como eocénica (?), acrescentando que «os géneros e as espécies assinaladas encontram-se fundamentalmente no Terciário (Eocénico-Oligocénico inferior), sem contudo excluir o Cretácico terminal». Pelas interrogações deixadas, esta posição em pouco adianta à de TEIXEIRA (1950), quando diz ser ela correspondente, juntamente com a do Buçaco-Vale de Madeira, aos «últimos tempos do

Cretácico e os princípios do Eocénico» (pp. 109-110)».

IV.2 — Jazidas de vegetais relacionadas com a de Taveiro; a «flora com Debeya»

Os restos de vegetais fósseis descritos dos depósitos do final do Cretácico da Beira Litoral são, ainda, incompletamente conhecidos. De alguns (Berba, Arada, Presa, Casal dos Bernardos, Vizo, Bizarros e Portomar) foi realizado estudo sumário por WENCESLAU DE LIMA (1900-1901). Outros, como os de Esgueira, Buçaco e Vila Flor foram estudados por TEIXEIRA (1946-1950).

Situam-se na região de Aveiro as jazidas de Berba, Arada, Esgueira, Presa, etc. Outras, Casal dos Bernardos, Vizo, Bizarros, Portomar, Buçaco e Vila Flor, situam-se a Sul, no distrito de Coimbra.

De Berba refere W. DE LIMA (*op. cit.*) duas formas do género *Phlebomeris*, uma próxima de *P. spectanda* e outra de *P. willkomi*. Refere, ainda, *Sphenolepis* aff. *kurrianna*, *Sequoia* sp., *S.* aff. *reichenbachii*, escamas de cone de *Pinus* sp. e fruto de *Zamia*.

De Arada menciona flora rica onde identificou, além de frutos de *Sequoia* e de *Zamia*, duas ou três espécies de *Eucalyptus* (W. LIMA, *op. cit.*):

?*Sphenopteris plurinervia* HEER
Sequoia aff. *fastigiata* STERN
S. subulata HEER
Sequoia sp.
Laricopsis sp.
Echinostrobus sp.
Frenelopsis aff. *occidentalis* HEER
Flabellaria sp.
Eucalyptus sp.
Aristolochia sp.
Paliurus ou *Ziziphus* sp.

As plantas de Esgueira foram descritas por TEIXEIRA (1946):

Sphenopteris plurinervia HEER
Sphenopteris mantelli BRONGN.
Zamites sp.
Frenelopsis aff. *hohenegeri* (ETTING.)
Salix sp.
? *Cinnamomum* sp.
? *Phyllotaenia* sp.

Esta flora, importante pela abundância de dicotiledóneas, aproxima-se das de Vale de Madeira e de Vila Flor, ainda que mais pobre de angiospérmicas.

Os depósitos de Presa forneceram, além de *Nelumbo*, bons exemplares de *Credneria* (W. LIMA, *op. cit.*).

A análise palinológica de uma argila carbonosa, colhida por um de nós (T. A.) no barreiro da fábrica Jerónimo Pereira Campos em Aveiro, revelou numerosos esporos e pólenes.

KEDVES e DINIZ (1967) referem alguns dos géneros encontrados. Os esporos de fetos correspondem, segundo os autores, a:

Leiotriletes sp. var.
Triplanosporites sp. var.
Polypodiaceosporites sp.

Entre os pólenes com afinidades com as gimnospérmicas reconheceram numerosas espécies, mas apenas enumeram:

Classoidites glandis AMERON
Spheripollenites psilatus COUPER
Pityosporites sp.
Monosulcites ex-grupo *minimus* COOKSON

Os pólenes de angiospérmicas são dominantes. Existem numerosas formas de *Normapolles*, por exemplo:

Pseudopapillopollis sp. var.
Papillopollis sp.
Extratrilporopollenites sp.
Interporopollenites sp. var. (KEDVES e DINIZ, *ibid.*).

De Aveiro, Arada e Presa foram descritas por KEDVES e HEGEDUS (1975) 26 espécies (22 novas) do género *Interporopollenites* (Quadro I).

QUADRO I

Distribuição das espécies do género *Interporopollenites* no Cretácico superior de Aveiro, Arada e Presa (segundo KEDVES e HEGEDUS, 1975)

	Aveiro	Arada	Presa
<i>Interporopollenites initium</i> PFL.	x	x	x
<i>I. endotriangulus</i> HEG.	x		
<i>I. subgranulosus</i> KEDV. e HEG.	x		x
<i>I. vancampoeae</i> KEDV. e HEG.	x		x
<i>I. proporus</i> WEYL. e KRIEG.	x		x
<i>I. ornatus</i> KEDV. e HEG.		x	x
<i>I. rugulatus</i> KEDV. e HEG.	x		x
<i>I. weylandi</i> KEDV. e HEG.			x
<i>I. nagayae</i> KEDV. e HEG.		x	x
<i>I. zaklinskaiae</i> KEDV. e HEG.	x		x
<i>I. microporus</i> KEDV. e HEG.			x
<i>I. thomsoni</i> KEDV. e HEG.			x
<i>I. krempi</i> KEDV. e HEG.	x		x
<i>I. nimbus</i> PFL.	x	x	
<i>I. plicatus</i> KEDV. e HEG.		x	
<i>I. triangulus</i> KEDV. e HEG.	x		
<i>I. guineti</i> KEDV. e HEG.	x		
<i>I. concavus</i> KEDV. e HEG.			x
<i>I. stanleyi</i> KEDV. e HEG.			x
<i>I. pilugi</i> KEDV. e HEG.		x	
<i>I. prezaensis</i> KEDV. e HEG.			x
<i>I. heteropolatus</i> KEDV. e HEG.	x		
<i>I. aveiroensis</i> KEDV. e HEG.	x		
<i>I. dinizae</i> KEDV. e HEG.			x
<i>I. goczani</i> KEDV. e HEG.			x
<i>I. kriegeri</i> KEDV. e HEG.	x		

Dos depósitos atribuídos ao Turoniano-Coniaciano de Carrajão (Aveiro) foram descritos, pela primeira vez na Europa, esporos com flagelos: *Flagellisporites lusitanica* DINIZ e *Flagellisporites hirsuta* DINIZ (DINIZ 1967).

As floras de Casal dos Bernardos, Vizo (Arazede) e Portomar (Mira) foram estudadas por W. DE LIMA (*op. cit.*); ainda que pobres, forneceram algumas formas. De Casal dos Bernardos provêm *Frenelopsis occidentalis*, frondes e cones de *Sphenolepsis*, *Glyptostrobus debilis*, escamas, algumas com pinhões, de cone de *Pinus*, dicotiledóneas como *Laurus*, *Cornus*, *Echitonium*, *Myrica* e *Ziziphus* (este último, segundo o autor, próximo de *Ceanothus ziziphoides*).

Em Vizo, cita W. de Lima, além das formas já referidas para Casal dos Bernardos, três ou quatro espécies de *Quercus* uma das quais próxima de *Q. sphenobasis*, *Debeya* além de outras formas próximas de *Gardenia wetzleri* que representam provavelmente fruto de cicadínea. Portomar forneceu os mesmos *Ziziphus*, *Echitonium*, *Myrica* e *Cornus*, duas lauráceas, *Rhamnus* (próximo de *R. alaternoides*), *Credneria*, fruto talvez de *Fraxinus*, além de vestígios de monocotiledóneas. De Bizarros apenas refere *Nelumbo*.

A flora dos «Grés do Buçaco», incluindo no mesmo conjunto fósseis de Sula e Vale de Madeira (2), compreende, além de outras dicotiledóneas, uma monocotiledónea, etc. (TEIXEIRA, 1950):

?*Frenelopsis* sp.

Debeya lusitanica (TEIX.) = *Dewalquea lusitanica* TEIX.

Cinnamomum broteri (TEIX.)

Sassafras aff. *acutibum* LESQ.

Magnoliaephyllum palaeocretacicus (SAP.)

Cornus sp.

Na flora de Vila Flor (Miranda do Corvo) nota-se, de igual modo, predominância de dicotiledóneas (TEIXEIRA, 1950):

Sphenopteris sp. (diversas formas).

Frenelopsis sp.

Sequoia sp.

Protophyllocladus subintegrifolius (LESQ.)

Phyllotaenia sp.

Cissites limae TEIX.

Magnoliaephyllum vilaflorensis TEIX.

Magnoliaephyllum lusitanicum TEIX.

Oreodaphne beirensis TEIX.

Dicotiledóneas indeterminadas.

Apenas os géneros *Frenelopsis* e *Magnoliaephyllum* aparecem citados em ambas, o primeiro dos quais ainda duvidoso quanto a Buçaco-Vale de Madeira.

Poucas são, também, as espécies conhecidas em jazigos vizinhos, em especial no de Vila Flor.

IV.3 — Unidades susceptíveis de datação

Cremos poder admitir a correlação entre os depósitos de Taveiro, Pampilhosa e alguns do «flúvio-marinho» da Beira Litoral, nomeadamente os que contêm *Debeya*, etc., a julgar pelos caracteres litológicos e paleobotânicos que constam da Bibliografia.

Os trabalhos de um de nós (T. A.), baseados sobretudo no estudo do corte da Cerâmica do Vouga, Lda., em Aveiro, permitem aduzir outros elementos de carácter litostratigráfico. Com efeito, o corte de Taveiro mostra claramente uma sucessão de unidades comparável à de Aveiro, em particular com a sobreposição de arenitos finos argilosos ricos de vegetais (donde provêm os restos da flora com *Debeya*, às vezes com carácter de pseudo-varvitos) a assentadas argilo-margosas com canais preenchidos por depósitos mais grosseiros — areias, arenitos silicificados, conglomerados — ricos de vertebrados, componentes da fauna outrora descrita de Vizo, e que adiante discutiremos. Nestas assentadas, ou melhor, nos níveis argilosos, ocorrem lamelibrânquios como *Corbicula* (= *Cyrena*) e outros moluscos. Desconhecemos na bibliografia a caracterização clara das unidades que estamos a considerar, apesar de a sobreposição estar indicada de modo apenas perceptível no corte entre o canal de S. Roque e o ramal da C. P., camada c) sobre d) (CARRINGTON DA COSTA, 1937, p. 19).

Houve, portanto, relativa constância das características da sedimentação numa área bem mais vasta do que poderia supor-se, pelo menos desde Aveiro a Taveiro.

Resumindo: as características litostratigráficas e paleontológicas permitem desde já considerar dois conjuntos susceptíveis de discussão quanto à cronologia (sobrepostos ainda por assentadas com fósseis menos característicos):

- assentadas essencialmente arenosas com vegetais e branquiópodes, de cores claras (esbranquiçado-amarelado) — floras de Arazede, Aveiro, Pampilhosa, etc. — sobre
- assentadas essencialmente argilo-margosas, sobretudo avermelhadas, com níveis grosseiros (canais) ricos de vertebrados (fauna de Taveiro, Vizo, Aveiro).

IV.4 — Datação, correlações

Aceitamos a correlação entre os depósitos de Taveiro e Aveiro, pelas razões apontadas. Por outro lado, não vemos, neste caso, motivos para admitir significativo diacronismo antes parece tratar-se de formações aproximadamente sincrónicas.

(2) W. DE LIMA (1900-1901) cita para S. Pedro de Mucela (do mesmo nível de Vale de Madeira), *Ziziphus* sp., *Magnolia* sp., *Diospyrus* sp., *Sassafras* aff. *cretacica*, *Cinnamomum sezannense*, *Quercus* sp. e numerosos exemplares de *Debeya* (= *Dewalquea*) *gelindinensis* e *D. insignis*.

Assim, para datação, assentaremos essencialmente em critérios (a) posicionais, (b) paleozoológicos, considerando sobretudo a fauna de vertebrados, (c) paleobotânicos, com base nas floras de Casal dos Bernardos, Esgueira, Taveiro, etc.:

- (a) Parece evidente a modernidade relativamente ao «grés do Ceadouro», com *Hemitissotia*, amonite típica do Senoniano inferior.

— Posição, considerações paleogeográficas e sondagens em Aveiro levam a aceitar como muito provável a sobreposição aos arenitos de Mira com foraminíferos (*Larrazetia*, *Siderolites*, *Nummofallotia*) e, em particular, com amonites do género *Hoplitoplacenticer*, característico da zona do mesmo nome do Campaniano superior.

Conclusão (a): — A idade é certamente pós-Coniaciano e muito provavelmente pós-Campaniano, portanto, pelo menos, Campaniano superior e/ou Maastrichtiano.

- (b) Além de branquiópodes (únicos fósseis animais que encontramos, em Aveiro, nas assentadas com vegetais) e de ostracodos, ocorrem moluscos, sobretudo *Corbicula marioni* (CHOFFAT). Esta espécie (e os demais lamelibrânquios e gastrópodes) indica meio vasoso, de águas pouco agitadas, salobre a dulçaquícola. Não fornecem indicações cronológicas precisas. A idade senoniana dos vertebrados foi admitida por Sauvage com base nas interpretações de Choffat; pronuncia-se claramente quanto a Vizo «... ainsi que nous venons de le voir en signalant la faune de Fuveau, les types Emyde, Crocodile proprement dit et Lépidostéidé sont bien de la fin de la période Crétacique» (SAUVAGE, 1897-1898, p. 36). Merece comentário: — a fauna conhecida de Sauvage é, em si, incaracterística. Os Lepisosteidae europeus persistem até o Eocénico; as tartarugas são, na verdade, da família Pelomedusidae, bem representada na Europa até o Eocénico superior; o crocodilo («*Crocodylus Blavieri* Gray», segundo Sauvage, espécie, aliás, não correctamente definida) não é um verdadeiro *Crocodylus*, como mostram 2 crânios de Aveiro, e nada prova. Restaria, como elemento cretácico, *Megalosaurus*, sp. mas a indicação repousa em 3 fragmentos de dentes; a atribuição a um dinossauro, então lógica e ainda aceitável ao tempo de LAPPARENT e ZBYSZEWSKI (1957, p. 27), carece de comprovação por haver — sabe-se hoje — crocodilos com dentes lateralmente comprimidos e serrilhados semelhantes aos de certos dinossauros. Figuram, contudo, algumas falanges ungueais de Vizo que poderão ser de dinossauros, e não se pode excluir que os próprios dentes lhes devam igualmente ser atribuídos (LAPPARENT e ZBYSZEWSKI, loc. cit.). Estes autores referiram,

porém, um elemento novo e interessante do ponto de vista cronostratigráfico ao identificarem (p. 58) 4 pequenas vértebras de *centrum* particularmente alongado como pertencentes a um «... Ptérosaurien à longue queue, ...», rejeitando a atribuição a uma ave. Na verdade, é possível que fossem estes exemplares os que levaram SAUVAGE (id., p. 36) a admitir uma ave entre a fauna de Vizo. Parece-nos, no entanto, difícil (mas não impossível) a atribuição das vértebras a pterossauros, grupo em que a fragilidade dos ossos e as condições de vida obstam a boas possibilidades de fossilização, salvo casos excepcionais. Sém dúvida, são vértebras caudais de animais voadores; a estrutura de outro exemplar de Taveiro também o aponta. Ave ou pterossauro? Porque não uma ave com cauda, lembrando *Archaeopteryx*?

No fundo, persistiu certa indeterminação, com predominância de opiniões de idade cretácica. Porém, chegou-se a admitir idade eocénica, sobretudo após uma nota de MOITINHO DE ALMEIDA (1948). Autores houve, como Carlos Teixeira, que oscilaram nitidamente (comparar, por ex., nota de 1944 e a memória de 1950). Idade senoniana surgia como provável, mas nunca provada além de quaisquer dúvidas.

A questão apresenta-se diferentemente após as pesquisas em Aveiro que efectuámos (T. A.) com a colaboração de uma equipa do CNRS (Institut de Paléontologie, Paris). Lavagem de cerca de 4 toneladas de sedimentos permitiu triar e recolher muitos outros fósseis, alguns incontestavelmente cretácicos:

- Seláceos, como *Hylaeobatis* e *Scapanorhynchus*
- Teleosteos, particularmente Ichthyodectidae, *Enchodus* e *Cimolichtys*
- Holosteos: *Coelodus*, *Microdon*
- Répteis, como mosassauros, dinossauros (presença comprovada) e pterossauros.

Conclusões (b): — A idade, ainda cretácica, é incontestável: atendendo, quer aos caracteres da fauna, quer à posição, é de pensar em idade do Campaniano superior e/ou do Maastrichtiano.

— Todas as formas citadas em Taveiro, excepto mamíferos, são conhecidas em Aveiro, e quase todas em Vizo, o que parece corroborar a contemporaneidade destas jazidas.

- (c) Do ponto de vista da paleobotânica é particularmente significativa a presença, quase constante, nas jazidas atrás citadas, de restos abundantes de *Frenelopsis*, género afim de *Tetraclinis*, actual no N de África. *Frenelopsis* é conhecido desde o Cretácico inferior até o Cretácico superior na Europa e América do Norte.

WENCESLAU DE LIMA (1900-1901) cita, para Presa e Portomar (na ausência de cortes descritos é difícil averiguar a posição estratigráfica exacta) o género *Credneria*, angiospérmica afim dos plátanos, conhecida entre o Cretácico médio e superior.

Por outro lado, entre os pólenes encontrados em amostras colhidas por M. T. Antunes na fábrica Jerónimo Pereira Campos (Aveiro) conta-se (KEDVES e DINIZ, 1967) *Pseudopapillopollis*, género característico do Maastrichtiano inferior e parte do superior (GOCZAN *et al.*, 1967). Ainda da mesma amostra provém, segundo KEDVES e DINIZ (*op. cit.*), *Extratropopollenites*, conhecido entre a parte inferior do Maastrichtiano superior e o Paleocénico médio.

Os macrorrestos de Taveirô com significado cronostratigráfico foram igualmente citados em Arazede, Portomar, Casal dos Bernardos, Vizo e Vale de Madeira.

No conjunto, estes elementos são compatíveis com a idade Maastrichtiana para os depósitos do final do Cretácico da orla litoral, particularmente os de Aveiro-Taveiro, sobrepostos aos níveis com vertebrados do Campaniano superior-Maastrichtiano.

Em oposição a esta datação está a proposta por KEDVES e DINIZ (1967), baseada na abundância de formas do género *Interporopollenites* na amostra de Aveiro. A datação Santoniano-Campaniano admitida por aqueles autores é insustentável por *Interporopollenites* não ser suficientemente característico; com efeito, é conhecido entre o Turoniano superior e o Eocénico médio (GOCZAN *et al.*, 1967). Recentemente, foi também referido em depósitos de Arada e Presa (KEDVES e HEGEDUS, 1975). Contudo, estes jazigos (como Quintãs e Chousa do Fidalgo) poderão ser um pouco mais antigos do que os de Aveiro-Taveiro, estes de certeza sobre as camadas mais ricas de vertebrados, aqueles provavelmente abaixo e mais próximos dos depósitos com moluscos indicadores de certa salinidade (ostras, anomias, *Glycymeris*, *Panopea*, etc.).

Conclusão (c): — Os elementos fornecidos pela Paleobotânica são compatíveis com idade Maastrichtiana.

V — PALEOECOLOGIA

O estudo paleoecológico do corte de Taveiro depara com dificuldades, pois apenas é possível recorrer a observações limitadas. A sedimentologia fornece elementos de carácter muito geral, enquanto a paleontologia, embora permitindo construir um modelo mais nítido e, provavelmente, mais próximo da realidade, apenas cobre poucos dos níveis expostos.

Consideremos sucessivamente as duas unidades litostatrigráficas principais:

1.^a — A *unidade inferior* compreende, na base, um conjunto de camadas essencialmente pelíticas, quase sem fósseis (raros *Bulimus*), onde se intercalou um canal com restos de vertebrados. Acima, outro conjunto de camadas, sobretudo arenosas, com peixes e vegetais.

Ao conjunto inferior, com predomínio de montmorilinite, corresponde, como situação prevalecente, uma zona baixa, com drenagem deficiente, em que inundações episódicas alternavam com períodos de seca prolongada. A pobreza de fósseis indica escassas possibilidades de fossilização e meio pouco propício. Faltam, mesmo, restos tão resistentes, dos pontos de vista mecânico e químico, como escamas de *Lepisosteus*; não haveria massas de água suficientemente importantes e duradouras a permitir a vida permanente destes peixes, nem sequer noutras regiões de onde pudessem ter sido arrastados, mesmo *post mortem*. Constitui excepção o canal. Nele, a abundância de sedimentos grosseiros explica o desgaste de muitos fósseis. Calhaus de calcário, neutralizando a acidez, favoreceram a conservação de vertebrados, alguns muito significativos quanto às condições de vida. Assim, persistem na natureza formas próximas de algumas das mais comuns dentre a fauna representada (que só em parte teria habitado o canal). Nos casos apontados, as estreitas semelhanças anatómicas não indicam adaptações muito diferentes nem permitem supor dissemelhanças notórias quanto a condições de vida:

- *Rosasia* é típico representante da família Pelomedusidae. Os géneros actuais, nomeadamente *Podocnemis* e *Pelomedusa*, vivem em regiões tropicais encharcadas da América do Sul e África, respectivamente; a distribuição testemunha a ligação entre aqueles continentes e é exemplo clássico de distribuição disjunta (cf. THENIUS, 1973, pp. 156-157). As numerosas formas do Neocretácico e Terciário devem ter vivido em condições semelhantes.
- Os crocodilos, apesar de algo arcaicos, não parecem significativamente diferentes dos actuais. Todos habitam zonas húmidas (mãres, rios, lagos); alguns, adaptados à floresta de chuva ou frequentando cursos de água de montanha, são um tanto peculiares. Em condições naturais, os mais tolerantes (alguns Alligatorinae) não suportam temperaturas inferiores a 10°C no mês mais frio. *Crocodylidae* e *Gavialidae* são mais exigentes. Nesta base é de admitir que o canal em causa se formou em condições tropicais ou subtropicais.
- Os urodelos indicam água doce tranquila, charcos ou zonas húmidas próximos do canal (a fragilidade dos ossos exclui transporte de longe).
- *Lepisosteus*, após terem tido distribuição euro-norte-americana (Neocretácico-Eocénico) sobrevivem do Sul dos Estados Unidos à Guatemala. Frequentam zonas encharcadas e cursos de água de fraca corrente. Em ocasiões de cheia podem ser arrastados para águas costeiras de baixa salinidade ou para o

mar, circunstâncias que nada têm a ver com o *habitat* normal.

Sem dúvida, o ambiente era o de uma região baixa, às vezes inundada mas a maior parte do tempo a seco, mal drenada, ocasionalmente atravessada por canais sujeitos a regime torrencial. Estes constituíam suporte de comunidades dulçaquícolas ou que viviam em áreas húmidas limítrofes. Restos carreados traduzem presença menos próxima de vertebrados terrestres (dinossauros, mamíferos) ou aéreos (pterossauros). Não se revelou influência marinha, ao contrário de Aveiro, onde foi evidenciada pela presença de certos peixes e de mosassauros (cuja raridade denota certo afastamento). A região devia, portanto, estar ainda mais longe do litoral de então.

O conjunto superior da mesma unidade, mais arenoso, corresponde ao estabelecimento de uma rede de drenagem e de regime fluvial. Desvaneceram-se afinidades com uma região encharcada menos afastada do litoral (casos de Aveiro e, em menor grau, do conjunto inferior de Taveiro). Os pequenos peixes completos (TV. 19) significam morte por dessecação, portanto, períodos de seca. As indicações mais válidas derivam, todavia, dos vegetais. Dentre estes, pertencem às Zingiberales e Laurales (*Cinnamomum*) os que têm afinidades claramente estabelecidas com formas actuais, todas tropicais; apenas *Laurus nobilis* atinge a região mediterrânea. Tanto quanto é possível julgar a partir de elementos escassos e imprecisos, a flora de Taveiro pode igualmente ser considerada como de carácter tropical ou subtropical.

2.^a — A unidade superior apenas pode ser interpretada do ponto de vista paleoecológico — no estado actual dos conhecimentos — através de dados sedimentológicos e geoquímicos, o que requer análise mais pormenorizada, fora do âmbito deste trabalho.

VI — CONCLUSÕES

1) No geral, o corte da Cerâmica do Mondego, Lda., apresenta predominância de sedimentos finos ricos de montmorilonite, apenas com algum decréscimo percentual nas camadas TV. 18 e TV. 19. Há mudança acentuada na composição da fracção argilosa na camada TV. 31, onde a caulinite é predominante. Os dados sedimentológicos indicam, tal como os paleontológicos, um meio geralmente de baixa energia, sem influência marinha.

Durante a deposição das camadas TV. 18-TV. 19 a baixa do teor de montmorilonite em favor do aumento dos minerais micáceos indica enriquecimento relativo de potássio, talvez por abaixamento temporário do nível das águas em clima quente com evaporação intensa. No topo, a quebra brusca do teor de montmorilonite e o acréscimo

da caulinite indicarão incremento de circulação das águas, com lixiviação acentuada em meio ácido (VATAN, 1967) e/ou a chegada à bacia de sedimentação de caulinite herdada das rochas do soco.

2) Do ponto de vista paleontológico foram caracterizadas várias formas nos níveis TV. 15 (*Bulimus*), TV. 18 (vertebrados), TV. 19? (peixes), TV. 19 a TV. 24 (vegetais).

A jazida de vertebrados é sobremaneira interessante pela presença de mamíferos, além de variados elementos já conhecidos em formações correlativas de Vizo, Aveiro, etc. Corresponde, sem dúvida, aos (ou a parte dos) tempos do final do Cretácico.

3) A datação é a mesma da do conjunto de depósitos correlativos dos de Aveiro. Quanto a estes, tudo leva a crer serem superiores aos depósitos marinhos de Mira, datados do Campaniano superior. Assim, a idade corresponde, no máximo, aos derradeiros tempos do Campaniano. Por outro lado, a fauna (e, de certo modo, a flora) exclui idade pós-cretácica. Em suma: idade Campaniano superior? e/ou Maastrichtiano.

4) Do ponto de vista paleoclimatológico e paleoecológico, os elementos disponíveis acerca das camadas com fósseis indicam claramente meio relativamente quente e zonas encharcadas.

A circulação de água era, pelo menos nalguns períodos, reduzida, permitindo a fossilização de folhas de Zingiberales com mais de 50 cm, quase perfeitamente estendidas. Os mamíferos poderiam habitar zonas arborizadas onde, nomeadamente, viviam *Frenelopsis*.

Aquando da formação de outras camadas, é possível que fosse menor a importância das zonas húmidas. Se é de crer ter persistido clima quente (ou com estação quente mais ou menos prolongada), é também possível ter predominado certa aridez. A série superior, rica de caulinite, é compatível com precipitações mais importantes, responsáveis pela lixiviação intensa e pelo transporte.

AGRADECIMENTOS

Apresentamos os melhores agradecimentos às entidades seguintes:

— Empresa Cerâmica do Mondego, Lda., de Taveiro, pelas facilidades concedidas.

— Ao Prof. Dr. A. Ferreira Soares, da Universidade de Coimbra, cuja experiência das formações em causa nos tem sido da maior utilidade, e com quem temos mantido colaboração proveitosa.

— Ao Dr. A. Sanches Furtado, pela colaboração desinteressada na determinação dos minerais das argilas.

