



Disponible en ligne sur



[www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com)

Elsevier Masson France



[www.em-consulte.com](http://www.em-consulte.com)

---

GEOBIOS

---

Geobios 43 (2010) 305–315

## Article original

# Précisions sur le patron d’empilement de dépôts du Cénomanien-Turonien de Somolinos (Chaîne Ibérique, Espagne) d’après l’étude palynologique<sup>☆</sup>

*Precisions to the depositional stacking pattern of Cenomanian-Turonian sequences in the Iberian Range (Somolinos outcrop, Spain) from a palynological study*

Maria Teresa Fernández-Marrón <sup>a,\*</sup>, Javier Gil <sup>b</sup>, Maria Dolores Gil-Cid <sup>a</sup>,  
José Fernando Fonollá-Ocete <sup>a</sup>

<sup>a</sup> Departamento/UEI de Paleontología, Facultad de Ciencias Geológicas, Universidad Complutense e Instituto de Geología Económica (CSIC-UCM),  
C/J. Antonio Novais 2, 28040 Madrid, Espagne

<sup>b</sup> IBERCRETA UAH Research Team CCTE 2007/R23, Departamento de Geología, Universidad de Alcalá, 28871 Alcalá de Henares, Madrid, Espagne

Reçu le 17 février 2009 ; accepté le 26 octobre 2009

Disponible sur Internet le 1 avril 2010

---

## Résumé

Les niveaux du Crétacé qui affleurent à Somolinos (Chaîne Ibérique, Espagne) ont été étudiés depuis longtemps d'un point de vue stratigraphique, sédimentologique et paléontologique. Une très riche faune d'ammonites, échinoïdes et rudistes a été décrite mais jusqu'à présent, ces niveaux n'avaient jamais été échantillonnés pour une étude palynologique. Nous avons effectué l'analyse palynologique de deux niveaux d'une succession monotone de marnes grises et calcaires nodulaires dans l'affleurement de Somolinos. Ces deux niveaux appartiennent à deux séquences de dépôt d'âge Cénomanien supérieur-Turonien inférieur et Turonien moyen. Les deux séquences sont séparées par une limite de séquences contestée, car sa position est différente selon les auteurs et les bassins considérés. Les marnes grises ont fourni des associations palynologiques très riches avec de nombreux dinoflagellés, des pollens de conifères, des normapolles primitifs, de rares spores et des membranes chitineuses internes de foraminifères. L'analyse des associations palynologiques des échantillons, regroupés en deux niveaux dans le diagramme palynologique, nous permet de préciser le schéma de la séquence sédimentaire et de confirmer le milieu de sédimentation des dépôts et sa situation sur la plate-forme marine. Cette analyse nous indique que l'intervalle supérieur correspond à des conditions néritiques de mer ouverte représentant des milieux sédimentaires plus éloignés de la bordure côtière, tandis que ceux de l'intervalle inférieur ont été déposés dans des milieux proches de la côte, ce qui représente un changement significatif dans la tendance émersive générale de 2<sup>e</sup> ordre de l'Albien supérieur-Turonien moyen, permettant de situer avec précision la limite entre les deux séquences de dépôt et d'améliorer la connaissance du modèle de dépôt de troisième ordre du Turonien inférieur et moyen du Bassin Ibérique et d'autres bassins européens et de la marge sud-Téthysienne orientale.

© 2010 Elsevier Masson SAS. Tous droits réservés.

**Mots clés :** Palynologie ; Cénomanien supérieur-Turonien moyen ; Patron d’empilement de dépôt de troisième ordre ; Affleurement de Somolinos ; Chaîne Ibérique ; Espagne

## Abstract

The Somolinos outcrop was widely studied in detailed correlations, stratigraphical architecture and high frequency sequence analysis of Central System and Iberian range successions. A rich assemblage of echinoids, ammonites, bivalves and bryozoans was described; conversely, the palynological study of the Late Cretaceous levels from Somolinos has never been performed up to now. A palynological study of two intervals within a monotonous alternation of grey marls and nodular limestone succession in the Somolinos section was carried out. The two intervals sampled are located in two correlative sequences of Late Cenomanian-Early Turonian and mid Turonian ages, respectively. Both sequences are separated by a sequence boundary, but its location and age in the stratigraphic record differs depending on the authors and the Basin considered. A rich palynofacies with abundant dinoflagellate cysts, pteridophyte spores, conifer pollen and breviary angiosperm grains of the normapolles group is described; besides, inner linings of acid resistant microforaminiferal tests were also found. The analysis of the palynological diagrams clearly

<sup>☆</sup> Éditeur correspondant : Marc Philippe.

\* Auteur correspondant.

Adresse e-mail : [emarron@geo.ucm.es](mailto:emarron@geo.ucm.es) (M.T. Fernández-Marrón).

indicates that the upper interval corresponds to open sea neritic sediments, deposited in more distal sedimentary environments than those of the lower interval, which were deposited in more proximal environments. This evolution of sedimentary environments represents a major sedimentary change in the general shallowing upwards trend of the late Albian-mid Turonian 2nd order succession, revealing a major facies belt retrogradation of the sequence containing the upper interval. This retrogradational event allows to accurately place the sequence boundary and to improve the arrangement of the low frequency (3rd order) depositional stacking pattern of the Early-mid Turonian in the Iberian Basin and other European and Tethyan basins.

© 2010 Elsevier Masson SAS. All rights reserved.

**Keywords:** Palynology; Late Cenomanian-Mid Turonian; 3rd order depositional pattern; Somolinos outcrop; Iberian Basin; Spain

## 1. Introduction

Les niveaux constituant la succession du Crétacé de Somolinos (Guadalajara) sont très importants puisqu'ils se trouvent dans une zone de liaison entre les successions de plate-forme carbonatée du Bassin Ibérique et celles de la bordure SW côtière qui affleurent actuellement dans le Sistema Central. Pour cette raison ces niveaux ont été étudiés depuis longtemps. Verneuil et Colombe (1853) puis Calderón (1874) reconnaissent des restes de faune à Somolinos et Condemios, et c'est Castel (1881) qui fait une division de la succession crétacée de cette zone appelée « Mesa de Campisábalos », représentée dans l'ordre stratigraphique ascendant, par une cinquantaine de mètres de grès, une autre cinquantaine de mètres d'argiles et marnes et cent mètres de calcaires. Schröeder (1930) établit une succession transgressive dans ces niveaux crétacés et décrit des sables blancs et rougeâtres de l'Albien, des marnes fossilifères et des calcaires marneux du Cénomanien et des calcaires massifs du Turonien-Sénonien. Plus tard, Wiedmann (1964) publie une importante contribution sur les ammonites de la région et Floquet et al. (1982) établissent les unités lithostratigraphiques formelles, précisant l'âge et les milieux de dépôt. Annexée à la carte géologique d'Espagne au 50 000<sup>e</sup> (feuille géologique d'Atienza ; IGME, 1982) se trouve une bibliographie spécifique et une cartographie régionale détaillée.

Néanmoins, les travaux les plus significatifs pour la connaissance de la succession crétacée de Somolinos ont eu lieu dans les deux dernières décades, avec des études sur des aspects paléogéographiques et d'architecture stratigraphique qui permettent d'améliorer la compréhension des relations latérales des unités lithostratigraphiques, le patron d'empilement de dépôt (*depositional stacking pattern*) et les corrélations stratigraphiques entre les successions de plate-forme du Bassin Ibérique (à présent Cordillera Ibérica) et celles de sa bordure côtière sud-occidentale (à présent Sistema Central) (Carenas et al., 1989; Segura et al., 1989, 1996, 1999; García et al., 1996; Gil et al., 2004).

De plus, Somolinos présente un intérêt spécial pour l'étude des séquences de dépôt de haute et basse fréquence du Cénomanien supérieur et du Turonien inférieur et moyen, qui sont parfaitement extrapolables à la Cordillera Ibérica (Segura et al., 1993) et à la bordure côtière sud-occidentale (García-Hidalgo et al., 2003, 2007). Segura et al. (1993) ont identifié un patron d'empilement de dépôt constitué par deux séquences de troisième ordre et dans la séquence inférieure, cinq ensembles

de paraséquences (quatrième ordre) bien datées par biozonation d'ammonites.

Cependant, jusqu'à présent aucune étude palynologique n'a été réalisée sur ces matériaux de la zone de Somolinos bien que ce type d'analyses soit un outil efficace pour l'identification et la hiérarchisation des limites importantes des séquences de dépôt dans les successions sédimentaires monotones. Étant donnée l'importance de cet affleurement de Somolinos pour la connaissance des processus sédimentaires du Cénomanien et du Turonien du Bassin Ibérique, sont présentés ici les résultats d'une première analyse palynologique dans le but d'améliorer la connaissance du patron d'empilement de dépôt du Cénomanien supérieur-Turonien moyen du Bassin Ibérique et de résoudre les divergences avec les patrons d'autres bassins européens et de la Téthys. Ainsi, cette étude complète la connaissance palynologique des successions de bordure côtière sud-occidentale du Bassin Ibérique (Álvarez Ramis et Doubinger, 1980, 1994 ; Kedves et al., 1993 ; Álvarez Ramis et al., 1994, 1996) et confirme les reconstructions paléogéographiques publiées (Segura et al., 2004).

