

*évolution de la végétation et du climat pendant
le miocène au Portugal*



Subproject: Paleofloristic and paleoclimatic
changes in Cretaceous and Tertiary

JOÃO PAIS *

* Centro de Estratigrafia e Paleobiologia da Universidade Nova
de Lisboa, Quinta da Torre, 2825 Monte da Caparica, Portugal.

Ciências da Terra (UNL)	Lisboa	N.º 8	pp. 179-191 figs. 1-4	1986
-------------------------	--------	-------	--------------------------	------

RESUMO

Palavras-chave: Vegetação — Clima — Miocénico — Bacia do Tejo — Portugal.

Apresenta-se o inventário quantitativo, qualitativo e a distribuição estratigráfica dos vegetais (esporos, polénes, caules, folhas, sementes) reconhecidos no Miocénico da parte portuguesa da bacia do Tejo.

Para cada unidade litostratigráfica definem-se associações com significado ecológico (paleoclimático) cuja evolução, durante o intervalo cronostatigráfico considerado, permitiu seguir a evolução da vegetação e do clima durante parte do Miocénico (Aquitânico a Tortoniano inferior-médio) em Portugal.

RÉSUMÉ

Mots-clés: Végétation — Climat — Miocène — Bassin du Tage — Portugal.

On présente l'inventaire quantitative et qualitative, ainsi que la distribution stratigraphique des végétaux (spores, pollens, bois, feuilles, graines) reconnus dans le Miocène de la partie portugaise du bassin du Tage.

Pour chaque unité litostratigraphique sont définies des associations écologiques (paléoclimatiques) qui, par leur évolution pendant l'intervalle cronostatigraphique considéré, ont permis de suivre l'évolution de la végétation et du climat pendant la plupart du Miocène (Aquitainien à Tortonien inférieur-moyen) au Portugal.

ABSTRACT

Key-words: Vegetation — Climate — Miocene — Tagus basin — Portugal.

These work presents the quantitative and qualitative inventory and the stratigraphic distribution of fossil plants (spores, pollens, stems, leaves and seeds) recognized in the Miocene of the portuguese part of Tagus basin.

For each lithostratigraphic unit, associations with ecological (paleoclimatic) meaning are defined. It was also possible to follow the evolution of the vegetation and the climate during the considered cronostatigraphic interval which includes most of the Miocene (Aquitanian to lower-middle Tortonian).

INTRODUCTION

Le Miocène portugais, étudié depuis la seconde moitié du XIX^{ème}, est particulièrement bien représenté et caractérisé dans la partie vestibulaire du bassin du Tage.

Dans la région de Lisbonne il y a des dépôts marins et continentaux intercalés, bien datés, riches en fossiles animaux et végétaux. Plus au NE, à Ribatejo, on trouve des dépôts continentaux avec quelques niveaux saumâtres, qu'on peut corrélater, en partie, avec ceux de Lisbonne.

Cette situation, très favorable, a permis de suivre l'évolution des faunes et des flores des unités lithostratigraphiques affleurant à Lisbonne-Almada, particulièrement bien connues d'après les travaux de J.C.B. Cotter, G. Zbyszewski et M. T. Antunes.

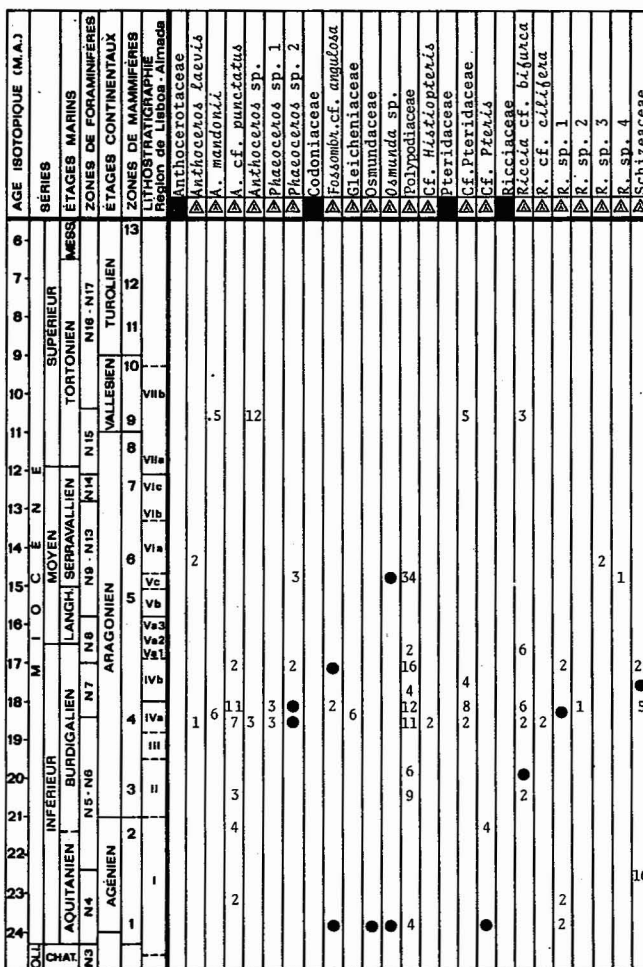
Les gisements à végétaux sont fréquents. En général, ils sont bien encadrés en ce qui concerne la lithostratigraphie et la chronostratigraphie. Quelques-uns ont livré, outre des bois et empreintes de feuilles, des charophytes, des sporomorphes et des graines, ainsi que des mollusques, des poissons, des reptiles et des mammifères.