BIBLIOGRAFIA

- ALMEIDA, F. Moitinho de (1948): *Notas geológicas sobre a região da Tocha*. Bol. Soc. Geol. Port., Porto, vol. VII, fasc. I-II, pp. 95-98.
- CARVALHO, G. S. (1951): *A geologia do Baixo Mondego nos arredores de Coimbra (Estado actual do seu conhecimento)*. Publ. Mus. Lab. Miner. Geol. e Cent. Est. Geol. Univ. Coimbra, n.º 29, pp. 1-36.
- (1955): *Sur la sédimentologie des dépôts crétacés de la région entre Vouga et Mondego et le grès de Buçaco (Portugal)*. Mem. Not. Publ. Mus. Lab. Min. Geol. Univ. Coimbra, n.º 39, pp. 16-45.
- CHOFFAT, P. (1900): *Recueil de monographies stratigraphiques sur le système crétacique du Portugal. Le Crétacique supérieur au Nord du Tage*. Dir. Serv. Geol. Portugal, Lisbonne, 287 p., 4 pl.
- COSTA, J. Carrington da (1937): *O Neocretácico da Beira-Litoral*. Publ. Mus. Lab. Min. Geol. da Fac. Ciênc. Porto, vol. V, pp. 5-34, 6 figs.
- (1940): *Um novo quelônio fóssil*. Com. Serv. Geol. Portugal, Lisboa, t. XXI, pp. 107-125.
- (1958): *Novos metatipos para o género Rosasia (Testudinata, Pelomedusidae)*. Com. Serv. Geol. Portugal, Lisboa, t. XLII, pp. 5-30, 2 figs., 6 est.
- COURBOULEIX, S. (1972): *Étude géologique des régions de Anadia et de Mealhada, au Nord de Coimbra (Portugal)*. Dipl. d'études supérieures, Univ. Lyon, 342 p., 15 figs., pl. I-IX.
- DINIZ, F. (1967): *Spores à flagelles nouvelles pour le Crétacé du Portugal*. Pollen et Spores, Paris, vol. IX, pp. 569-577.
- GOCZAN, F. et al. (1967): *Die gattungen des "Stema Normapolles PFLUG 1953" (Angiospermae). Neuberschreibungen und revision europäischer formen (Oberkreide bis Eozän)*. Palaeont., Stuttgart, Abh. B, II, 3, pp. 431-526, taf. I-XIX.
- KEDVES, M. e DINIZ, F. (1967): *Quelques types de sporomorphes de sédiments crétacés d'Aveiro, Portugal*. Com. Serv. Geol. Port. Lisboa, t. LII, pp. 17-26, 1 pl.
- KEDVES, M. e HEGEDUS, M. (1975): *Pollen grains of the Interporopollenites f. gen. from sediments of Upper Cretaceous period of Portugal*. Act. Biol. Szeg., n.º 21, pp. 43-62.
- LAPPARENT, A. F. de e ZBYSZEWSKI, G. (1957): *Les Dinosauriens du Portugal*. Mem. Serv. Geol. Port., Lisboa, N. S., n.º 2, 63 p., 12 fig., 36 pl.
- LIMA, W. (1900-1901): *Notícia sobre alguns vegetais fósseis da flora Senoniana (s. l.) do solo português*. Com. Dir. Serv. Geol., Lisboa, t. IV, pp. 1-12.
- MARQUES, L. F. e SOARES, A. F. (1974): *Contribuição para o estudo do Cretácico em Portugal (O Cretácico superior da Marmeleira do Botão)*. Mem. Not., Publ. Mus. Lab. Min. Geol. Univ. Coimbra, n.º 78, pp. 105-133, 14 figs.
- SAUVAGE, H. E. (1897-1898): *Vertébrés fossiles du Portugal. Contribution à l'étude des poissons et des reptiles du Jurassique et du Crétacique*. Mém. Direct. Trav. Géol. Portugal, Lisboa, 47 p., 10 pl.
- SOARES, A. F. (1966): *Estudo das formações pós-Jurássicas da região de entre Sargento-Mor e Montemor-o-Velho (Margem direita do rio Mondego)*. Rev. Fac. Ciênc. Univ. Coimbra, vol. XL, pp. 1-343.
- TEIXEIRA, C. (1944): *Um novo Cinnamomum fóssil de Portugal e algumas considerações sobre a cronologia dos "Grés do Buçaco"*. Publ. Mus. Lab. Min. Geol. Fac. Ciênc. Porto, vol. XL, 2.ª série, pp. 5-15, 7 fig., 1 est.
- (1945): *Sur le Cinnamomum broteri nouvelle espèce du Paléogène portugais*. Bol. Soc. Brot., Coimbra, vol. XIX, 2.ª série, pp. 593-594, 1 fig., 1 pl.
- (1946): *Flora cretácica de Esgueira (Aveiro)*. Portugalia Acta Biologica, Lisboa, vol. I, fasc. 3/4, pp. 235-240.
- (1946): *Une forme portugaise fossile de l'Onoclea sensibilis*. An. Ciênc. Nat., Braga, 2.ª série, 1.º vol., fasc. 1, pp. 1-4, 1 est.
- (1950): *Flora Mesozóica portuguesa. II parte*. Mem. Serv. Geol. Port., Lisboa, 33 p., 21 fig., 13 est.
- (1952): *Significado geológico dos blocos pseudo-erráticos dispersos na orla litoral do Centro do país*. Mem. Acad. Ciênc. Lisboa, Classe Ciências, t. VI, pp. 3-20, 5 est.
- TEIXEIRA, C. e BERTHOIS, L. (1952): *Sur un spongolithe à diatomées de S. Martinho do Bispo*. Com. Serv. Geol. Portugal, Lisboa, t. XXXIII, pp. 155-168.
- TEIXEIRA, C. e PAIS, J. (1976): *Introdução à paleobotânica. As grandes fases da evolução dos vegetais*. Ed. aut., Lisboa, 210 p., 69 fig., 11 quad.
- THENIUS, E. (1973): *Fossils and the life of the Past*. The English Universities Press Ltd, London/Springer-Verlag, New York, Heidelberg, Berlin, 194 pp.
- VATAN, A. (1967): *Manuel de sédimentologie*. Éd. Technip, Paris, 397 p.

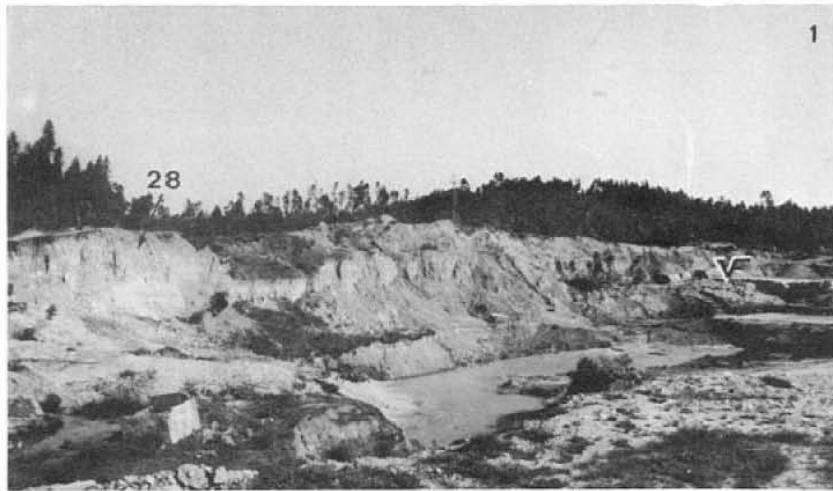
DOCUMENTAÇÃO FOTOGRAFICA

ESTAMPA I

- Fig. 1 — Aspecto geral do barreiro da Cerâmica do Mondego, Lda. Estão indicados a camada TV. 28, muito constante lateralmente, e o local de origem dos vegetais (V).
- Fig. 2 — Pormenor do barreiro, evidenciando os níveis mais baixos observados.
- Fig. 3 — *Idem*. Estão indicadas as camadas TV. 15, de onde provêm raros *Bulimus gaudryi*, e TV. 18, com abundantes restos de Vertebrados (F).

Fotografias de J. Pais, em Abril de 1977.

ESTAMPA I



Ciências da Terra (UNL)	Lisboa	N.º 4	pp. 129-156 figs. 1-10, 2 pls.	1978
-------------------------	--------	-------	-----------------------------------	------

LES *HIPPARION* DU PORTUGAL *

M.^a T.^a ALBERDI **
M. T. ANTUNES ***
P. Y. SONDAAR ****
G. ZBYSZEWSKI *****

* Linha de acção «Estudo geológico e paleontológico das bacias do Tejo e Sado», Centro de Estratigrafia e Paleobiologia da Universidade Nova de Lisboa (I. N. I. C.).

** Instituto «Lucas Mallada», C. S. I. C., J. Gutierrez Abascal 2, Madrid 6, España.

*** Faculdade de Ciências e Tecnologia, Departamento de Geologia e Geotecnia, Quinta do Cabeço, 1899 Lisboa Codex.

**** Rijksuniversiteit Utrecht, Subfaculteit der Geologie en Geofysica, Oude Gracht 320, Utrecht 2501, Nederland.

***** Serviços Geológicos de Portugal, R. da Academia das Ciências, 19-2.º, 1200 Lisboa.

RESUMO

Palavras-chave: Hipparion — Miocénico superior — Ribatejo (Portugal) — Síntese estratigráfica — Datação — Correlações

Este trabalho é consagrado ao estudo dos *Hipparion* do Ribatejo, e ao conhecimento estratigráfico da região.

À introdução e a um capítulo histórico segue-se a revisão dos exemplares estudados por ROMAN (1907) e a descrição de material inédito.

Foram caracterizados *H. cf. primigenium*, arcaico, do Vallesiano inferior, «mammal unit» NM 9 (Archino, Vila Nova da Rainha, Aveiras de Cima); e *H. primigenium cf. melendezi*, mais evolucionado, do Vallesiano superior, NM 10 (atingindo talvez a base do Turoliano, NM 11) (Azambujeira, Marmeleira).

Segue-se uma síntese do Miocénico médio e superior do Ribatejo (margem direita).

Os níveis com *H. p. cf. melendezi* não datam do «Pontiano superior», como foi admitido, são algo mais antigos; quando muito atingem a base do Turoliano (aproximadamente correspondente ao Pontiano sup.). Restam por caracterizar, do ponto de vista paleontológico, os níveis mais elevados, que podem corresponder ao Turoliano.

Quase todas as jazidas constam de um esquema (tableau 11), de acordo com a posição estratigráfica; são indicadas a datação, a correspondência com as unidades NM 5 a NM 10 (e, possivelmente, NM 11 a NM 12), e correlações com formações marinhas de Lisboa.

Foi rectificada a posição das jazidas de Póvoa de Santarém, Quinta do Marmelal, Pero Filho, Azambujeira inferior e Fonte do Pinheiro, e situada a de Marmeleira.

As jazidas correspondem a NM 5 (?), NM 6, NM 8, NM 9, NM 10, NM 11 (?)/NM 12 (?).

Nova interpretação (M. T. A.) das jazidas com ostras do Ribatejo permite correlacionar melhor os depósitos com vertebrados. As relações com a transgressão do Serravalliano parecem bem estabelecidas.

Só dois jazigos — Vila Nova da Rainha e Foz do Alviela — podem corresponder à divisão V-b de Lisboa (Langhiano) com «fauna com *Hispantotherium*». Os outros são mais modernos que o nível serravalliano com ostras.

Correlações indirectas mostram que os jazigos NM 6 são um pouco mais modernos que o apogeu da transgressão do Serravalliano (aproximadamente zonas N 11 a N 13 de Blow com base nos foraminíferos planctónicos).

RÉSUMÉ

Mots-clés: Hipparion — Miocène supérieur — Ribatejo (Portugal) — Synthèse stratigraphique — Datation — Corrélations

Voir conclusions.

ABSTRACT

Key-words: Hipparion — Upper Miocene — Ribatejo (Portugal) — Stratigraphy (synthesis) — Age — Correlation

This paper is concerned with *Hipparion* from Ribatejo, Portugal, and with the stratigraphy of the Neogene series of this region.

The first two chapters are an introduction and an historical review.

Paleontological study includes both a revision of the specimens accounted by ROMAN (1907) and the description of new material. Two forms were recognized, an early *H. cf. primigenium*, lower Vallesian in age, NM 9 mammal unit (from Archino, Vila Nova da Rainha, Aveiras de Cima), and a more advanced *H. primigenium cf. melendezi*, Upper Vallesian, NM 10 (possibly lowermost Turolian, NM 11) (at Azambujeira and Marmeleira).

A synthesis of Middle and Upper Miocene from Ribatejo is also presented.

Levels with *H. p. cf. melendezi* are somewhat older than «Upper Pontian», as it was previously acknowledged, they attain at the best the lowermost Turolian (approximately corresponding to «Upper Pontian»). Even higher levels may be Turolian in age, though they are not yet accurately dated.

Almost all the localities are shown (tableau 11) according to its stratigraphical position; age, correspondance to mammal units from NM 5 to NM 10 (and may be also from NM 11 to NM 12), and correlation with marine formations near Lisbon are also taken in account.

The stratigraphical position of localities such as Póvoa de Santarém, Quinta do Marmelal, Pero Filho, Azambujeira (lower levels), and Fonte do Pinheiro was revised; the stratigraphical position of Marmeleira was ascertained.

The localities so far known correspond to NM 5 (?), NM 6, NM 8, NM 9, NM 10 and possibly to NM 11 and NM 12.

A new interpretation (M. T. ANTUNES) of localities with oysters from Ribatejo allows a better correlation with vertebrate localities. Relationships with Serravallian transgression seem well established.

Only two localities, Vila Nova da Rainha and Foz do Alviela, may possibly be correlated to V-b division of Lisbon (Langhian) with «*Hispantotherium* fauna». All the other localities are younger than Serravallian oyster beds.

Undirect correlation shows that NM 6 localities are somewhat younger than the apogee of Serravallian transgression (corresponding approximately to Blow's N 11 to N 13 zones based on planctonic foraminifera).

INTRODUCTION

L'immigration des *Hipparion* en Europe, venue de l'Amérique du Nord, est un événement soudain à l'échelle des temps géologiques et, de ce fait, un repère chronologique de tout premier ordre. Malgré les difficultés de l'étude de ces Equidés, anciennement confondus en général sous le nom d'*Hipparion gracile*, le groupe s'est avéré comme très important pour la biostratigraphie dès le Miocène supérieur au Pleistocène ancien.

Ceci souligne l'importance des *Hipparion* récoltés au Portugal, dont la seule étude détaillée, fort ancienne, ne concerne que le matériel connu au début du siècle; elle est à reprendre.

D'autres récoltes n'ont même pas été étudiées, malgré des démarches entreprises par G. Zbyszewski et M. T. Antunes. Ainsi, ce n'est que maintenant qu'une étude actualisée a été possible grâce à M.^a T.^a Alberdi et P. Y. Sondaar, qui s'étaient occupés déjà des *Hipparion* d'Espagne, notamment (chapitre III).

D'autre part, les résultats de l'étude paléontologique apportent des précisions quant à la connaissance et à la datation de certaines formations du bassin du Tage. Ainsi il semble utile de présenter un nouvel essai de synthèse (chapitre IV) sur l'ensemble du Miocène de Ribatejo (rive droite du Tage) à la lumière des données récemment acquises, lequel développe et corrige un autre de M. T. ANTUNES et G. ZBYSZEWSKI (1973). Il est précédé des chapitres I et II consacrés à l'histoire et l'évolution des connaissances et des interprétations sur la chronologie et la stratigraphie des formations en question.

On présente finalement des conclusions (chapitre V).

I — HISTORIQUE

Les premières découvertes de mammifères fossiles dans le bassin du Tage au Portugal remontent au XIX^{ème} siècle, à l'époque du fondateur des Services Géologiques, Carlos Ribeiro. En effet, dans une note parue en 1867 il

mentionnait déjà la trouvaille d'ossements près de Aveiras de Baixo (fig. 1), localité qui a livré notamment quelques dents d'*Hipparion*. Ces découvertes, dues surtout aux soins du collecteur Manoel Roque, ont eu d'ailleurs un retentissement considérable, car elles sont liées à la controverse qui a eu lieu au sujet des silex, que certains croyaient taillés, en provenance de dépôts considérés comme tertiaires; leur auteur présumé a même été dénommé (par De Mortillet) «*Homo simius ribeiroi*». Tout cela se passait peu d'années après le commencement de la révolution déclanchée par la parution de l'oeuvre de Ch. Darwin sur l'origine des espèces, lorsque l'on cherchait partout à trouver des ancêtres de l'Homme.

Ainsi, les *Hipparion* et autres fossiles (mammifères, mollusques, végétaux — qui furent l'objet d'un mémoire du notable paléophytologiste OSWALD HEER, en 1881 —) servirent comme argument démonstratif de l'âge tertiaire des «éolithes» en cause. A. Gaudry, professeur au Muséum de Paris, avait fait des déterminations provisoires des mammifères, citées notamment par C. RIBEIRO (1878, p. 898), par P. CHOFFAT (1880, p. 543) et par F. FONTANNES (1883, p. 19). Cependant aucune étude détaillée n'a jamais été publiée à cette époque, ni même après la visite qui, en 1880, ont fait au gisement d'Archino les savants qui participaient à la 9^{ème} Session du Congrès International d'Anthropologie et d'Archéologie Préhistorique, tenue à Lisbonne.

En fait, la description du matériel n'a été faite que par F. Roman (*in* ROMAN et TORRES, 1907).

Cet auteur a reçu tous les restes de mammifères recueillis depuis plus de 30 ans (avant 1906) dans la basse vallée du Tage (*idem*, p. 3), expédiés par J. F. Nery Delgado; il les a étudiés sous la direction du Maître lyonnais Ch. Depéret (Roman a étudié également les mollusques continentaux). *Hipparion gracile* a été cité parmi les mammifères de quelques gisements dont Archino, près Ota; Barreira do Gamboa, près Vila Nova da Rainha; Fonte do Pinheiro, Paulino et Barreira do Oleiro, près Azambuja; et Aveiras de Cima. Il est vrai que ROMAN (*idem*, pp. 62 et 73) doutait de la provenance des dents

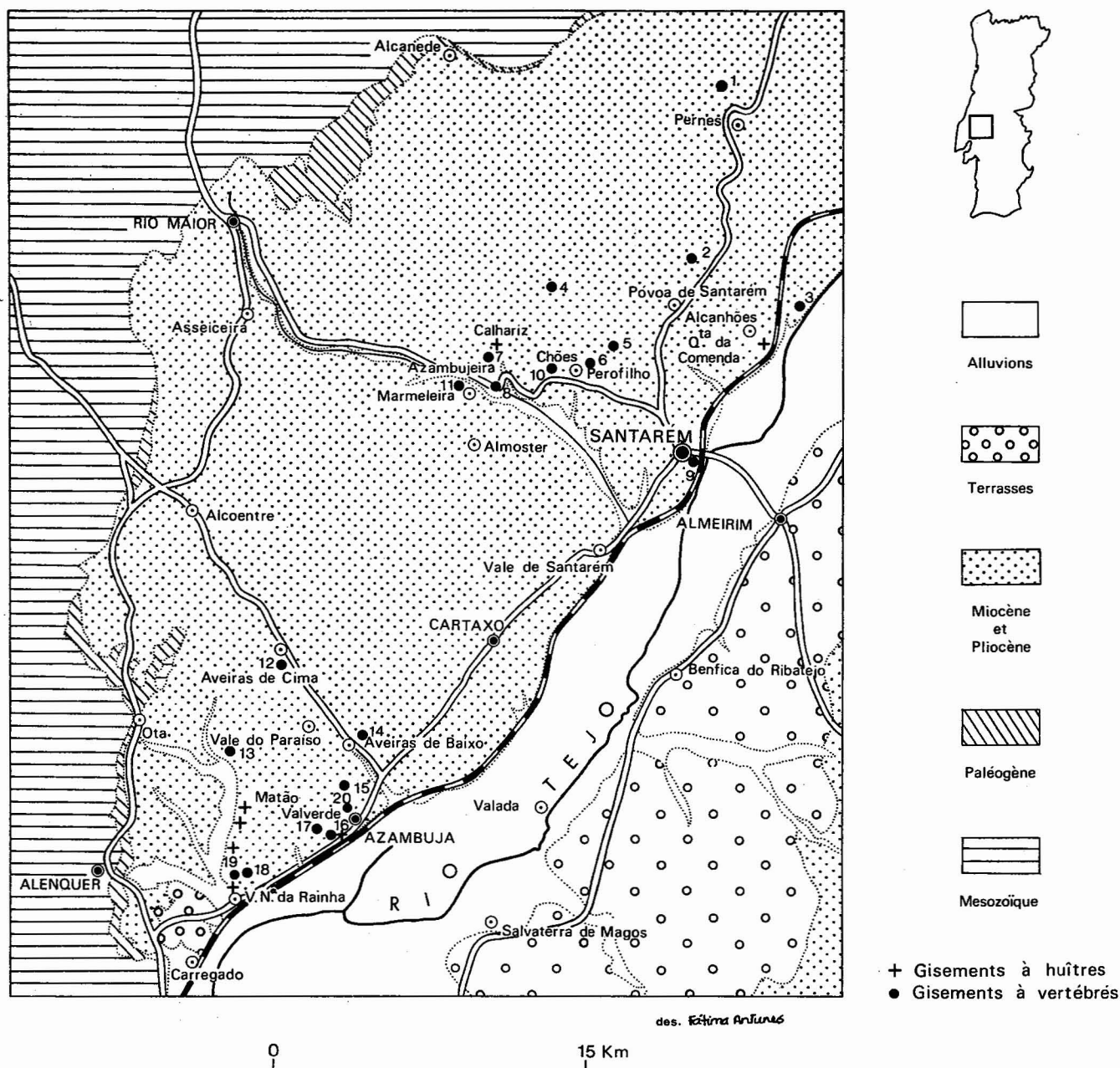


Fig. 1 — Gisements miocènes de Ribatejo à Mammifères et à huîtres

de *Hipparion* (dont une dent jugale inférieure déciduale) de Fonte do Pinheiro, en considérant que leur association avec *Conohyus simorrensis* (Suidé qu'il a déterminé alors comme *Hyotherium simorrensis* var. *doati*) «ne paraissait pas rationnelle», étant donné que cette forme était considérée comme typiquement pré-pontienne, c'est à dire, antérieure à l'arrivée des *Hipparion*. De même ROMAN n'a pas reconnu (ou bien a-t-il mis en cause la provenance, peut-être par des raisons semblables) des fragments de 2 dents jugales et d'une incisive de Aveiras de Baixo, gisement qu'il considérait comme «Tortonien supérieur ou Sarmatique» (*idem*, p. 72). Les réserves et doutes de Roman étaient légitimes à une époque où l'on connaissait très mal les faunes maintenant appelées «vallesiennes», qu'il est possible de caractériser en gros par la présence des premiers *Hipparion* immigrés en Europe au sein d'une faune à cachet essentiellement plus ancien.

Toutefois, les révisions des collections des Services Géologiques (G. Zbyszewski, M. T. Antunes), et de nouvelles récoltes à Aveiras de Cima (1968, O. da Veiga Ferreira), Vila Nova da Rainha (1970, M. T. Antunes), et à Archino (1977, M. T. Antunes) montrent au delà de tout soupçon que les associations en question ne doivent pas être artificielles.

Les restes d'*Hipparion* étudiés par Roman proviennent d'une partie assez limitée du bassin du Tage, entre Archino, Vila Nova da Rainha, Aveiras et Azambuja. On n'avait point de données concernant les vertébrés fossiles des régions plus au Nord et à l'intérieur du bassin. Ce n'est que plus tard qu'un nouveau gisement à Pernes livra quelques fragments de molaires rapportés à *Mastodon pyrenaicus* (ROMAN, 1917).

Des progrès considérables ont été faits grâce aux travaux de E. Fleury dans la région de Santarém. En effet, lors

du creusement d'un puits à Quinta do Marmelal en Août 1919, les ouvriers ont découvert et puis détruit de nombreux ossements; leur attitude s'explique par la crainte de l'abandon des travaux et du chômage conséquent (on croyait avoir trouvé un charnier). Ayant été averti, Fleury y a fait des fouilles vers la fin de l'Été de la même année. Le matériel récolté a permis à FLEURY (1921), aidé par son ami et compatriote, le paléontologue de Bâle H. G. Stehlin, de reconnaître une faune datée du «Vindobonien». Nous reconnaissons aujourd'hui cette datation comme valable, même si la composition de la faune diffère assez de celle qui avait été présentée par Fleury. Pourtant un problème est le résultat de la révision que l'un de nous (M. T. Antunes) a entreprise, car nous avons cité *Hipparion* pour cette faune (ANTUNES et ZBYSZEWSKI, 1973), d'après un fémur portant l'étiquette «Quinta do Marmelal» et appartenant aux collections de l'Instituto Superior Técnico. En fait ce fémur d'*Hipparion* doit provenir d'un autre gisement dont il sera question (Marmeleira).

On doit également à Fleury des fouilles fructueuses dans deux autres gisements de la région de Santarém, près des villages de Azambujeira et Marmeleira, tous les deux ayant livré une faune à *Hipparion*, d'ailleurs plus moderne que celle connue à Archino, etc. Toutefois le matériel de cette provenance n'a jamais été décrit, à la seule exception des dents de mastodonte (BERGOUNIOUX, ZBYSZEWSKI et CROUZEL, 1953), et d'un Cricetodontidé, *Cricetodon lusitanicus*, étudié par SCHAUB (1925).

FLEURY n'a pas laissé non plus de description des gisements. Dans sa note (1921), dont le texte est daté Décembre 1920, l'auteur fait mention (p. 64) d'un «nouveau gisement encore insuffisamment connu, qui a fourni *Mastodon* sp. ?, *Hipparion gracile* et *Castor Jaegeri*». C'est bien celui de Carvalhal de Cima près Azambujeira, pour lequel il y a quelques données, dues à un amateur qui avait accompagné Fleury lors de ses recherches; par contre nous ne connaissons aucune référence au gisement de Marmeleira. L'amateur, FRANCISCO A. FERREIRA CAMPOS, a publié (1936, pp. 33 et suivantes) un texte assez farfêlu incluant la description reprise ici, et qui doit être plus ou moins exacte car elle a pu être contrôlée d'après les déclarations faites autrefois par Fleury lui-même à l'un de nous (G. Z.). D'après CAMPOS (*ibid.*) on a creusé au fond du petit jardin de Quinta do Carvalhal de Cima (date non précisée, sûrement 1920) une galerie pour rechercher de l'eau. À une douzaine de mètres de l'entrée on a trouvé des dents d'*Hipparion*, quelques-unes de rongeurs (et de Castor et du Renne, ce qui est inexact). À 25 mètres, fragments d'os de grande taille attribuables à des Proboscidiens et Rhinocéros. Plus loin, des fragments de crâne. Finalement, à 28 mètres fut trouvé un crâne de *Tetralophodon longirostris* dont on a récupéré la M³ et la défense gauches; tout le reste, et notamment l'autre défense supérieure et les incisives mandibulaires, qui ont été vues, est perdu à cause des éboulements qui se sont produits. Cette partie de la galerie, qui avait été élargie, était déjà colmatée par des blocs en 1936. Lors de notre (M. T.

Antunes) première visite, en 1957, la galerie était complètement obstruée.

Un autre point intéressant de la description de CAMPOS est la mention d'un deuxième gisement situé à une centaine de mètres du précédent; à une profondeur réduite, 2 ou 3 mètres, on a trouvé des molaires d'un proboscideen de moindre taille (en fait: une dent de lait de *T. longirostris* et une M₁ fragmentaire de *Deinotherium*), des dents d'*Hipparion*, Castoridé, «cerfs», rhinocéros, etc. Nous avons discuté (ANTUNES et ZBYSZEWSKI, 1973, pp. 211-212) le problème.

Une autre difficulté résulte de l'insuffisance des données concernant les récoltes de Fleury. D'après ce qu'il avait dit à G. Z., les fossiles de Carvalhal de Cima provenaient de deux niveaux, le principal étant celui de la galerie, l'autre étant celui que mentionne CAMPOS (*loc. cit.*). Ceci semble en accord avec le fait que l'on peut distinguer deux lots séparables d'après la gangue et les caractères de la fossilisation. Le lot le plus nombreux présente une gangue à argile verte et sable grossier à grains plutôt roulés, couleur blanche ou jaunâtre, ferrugineuse, surfaces souvent corrodés; correspond à un épisode de sédimentation fluviale, qui a eu lieu entre la genèse des assises calcaires qui l'encadrent, celles de Almoester (en dessous) et Póvoa do Conde. L'autre lot, quelques pièces blanches ou à peine colorées, à surfaces bien conservées, gangue d'argile et calcite en petits cristaux, peut indiquer une sédimentation lacustre. On peut le situer dans la partie supérieure des calcaires de Almoester, il est donc un peu plus ancien que le gisement principal, mais plus moderne que l'ensemble des gisements d'Archino, Vila Nova da Rainha, etc.

Le gisement de Marmeleira n'a pas pu être retrouvé, malgré l'enquête que G. Zbyszewski et M. T. Antunes ont mené à ce village, à quelques kilomètres à l'Ouest d'Azambujeira. Des dents et os d'*Hipparion* y ont été récoltés par Fleury, qui n'a laissé rien écrit à ce sujet. De vagues références ont été faites par lui à G. Z. Les pièces, conservées au Musée de Géologie de l'Instituto Superior Técnico (Lisboa), appartiennent à un *Hipparion* identique à celui de Carvalhal de Cima; des considérations d'ordre stratigraphique font admettre que ces fossiles sont à peu près contemporains du gisement le moins élevé de Carvalhal de Cima.

Aucune récolte importante d'*Hipparion* n'a été faite depuis, sauf, en 1936, celle de quelques dents dans le bassin du Sado, et encore par leur intérêt stratigraphique (ZBYSZEWSKI, 1947). Néanmoins quelques pièces ont été recueillies dans le Ribatejo, comme il a été dit plus haut; toutes correspondent plus ou moins au même horizon stratigraphique, juste inférieur au niveau calcaire le plus important, celui de Almoester, Santarém, Cartaxo, Aveiras et Vale de Paraíso. Malheureusement pour le calage correct et pour la datation précise des horizons les plus élevés de la série, le seul gisement à vertébrés au dessus de Carvalhal de Cima, la butte de Casais da Aroeira (4,5 km au NE, environ) n'a livré que deux dents de Rhinocéros non identifiées et des fragments d'os de Proboscideen.

II — ÉVOLUTION DES CONNAISSANCES SUR LA DATATION — APPERÇU CRITIQUE

Les connaissances sur la datation du Néogène du Ribatejo (rive droite) se basent essentiellement sur les repères que sont les gisements à mammifères et, en bien moindre degré, ceux à huîtres, qu'on peut corréler sans trop de précision avec des maxima de transgression bien documentés dans la partie vestibulaire du bassin. Par contre, l'intérêt stratigraphique des végétaux et mollusques est, pour le moment, assez limité.

Or les gisements à faunes utiles correspondent à une tranche limitée de sédiments et de temps. Soit plus bas, soit plus haut la datation restait (en partie, elle le reste encore) plutôt floue. Il y avait notamment un hiatus considérable entre les plus anciens et ceux — plus anciens encore — de l'horizon V-b lisbonnais (Langhien), le plus élevé ayant livré une faune importante (à *Hispanotherium*) dans la partie vestibulaire. Des recherches menées par M. T. Antunes ont été orientées dans le but de combler cet hiatus. Ainsi on a étudié du matériel récolté dans des nouveaux gisements en position stratigraphique plus basse, dont ceux de Casais da Formiga (ANTUNES, FERREIRA et ZBYSZEWSKI, 1971), et Póvoa de Santarém, Chões et Pero Filho (TRUC, 1977; GAUDANT, 1977; ANTUNES et MEIN, 1977) (cf. ANTUNES et ZBYSZEWSKI, 1973), tandis qu'un autre, un peu plus moderne que ceux-ci (Azambujeira inférieur) est en étude. Tous sont plus modernes que Sansan et, à plus juste titre, que ceux du V-b lisbonnais. Cependant c'est un progrès considérable car, simultanément avec la révision des terrains et des récoltes plus anciennes, il est possible de clarifier beaucoup de questions. Ceci a fait évoluer les idées sur la datation des formations en cause, qu'on peut présenter en synthèse comme suit:

1. Au temps de CARLOS RIBEIRO, qui a cité *Hipparion gracile* (1878, p. 8) les formations de Ribatejo étaient rapportées au Miocène moyen et supérieur, toutefois sans précision, impossible à l'époque.