## 2. Cadre géologique

Pendant le Crétacé supérieur, la zone de Somolinos se trouvait dans le Bassin Ibérique (actuellement Cordillera Ibérica). Ce Bassin Ibérique était un bassin intracratonique NW-SE localisé dans la Microplaque Ibérique (Fig. 1). Le climat (conséquence de l'emplacement subtropical de la Microplaque ibérique dans la Téthys), la tectonique régionale et l'eustatisme global furent les facteurs déterminants de la production des carbonates, des connexions paléogéographiques et des séquences de dépôt respectivement.

L'ouverture du Golfe de Biscaye a amené une rotation sénestre et le déplacement vers l'est ainsi que le basculement alternatif vers le NW et le SE de toute la Plaque Ibérique. Pour cette raison, le Bassin Ibérique était en connexion alternative avec le domaine atlantique (NW) et le domaine téthysien (SE) et parfois même avec les deux (Floquet, 1991 ; Segura et al., 2002 ; García et al., 2004, Fig. 1). Malgré tout, le Crétacé supérieur représente une phase de subsidence thermique du Bassin Ibérique dans laquelle il présente une structure de bassin unique très uniforme, allongé, étroit et peu profond.

L'importante élévation eustatique qui a eu lieu globalement pendant le Crétacé supérieur, fut le facteur principal de contrôle des épisodes de dépôt du Bassin Ibérique (García et al., 2004), puisqu'elle était spécialement sensible aux oscillations du

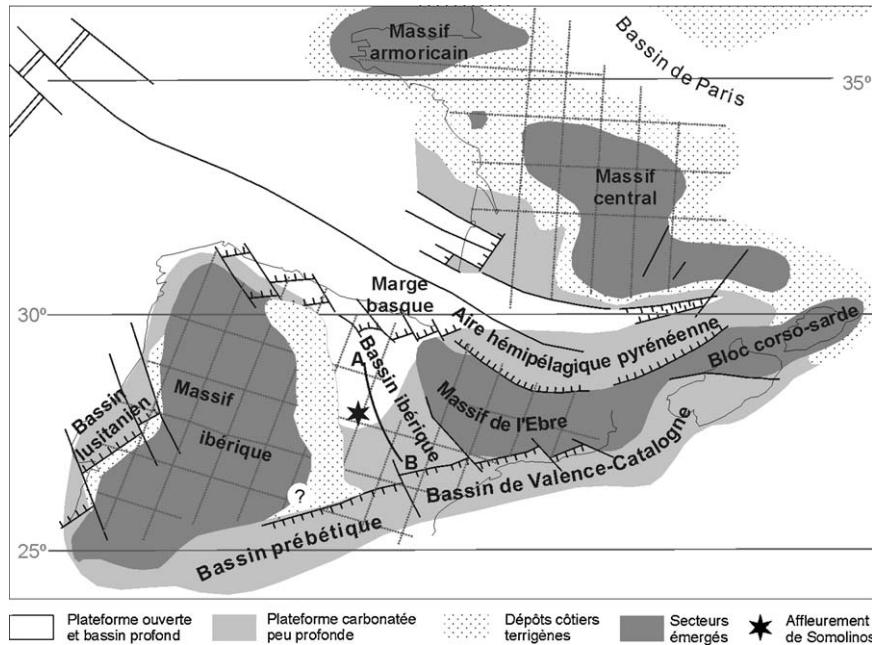


Fig. 1. Cadre paléogeographique de la Microplaque Ibérique pendant le Cénomanien supérieur-Turonien inférieur, montrant la localisation de l'affleurement, les principaux environnements de dépôt du Bassin Ibérique et la ligne de corrélation (A-B) de la Fig. 2. Modifié d'après Gil et al. (2006a).  
*Palaeogeographical setting of the Iberian Microplate during the late Cenomanian-Early Turonian, showing the location of the studied outcrop (star), the main depositional environments of the Iberian basin, and the correlation cross-section (A-B) of Fig. 2. Modified from Gil et al. (2006a).*

niveau de la mer, enregistrant même les séquences de moindre amplitude (quatrième et cinquième ordre) (García et al., 1996 ; Gil et al., 2006a,b ; García-Hidalgo et al., 2007) en raison de son caractère peu profond et restreint. Ces épisodes de dépôt ont permis le développement de la plate-forme carbonatée peu profonde. Deux de ces épisodes de grande ampleur (séquences de dépôt de 3<sup>e</sup> ordre) ont été reconnus ; ils correspondent à des faciès de plate-forme ouverte dans la plus grande partie du bassin et dans de larges aires de la bordure côtière (Segura et al., 2002, García et al., 2004). Au-dessus de ces faciès de plate-forme ouverte, se sont développées des plate-formes carbo-

natées très puissantes qui progradent vers le centre du bassin (Segura et al., 1989, 2002 ; Floquet, 1991 ; Fig. 2).

L'objet de ce travail est l'étude d'un de ces épisodes de grande ampleur représentée par la séquence de dépôt de 3<sup>e</sup> ordre du Cénomanien supérieur-Turonien inférieur (séquence 2.5 dans la Fig. 3) et la séquence de dépôt sus-jacente (Turonien moyen ; 2.6 dans la Fig. 3). À Somolinos ces deux séquences sont constituées par des marnes et calcaires nodulaires de la Formation Picofrentes qui représentent les faciès de plate-forme externe (séquence 2.5, Fig. 3). Ces faciès sont progressivement remplacés par des calcaires bioclastiques à

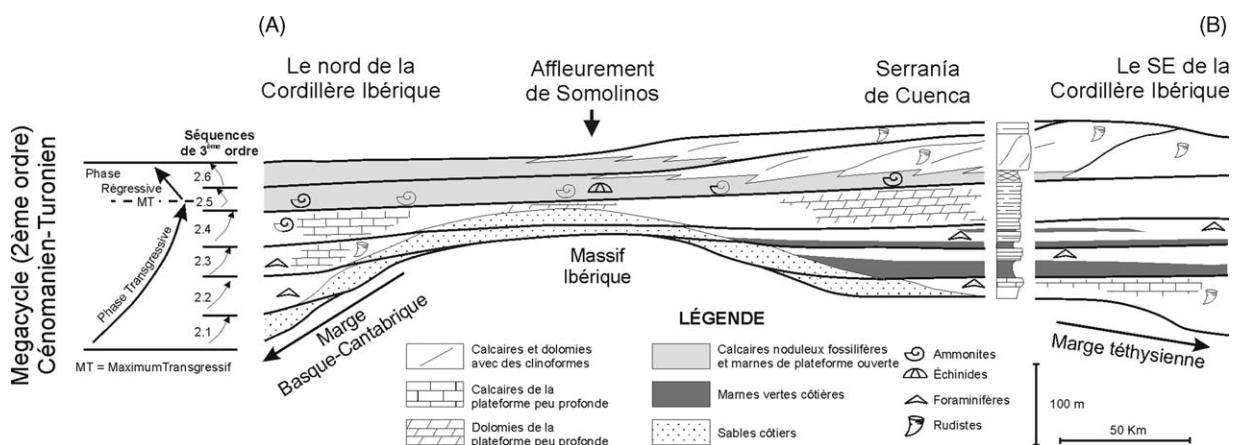


Fig. 2. Séquences de dépôt de 3<sup>e</sup> ordre du mégacycle Albien supérieur-Turonien (2<sup>e</sup> ordre) au long du Bassin Ibérique. La nomenclature des séquences de 3<sup>ème</sup> ordre est basée sur Haq et al. (1988) ; modifié d'après Segura et al. (2002). A, B : extrémités de la ligne de corrélation indiquée sur la Fig. 1.  
*Third order depositional sequences of the late Albian-Turonian Megacycle (2nd order) along the Iberian basin. The facies belts in the depositional sequences and the long-term transgressive and regressive phases of the Megacycle are shown. Nomenclature of 3rd order sequences is based on Haq et al. (1988); modified from Segura et al. (2002). A, B: end-terms of the correlation cross-section indicated on Fig. 1.*