La première étude des macrorrestes a été celle de O. HEER (1881). D'autres sont dues à C. TEIXEIRA (1946; 1947; 1948; 1952; 1953, in BERGOUNIOUX *et al.*; 1968, in ZBYSZEWSKI *et al.*; 1973). Après 1972, nous avons poursuivi les recherches sur les végétaux du Miocène, en particulier sur l'évolution des flores et des climats. En 1983, M. T. ANTUNES & J. PAIS ont présenté une synthèse sur l'évolution climatique pendant de Miocène au Portugal en se basant sur des données paléozoologiques et paléobotaniques.

ÉVOLUTION DE LA VÉGÉTATION ET DES CLIMATS

L'étude du matériel provenant de plus de 30 gisements distribués par les unités lithostratigraphiques du Miocène du Bassin du Tage a permis de reconnaître plus de 150 *taxa* (macrorrestes et palynomorphes). On présente leur

distribution stratigraphique quantitative dans la fig. 1. Les figs. 2 et 3 sont des diagrammes synthétiques qui montrent l'évolution des associations écologiques, ainsi que des changements de la végétation. Les diagrammes ont été obtenus d'après le nombre de *taxa* (macro et microfossiles) caractéristiques pour chaque ensemble (fig. 2). Pour dépasser des problèmes que posent des différences de représentativité des associations, on a élaboré le diagramme de la fig. 3, concernant (en pourcentage) les données de la fig. 2.



AGE ISOTOPIQUE (M.A.)													SÉRIES						
SÉRIES													ÉTAGES MARINS						
ZONES DE FORAMINIFÈRES													ÉTAGES CONTINENTAUX						
ZONES DE MAMMIFÈRES													LITHOSTRATIGRAPHIE						
LITHOSTRATIGRAPHIE													Région de Lisboa - Almada						
24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	<ul style="list-style-type: none"> ☐ Cf. <i>Lygodium</i> ☐ <i>Lygodium gaudinii</i> ☐ Selaginellaceae ☐ <i>Selaginella</i> ☐ Sphagnaceae ☐ <i>Sphagnum</i> ☐ <i>Incertae sedis</i> ☐ <i>Leiot. triangulus</i> ☐ <i>Mosekis. miocenicus</i> ☐ Abietaceae ☐ <i>Abies</i> ☐ <i>Cathaya</i> ☐ Cf. <i>Cedrus</i> ☐ <i>Keteleeria</i> ☐ <i>Picea</i> ☐ <i>Pinus diploxylon</i> ☐ <i>P. haploxylon</i> ☐ <i>P. taigana</i> ☐ <i>Pinus</i> sp. ☐ Cf. <i>Tsuga</i> ☐ Taxodiaceae ☐ <i>Sequoia langsdorffii</i> ☐ Cupressaceae ☐ Cf. <i>Juniperus</i>
24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	<ul style="list-style-type: none"> ☐ <i>Lonicera</i> ☐ Cf. <i>Sambucus</i> ☐ Caesalpiniaceae ☐ <i>Gleditschia oenhiingense</i> ☐ Celastraceae ☐ Cercidiphyllaceae ☐ <i>Cercidiphyllum crenatum</i> ☐ Cistaceae ☐ Combretaceae ☐ Cf. <i>Terminal. miocenic</i> ☐ Compositae ☐ Cornaceae ☐ <i>Cornus ribeiroanus</i> ☐ Cyperaceae ☐ Dipsacaceae ☐ <i>Scabiosa</i> ☐ Ebenaceae ☐ <i>Diospyros</i> ☐ Ephedraceae ☐ <i>Ephedra</i> ☐ Ericaceae ☐ Euphorbiaceae ☐ Fagaceae ☐ <i>Castanea (E.) atavia</i> ☐ <i>Castanea/Castanopsis</i>