2. F. ROMAN (in ROMAN et TORRES, 1907) a daté des gisements du «Tortonien supérieur» (Aveiras de Baixo), du «Sarmatique supérieur» (Fonte do Pinheiro) et du «Pontique» (Archino, Barreira do Gamboa, Valverde et Barreira das Pombas). En fait, ces gisements sont contemporains ou presque; ils se situent aux mêmes assises immédiatement en dessous des calcaires de Cartaxo-Almoster. Roman a rapporté au «Pontique» ceux où il y avait prépondérance d'*Hipparion* non accompagné d'espèces gênantes à cachet archaïque. Par contre, l'association de *Hipparion* avec un Suidé, *Conohyus simorreensis*, considéré à l'époque comme trop ancien pour appartenir à la même association, a mené Roman à douter de la provenance des dents d'*Hipparion* de Fonte do Pinheiro et à rapporter au «Sarmatique» le gisement. La datation encore plus ancienne de Aveiras de Baixo se justifie parce que Roman n'y a pas reconnu de l'*Hipparion*, pourtant présent. Cependant il faut rappeler que, à l'époque, les

interprétations de Roman étaient à la fois prudentes et correctes à la lumière des connaissances alors actuelles.

3. F. ROMAN (1917) a admis un âge pré-Pontien pour Pernes, gisement ayant livré des fragments de molaire déterminés par lui comme *Mastodon* cf. *pyrenaicus* (*Serridentinus lusitanicus*, selon BERGOUNIOUX, ZBYSZEWSKI et CROUZEL, 1953, p. 94, et attribués par nous à *Gomphotherium angustidens*): Vindobonien. Cette interprétation est vraisemblable.

4. E. FLEURY a fait d'importantes récoltes à Azambujeira (Carvalhal de Cima, en deux points), Marmeleira et Quinta do Marmelal. En décrivant le matériel de ce gisement (1921), et malgré quelques erreurs (qui l'étaient déjà à l'époque), il a mis en évidence son âge «Vindobonien». Malheureusement il n'a presque rien laissé en ce qui concerne des notes ou des données sur les autres gisements. Aucune étude n'a été publiée. Il reste la valeur de ses récoltes, toutes en provenance de la région de Santarém, jusqu'alors inconnue du point de vue des faunes de Vertébrés. En outre, ce sont les plus riches en *Hipparion* que l'on connaisse au Portugal, et plus modernes que celles dont Roman s'était occupé.

5. G. ZBYSZEWSKI, dans un mémoire sur le Néogène portugais (BOURCART et ZBYSZEWSKI, 1940, pp. 20-23, tableau) a, pour l'essentiel, adopté les interprétations stratigraphiques des auteurs précédents. Il est vrai que ce travail précède de quelques années les recherches qu'il a entreprises dans la région de Santarém, exposées dans la notice explicative de la carte géologique 1:50 000 (1953) et dans une étude plus détaillée (1954). En 1940 on acceptait sans discussion la succession des gisements d'après leur «ordre paléontologique» établi par Roman, sans aucune mention des trouvailles de Fleury autres que la seule publiée (Quinta do Marmelal), tandis que les autres articles ne traitent pas de la région Archino-Azambujeira-Aveiras. D'après ZBYSZEWSKI (1953, 1954), deux grandes divisions ont été considérées dans la série miocène, «Pontien supérieur» comprenant notamment le gisement de Carvalhal de Cima, près de Azambujeira, et «Sarmatien et Pontien inférieur» (le gisement de Quinta do Marmelal étant placé au sommet de cet ensemble, ce qui ne doit pas être correct). Ce schéma représente un progrès considérable, malgré le fait qu'il soit doublement à revoir (stratigraphie et datation).

Entretemps, en étudiant quelques dents d'*Hipparion* de Alvalade (bassin du Sado), ZBYSZEWSKI (1947) a donné une liste des restes de ces animaux en faisant mention, pour la première fois sans réserves, du matériel de Fonte do Pinheiro et Aveiras de Cima. Les gisements du bassin do Tage étaient rapportés au Pontien, sans plus. Celui de Alvalade ayant livré aussi des dents de Squalés dans la même couche considérée comme un équivalent du Tortonien «place désormais ce niveau dans le Miocène marin tout à fait terminal contemporain du Pontien de la basse vallée du Tage».

Le même auteur, dans son essai de synthèse présenté au IV^e Congrès du Néogène Méditerranéen (ZBYSZEWSKI, 1964) reprend les mêmes points de vue sur la région de

Santarém, mais en élargissant son schéma à la région de Archino, Azambuja, etc. Malgré son caractère plus compréhensif, les divisions fondamentales sont les mêmes: Sarmatien et Pontien inférieur, et Pontien supérieur. Malheureusement on y a introduit des confusions supplémentaires lorsqu'on affirme (p. 106) «C'est probablement du niveau de Aveiras de Baixo et peut-être aussi de celui de Carvalhal de Cima que l'on devra rapprocher les gisements sarmato-pontiens de la région de Vila Nova da Rainha et de Azambuja ...» On a donc inclus tous dans le même ensemble, point de vue insoutenable compte-tenu de la position bien plus élevée dans la série miocène de Carvalhal de Cima. Dans la même communication il y a en outre un décalage exagéré entre la succession de dépôts continentaux et les assises marines de la région vestibulaire du bassin, placées bien trop bas par rapport aux précédentes.

6. La préparation d'une nouvelle synthèse à présenter au V^e Congrès du Néogène Méditerranéen (ANTUNES et ZBYSZEWSKI, 1973-a, b) a entraîné la révision des collections, des gisements et de la stratigraphie. En particulier, la connaissance des faunes pré-*Hipparion* a été enrichie avec les premières données sur les gisements de Póvoa de Santarém, Pero Filho et Azambujeira inférieur (collaboration de P. Mein pour les petits mammifères). Des progrès considérables ont été faits par rapport à la synthèse publiée en 1964, notamment en ce qui concerne la véritable composition de la faune de Aveiras de Baixo, qui contient également de l'*Hipparion*, et à la première caractérisation au Portugal d'un «Vallésien» et d'un «Pontien» *sensu stricto*. Par contre, des erreurs ont été commises en conséquence de la localisation erronée d'un fémur d'*Hipparion* de Marmeleira parmi les fossiles de Quinta do Marmelal: ce gisement et un autre corrélatif, celui de Pero Filho, ont été compris — à tort — dans l'ensemble vallésien, même si nous avons noté déjà (ANTUNES et ZBYSZEWSKI, 1973b, p. 211) que l'*Hipparion* n'avait pas été trouvé dans ce dernier. Des corrélations indirectes ont été essayées avec le Miocène marin de Lisboa.

7. On arrive à l'essai de synthèse présenté ici, où l'on tient compte de nouvelles études sur Póvoa de Santarém, Pero Filho et Chões (TRUC, 1977; GAUDANT, 1977; ANTUNES et MEIN, 1977), de travaux sur le terrain, des progrès dans la connaissance des faunes et en spécial des *Hipparion*, ainsi que de leurs rapports de position relativement aux niveaux à huîtres (tableau 11). Ce dernier point a été revu par M. T. Antunes. En se basant sur la distribution des gisements et des cotes respectives (d'autant plus significatives que les couches sont généralement presque horizontales, et ceci malgré les difficultés qui sont le résultat de mouvements verticaux assez importants en rapport avec des failles), on arrive aux résultats suivants:

— On peut reconnaître un ensemble inférieur, bien représenté vers la base de la coupe de Vila Nova da Rainha (casa de cantoneiros), avec des cotes de l'ordre de 10 mètres seulement; il est au dessous des

sables arkosiques qui semblent être un équivalent des sables de la division V-b de Lisboa (Langhien). Ainsi il est probable que les dépôts à huîtres soient en rapport avec l'une des deux ingressions marines du V-a lisboais (V-a₁ ou plutôt V-a₃ — Burdigalien terminal ou plutôt base du Langhien).

— Un ensemble moyen, le principal, à Matão et environs (où les *Gryphaea* en place sont associées à des foraminifères bentoniques et dents de poissons téléostéens); à Fonte do Pinheiro, en dessous du niveau à mammifères; et bien plus à l'intérieur du bassin, dans la région de Santarém, à Calhariz près de Azambujeira et à Quinta da Comenda, toujours sous les niveaux à mammifères déjà mentionnés. Cotes respectivement de l'ordre de 35 et 30 mètres. Cette ingression d'eaux saumâtres à l'intérieur du bassin est certainement corrélatrice de la transgression marine la plus importante, celle du Serravallien (cycle C5 caractérisé à Lisboa, soit l'«Helvétien» V-c et VI-a des cartes géologiques).

— Un ensemble supérieur fort douteux, avec deux gisements seulement (à peine quelques huîtres isolées, remaniées peut-être) à Casal do Vale da Moura, Vila Nova da Rainha [vers 50 mètres], et à Calhariz [65 mètres environ]. Des réserves sont justifiées car on n'a pas retrouvé depuis longtemps des huîtres *in situ* placées si haut dans la série. Si vraiment leur position pourrait être confirmée on aurait quelques traces assez frustes de l'apogée de la dernière transgression importante des temps miocènes, celle du Tortonien (divisions VI-c, VII-a et VII-b de Lisboa).

III — DESCRIPTION DU MATÉRIEL (figs. 2-9 du texte; tableaux 1-10; pl. I-II)

III.1 — Méthode d'étude

Jusqu'à présent, les restes d'*Hipparion* au Portugal, comme en Espagne, sont représentés surtout par des dents isolées. Ainsi, afin de pouvoir établir des comparaisons entre le matériel des deux pays, les critères utilisés pour les mesures, pour l'étude des plissements de l'émail, de la forme des protocones, de la confluence des fossettes, etc., ont été ceux de SONDAAR (1962) et de ALBERDI (1974).

Les mesures des molaires, en mm, ont été prises à 1 cm de la base de la couronne. L'index d'hypsodontie correspond à la hauteur de la molaire, divisée par la longueur et multipliée par 100. Sur les molaires supérieures, la hauteur est prise sur la face buccale de la surface du parastyle en ligne droite à partir du niveau de la racine. La hauteur des molaires inférieures a été mesurée sur le côté antérieur. Quant au degré d'usure, il a été étudié conformément aux normes proposées par ALBERDI (1974, p. 31). La description des fossiles a été faite par gisements.

Abbreviations: IST, collection de l'Instituto Superior Técnico, Lisboa; SG, collection des Serviços Geológicos de Portugal, Lisboa.

III.2 — Gisement de Azambujeira

III.2.1 — DESCRIPTION DU MATÉRIEL

III.2.1.1 — DENTITION

Le matériel d'Azambujeira est constitué par 66 dents supérieures (10 P², 22 P^{3, 4}, 20 M^{1, 2}, 4 M³ et 7 dents de lait) (tableau 1); 52 dents inférieures (6 P₂, 16 P_{3, 4}, 18 M_{1, 2}, 8 M₃ et 4 molaires de lait) (tableau 2), une mandi-

TABLEAU 1

Dimensions maximum (max) et minimum (min) de la longueur et de la largeur des molaires supérieures d'Azambujeira

		min	$\bar{x}$	max	n	s
P ²	Lon.	283	296	316	8	11.872
	lar.	210	225	243	9	12.283
P ^{3, 4}	Lon.	222	238	250	19	7.282
	lar.	225	236	250	15	5.958
M ^{1, 2}	Lon.	194	214	237	18	11.893
	lar.	220	233	246	16	8.497
M ³	Lon.	242	251	262	3	10.066
	lar.	198	203	210	3	6.245
P ^{3, 4}	Lon.	260	276	300	5	17.544
	lar.	210	216	222	5	4.817

$\bar{x}$ = moyenne; n = nombre de specimens; s = écart type

TABLEAU 2

Dimensions maximum (max) et minimum (min) de la longueur et de la largeur des molaires inférieures d'Azambujeira

		min	$\bar{x}$	max	n	s
P ₂	Lon.	263	272	285	6	8.989
	lar.	130	138	142	4	5.657
P _{3, 4}	Lon.	233	241	255	15	6.552
	lar.	143	152	164	14	7.531
M _{1, 2}	Lon.	200	212	223	18	5.689
	lar.	118	133	144	16	7.683
M ₃	Lon.	239	280	298	5	23.983
	lar.	101	108	119	5	6.834

$\bar{x}$ = moyenne; n = nombre de specimens; s = écart type

bule de lait fragmentaire et 20 incisives. Il y a aussi trois fragments de mandibule mal conservés. Il faut encore citer une première et une seconde phalange du troisième doigt, un peu roulées, une première phalange du troisième doigt, et finalement une autre du quatrième ou du deuxième.

Les dents supérieures sont de taille moyenne sauf une M^{1, 2} (IST 40) représentée Pl. II, fig. 11, qui est assez petite.

Les caractères morphologiques suivants ont pu être observés (tableau 3).

Le pli caballin (Pl. C) est simple sur la plupart des P^{3, 4} et double sur les M^{1, 2} tandis que sur P² ce pli varie entre 1 et 2.

Les plissements des fossettes (pls. foss.) sont: 4, 3, 3, 1-2, pour P²; 1, 5, 4, 1, pour P^{3, 4}; 1-4, 6, 5, 2, pour M^{1, 2}. Les M³, toutes à l'état de germe, n'ont pas été mesurées.

La confluence des fossettes (Conf. fos.) est très fréquente sur P², c'est à dire sur 6 des 10 exemplaires.

Parmi les P^{3, 4} nous avons trouvé un exemplaire avec des confluences de fossettes et dont l'usure atteignait le degré III.

En ce qui concerne la boucle disto-linguale de la pré-fossette (B.d-1 préf.), on peut dire qu'elle est grande et ample, mais non compliquée.

L'ouverture de la préfossette (O. pref. 1) que l'on trouve seulement dans l'état de germe, n'est pas significative. La forme du protocone (F. pr.) est ovale et arrondie; elle dépend du degré d'usure et il n'y a pas assez de matériel pour donner des chiffres biométriques assez détaillés.

Le protocone uni (Pr. uni) est trouvé sur 3 P² (dont 1 a un degré d'usure II-III, IST 40). Le protocone (Pr. Pls) n'est pas plissé.

La forme de l'hypocone (F. Hy) est pointue et serrée avec tendance à être plus ouverte et plus arrondie quand l'état d'usure est plus avancé.

Dans les dents inférieures on note les caractères suivants: le ptychostylide (pts^d) est seulement présent avec l'aspect d'une petite marque réduite, dans 50 % des P_{3, 4}; dans 30 % des M_{1, 2} et dans plus de 30 % des M₃.

L'ectostylide (Ecs^d) n'a pas été trouvé sur la plupart du matériel étudié. On a observé cependant un ectostylide rudimentaire sur 1 des 18 M_{1, 2}.

Le protostylide (Ps^d) est bien développé sur toutes les dents sauf sur P². En général il est fort chez la plupart de P_{3, 4}, un peu plus faible chez M_{1, 2} et nettement faible chez M₃.

Le protostylide n'est pas très divisé (Ps^dx), 1 seulement bifide sur P_{3, 4} (1 sur 16). Sur M_{1, 2} il y a 3 bifides et 1 trifide (4 sur 18).

Parmi les M₃ il y a 1 bifide (1 sur 8). L'union du protostylide avec le protoconulide (Ps^d uni) est observée en état d'usure bien avancé (IV-V) chez M₃ (1 exemplaire sur 8) tandis que sur P_{3, 4} et M_{1, 2}, elle commence avec le degré d'usure III.

La surface de l'émail est plus plissée. La forme de double noeud (F. Me^d-Ms^d) est typique pour *Hipparion*.

TABLEAU 3

Variations chez quelques formes d'Espagne et celles d'Azambujeira et de Marmeleira (Portugal) concernant des caractères morphologiques et morphométriques. Nomenclature d'après ALBERDI (1974)

HIPPARION	DENTS SUPÉRIEURES										DENTS INFÉRIEURES							OSSEMENTS	
	Pl. c	Pls. fos. PP MM	Conf. fos.	B. d-l pref.	F. Pr	Pr. uni	Pr. pls	F. Hy.	Hy. étran- glé	SHy	pts ^d	Ecs ^d	P _s ^d	P _s ^d x	P _s ^d uni	émail plissé	F Me ^d M s ^d	Taille	Gracilité
NOMBREVILLA	mode 2 apparition précoce	4 4,5 6 7 8 5 (4-7) 1	P ² 80% P ^{3,4} 10%	très compliqué (quelquefois isolé)	oval-allongé raccourci et arrondi (+ou-)	P ² 1/36 P ^{3,4} 1/200 T 0,8%	quelquefois fendu	triangulaire très anguleux → s'ou- vrir (grande)	assez → s'ouvrir	profond (+compliqué à la M ^d)	seul sur PP ≥ 27% très marqué	≥ 5% fort ≥ 17% rudimentai- re	> 80% fort	> 19% jusqu'à 4 (bifide 13%)	commence à II la plupart à III > 17% uni	assez	vallée angulai- re, petit pli ran- noeud un peu anguleux	très grande	robuste
LOS VALLES DE FUENTIDUEÑA	mode 2 apparition tardive	2 3 5 6 4-6 5 1	à peu près comme à Concud	en général simple (quelquefois isolé)	oval-grande → triangulaire	P ² = 25% P ^{3,4} M ^{1,2} = 10% M ³ = 10%	pas complé- tement lisse	triangulaire an- guleux → s'ouvrir	un peu	plus compli- qué aux PP	peu mar- qué seul sur PP ≥ 27%	n'existe pas	> 73%	37% (2-4)	en III IV la majorité	un peu plissé	vallée sans pli noeud arrondi	moyenne (un peu plus petite)	gracile
CONCUD	mode 1 → 2	1 1(-4) 7 6(-7) 5 1	P ² I 12/19 II 12/27 III 8/23 IV 2/5 T = 46%	ample et simple → marqué	oval-arrondi → quadrang- laire (> taille)	P ² 34% P ^{3,4} M ^{1,2} 4,2% M ³ 1,9%	lisse	angulaire allon- gé → s'ouvrir et s'arrondir	un peu avec tendance à s'ouvrir assez	grand et ou- vert, réduit aux MM	peu marqué	≥ 11% rudimen- taire = 1% fort	> 72% fort	> 4% toujours bifide	en I plu- part III > 34% uni	lisse	sans pli ou très simple noeud (M ^d) un peu plus arron- di et (M ^d) plus anguleux	moyenne	robuste (un peu moins que Nombrevilla)
LOS MANSUETOS	mode 1	1(-3) 1-3 6 4-7 4 3-4 1	P ² I 3/8 II 6/17 III 1/4 T 34%	un peu plus marqué qu'à Concud	oval-arrondi (<)	P ² 40% P ^{3,4} M ^{1,2} 10% M ³ 9%	déformé lorsqu'il se relie au "laphe"	= Concud un peu plus petit	moins qu'à Concud	moins accen- tué qu'à Concud	P ² parfois très marqué	≥ 10% rudimen- taire	> 76% fort	> 6% toujours bifide	= Concud commence à I > 30% uni	= Concud	avec pli plus développé = Concud	moyenne (un peu plus petite)	entre gra- cile et ro- buste
AZAMBUJEIRA	1 sur P ^{3,4} 2 sur M ^{1,2} entre 1 et 2 en P ²	1 1-4 5 6 4 5 1 2	P ² I 1/3 II 3/4 III 2/2 P ^{3,4} III 1/20	simple, quelque- fois un peu compliqué	oval-arrondi tendance à l'allongement et à l'agrandi- ssement	P ² 3/10 P ^{3,4} 2/20 M ^{1,2} et M ³ 0	lisse	triangulaire ten- dance à s'ou- vrir	un peu tendance à s'ou- vrir	profond	peu marqué	n'existe pas (un seul, rudi- mentaire, sur 18 M ₁₂)	toujours présent P _{3,4} 10/16 fort → fai- ble M ₁₂ faible	P _{3,4} sur 16 bifide M ₁₂ 4/18 3 bifide trifide M ₃ sur 1/8 bifide	P _{3,4} à III (3/5) M ₁₂ 1/18 à III M ₃ 1/8 à IV-V	un peu	pli un peu marqué M ^d plus angu- leux que M ^d	moyenne (un peu plus petite)	gracile(?)
MARMELEIRA	2 sur P ^{3,4} entre 1 et 2 sur M ^{1,2}	2-7 1-7 7 6-8 6 5 1-3 1	non observée	ample et grand (simple)	oval arrondi	n'a pas été observée	lisse	pointue-serrée tendance à s'ou- vrir et à s'arran- dir	un peu, tendance à s'ouvrir	profond	peu mar- qué < 50% sur M ₁₂	n'a pas été obser- vé	bien développé	non multiplié	M ₁₂ 2/8 à IV	non plissé	M ^d plus arrondi M ^d	moyenne (un peu plus pe- tite)	gracile(?)

see. Sélima Andouci

Il y a un petit pli dans la vallée linguale entre métaconide et métastylide sur environ 20 %. Le métaconide est plus arrondi que le métastylide lequel est plus anguleux et devient un peu plus allongé sur les molaires.

III.2.1.2 — OS DES MEMBRES

Parmi le matériel étudié, il y a trois phalanges du troisième doigt et une phalange latérale, ainsi qu'un fragment de MC III.

Une première et une seconde phalange sont peu roulées. Du point de vue taille, elles sont assez petites. Le fragment de MC III est très petit appartenant peut-être à un individu jeune. L'angle des facettes du magnum et du hamatum est très incliné, montrant qu'il s'agit d'un caractère primitif (Pl. II, figs. 1, 2, 3).

TABEAU 4

Hipparion de Azambujeira — os (en millimètres)

Phalanges	Première		Deuxième	Première latérale
	IST 94	Roulée	Roulée	IST 95
Longueur totale	485	538	323	320
Largeur proximale	355	333	315	182
Diamètre ant.-post.	264	251	218	124
Largeur minimum de la diaphyse	257	260	—	—
Diamètre ant.-post. de la même	171	153	—	—
Largeur distale	303	288	296	134
Diamètre ant.-post. distal	196	175	166	105

III.2.2 — DISCUSSION ET COMPARAISONS

Si nous comparons les caractères des *Hipparion* d'Azambujeira avec ceux d'Espagne nous pourrions observer à la fois certains rapports et certaines différences.

Les ossements sont assez grêles. Ils sont plus petits que la forme vallésienne d'Aragon et de Catalogne, mais ils ressemblent au spécimen le plus svelte de Los Valles de Fuentidueña. Lorsqu'on les compare avec les formes de Teruel, ils peuvent se placer dans la variation minimum de l'*Hipparion* de Concud. Dans les diagrammes 1 à 8, la longueur et la largeur des molaires ont été prises comme coordonnées et il est possible de voir qu'il n'existe pas de groupements de molaires permettant de distinguer plus d'une forme d'après la taille. La matériel a l'air d'être assez homogène du point de vue dimensions (voir aussi les tableaux 1 et 2), sauf une exception chez M_3 où l'on peut distinguer un exemplaire nettement inférieur à tous les autres. Il s'agit, dans ce cas, d'une molaire un peu aberrante.

En général la longueur de M_3 devient plus grande vers la base, parce que la forme de M_3 est un peu conique (M_3 IST 32). Mais ici, les mesures au sommet et à la base se ressemblent (Planche I, fig. 4). Ce phénomène n'est pas fréquent chez *Hipparion* et c'est pour cela que l'on peut considérer la molaire citée plutôt comme un exemplaire

aberrant et non pas comme une forme différente. De plus les mesures de M_3 et de P_2 sont toujours les plus variées.

Si l'on compare la taille des dents d'*Hipparion* de Azambujeira avec celles d'Espagne, on remarque qu'elle est comparable avec celle de Concud et Los Valles de Fuentidueña. Mais il existe un petit spécimen (IST 40) M_1 , M_2 qui tombe dans les dimensions les plus petites de Los Valles de Fuentidueña.

Les dents inférieures montrent une distribution de taille bien comparable à celle que l'on observe sur les exemplaires de Fuentidueña.

En comparant d'autres caractères morphologiques on peut remarquer notamment que le nombre de plis caballins est intermédiaire entre celui de la forme *primigenium* et celui de la forme *concudense*.

Le plissement des fossettes ressemble beaucoup à celui de l'*Hipparion* de Los Valles de Fuentidueña. Sur P^2 on observe un grand pourcentage de confluence de fossettes (plus de 50 %), chiffre que l'on peut retrouver à Masia del Barbo, Concud et Los Valles de Fuentidueña.

Pour la boucle disto-linguale de la préfossette nous rencontrons une variation similaire à celle que l'on observe sur les exemplaires espagnols de Masia del Barbo, Los Valles de Fuentidueña et Concud (ALBERDI, 1974).

Le protocone est uni dans un pourcentage égal à celui des gisements de Los Mansuetos et Piera. Sur une P^2 (IST 42) le protocone est fondu avec le protoconule en un degré d'usure II, c'est à dire que la molaire n'est pas tellement usée. Il s'agit d'un exemplaire dont la fossilisation est différente. Dans le même exemplaire les fossettes ne sont pas unies comme dans la plupart des P^2 d'Azambujeira. Le protocone n'est pas plissé comme celui des *Hipparion* espagnols.

La forme des hypocones ressemble à celle que l'on trouve à Concud, et peut-être aussi à celle de Los Valles de Fuentidueña. Cependant la forme de l'hypocone n'a

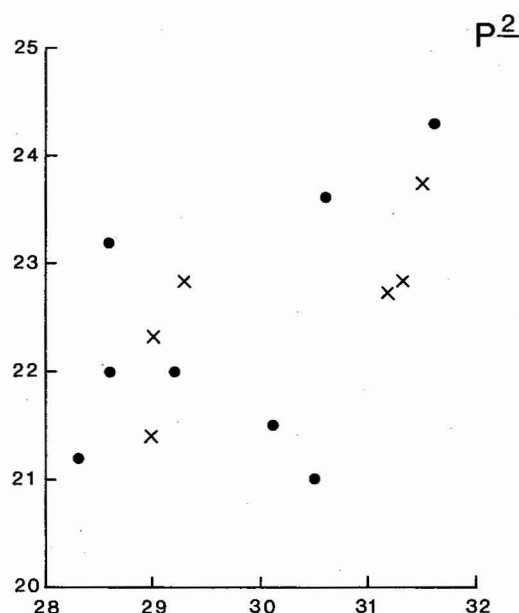


Fig. 2 — Diagramme longueur (horizontale) — largeur (verticale) de P^2 en mm.

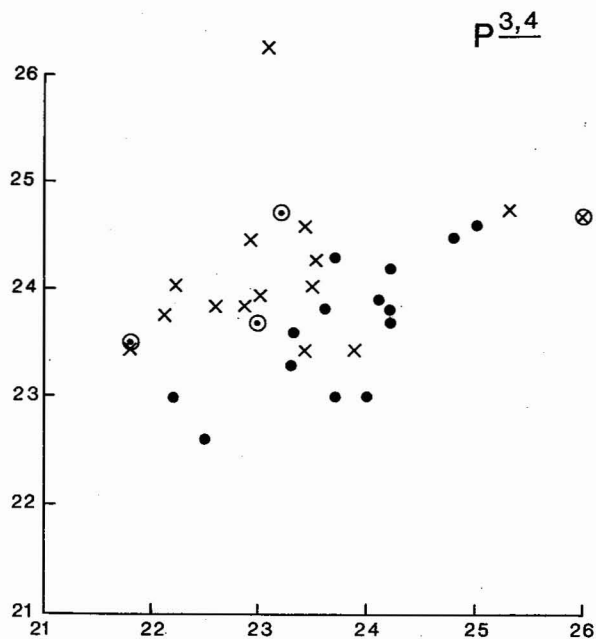


Fig. 3 — Diagramme longueur (horizontale) — largeur (verticale) de $P_{3,4}$ en mm.

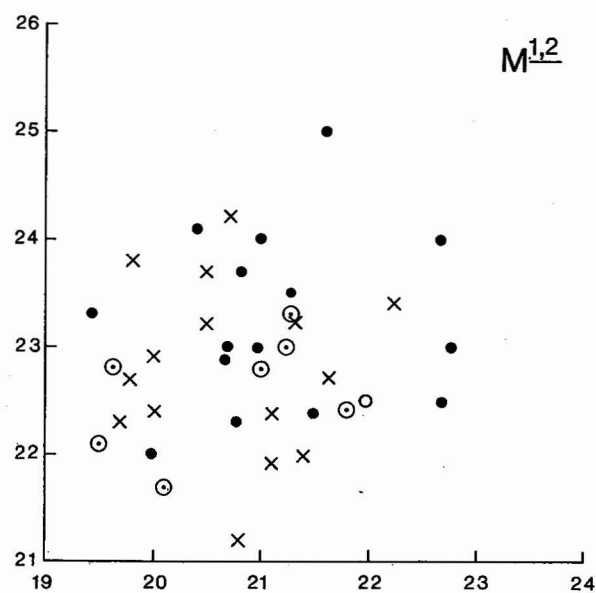


Fig. 4 — Diagramme longueur (horizontale) — largeur (verticale) de $M_{1,2}$ en mm.

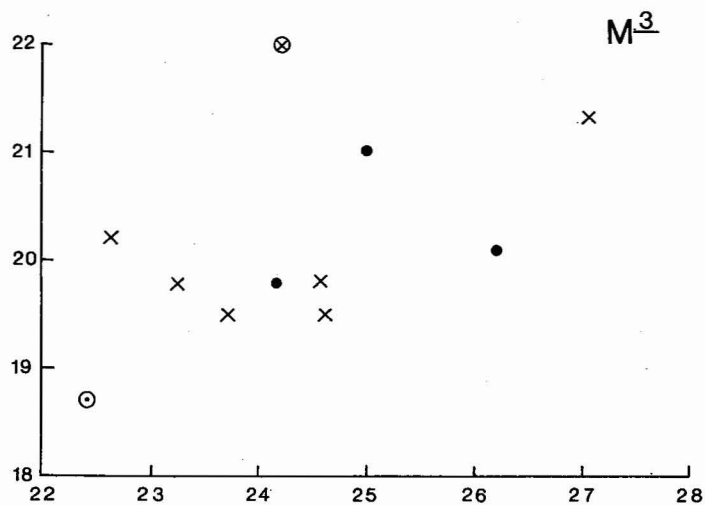


Fig. 5 — Diagramme longueur (horizontale) — largeur (verticale) de M^3 en mm.

