

# Les flores du bassin lacustre de Rubielos de Mora. Nouvelles données sur les conditions climatiques au Miocène inférieur dans la région de Teruel (Espagne)

*The flora of the Rubielos de Mora lacustrine basin: climatic conditions during the Lower Miocene in the Teruel region (Spain)*

Paul Roiron<sup>a</sup>, Javier Ferrer<sup>b</sup>, Eladio Liñan<sup>b</sup>, Cristóbal Rubio<sup>b</sup>, José-Bienvenido Diez<sup>c</sup>, Speranta Popescu<sup>d</sup>, Jean-Pierre Suc<sup>e</sup>

<sup>a</sup> Upresa 5059, Institut de botanique, 163, rue A.-Broussonet, 34090 Montpellier, France

<sup>b</sup> Area de Paleontología, Departamento de Ciencias de la Tierra, Universidad de Zaragoza, 50009 Zaragoza, Espagne

<sup>c</sup> Universidade de Evora, Apartado 94, 7001 Evora codex, Portugal

<sup>d</sup> UFR des sciences de la Terre, université Lyon-1, 27-43, bd du 11-Novembre-1918, 69622 Villeurbanne cedex, France

<sup>e</sup> Centre de paléontologie stratigraphique et paléoécologie (ERS 2042 CNRS), université Lyon-1, 27-43, bd du 11-Novembre-1918, 69622 Villeurbanne cedex, France

(Reçu le 23 août 1999, accepté après révision le 8 novembre 1999)

**Abstract** — The stratigraphic and floristic studies of two sections in the lacustrine deposits of the Miocene basin of Rubielos de Mora increase our knowledge of palaeoenvironmental and palaeoclimatic conditions and specify the biochronology of these sites. The lowlands are inhabited by a swampy, or lacustrine, vegetation (*Botryococcus*, *Sparganium*, *Potamogeton*, Taxodiaceae, *Myrica*, *Nyssa*...), whereas the uplands are covered by a *Zelkova* mesophilous forest with other temperate elements (*Acer*, *Betula*, *Carya*...). The scarcity of thermophilous taxa in this vegetation indicates that the climatic conditions were not the warmest in the Miocene. The rodents faunas of this basin suggest a Ramblian–basal Aragonian age (Lower Miocene). (© 1999 Académie des sciences / Éditions scientifiques et médicales Elsevier SAS.)

**stratigraphy / leaf flora / pollen flora / lacustrine basin / palaeoclimate / biochronology / Lower Miocene–Ramblian / Lower Aragonian / Rubielos de Mora (Teruel, Spain)**

**Résumé** — De nouvelles études stratigraphiques et floristiques des sédiments lacustres du bassin miocène de Rubielos de Mora permettent de caractériser le paléoenvironnement et le paléoclimat et de préciser la biochronologie des sites. Un milieu palustre, riche en plantes aquatiques et en Taxodiacées, occupait les dépressions, tandis que les zones exondées étaient couvertes d'une forêt mésophile dominée par *Zelkova* avec d'autres éléments tempérés (*Acer*, *Betula*, *Carya*...). La faible présence de taxons thermophiles montre que cette végétation ne correspond pas à la phase la plus chaude du Miocène. Les faunes de rongeurs de sites associés indiquent un âge Ramblien–Aragonien basal (Miocène inférieur). (© 1999 Académie des sciences / Éditions scientifiques et médicales Elsevier SAS.)

**stratigraphie / feuilles / pollen / bassin lacustre / paléoclimat / biochronologie / Miocène inférieur / Ramblien / Aragonien inférieur / Rubielos de Mora (Teruel, Espagne)**

Note présentée par Édouard Boureau.

\* Correspondance et tirés à part.  
roiron@crit.univ-montp2.fr

## Abridged version

The continental Miocene sediments of Rubielos de Mora are known for their rich fauna (rodents and other mammalians, amphibians, crustaceans, insects, arachnida...) and flora (De Bruijn and Moltzer, 1974; Martínez-Delclòs et al., 1991; Montoya et al., 1996).

The in-filling of the 'Cuenca de Rubielos de Mora' is formed by Lower–Middle Miocene deposits. This basin, elongated in the ENE–WSW direction, with an altitude of 950–1 000 m, is limited and crossed by NW–SE and NE–SW normal faults, giving the region a mosaic aspect (Godoy et al., 1986). Therefore, the correlation between the different fossil localities is difficult to achieve and the floristic remains of each of them should be studied separately.

The subject of this paper is the stratigraphic and floristic study of two sites, Barranco de Alto Ballester and Río Estrecho, the latter being totally new (*figure 1*).

## Stratigraphy

The Miocene lacustrine basin of Rubielos de Mora is divided into three sedimentary units (A, B, C, *figure 2*), the upper being the most fossiliferous (Anadón et al., 1988). The lower formation (ca. 300 m) consists of sands with ferruginous nodules and breccic levels. The middle formation (ca. 150 m) is composed of limestone layers with clays or marls intercalations and sometimes lignite beds. The upper formation (more than 300 m) consists of marls and lutites, with occasional limestone or sandy intercalations. Some breccia beds can be discerned in the border facies (Godoy et al., 1986). The sections of Río Estrecho and Barranco de Alto Ballester belong to this unit, which contains most of the flora and fauna remains.