AGE ISOTOPIQUE (M.A.)													SÉRIES						
SÉRIES													ÉTAGES MARINS						
ZONES DE FORAMINIFÈRES													ÉTAGES CONTINENTAUX						
ZONES DE MAMMIFÈRES													LITHOSTRATIGRAPHIE						
LITHOSTRATIGRAPHIE													Région de Lisboa - Almada						
24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	<ul style="list-style-type: none"> ☐ <i>Quercus</i> ☐ <i>Quercus suber</i> ☐ Graminae ☐ Hamamelidaceae ☐ Hydrocharitaceae ☐ <i>Stratiotes</i> ☐ <i>S. baltemorheimensis</i> ☐ Juglandaceae ☐ <i>Carya</i> ☐ <i>Engelhardtia</i> ☐ <i>E. orsbergensis</i> ☐ <i>Platycarya</i> ☐ <i>Pterocarya</i> ☐ Labiatae ☐ <i>Mentha</i> ☐ Lauraceae ☐ <i>Cinnamomum polymorphum</i> ☐ Linaceae ☐ <i>Linum</i> ☐ Magnoliaceae ☐ <i>Magnolia kristinae</i> ☐ <i>M. oedipa</i> ☐ Malvaceae ☐ Cf. <i>Thespesia</i>
24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	<ul style="list-style-type: none"> ☐ <i>Quercus</i> ☐ <i>Quercus suber</i> ☐ Graminae ☐ Hamamelidaceae ☐ Hydrocharitaceae ☐ <i>Stratiotes</i> ☐ <i>S. baltemorheimensis</i> ☐ Juglandaceae ☐ <i>Carya</i> ☐ <i>Engelhardtia</i> ☐ <i>E. orsbergensis</i> ☐ <i>Platycarya</i> ☐ <i>Pterocarya</i> ☐ Labiatae ☐ <i>Mentha</i> ☐ Lauraceae ☐ <i>Cinnamomum polymorphum</i> ☐ Linaceae ☐ <i>Linum</i> ☐ Magnoliaceae ☐ <i>Magnolia kristinae</i> ☐ <i>M. oedipa</i> ☐ Malvaceae ☐ Cf. <i>Thespesia</i>

AGE ISOTOPIQUE (M.A.)													SÉRIES						
SÉRIES													ÉTAGES MARINS						
ZONES DE FORAMINIFÈRES													ÉTAGES CONTINENTAUX						
ZONES DE MAMMIFÈRES													LITHOSTRATIGRAPHIE						
LITHOSTRATIGRAPHIE													Région de Lisboa - Almada						
24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	<ul style="list-style-type: none"> ☐ Aceraceae ☐ <i>Acer</i> ☐ <i>Acer</i> ☐ <i>Acer decipiens</i> ☐ <i>Acer tricuspidatum</i> ☐ Amaranthaceae/Chenopod ☐ Anacardiaceae ☐ <i>Rhus</i> ☐ Annonaceae ☐ <i>Annonoxylon teixeirae</i> ☐ Apocynaceae ☐ <i>Apocynophyl. longipes</i> ☐ Aquifoliaceae ☐ <i>Ilex</i> ☐ Araliaceae ☐ <i>Schefflera</i> ☐ Betulaceae ☐ <i>Alnus</i> ☐ <i>Carpinus cf. orientalis</i> ☐ <i>Corylus</i> ☐ Bombacaceae ☐ <i>Bombax</i> ☐ Buxaceae ☐ <i>Buxus</i> ☐ Caprifoliaceae
24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	<ul style="list-style-type: none"> ☐ Cf. <i>Quercus</i> ☐ <i>Quercus</i> ☐ <i>Quercus suber</i> ☐ Graminae ☐ Hamamelidaceae ☐ Hydrocharitaceae ☐ <i>Stratiotes</i> ☐ <i>S. baltemorheimensis</i> ☐ Juglandaceae ☐ <i>Carya</i> ☐ <i>Engelhardtia</i> ☐ <i>E. orsbergensis</i> ☐ <i>Platycarya</i> ☐ <i>Pterocarya</i> ☐ Labiatae ☐ <i>Mentha</i> ☐ Lauraceae ☐ <i>Cinnamomum polymorphum</i> ☐ Linaceae ☐ <i>Linum</i> ☐ Magnoliaceae ☐ <i>Magnolia kristinae</i> ☐ <i>M. oedipa</i> ☐ Malvaceae ☐ Cf. <i>Thespesia</i>