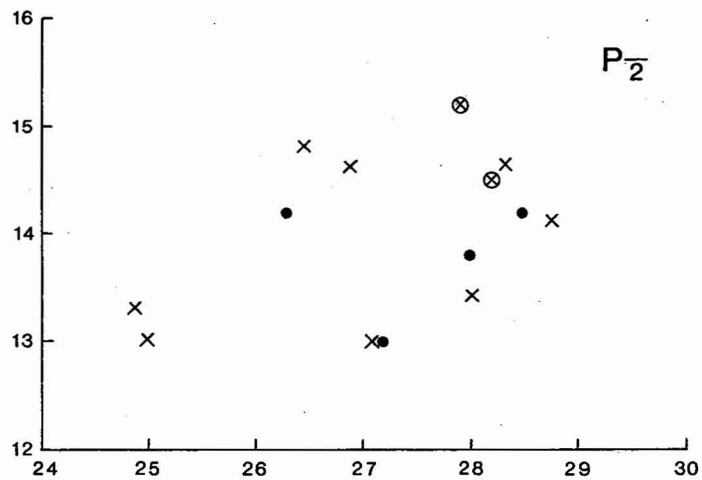


Fig. 6 — Diagramme longueur (horizontale) — largeur (verticale) de P_2 en mm.

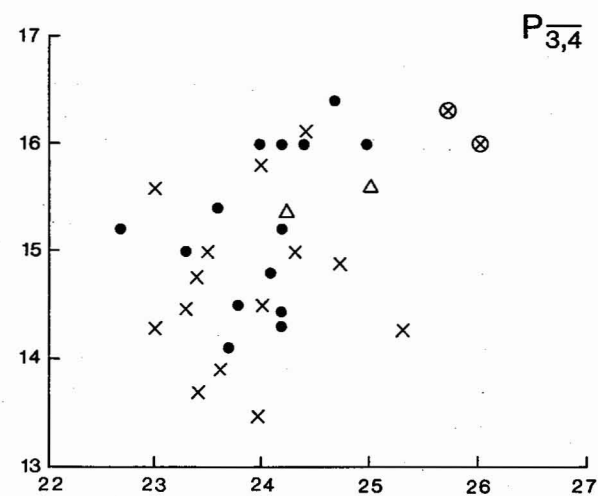


Fig. 7 — Diagramme longueur (horizontale) — largeur (verticale) de $P_{3,4}$ en mm.

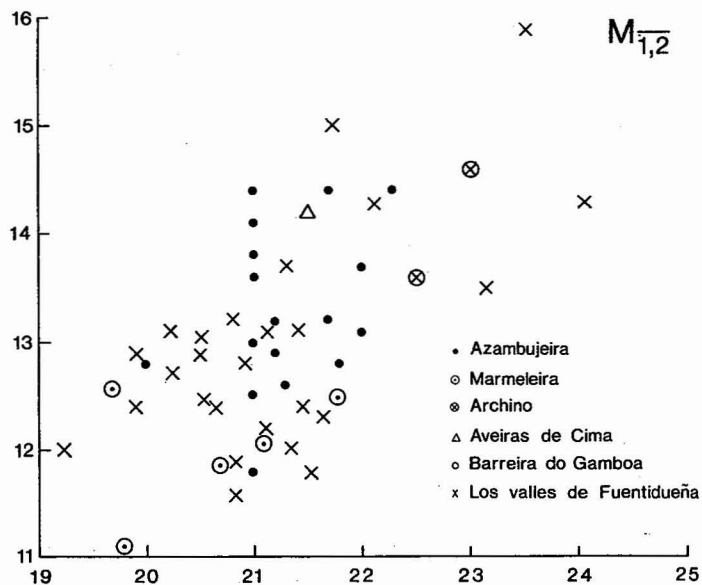


Fig. 8 — Diagramme longueur (horizontale) — largeur (verticale) de $M_{1,2}$ en mm.

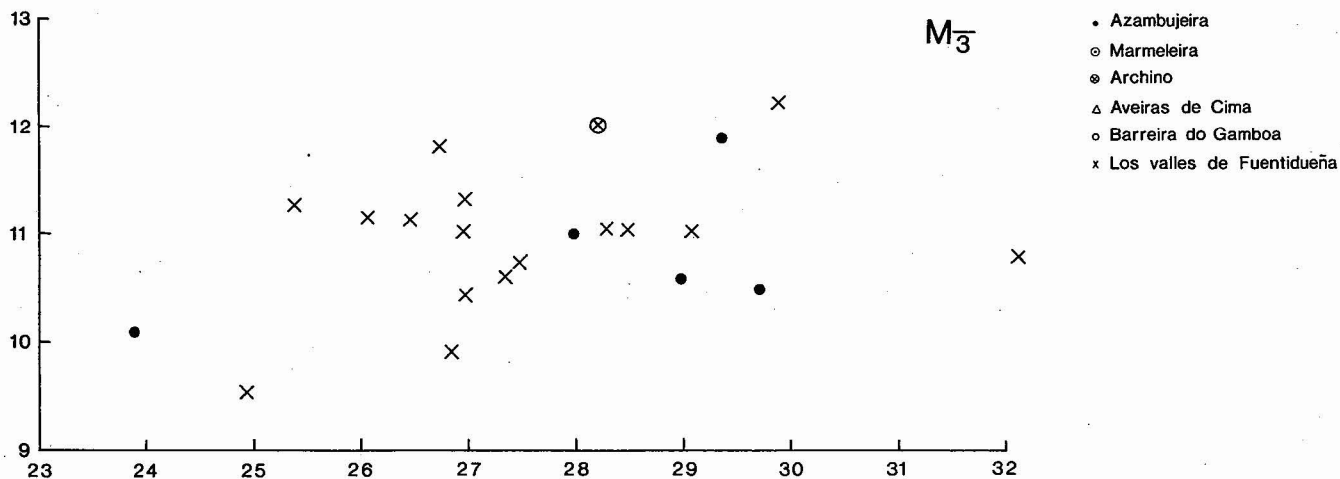


Fig. 9 — Digramme longueur (horizontale) — largeur (verticale) de M_3 en mm

pas un caractère très stable comme dans les *Hipparion* en général.

Dans la morphologie des dents inférieures nous constatons que le ptychostylide ressemble en pourcentage à celui de Concud et de Los Valles de Fuentidueña.

La forme du protostylide ressemble par plusieurs caractères à celles de Los Valles de Fuentidueña, Nombrevilla et Concud. Il est divisé, présentant jusqu'à 3 stylides à Concud, Los Valles de Fuentidueña et Nombrevilla. Quelquefois on peut reconnaître jusqu'à quatre stylides dans un stade pas usé.

L'union du protostylide correspond à un degré III comme à Concud, Los Valles de Fuentidueña et Nombrevilla. Les plissements ressemblent beaucoup à ceux des molaires de Los Valles de Fuentidueña et moins à ceux de Nombrevilla. La forme de double noeud rappelle beaucoup le matériel de Los Valles de Fuentidueña. Elle est intermédiaire entre les formes de Nombrevilla et de Concud.

III.2.2.1 — HYPHODONTIE

Le degré de l'hypsodontie des molaires des Équidés est un caractère évolutif important. Il est employé pour distinguer les différents genres parmi les formes de l'Amérique du Nord. Il est cependant difficile de donner un index très précis et absolu pour une forme, car il y a des variations dans l'hypsodontie d'un groupe et aussi dans les diverses molaires d'un individu.

Les prémolaires sont moins hypsodontes que les molaires et même en général la P4 est plus hypsodonte que la P3 et l'hypsodontie de l'M2 est plus grande que celle de l'M1, chez un même individu.

Il est possible de distinguer au milieu du matériel constitué par des dents isolées, les prémolaires et les molaires. Mais séparer les P3 des P4 et les M1 des M2 est une chose très arbitraire qui n'a pas été faite dans l'étude présente.

On trouve une assez grande variation dans l'indice

TABLEAU 5

Indice d'hypsodontie

	P _{3, 4}			M _{1, 2}			p _{3, 4}			M ^{1, 2}					
	min	$\bar{x}$	max	min	$\bar{x}$	max	min	$\bar{x}$	max	min	$\bar{x}$	max			
Nombrevilla	204	(2)	208	220	(3)	239	259	170	(6)	181	205	226	(6)	247	254
Can Llobateres				221	(5)	239	249	180	(2)		212	223	(3)	238	250
Concud		(1)		265	(3)	269	275					231	(8)	247	284
«Eppelsheim»	190	(2)	195					172	(4)	187	208	195	(2)		224
Azambujeira				236	(5)	245	259	203			225	216	(4)	252	276

() = no. de specimens.

d'hypsodontie et il est possible de noter chez les *Hipparion* une augmentation du degré d'hypsodontie depuis les niveaux stratigraphiques les plus bas jusqu'aux niveaux les plus élevés (SONDAAR, 1962; ALBERDI, 1974; SONDAAR et STAESCHE, 1975).

Dans le tableau 5, nous donnons quelques indices observés tant sur les *Hipparion* espagnols que sur ceux de Azambujeira. On verra que les variations dans une même localité peuvent être considérables, mais aussi que les indices des formes stratigraphiquement plus anciennes sont plus bas.

Ainsi dans les gisements de Can Llobateres, Nombrevilla et Eppelsheim, qui sont tous du Vallésien, l'indice d'hypsodontie est moins élevé que celui observé dans le gisement de Concud qui est Turolien.

Les nombres obtenus à Azambujeira, se situent un peu entre ceux des gisements du Vallésien et du Turolien. Les $M_{1,2}$ et $P^{3,4}$ ressemblent aux formes du Vallésien, tandis que les $P_{3,4}$ et $M^{1,2}$ se placent dans les variations de formes du Turolien, ce qui est dû en partie à deux molaires assez hypsodontes d'Azambujeira (molaires n° SG 68 et IST n° 11, Pl. I, fig. 5).

Il y a peu de dents non usées susceptibles d'être utilisées pour calculer l'indice d'hypsodontie. Cependant, d'une manière générale, on peut dire que sur le matériel d'Azambujeira cet indice n'est pas très élevé et se place entre celui des gisements du Vallésien et du Turolien d'Espagne, avec une tendance pour se rapprocher davantage des formes du Vallésien.

III.2.3 — CONCLUSIONS

Variations — Les variations dans la morphologie et la taille des dents ne sont pas suffisantes pour permettre de distinguer plus d'une forme.

L'hypsodontie est comparable avec celle des formes espagnoles du Vallésien supérieur.

Systématique — Le matériel n'est pas suffisant pour servir de base à la création d'une nouvelle espèce. Par plusieurs caractères la forme de Azambujeira ressemble aux *Hipparion* de Los Valles de Fuentidueña et de Masia del Barbo. Elle peut être considérée comme une forme évoluée d'*Hipparion primigenium* cf. *melendezi*, mais de taille plus petite.

III.3 — Gisement de Marmeleira

III.3.1 — DESCRIPTION DU MATÉRIEL

III.3.1.1 — DENTITION

La matériel de Marmeleira est constitué par 12 dents supérieures (4 $P^{3,4}$, 7 $M^{1,2}$ et 1 M^3); 8 dents inférieures (6 $M_{1,2}$, 1 M_3 et 1 DP_3); un fragment de Mt III (partie proximale) et 4 incisives.

TABLEAU 6

Dimensions maxima (max) et minima (min)
de la longueur et de la largeur des molaires
supérieures de Marmeleira

		min	$\bar{x}$	max	n	s
$P^{3,4}$	Lon.	218	226	232	3	0.605
	lar.	235	239	247	3	0.509
$M^{1,2}$	Lon.	195	206	218	7	0.833
	lar.	217	225	233	7	0.498
M^3	Lon.	—	224	—	1	—
	lar.	—	187	—	1	—

$\bar{x}$ = moyenne; n = nombre de spécimens; s = écart type

Les dents supérieures sont de taille moyenne. Le pli caballin est double dans la plupart des $P^{3,4}$ et variable entre 1 et 2 sur les $M^{1,2}$.

TABLEAU 7

Dimensions maxima (max) et minima (min)
de la longueur et de la largeur des molaires
inférieures de Marmeleira

		min	$\bar{x}$	max	n	s
$M_{1,2}$	Lon.	197	206	218	5	0.793
	lar.	111	120	126	5	0.534
DP_3	Lon.	—	277	—	1	—
	lar.	—	144	—	1	—

$\bar{x}$ = moyenne; n = nombre de spécimens; s = écart type

Les plissements des fossettes sont de 2-7, 7_{I} , 6_{I} , 1-3 pour $P^{3,4}$; 1-7, 6-8, 5_{I} , 1, pour $M^{1,2}$. Les mesures des autres dents n'apparaissent pas par suite du manque de matériel.

On n'a pas observé de confluences de fossettes. La boucle disto-linguale de la préfossette est ample et grande mais non compliquée. La forme du protocone est ovale et arrondie, dépendant du degré d'usure. On n'a pas observé de protocone uni. Le protocone n'est pas plissé. La forme de l'hypocone est pointue et serrée avec tendance pour être plus ouverte et plus arrondie dans un état d'usure plus avancé.

Dans les dents inférieures il est possible de noter les caractères suivants: le ptychostylide est seulement présent sous l'aspect d'une petite marque réduite, inférieure à 50 % sur $M_{1,2}$. L'ectostylide n'a pas été observé sur les pièces étudiées. Le protostylide est bien développé sur toutes les dents. Il n'est pas divisé. L'union du protostylide avec le protoconulide existe à l'état d'usure bien avancée (IV) sur $M_{1,2}$ (2 des 8 exemplaires). La surface de l'émail n'est pas plus plissée sur le matériel très limité que nous avons étudié. La forme du double noeud est typique de *Hipparion*. Le métaconide est plus arrondi que

le métastylide lequel est plus anguleux et devient un peu plus allongé sur les molaires.

Il n'y a pas de dents non usées pour calculer l'indice d'hypsodontie.

III.3.1.2 — OS DES MEMBRES

Dans le matériel étudié, il y a seulement un fragment de Mt III, qui a une longueur de 92 mm. Il est de taille moyenne. Les dimensions à son extrémité proximale sont: largeur 33,8 mm; diamètre antéro-postérieur 29,2 mm.

III.3.2 — COMPARAISONS ET CONCLUSIONS

Le matériel est très pauvre. Mais par les caractères morphologiques des dents supérieures et inférieures, il est très semblable aux restes d'*Hipparion* d'Azambujeira qui ont été décrits plus haut.

Les petites différences qui s'observent par rapport au matériel d'Azambujeira sont insuffisantes pour tirer des conclusions, les pièces de Marmeleira étant trop peu nombreuses pour permettre une détermination complète.

Les dimensions ressemblent à celles des *Hipparion* de Castille. L'unique os provenant de Marmeleira se situe en position extrême, la plus petite, de la variabilité des *Hipparion* de Castille (gisements de Relea, Los Valles de Fuentidueña et Arévalo). De façon plus concrète, il correspond au plus petit des spécimens de Relea.

Pour toutes ces raisons on peut dire que l'*Hipparion* de Marmeleira appartient à la même forme ou à une forme très voisine de l'*Hipparion* d'Azambujeira. Dans ces conditions nous le considérons lui aussi comme une forme évoluée d'*Hipparion primigenium* cf. *melendesi* et de taille plus petite.

III.4 — Gisements des régions de Vila Nova da Rainha et de Azambuja

III.4.1 — ARCHINO (tableau 8)

III.4.1.1 — DESCRIPTION DU MATÉRIEL

Le matériel provenant de Archino est très peu abondant. On y observe trois séries dentaires inférieures, deux molaires supérieures isolées, une prémolaire inférieure, un fémur complet, un astragale droit et un calcaneum du même côté.

Une partie de ce matériel a été figurée par ROMAN (1907). Toutes les pièces sont conservées dans le musée des Services Géologiques du Portugal.

Dents supérieures — M^3 et $P^3, 4$ sont toutes les deux assez usées (III); le protocone est oval allongé. Les dents sont de grande taille (figs. 3 et 5). Le pli caballin est double.

Dents inférieures — Les séries de molaires inférieures sont d'une dimension assez grande et varient entre 154 et 161 mm. Deux séries sont conservées sur mandibules, et une troisième est constituée par des dents isolées. Il a été

TABLEAU 8

Mesures des matériaux d'Archino (en millimètres)

Série inf. droite $P_2-M_3 = 161$; $P_2-P_4 = 82$; $M_1-M_3 = 78$
Série inf. gauche $P_2-M_3 = ?$; $P_2-P_4 = ?$; $M_1-M_3 = 78$
Série inf. droite $P_2-M_3 = 154$; $P_2-P_4 = 81$; $M_1-M_3 = 74$

Dents isolées	Longueur	Largeur
P_2	202	145
	279	152
$P_{3, 4}$	260	160
	257	163
$M_{1, 2}$	230	146
	225	136
M_3	282	120
$P^3, 4$	260	247
M^3	243	220
Astragale:	hauteur externe	570
	hauteur interne	610
	largeur aux <i>trochlea tali</i>	450
	largeur facette naviculaire	410
	diamètre ant.-post. fac. naviculaire	333
Calcaneum:	longueur maximale	112.5
	largeur en projection	48.5
	diamètre ant.-post. <i>tuber</i>	43.0
	largeur <i>tuber</i>	23.0

possible d'étudier les caractères morphologiques de ces pièces (Pl. I, fig. 1). L'ectostylide est développé sur P_2 isolée (Pl. I, fig. 2) et sur P_3 et P_4 de la série, il est visible à la base des dents. Le protostylide est bien développé sur P_3 , P_4 , M_1 , M_2 et M_3 . Sur les prémolaires le ptychostylide est peu développé.

Ossements — Ils sont de grande taille.

III.4.1.2 — COMPARAISONS ET CONCLUSIONS

L'*Hipparion* d'Archino est nettement plus grand que celui d'Azambujeira. Il présente des caractères morphologiques typiques des *Hipparion* du Vallésien inférieur d'Espagne et d'Europe occidentale, chez lesquels l'ectostylide et le protostylide sont bien développés.

Les dimensions ressemblent à celles des *Hipparion* de Nombrevilla, Can Llobateres et Eppelsheim.

En raison de cela il est possible de dire que l'*Hipparion* d'Archino est une forme ancienne et ressemble par ses caractères à *Hipparion primigenium*.

III.4.2 — BARREIRA DO GAMBOA (VILA NOVA DA RAINHA) (tableau 9)

Ce gisement n'a donné que deux molaires conservées dans le musée des Services Géologiques du Portugal: 1 $M^{1, 2}$ non usée et 1 Dp^3 très usée.

TABLEAU 9

Mesures des *Hipparion* de Barreira do Gamboa
et Aveiras de Cima (dixièmes de millimètre)

Barreira do Gamboa	Longueur	Largeur	Hauteur
M ² droite	220	225	515
DP ⁴ droite	275	215	—

Aveiras de Cima	Longueur	Largeur
P _{3, 4} gauche	242	153
P _{3, 4} gauche	250	156
M _{1, 2} droite	215	142

L'indice d'hypsodontie de M^{1, 2} est de 234, chiffre qui se place dans la moyenne des exemplaires de Can Llobateres (Pl. I, fig. 6).

III.4.3 — AVEIRAS DE CIMA (tableau 9)

Quelques dents provenant de cette localité ont été décrites par ROMAN (1907). Dans les collections des Services Géologiques du Portugal, il existe trois dents inférieures (2 P_{3, 4} et M_{1, 2}) et deux fragments de molaires de lait inférieures. Les dents sont d'une taille assez grande avec quelques plissements de l'émail. Le protostylide est fortement développé dans une des prémolaires et faible dans l'autre. L'ectostylide n'est pas développé. Le matériel est trop pauvre pour faire des spéculations sur la place systématique des exemplaires.

Aussi bien dans le cas de Barreira do Gamboa que dans celui de Aveiras de Cima les caractères observés ressemblent à ceux de l'*Hipparion* de Can Llobateres.

III.5 — Gisement de Alvalade (Vale do Sado)

Les exemplaires de Alvalade, décrits par ZBYSZEWSKI en 1947, sont représentés par un fragment de maxillaire avec DP³ et DP⁴ et par un fragment de prémolaire supérieure droite.

Ces pièces suffisent pour dire qu'il s'agit d'un *Hipparion* mais il n'est pas possible de faire des spéculations sur sa place spécifique et évolutive.

III.6 — Conclusions stratigraphiques

Chez les *Hipparion* il est possible d'utiliser les caractères morphologiques pour déterminer leur stade évolutif. Il en est ainsi du degré d'hypsodontie, de la présence d'ectostylide, des plissements de l'émail, etc. Il a donc été possible de comparer les *Hipparion* du Portugal avec ceux de l'Espagne et aussi avec ceux d'autres pays européens.

L'*Hipparion* d'Archino est peut-être le même que ceux de Barreira do Gamboa et d'Aveiras de Cima. Il ressemble à ceux de Can Llobateres et d'autres localités d'âge Vallésien inférieur.

L'*Hipparion* d'Azambujeira et de Marmeleira a des caractères plus progressifs et ressemble à celui de Los Valles de Fuentidueña et même aussi à celui de Concud.

Dans le tableau 10 les gisements sont placés biostratigraphiquement d'après les données sur les caractères évolutifs des *Hipparion*.

Le gisement d'Archino est placé dans le Vallésien inférieur (Mein mammal unit NM 9), et celui de Azambujeira dans le Vallésien supérieur ou dans le Turolien inférieur (NM 10, NM 11?).

TABLEAU 10

Corrélation biostratigraphique des localités à *Hipparion* en Portugal, Espagne, Allemagne et France
basée sur l'évolution des caractères morphologiques

MEIN 1975 «Mammal units»	Âges mammaliennes («Mammal ages»)	Espagne	France et Allemagne	Portugal
NM 13	T u r o l i e n	Valdecebro II	Lubéron	
NM 12		Los Mansuetos		
NM 11		Concud		
				?
NM 10	V a l l é s i e n	Masia del Barbo Los Valles de F.	Soblay Montredon	Azambujeira et Marmeleira (<i>H. primigenium</i> cf. <i>melendesi</i>)
NM 9		Can Llobateres Nombrevilla	«Eppelsheim»	Archino, etc. (<i>H. primigenium</i>)

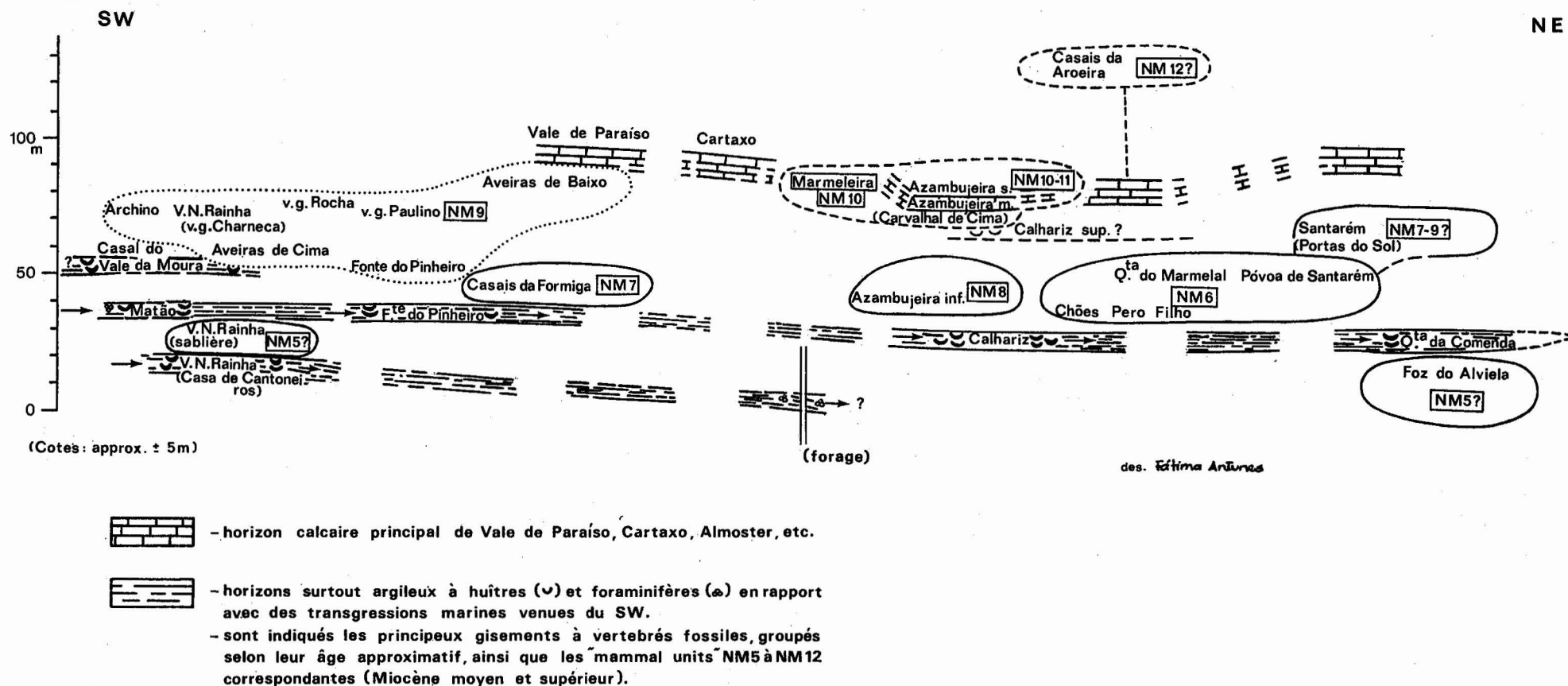


Fig. 10 — Coupe schématique du Miocène de Ribatejo, montrant en spécial les intercalations à huîtres (dont la principale semble correspondre à l'apogée de la transgression du Serravallien), ainsi que l'assise carbonatée la plus importante. Les gisements à vertébrés sont groupés d'après leur datation (avec indication des «unités mammaliennes») et leur position stratigraphique.

TABLEAU 11

Gisements miocènes de Ribatejo à mammifères (m) et à huîtres (h) — régions de Azambuja (A) et Santarém (S)

	Gisements	Coordonnées (Cartes 1:25 000)	Unités mammaliennes (MEIN, 1975)	Âge	Remarques
Faunes à <i>Hipparion</i>	• Casais da Aroeira (S, m)	M = 145,70 P = 259,85	NM 12 ?	Turolien?	D'après la position, faune insuffisante.
	• Azambujeira supérieur (Carvalho de Cima = Carvalho Novo) (S, m)	M = 142,85 P = 256,35	NM 10 (11 ?)	Vallésien supérieur (Tur. inf.?)	Faune insuffisamment étudiée; éléments à cachet archaïque semblent indiquer le Vall. sup. Sables fluviaux.
	• Azambujeira moyen (Carvalho de Cima) (S, m)	? (localité exacte inconnue, près de Azambujeira sup.)	NM 10	Vallésien supérieur	Réfère lithologique principal, calcaires en partie lacustres à traces d'algues, croûtes arides — Calcaires de Cartaxo, Almoester, etc.
	• Marmeleira (S, m)	? (coord. ville, M = 139,50 P = 255,25)			
	• Archino (A, m)	M = 129,85 P = 237,55	NM 9	Vallésien inférieur	Dépôts essentiellement argileux pouvant correspondre à une plaine alluviale, climat probablement assez chaud et humide.
	• Vila Nova da Rainha (signal géodésique Charneca) (A, m)	M = 130,90 P = 231,70			
	• Aveiras de Cima (A, m)	M = 132,75 P = 241,65			
	• sign. géod. Rocha (A, m)	M = 132,45 P = 232,85			
	• sign. géod. Paulino (A, m)	M = 134,10 P = 234,00			
	• Fonte do Pinheiro (A, m)	M = 135,17 P = 233,60			
	• Aveiras de Baixo (A, m)	M = 137,30 P = 237,75			
	• Valverde (A, m)	? (localité exacte inconnue)	?	?	On n'y connaît que <i>Tetralophodon longirostris</i> , pourrait appartenir au même niveau d'Archino, etc. (gisement de Valverde).
Faunes sans <i>Hipparion</i>	• Azambujeira inférieur (S, m)	M = 143,40 P = 255,20	NM 8	Astaracien supérieur («Vindobonien» terminal)	Sables grossiers (arènes + matériaux du massif calcaire) fluviaux, surmontés par des paléols argilo-calcaires; faune sans <i>Hipparion</i> , autrement analogue à celles du Vallés. inf.; failles et couvertures rendent difficile de reconnaître les rapports stratigraphiques avec des gisements plus anciens mais à cotes plus élevées (Chões, etc.)
	• Santarém (Portas do Sol) (S, m)	M = 153,22 P = 250,82	?	?	2 défenses inf. mastodonte, si <i>T. longirostris</i> peut-être à rattacher à ce niveau ou un peu plus bas.
	• Casais da Formiga (A, m)	M = 135,30 P = 235,35	NM 7	Astaracien moyen	Sables fluviaux; <i>Gomphotherium angustidens</i> déjà avec <i>Palaeotragus</i> .
	• Casal da Cevada (A, m)	? (localité exacte inconnue)	NM 7? (ou NM 8??)		<i>Listriodon splendens</i> seulement.
	• Póvoa de Santarém (S, m)	M = 152,33 P = 261,80	NM 6	Astaracien inférieur	Faciès fluvial ou stagnatile-palustre (bras morts ou méandres de fleuve à remplissage ligniteux); faune peut-être un peu plus moderne que celle de Sansan.
	• Chões (Secorio) (S, m)	M = 146,06 P = 255,80			
	• Pero Filho (S, m)	M = 147,90 P = 256,40			
	• Quinta do Marmelal (S, m)	M = 140,10 P = 257,43			
Gisements à huîtres	• Matão (A, h)	M = 130,65 P = 235,45		Serravallien (par corrélation avec formations de la région vestibulaire, N 9 à N 13 de Blow-foram. plancton.)	Dépôts à huîtres, eaux saumâtres en rapport avec la grande transgression du Serraval. (divisions V-c-VI-a carte géol. Lisboa), environs de Matão dents de poissons et foram. benthiques.
	• Fonte do Pinheiro (A, h)	M = 135,27 P = 233,45			
	• Calhariz (Azambujeira) (S, h)	M = 143,00 P = 257,80			
	• Quinta da Comenda (S, h)	M = 155,35 P = 257,30			
? Faune à <i>Hippotherium</i> (inconnu)	• Vila Nova da Rainha (sablère en bas de la colline) (A, m)	M = 135,27 P = 233,45	NM 5?	Orléanien (nomenclat. continentale basée s/les mammifères) ou Langhien si corrélat. V-b Lisboa est correcte	Sables fluviaux arkosiques; 1 seul fragm. défense mastodonte; position et lithologie font admettre corrélat. V-b; pas plus ancien que Burdigalien moyen IV-b Lisboa.
	• Foz do Alviela (S, m)	M = 158,32 P = 258,65	NM 5??		Os mastodonte plus bas que les huîtres de Quinta da Comenda.
	• Pernes (S, m)	M = 153,80 P = 270,30	NM 5??		Fragm. dentaires rapportés à <i>Gomphotherium angustidens</i> .
Cis. à huîtres	• Vila Nova da Rainha (casa dos cantoneiros) (A, h)	M = 130,50 P = 230,65		Burdigalien terminal ou Langhien inf. si les corrélat. avec V-a Lisboa sont valables	Ce sont les gisements les plus bas en affleurement.