These two sites, whose leaf and pollen floras are studied here, are plotted in the synthetic section (*figure 2*), with the faunal localities RM1 and RM2 (De Bruijn and Moltzer, 1974).

## Flora and vegetation

More than 600 samples of leaf remains (and sometimes shoots, fruits or seeds) with preserved organic matter were collected in the two sites. There are no notable differences between the flora from the two sites, even if that of Río Estrecho seems to be less rich (*table 1*).

The identified taxa show a varied macroflora with subtropical (Taxodiaceae, *Comptonia*, *Lomatites*, *Myrica*, *Daphnogene*...) and temperate (*Pinus*, *Alnus*, *Betula*, *Carya*, *Ulmus*, *Zelkova*, *Populus*, *Acer*...) elements. There are also Monocotyledon leaves and one or more aquatic species, characterized by fine tangled filaments (*Potamogeton*?). The marsh (Taxodiaceae, *Myrica*) or riparian (*Alnus*, *Populus*) species should live in or near the lacustrine basin, while the others elements should belong to a deciduous forest on exonded soils and slopes.

The two pollen spectra contain 43 taxa (*table 2*). The swamp (Taxodiaceae, *Myrica*, *Nyssa*, *Cephalanthus*, *Populus*, *Salix*) and aquatic (*Potamogeton*, *Sparganium*, *Botryococcus*) elements are frequent. Other subtropical (Taxodiaceae, *Distylium*, *Engelhardia*, *Platycarya*, Sapotaceae, *Symplocos*) and temperate (*Pinus*, *Acer*, *Carya*, *Nyssa* cf. *aquatica*, *Ulmus*, *Zelkova*, *Quercus*, etc.) taxa are identified.

The pollen and leaf floras are very similar and show the local environment of the sedimentary basin. Few altitudinal (*Abies*, *Cathaya*, *Pinus p. p.*) and xerophytic elements (*Ceratonia*, *Olea*, *Phillyrea*, *Microtropis fallax*, *Artemisia*) are also present in the pollen flora.

## Palaeoenvironment and palaeoclimate

The Miocene rodent faunas of the Calatayud–Teruel basin gives evidence of a succession of dry and humid periods during the Ramblian–Aragonian stage, in relation with temperature variations (Daams and Van der Meulen, 1984). In the Rubielos de Mora basin, the fauna of both RM1 and RM2 (*figure 1*) indicate a humid forest environment. Frogs and other batracians remains, as well as rodents of moist biotopes, attest the presence of swamps or lacustrine zones. Nevertheless some open zones should be occupied by Gliridae (De Bruijn and Moltzer, 1974).

The Oligocene flora of Cervera (Bataller and Depape, 1950; Depape and Brice, 1965; Sanz de Siria, 1992) and of Sarreal (Fernández-Marrón, 1973), as well as the Burdigalian floras of the Balearic islands (Arènes and Depape, 1956) and of Martorell (Sanz de Siria, 1981) are still rich in thermophilous taxa (Palmae, Lauraceae, Proteaceae...), indicating warm tropical conditions. In the Lower–Middle Miocene, these megatherm taxa nearly disappear in the Rubielos de Mora basin, which has an altitude close to mountains over 1 300 m high. However, the arboreal Mediterranean xerophytic taxa did not appear as in the Lower Pliocene flora of the area surrounding Barcelona (Almera, 1907; Sanz de Siria, 1983).

The flora of Rubielos characterizes a mesophilous forest vegetation growing under warm to warm-temperate and humid climatic conditions. This is not in contradiction with the dry-season tropical climate of the littoral plains of the northwestern Mediterranean region during the Burdigalian–Langhian (Bessedik, 1985). The mountaneous area of Rubielos de Mora should have been characterized by the existence of greater precipitation and cloudiness than the lowlands.

The pollen flora of Rubielos is close to the Upper Burdigalian floras of Thézan-lès-Béziers and Lospignan II in Languedoc (Bessedik, 1984, 1985). During the Aquitanian and the Burdigalian, the megathermic elements are only weakly represented in the microfloras of the northwestern Mediterranean region, and they become very abundant during the Langhian (Sapotaceae, tropical *Buxus*, Tiliaceae...). The flora of Rubielos takes place in the temperate phase, which characterized the greater part of the Burdigalian of the northwestern Mediterranean region before the Langhian thermic maximum (Bessedik, 1985).

A detailed stratigraphic study of the whole basin is in progress and the comparison of the macroflora with the pollen diagram of the section of Río Estrecho should allow

us to observe the evolution of the vegetation during the course of time.

## 1. Introduction

Le bassin tertiaire de Rubielos de Mora est bien connu des géologues et des paléontologues, en particulier pour sa richesse en micro- et macromammifères, mais aussi pour sa faune d'Amphibiens, de Crustacés, d'Insectes, d'Arachnides et pour sa flore (De Bruijn et Moltzer, 1974 ; Martínez-Delclòs et al., 1991 ; Montoya et al., 1996).

Le remplissage de la « Cuenca de Rubielos de Mora » est constitué par des dépôts du Miocène inférieur-moyen. Cette cuvette allongée, de direction ENE–WSW, d'altitude moyenne comprise entre 950 et 1 000 m, est limitée et traversée par des failles normales regroupées selon des systèmes de direction NW–SE et NE–SW, qui confèrent à la région un aspect caractéristique de mosaïque de blocs (Godoy et al., 1986). Aussi, les différents gisements apparaissent-ils dispersés et sans continuité verticale, ce qui rend difficile leur corrélation et nécessite des études séparées de chacun des affleurements. Les faunes de mammifères ont permis d'attribuer aux argiles lacustres fossilifères un âge Ramblien–Aragonien inférieur (corrélé au Burdigalien marin : 18 Ma environ).