AGE ISOTOPIQUE (M.A.)													SÉRIES						
SÉRIES													ÉTAGES MARINS						
ZONES DE FORAMINIFÈRES													ÉTAGES CONTINENTAUX						
ZONES DE MAMMIFÈRES													LITHOSTRATIGRAPHIE						
LITHOSTRATIGRAPHIE													Région de Lisboa - Almada						
24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	<ul style="list-style-type: none"> ☐ Aceraceae ☐ <i>Acer</i> ☐ <i>Acer</i> ☐ <i>Acer decipiens</i> ☐ <i>Acer tricuspidatum</i> ☐ Amaranthaceae/Chenopod ☐ Anacardiaceae ☐ <i>Rhus</i> ☐ Annonaceae ☐ <i>Annonoxylon teixeirae</i> ☐ Apocynaceae ☐ <i>Apocynophyl. longipes</i> ☐ Aquifoliaceae ☐ <i>Ilex</i> ☐ Araliaceae ☐ <i>Schefflera</i> ☐ Betulaceae ☐ <i>Alnus</i> ☐ <i>Carpinus cf. orientalis</i> ☐ <i>Corylus</i> ☐ Bombacaceae ☐ <i>Bombax</i> ☐ Buxaceae ☐ <i>Buxus</i> ☐ Caprifoliaceae