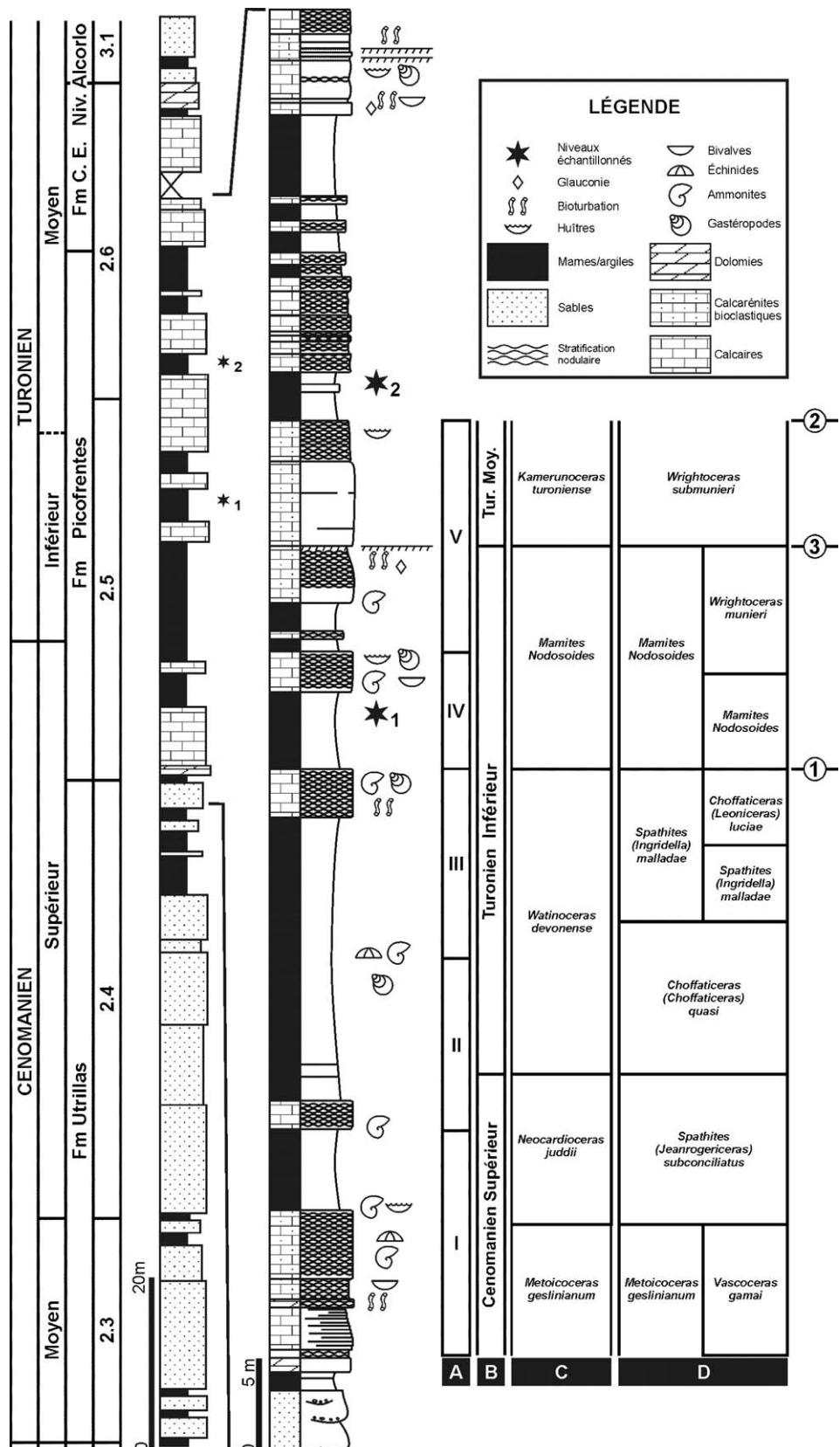


Fig. 3. Succession stratigraphique de Somolinos. Le mégacycle Albian supérieur-Turonien est représenté avec les séquences de 3<sup>e</sup> ordre (voir la Fig. 2 pour la nomenclature). A. Ensemble de paraséquences (4<sup>e</sup> ordre, *sensu* Segura et al., 1993) ; B. Sous-étage ; C. Zones d'ammonites standard, basées sur Gradstein et al. (2004) ; D. Zones d'ammonites du Bassin Ibérique (Barroso-Barcenilla et Goy, 2007 ; Barroso-Barcenilla et al., 2009) ; 1) Limite supérieure de la séquence de dépôt de troisième ordre du Cénomanien supérieur-Turonien inférieur (LSTI) selon Robaszynski et al. (1990, 1993), Hardenbol et Robaszynski (1998) et Gräfe et Wiedmann (1998) ; 2) LSTI d'après Segura et al. (1993) et Floquet (1998) ; 3) LSTI proposé dans ce travail.

oolithes de plate-forme carbonatée de la Formation Ciudad Encantada (séquence 2.6, Fig. 3). Cette succession verticale de faciès qui comprend les deux séquences de dépôt montre une tendance à la diminution de profondeur dans un contexte général régressif qui culmine avec la grande chute eustatique du Turonien moyen, reconnue à l'échelle globale (Haq et al., 1988 ; Hardenbol et al., 1998 ; Haq et Al Qahtani, 2005). Ce patron d'empilement de dépôt du Cénomanien supérieur-Turonien moyen s'étend au reste du Bassin Ibérique (Segura et al., 1993 ; Floquet, 1998 ; Gräfe et Wiedmann, 1998 ; García-Hidalgo et al., 2007) et il est semblable, mais pas identique, à celui du Bassin de Paris (Hardenbol et al., 1998, Robaszynski et al., 1998) et de la Tunisie Centrale (Robaszynski et al., 1990, 1993). Il y a de légères divergences dans la situation de la limite entre les séquences de dépôt de troisième ordre (2.5 et 2.6), probablement dues à la difficulté de calibration des biozones d'ammonites employées et aussi à diverses interprétations de l'échelle des séquences de dépôt.

Dans l'affleurement de Somolinos, Segura et al. (1993) ont reconnu les séquences de dépôt décrites auparavant et identifié un patron d'empilement de dépôt de haute fréquence formé par cinq ensembles de paraséquences (4<sup>e</sup> ordre), dont les limites de séquence sont bien datées par la biozonation d'ammonites (Fig. 3). De ce fait, dans le Bassin Ibérique la limite entre les séquences 2.5 et 2.6 se place au toit de la biozone à nodosoides d'après Segura et al. (1993) et Floquet (1998), mais Gräfe et Wiedmann (1998) placent cette limite à la base de la biozone à nodosoides, en accord avec les remarques de Hardenbol et Robaszynski (1998) pour le Bassin de Paris et Robaszynski et al. (1990, 1993) pour la Tunisie Centrale. Cette dernière position de la limite des séquences de troisième ordre à la base de la biozone à nodosoides est aussi en accord avec la limite inférieure de la troisième séquence de 4<sup>e</sup> ordre de Segura et al. (1993).

Quelles que soient les possibilités (base ou toit de la biozone à nodosoides), elles sont encadrées à l'intérieur de l'ensemble marneux nodulaire monotone de Somolinos (Formation Picoferentes) dans une tendance régressive d'une amplitude majeure (2<sup>e</sup> ordre), ce qui rend difficile de situer la limite avec précision. L'étude palynologique décrite dans ce travail offre les éléments nécessaires pour fixer avec plus de précision cette limite, sur la base de la reconnaissance d'une anomalie importante dans la tendance régressive générale montrée par la succession sédimentaire.

### 3. Les palynomorphes

Deux niveaux ont été échantillonnés pour l'analyse palynologique complète ; ces niveaux sont constitués par des marnes gris clair-foncé séparées par 9 m de calcaires nodulaires, de marnes grises et de calcaires glauconieux, de

grès calcaires avec un important « hard-ground » et, au sommet, à nouveau des calcaires nodulaires (Fig. 3). Quatorze prélèvements ont été effectués dans des couches marneuses qui peuvent se grouper en deux niveaux : un inférieur (1), du Turonien inférieur, et un autre d'un gris plus foncé (2), du Turonien moyen (Fig. 3). Dans les couches marneuses du niveau inférieur, de 11 m d'épaisseur, ont été faits neuf prélèvements. Le niveau supérieur, de 5 m d'épaisseur, nous a fourni cinq échantillons. Tous les prélèvements ont livré des associations palynologiques significatives. L'inventaire des spores, des grains de pollen, des kystes de dinoflagellés et des membranes chitineuses internes de microforaminifères dressé dans ce travail porte sur ces deux niveaux (Tableau 1). Les deux associations se ressemblent du point de vue de l'abondance des palynomorphes ainsi que par leur diversité, quoique la proportion des divers éléments soit différente (Tableau 1 et Fig. 4).

Les échantillons ont été traités selon les méthodes palynologiques habituelles, en commençant par l'élimination de la matrice minérale avec HCl et HF, suivie d'une oxydation à la liqueur de Schulze et d'une attaque à la potasse diluée. Le résidu palynologique a été monté entre lame et lamelle dans de la gélatine glycérinée. Des lames minces des mêmes sédiments prélevés ont été réalisées pour l'analyse micropaléontologique. L'observation de ces lames nous a permis de déterminer la présence d'algues vertes dasycladacées, de calpionelles et de microforaminifères bisériés et spiralisés.