Une première collection, riche d'environ 300 spécimens récoltés il y a plusieurs années par l'un d'entre nous (J. Ferrer), conservée au laboratoire de paléobotanique de l'université de Saragosse, a été répertoriée et étudiée.

Nous avons d'autre part réalisé de nouveaux échantillonnages de mai 1997 à mai 1999 (récolte d'environ 300 spécimens supplémentaires) dans la coupe de Barranco de Alto Ballester et dans le nouveau site de Río Estrecho (figure 1).

Deux échantillons de sédiment prélevés dans les niveaux à feuilles de Barranco de Alto Ballester et Río Estrecho se sont révélés très riches en pollen. Les résultats palynologiques permettent de comparer les deux approches floristiques.

## 2. Stratigraphie

Le bassin lacustre miocène de Rubielos de Mora se divise principalement en trois unités sédimentaires (A, B et C), l'unité supérieure (C) étant la plus fossilifère (Anadón et al., 1988) (figure 2). Ces unités sont formées par divers faciès (dépôts fluviaux ou deltaïques, brèches, marnes lacustres). La puissance de ces unités varie, selon que l'on se situe dans la partie orientale (faciès de bordure) ou occidentale (faciès centraux) du bassin.

L'unité inférieure A (environ 300 m) est formée par des sables jaunes, généralement massifs, avec des nodules ferrugineux et des niveaux bréchiques. Dans la zone la plus orientale du bassin, les sables sont plus argileux et de couleur brun-rouge.

L'unité intermédiaire B (environ 150 m) est constituée surtout par des calcaires en strates de faible puissance, par des intercalations d'argiles et de marnes grises, et occasionnellement par des lignites.

L'unité supérieure C (plus de 300 m) est formée principalement par des lutites et des marnes, avec des intercalations sporadiques de calcaires et de sables ou de brèches dans le faciès de bordure (Godoy et al., 1986). C'est dans cette unité que se sont fossilisés des restes de plantes (Hernández-Sampelayo et Cincunegui, 1926 ; Fernández-Marrón et Álvarez-Ramis, 1988 ; Álvarez-Ramis et Fernández-Marrón, 1994 ; Barrón 1997), d'arthropodes (Martínez-Delclòs et al., 1991 ; Peñalver, 1998), de mollusques et de vertébrés amphibiens (Sanchiz, 1977), mammifères (De Bruijn et Moltzer, 1974 ; López Martínez, 1977 ; Montoya et al., 1996) ainsi que des dents de poissons, observées récemment par certains d'entre nous. Les affleurements de Río Estrecho et Barranco de Alto Ballester font partie de cette unité supérieure (figure 2).

La position relative des sites de Río Estrecho et Barranco de Alto Ballester, dont la flore est étudiée dans ce travail, a été indiquée sur la coupe synthétique de la

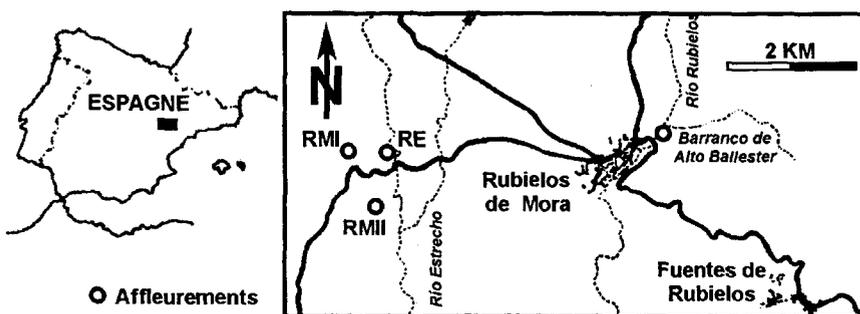
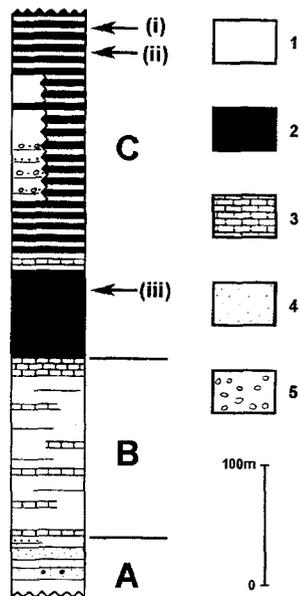


Figure 1. Carte de situation des affleurements de Rubielos de Mora. RE : Río Estrecho ; RMI : Rubielos de Mora I ; RMII : Rubielos de Mora II, Barranco de Alto Ballester.

Location map of the sections of Rubielos de Mora.



**Figure 2.** Colonne stratigraphique générale du bassin miocène de Rubielos de Mora, avec la position approximative des gisements (d'après Anadón et al., 1988, modifié). A : unité inférieure ; B : unité intermédiaire ; C : unité supérieure. 1 : lutites massives ; 2 : lutites laminées ; 3 : calcaires ; 4 : sables ; 5 : conglomérat. i) Rubielos de Mora II ; ii) Rubielos de Mora I et Río Estrecho ; iii) Barranco de Alto Ballester.