24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	<ul style="list-style-type: none"> ☐ Cf. <i>Quercus</i> ☐ <i>Quercus</i> ☐ <i>Quercus suber</i> ☐ Graminae ☐ Hamamelidaceae ☐ Hydrocharitaceae ☐ <i>Stratiotes</i> ☐ <i>S. baltemorheimensis</i> ☐ Juglandaceae ☐ <i>Carya</i> ☐ <i>Engelhardtia</i> ☐ <i>E. orsbergensis</i> ☐ <i>Platycarya</i> ☐ <i>Pterocarya</i> ☐ Labiatae ☐ <i>Mentha</i> ☐ Lauraceae ☐ <i>Cinnamomum polymorphum</i> ☐ Linaceae ☐ <i>Linum</i> ☐ Magnoliaceae ☐ <i>Magnolia kristinae</i> ☐ <i>M. oedipa</i> ☐ Malvaceae ☐ Cf. <i>Thespesia</i>

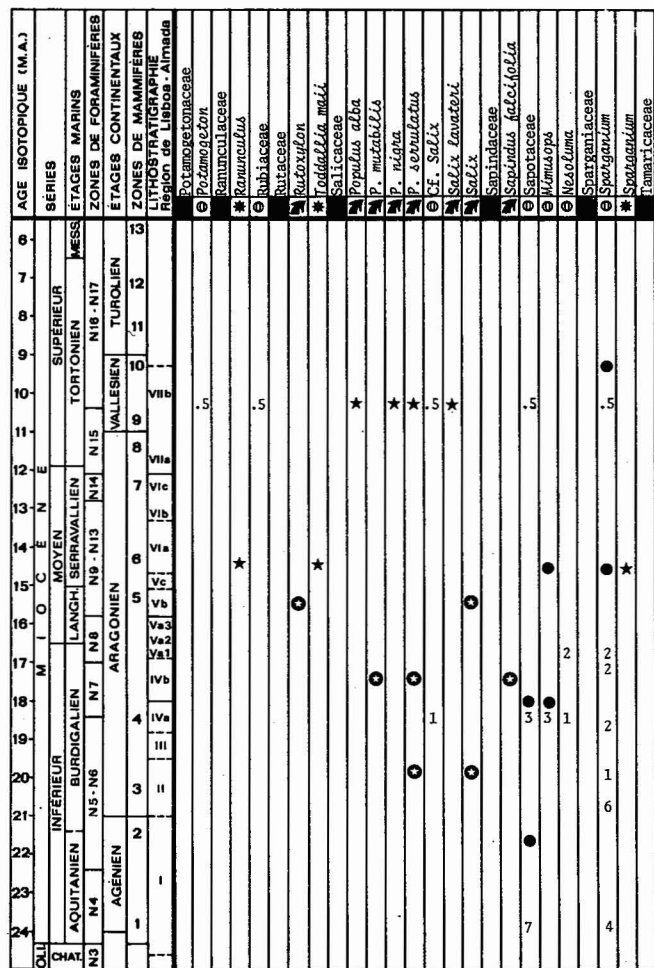
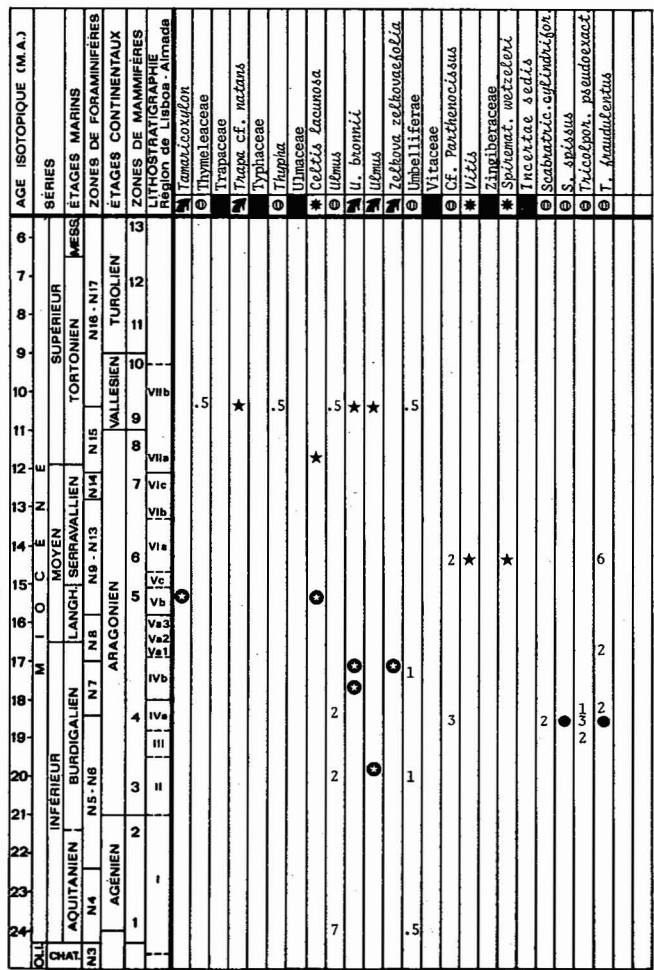
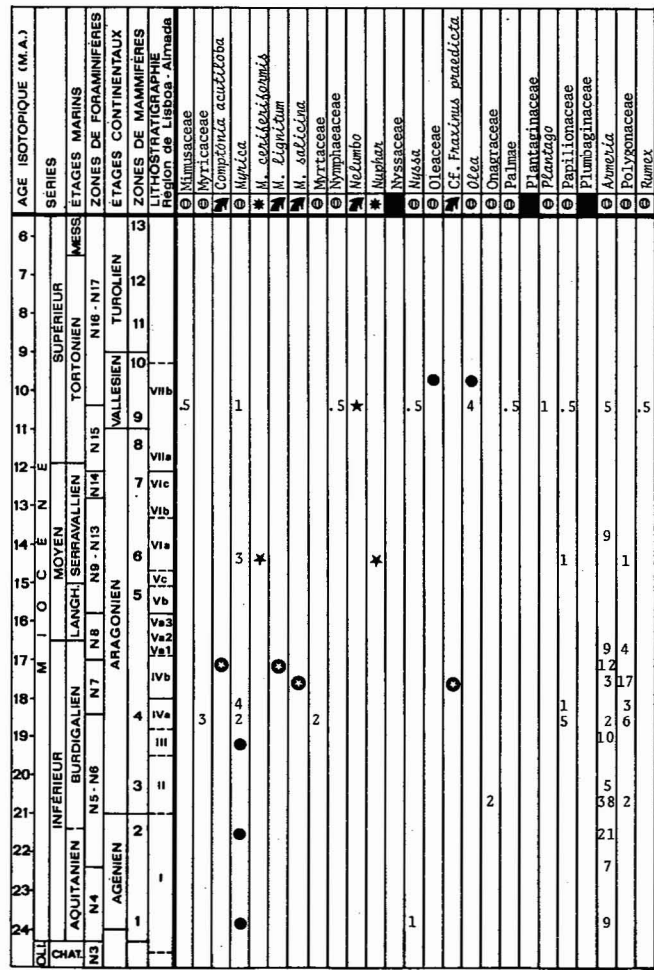