L'ensemble du niveau supérieur (2 sur la Fig. 5) est très riche, avec plus de 800 grains (identifiés en trois lames) dont la plupart correspondent à des kystes de dinoflagellés et à des grains de pollen de conifères. Les foraminifères sont bien représentés dans ce niveau, à la différence du niveau inférieur (1 sur la Fig. 5) où les foraminifères sont très rares et les grains de pollen d'angiospermes sont, par rapport au total, relativement nombreux. Dans la partie inférieure de la Fig. 5, on peut voir les pourcentages des divers composants de l'association palynologique. L'analyse du diagramme nous permet de préciser que les couches constituant le niveau 2 correspondent à des sédiments formés dans des environnements plus éloignés de la zone littorale que celles du niveau 1. C'est dans ce sens qu'il faut interpréter la forte présence de conifères à dispersion anémophile (*Araucariacites* sp., *Classopollis classoides* (Pflug) Pocock et Jansonius, *Pinuspollenites spherisaccus* Brenner, *Abietinaepollenites* sp.) et de foraminifères ainsi que le faible pourcentage d'angiospermes et de spores qui ont des taux moins élevés de production pollinique et dont les grains ont, en général, une dispersion plus restreinte, leur transport à longue distance s'avérant difficile.

Parmi les palynomorphes continentaux les spores sont rares, mais diversifiées. Nous avons pu trouver quelques grains de

*Somolinos stratigraphic section. The late Albian-Turonian Megacycle and their 3rd order sequences are shown (see Fig. 2 for nomenclature). A. Parasequences sets (4th order, sensu Segura et al., 1993); B. Substages; C. Standard ammonite zonation based on Gradstein et al. (2004); D. Ammonite zonation of Iberian Basin (Barroso-Barcenilla et al., 2007, 2009); 1) Upper boundary of the 3<sup>rd</sup> order depositional sequence of the Upper Cénomanian-Lower Turonian 3<sup>rd</sup> order sequence (LTSB) sensu Robaszynski et al. (1990, 1993), Hardenbol and Robaszynski, 1998 and Gräfe and Wiedmann, 1998; 2) LTSB sensu Segura et al. (1993) and Floquet (1998); 3) LTSB proposed in this paper.*

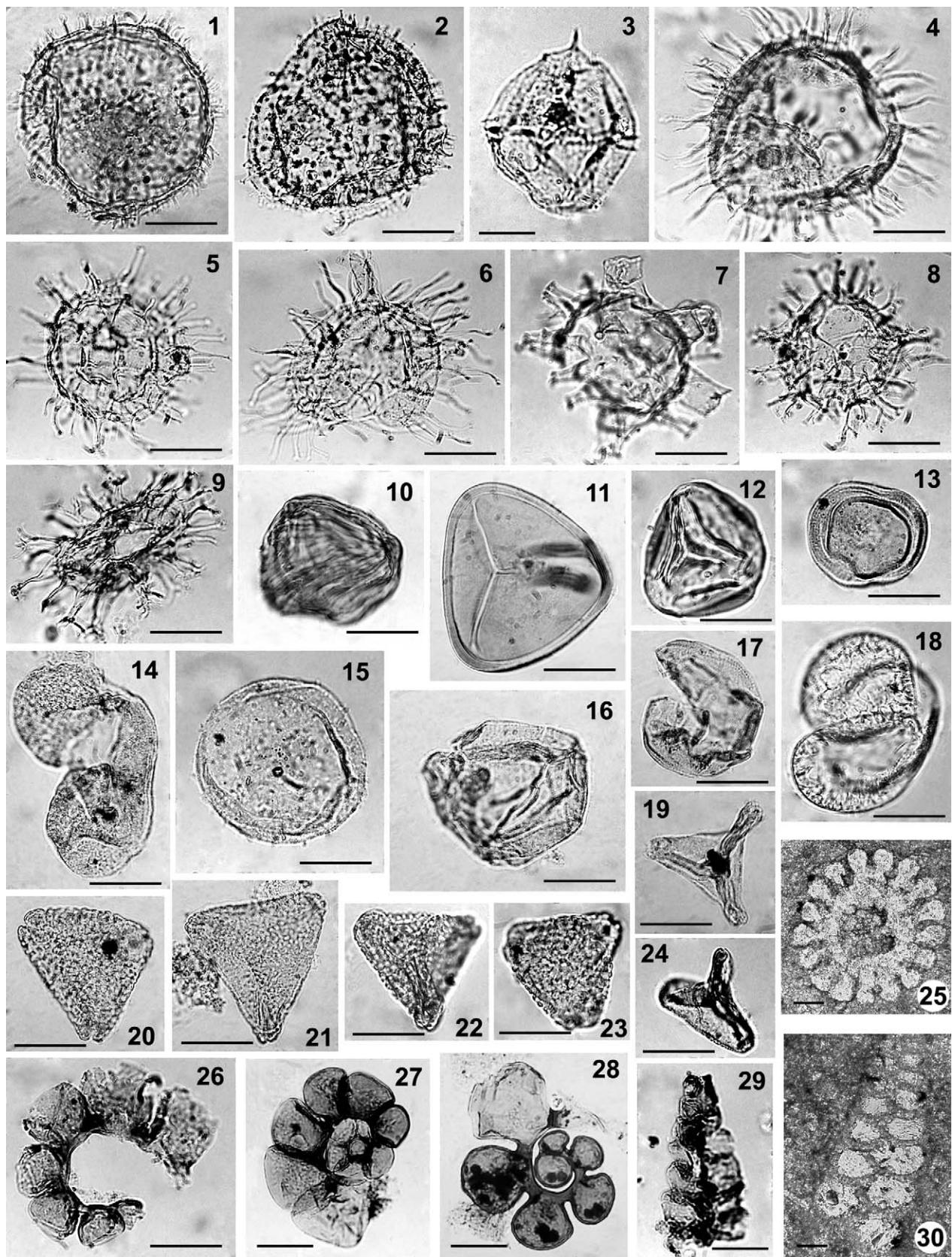


Fig. 4. 1, 2. *Canninginopsis tabulata* (Davey et Verdier) Duxbury, (niveau 1). 3. *Palaeohystrichophora infusoroides* Deflandre, (niveau 1). 4. *Exochosphaeridium striolatum* (Deflandre) Davey, (niveau 1). 5. *Exochosphaeridium bifidum* (Clarke et Verdier) Clarke et al., (niveau 1). 6. *Coronifera oceanica* Cookson et Eisenack, (niveau 2). 7. *Florentinia cooksoniae* (Sing) Duxbury, (niveau 1). 8. *Spiniferites ramosus* (Ehrenberg) Mantell, (niveau 2). 9. *Tanyosphaeridium variecalatum* Davey et Williams, (niveau 1). 10. *Cicatricosisporites dorogensis* Potonié et Gelletich, (niveau 1). 11. *Cyathidites australis* Couper, (niveau 2). 12. *Gleicheniidites senonicus* Ross, (niveau 1). 13. *Classopollis classoides* (Pflug) Pocock et Jansonius, (niveau 2). 14. *Pinuspollenites spherisaccus* Brenner, (niveau 2). 15, 16. *Araucariacites*

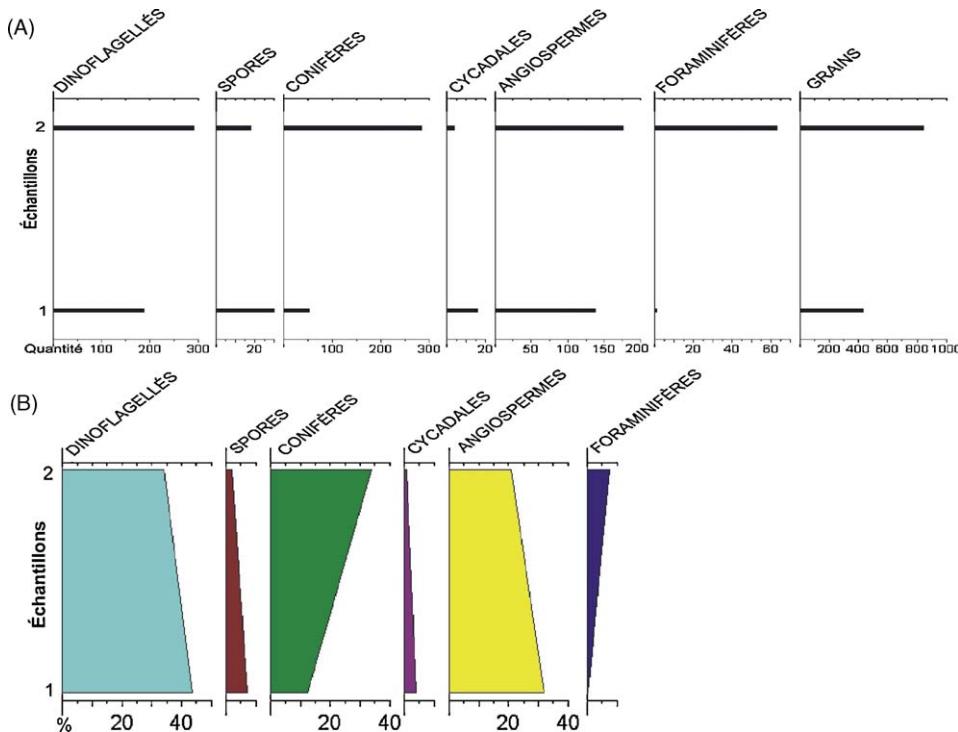


Fig. 5. **A.** Diagramme pollinique montrant le nombre de palynomorphes trouvés à chaque association analysée ; **B.** Diagramme pollinique montrant les pourcentages des composants palynologiques.