Schematic stratigraphy of the Miocene basin from Rubielos de Mora with approximate location of the sampling outcrops (after Anadón et al., 1988, amended). A: lower unit; B: middle unit; C: upper unit. 1: thick lutites; 2: laminate lutites; 3: limestone; 4: sands, 5: conglomerates.

figure 2, de même que les gisements à faune appelés traditionnellement RM1 et RM2 (De Bruijn et Moltzer, 1974).

### 3. Âge

Les faunes de Rubielos de Mora récoltées dans les différents gisements ont été étudiées par divers auteurs qui les ont utilisées comme localités de référence biochronologique (Crusafont-Pairó et al., 1966 ; De Bruijn et Moltzer, 1974 ; Daams, 1976 ; López Martínez, 1977, 1989).

La faune récoltée dans la même unité stratigraphique que la flore de Río Estrecho (RM1) est essentiellement composée d'ossements de grands mammifères et d'oiseaux (Crusafont-Pairó et al., 1966). La présence de restes de Lagomorphes permettrait de corréler cette faune à la zone MN3, correspondant au Ramblen (López Martínez, 1989).

La composition et le degré d'évolution de la faune de rongeurs de Rubielos de Mora 2 (RM2), située stratigraphiquement au-dessus de la localité RM1 (De Bruijn et Moltzer, 1974), la placeraient plutôt dans la zone MN4, à la base de l'Aragonien (Álvarez-Sierra, 1987, López Martínez, 1989).

La présence de dents de *Neocometes* à Rubielos de Mora (RM2), ainsi que dans des sites karstiques du Roussillon (Sud de la France) attribués à la zone MN3, remet en cause l'utilisation de ce genre comme marqueur de la zone MN4 (Aguilar et al., 1997). Ces différents éléments faunistiques semblent concorder pour corréler les niveaux à flore de Río Estrecho avec la zone MN3. L'âge le plus récent de ce dépôt ne pourrait alors excéder la limite MN3/MN4 (Ramblen supérieur-Aragonien inférieur).

## 4. Flore et végétation

Ce travail fait suite aux études préliminaires de la flore fossile du bassin de Rubielos de Mora. Les premiers travaux concernant la comparaison entre les macrorestes et les pollens avaient montré la présence de Taxodiaceae, Pinaceae, Myricaceae, ainsi que de quelques genres de ligneux caducifoliés, comme *Betula*, *Zelkova*, *Populus*, *Salix*, *Carya*, *Acer...* (Fernández-Marrón et Álvarez-Ramis, 1988 ; Álvarez-Ramis et Fernández-Marrón, 1994).

D'autres sites de ce même bassin (Barranco Casas, Aguarroya, Alto de la Venta, Río Rubielos et Porpol) ont été échantillonnés et ont fait l'objet d'une étude préliminaire des flores foliaire et pollinique (Barrón, 1997). Parmi les pollens, dont les comptages ne sont pas indiqués, les genres *Pinus*, *Carya* et *Ulmus-Zelkova* seraient les plus fréquents. Outre la végétation marécageuse ou lacustre (*Potamogeton*, Sparganiaceae-Typhaceae, *Myrica*) et la forêt caducifoliée avoisinante (Juglandaceae, Ulmaceae, Aceraceae), les autres taxons traduiraient une végétation subtropicale à tempérée-chaude, adaptée à une période sèche (Ephedraceae, Ericaceae, Rosaceae, Buxaceae, Poaceae).

### 4.1. La flore foliaire

Les nombreux échantillons que nous avons récoltés ont été fossilisés dans un sédiment généralement argileux et laminé. La plupart des spécimens sont sous forme de compressions (avec matière organique), mais l'état de conservation n'est pas toujours excellent. Certains ont été vernis et photographiés ou dessinés avec un stéréomicroscope.

Les spécimens les mieux conservés ont été décrits, puis identifiés, par comparaison avec les feuilles d'autres taxons néogènes et actuels. Il n'y a pas de différence fondamentale entre les flores des deux sites, même si celle de Río Estrecho paraît moins riche pour l'instant (tableau 1).

Les taxons identifiés témoignent d'une macroflore diversifiée qui contient à la fois des éléments subtropicaux (Taxodiaceae, *Comptonia*, *Lomatites*, *Myrica*, *Daphnogene...*) et des éléments tempérés (*Pinus*, *Alnus*, *Betula*, *Carya*, *Ulmus*, *Zelkova*, *Populus*, *Acer...*). On peut noter aussi la présence de feuilles de Monocotylédones (Poa-

**Tableau I. Macroflore de Barranco de Alto Ballester et Río Estrecho.**

Macroflora of Barranco de Alto Ballester and Río Estrecho.