Fig. 1 — Distribution stratigraphique quantitative des taxa (pourcentage maximale des palynomorphes observés)

- △ — Spores
- ⊗ — Pollens de Gimnospermes
- ⊙ — Pollens de Angiospermes
- ⚡ — Macrorestes
- * — Graines
- — Pourcentage des sporomorphes inférieur à 0.5 % ou sans signification statistique.
- ⊕ — Macrorestes de la région de Lisboa-Almada
- ★ — Macrorestes de l'intérieur du bassin (Ribatejo).

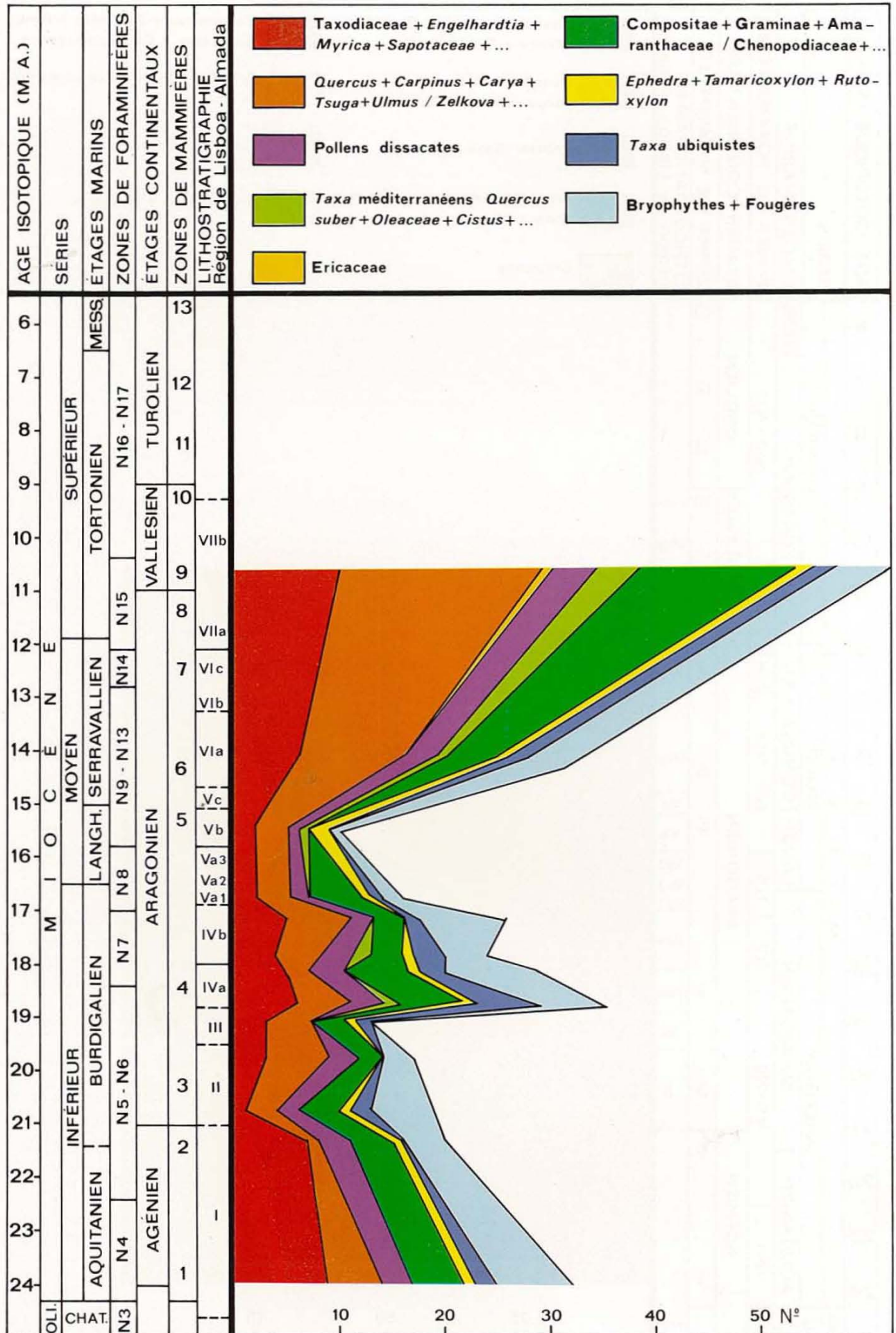


Fig. 2

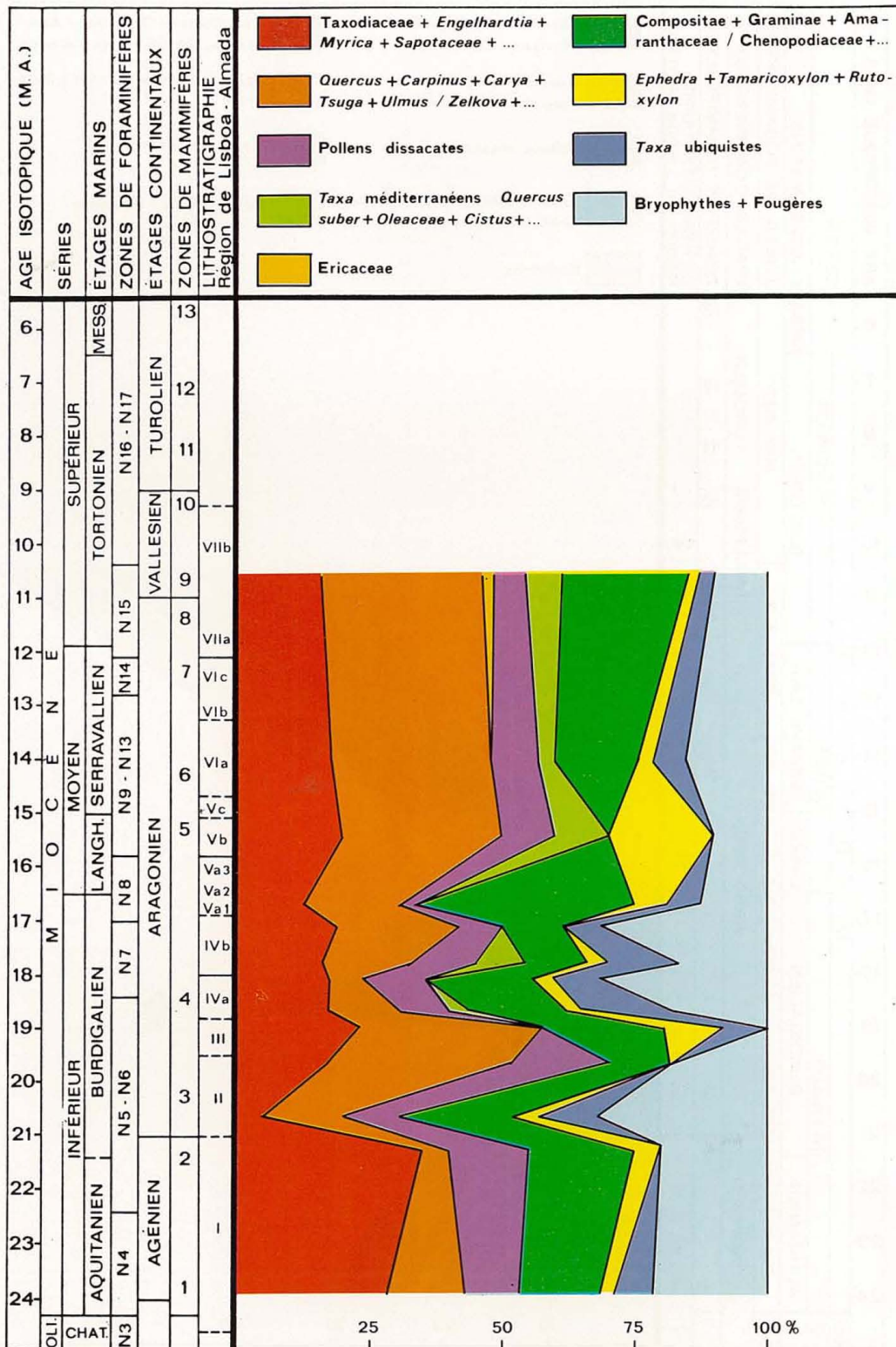


Fig. 3

Pendant l'Aquitainien (division I) prédominaient les plantes de climat tropical et sous-tropical: *Magnolia*, *Bombax*, Sapotaceae, Araliaceae et *Nyssa* sont communes, ainsi que *Pterocarya*. Sont particulièrement bien représentées des formes de forêt de plaine ou de basse montagne (*Quercus*, *Ulmus*, *Platycarya*). *Ephedra* est commune dans les niveaux les plus bas; peu après elle devient rare.

En général, les fougères (*Pteris*, Schizeaceae, Polypodiaceae) sont fréquentes, notamment à la partie inférieure. Ces formes deviennent plus rares au Burdigalien inférieur, encore que *Engelhardtia* et les Hamamelidacées soient plus fréquentes. Parmi les macrorrestes prédominant des plantes à feuilles à bord entier (*Magnolia*). La forêt était de type mesophytique mixte et le climat sous-tropical, un peu moins humide qu'avant.

Peu après (div. III), *Bombax* et *Myrica* deviennent plus communes, ainsi que *Quercus* et *Alnus*. Le climat est, à nouveau, un peu plus chaud et humide. Ce début de réchauffement a continué pendant de Burdigalien moyen (div. IVa). Les spores sont devenues particulièrement fréquentes (Bryophytes, Polypodiaceae, Pteridaceae, Gleicheniaceae, Schizeaceae). Les Gymnospermes sont plus rares qu'au début du Burdigalien. Par contre, les Angiospermes sont très abondantes; *Bombax* et Sapotaceae atteignent leur apogée. *Engelhardtia*, *Myrica*, Araliaceae, *Diospyros*, ainsi que *Alnus*, *Corylus* et *Castanea/Castanopsis* sont bien représentées. Le climat devait être assez chaud et humide, peut-être tropical.

Au Burdigalien supérieur (div. IVb) la végétation est, d'abord, riche en essences sous-tropicales et tempérées

(*Populus*, *Salix*, *Quercus*, *Ulmus*, *Zelkova*, *Acer*, *Sapindus*, *Magnolia*). Sapotaceae et Lauraceae sont très rares.

Au Burdigalien terminal, cette flore a été substituée par une autre plus chaude et humide à *Engelhardtia* et Sapotaceae. *Castanea/Castanopsis* et *Quercus* sont communes.

Au Langhien (div. Vb), la végétation est dominée par des formes sous-tropicales et tempérées. On trouve les dernières *Magnolia*. Des *Terminalia* suggèrent l'existence de forêt galerie. Sont fréquents des bois de *Rutoxylon* à structure traumatique, indiquant un changement soudain des conditions d'environnement. Ces bois ainsi que l'existence de *Tamaricoxylon* et la physiognomie foliaire, indiquent un climat assez chaud et très sec.

Ces conditions ont changé rapidement. Au Serravallien (div. VIa), les formes tropicales humides sont communes (*Toddalia*, *Spirematospermum*, Sapotaceae); elles sont associées à des plantes aquatiques ou vivant sur les rivages (*Taxodium*, *Nuphar*, *Sparganium*, *Stratiotes*, *Alnus*, *Myrica*). Le climat était plus frais et beaucoup plus humide qu'avant.