**A.** Palynomorph diagram showing the palynomorph amount; **B.** Palynomorph percentages of the studied assemblages.

*Cicatricosisporites dorogensis* Potonié et Gelletich, *Stereisporites*, *Densoisporites*, *Patellasporites* etc., et dans l'ensemble supérieur, *Cyathidites australis* Couper. Les gymnospermes sont assez fréquentes avec des grains attribués à *Cycadopites* sp. et de nombreux conifères avec des sacs aériens (*Pinuspollenites spherisaccus* Brenner, *Alisporites grandis* (Cookson) Dettmann, *Abietinaepollenites* spp.), inaperturés (*Araucariacites australis* Couper) et surtout du type Circumpolles comme *Classopollis classoides* (Pflug) Pocock et Jansonius, très abondants, mais avec les grains isolés des tétraèdres originales, ce qui met en évidence un transport à longue distance.

Les grains de pollen d'angiospermes déterminés sont des pronormapolles, formes les plus primitives au sein du morpho-

groupe des normapolles (Kedves et al., 1993). On a déterminé diverses espèces d'*Atlantopollis* dont les morphotypes polliniques ont été détaillés d'un point de vue taxinomique sur des échantillons du Cénomanien de Vila Flor au Portugal (Kedves et Diniz, 1979). L'autre morphotype de normapolles correspond au genre *Complexiopollis* avec *C. vulgaris* (Groot et Groot) Groot et Krutzsch, *C. verrucosus* (Groot et Groot) Krutzsch, *C. microrugulatus* Kedves, *C. preatumescens* Krutzsch et *Complexiopollis* sp. Cette association de grains de pollen ressemble beaucoup à celle de la Section de Sobrón (Burgos) étudiée par Kedves (1994).

Ces types de normapolles sont les plus anciens ; le pollen du type *Complexiopollis* le plus primitif (avec les trois pores mal définis) est cité dans le Cénomanien moyen par Cech et al.,

- australis* Cookson, (niveaux 1 et 2). **17.** *Inaperturopollenites* sp., (niveau 2). **18.** *Pinuspollenites* sp., (niveau 1). **19.** *Complexiopollis vulgaris* (Groot et Groot) Groot et Krutzsch, (niveau 2). **20.** *Atlantopollis vilaflorensis* Kedves et Diniz, (niveau 2). **21.** *Atlantopollis microreticulatus* Krutzsch, (niveau 2). **22, 23.** *Atlantopollis microrugulatus* Kedves et Diniz, (niveaux 1 et 2). **24.** *Complexiopollis vulgaris* (Groot et Groot) Groot et Krutzsch, (niveau 1). **25.** Algue calcaire *Dasycladale*, (niveau 2). **26–29.** Loges chitineuses de *Microforaminifères*, (niveau 2). **30.** *Microforaminifère* biserié, (niveau 2). Échelle : 10 µm.
- 1, 2.** *Canniginopsis tabulata* (Davey and Verdier) Duxbury, (level 1). **3.** *Palaeohystrichophora infusorioides* Deflandre, (level 1). **4.** *Exochsphaeridium striolatum* (Deflandre) Davey, (level 1). **5.** *Exochsphaeridium bifidum* (Clarke and Verdier) Clarke et al., (level 1). **6.** *Coronifera oceanica* Cookson and Eisenack, (level 2). **7.** *Florentinia cooksoniae* (Sing) Duxbury, (level 1). **8.** *Spiniferites ramosus* (Ehrenberg) Mantell, (level 2). **9.** *Tanyosphaeridium variecalatum* Davey and Williams, (level 1). **10.** *Cicatricosisporites dorogensis* Potonié and Gelletich, (level 1). **11.** *Cyathidites australis* Couper, (level 2). **12.** *Gleicheniidites senonicus* Ross, (level 1). **13.** *Classopollis classoides* (Pflug) Pocock and Jansonius, (level 2). **14.** *Pinuspollenites spherisaccus* Brenner, (level 2). **15, 16.** *Araucariacites australis* Cookson, (levels 1 and 2). **17.** *Inaperturopollenites* sp., (level 2). **18.** *Pinuspollenites* sp., (level 1). **19.** *Complexiopollis vulgaris* (Groot and Groot) Groot and Krutzsch, (level 2). **20.** *Atlantopollis vilaflorensis* Kedves and Diniz, (level 2). **21.** *Atlantopollis microreticulatus* Krutzsch, (level 2). **22, 23.** *Atlantopollis microrugulatus* Kedves and Diniz, (levels 1 and 2). **24.** *Complexiopollis vulgaris* (Groot and Groot) Groot and Krutzsch, (level 1). **25.** *Dasycladaceae alga*, (level 2). **26–29.** *Microforaminiferal linings*, (level 2). **30.** *Biserial Microforaminifer*, (level 2). Scale bar: 10 µm.

Tableau 1

Liste des palynomorphes déterminés dans les deux niveaux et leur fréquence.  
R : rare (1 %), C : commun (1–5 %), A : abondant (> 5 %).  
List and frequency of different palynomorphs studied. R: rare (1%), C: common (1–5%), A: abundant (> 5%).

Associations	1 2
<b>Kystes de DINOFLAGELLÉS</b>	
<i>Achomosphaera ramulifera</i> (Deflandre) Evitt	C
<i>Apteodinium</i> sp.	RR
<i>Baticospaera</i> sp.	R
<i>Canningia</i> sp.	C
<i>Canninginopsis tabulata</i> (Davey et Verdier) Duxbury	CC
<i>Cleistosphaeridium armatum</i> (Deflandre) Davey	RC
<i>Cleistosphaeridium clavulum</i> (Davey) Below	R
<i>Cleistosphaeridium diversispinosum</i> Davey, Downie, Sarjeant et Williams	R
<i>Cleistosphaeridium</i> sp.	R
<i>Coronifera minus</i> (Yu et Zang) Mao et Norris	R
<i>Coronifera oceanica</i> Cookson et Eisenack	AA
<i>Coronifera</i> sp.	R
<i>Exochosphaeridium bifidum</i> (Clarke et Verdier) Clarke et Verdier	RC
<i>Exochosphaeridium striolatum</i> (Deflandre) Davey	AC
<i>Exochosphaeridium truncatum</i> Davey	C
<i>Florentinia cooksoniae</i> (Sing) Duxbury	R
<i>Florentinia</i> sp.	R
<i>Oligosphaeridium complex</i> (White) Davey et Williams	CR
<i>Palaeohystrichophora infusoroides</i> Deflandre	R
<i>Pervosphaeridium pseudohystrichodinium</i> (Deflandre) Yun	R
<i>Pervosphaeridium</i> sp.	C
<i>Protoelipsidinium spinosum</i> Davey et Verdier	R
<i>Spiniferites ramosus</i> (Ehrenberg) Mantell.	RA
<i>Spiniferites</i> sp.	C
<i>Taleisphaera hydra</i> Duxbury	R
<i>Tanyosphaeridium variecalatum</i> Davey et Williams	AC
<i>Trichodinium castanea</i> (Deflandre) Clarke et Verdier	C
<b>SPORES de BRYOPHYTES et PTÉRIDOPHYTES</b>	
<i>Cicatricosisporites dorogensis</i> Potonié et Galletich	RR
<i>Cingulatisporites tavaredensis</i> Groot et Groot	RR
<i>Clavatisporites</i> sp.	R
<i>Cyathidites australis</i> Couper	R
<i>Deltoidospora</i> sp.	R
<i>Densoisporites velatus</i> Weyland et Krieg	RR
<i>Gleicheniidites senonicus</i> Ross	RR
<i>Ischyosporites pseudoreticulatus</i> (Couper) Döring	R
<i>Liburnisporites</i> sp.	R
<i>Lygodiosporites pverrucatus</i> Couper	R
<i>Ondulatisporites</i> sp.	R
<i>Patellasporites</i> sp.	R
<i>Stereisporites aegypticus</i> Kedves	R
<i>Stereisporites</i> sp.	C
<i>Uvaeasporites cf. neerlandicus</i> Herngreen et al.	R
<i>Uvaeasporites</i> sp.	R
<b>Pollens de CONIFÈRES</b>	
<i>Abietinaepollenites elongatus</i> Groot et Groot	R
<i>Abietinaepollenites lusitanicum</i> Groot et Groot	RR
<i>Abietinaepollenites microalatus</i> Potonié	R
<i>Abietinaepollenites</i> sp.	CC
<i>Alisporites grandis</i> (Cookson) Dettmann	R
<i>Alisporites</i> sp.	R
<i>Araucariacites australis</i> Cookson	CA
<i>Classopollis</i> sp.	AA
<i>Classopollis classoides</i> (Pflug) Pocock et Jansonius	AA
<i>Parvisaccites radiatus</i> Couper	C
<i>Pinuspollenites spheriscoccus</i> Brenner	CC
<i>Pinuspollenites</i> sp.	RC
<i>Podocarpidites cf. ellipticus</i> (Cookson) Couper	R
<i>Podocarpidites verruculatus</i> (Trévisan) Krutzsch	R