Taxons	Barranco de Alto Ballester	Río Estrecho
<i>Glyptostrobus europaeus</i>	*	*
<i>Sequoia langsdorfii</i>	*	
<i>Taxodium dubium</i>	*	
<i>Thuja</i> sp.	*	*
<i>Calocedrus</i> aff. <i>decurrens</i>	*	*
<i>Pinus</i> sp.	*	*
cf. <i>Daphnogene</i>	*	
<i>Ulmus</i> cf. <i>campestris</i>	*	
<i>Zelkova zelkovifolia</i>	*	*
<i>Comptonia oeningensis</i>	*	
<i>Myrica lignitum</i>	*	*
<i>Betula insignis</i>	*	
<i>Alnus julianaeformis</i>	*	
<i>Carya minor</i>	*	*
<i>Sorbus</i> cf. <i>aucuparia</i>	*	
<i>Populus</i> cf. <i>tremula</i>	*	*
<i>Lomatites aquensis</i>	*	
cf. <i>Quercus rhenana</i>	*	
<i>Acer</i> sp. aff. <i>A. heldreichii</i>	*	*
<i>Acer tricuspidatum</i>	*	*
Apiaceae		*
cf. <i>Potamogeton</i>	*	*
Graminae ou Cyperaceae	*	*

ceae ou Cyperaceae) et d'une ou plusieurs espèces aquatiques, sous la forme de fins filaments enchevêtrés (*Potamogeton* ?).

#### 4.2. La flore pollinique

La flore pollinique obtenue sur deux échantillons compte 43 taxons (tableau II), les concentrations sont élevées (8 175 grains de pollen par gramme pour l'échantillon RE et 44 662 grains de pollen par gramme pour l'échantillon de Barranco de Alto Ballester). Les éléments palustres (*Taxodiaceae*, *Myrica*, *Nyssa*, *Cephalanthus*, *Populus*, *Salix*) et aquatiques (*Potamogeton*, *Sparganium*, colonies algaires de *Botryococcus*) sont fréquents. Une forêt caducifoliée devait occuper les terrains moins humides, elle devait être riche en Juglandaceae (*Carya*, *Engelhardia* et *Platycarya*) et Ulmaceae (*Ulmus* et *Zelkova*). Les taxons subtropicaux (*Taxodiaceae*, *Distylium*, *Engelhardia*, *Platycarya*, *Sapotaceae*, *Symplocos*) et tempérés (*Pinus*, *Acer*, *Carya*, *Nyssa* cf. *aquatica*, *Ulmus*, *Zelkova*, *Quercus*, etc.) prédominent. La flore pollinique et la macroflore foliaire sont très similaires et traduisent l'environnement assez immédiat du milieu de sédimentation. La flore pollinique livre, en outre, quelques éléments d'altitude (*Abies*, *Cathaya*, *Pi-*

*nus* p. p.) et des taxons affectionnant une saison sèche (*Ceratonia*, *Olea*, *Phillyrea*, *Microtropis fallax*, *Artemisia*).

## 5. Paléoenvironnement et paléoclimatologie

L'utilisation de l'écologie des espèces actuelles analogues pour l'interprétation des flores et des faunes fossiles, permet d'obtenir des informations sur les divers milieux dans lesquels vivaient ces plantes et ces animaux. Par ailleurs, la présence, plus ou moins importante, de groupements végétaux thermophiles, mésophiles ou orophiles, de même que celle de rongeurs de climat chaud, tempéré ou frais dans les sites de Rubielos de Mora, donne une idée du climat qui régnait sur la région au moment du dépôt. Des précisions chronologiques peuvent être apportées par la composition ou le degré d'évolution des faunes de rongeurs et par la comparaison avec les courbes des variations de températures et d'humidité du Miocène inférieur et moyen dans le bassin de Calatayud-Teruel (Daams et van der Meulen, 1984 ; Daams et al., 1988 ; Van der Meulen et Daams, 1992 ; Calvo et al., 1993 ; Krijgsman et al., 1994 ; Daams et al., 1999).

### 5.1. Les faunes

Une étude portant sur de nombreuses faunes de rongeurs miocènes du bassin de Calatayud-Teruel (Daams et Van der Meulen, 1984) a permis de mettre en évidence une succession de périodes sèches et humides au cours du Ramblien et de l'Aragonien, en relation avec une courbe des variations de températures. Dans le bassin de Rubielos, plusieurs gisements à grands mammifères et à rongeurs ont été étudiés (Crusafont-Pairó et al., 1966 ; De Bruijn et Moltzer, 1974 ; López Martínez, 1977 ; Montoya et al., 1996). Bien que non stratigraphiquement corrélables, car situés de part et d'autre d'une faille, les sites RM1 et RM2 (figure 1) contiennent des faunes pratiquement semblables du point de vue paléoclimatologique. Le site de RM2, situé stratigraphiquement au moins 40 m au-dessus de RM1, a livré une faune de rongeurs caractérisant un milieu forestier humide. De nombreux restes de batraciens et de rongeurs de lieux humides confirment la présence de biotopes marécageux et lacustres avec, cependant, des zones plus ouvertes, occupées par les Gliridés (De Bruijn et Moltzer, 1974).

### 5.2. Les flores

Les flores oligocènes de Cervera (Bataller et Depape, 1950 ; Depape et Brice, 1965 ; Sanz de Siria, 1992) et de Sarreal (Fernández-Marrón, 1973), ainsi que les flores burdigaliennes des îles Baléares (Arènes et Depape, 1956) et de Martorell (Sanz de Siria, 1981), sont encore riches en espèces thermophiles (*Palmae*, *Lauraceae*, *Pro-*

**Tableau II. Microflore de Barranco de Alto Ballester et Río Estrecho.**

Microflora of Barranco de Alto Ballester and Río Estrecho.