Au Tortonien inférieur à moyen (div. VIIa + VIIb), près de la mer, la végétation semble avoir été dominée par des formes plus tempérées (Oleacées, *Quercus*, *Ilex*, Umbelliferae, *Salix*), malgré l'existence de *Engelhardtia* et *Myrica*. À l'arrière-pays prédominaient des plantes de forêt tempérée (*Populus*, *Salix*, *Carpinus*, *Castanea*, *Quercus*, *Ulmus*, *Acer*). Le climat était un peu sec, à saisons contrastées. Les rares Lauraceae et Annonaceae peuvent représenter des reliques de flores plus anciennes. Dans l'état actuel des connaissances, ceux-ci sont les derniers niveaux du Miocène portugais ayant livré des restes de végétaux.

BIBLIOGRAPHIE

- ANTUNES, M. T. & PAIS, J. (1983) — *Climate during Miocene in Portugal and its evolution*. Paléobiologie Continentale, Montpellier, vol. XIV, n.º 2, pp. 75-89.
- BERGOUNIOUX, F. M.; ZBYSZEWSKI, G. & CROUZEL, F. (1953) — *Les mastodontes miocènes du Portugal*. Mem. Serv. Geol. Portugal, Lisboa, n.º 1 (n.s.), 139 p., pl.
- HEER, O. (1881) — *Contributions à la flore fossile du Portugal*. Section Trav. Géol. Portugal, Lisbonne, 1.ªre partie, pp. I-XIV; 2.ªre partie, pp. 1-51, pl. A-XXVIII.
- NUNES, A. P. (1985) — *Contribuição para o estudo palinológico das camadas de Foz do Rego*. Relatório de estágio Lic. em Geologia, Universidade de Lisboa, 133 p., 12 pl.
- PAIS, J. (1972) — *Fósseis de Quercus suber L. provenientes de formações cenozoicas continentais do Alentejo*. Bol. Mus. Min. Geol. Fac. Ciênc. Lisboa, vol. 13 (1), pp. 35-41, 3 figs., 6 est.
- (1973a) — *Vegetais fósseis de Ponte de Sor*. Bol. Soc. Geol. Portugal, Lisboa, vol. XVIII, pp. 123-135, 2 figs., 4 est.
- (1973b) — *Sur un bois d'Annonaceae tertiaire du Portugal: Annonoxylon teixeirae n. sp.* Bol. Soc. Geol. Portugal, Lisboa, vol. XVIII, pp. 171-178, pl. I-II.
- (1978) — *Contributions à la paléontologie du Miocène moyen continental du bassin du Tage. V — Les végétaux de Póvoa de Santarém (note préliminaire)*. Ciências da Terra (UNL), Lisboa, n.º 4, pp. 103-108.
- (1979) — *La végétation de la basse vallée du Tage (Portugal) au Miocène*. Ann. Geol. Pays Hell., Athènes, vol. hors série, fasc. II, pp. 933-942.
- (1981) — *Contribuição para o conhecimento da vegetação miocénica da parte ocidental da bacia do Tejo*. Tese, Universidade Nova de Lisboa, 328 p., 63 figs., 31 est.
- TEIXEIRA, C. (1946) — *Revisão da flora fóssil de Azambuja*. Bol. Mus. Lab. Min. Geol. Univ. Lisboa, n.º 14, 4.ª série., pp. 121-134, 7 pl.
- (1947a) — *Note sur une pomme de pin du Miocène de Lisbonne*. Com. Serv. Geol. Portugal, Lisboa, vol. XXVIII, pp. 129-132, 5 pl.
- (1947b) — *Flora de S.ª da Saúde, Santarém*. Com. Serv. Geol. Portugal, Lisboa, pp. 145-147, pl. I-III.
- (1948) — *Flora fóssil de Archino (Alenquer)*. Bol. Soc. Port. Ciênc. Nat., Lisboa, vol. XVI, fasc. 1, pp. 71-74, 4 pl.
- (1952) — *Flora fóssil das argilas de Vale de Carros (Alpiarça)*. Com. Serv. Geol. Portugal, Lisboa, t. XXXIII, pp. 11-14, pl. I-II.
- (1953) — *Quelques cônes de pin fossiles du Miocène portugais*. Bol. Soc. Geol. Portugal, Lisboa, vol. XVIII, pp. 151-154, pl. I-IV.
- TEIXEIRA, C. & PAIS, J. (1976) — *Introdução à paleobotânica. As grandes fases da evolução dos vegetais*. Ed. autores, 210 p., 69 figs., 11 quad.
- ZBYSZEWSKI, G. & FERREIRA, O. V. (1968) — *Notícia Explicativa da Carta Geológica de Portugal na escala 1:50 000, folha 35C — Santo Isidro de Pegões*. Serv. Geol. Portugal, Lisboa, pp. 5-23.