IV — ESSAI DE SYNTHÈSE BIOSTRATIGRAPHIQUE SUR LE MIOCÈNE MOYEN ET SUPÉRIEUR DE RIBATEJO (BASSIN DU TAGE — RIVE DROITE)

Compte-tenu des données disponibles on peut reconnaître dans l'état actuel des connaissances un certain nombre d'horizons stratigraphiques plus ou moins bien datés par des gisements à vertébrés ou à huîtres en place. Leurs positions relatives sont maintenant assez bien connues. Par contre, d'autres gisements dont ceux de Pernes et Torres Novas à vertébrés, ou de Tremês à charophytes sont encore insuffisamment connus, ou n'ont livré qu'un matériel peu important. Le tableau 11 présente le point des connaissances en Septembre 1978.

Pour la datation on a utilisé déjà les résultats de l'étude des *Hipparion* (par M.^a T.^a Alberdi et P. Y. Sondaar) présentée ici. Malheureusement la presque absence de données paléontologiques concernant les niveaux les plus élevés de la série miocène ne permet pas de les dater d'une façon satisfaisante, ce qui fait ressortir l'extrême importance du gisement de Casais da Aroeira, à fouiller dès que possible.

V — CONCLUSIONS

V.1 — Paléontologie

1 — Après description des restes d'*Hipparion* recueillis au Portugal dans le bassin du Tage, et malgré l'insuffisance du matériel pour permettre d'arriver à des déterminations sûres au niveau de l'espèce, on a pu établir des comparaisons avec des formes connues en Espagne d'après certains caractères morphologiques et évolutifs (dont l'hypsodontie et la confluence des fossettes sont discutées en général).

2 — Ont été reconnus deux *Hipparion* différents: *Hipparion primigenium* (v. MEYER) et *Hipparion primigenium* cf. *melendesi* ALBERDI.

3 — La forme représentée à Archino, Vila Nova da Rainha, etc., *Hipparion primigenium*, est la plus archaïque et ressemble aux *Hipparion* du Vallésien inférieur d'Espagne (Can Llobateres, etc.).

4 — L'autre forme, *Hipparion primigenium* cf. *melendesi* de Marmeleira et Azambujeira (le niveau supérieur de Carvalhal de Cima étant le plus riche), est plus évolué et ressemble aux *Hipparion* de Los Valles de Fuentidueña et Masia del Barbo. Son âge est probablement Vallésien supérieur, atteignant peut-être la base du Turolien.

V.2 — Stratigraphie

1 — Les niveaux à *Hipparion* de Azambujeira-Carvalhal de Cima (Az. moyen et supérieur) n'appartiennent pas au «Pontien supérieur» comme il était admis, ou alors le niveau supérieur l'atteint à peine, car il pourrait peut-être

monter jusqu'au Turolien inférieur; ces faits concernent donc le calcaire de Almoester-Cartaxo et les sables qui le surmontent directement, et qui ont livré les fossiles en question.

2 — On ne connaît actuellement aucune faune permettant de dater du Turolien (unité qui équivaut à peu près au «Pontien supérieur» de l'ancienne littérature portugaise) des dépôts de Ribatejo.

3 — D'après la position, mais sans preuves paléontologiques, on peut rattacher au Turolien les «calcaires de Póvoa do Conde» (ZBYSZEWSKI, 1954) et les assises suivantes jusqu'aux sables de Casais da Aroeira, soit toutes les assises miocènes au dessus des gisements de Carvalhal de Cima.

4 — La presque totalité des gisements à mammifères a été rangée dans leurs positions stratigraphiques relatives, une datation assez fine et la correspondance avec les unités mammaliennes ayant été assurées d'après des travaux récents, le tout étant intégré dans une synthèse générale des connaissances actuelles.

5 — En particulier, on a rectifié la position de gisements comme Póvoa de Santarém, Quinta do Marmelal, Pero Filho, Azambujeira inférieur et Fonte do Pinheiro, et reconnaître pour la première fois celui de Marmeleira.

6 — Les gisements connus correspondent à 7 niveaux correspondant aux unités («mammal units», MEIN, 1975) NM 5 (?) à NM 12 (?), NM 6, NM 8, NM 9, et NM 10 étant plus ou moins bien représentées.

7 — Une interprétation nouvelle des gisements à huîtres (M. T. Antunes) de Ribatejo (rive droite du Tage) permet de mieux repérer les gisements à vertébrés par rapport à ceux-là, et de mieux comprendre les rapports avec les transgressions marines qui ont surtout atteint la partie vestibulaire du bassin du Tage (Lisboa et environs), celle du Serravallien étant la plus importante (divisions V-c et VI-a du Miocène de Lisboa); la transgression fin Burdigalien-Langhien inférieur (div. V-a) est à peine reconnaissable en affleurement, tandis que la dernière, qui monte jusqu'au Tortonien (div. VI-c-VII-a-VII-b) semble douteuse ou n'a presque pas eu des répercussions directes à Ribatejo.

8 — Par conséquent, deux gisements pauvres à restes de mastodonte (Vila Nova da Rainha/sablière inférieure, et Foz do Alviela) pourront être corrélés avec ceux du Langhien (div. V-b) de Lisboa à «faune à *Hispanotherium*», tous les autres étant plus modernes que l'horizon serravallien à huîtres.

9 — Des corrélations indirectes sont donc possibles: des gisements NM 6 sont un peu plus modernes que l'apogée de la transgression du Serravallien, soit environ zones 11 à 13 de Blow d'après les foraminifères planctoniques.

REMERCIEMENTS

Le présent travail a été rendu possible grâce au concours des institutions et des personnes suivantes, auxquelles nous adressons nos remerciements les meilleurs:

— Instituto Nacional de Investigação Científica, Portugal, qui a patroné le séjour à Lisboa de Maria Teresa Alberdi Alonso et de P. Y. Sondaar à l'abri des accords d'échanges culturels et scientifiques entre le Portugal et l'Espagne, et entre le Portugal et les Pays-Bas.

— Serviços Geológicos de Portugal, qui nous ont accordé leur appui notamment en plaçant à notre dispo-

sition la totalité du matériel d'Hipparion de leurs collections.

— Instituto Superior Técnico, à Lisboa, où Mr. le Prof. Décio Thadeu nous a permis d'étudier les pièces d'Hipparion de Azambujeira et de Marmeleira du Musée de Géologie.

BIBLIOGRAPHIE

- ALBERDI, M. T. (1974): *El género Hipparion en España. Nuevas formas de Castilla y Andalucía, revisión y historia evolutiva*. Trabajos sobre Neogeno-Cuaternario (CSIC, Madrid), 1, 1-146.
- ANTUNES, M. T.; FERREIRA, O. da Veiga et ZBYSZEWSKI, G. (1971): *Mamíferos do Miocénico superior do areeiro da Formiga (Azambuja)*. Boletim da Sociedade Portuguesa de Ciências Naturais, 2.^a sér., vol. XIII, pp. 25-31, 3 fig., 4 pl.
- ANTUNES, M. T. et MEIN, P. (1977): *Contributions à la Paléontologie du Miocène moyen continental du bassin du Tage. III. Mammifères — Póvoa de Santarém, Pero Filho et Chôes (Secorio). Conclusions générales*. Ciências da Terra (UNL), Lisboa, n.º 3, pp. 143-165, 3 pl.
- ANTUNES, M. T. et ZBYSZEWSKI, G. (1973): *Le Méotien-Pontien de la basse vallée du Tage (rive droite). Portugal. Essai de synthèse biostratigraphique*. Boletim da Sociedade Geológica de Portugal, vol. XVIII, pp. 203-217, 2 fig. (avec Addenda 1974).
- BERGOUNIOUX, F. M.; ZBYSZEWSKI, G. et CROUZEL, F. (1953): *Les mastodontes miocènes du Portugal*. Mem. Serv. Geol. Portugal, N. S., 1, 139 pp., 9 fig., 60 pl.
- BOURCART, J. et ZBYSZEWSKI, G. (1940): *La faune de Cacela en Algarve (Portugal)*. Comunic. Serv. Geol. Portugal, t. XXI, pp. 3-60, 9 fig., 3 pl., 1 tableau.
- CAMPOS, F. A. Ferreira (1936): *Alguns dados paleontológicos dos terrenos dos bairros de Santarém e do concelho de Rio Maior*. Boletim da Junta Geral do Distrito de Santarém, n.º 43, pp. 20-35, 19 fig.
- CHOFFAT, P. (1880): *L'Homme tertiaire en Portugal*. Archives des Sciences Physiques et Naturelles, Genève, 3ème période, t. 4 (n.º 12), pp. 537-548.
- FLEURY, E. (1921): *Notes sur les formations tertiaires et quaternaires portugaises. I. — Le gisement de Vertébrés tertiaires de la «Quinta do Marmelal» (Santarém)*. Comunic. Serv. Geol. Portugal, t. XIII, pp. 51-64, 1 pl.
- FONTANNES, F. (1883): *Note sur la découverte d'un Unio plissé dans le Miocène du Portugal*. H. Georg, Libraire-Éditeur (Lyon)/F. Savy, Libraire-Éditeur (Paris), 22 pp., 1 fig., 1 pl.
- GAUDANT, J. (1977): *Contributions à la Paléontologie du Miocène moyen continental du bassin du Tage. II — Observations sur les dents pharyngiennes de Poissons Cyprinidés — Póvoa de Santarém*. Ciências da Terra (UNL), Lisboa, n.º 3, pp. 129-141, 7 fig., 1 pl.
- HEER, O. (1881): *Aperçu sur la flore Tertiaire du Portugal*. Compte-rendu de la 9^e session du Congrès international d'anthropologie et d'archéologie préhistoriques en 1880, Lisboa, pp. 119-128.
- MEIN, P. (1975): *Résultats du Groupe de travail des Vertébrés. Biozonation du Néogène Méditerranéen à partir des mammifères*. Report on activity of the R. C. M. N. S. working groups (1971-1975), pp. 78-81. I. U. G. S. Regional Committee on Mediterranean Neogene Stratigraphy, Bratislava.
- RIBEIRO, C. (1867): *Note sur le terrain quaternaire du Portugal*. Bull. Soc. Géol. de France, 2^e sér., 24, pp. 692-717.
- (1878): *Des formations tertiaires au Portugal*. Compte-rendu sténographique du Congrès International de Géologie, Paris.
- ROMAN, F. (1917): *Nouvelles observations sur les faunes continentales tertiaires et quaternaires de la basse vallée du Tage*. Comun. Comissão Serv. Geol. Portugal, t. XII, pp. 70-101, 9 fig., 1 pl.
- ROMAN, F. et TORRES, A. (1907): *Le Néogène continental de la basse vallée du Tage (rive droite). 1^{re} partie — Paléontologie* par F. Roman avec une note sur les empreintes végétales de Pernes par M. Fliche; 2^e partie — *Stratigraphie* par A. Torres. Mem. Comissão Serv. Geol. Portugal, pp. 1-88, 10 fig., 5 pl. (1^{re} partie), pp. 89-109, 9 fig. (2^e partie).
- SCHAUB, S. (1925): *Die Hamsterartigen Nagetiere des Tertiärs*. Abh. Schweiz. Paleont. Ges., Basel, vol. 45, pp. 1-110, 15 fig., pl. 1-5.
- SONDAAR, P. Y. (1961): *Les Hipparion de l'Aragon méridional*. Estudios Geológicos, Instituto «Lucas Mallada», pp. 209-305, 57 fig., 10 pl.
- SONDAAR, P. Y. et STAESCHE, U. (1975): *Die Bedeutung der Gattung Hipparion für die Stratigraphie des türkischen Neogens*. Geol. Jb., 15, pp. 139-144.
- TRUC, G. (1977): *Contributions à la Paléontologie du Miocène moyen continental du bassin du Tage. I. Quelques mollusques — Pero Filho, Póvoa de Santarém, Sítio do Mirante*. Ciências da Terra (UNL), Lisboa, n.º 3, pp. 121-127.
- ZBYSZEWSKI, G. (1947): *Hipparion gracile du Vale do Sado*. Comun. Serv. Geol. Portugal, t. XXVIII, pp. 297-300, 1 pl.
- (1953): *Carta geológica de Portugal na escala de 1:50 000. Notícia explicativa da folha 31-A SANTARÉM*. Serviços Geológicos de Portugal, Lisboa, 16 pp.
- (1954): *Étude géologique de la région de Santarém*. Comun. Serv. Geol. Portugal, t. XXXV, pp. 193-225, 11 pl., 1 carte.
- (1964): *Les rapports entre les milieux miocènes marins et continentaux au Portugal*. Cursos y Conferencias, Instituto «Lucas Mallada», CSIC (España), IX (1964), pp. 103-108.

DOCUMENTAÇÃO FOTOGRAFICA

PLANCHE I

- Fig. 1 — Série dentaire inférieure droite d'*Hipparion primigenium* d'Archino montrant un petit ectostylide (ecstd) sur les P_2 , P_3 et P_4 (signalé par une flèche). Vue labiale.
- Fig. 2 — P_2 gauche d'*Hipparion primigenium* d'Archino avec un ectostylide développé.
- Fig. 3 — M_3 inférieure d'*Hipparion* d'Azambujeira (SG 32), vue labiale.
- Fig. 4 — M_3 inférieure d'*Hipparion* d'Azambujeira (IST 32), vue linguale.
- Fig. 5 — M^2 supérieure droite d'*Hipparion* d'Azambujeira non usée (SG 68), vue linguale.
- Fig. 6 — M^2 supérieure droite d'*Hipparion* de Barreira do Gamboa (V. N. da Rainha), non usée, vue linguale.
- Fig. 7 — P^2 supérieure droite d'*Hipparion* d'Azambujeira (SG 43), vue occlusale.

Toutes les pièces sont représentées en grandeur naturelle ($\times 1$).

Photos: Joaquim C. Lopes et João Pais.

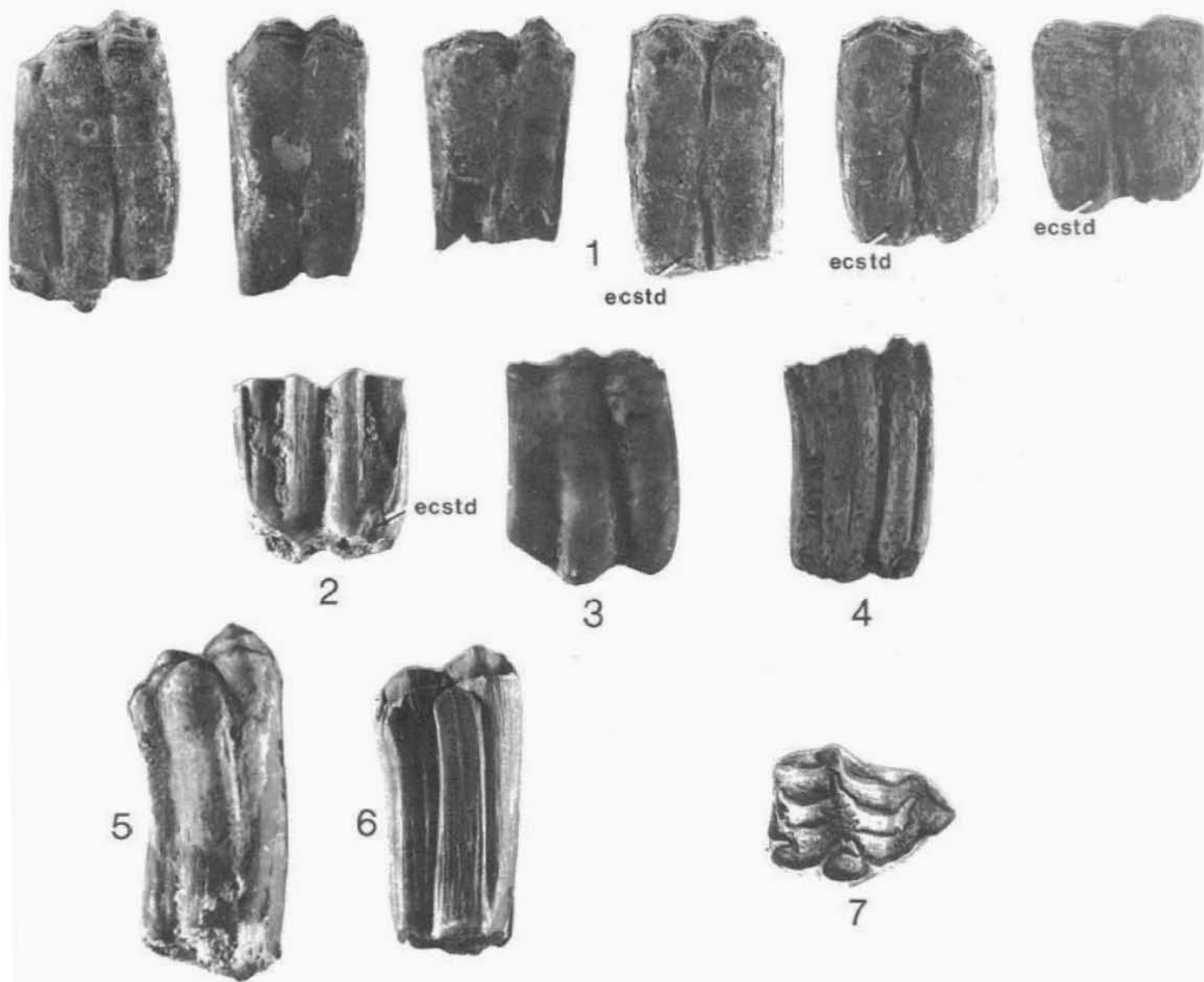
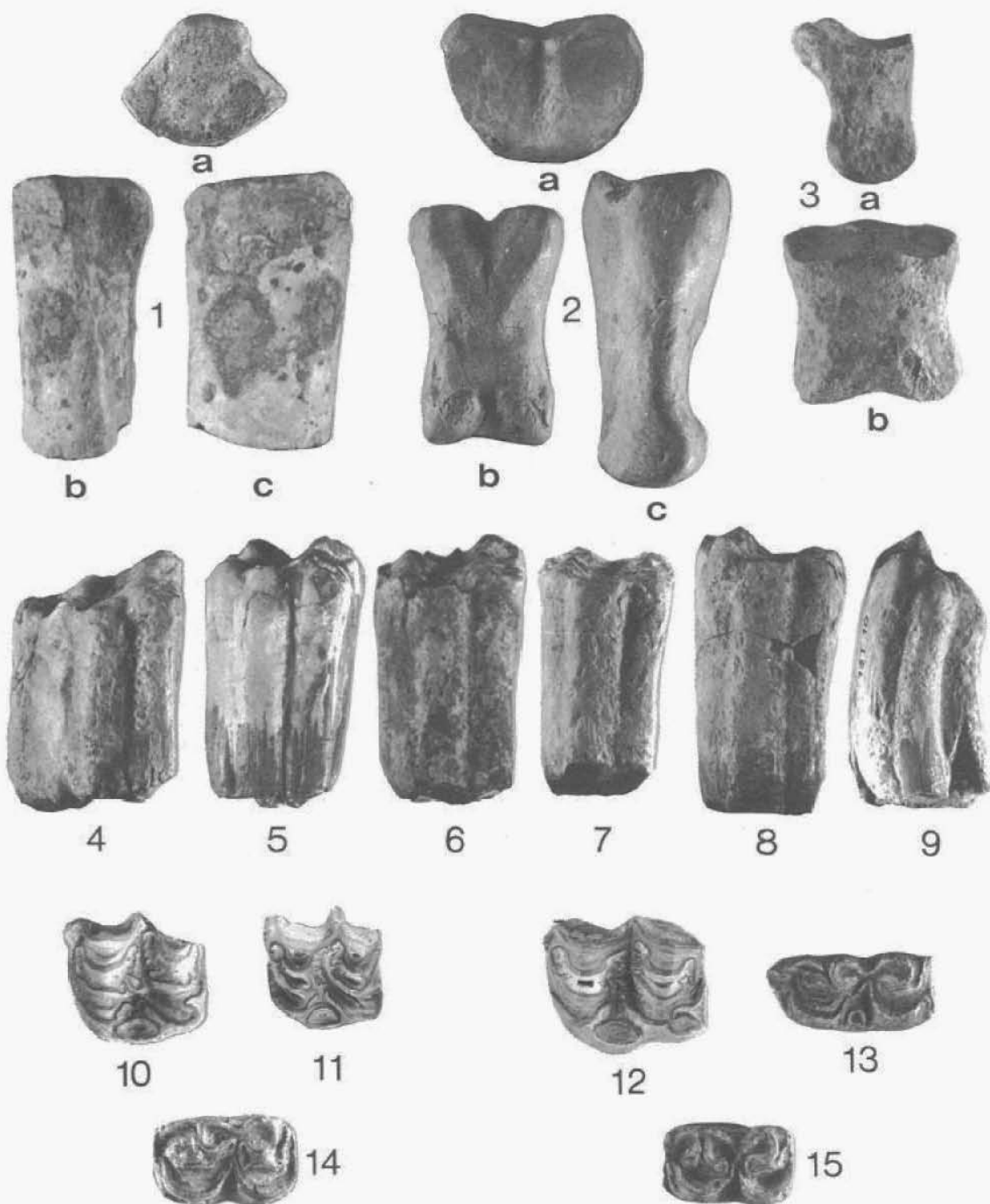


PLANCHE II

Hipparion primigenium cf. *melendesi* d'Azambujera

- Fig. 1 — Fragment proximal de Mc III gauche: a — surface articulaire proximale; b — vue externe; c — face antérieure.
Fig. 2 — Première phalange de troisième doigt antérieur: a — surface articulaire proximale; b — vue postérieure (réduit); c — vue latérale.
Fig. 3 — Deuxième phalange de troisième doigt: a — vue latérale (réduit); b — vue antérieure.
Fig. 4-9 — Série supérieure gauche composée, P² à M³ (n.º IST 2, SG 51, IST 4, SG 64, SG 13, IST 10), vue linguale.
Fig. 10 — Prémolaire P^{3,4} gauche (SG 53), vue occlusale.
Fig. 11 — Molaire M^{1,2} gauche (IST 40), vue occlusale.
Fig. 12 — DP^{3,4} gauche (SG 78), vue occlusale.
Fig. 13 — DP_{3,4} inférieure droite (SG 36), vue occlusale.
Fig. 14 — P_{3,4} inférieure droite (IST 25), vue occlusale.
Fig. 15 — M_{1,2} droite (SG 25), vue occlusale.

Sauf indication contraire toutes les pièces sont représentées en grandeur naturelle (× 1).
Photos: Joaquim C. Lopes et João Pais.



Ciências da Terra (UNL)	Lisboa	N.º 4	pp. 157-178 figs. 1-4, 2 pls.	1978
-------------------------	--------	-------	----------------------------------	------

CONTRIBUTION À L'ÉTUDE DU NANNOPLANCTON DU LEG 12, «SITES» 118-119 (OCEAN ATLANTIQUE) *

B. FONSECA **

* Linha de acção «Geologia e Paleontologia do Neocretácico e Terciário», Centro de Estratigrafia e Paleobiologia da Universidade Nova de Lisboa (INIC).

** Faculdade de Ciências e Tecnologia, Departamento de Geologia e Geotecnia. Quinta do Cabeço, 1899 Lisboa Codex.

RESUMO

Palavras-chave: Cronostratigrafia — Micropaleontologia — Golfo de Biscaia — Miocénico — Cocolitoforídeos — Nanoplâncton calcário

Esta nota encerra o estudo, ao microscópio electrónico «à balayage», de algumas amostras provenientes do leg 12, «Deep Sea Drilling Project», «sites» 118 e 119. São apresentadas a repartição cronostatigráfica, a frequência das espécies assinaladas bem como a datação das diferentes amostras estudadas.

De acordo com a biozonação de E. MARTINI (1971), as amostras do «site» 118 são atribuídas ao Miocénico superior (NN10/NN12); quanto às amostras do «site» 119 elas situam-se entre o Miocénico inferior (NN1) e o superior (NN10).

RESUMÉ

Mots-clés: Chronostratigraphie — Micropaléontologie — Golfe de Biscaye — Miocène — Coccolithophoridés — Nannoplancton calcaire

On présente l'étude au microscope électronique à balayage, de quelques échantillons du leg 12, «Deep Sea Drilling Project», «sites» 118 et 119: répartition chronostratigraphique, fréquence des espèces signalées et datation des échantillons étudiées.

Selon la biozonation de E. MARTINI (1971), les échantillons du «site» 118 sont datés du Miocène supérieur (NN10/NN12); les échantillons du «site» 119 se situent, par contre, entre le Miocène inférieur (NN1) et le Miocène supérieur (NN10).

ABSTRACT

Key-words: Chronostratigraphy — Micropaleontology — Biscaye Golf — Miocene — Coccolithophorids — Calcareous nannoplankton

This paper reports a Scanning Electron Microscopy study of some samples from the leg 12, Deep Sea Drilling Project, sites 118 and 119. The chronostratigraphic distribution, the frequency of the species identified and the datation of the samples studied are presented.

In accordance with the calcareous nannofossil zonation proposed by E. MARTINI (1971) the samples from site 118 are ascribed to the Upper Miocene while the samples from site 119 are located between the Lower (NN1) and the Upper Miocene (NN10).

INTRODUCTION

Cette note comporte les résultats de l'étude des échantillons provenant du leg 12, «Deep Sea Drilling Project», «sites» 118 et 119, qui nous ont été confiés par le Lamont Doherty Geological Observatory de l'Université de Columbia (U. S. A.). Ces prélèvements ont été effectués dans le golfe de Biscaye, au large de la Péninsule Ibérique (fig. 1).

L'étude paléontologique a été réalisée au microscope électronique à balayage dans le Laboratoire de Géologie du Muséum National d'Histoire Naturelle de Paris.

La répartition chronostratigraphique des espèces étudiées et leur fréquence est présentée sur la figure 2; la définition des zones du nannoplancton calcaire a été faite selon la zonation de E. MARTINI (1971).

La figure 3 montre la répartition chronostratigraphique actuellement connue des différentes espèces étudiées.

1 — DESCRIPTION LITHOLOGIQUE DES ÉCHANTILLONS

La plupart des sédiments sont argileux, non indurés; ils se prêtent facilement à l'étude du nannoplancton.

Un log (fig. 2) précise la position des différents échantillons:

«Site» 118.5.CC — Alternance de couches argileuses grises et plus claires; présence de foraminifères planctoniques et benthiques de petite taille et de coccolithes.

«Site» 118.6.2.19-21 — Argiles, silts et arénites carbonatés tendres; microfaune absente, coccolithophoridés peu abondants.

«Site» 119.4.1.60-61/90-91 — Argiles silteuses. Des coccolithes et quelques foraminifères (60-61) constituent l'ensemble de la microflore et de la microfaune.

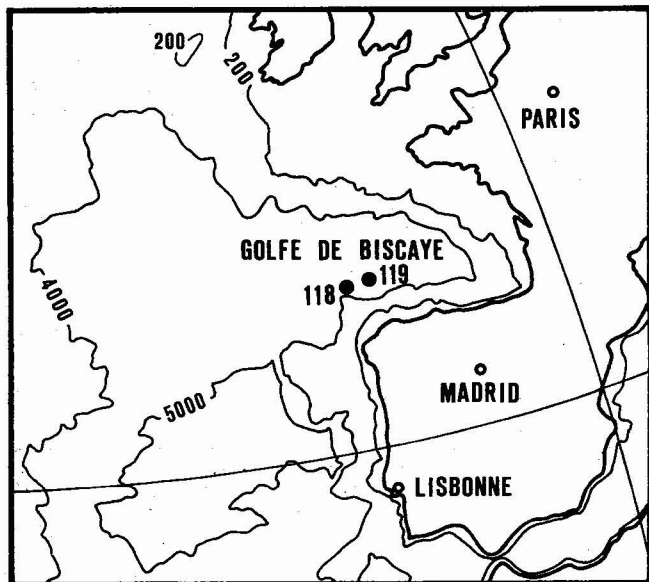
«Site» 119.5.1.120-121/2.59-60 — Argiles avec des lits gris-bleuâtre. Des foraminifères presque totalement dissous, de rares radiolaires et des spicules de *Orosclena* constituent l'ensemble de la microfaune. Les coccolithes représentent la microflore.

«Site» 119.6.1.142-143/3.130-131 — Argiles silteuses. Présence de radiolaires très abondants, foraminifères benthiques rares (3.130-131) et coccolithes.

«Site» 119.7.2.80-81/130-131 — Argile grise qui passe à des argiles vert-bleuâtre. Radiolaires très abondants et coccolithes.