Tableau 1 (Continued)

Associations	1 2
<i>Podocarpidites</i> sp.	R
<b>Pollens de CYCADALES</b>	
<i>Cycadopites granulatus</i> (De Jersey) De Jersey	R
<i>Cycadopites</i> sp.	A
<b>Pollens d'ANGIOSPERMES dicotylédones</b>	
<i>Atlantopollis choffati</i> Diniz, Kedves et Simonsic	R
<i>Atlantopollis grooti</i> Kedves et Diniz	R
<i>Atlantopollis microreticulatus</i> Krutzsch	RC
<i>Atlantopollis microrugulatus</i> Kedves et Diniz	RC
<i>Atlantopollis reticulatus</i> Krutzsch	R
<i>Atlantopollis variabilis</i> Kedves et Diniz	R
<i>Atlantopollis verrucosus</i> (Grott et Grott) Krutzsch	CR
<i>Atlantopollis vilaflorensis</i> Kedves et Dintz	CR
<i>Atlantopollis</i> sp.	AA
<i>Complexiopollis microrugulatus</i> Kedves	R
<i>Complexiopollis patulus</i> Tschudy	R
<i>Complexiopollis praeatumescens</i> Krutzsch	CC
<i>Complexiopollis</i> sp.	AC
<i>Complexiopollis verrucosus</i> (Groot et Groot) Krutzsch	R
<i>Complexiopollis vulgaris</i> (Groot et Groot) Groot et Krutzsch	CR
<i>Retitricolpites</i> sp.	R
<i>Triangulipollis</i> sp.	R
<i>Tricolpites</i> sp.	CR
<b>FORAMINIFÈRES</b>	
	RA

2005. Les premiers grains de normapolles avec les trois pores développés apparaissent dans le Cénomanien supérieur d'Europe et de l'est de l'Amérique du Nord. C'est au Coniacien qu'a lieu une diversification des normapolles et la différenciation entre les microflores de l'Europe et de l'Amérique du Nord (Herngreen et al., 1996) après l'ouverture de l'Atlantique Nord. L'intervalle Cénomanien moyen-Turonien inférieur est caractérisé par la diversification du groupe *Atlantopollis-Complexiopollis* (Méon et al., 2004). Cependant la seule présence des normapolles *Atlantopollis* et *Complexiopollis* nous indique un âge Cénomanien supérieur-Turonien inférieur.

Les dinoflagellés sont très abondants dans les deux niveaux étudiés, avec plus de 27 espèces. La plupart d'entre eux correspondent à des gonyaulacées. Ces kystes sont associés à des conditions de mer ouverte (Lister et Batten, 1988). Les formes les plus communes sont : *Canninginopsis tabulata* (Davey et Verdier) Duxbury, *Canningia* sp., *Cleistosphaeridium* (*Cl. clavulum* (Davey) Below, *Cl. diversispinosum* Davey, Downie, Sarjeant et Williams, *Cl. armatum* (Deflandre) Davey, *Coronifera oceanica* Cookson et Eisenack, *Coronifera minus* (Yu et Zang) Mao et Norris, trois espèces d'*Exochosphaeridium* [*E. striolatum* (Deflandre) Davey, *E. bifidum* (Clarke et Verdier) Clarke et Verdier, *E. truncatum* Davey], *Florentinia cooksoniae* (Sing) Duxbury, *Achomosphaera ramulifera* (Deflandre) Evitt, *Tanyosphaeridium variecalatum* Davey et Williams, et surtout des kystes attribués à *Spiniferites ramosus* (Ehrenberg) Mantell. La plupart de ces espèces ont été citées dans le Cénomanien d'Arenero de Xixún (Herngreen, 1980) où *Spiniferites ramosus*, *Coronifera oceanica* et *Canninginopsis tabulata* sont les formes les plus abondantes.

Ces espèces sont aussi abondantes, mais dans des associations avec une plus grande diversité, au Cénomanien supérieur et au Turonien de Ganuza (Mao et Lamolda, 1998) et au Portugal (Berthou et Hasenboehler, 1982).

Les loges chitineuses de Foraminifères sont rares dans le niveau inférieur et abondantes dans le supérieur (Fig. 5), mais elles ne s'avèrent pas déterminantes car elles peuvent être assez fréquentes autant dans des environnements marins côtiers que dans des plates-formes peu profondes.

#### 4. Discussion et conclusions

La palynoflore déterminée à Somolinos montre une grande ressemblance avec celle du Cénomanien d'Arenero de Xixún (Solé de Porta, 1978 ; Herngreen, 1980), surtout l'association de dinokystes et de grains de pollen ; les spores sont moins diversifiées à Somolinos qu'à Xixún, mais les proportions entre les éléments varient peu. Il faut noter aussi que dans ce gisement, Solé de Porta (1978) signale la présence d'un banc d'*Exogyra columba*, espèce d'Ostréidés très commune à Somolinos. La plupart des microspores trouvées à Somolinos ont été signalées aussi par Groot et Groot (1962) dans le Cénomanien supérieur de Buarcos et Tavarede (Portugal).

Les premiers normapolles (*Atlantopollis* et *Complexiopolis*) apparaissent à la limite du Cénomanien moyen-supérieur, tant en Europe que dans la partie Est de l'Amérique du Nord. L'intervalle Cénomanien moyen-Turonien inférieur est caractérisé par la diversification du groupe *Atlantopollis-Complexiopolis*, ce qui nous indique que les échantillons étudiés peuvent être datés comme étant de cet âge. Les niveaux échantillonnés se trouvent respectivement dans les intervalles marneux du quatrième ensemble de paraséquences (4<sup>e</sup> ordre) de la séquence principale de dépôt 2.5 et de la séquence 2.6 de Segura et al. (1993) (Fig. 3). D'autre part, la présence à échelle régionale de *Mamites nodosoides* (Schlüter) dans le quatrième et le cinquième ensemble de paraséquences de 2.5 et de *Wrightoceras submunieri* (Wiedmann, 1964) dans la partie haute du dernier (5<sup>e</sup>) ensemble de paraséquences (Segura et al., 1993), suggère la partie finale du Turonien inférieur et la partie basale du Turonien moyen, puisque Barroso-Barcenilla et al. (2009) y ont signalé la présence de *W. submunieri* associé à *Kamerunoceras turoniense* (d'Orbigny). D'après cette biozonation, le niveau inférieur échantillonné serait de la partie supérieure du Turonien inférieur et le niveau supérieur pourrait arriver jusqu'au Turonien moyen.

D'autre part, la relative abondance des miospores par rapport aux éléments de microplancton peut servir à estimer la distance à la côte (Lister et Batten, 1988), mais il faut alors négliger les grains de pollen bisaccates, puisque, même s'ils proviennent de plantes continentales, ils peuvent rester en suspension et se répandre plus largement que les autres miospores. Dans le niveau 1, les grains bisaccates constituent 8 %, les dinoflagellés 43,5 % et les loges de foraminifères 1 % (Fig. 5(B)), ce qui représente 52 % par rapport aux autres miospores continentales de faible dispersion. Dans le niveau supérieur, ce rapport est à l'avantage des organismes marins ou de long transport (11 % sont disaccates, 6 % du type

*Araucariacites*, eux aussi de large dispersion, 36 % dinoflagellés et 7,5 % foraminifères). Le taux de ptéridophytes, dont les spores présentent moins de facilités pour le transport au loin, appuie aussi cette tendance puisqu'elles sont plus abondantes dans les couches du niveau inférieur. Cette analyse indique une stabilité de la plate-forme marine pendant cet intervalle de temps, mais avec une tendance transgressive entre les deux niveaux échantillonnés.

La faible diversité générique des grains de pollen d'angiospermes et la faible présence de miospores continentales par rapport aux kystes de dinoflagellés et aux loges de foraminifères, surtout dans le niveau 2, indiquent un environnement plus marin que celui montré par l'association du niveau 1. De plus, les dinoflagellés déterminés sont caractéristiques d'un milieu nérétique avec abondance de *Spiniferites*, *Oligosphaeridium* et *Florentinia*, et l'abondance observée de kystes de gonyaulacacées par rapport à d'autres périniciacées a été associée à des faciès marins et à des conditions de mer ouverte (Lister et Batten, 1988 ; Marshall et Batten, 1988).

