

DÉCOUVERTE DE BRACHIOPODES DU SINÉMURIEN DANS LA SIERRA HARANA (SUBBÉTIQUE INTERNE, CORDILLÈRES BÉTIQUES, PROV. DE GRENADE, ESPAGNE). IMPLICATIONS STRATIGRAPHIQUES

A. Pérez-López *, A. Martín-Algarra *, Y. Alméras ** et A. Foucault ***

RESUMÉ

Deux espèces de brachiopodes du Sinémurien inférieur de la province NW européenne [*Calcirhynchia calcaria* Buckman et *Calcirhynchia calcicosta* (Quenstedt)] ont été trouvées pour la première fois dans le tiers inférieur dolomitique de l'ensemble carbonaté infrajurassique de l'unité de la Sierra Harana (Subbétique interne). Leur présence permet de préciser l'évolution de l'installation de la plate-forme carbonatée dans les domaines sudibériques durant la transgression du Lias inférieur.

Mots-clés: *Lias inférieur, Subbétique, Brachiopodes, Plate-forme carbonatée.*

RESUMEN

Dos especies de braquiópodos del Sinemuriense inferior de la provincia NW europea [*Calcirhynchia calcaria* Buckman y *Calcirhynchia calcicosta* (Quenstedt)] han sido encontradas por primera vez en los materiales dolomíticos inferiores del conjunto carbonatado infrajurásico de la Unidad de Sierra Harana (Subbético Interno). Su presencia permite precisar los momentos sucesivos de la implantación de la plataforma carbonatada en el dominio del paleomargen sudibérico durante la transgresión del Lias inferior.

Palabras clave: *Lias inferior, Subbético, Braquiópodos, Plataforma carbonatada.*

ABSTRACT

Two Lower Sinemurian brachiopod species from the NW european province [*Calcirhynchia calcaria* Buckman and *Calcirhynchia calcicosta* (Quenstedt)] have been found for the first time in the lower dolomitic beds of the Lower Jurassic carbonate ensemble of the Sierra Harana unit (Internal Subbetic). Their presence allow to detail the evolution of the installation of the carbonate platform in the southern iberian domains during the Lower Lias transgression.

Key words: *Lower Lias, Subbetic, Brachiopods, Carbonate platform.*

Introduction

Dans quelques affleurements des séries subbétiques on peut observer une transition progressive entre les matériaux argileux et évaporitiques du Keuper et les puissantes formations carbonatées du Lias, dont le toit est généralement bien daté du Lias moyen par ammonites (Rivas, 1979). L'attribution de

cet ensemble carbonaté —appellé Formation Gavián dans plusieurs secteurs de la chaîne (Van Veen, 1969; Hermes, 1978; Ruiz-Ortiz, 1980; Molina, 1987; Rey *et al.*, 1990)— au Lias inférieur (García-Hernández *et al.*, 1976, 1979a, 1980; Andreo *et al.*, 1991) est basée sur la reconnaissance d'associations de microfaunes benthiques et d'algues (González-Donoso *et al.*, 1974, Andreo, 1990). Ces associations, caracté-

* Departamento de Estratigrafía y Paleontología, IAGM, Facultad de Ciencias, Universidad de Granada, 18071 Granada, Espagne.

** Centre des Sciences de la Terre et Centre de Paléontologie Stratigraphique et Paléoécologie, Université Claude Bernard Lyon 1, 27-43 Bd. du 19 novembre, 69622 Villeurbanne Cedex, France.

*** Laboratoire de Géologie, Muséum National d'Histoire Naturelle, 43, rue de Buffon, 75005 Paris, France.

ristiques du Sinémurien probablement supérieur, sont constituées principalement par *Paleodasycladus mediterraneus* PIA, *Orbitopsella praecursor* Hottinger, *Pseudocyclammina betica* González-Donoso *et al.*, et *Haurania amiji* Henson. Une autre association fréquente, située stratigraphiquement sur cette dernière, est constituée par *Involutina liasica* (Jones), *Vidalina martana* Farinacci, et d'autres foraminifères benthiques. Elle apparaît surtout dans des calcaires à crinoïdes, où le Carixien a été daté par ammonites (García-Hernández *et al.*, 1979b). Cependant, la présence de toutes ces formes n'a été détectée que dans les niveaux les plus hauts du puissant ensemble calcaréo-dolomitique infrajurassique subbétique. Les niveaux les plus bas, essentiellement dolomitiques, n'ont pas pu être datés avec précision, étant donné l'absence ou extrême rareté de restes fossiles; ils ont été attribués à l'«Infralias» ou à la transition Trias-Lias, sans plus de précision. L'absence d'organismes à l'extrême base du Lias peut être due, dans la plupart des cas, à des causes tectoniques, étant donné que le contact avec les formations argilo-évaporitiques triasiques est un niveau de décollement majeur qui a permis l'individualisation des unités allochtones subbétiques. D'autre part, la dolomitisation épigénétique affectant ces niveaux a produit une intense recristallisation des faciès des sédiments originels, qui a détruit les restes fossiles.