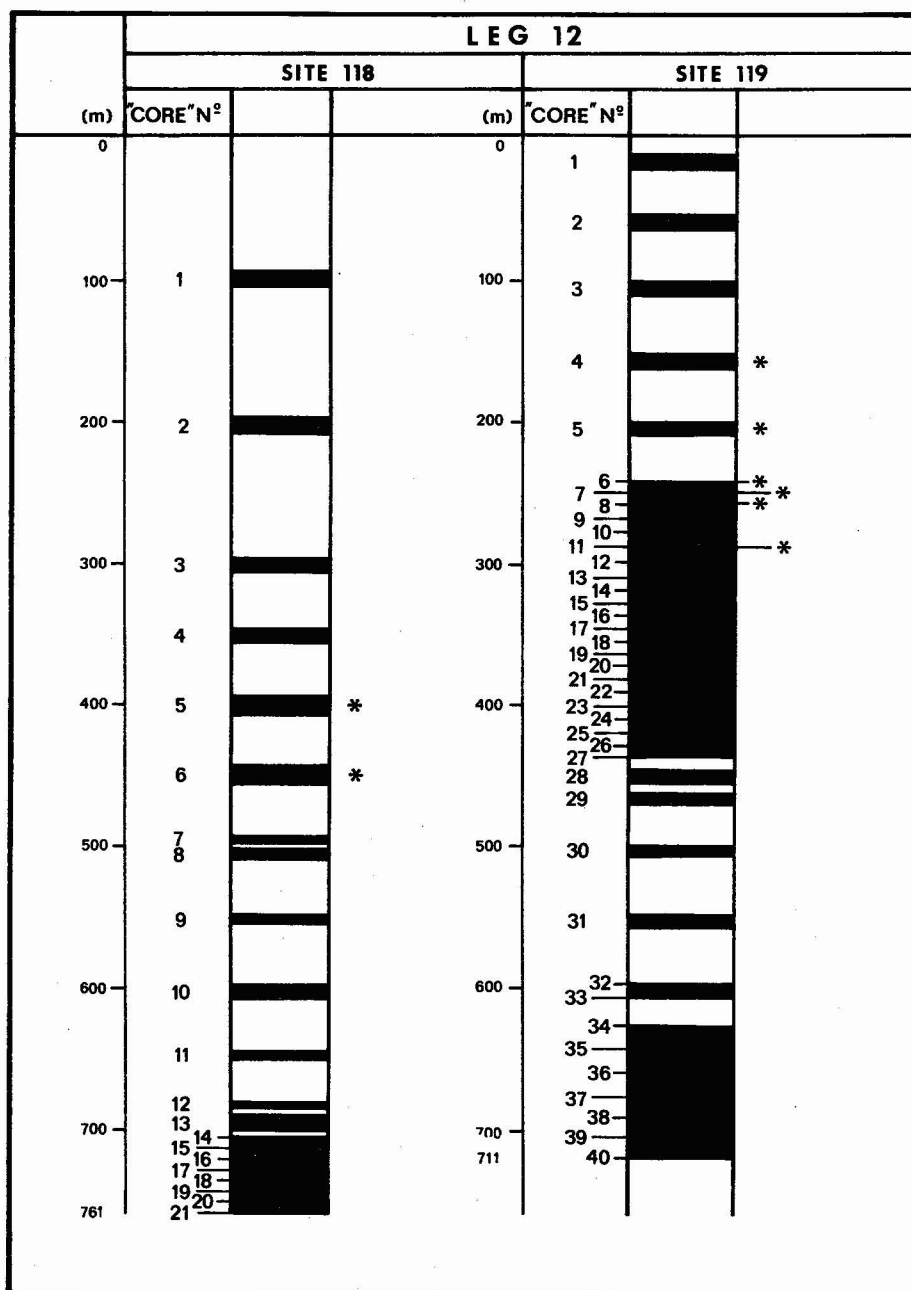
«Site» 119.8.2.15-16/4.20-21 — Argile verdâtre très riche en nannofossiles; radiolaires abondants et foraminifères partiellement dissous.

«Site» 119.11.1.30-31 — Vase gris-jaunâtre presque entièrement constituée de nannofossiles, de radiolaires abondants et des rares fragments de foraminifères.



A. Rodrigues, des

Figure 1 — Localisation des «sites» 118 et 119 du leg 12



B. Dâmaso, des.

Figure 2 — Localisation des échantillons étudiés *

2 — ÉTUDE SYSTÉMATIQUE

On décrira ici seulement les formes qui n'ont pas fait l'objet de description antérieure (FONSECA, 1973, 1977).

Dans les descriptions on ne donnera que les caractères visibles les plus importants.

La classification systématique est celle déjà suivie dans les travaux précédents.

Ordre — HELIOLITHES (HELIOLITHAE)
DEFLANDRE, 1952

Famille — **Coccolithaceae** KAMPTNER, 1928

Genre — **CYCLOCOCOLITHUS** KAMPTNER, 1954

CYCLOCOCOLITHUS LEPTOPORUS (MURRAY
et BLACKMANN) KAMPTNER, 1954

(Pl. I, fig. 3-4)

- 1898 — *Coccosphaera leptopora* MURRAY et BLACKMANN, pp. 430, 439, pl. 15, fig. 1-7 (F. M. G., n.º 3577).
- 1902 — *Coccolithophora leptopora* (MUR. et BLACK.); LOHMANN, p. 137, pl. 5, fig. 52, 61-64 (F. M. G., n.º 3579).
- 1930 — *Coccolithus leptoporus* (MUR. et BLACK.) SCHILLER, p. 245, fig. 121.
- 1954 — *Cyclococcolithus leptoporus* (MUR. et BLACK.); KAMPTNER, p. 23, fig. 20.
- 1954 — *C. leptoporus* (MUR. et BLACK.) KAMPTNER; DEFLANDRE, in DEFLANDRE et FERT, p. 150, pl. 9, fig. 1-3 (F. M. G., n.º 3581, 3582).
- 1960 — *C. leptoporus* (MUR. et BLACK.) KAMPTNER; HASLE, pl. 1, fig. 3-4; pl. 3, fig. 1, 2 (F. M. G., n.º 3583, 3584).
- 1961 — *Coccolithus leptoporus* (MUR. et BLACK.) SCHILLER; BLACK et BARNES, p. 143, pl. 24, fig. 3, fig. 4 (d'après MURRAY et BLACKMANN) (F. M. G., n.º 3577, 3580).
- 1964 — *Cyclococcolithus leptoporus* (MUR. et BLACK.) KAMPTNER; COHEN, p. 237, pl. 1, fig. 6a-e, pl. 2, fig. 4a-b (F. M. G., n.º 3585).
- 1965a — *C. leptoporus* (MUR. et BLACK.) KAMPTNER; COHEN,

- p. 25, pl. 2, fig. h-i; pl. 18, fig. a-e; pl. 19, fig. a-b; pl. 20, fig. a-b (F. M. G., n.° 3586-3589).
- 1967 — *Coccolithus leptoporus* (MUR. et BLACK.) SCHILLER var. A, var. B, var. C; McINTYRE, BÉ et PREIKSTAS, pp. 9-11, pl. 4, fig. C-D; pl. 5, fig. A; pl. 5, fig. C-D.
- 1968 — *Umbilicosphaera leptopora* (MUR. et BLACK.); COHEN et REINHARDT, p. 296, pl. 19, fig. 3, 7; pl. 20, fig. 11 (F. M. G., n.° 5254).
- 1969 — *Cyclococcolithus leptoporus* (MUR. et BLACK.) KAMPTNER; BOUDREAUX et HAY, pp. 263-264, pl. II, fig. 13-14; pl. III, fig. 1-6.
- 1970 — *C. leptoporus* (MUR. et BLACK.) KAMPTNER; BARTOLINI, pp. 134-135, pl. 2, fig. 1, 4-10, text-fig. 7.
- 1970 — *Cyclococcolithina leptopora* (MUR. et BLACK.) WILCOXON, pp. 82-83.
- 1971 — *Cyclococcolithus leptoporus* (MUR. et BLACK.) KAMPTNER; CLOCCHIATTI, pp. 32-34, pl. VI, fig. 1-8; pl. VII, fig. 1.
- 1971 — *C. leptoporus* (MUR. et BLACK.) KAMPTNER; BUKRY, p. 965, pl. 1, fig. 3.
- 1971 — *C. leptoporus* (MUR. et BLACK.) KAMPTNER; MARTINI et WORSLEY, p. 1477.
- 1972 — *C. leptoporus* (MUR. et BLACK.) KAMPTNER; PERCH-NIELSEN, p. 1007, pl. 5, fig. 3.
- 1973 — *Cyclococcolithina leptopora* (MUR. et BLACK.) WILCOXON; ROTH, p. 730, pl. 1, fig. 1-6; pl. 2, fig. 1-3; pl. 3, fig. 5; pl. 4, fig. 6; pl. 5, fig. 1.
- 1973 — *C. leptopora* (MUR. et BLACK.) WILCOXON; WISE, pp. 584, 589.
- 1975 — *C. leptopora* (MUR. et BLACK.) WILCOXON; EDWARDS et PERCH-NIELSEN, pp. 475-477, 479.

Coccolithus de forme circulaire avec une ouverture centrale arrondie et une aire centrale déprimée. Le disque distal est formé d'éléments qui se recouvrent et qui présentent une forte courbure convexe dextre à une distance variable du centre. Ces éléments du disque proximal, chevauchants, sont légèrement inclinés dans le sens senestre.

Dimensions:

- Diamètre du disque distal: 6,2 à 9,7 μ .
 Diamètre du disque proximal: 4,2 à 5,8 μ .
 Diamètre de la zone centrale du disque distal: 1,2 à 2,1 μ .

Répartition stratigraphique:

- Pleistocène — Caraïbes; SW du Pacifique (leg 29); Pacifique nord (Vancouver, fleuve Columbia); Pacifique centrale (leg 17); NW du Pacifique (Hawai-Guam) leg 6; Atlantique nord (leg 12).
- Pliocène — Côté atlantique du Maroc (PK 827, HF); Chélif, Algérie (68-14, R. L.), Oued Bezouguert, Algérie (68-6, R. L.).
- Pliocène supérieur — SW du Pacifique (leg 29); NW du Pacifique (Hawai-Guam).
- Miocène moyen — Pacifique central (leg 17).
- Miocène — Chélif (Algérie); NW du Pacifique (Hawai-Guam).

Genre — *DICTYOCOCCITES* BLACK, 1967

DICTYOCOCCITES DICTYODUS (DEFLANDRE et FERT) MARTINI, 1969

- 1954 — *Discolithus dictyodus* DEFLANDRE et FERT, p. 140, text-fig. 15, 16, 18 (F. M. G., n.° 3762).
- 1962 — *Cyclococcolithus dictyodus* (DEFL. et FERT); HAY et TOWE, p. 503, pl. 5, fig. 4, 5 (?); pl. 7, fig. 1 (F. M. G., n.° 3763, 3764).
- 1966 — *C. dictyodus* (DEFL. et FERT) HAY et TOWE; HAQ, p. 31, pl. 2, fig. 2 (?), 5; pl. 6, fig. 2, 6 (?) (F. M. G., n.° 3765, 3766).
- 1968 — *Stradnerius dictyodus* HAQ (pro parte), pp. 31-32, pl. 2, fig. 5, 6; pl. 3, fig. 1, 2, 5 (?), 6 (?); pl. 4, fig. 3, 6, (non pl. 2, fig. 7, 8; pl. 3, fig. 4, 7, 8) (F. M. G., n.° 5209-5214).
- 1968 — *Reticulofenestra dictyoda* (DEFL. et FERT) HAY, MOHLER et WADE; STRADNER et EDWARDS, p. 19, pl. 12, fig. 1-4; pl. 13, fig. 1, 2; pl. 14, fig. 1-5; pl. 22, fig. 4, text-fig. 2c (F. M. G., n.° 5144-5147).
- 1969 — *Dictyococcites dictyodus* (DEFL. et FERT); MARTINI, pp. 133-134, pl. 1, fig. 5, 6; pl. 4, fig. 40 (35 dans le text).
- 1971 — *D. dictyodus* (DEFL. et FERT) MARTINI; CLOCCHIATTI, pp. 35-37, pl. V, fig. 1a-d, 2a-d.
- 1976 — *D. dictyodus* (DEFL. et FERT); MARTINI, p. 395, pl. 5, fig. 10, 11.

Ces exemplaires ont une forme largement elliptique; le bord est finement denticulé, la marge très large et l'aire centrale relativement petite. Le mauvais état de conservation rend difficile l'observation du réticulum.

Dimensions:

- | | |
|-----------------|---|
| Disque proximal | Longueur: 5,5 à 5,6 μ .
Largeur: 4,1 à 4,3 μ . |
| Aire centrale | Longueur: 1,8 à 2 μ .
Largeur: 1,1 à 1,3 μ . |

Répartition stratigraphique:

- Pliocène — Côté atlantique du Maroc (PK 827, H. F.).
- Miocène — Chélif, Algérie (68-3, 68-8, R. L.); Hodna, Algérie (66A26, G. G.).
- Oligocène — Zone prériaïne du Maroc (Kh 14, H. F.).
- Eocène supérieur — Syrie; Allemagne du Nord-Ouest; Pacifique central (leg 33).
- Eocène moyen — «Oligocène» d'Oamaru, Nouvelle Zélande; tuilerie de Donzacq, Landes, France.

Genre — *HELICOSPHAERA* KAMPTNER, 1954

HELICOSPHAERA CARTERI (WALLICH) KAMPTNER, 1954

(Pl. I, fig. 9-10)

- 1877 — *Coccosphaera carteri* WALLICH, p. 348, pl. 17, fig. 3, 4, 6, 7, 17 (F. M. G., n.° 3512).
- 1954 — *Helicosphaera carteri* (WALLICH) KAMPTNER, p. 21, text-fig. 17-19 (F. M. G., n.° 3514).

- 1954 — *H. carteri* (WALLICH) KAMPTNER; DEFLANDRE et FERT, p. 152, fig. 9-11, 75 (F. M. G., n.° 3515, 3516).
 1967 — *Helicopontosphaera kamptneri* HAY et MOHLER in HAY et al., p. 448, pl. 10, 11, fig. 5 (F. M. G., n.° 5002).
 1971 — *Helicosphaera carteri* (WALLICH) KAMPTNER; CLOCCHIATTI, pp. 37-40, pl. XVI, fig. 1-4a-b; pl. XVII, fig. 1a-b.
 ? 1972 — *Helicopontosphaera kamptneri* HAY et MOHLER; PERCH-NIELSEN, pl. 18, fig. 5, 9, 12.
 ? 1973 — *H. kamptneri* HAY et MOHLER; ROTH, p. 733, pl. 1, fig. 1, 3; pl. 4, fig. 2, 3.
 ? 1974 — *H. kamptneri* HAY et MOHLER; MÜLLER, pl. 3, fig. 4.

Les rares spécimens rencontrés correspondent tout à fait à la description et à la figuration originales.

Dimensions:

- Longueur du disque distal: 9,8 µ.
 Largeur du disque distal: 6,9 µ.
 Longueur du disque proximal: 5,3 µ.
 Largeur du disque proximal: 3,7 µ.

Répartition stratigraphique:

- Pleistocène — Pacifique central (leg 17).
 Pliocène supérieur — Pacifique central (leg 17).
 Pliocène inférieur — Pacifique central (leg 17); bassin de Venezuela, partie est.
 Pliocène — Chélif, Algérie (68-14, R. L.); côté atlantique du Maroc (PK 827, H. F.), forme abondante.
 Miocène supérieur — Pacifique central (leg 17); bassin de Venezuela, partie est.
 Miocène — Ocean Indien, partie est (leg 25); Atlantique nord (leg 12); Pacifique central (leg 17); Hodna, Algérie (66A26, 66A23, G. G.); Autriche, Appennins du Nord; Chélif, Algérie (68-1, 68-2, 68-8, 68-9, R. L.; EP Mehdi, G. D.); zone pré-rifaine du Maroc (Kh 271, KH 229, H. F.); côté atlantique du Maroc (PK 821, H. F.).
 Eocène — Istrie; Aquitaine; Californie.

Genre — *RHABDOSPHAERA* HAECKEL, 1894

RHABDOSPHAERA CLAVIGER MURRAY et BLACKMANN, 1898

(Pl. II, fig. 4)

- 1898 — *Rhabdosphaera claviger* MURRAY et BLACKMANN, pp. 438-439, pl. 15, fig. 13-15 (F. M. G., n.° 4031).
 1930 — *R. claviger* MUR. et BLACK.; SCHILLER, pp. 132, 252, fig. 44b, 132a-c (F. M. G., n.° 4031).
 1944 — *R. clavigera* (MUR. et BLACK.) KAMPTNER, p. 140.
 1954 — *R. clavigera* MUR. et BLACK.; DEFLANDRE et FERT, p. 42, pl. 10, fig. 14-16.
 1964 — *R. claviger* MUR. et BLACK.; COHEN, pp. 240, 242, pl. 5, fig. 2a-g; pl. 6, fig. 1 (F. M. G., n.° 4032).
 1965a — *R. claviger* MUR. et BLACK.; COHEN, p. 22, pl. 13, fig. a-c; pl. 22, fig. a, b; pl. 23, fig. e (F. M. G., n.° 4034-4035).

- 1965b — *R. claviger* MUR. et BLACK.; COHEN, p. 343, pl. 3 (F. M. G., n.° 4033).
 1967 — *R. claviger* MUR. et BLACK.; KAMPTNER, p. 144, pl. 7, fig. 51, 53; pl. 8, fig. 55 (F. M. G., n.° 5182).
 1967 — *R. clavigera* (MUR. et BLACK.) KAMPTNER; HAY et al., pl. 10-11, fig. 4 (F. M. G., n.° 5184).
 1968 — *R. clavigera* MUR. et BLACK.; COHEN et REINHARDT, pp. 292-293, pl. 19, fig. 18, 22; pl. 20, fig. 6, 7; pl. 21, fig. 4.
 1969 — *R. clavigera* MUR. et BLACK.; BOUDREAUX et HAY, pp. 266-267, pl. IV, fig. 6-10.
 1970 — *R. clavigera* MUR. et BLACK.; BARTOLINI, pp. 142-143, pl. 6, fig. 8-9; pl. 7, fig. 4-5 (non pl. 7, fig. 3).
 1971 — *R. clavigera* MUR. et BLACK.; CLOCCHIATTI, pp. 42-43, pl. XIX, fig. 4, 5.
 1971 — *R. clavigera* MUR. et BLACK.; BUKRY, pl. 2, fig. 4.
 1972 — *R. clavigera* MUR. et BLACK.; PERCH-NIELSEN, p. 1009.

Les spécimens observés ont l'embase circulaire à elliptique. Le cycle externe est constitué par des éléments longs, étroits, orientés radialement qui se redressent vers le centre pour former la hampe; celle-ci est évasée vers le sommet, en forme de massue.

Dimensions:

- Largeur de l'embase: 3,0 µ.
 Largeur de la hampe: 0,8 µ.
 Hauteur de la hampe: 5,5 µ.

Répartition stratigraphique:

- Pleistocène et actuel — Carottes de l'Atlantique sud.
 Pleistocène — Sondages dans la région des Caraïbes; carottes de l'Atlantique nord.
 Miocène supérieur — Chélif, Algérie; côté atlantique du Maroc.

Famille — *Zygo lithaceae* NOEL 1965, emend. 1970

Genre — *DISCOLITHUS* KAMPTNER, 1948 ex-DEFLANDRE, 1952

DISCOLITHUS cf. *CONFOSUS* (HAY, MOHLER et WADE) CLOCCHIATTI, 1971

(Pl. I, fig. 6)

- 1966 — *Discolithina confossa* HAY, MOHLER et WADE (pro parte), p. 392, pl. 9, fig. 2-6 (non pl. 9, fig. 1).
 1967 — *D. macroporus* (DEFLANDRE); LEVIN et JOERGER, p. 167, pl. 2, fig. 5.
 1968 — *D. confossa* HAY, MOHLER et WADE; LOCKER, pp. 221-222, pl. 1, fig. 18.
 1971 — *Discolithus confossus* (HAY, MOHLER et WADE); CLOCCHIATTI, p. 46, pl. XI, fig. 1-2, 4a-c.

Les deux spécimens observés correspondent à la description et aux figurations de M. CLOCCHIATTI (1971, p. 46).

L'aire centrale porte des perforations disposées en deux ellipses concentriques et on remarque la présence

du sillon longitudinal médian parallèle au grand axe de l'ellipse.

Les deux exemplaires étudiés ne sont pas en bon état de conservation.

Dimensions:

	Ex. 1	Ex. 2
Longueur	5,75 μ	6,25 μ
Largeur	4,25 μ	5,00 μ
Épaisseur de la zone marginale	0,40 μ	0,50 μ

Répartition stratigraphique:

Miocène — Hodna, Algérie.

Eocène supérieur — Caucase du Nord-Ouest; Allemagne du Nord.

DISCOLITHINA MACROPORA (DEFL.) COHEN et REINHARDT, 1968

1954 — *Discolithus macroporus* DEFLANDRE in DEFLANDRE et FERT, p. 138, pl. XI, fig. 5.

1964 — *D. macroporus* DEFLANDRE; COHEN, p. 236, pl. 3, fig. 5a-c; pl. 4, fig. 6a-b.

1965a — *D. macroporus* DEFLANDRE; COHEN, p. 15, pl. 3, fig. u.

1968 — *Discolithina macropora* (DEFL.); COHEN et REINHARDT, p. 298, pl. 19, fig. 24; pl. 20, fig. 9.

Exemplaire de forme plus ou moins elliptique, plate, à contour un peu irrégulier. L'aire centrale, un peu cachée dans l'exemplaire étudié, est percée de 11-12 larges pores.

Dimensions:

Longueur: 2,8 à 2,9 μ .

Largeur: 1,3 à 1,9 μ .

Répartition stratigraphique:

Pleistocène — Carottes des Caraïbes (C. P.-28).

Miocène supérieur — Autriche.

Oligocène — Diatomite de Oamaru, Nouvelle Zeland.

Eocène supérieur — Autriche; Oamaru, Nouvelle Zeland.

Ordre — ORTHOLITHES (ORTHOLITHAE) DEFLANDRE, 1952

Famille — *Discoasteraceae* TAN SIN HOK, 1927

Genre — *DISCOASTER* TAN SIN HOK, 1927

DISCOASTER ADAMANTEUS BRAMLETTE et WILCOXON, 1927

(Pl. II, fig. 3, 9-10)

1965 — *Discoaster* sp. I MARTINI, p. 405, pl. XXXVI, fig. 11-12.

1967a — *D. adamanteus* BRAMLETTE et WILCOXON, pp. 108-109, pl. 7, fig. 6.

1967 — *D. obtusus* GARTNER, p. 2, pl. 3, fig. 1-6 (F. M. G., n.° 4807, 4808).

1971 — *D. adamanteus* BRAML. et WILC.; CLOCCHIATTI, pp. 70-71, pl. XXIV, fig. 1a-d.

1972 — *D. adamanteus* BRAML. et WILC.; PERCH-NIELSEN, pl. 12, fig. 5.

1973 — *D. adamanteus* BRAML. et WILC.; ROTH, p. 735.

1977 — *D. adamanteus* BRAML. et WILC.; FUCHS et STRADNER, p. 33, taf. 8, fig. 25-26.

Formes épaisses avec 6 bras plus larges dans la partie médiane. En vue distale la partie centrale a une dépression. Les sutures entre les bras sont droites et bien visibles.

Dimensions:

Diamètre de l'astérolithe: 8,4 à 9,6 μ .

Répartition stratigraphique:

Miocène — Sondages du Pacifique; Trinité (Antilles); Hodna, Algérie.

Miocène moyen — Pacifique central (leg 17); bassin de Vienne (Autriche); Roumanie, Moravien (= Badenien inférieur) et Wielickien (= Badenien moyen) de Roumanie.

Miocène inférieur — Trinité (Antilles); Atlantique nord (leg 12).

Oligocène — Sondages du Pacifique; Trinité (Antilles).

Oligocène supérieur — Atlantique nord (leg 12).

Oligocène inférieur — Atlantique nord (leg 12).

DISCOASTER ASTER BRAMLETTE et RIEDEL, 1954

1951 — *Discoaster stella* (EHRENBERG) COLOM et GAMUNDI, pl. 25, fig. 6.

1954 — *D. aster* BRAMLETTE et RIEDEL, p. 400, pl. 39, fig. 7.

1965 — *D. aster* BRAML. et RIED.; LEVIN, p. 270, pl. 43, fig. 3.

1967 — *D. aster* BRAML. et RIED.; LEVIN et JOERGER, pp. 171-172, pl. 3, fig. 14-15, 19a-b.

1967 — *D. aster* BRAML. et RIED.; KAMPTNER, p. 163, pl. 24, fig. 127.

Spécimens constitués de 6 bras avec une terminaison aigüe ou arrondie et une surface généralement rugueuse. Les rayons avec les sutures droites, présentent une arête médiane très vive et droite sur la face distale. En vue proximale on trouve un bouton central pentagonal constitué d'éléments qui occupent presque toute l'aire centrale.

Dimensions:

Diamètre de l'astérolithe: 4,2 μ .

Répartition stratigraphique:

Actuel — Atlantique sud.
Pliocène — Côté atlantique du Maroc.
Miocène — Hodna, Algérie; zone prériaire du Maroc.
Miocène supérieur — Tchécoslovaquie; Chéiff, Algérie.
Oligocène — Autriche.
Oligocène inférieur et moyen — Alabama.
Oligocène inférieur — La Barbade (Antilles).
Eocène — Californie.
Eocène supérieur — Mississippi.
Eocène moyen et supérieur — Alabama.
Eocène inférieur — Tchécoslovaquie.
Paléocène — Autriche.

DISCOASTER cf. *CALCARIS* GARTNER, 1967

1967 — *Discoaster calcaris* GARTNER, p. 2, pl. 2, fig. 1-3.
1967 — *D. calcaris* GART.; HAY et al., pl. 5, fig. 5.
1971 — *D. calcaris* GART.; MARTINI et WORSLEY, p. 1485.
1971 — *D. calcaris* GART.; CLOCCHIATTI, p. 78, pl. XXXV, fig. 4a-c.
1971 — *D. calcaris* GART.; BUKRY, p. 982.
1973 — *D. calcaris* GART.; ROTH, p. 735.
1974 — *D. calcaris* GART.; MÜLLER, p. 584.

Astérolithes avec 6 bras longs pratiquement de même largeur et longueur. Aire centrale hexagonale réduite et aire interrédiale subangulaire. S. GARTNER (1967) signale la bifurcation asymétrique de l'extrémité des bras; ce caractère n'est pas visible dans l'exemplaire portugais.

Dimensions:

Diamètre total: 15,2 μ .
Diamètre de l'aire centrale: 2,5 μ .

Répartition stratigraphique:

Miocène — Chéiff, Algérie (68-8, R. L.).
Miocène supérieur — Pacifique central (leg 17); NW du Pacifique (Hawai-Guam, leg 6); Trinité (Antilles).
Miocène moyen — Trinité (Antilles); formation de Lengna.

DISCOASTER DRUGGI BRAMLETTE et WILCOXON, 1967

(Pl. II, fig. 8)

1967a — *Discoaster extensus* BRAMLETTE et WILCOXON, p. 110, pl. 8, fig. 2-8.
1967b — *D. druggi* BRAML. et WILC., p. 220.
1971 — *D. druggi* BRAML. et WILC.; CLOCCHIATTI, pp. 83-84, pl. XXIV, fig. 2a-c; pl. XXV, fig. 2a-b.

Forme de taille moyenne avec 6 rayons courts à extrémités arrondies présentant une arête médiane très nette sur la face distale. L'aire interrédiale est arrondie, et l'aire centrale grande et pleine avec sutures droites entre les bras.

Dimensions:

Diamètre total: 6,5 μ .

Répartition stratigraphique:

Miocène — Trinité (Antilles); Hodna, Algérie (66A26, G. G.).
Miocène supérieur — Chéiff, Algérie (68-1, 68-3, 68-9, R. L.); côté atlantique du Maroc (PK 821, H. F.).
Oligocène — Zone prériaire du Maroc (Kh 20, Kh 24, H. F.).

DISCOASTER EXILIS MARTINI et BRAMLETTE, 1963

1961 — ? *Discoaster challengerii* BRAMLETTE et RIEDEL; STRADNER, pl. 18, fig. 1.
1963 — *D. exilis* MARTINI et BRAMLETTE, p. 852, pl. 104, fig. 1-3.
1974 — *D. exilis* MART. et BRAML.; MARTINI, pl. 9, fig. 1; pl. 11, fig. 3.

L'exemplaire examiné a 6 rayons longs et de plus en plus fins vers leur extrémité; celle-ci est dilatée et légèrement bifurquée. L'aire centrale présente une sorte de bouton. L'aire interrédiale est subangulaire.

Dimensions:

Diamètre total: 13,1 à 14 μ .

Répartition stratigraphique:

Miocène — Océan Indien, partie ouest (leg 25).
Miocène moyen — Trinité (Antilles); Francolino (Italie); Océan Pacifique central (leg 33).

DISCOASTER MOLENGRAAFFI TAN SIN HOK, 1927

(Pl. II, fig. 2)

1927 — *Discoaster molengraaffi* TAN SIN HOK, p. 417.
1934 — *Hemidiscoaster molengraaffi* (TAN SIN HOK); DEFLANDRE, p. 65.
1934 — *H. molengraaffi* (TAN SIN HOK) var. *gamma* DEFLANDRE, p. 144, fig. 11.
1952 — *H. molengraaffi* (TAN SIN HOK); DEFLANDRE, p. 465, fig. 362 U.
non 1959 — *Discoaster molengraaffi* TAN SIN HOK; STRADNER, p. 1085, fig. 14, 15.
1961 — *D. molengraaffi* TAN SIN HOK; STRADNER (in STRADNER et PAPP) (pro parte), p. 80, pl. 14, fig. 6, text-fig. 8 (17), non pl. 14, fig. 5.
non 1961 — *D. molengraaffi* TAN SIN HOK; NARASIMHAN, p. 104, pl. 2, fig. 11.
1963 — *D. molengraaffi* TAN SIN HOK; MASLOV, p. 160, fig. 39.
1964 — *D. molengraaffi* TAN SIN HOK; BYSTRICKA, p. 216, pl. 6, fig. 11-13.

bouton central dans les *Discoaster* et presque toujours au niveau de l'aire centrale dans les *Coccolithophoridés*.