	Barranco de Alto Ballester		Río Estrecho	
	Nombre	%	Nombre	%
<i>Abies</i>			1	0,21
Cupressaceae	2	0,6	4	0,86
<i>Cathaya</i>	3	0,91		
<i>Pinus</i> type <i>diplostellé</i>	50	15,24	139	29,89
<i>Pinus</i> type <i>haploxylon</i>			1	0,21
Taxodiaceae type 1	149	45,42	128	27,52
Taxodiaceae type 2 (grosses verrues) ( <i>Cryptomeria</i> ?)	24	7,31	6	1,29
<i>Acer</i>			5	1,07
<i>Ilex</i>	2	0,6		
Araliaceae (non <i>Hedera</i> )			2	0,43
Arecaceae			1	0,21
<i>Ceratonia</i>	1	0,3		
<i>Sambucus</i>	1	0,3		
<i>Microtropis fallax</i>	1	0,3		
Caesalpiniaceae ?			1	0,21
<i>Distylium</i>			2	0,43
Ericaceae			1	0,21
Euphorbiaceae type <i>Ricinus</i>	1	0,3	1	0,21
type <i>Castanea-Castanopsis</i>	1	0,3		
<i>Quercus</i> décidus	5	1,52	6	1,29
<i>Carya</i>	4	1,21	22	4,73
<i>Engelhardia</i>	5	1,52	15	3,22
<i>Platycarya</i>	3	0,91	11	2,36
<i>Myrica</i>	4	1,21	6	1,29
<i>Nyssa</i> cf. <i>aquatica</i>	9	2,74	4	0,86
<i>Nyssa</i> cf. <i>sinensis</i>	1	0,3		
<i>Olea</i>	9	2,74	10	2,15
<i>Phillyrea</i>			1	0,21
Cephalanthus ( <i>Rubiaceae</i> )			3	0,64
<i>Populus</i>	1	0,3	4	0,86
<i>Salix</i>	1	0,3	1	0,21
Sapotaceae	1	0,3	2	0,43
<i>Symplocos</i>			4	0,86
<i>Ulmus</i>	5	1,52	15	3,22
<i>Zelkova</i>	3	0,91	20	4,3
Apiaceae	1	0,3		
<i>Artemisia</i>	1	0,3		
<i>Centaurea</i>			1	0,21
Poaceae	5	1,52	10	2,15
<i>Potamogeton</i>	1	0,3	4	0,86
Rosaceae	1	0,3		
<i>Sparganium</i>			2	0,43
Grains indéterminés	6	1,82	5	1,07
Grains indéterminables	27	8,23	27	5,8
<b>Nombre total de grains de pollen</b>	<b>328</b>		<b>465</b>	
Spores monolètes	1	0,29		
Spores trilètes	3	0,87	3	0,63
Autres spores de Ptéridophytes	10	2,9	8	1,68
Spores de Bryophytes	2	0,58		
<b>Nombre total de grains de pollen et de spores</b>	<b>344</b>		<b>476</b>	
Colonies de <i>Botryococcus</i>	13		87	

teaceae...) et traduisent un climat tropical à subtropical. Au Miocène inférieur-moyen, ces taxons mégathermes ont pratiquement disparu du bassin de Rubielos de Mora qui, contrairement aux sites précédents, se trouve dans une région montagneuse, entouré par des sommets dépassant 1 300 m.

On ne voit pas pour autant apparaître dans la macroflore de Rubielos des espèces typiquement méditerranéennes, comme dans la flore du Pliocène inférieur des environs de Barcelone (Almera, 1907 ; Sanz de Siria, 1983). Cette flore ne devait donc pas vivre sous un climat sec. Elle caractérise une végétation forestière méso-

phile, se développant sous un climat chaud à tempéré-chaud et humide. Les espèces palustres (Taxodiaceae, *Myrica*) ou de ripisylve (*Alnus*, *Populus*) devaient vivre aux abords du bassin lacustre, tandis que les autres formaient une forêt caducifoliée ou mixte sur les sols exondés et sur les versants. Les espèces les plus xériques devaient se trouver dans des zones plus ouvertes et bien exposées. On peut noter, cependant, l'absence de la chênaie caducifoliée, comme dans la flore miocène de Buñol, qui ne contient pas non plus de *Zelkova* (Álvarez Ramis et Doubinger, 1981).

Si l'on se réfère aux travaux palynologiques de Bessedik (1984 et 1985) en Languedoc et Provence, il est évident que la flore pollinique obtenue à Rubielos de Mora se rapproche de celles de Thézan-lès-Béziers et de Lespignan II, qui datent du Burdigalien supérieur, à la différence près des conditions édaphiques. Ces microflores, comme celles de l'Aquitainien et du début du Burdigalien, comptent en petit nombre seulement les éléments tropicaux qui seront très abondants au Langhien (Sapotaceae, *Buxus* tropicaux, Tiliaceae, etc.) (Bessedik, 1985 ; Bessedik et Cabrera, 1985). Ces éléments méga-thermes étaient toutefois un peu plus fréquents au début de l'Aquitainien dans des conditions sèches (Bessedik, 1984, 1985). Sur la base de cette comparaison avec les flores polliniques, il est difficile de situer la flore de Rubielos de Mora dans une phase à tendance sèche, d'autant plus que le contexte local traduit des conditions très humides. Cela n'est pas en contradiction avec l'affir-

mation d'un climat tropical à saison sèche marquée au Burdigalien-Langhien (Bessedik, 1985). La région montagneuse de Rubielos devait être mieux arrosée que les basses plaines littorales, avec une nébulosité atmosphérique plus importante. En revanche, il est possible d'affirmer que ce site se place dans la phase tempérée qui caractérisait l'essentiel du Burdigalien nord-ouest méditerranéen avant le maximum thermique du Miocène qui se situe au Langhien (Bessedik, 1985).