La tendance à un approfondissement entre les deux niveaux échantillonnés représente un changement sédimentaire significatif dans le caractère peu profond général de 2<sup>e</sup> ordre montré par la succession (Fig. 2). De plus, ce changement de tendance est accompagné par une crise biologique majeure mise en évidence par l'apparition de nouveaux genres et familles d'ammonites au niveau régional (Barroso-Barcenilla et al., 2009) et par le remplacement de la faune d'ammonoïdes (séquence de dépôt 2.5) par une faune principalement d'ostréidés (séquence 2.6) au niveau local (Segura et al., 1993). En conséquence, la limite entre les séquences de dépôt de 3<sup>e</sup> ordre 2.5 et 2.6 doit être située au-dessus de la zone à nodosoides, associée au « hard-ground » reconnu au toit d'un banc de grès calcaires (Fig. 3) entre les deux niveaux échantillonnés. Les divergences sur la position de cette limite dans d'autres secteurs plus septentrionaux du Bassin Ibérique (Gräfe et Wiedmann, 1998), dans d'autres bassins européens (Hardenbol et Robaszynski, 1998) et en Tunisie Centrale (Robaszynski et al., 1990, 1993) où cette limite de séquence est située à la base de la zone à nodosoides pourraient être liées à une différence d'interprétation du rang (ordre) de la limite des séquences. À Somolinos, la discontinuité associée à la base de la biozone à nodosoides est une limite de 4<sup>e</sup> ordre (base du 3<sup>e</sup> ensemble de paraséquences de Segura et al., 1993) caractérisée par une faible rupture dans la succession verticale de faciès, ainsi que par une crise biologique mineure concernant seulement quelques genres d'Ammonites (Barroso-Barcenilla et al., 2009).

Dans quelques carrières du bord sud du Sistema Central, dont les successions constituent la partie distale vers la bordure côtière des plates-formes carbonatées développées dans le Bassin Ibérique (Gil et García, 1996 ; García-Hidalgo et al., 2003, 2007) et qui appartiennent aussi à la palyno-province à Normapolles, plusieurs associations palynologiques du Crétacé supérieur ont été déterminées (Álvarez Ramis et Doubinger, 1980, 1994 ; Kedves et al., 1993 ; Álvarez Ramis et al., 1994, 1996). La plupart des spores et des grains de pollen étudiés à

Somolinos ont été signalés aussi au bord Sud de la Sierra de Guadarrama, même si les dinokystes et les loges de microforaminifères sont plus abondants dans les deux associations analysées à Somolinos que dans celles du Système Central. Ces compositions différentes sont probablement dues à des différences paléogéographiques. En effet, les dépôts du Système Central ont un caractère margino-littoral (Álvarez Ramis et Doubinger, 1980, 1994) tandis que ceux de Somolinos appartiennent à un milieu de plate-forme. Ces données palynologiques réaffirment les reconstructions paléogéographiques effectuées jusqu'à maintenant (Segura et al., 2004 ; García-Hidalgo et al., 2007).

## Remerciements

Cet article est une contribution au Groupe de Recherche 91061 (Universidad Complutense de Madrid-Comunidad Autónoma de Madrid) « Registro geológico de períodos críticos : factores paleoclimáticos y paleoambientales » et aux projets PAI08-0204-1312 de la Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha et CGL2009-12008 du Ministerio de Ciencia e Innovación (Espagne). Nous remercions le Dr. H. Méon, M. Philippe et deux évaluateurs anonymes pour leur révision constructive et bénéfique du texte.

## Références

- Álvarez Ramis, C., Doubinger, J., 1980. Los microfósiles vegetales del Cretácico superior de Torrelaguna (Madrid). Boletín Real Sociedad Española de Historia Natural (Geología) 78, 205–215.
- Álvarez Ramis, C., Doubinger, J., 1994. Contribución al conocimiento de la palinoflora cretácea de la provincia de Madrid. Los Alcores, Guadalix de la Sierra. Revista Española de Micropaleontología 36, 5–22.
- Álvarez Ramis, C., Kedves, M., Fernández Marrón, T., 1994. Consideraciones en torno a las asociaciones esporopolínicas del Cretácico Superior del Cerro de la Mesa (Guadalix de la Sierra, Madrid). Plant Cell Biology and Development 5, 42–51.
- Álvarez Ramis, C., Kedves, M., Fernández Marrón, T., Clemente Belmonte, P., 1996. Nuevos datos palinológicos sobre las Angiospermas primitivas del Cretácico superior de los Alcores (Guadalix de la Sierra, Madrid). Revista Española de Micropaleontología 28, 101–110.
- Barroso-Barcenilla, F., Goy, A., 2007. Revision and new data of the ammonite family Pseudotissotiidae in the Iberian Trough, Spain. Geobios 40, 455–487.
- Barroso-Barcenilla, F., Goy, A., Segura, M., 2009. Ammonite zonation of the Upper Cenomanian and Lower Turonian in the Iberian Trough, Spain. Newsletters on Stratigraphy 43, 139–164.
- Berthou, P.Y., Hasenboehler, B., 1982. Les kystes de Dinoflagellés de l'Albien et du Cénomanien de la région de Lisbonne (Portugal). Répartition et intérêt stratigraphique. Cuadernos de Geología Ibérica 8, 761–779.
- Calderón, S., 1874. Reseña geológica de la provincia de Guadalajara. Revista de la Universidad de Madrid 97, Madrid, 34–43.
- Carenas, B., García, A., Calonge, A., Pérez, P., Segura, M., 1989. Middle Cretaceous (Upper Albian-Turonian) in the central sector of the Iberian ranges (Spain). In: Wiedmann, J. (Ed.), Cretaceous of the Western Tethys. Proceeding of the Third International Cretaceous Symposium, Tübingen, p. 15.
- Castel, C., 1881. Provincia de Guadalajara. Descripción geológica. Boletín Comisión Mapa Geológico de España 8, 157–264.
- Cech, S., Hradecka, L., Svobodová, M., Svabnicka, L., 2005. Cenomanian and Cenomanian-Turonian boundary in the southern part of the Bohemian Cretaceous Basin, Czech Republic. Bulletin of Geosciences 80, 321–354.
- Floquet, M., 1991. La plate-forme Nord-Castellane au Crétacé supérieur (Espagne). Thèse de doctorat, Mémoires Géologiques de l'Université de Dijon 14, Dijon, pp 1–925.
- Floquet, M., 1998. Outcrop cycle stratigraphy of shallow ramp deposits: The Late Cretaceous series on the Castilian Ramp (Northern Spain). In: de Graciansky, P.C., Hardenbol, J., Jaquin, T., Vail, P.R. (Eds.), Mesozoic and Cenozoic Sequence Stratigraphy of European Basins. Society of Economics, Paleontologists, and Mineralogists, Special publication 60, Tulsa, pp. 343–360.
- Floquet, M., Alonso, A., Meléndez, A., 1982. Cameros-Castilla. El Cretácico Superior. In: Alonso, A., Arias, C., García, A., Mas, R., Rincón, R., Vilas, L. (Eds.), El Cretácico de España. Universidad Complutense, Madrid, pp. 387–453.
- García, A., Segura, M., García-Hidalgo, J.F., 1996. Sequences, cycles and hiatuses in the Upper Albian-Cenomanian of the Iberian Ranges (Spain): a cyclostratigraphic approach. Sedimentary Geology 103, 175–200.
- García, A., Mas, R., Segura, M., Carenas, B., García-Hidalgo, J.F., Gil, J., Alonso, A., Burell, M., Bádenas, B., Benito, M.I., Meléndez, A., Salas, R., 2004. Segunda fase de post-rifting: Cretácico Superior. In: Vera, J.A. (Ed.), Geología de España. Sociedad Geológica de España, Instituto Geológico y Minero de España, Madrid, pp. 510–522.
- García-Hidalgo, J.F., Gil, J., Segura, M., 2003. Sedimentología de los términos basales de la sucesión cretácea en el borde sur del Sistema central. Journal of Iberian Geology 29, 55–72.
- García-Hidalgo, J.F., Gil, J., Segura, M., Domínguez, C., 2007. Internal anatomy of a mixed siliciclastics-carbonate platform: the Late Cenomanian-Mid Turonian at the southern margin of the Spanish Central System. Sedimentology 54, 1245–1271.
- Gil, J., Carenas, B., García-Hidalgo, J.F., Segura, M., García, A., 2004. Unidades litoestratigráficas del Cretácico superior en el centro de España. Revista Sociedad Geológica de España 17, 249–266.
- Gil, J., García, A., 1996. El Cretácico del borde meridional del Sistema Central. Unidades litoestratigráficas y secuencias deposicionales. Estudios Geológicos 52, 37–49.
- Gil, J., García-Hidalgo, J.F., Segura, M., García, A., Carenas, B., 2006a. Stratigraphic architecture, palaeogeography and sea-level changes of a third order depositional sequence: the late Turonian-early Coniacian in the northern Iberian Ranges and Central System (Spain). Sedimentary Geology 191, 191–225.
- Gil, J., Segura, M., García-Hidalgo, J.F., Carenas, B., 2006b. High-frequency cyclicity in the Upper Cretaceous of the Northern Iberian Range (Spain). Zeitschrift Deutschen Gesellschaft für Geowissenschaften 157, 667–685.
- Gradstein, F.M., Ogg, J.G., Smith, A.G., 2004. A geologic time scale 2004. Cambridge University Press, Cambridge.
- Gräfe, K.U., Wiedmann, J., 1998. Sequence stratigraphy on a carbonate ramp: The Late Cretaceous Basco-Cantabrian Basin (Northern Spain). In: de Graciansky, P.C., Hardenbol, J., Jaquin, T., Vail, P.R. (Eds.), Mesozoic and Cenozoic Sequence Stratigraphy of European Basins. Society of Economics, Paleontologists, and Mineralogists, Special publication 60, Tulsa, pp. 333–341.
- Groot, J.J., Groot, C.R., 1962. Plants microfossils from Aptian. Albian and Cenomanian deposits of Portugal. Comunicações dos Serviços Geológicos de Portugal 46, 133–171.
- Haq, B.U., Hardenbol, J., Vail, P.R., 1988. Mesozoic and Cenozoic chronostratigraphy and cycles of sea level change. In: Wilgus, C.K., Hastings, C.K., Kendall, C.G.S.C., Posamentier, H., Ross, C.A., Van Wagoner, J.C. (Eds.), Sea level changes. An integrated approach. Society of Economics, Paleontologists, and Mineralogists, Special publication 42, pp. 71–78.
- Haq, B.U., Al Qahtani, A.M., 2005. Phanerozoic cycles of sea-level change on the Arabian Platform. GeoArabia 10, 127–160.
- Hardenbol, J., Robaszynski, F., 1998. Introduction to the Upper Cretaceous. In: de Graciansky, P.C., Hardenbol, J., Jaquin, T., Vail, P.R. (Eds.), Mesozoic and Cenozoic Sequence Stratigraphy of European Basins. Society of Economics, Paleontologists, and Mineralogists, Special publication 60, Tulsa, pp. 329–332.
- Hardenbol, J., Thierry, J., Farley, M.B., Jacquin, T., De Graciansky, P.C., Vail, P.R., 1998. Chronostratigraphic framework and composite sequences. In: de Graciansky, P.C., Hardenbol, J., Jaquin, T., Vail, P.R. (Eds.), Mesozoic and