Une étude comparative avec d'autres échantillons du Miocène des environs de Lisbonne, affectés aussi par la diagenèse et les recristallisations, permet quelques remarques:

- les *Discoaster*, formes assez résistantes, sont pratiquement absentes; les quelques individus présents appartiennent à deux espèces seulement;
- les phénomènes de recristallisation sont beaucoup plus importants dans le matériel de Lisbonne;
- des formes assez résistantes comme *Triquetrorhabdulus*, *Sphenolithus* et *Scyphosphaera* sont très rares ou même absentes.

Les échantillons du leg 12, principalement du «site» 119, sont assez riches et présentent une grande variété d'espèces. Dans tous les échantillons les *Discoaster*, *Cyclococcolithus leptoporus*, *Coccolithus pelagicus* et *Reticulofenestra pseudoumbilica* sont assez nombreux.

Les différences entre le matériel du golfe de Biscaye et celui de Lisbonne peuvent être expliquées par:

- la différence de latitude, liée aux différences de température des eaux;
- le paléorelief du bassin où la sédimentation s'est effectuée;
- la proximité du rivage.

La datation a été faite en tenant compte les associations caractéristiques de la biozonation de E. MARTINI. En ce qui concerne le «site» 119, «cores» 11 et 8, les associations présentes ne sont pas caractéristiques; cependant elles ont été datées des zones NN1-NN2 (PERCH-NIELSEN, 1972, p. 1004).

Il faut noter la présence de formes reconnues jusqu'à présent comme appartenant à des biozones plus récentes: *C. taganus* (daté des zones NN4-NN3?) (FONSECA, 1976, 1977), *R. pseudoumbilica* (signalée seulement à partir de la base de NN3), *D. variabilis* (connu jusqu'à présent à partir de NN5), *C. leptoporus* et *S. abies* (signalés seulement à partir de la base de NN3).

La présence de *S. belemnus* dans les échantillons du «core» 7 permet leur datation de la zone NN3. On signale comme pour les «cores» 8 et 11, la présence de formes considérées comme plus récentes: *D. variabilis* et *S. abies*.

Les échantillons du «core» 6 sont datés de la zone NN5 étant donné la présence de l'indice zonal (*Sphenolithus heteromorphus*) associé aux derniers *Coronocyclus nitescens*. L'association de *D. exilis*, *C. leptoporus* et *S. abies* avec les derniers *D. deflandrei* et les premiers *C. macintyreii* permet de dater les échantillons du «core» 5 de la zone NN6. À noter la présence de *C. taganus* cité pour la première fois en NN6.

La présence de *D. calcaris* dans les échantillons du core «4» les datent de la zone NN10. L'absence de *D. deflandrei*, abondant depuis NN1-NN2 jusqu'à NN6, permet de penser aussi à cette âge.

En ce qui concerne le «site» 118, «cores» 5 et 6, les associations présentes ne sont pas caractéristiques. K. PERCH-NIELSEN (1972, p. 1004) les a datées des zones NN10-NN12 (?). Aucun des indices zonales n'a été encore signalé.

La présence de *C. marismontium* et *R. claviger* dans l'échantillon «5 CC» permet leur attribution à l'ensemble NN10-NN12; l'absence des *Discoaster* ne permet pas de précisions dans l'intervalle NN10-NN12. On note la présence de formes comme *C. aequiscutum* et *D. confossus*, pas encore signalées plus haut que NN5.

La datation et la répartition chronostratigraphique des espèces signalées sont figurées dans les figures 3 et 4.

BIBLIOGRAPHIE

- ARRIBAS, M. S. M. (1977): *Contribución al estudio de los Discoasteridos*. Bol. R. Soc. Española Hist. Nat. (Geol.), 75, pp. 115-165, 4 figs., Lám. I-V.
- BARTOLINI, C. (1970): *Coccoliths from sediments of the western Mediterranean*. Micropaleontology, vol. 16, n.º 2, pp. 129-154, pls. 1-8.
- BLACK, M. et BARNES, B. (1961): *Coccoliths and discoasters from the floor of the South Atlantic Ocean*. J. Roy. Micr. Soc., vol. 80, part 2, pp. 137-147, pl. 19-26.
- BLOW, W. H. (1969): *Late Middle Eocene to Recent Planktonic Foraminiferal Biostratigraphy*. Proc. Ist. Internat. Conf. Plankt. Microfoss., Leiden, 1, pp. 199-422, 52 pls.
- BOUDREAUX, J. E. et HAY, W. W. (1969): *Calcareous nannoplankton and biostratigraphy of the late Pliocene-Pleistocene-Recent Sediments*. Rev. Esp. Micropal., Madrid, vol. 1, n.º 3, pp. 249-292, pl. I-X.
- BRAMLETTE, M. N. et RIEDEL, W. R. (1954): *Stratigraphic value of Discoasters and some other microfossils related to recent Coccolithophores*. Journal of Paleontology, Lawrence, vol. 28, n.º 4, pp. 385-403, pl. 38-39, 3 text-figs.
- BRAMLETTE, M. N. et WILCOXON, J. A. (1967a): *Middle Tertiary calcareous nannoplankton of the Cipero section, Trinidad*. W. I. Tulane Stud. Geol., vol. 5, pp. 93-131, 10 pls.
- (1967b): *Discoaster druggi* nom. nov. pro *Discoaster extensus* BRAMLETTE et WILCOXON 1967, non HAY, 1967. Tulane Stud. Geol., vol. 5, p. 220.
- BUKRY, D. (1971): *Coccolith stratigraphy Leg 6, Deep Sea Drilling Project*. Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project, Washington (U. S. Government Printing Office), vol. VI, pp. 965-1004, 8 plates, 8 figs.
- (1973): *Coccolith stratigraphy, Eastern Equatorial Pacific, Leg 16, Deep Sea Drilling Project*. Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project, Washington (U. S. Government Printing Office), vol. XVI, pp. 653-711, 5 plates, 4 figs.

- BYSTRICKA, H. (1964): *Les Coccolithophoridés (Flagellés) de l'Eocène supérieur de la Slovaquie*. Geol. Sborn, vol. 15, pp. 203-225, pl. 5-8.
- CLOCCHIATTI, M. (1971): *Contribution à l'étude du nannoplancton calcaire du Neogène d'Afrique du Nord*. Mém. Mus. Nat. d'Histoire Nat., Paris, nouv. sér., sér. C, tome XXIII, 135 pp., pl. I-XL, 22 figs., 4 tabl.
- COHEN, C. L. D. (1964): *Coccolithophorids from two Caribbean deep-sea cores*. Micropaleontology, vol. 10, pp. 231-250, 6 pl.
- (1965a): *Coccoliths and Discoasters from Adriatic bottom sediments*. Leidsche Geol. Meded., vol. 35, pp. 1-44, pl. 1-25.
- (1965b): *Coccoliths and Discoasters, some aspects of their geologic use*. Geol. en Mijn., vol. 55, pp. 337-344, 3 pls.
- COHEN, C. L. D. et REINHARDT, P. (1968): *Coccolithophorids from the Pleistocene Caribbean deep-sea Core CP 28*. Neu. Jb. Geol. Paläontol. Abh., vol. 131, n.° 3, pp. 289-304, pl. 19-21.
- COLOM, G. et GAMUNDI, J. (1951): *Sobre la extension e importancia de las «Moronitas» a lo largo de las formaciones aquitano — burdigalienses del estrecho Norbético*. Rev. Estud. Geol., vol. 7, n.° 14, pp. 331-385, pl. 25-36.
- DEFLANDRE, G. (1934): *Les Discoasteridés, microfossiles calcaires incertae sedis*. Bull. Soc. Franç. Micr., vol. 3, pp. 59-67, 31 figs.
- (1952): *Classe des Coccolithophoridés* in P. P. GRASSÉ. Traité de zoologie, vol. 1, fasc. 1, pp. 439-470, figs. 339-364 bis.
- DEFLANDRE, G. et FERT, C. (1954): *Observations sur les Coccolithophoridés actuels et fossiles en microscopie ordinaire et électronique*. Ann. Paléont., Paris, t. 40, pp. 115-176, pl. I-XV, 127 figs.
- EDWARDS, A. R. et PERCH-NIELSEN, K. (1975): *Calcareous Nannofossils from the Southern Southwest Pacific, Deep Sea Drilling Project, Leg 29*. In KENNETT, J. P., HOUTZ, R. E. et al., Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project, Washington (U. S. Government Printing Office), vol. XXIX, pp. 469-539, 21 plates, 11 tables.
- FUCHS, R. et STRADNER, H. (1977): *Über Nannofossilien im Badenien (Mittelmiozän) der Zentralen Paratethys*. Beitr. Paläont. Österr., Wien, n.° 2, pp. 1-58, 8 tafel, 3 tabelle, 5 abb.
- GARTNER, Jr., S. (1967): *Calcareous nannofossils from Neogene of Trinidad, Jamaica and Gulf of Mexico*. Univ. Kansas, Paleont. Contr., n.° 29, pp. 1-7, 10 pl.
- HAQ, U. Z. B. (1966): *Electron microscope studies on some upper Eocene calcareous nannoplankton from Syria*. Stockholm Contr. Geol., vol. 15, pp. 23-37, 6 pl., 1 text-fig.
- (1968): *Studies on upper Eocene calcareous nannoplankton from NW Germany*. Stockholm Contr. Geol., vol. 18, pp. 13-74, 11 pls., 3 text-figs., 3 tabs.
- HASLE, G. R. (1960): *Plankton coccolithophorids from the subantarctic and equatorial Pacific*. Nytt. Mag. Bot., vol. 8, pp. 77-88, 3 pls., 2 text-figs.
- HAY, W. W. et TOWE, K. M. (1962): *Electronmicroscopic examination of some coccoliths from Donzacq (France)*. Eclog. Geol. Helvet., vol. 55, pp. 497-517, 10 pls., 2 text-figs.
- HAY, W. W.; MOHLER, H. P. et WADE, M. E. (1966): *Calcareous nannofossils from Nal'Chik (Northwest Caucasus)*. Eclog. Geol. Helvet., vol. 59, pp. 379-399, pl. 1-13.
- HAY, W. W.; MOHLER, H. P.; ROTH, P. H.; SCHMIDT, R. R. et BOUDREAUX, J. E. (1967): *Calcareous nannoplankton zonation of the Cenozoic of the Gulf Coast and Caribbean-Antillean area, and transoceanic correlation*. Trans. Gulf Coast Assoc. Geol. Soc., vol. 17, pp. 428-480, pl. 1-13.
- KAMPTNER, E. (1944): *Coccolithineen Studien in Golf von Neapel*. Wiener Botanischen Zeitschrift (Österr. Bot. Z.), vol. 93, pp. 138-147.
- (1954): *Untersuchungen über den Feinbänder Coccolithen*. Arch. Protistenk., vol. 100, pp. 1-90, 50 figs.
- (1964): In BACHMAYER, F., *Untersuchung einer kluftfüllung im Steinbruch Staatz (Kautendorf), Nordliches Niederösterreich*. Naturhist. Mus. Wien Ann., vol. 67, pp. 181-187, 2 pls., 4 figs.
- (1967): *Kalkflagellaten — Skelettreste aus Tiefseeschlamm des Südatlantischen Ozeans*. Naturhist. Mus. Wien Ann., vol. 71, pp. 117-198, 24 pls., 30 text-figs.
- LEVIN, H. L. (1965): *Coccolithophoridae and related microfossils from the Yazoo Formation (Eocene) of Mississippi*. Journal of Paleontology, Lawrence, vol. 39, n.° 2, pp. 265-272, pl. 41-43.
- LEVIN, H. L. et JOERGER, A. P. (1967): *Calcareous nannoplankton from the Tertiary of Alabama*. Micropaleontology, vol. 13, pp. 163-182, 4 plates.
- LOCKER, S. (1968): *Biostratigraphie des Alttertiärs von Norddeutschland mit Coccolithophoriden*. Monatsber. Dtsch. Akad. Wissensch., Berlin, vol. 10, n.° 3, pp. 220-229, 2 tafel.
- LOHMANN, H. (1902): *Die Coccolithophoridae eine Monographie der Coccolithen bildenden Flagellaten, zugleich ein Beitrag zur Kenntniss der Mittelmeeranfrriebs*. Arch. Protistenk., vol. 1, pp. 89-165, pl. 4-6.
- MARTINI, E. (1965): *Mid-Tertiary calcareous nannoplankton from Pacific deep-sea cores*. In W. F. WHITTARD and R. B. BRADSHAW (ed.). Submarine geology and geophysics, London, Butterworths, pp. 393-411, pl. 33-37, text-figs. 153.
- (1969): *Nannoplankton aus dem Latdorf (locus typicus) und weltweite Parallelisierungen im oberen Eozän und unteren Oligozän*. Senckenb. Leth., vol. 50, pp. 117-159, 4 pls., 4 figs.
- (1976): *Cretaceous to recent calcareous nannoplankton from the central Pacific Ocean (DSDP leg 33)*. In SCHLANGER, S. Ö., JACKSON, E. D. et al., Initial Reports of Deep Sea Drilling Project, Washington (U. S. Government Printing Office), vol. XXXIII, pp. 383-423, 13 plates, 6 tables.
- MARTINI, E. et BRAMLETTE, M. N. (1963): *Calcareous nannoplankton from the experimental Mohole drilling*. J. Paleont., vol. 37, pp. 845-856, pl. 102-105, 2 text-figs.
- MARTINI, E. et WORSLEY, T. (1971): *Tertiary calcareous nannoplankton from the western equatorial Pacific*. In WINTERER, E. L., RIEDEL, W. R., et al., Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project, Washington (U. S. Government Printing Office), vol. VII, pp. 1471-1507, 8 tables, 3 figs.
- MASLOV, V. P. (1963): *Klass Chrysomonadineae Khrizomonady*, pp. 152-161, 42 figs., in ORLOV, Y. A.: *Osnovy paleontologii (Foundations of paleontology)*, tom. 14, Moskva, Izdat. Akad. Nauk SSSR, 698 p., 34 pls.
- McINTYRE, A.; BE, A. W. H. et PREIKSTAS, R. (1967): *Coccoliths and the Pliocene-Pleistocene boundary*. Progr. Oceanography, vol. 14, pp. 3-25, pl. 1-6, text-fig. 1-5.
- MÜLLER, C. (1974): *Calcareous Nannoplankton, Leg 25 (Western Indian Ocean)*. Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project, Washington, vol. XXV, pp. 579-633, 1 fig., 2 table, 19 pls.
- MURRAY, G. et BLACKMANN, V. H. (1898): *On the nature of coccospheres and rhabdospheres*. Roy. Soc. London, Philos. Trans., ser. B, Biol. Ser., vol. 190, pp. 427-441, pl. 15, 16.
- NARASIMHAN, T. (1961): *Eocene discoasters and coccolithophorus from central California*. Univ. microfilms, Inc. Ann Arbor, London, 1961 (1964), 209 pp., 4 tabl., 10 pls.

- NOEL, D. (1965): *Sur les coccolithes du Jurassique européen et d'Afrique du Nord. Essai de classification des coccolithes fossiles*. Ed. C. N. R. S., Paris, 209 p., pl. I-XXIX, figs. 1-74.
- PERCH-NIELSEN, K. (1972): *Remarks on late Cretaceous to Pleistocene coccoliths from the North Atlantic* in LAUGHTON, A. S. et al. Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project, Washington, vol. XII, pp. 1003-1069, pl. 1-22.
- ROTH, P. H. (1973): *Calcareous Nannofossils, leg 17, Deep Sea Drilling Project*, in WINTERER, E. L., EWING, J. L. et al. Initial Reports of Deep Sea Drilling Project, Washington (U. S. Government Printing Office), vol. XVII, pp. 695-795, 27 plates, 98 tables.
- SCHILLER, J. (1930): *Coccolithinae* in RABENHORST, L.: *Kryptogamen-Flora*. Leipzig, vol. 10, pt. 2, pp. 89-267, 137 figs.
- STRADNER, H. (1959): *First report on the discoasters of the Tertiary of Austria and their stratigraphic use*. Proc. Fifth World Petrol. Congr., New York, 1959, vol. I, pp. 1081-1095, 30 figs.
- (1961): *Vorkommen von Nannofossilien in Mesozoikum und Alttertiar*. Erdöl. Erdgas Zeitschr., vol. 77, pp. 77-89, 99 figs.
- STRADNER, H. et PAPP, A. (1961): *Tertiäre Discoasteriden aus Österreichs und deren Stratigraphische Bedeutung mit Hinweisen auf Mexico, Rumänien und Italien*. Jahrb. Geol. Bundesanst. Wien. Sonderband 7, 159 p., 42 pls.
- STRADNER, H. et EDWARDS, A. R. (1968): *Electron microscopic studies on Upper Eocene Coccoliths from the Oamaru Diatomite, New Zealand*. Jahrb. Geol. Bundesanst. Wien, Sonderband 13, 66 pp., 48 pls., 10 figs.
- TAN SIN HOK (1927): *Discoasteridae incertae sedis*. Proc. Sect. Sc. K. Akad. Wet. Amsterdam, vol. 30, n.º 3, pp. 411-419, 14 figs.
- WILCOXON, J. A. (1970): *Cyclococcolithina WILCOXON nom. nov. (nom. subst.) pro Cyclococcolithus KAMPTNER 1954*. Tulane Stud. Geol. Paleont., vol. 8, pp. 82-83.
- WISE, S. W. Jr. (1973): *Calcareous Nannofossils from cores recovered during leg 18, Deep Sea Drilling Project. Biostratigraphy and observations of diagenesis*. In KULM, L. D., von HUENE, R. et al. Initial Reports of Deep Sea Drilling Project, Washington (U. S. Government Printing Office), vol. XVIII, pp. 569-615, 10 plates, 2 figs., 6 tables.

DOCUMENTAÇÃO FOTOGRAFICA

PLANCHE I

Figure 1 — *Coccolithus pelagicus* (WALLICH) SCHILLER, $\times 5.800$. Vue distale. Échantillon 119.5.2.59-60.

Figure 2 — *Coccolithus pelagicus* (WALLICH) SCHILLER, $\times 5.800$. Vue proximale. Remarquer l'arrangement en «bouton de manchette» du coccolithe. Échantillon 118.6.2.19-21.

Figure 3 — *Cyclococcolithus leptoporus* (MURRAY et BLACKMANN) KAMPTNER, $\times 5.600$. Vue distale. Échantillon 119.8.4.20-21.

Figure 4 — *Cyclococcolithus leptoporus* (MURRAY et BLACKMANN) KAMPTNER, $\times 5.800$. Vue distale. Échantillon 119.5.2.59-60.

Figures 5 a-c — Échantillon 119.7.2. 80-81.

a — *Discoaster deflandrei* BRAMLETTE et RIEDEL, $\times 6.000$. Face distale.

b — *Coronocyclus nitescens* KAMPTNER, $\times 6.000$.

c — *Coccolithus pelagicus* (WALLICH) SCHILLER, $\times 6.000$. Vue distale.

Figure 6 — *Discolithus confossus* (HAY, MOHLER et WADE) CLOCCIATTI, $\times 12.000$. Vue proximale. Échantillon 118.5.CC.

Figure 7 — *Cyclococcolithus aequiscutum* GARTNER, $\times 3.750$. Échantillon 119.7.2.80-81.

Figure 8 — *Cyclococcolithus aequiscutum* GARTNER, $\times 15.000$. Échantillon 119.7.2.130-131.

Figures 9-10 — *Helicosphaera carteri* (WALLICH) KAMPTNER. Vue proximale d'un placolithe.

9 — Échantillon 119.8.4.20-21, $\times 5.000$.

10 — Échantillon 118.8.5.CC, $\times 12.000$.

Figures 11 a-b — Échantillon 119.7.2.80-81.

a — *Reticulofenestra pseudumbilica* (GARTNER) GARTNER, $\times 5.800$. Vue proximale.

b — *Sphenolithus abies* DEFLANDRE, $\times 5.800$. Vues latérale et basale.

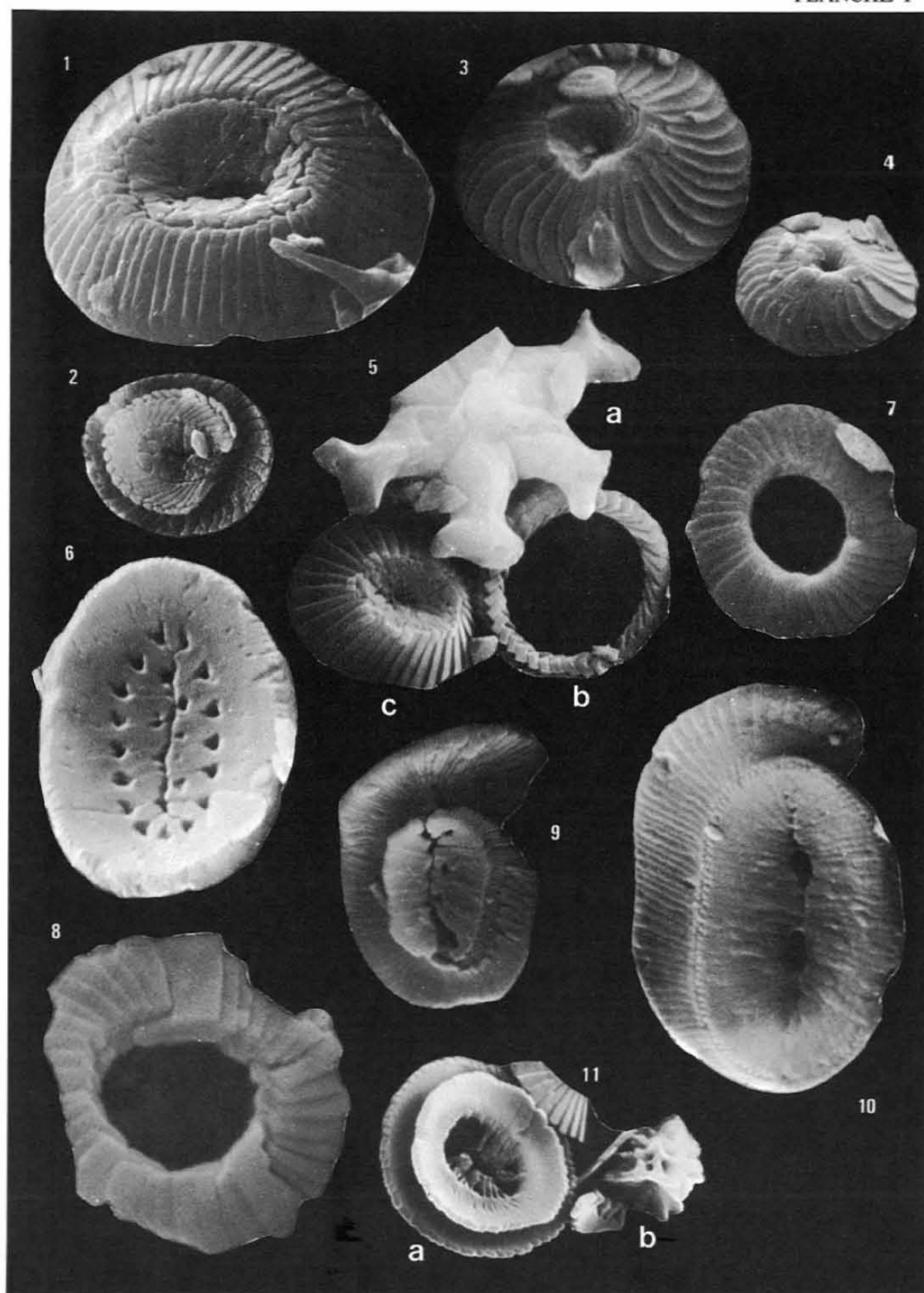


PLANCHE II

Figures 1 a-c — Échantillon 119.7.2.80-81.

a — *Reticulofenestra pseudumbilica* (GARTNER) GARTNER, $\times 5.800$. Vue proximale.

b — *Coronocyclus nitescens* KAMPTNER, $\times 5.800$. Vue proximale.

c — *Discoaster deflandrei* BRAMLETTE et RIEDEL, $\times 5.800$. Face distale.

Figure 2 — *Discoaster molengraaffi* TAN SIN HOK, $\times 6.000$. Vue proximale. Échantillon 119.6.3.130-131.

Figure 3 — *Discoaster adamanteus* BRAMLETTE et WILCOXON, $\times 5.000$. Face proximale avec le bouton central. Échantillon 119.4.1.90-91.

Figure 4 — *Rhabdosphaera claviger* MURRAY et BLACKMANN, $\times 12.000$. Vue latérale. Échantillon 118.5.CC.

Figures 5-7 — *Discoaster deflandrei* BRAMLETTE et RIEDEL, $\times 6.000$. Vues de la face distale.

5 — Échantillon 119.6.3.130-131, $\times 6.000$.

6 — Échantillon 119.6.1.142-143, $\times 6.000$.

7 — Échantillon 119.11.1.30-31, $\times 6.000$.

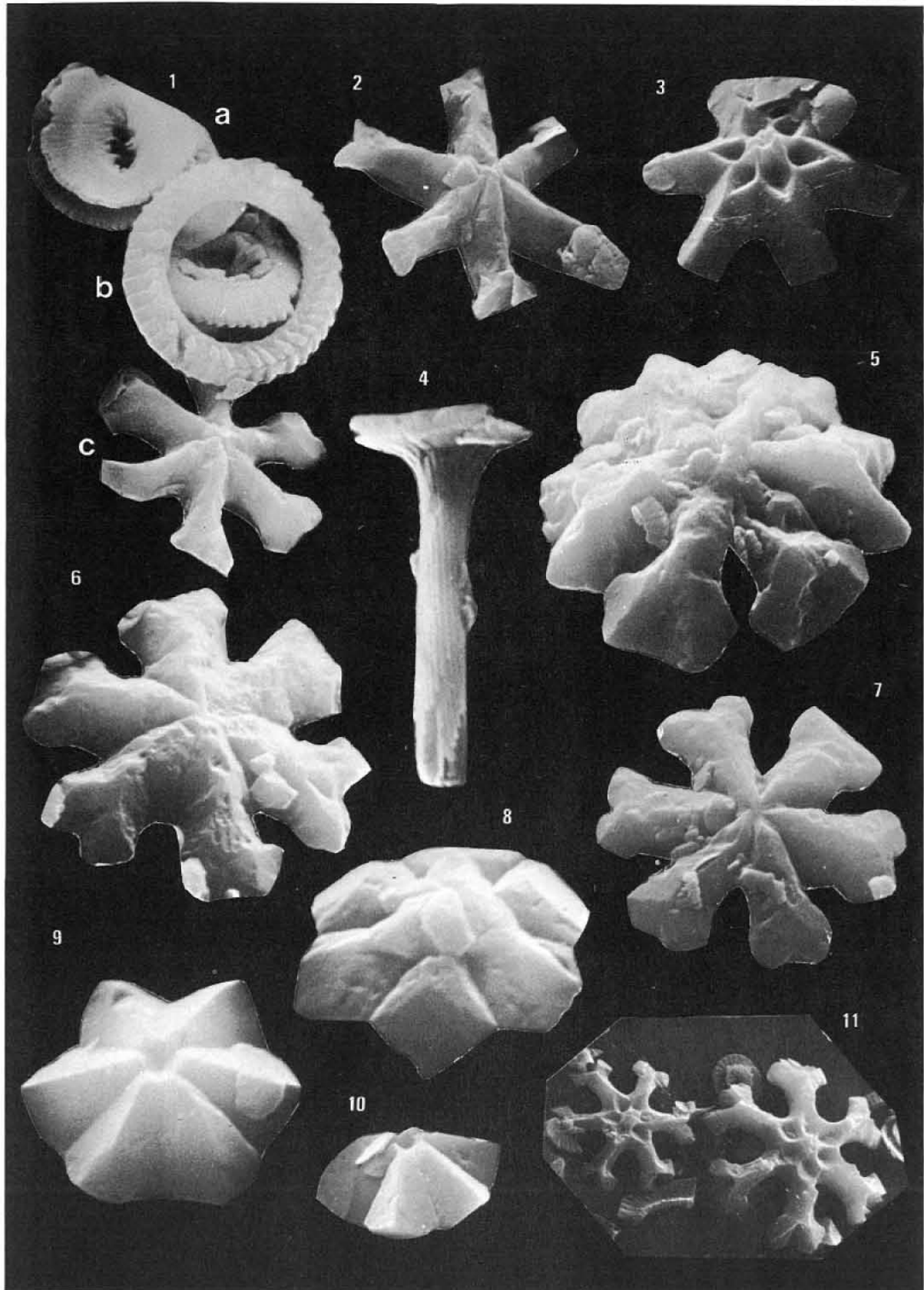
Figure 8 — *Discoaster druggi* BRAMLETTE et WILCOXON, $\times 6.000$. Face distale. Échantillon 119.6.1.142-143.

Figures 9-10 — *Discoaster adamanteus* BRAMLETTE et WILCOXON. Face distale vue sous différents angles.

9 — Échantillon 119.7.2.80-81, $\times 11.500$.

10 — Échantillon 119.6.1.142-143, $\times 6.000$.

Figure 11 — *Discoaster variabilis* MARTINI et BRAMLETTE, $\times 5.500$. Face distale. Échantillon 119.4.1.90-91.



Ciências da Terra (UNL)	Lisboa	N.º 4	pp. 179-190 figs. 1-2	1978
-------------------------	--------	-------	--------------------------	------

SOBRE A OCORRÊNCIA DE COPIAPITE NA ORLA MESO-CENOZÓICA OCIDENTAL DE PORTUGAL *

A. FERREIRA SOARES **

M. M. GODINHO **

* Trabalho realizado no âmbito do Centro de Geociências da Universidade de Coimbra.

** Museu e Laboratório Mineralógico e Geológico, Universidade de Coimbra, Portugal.

RESUMO

Palavras-chave: Copiapite — Paleogénico — Vale Furado

Os autores dão notícia da ocorrência de um mineral do grupo de copiapite nas formações paleogénicas (?) de Vale Furado (a sul de S. Pedro de Muel) e apresentam dados de raios X, análise termodiferencial e análise termogravimétrica e a composição química deste mineral.