## 6. Conclusion

Les données floristiques concernant le Miocène inférieur en Espagne sont rares. L'étude des restes végétaux de l'unité supérieure du bassin de Rubielos de Mora vient combler en partie cette lacune. Elle met en évidence une végétation palustre ou de ripisylve, ainsi qu'une forêt mésophile traduisant un climat chaud à tempéré chaud et humide. Ces résultats s'accordent avec ceux des faunes. Une étude stratigraphique détaillée de l'ensemble du bassin est en cours. Les difficultés proviennent des différences de sédimentation entre la partie centrale et les zones de bordure, ainsi que des nombreuses failles qui compartimentent ce bassin. La réalisation d'une étude pollinique de l'ensemble de la coupe de Rio Estrecho et la comparaison avec la macroflore devraient permettre d'observer les variations de la végétation au cours du temps.

**Remerciements.** Les auteurs remercient particulièrement E. Badal, L. Fabre et J.-F. Terral pour leur aide sur le terrain, ainsi que J.-P. Aguilar pour de fructueuses discussions sur les faunes de rongeurs. Ils remercient également la Fundación Conjunto Paleontológico de Teruel pour le financement partiel de ce travail.

## 7. Références

- Aguilar J.-P., Escarguel G. et Michaux J. 1997. Biochronologie du Miocène inférieur et moyen du Sud de la France à partir des faunes karstiques. Le problème du genre *Neocometes*, in : *Actes du Congrès Biochrom'97*, Mém. Trav. EPHE, Inst. Montpellier, 21, 575–579
- Almera D.J. 1907. Descripción de los terrenos pliocenicos de la cuenca del Bajo Llobregat y llano de Barcelona. III. Flora pliocenica de los alrededores de Barcelona, Mapa geol. prov. Barcelona, 355 p., pl. 19–24
- Álvarez-Ramis C. et Doubinger J. 1981. Sur la paléobotanique du gisement miocène de Buñol (Valencia, Espagne), *Bol. R. Soc. Española Hist. nat. (Geol.)*, 79, 173–179
- Álvarez-Ramis, C. et Fernández-Marrón T. 1994. Conexiones establecidas entre los palinomorfos y los macrorestos vegetales del Mioceno medio de Rubielos de Mora (Teruel), in : *VIII Simposio de Palinología (APLE)*, Irene La-Serna edit., Tenerife, 323–331
- Álvarez Sierra M.A. 1987. Estudio sistemático y bioestratigráfico de los Eomyidae (Rodentia) del Oligoceno superior y Mioceno inferior español, *Scripta Geol.*, Leiden, 86, 1–207
- Anadón P., Cabrera, L. et Julià R. 1988. Anoxic-oxic cyclical lacustrine sedimentation in the Miocene Rubielos de Mora Basin, Spain, in : Fleet A.J., Kelts K. et Talbot M.R. (éds), *Lacustrine Petroleum Source Rocks*, Geological Society London, Special Publication, 40, 353–367
- Arènes J. et Depape G. 1956. La flore burdigalienne des îles Baléares (Majorque), *Rev. gén. Bot.*, Paris, 63, 1–43
- Barrón E. 1997. Estudio paleobotánico de la cuenca miocena inferior de Rubielos de Mora (Teruel, España), in : *Congr. Soc. Paleontología de España*, 149–151
- Bataller J.R. et Depape G. 1950. Flore oligocène de Cervera (Catalogne), *Anales Escuela Peritos Agric. Especialidades Agropecuarias y Servicios Técnicos de Agricultura*, Barcelona, 9, 5–60
- Bessedik M. 1984. The Early Aquitanian and Upper Langhian-Lower Serravallian environments in the Northwestern Mediterranean region, *Paléobiologie continentale*, Montpellier, 14 (2), 153–179
- Bessedik M. 1985. Reconstitution des environnements miocènes des régions nord-ouest méditerranéennes à partir de la palynologie, *Thèse*, Université Montpellier-2, 162 p.
- Bessedik M. et Cabrera L. 1985. Le couple récif-mangrove à Sant-Pau-d'Ordal (Vallès-Penedès, Espagne), témoin du maximum transgressif en Méditerranée nord-occidentale (Burdigalien supérieur-Langhien inférieur), *Newsletters Stratigraphy*, 14 (1), 20–35
- Calvo J.-P., Daams R., Morales J., López-Martínez N., Agustí J., Anadón P., Armenteros I., Cabrera L., Civis J., Corrochano A., Díaz-Molina M., Elizaga E., Hoyos M., Martín-Suarez E., Martínez J., Moissenet E., Muñoz A., Pérez-García A., Pérez-González A., Portero J.M., Robles F., Santisteban C., Torres T., Van der Meulen A.J., Vera J.A. et Mein P. 1993. Up-to-date Spanish continental Neogene

synthesis and paleoclimatic interpretation, *Rev. Soc. Geol. España*, 6 (3-4), 29-40