- Cenozoic Sequence Stratigraphy of European Basins. Society of Economics, Paleontologists, and Mineralogists, Special publication 60, Tulsa, pp. 3–13.
- Herngreen, G.F.W., 1980. Dinoflagellates of the Cenomanian Arenero de Xixún section near Oviedo, Spain. *Revista Española de Micropaleontología* 12, 23–26.
- Herngreen, G.F.W., Kedves, M., Rovnina, L.V., Smirnova, S.B., 1996. Cretaceous palynofloral provinces: a review. In: Jansonius, J., McGregor, D.C. (Eds.), *Palynology: principles and applications*. American Association of Stratigraphic Palynologists Foundation 3, pp. 1157–1188.
- IGME, 1982. Mapa Geológico de España, Escala 1:50,000. Atienza 433, 17–21.
- Kedves, M., 1994. Plant microfossils from the Upper Cretaceous and lower Tertiary layers of Northern Spain I. *Plant Cell Biology and Development* 5, 29–41.
- Kedves, M., Alvarez Ramis, C., Fernández Marrón, M.T., 1993. Sobre pólenes breviaxones procedentes del Cretácico superior del Borda Sur de la Sierra de Guadarrama (Provincia de Madrid, España). *Plant Cell Biology and Development* 4, 22–25.
- Kedves, M., Diniz, F., 1979. Les pollens d'Angiospermes du Crétacé de Vila Flor, Portugal. Genres de forme *Atlantopollis* et *Limaipollenites*. *Boletín de la Sociedad Geológica de Portugal* 21, 203–216.
- Lister, J.K., Batten, D.J., 1988. Stratigraphic and palaeoenvironmental distribution of early Cretaceous dinoflagellate cysts in the Hurlands farm Borehole, West Sussex, England. *Palaeontographica B* 210, 9–89.
- Marshall, K.L., Batten, D.J., 1988. Dinoflagellate cyst associations in Cenomanian-Turonian “Black-shale” sequence of Northern Europa. Review of Palaeobotany and Palynology 5, 85–103.
- Mao, S., Lamolda, M.A., 1998. Quistes de Dinoflagelados del Cenomaniense superior y Turoniense inferior de Gauza, Navarra. I. Paleontología sistemática. *Revista Española de Paleontología* 13, 261–286.
- Méon, H., Guignard, G., Paclova, B., Svobodova, M., 2004. Normapolles. Comparaison entre l’Europe Centrale et du Sud-Est pendant le Cénomanien et le Turonien : évolution de la biodiversité et paléoenvironnement. *Bulletin de la Société géologique de France* 75 6, 579–593.
- Robaszynski, F., Caron, M., Dupuis, C., Amédro, F., González-Donoso, J.M., Linares, D., Hardenbol, J., Gartner, S., Calandra, F., Deloffre, R., 1990. A tentative integrated stratigraphy in the Turonian of central Tunisia: formations, zones and sequential stratigraphy in the Kalaat Sena area. *Bulletin des Centres de Recherches Exploration-Production Elf-Aquitaine* 14, 213–384.
- Robaszynski, F., Gale, A., Juignet, P., Amédro, F., Hardenbol, J., 1998. Sequence stratigraphy in the Upper Cretaceous series of the Anglo-Paris Basin: Exemplified by the Cenomanian Stage. In: de Graciansky, P.C., Hardenbol, J., Jaquin, T., Vail, P.R. (Eds.), *Mesozoic and Cenozoic Sequence Stratigraphy of European Basins*. Society of Economics, Paleontologists, and Mineralogists, Special publication 60, Tulsa, pp. 363–386.
- Robaszynski, F., Hardenbol, J., Caron, M., Amédro, F., Dupuis, C., González-Donoso, J.M., Linares, D., Gartner, S., 1993. Sequence stratigraphy in a distal environment: the Cenomanian of the Kalaat Sena region (central Tunisia). *Bulletin des Centres de Recherches Exploration-Production Elf-Aquitaine* 17, 395–433.
- Schröeder, E., 1930. La zona limítrofe del Guadarrama y las Cadenas Hespéricas. *Publicaciones Extrajeras Geología de España* 4, 294–325.
- Segura, M., García, A., Carenas, B., García-Hidalgo, J.F., Gil, J., 2002. Upper Cretaceous of the Iberian basin. In: Gibbons, W., Moreno, M.T. (Eds.), *The Geology of Spain. The Geological Society of London*, pp. 288–292.
- Segura, M., García, A., García-Hidalgo, J.F., Carenas, B., Ruiz, G., Gil, J., 1996. Relaciones genéticas entre las unidades litoestratigráficas del Cretácico Medio y Superior de la Cordillera Ibérica Occidental. *Geogaceta* 20, 54–57.
- Segura, M., García Hidalgo, J.F., Carenas, B., García, A., 1993. Late Cenomanian-Early Turonian Platform from Central Eastern Iberia, Spain. In: Simo, J.A.T., Scott, R.W., Masse, J.P. (Eds.), *Cretaceous carbonate Platforms*. American Association of Petroleum Geologists, Memoir, pp. 283–296.
- Segura, M., García-Hidalgo, J.F., Carenas, B., Gil, J., García, A., 2004. Evolución paleogeográfica de la Cuenca Ibérica en el Cretácico Superior. *Geogaceta* 36, 103–106.
- Segura, M., García-Hidalgo, J.F., García, A., Ruiz, G., Carenas, B., 1999. El Cretácico de la zona de intersección del Sistema Central con la Cordillera Ibérica: Unidades litoestratigráficas y secuencias deposicionales. Libro Homenaje a José Ramírez del Pozo. Asociación Española de Geólogos y Geofísicos del Petróleo, Madrid, pp. 129–140.
- Segura, M., Pérez, P., Carenas, B., García, A., Calonge, A., 1989. Le Cénomanien supérieur-Turonien dans la zone centrale de la chaîne ibérique (Espagne) : une étape sédimentaire très particulière dans l’évolution de la plate-forme crétacée. In: Cotillon, P. (Ed.), *Les événements de la partie moyenne du Crétacé (Aptien à Turonien)*. *Geobios MS* 22, pp. 161–67.
- Solé de Porta, N., 1978. Palinología de dos secciones del Cenomaniense de los alrededores de Oviedo (España). *Palinología* 1, 435–441.
- Verneuil, Ch., Colombe, G., 1853. Coup d’œil sur la constitution géologique de quelques provinces de l’Espagne. *Bulletin de la Société géologique de France* 2 10, 1–61.
- Wiedmann, J., 1964. Le Crétacé supérieur de l’Espagne et du Portugal et ses Céphalopodes. *Estudios Geológicos* 20, 107–148.