RÉSUMÉ

Mots-clés: Copiapite — Paléogène — Vale Furado

Les auteurs citent la présence d'un mineral du groupe de la copiapite dans les formations paléogènes (?) de Vale Furado (au Sud de S. Pedro de Muel, Portugal). L'étude aux rayons X, l'analyse thermique différentielle, l'analyse thermogravimétrique et la composition chimique de ce mineral sont présentées.

ABSTRACT

Key-words: Copiapite — Paleogenic formations — Vale Furado

The occurrence of a copiapite in the Paleogenic (?) formations of Vale Furado (South of S. Pedro de Muel, Portugal) is described. X-ray, DTA and TGA data and a chemical analysis of this mineral are presented.

INTRODUÇÃO

Durante as campanhas de prospecção de urânio na orla meso-cenozóica ocidental, na área de responsabilidade da 2.^a Brigada de Prospecção da então Junta de Energia Nuclear, e em cujos trabalhos tem colaborado o Centro de Geociências da Universidade de Coimbra, registou-se na arribas entre Vale de Paredes e Vale Furado (Folha 296 — Marinha Grande, esc. 1/25.000; Serv. Cart. Exército, 1947), cerca de 250 m a sul do afloramento de *Margas e calcários de Dagorda* (ZBYSZEWSKI, 1965) do lugar da Mina (Mina de Azeche), a presença de uma massa pulverulenta (em cristais de 10 a 20 μ) localmente botrióide ou em estalactites centimétricas, de cor amarelo-esverdeada ou alaranjada (Fig. 1) e correspondente a um sulfato complexo de Fe da série da copiapite.

A amostra estudada foi colhida à superfície de grés grosseiro a muito grosseiro, conglomerático, imaturo, subarcósico a arcósico, acinzentado a esverdeado e com estrutura entrecruzada. A análise da matriz argilosa revelou, para a fracção < 2 μ , presença de illite, caulinite, clorite e interestratificados irregulares interpretados como (10-14C). Este grés, em cuja base se encontra um conglomerado bastante grosseiro, polimítico (calhaus de quartzo, quartzito e calcário), assenta em descontinuidade (1.^a ordem) sobre calcários compactos esbranquiçados do Cenomaniano (Cenomaniano médio no sentido de P. BERTHOU, 1973) ⁽¹⁾. Inclui-se assim na base do denominado *Complexo gresos-argiloso de Felgueira Grande* (ZBYSZEWSKI, 1965), na unidade inferior que M. TELLES ANTUNES (1975) designou por *Conglo-*

merados, areias e argilas vermelhas com níveis concrecionados de Vale Furado (CVF) e à qual atribui uma idade pré-Luteciana (Eocénico e possível Senoniano em ZBYSZEWSKI, 1965).

Os minerais do grupo da copiapite ocorrem com alguma frequência na natureza como resultado da oxidação de sulfuretos, em particular da pirite, e não raras vezes em associação com matéria carbonosa. Em todo o afloramento, especialmente para o *Grés grosseiro inferior* (Albiano, Apciano e possível Neocomiano em ZBYSZEWSKI, 1965), verificou-se a presença de sulfuretos de Fe e de impregnações betuminosas. O gesso, para além de abundante nas *Margas e calcários de Dagorda* do lugar da Mina, foi ainda detectado numa lenticula argilo-gresosa cinzenta do *Grés grosseiro inferior*.

C. PALACHE et al. (1951), entre outros, referem diversas ocorrências para os membros da série e L. FANFANI et al. (1973) tratam questões concernentes à problemática da série e estabelecem a estrutura de uma ferricopiapite de Coso Hot Spring (Califórnia).

1 — DADOS ROENTGENOGRÁFICOS

O estudo roentgenográfico da copiapite de Vale Furado foi feito a partir de três difractogramas obtidos no sentido ascendente (dois) e no descendente (um) dos ângulos de Bragg e calibrados por padrão interno de CaF₂. Os reflexos observados no intervalo de 2 θ 2-45° e as correspondentes intensidades relativas constam da Tabela 1 (cf. ficha ASTM A-0273). Os reflexos assinalados na referida tabela serviram de base para a determinação dos parâmetros da célula unitária pelo método dos mínimos quadrados através do programa FORTRAN IV de H. EVANS et al. (1963) ⁽²⁾; esses parâmetros são dados na Tabela 2, referidos às células directa e recíproca, e são compará-

⁽¹⁾ P. BERTHOU (1973, p. 79) refere ser difícil, na falta de microfauna, atribuir aos calcários do afloramento entre Canto de Azeche e Vale Furado uma idade cenomaniana. A presença de *Anisocardia orientalis* (CONR.) leva-nos a pensar poderem eles corresponder ao «1.º Nível com *Pterocera incerta*» de CHOFFAT (1900) (= «Alter-nância de margas gresosas e calcários margo-gresosos com *Liostrrea ouremensis*» dos afloramentos da região do Baixo Mondego; FERREIRA SOARES, 1966).

⁽²⁾ Todos os cálculos foram efectuados no Centro de Cálculo Automático da Universidade de Coimbra.

TABELA 1
Dados de difracção de raios X da copiapite de Vale Furado

hkl	d calc. (Å ²)	d obs. (Å ²)	I obs.	hkl	d calc. (Å ²)	d obs. (Å ²)	I obs.	hkl	d calc. (Å ²)	d obs. (Å ²)	I obs.
001	7.111			240	3.048	3.037	< 1	331	2.357	2.356 *	1
110	7.032	6.9	1	132	2.999	3.01	< 1	311	2.350		
110	6.239	6.1	10	150	2.988			242	2.348	2.348	2
021	5.872			060	2.974	2.98	< 1	330	2.344		
111	5.526	5.5	5	112	2.964	2.97	< 1	261	2.312		
111	5.355	5.36 *	3	151	2.955	2.954 *	1	222	2.300	2.300 *	1
021	5.294	5.2	< 1	221	2.947			310	2.296		
130	5.007	4.9	1	042	2.936			171	2.282	2.282 *	2
111	4.601	4.7	3	241	2.933	2.931 *	1	170	2.277		
040	4.460	4.5	1	201	2.925			202	2.270	2.271	1
131	4.235	4.4	1	202	2.855			241	2.260	2.256	1
111	4.224	4.23	< 1	061	2.853	2.846	< 1	080	2.230		
130	4.215	4.19	1	112	2.817	2.823	1	312	2.224	2.223 *	1
131	4.012			132	2.808	2.804 *	1	081	2.195		
041	3.973			222	2.763	2.736	< 1	242	2.187	2.182	1
131	3.966			241	2.686	2.689 *	2	312	2.172		
041	3.610	3.57	6	222	2.677	2.68	2	062	2.171	2.164	1
002	3.555	3.55	4	042	2.647	2.67	2	350	2.152	2.154	< 1
200	3.552	3.54	6	061	2.645			261	2.146		
220	3.516	3.52	5	221	2.638	2.635 *	1	351	2.145		
201	3.509	3.51	2	241	2.611	2.613	1	332	2.144	2.143	< 1
112	3.458	3.452 *	3	151	2.590	2.567	1	311	2.141		
150	3.437	3.44	2	240	2.570			331	2.136	2.135	1
112	3.433			170	2.543	2.530	3	262	2.118	2.121	< 1
022	3.430			260	2.504	2.516	2	331	2.115		
012	3.418			152	2.479	2.485	< 1	222	2.112	2.111	1
221	3.407	3.39	< 1	132	2.475			260	2.107	2.108	1
131	3.333	3.330 *	2	242	2.466	2.466	< 1	152	2.105		
022	3.188	3.19	1	152	2.462	2.458	< 1	330	2.080	2.082 *	1
221	3.141			311	2.440	2.439 *	2	171	2.070	2.071 *	< 1
220	3.119			261	2.415			081	2.066		
151	3.102	3.10	5	171	2.414			280	2.056	2.058	< 1
151	3.086	3.086 *	4	310	2.402	2.403 *	1	311	2.050		
132	3.049	3.057	2	171	2.376	2.378	< 1	172	2.044	2.045	< 1

* Reflexos usados no cálculo dos parâmetros.

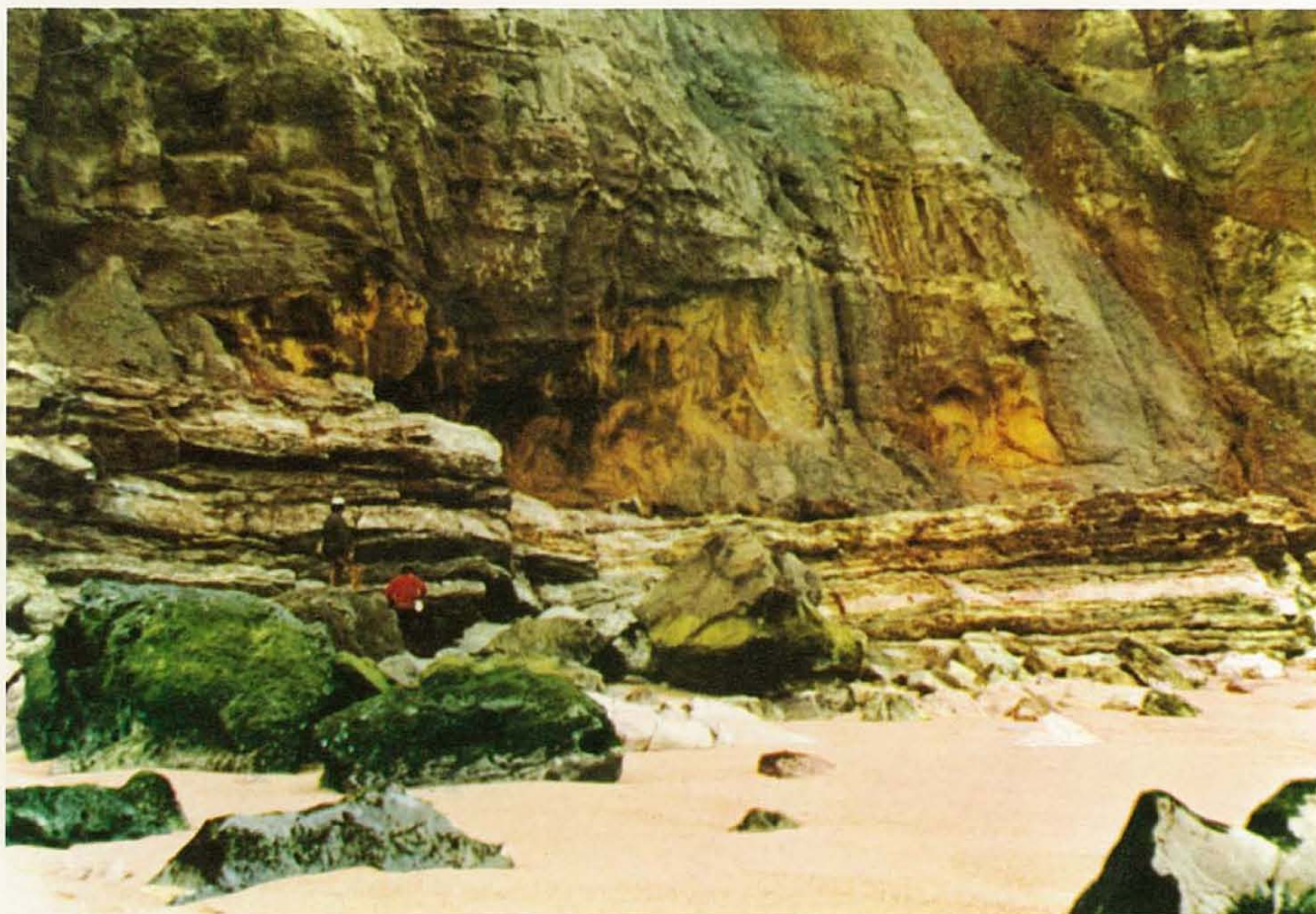


Fig. 1 — Aspecto da arriba no local de colheita. No primeiro plano os calcários do Cenomaniano médio (?). Sobre estes a formação em cuja base foi detectada a copiapite (manchas amareladas). Fotografia de J. A. Correia Marques

TABELA 2

Parâmetros da célula unitária da copiapite de Vale Furado
(erros referidos à probabilidade de 0.95)

CÉLULA DIRECTA			
$a = 7.381 \pm .003 \text{ \AA}$	$\alpha = 93^\circ 58.4' \pm 4.3'$		
$b = 18.169 \pm .012 \text{ \AA}$	$\beta = 102^\circ 11.1' \pm 2.3'$		
$c = 7.303 \pm .006 \text{ \AA}$	$\gamma = 98^\circ 51.6' \pm 3.2'$		
$V = 940.7 \pm .8 \text{ \AA}^3$			
CÉLULA RECÍPROCA			
$a^* = .14072 \pm .00005 \text{ \AA}^{-1}$	$\alpha^* = 83^\circ 57.0' \pm 4.0'$		
$b^* = .05602 \pm .00003 \text{ \AA}^{-1}$	$\beta^* = 76^\circ 60.0' \pm 2.4'$		
$c^* = .14087 \pm .00013 \text{ \AA}^{-1}$	$\gamma^* = 80^\circ 2.4' \pm 2.8'$		

veis aos apresentados por L. FANFANI et al., para uma copiapite férrica de Coso Hot Spring (Califórnia). Da célula geometricamente dimensionada deduziram-se os reflexos esperados, impondo as condições de não extinção próprias do grupo espacial $P\bar{6}$ (International Tables for X-ray Crystallography, 1962); a Tabela 1 contém, desses reflexos, os situados no intervalo de 2θ 0-45° (cf. dados por J. JOLLY e L. FOSTER, 1967, referentes a uma aluminocopiapite do Alasca). Em conjunto, os dados da Tabela 1 poderão ser úteis na identificação do membro do grupo da copiapite que aqui descrevemos.

2 — ANÁLISE QUÍMICA

Depois de observada à lupa e de retiradas as impurezas visíveis, fundamentalmente grãos de quartzo, a copiapite foi analisada por métodos gravimétrico, colorimétrico e espectrofotométrico de absorção atômica; os resultados analíticos são apresentados na Tabela 3. De notar que no decurso da análise da água pelo método de Penfield se formou no tubo de ensaio um líquido ácido incolor que foi identificado como ácido sulfúrico. A análise revelou 0,52 % de SiO_2 , que foi eliminado (e a análise recalculada) por se ter detectado, por raios X, a presença de quartzo no pó da copiapite.

A análise química mostra que a presente copiapite tem como metal largamente dominante o ferro e não apresenta quantitativos vultosos de metais que caracterizam algumas variedades de copiapite que têm sido observadas na natureza (Al, Cu, Zn). Por outro lado, é relativamente elevado o quantitativo de Na, que testes laboratoriais confirmaram dever estar efectivamente alojado na estrutura do mineral; a presença de alcalis, bem como de Ca, na

TABELA 3

Análise química e fórmula estrutural da copiapite de Vale Furado ^(a)

Análise química		Fórmula estrutural	
Fe_2O_3	27,63 %	Fe^{3+}	0.28
Al_2O_3	0.00 "	Fe^{2+}	0.29
FeO	1,70 "	Mg^{2+}	0.16
MnO	0.08 "	Mn^{2+}	0.01
MgO	0.50 "	Ca^{2+}	0.05 A=1.00
CaO	0.24 "	Na^+	0.14
Na_2O	0.34 "	K^+	0.01
K_2O	0.05 "	Zn^{2+}	0.00
SO_3	38,77 "	$\square$	0.06
H_2O	30,42 "		
Cl^-	0.00 "		
Zn	23 ppm	Fe^{3+}	4.00 B=4.00
		Al^{3+}	0.00
Cu	< 5 ppm	$\text{SO}_4^{=}$	6.00
Pb	< 0.5 ppm		
Co	< 0.1 ppm	OH^-	2.01
TOTAL	99.74 %	H_2O	19.92

(a) Análise de: Dr. F. G. da Silva, M. S. Cortés e M. Georgina Bettencourt, sob orientação do Dr. F. G. da Silva.

estrutura da copiapite, não é, de resto, caso inédito, tendo B. SREBRODOL'SKIY (1970) observado percentagens de 0,11 e 0,07 (K_2O), 0,24 e 0,17 (Na_2O), 1,00 e 0,88 (CaO) em duas aluminocopiapites da zona de oxidação de jazigos de enxofre; M. BANDY (1938) refere valores de Na_2O - K_2O até 0,40 % em membros do grupo.

A fórmula estrutural apresentada na Tabela 3 foi calculada em referência à fórmula ideal $\text{AB}_4(\text{SO}_4)_6(\text{OH})_2 \cdot 20 \text{H}_2\text{O}$ (cf. PALACHE et al., 1951; FANFANI et al., 1972; SÜSSE, 1972). Fe(II) e Fe(III) preenchem mais de metade das posições de coordenação 6 nos octaedros A (H_2O), sendo provável que pelo menos algum do Fe(III) provenha da oxidação de Fe(II) presente na mesma posição estrutural; de acordo com os dados analíticos, a copiapite de Vale Furado poderia ser designada de *ferro-ferri-copiapite* (cf. PALACHE et al., 1963).

3 — COMPORTAMENTO TÉRMICO

A análise térmica diferencial da copiapite de Vale Furado (curva na fig. 2) mostra que durante o aquecimento até ca. 1000°C se produziram no mineral modificações que provocaram nas curvas o aparecimento de:

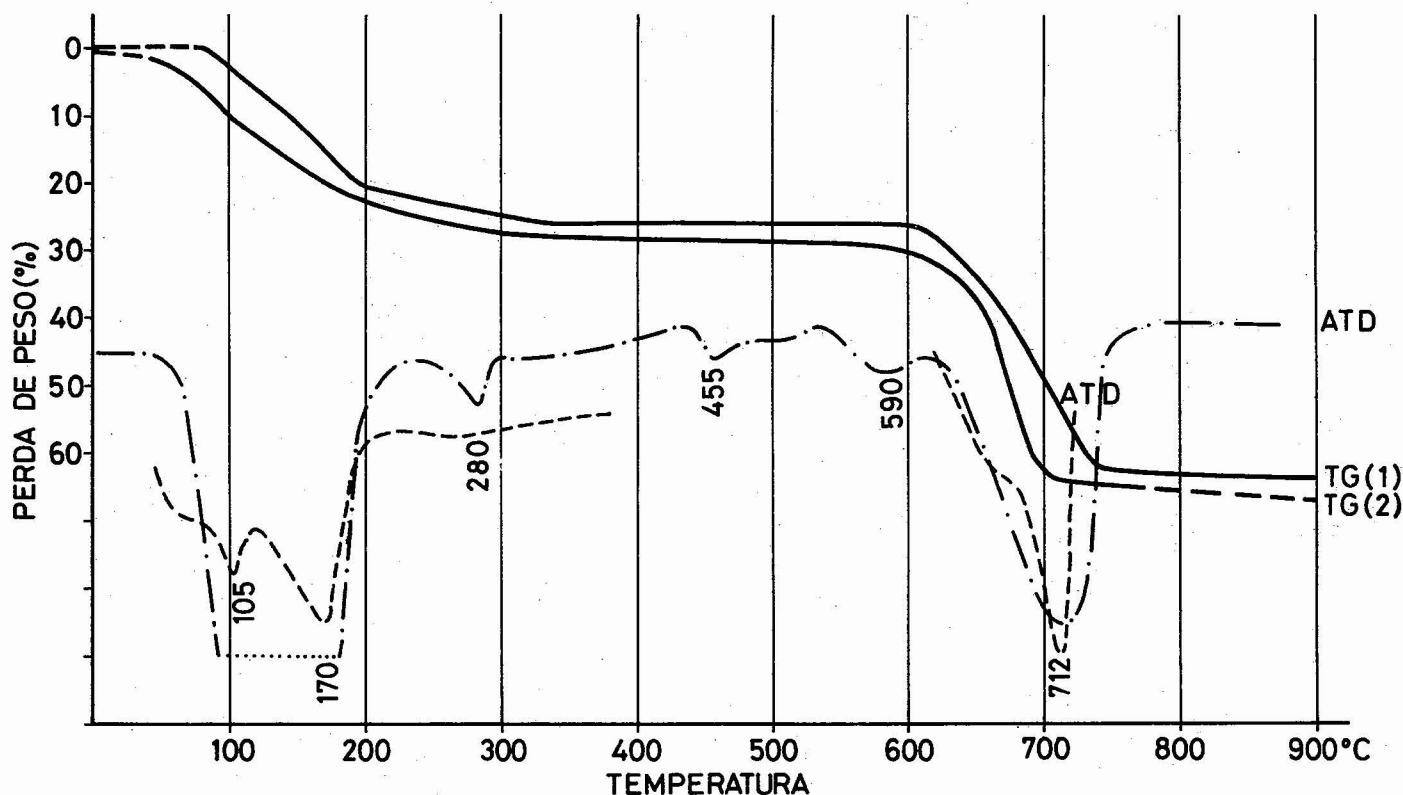


Fig. 2 — Curvas termogravimétricas (TG) e termodiferenciais (ATD) da copiapite de Vale Furado. A curva TG (2) foi obtida no LNEC pela Eng.^a Maria Olinda Braga, com velocidade de aquecimento de *ca.* 100°C/h. As restantes curvas foram obtidas nos laboratórios do Mus. Lab. Min. Geol. da Universidade de Coimbra. Para a curva TG (1) a velocidade de aquecimento foi *ca.* 240°C

- 1 e 2 — uma extensa região endotérmica entre *ca.* 90°C e *ca.* 180°C, que, no pormenor, revela a presença de dois picos bem definidos a *ca.* 105°C (1) e *ca.* 170°C (2);
- 3 — um pico endotérmico bem marcado a *ca.* 280°C;
- 4 — um pico endotérmico mal definido a *ca.* 455°C;
- 5 — um pico endotérmico mal definido a *ca.* 590°C;
- 6 — um pico endotérmico bem definido a *ca.* 712°C.

Os picos referenciados 1, 2 e 6 são referidos por G. COCCO (1952) a 150, 200 e 710°C, respectivamente, para uma mistura isomorfa de copiapite e cuprocopiapite proveniente de Copiapó (Chile). L. FANFANI et al. apresentam para uma copiapite férrica de Coso Hot Spring (Califórnia) picos endotérmicos a 135, 185, 225, 360 e 730°C, muito bem definidos os três primeiros e o último: parece, pois, que, no geral, as nossas curvas de análise térmica diferencial se podem paralelizar com as dos autores citados.

A análise termogravimétrica (curvas na fig. 2) mostra que o mineral perde, por aquecimento, as seguintes proporções aproximadas do seu peso:

- até 220°C, 24 %;
- de 220 a 300°C, 25 %;
- entre 400 e 500°C, 0,5 %;
- entre 600 e 740°C, 34 %.

Identificaram-se, por raios X, os produtos de aquecimento (em atmosfera oxidante) da copiapite a 220, 300, 500 e 740°C (Tabela 4). Os dados da Tabela 4 e da Fig. 2 permitem interpretar, pelo menos em boa parte, a evolução da copiapite por aquecimento.

TABELA 4

Transformações ocorridas por aquecimento na copiapite de Vale Furado (tempo de permanência à temperatura indicada: 1/2 hora; erro das temperaturas dadas: $\pm 20^\circ\text{C}$)

Temperatura de aquecimento (°C)	Fases reveladas por raios X após arrefecimento
220	A maior parte dos reflexos da copiapite natural não se revela: dos que na Tabela 1 se registam com intensidade não inferior a 1 apenas se revelaram (041), (131), (022) e ($\bar{1}$ 32).
300	Difractograma semelhante ao anterior, com os mesmos reflexos presentes, todavia menos intensos.
500	α — $\text{Fe}_4\text{S}_5 \text{O}_{21}$.
640	α — $\text{Fe}_4\text{S}_5 \text{O}_{21}$ é a fase dominante; α — Fe_2O_3 (hematite) é fase subordinada.
740	α — Fe_2O_3 (hematite).

Assim, a primeira reacção endotérmica a *ca.* 105°C liberta *ca.* 6.5 moléculas de H₂O da estrutura, naturalmente as que não estão directamente ligadas a catiões e se situam entre cadeias complexas que estendem na direcção [101]. Os octaedros A (H₂O)₆ requererão mais elevada energia para libertarem as moléculas complexantes; das *ca.* 7.6 moléculas de H₂O que as curvas de ATD e TG indicam serem libertadas entre 105 e 107°C a maior parte coordenará catiões A. Entre 170 e 280°C mais *ca.* 4.5 moléculas de H₂O abandonam o mineral e a 300°C este estará praticamente desidratado e a sua estrutura inicial profundamente desorganizada, como o atesta a presença de escassos, pouco intensos e algo difusos reflexos no difractograma do material aquecido a 300°C. Não obstante *ca.* 2.5 H₂O (em parte provenientes de grupos OH) abandonarem ainda o sistema até os 600°C, muito provavelmente aquando da formação dos picos endotérmicos a 455 e 590°C, as modificações mais profundas produzidas entre os 300 e os 600°C serão de reorganização dos elementos remanescentes em novas estruturas (Tabela 4), sem que isso provoque substanciais trocas de matéria com o exterior. A *ca.* 600°C começam

a produzir-se no sistema profundas modificações com redução drástica no quantitativo de matéria presente, por libertação de todo (ou praticamente todo) o enxofre, sob a forma de óxido. A *ca.* 715°C o sistema está já reduzido a *ca.* 35 % do seu peso inicial e é fundamentalmente constituído por hematite (metais que não o ferro formarão óxidos em quantidades subordinadas).

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a colaboração no presente trabalho de:

Dr. J. A. Correia Marques, no trabalho de campo;
Dr. F. Gomes da Silva, M. S. Cortês e Maria G. Bettencourt, nas análises químicas;
Dr. M. L. Rodrigues Lapa e A. G. Gaspar, nas análises térmicas e roentgenográficas;
Eng.^a Maria Olinda Braga (L. N. E. C.) que obteve uma curva termogravimétrica;
H. D. P. Moura que desenhou a figura 2;
A. F. V. Rodrigues, que dactilografou o manuscrito.

BIBLIOGRAFIA

- BANDY, M. C. (1938): *Mineralogy of three sulphate deposits of northern Chile*. Amer. Mineral., vol. 23, pp. 669-760.
- BERTHOU, P. Y. (1973): *Le Cénomani de l'Estrémadure Portugaise*. Mém. Serv. Geol. Portugal, Lisboa, n.º 23 (N. Ser.).
- CHOFFAT, P. (1900): *Recueil de Monographies stratigraphiques sur le Système Crétacique du Portugal. Deuxième Étude: Le Crétacique Supérieur au Nord du Tage*. Dir. Serv. Geol. Portugal. Lisbonne.
- COCCO, G. (1952): *Analisi termica differenziale di alcuni solfati*. Per. Mineralogia, XXI, pp. 103-141.
- EVANS, H. T. Jr.; APPLEMAN, D. E. e HANDWERKER, D. S. (1963): *The least squares refinement of crystal unit cells with powder diffraction data by an automatic computer indexing method (abs.)*. Amer. Crystallogr. Ass. Ann. Meet. Program., Cambridge, pp. 42-43.
- FANFANI, L.; NUNZI, A.; ZANAZZI, P. F. e ZANZARI, A. R. (1973): *The copiapite problem. The crystal structure of a ferrian copiapite*. Amer. Mineral., vol. 58, n.ºs 3 e 4, pp. 314-322.
- FERREIRA SOARES, A. (1966): *Estudo das formações pós-Jurássicas da região de entre Sargento-Mor e Montemor-o-Velho (Margem direita do Rio Mondego)*. Rev. Fac. Ciênc. Univ. Coimbra, XL (1967).
- International Tables for X-ray Crystallography* (1962): vol. III. Birmingham, Kynoch Press.
- JOLLY, J. H. e FOSTER, H. L. (1967): *X-ray diffraction data of aluminocopiapite*. Amer. Mineral., vol. 52, pp. 1220-1223.
- PALACHE, C.; BERMAN, H. e FRONDEL, C. (1951): *The System of Mineralogy*, vol. II. John Wiley & Sons, Inc., New York.
- SREBRODOL'SKIY, B. I. (1970): *New minerals present in the oxidation zone of sulfur deposits*. Dokl. Acad. Sci. URSS, Earth Sci. Sect., vol. 190, pp. 129-130.
- SÜSSE, P. (1970): *The crystal structure of copiapite*. Neues Jahrb. Min., Mh., 1968, pp. 286-287.
- (1972): *Crystal structure and hydrogen bonding of copiapite*. Zeits. Krist., vol. 135, pp. 34-55.
- TELLES ANTUNES, M. (1975): *Iberosuchus, crocodile Sebecosuchien nouveau, l'Eocène ibérique au Nord de la Chaîne Centrale, et l'origine du canyon de Nazaré*. Com. Serv. Geol. Portugal, t. LIX, pp. 285-330.
- ZBYSZEWSKI, G. (1965): *Carta Geológica de Portugal. Notícia Explicativa da Folha 22-D; Marinha Grande*. Serv. Geol. Portugal, Lisboa.

A revista «Ciências da Terra» documenta, além de outras, actividades de investigação do Centro de Estratigrafia e Paleobiologia da U. N. L. (INIC) e do Departamento de Geologia e Geotecnia da Faculdade de Ciências e Tecnologia (U. N. L.).

A temática prevalecente diz respeito, no essencial, à Geologia Estratigráfica e à Paleobiologia.

Volumes publicados:

CIÊNCIAS DA TERRA 1 (1976)

Dinossáurios eocretácicos de Lagosteiros.

CIÊNCIAS DA TERRA 2 (1976)

Estudo estratigráfico e paleontológico do Jurássico do Algarve ocidental.

CIÊNCIAS DA TERRA 3 (1977)

Inclui doze artigos sobre Geologia Estratigráfica, Paleontologia, Geologia Económica e Arqueologia pré-histórica.

Próximo volume:

CIÊNCIAS DA TERRA 5 (1979)

I Colóquio de Estratigrafia e Paleogeografia do Meso-Cenozóico português. Lisboa, 1978.