Crusafont-Pairó M., Gautier F. et Ginsburg L. 1966. Mise en évidence du Vindobonien inférieur continental dans l'Est de la province de Teruel (Espagne), *C. R. somm. Séanc. Soc. géol. France*, fasc. 1, 30-32

Daams R. 1976. Miocene Rodents (Mammalia) from Cetina de Aragón (prov. Zaragoza) and Buñol (prov. Valencia), Spain, *Koninkl. Neder. Akad. Wetensch.*, B 79 (3), 153-182

Daams R. et Van der Meulen A.J. 1984. Paleoenvironmental and paleoclimatic interpretation of micromammal faunal successions in the Upper Oligocene and Miocene of North Central Spain, *Paléobiologie continentale*, Montpellier, 14 (2), 241-257

Daams R., Freudenthal M. et Van der Meulen A.J. 1988. Ecostratigraphy of micromammal faunas from the Neogene of Spain, *Scripta Geol.*, Leiden, Spec. Issue 1, 287-302

Daams R., Van der Meulen A.J., Alvarez Sierra M.A., Peláez-Campomanes P. et Krijgsman W. 1999. Aragonian stratigraphy reconsidered, and a re-evaluation of the Middle Miocene mammal biochronology in Europe, *Earth Planet. Sci. Lett.*, 165, 287-294

De Bruijn H. et Moltzer J.G. 1974. The rodents from Rubielos de Mora: the first evidence of the existence of different biotopes in the Early Miocene of eastern Spain, *Proceedings Koninklijke Nederlandse Akademie Van Wetenschappen*, B, 77, 129-145

Depape G. et Brice D. 1965. La flore oligocène de Cervera (Catalogne). Données complémentaires, *Ann. Soc. Géol. Nord*, 85, 111-117

Fernández-Marrón T. 1973. Nuevas aportaciones a la sistemática y paleoecología de la flora oligocénica de Sarreal (Tarragona), *Estudios Geológicos*, Madrid, 29, 157-169

Fernández-Marrón T. et Álvarez-Ramis C. 1988. Note préliminaire sur l'étude paléobotanique du gisement de Rubielos de Mora (Teruel, Espagne), *Résumé Séminaire de Paléobotanique*, Lille, OFP Informations n° 9, 14

Godoy A., Anadón P., Olivé A., Aguilar M.J., Leal M.C., García J.C., Martín J.M., Meléndez X. et Alvaro M. 1986. Mora de Rubielos, *Memoria del mapa geológico 1/50.000*, Hoja 591, Inst. Geol. Miner. Esp., 1-52

Hernández-Sampelayo P. et Cincúnegui M. 1926. Cuenca de esquistos bituminosos de Ribesalbes (Castellón), *Bol. Inst. Geol. Min. España*, série 3, 6, 3-86

Krijgsman W., Langereis C.G., Daams R. et Van der Meulen A.J. 1994. Magnetostratigraphic dating of the Middle Miocene climate change in the continental deposits of the Aragonian type area in the Calatayud-Teruel basin (Central Spain), *Earth Planet. Sci. Lett.*, 128, 513-526

López-Martínez N. 1977. Revisión sistemática y bioestratigráfica de los Lagomorpha (Mammalia) del Terciario y Cuaternario de España, *Tesis Doctoral*, Univ. Complutense Madrid, 469 p.

López-Martínez N. 1989. Revisión sistemática y bioestratigráfica de los Lagomorpha (Mammalia) del Terciario y Cuaternario de España, *Memorias del Museo Paleontológico de la Universidad de Zaragoza*, 3, 342 p.

Martinez-Delclòs X., Peñalver E. et Belinchón M. 1991. Primeras aportaciones al estudio de los insectos del Mioceno de Rubielos de Mora, Teruel (España), *Revista Española de Paleontología*, n° Extraordinario, 125-137

Montoya P., Peñalver E., Ruiz-Sanchez F.J., Santisteban C. de, Alcalá L., Belinchón M. et Lacomba J.I. 1996. Los yacimientos paleontológicos de la cuenca terciaria continental de Rubielos de Mora (Aragón), *Revista Española de Paleontología*, n° Extraordinario, 215-224

Peñalver E., 1998. Estudio tafonómico y paleoecológico de los insectos del Mioceno de Rubielos de Mora (Teruel), Instituto de Estudios Turolenses, Excma, Diputación Provincial de Teruel, 179 p.

Sanchíz F.B. 1977. Catálogo de los anfibios fósiles de España, *Acta Geológica Hispánica*, 12, 103-107

Sanz de Siria A. 1981. La flora burdigaliense de los alrededores de Martorell (Barcelona), *Paleontologia i Evolució*, Sabadell, 16, 3-13

Sanz de Siria A. 1983. Aportación al conocimiento de la flora pliocénica de los alrededores de Papiol (Barcelona), *Paleontologia i Evolució*, Sabadell, 18, 151-160

Sanz de Siria A. 1992. Estudio de la macroflora oligocena de las cercanías de Cervera (Colección Martí Madern del Museo de geología de Barcelona), *Treb. Mus. Geol. Barcelona*, 2, 269-379

Van der Meulen A.J. et Daams R. 1992. Evolution of Early-Middle Miocene rodent faunas in relation to long-term palaeoenvironmental changes, *Palaeogeogr. Palaeoclim. Palaeoecol.*, 93, 227-253