L'objet de cette note est de faire connaître la stratigraphie de la partie inférieure de l'ensemble carbonaté infraliasique de l'unité subbétique de la Sierra Harana, où on a trouvé un gisement de brachiopodes. Cette découverte permet de préciser l'âge du début du dépôt de l'ensemble carbonaté dans les régions les plus internes du Subbétique et, par conséquent, de la transgression qui a déterminé l'installation au Lias d'une vaste plateforme carbonatée peu profonde sur les faciès détritiques du Trias supérieur, dans les zones Externes de la chaîne Bétique.

L'unité de la Sierra Harana

L'unité de la Sierra Harana est l'élément tectonique subbétique le plus interne des Zones Externes bétiques (fig. 1) sur la transversale de Grenade (Blumenthal et Fallot, 1935; García-Dueñas, 1968). Elle est chevauchée du S vers le N par les Zones Internes (Durand-Delga et Fontboté, 1960) et elle même chevauche des formations du Miocène moyen qui reposent en discordance sur le Miocène inférieur du Subbétique médian (Martín-Algarra *et al.*, 1988). Cependant, dans la plupart des points, les relations tectoniques originelles entre l'unité de la Sierra Harana, les matériaux du Miocène moyen et les unités subbétiques septentrionales sont difficiles à établir à cause

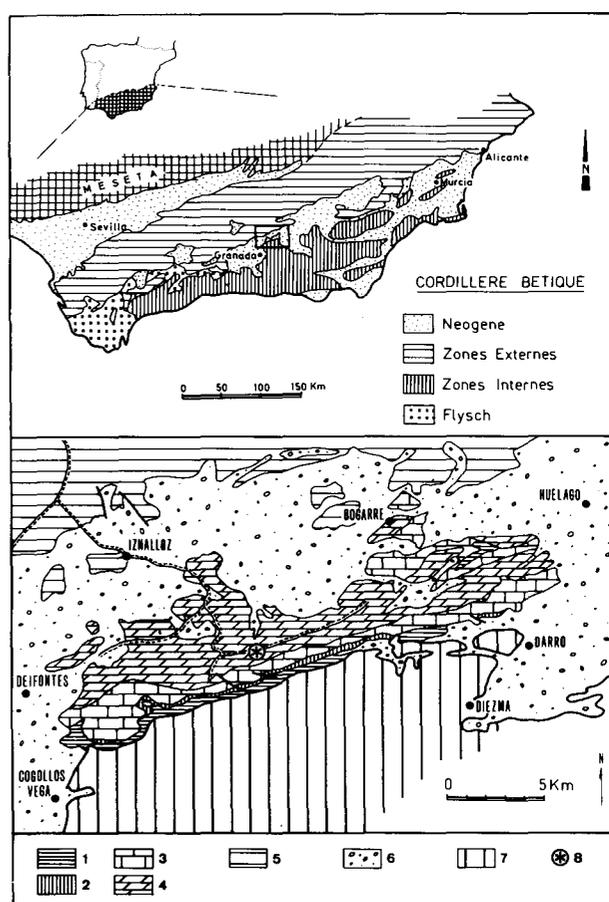


Fig. 1.—Schéma géologique de la Sierra Harana et ses environs et situation du gisement de brachiopodes. Légende: 1-4: Unité de la Sierra Harana (Subbétique Interne). 1: marnocalcaires (Crétacé); 2: calcaires noduleux et calcaires à silex (Lias moyen-supérieur à Malm); 3: calcaires blancs massifs, calcaires à crinoïdes et calcaires à silex (Lias inférieur-Carixien); 4: dolomies (Lias inférieur); 5: Subbétique Médian; 6: Miocène et Pliocuatenaire; 7: Zones Internes; 8: gisement de brachiopodes du Sinémurien.

Fig. 1.—Mapa geológico de Sierra Harana y alrededores y situación del yacimiento de braquiópodos. Leyenda: 1-4: Unidad de Sierra Harana (Subbético Interno). 1: margocalizas (Cretácico); 2: calizas nodulosas y calizas con sílex (Lias medio-superior a Malm); 3: calizas blancas masivas, calizas de crinoïdes y calizas con sílex (Lias inferior-Carixiense); 4: dolomías (Lias inferior); 5: Subbético Medio; 6: Mioceno y Pliocuatenario; 7: Zonas Internas; 8: yacimiento de braquiópodos del Sinemuriense.

Fig. 1.—Geologic sketch map of the Sierra Harana and adjoining areas and situation of the brachiopod site. Key: 1-4: Sierra Harana unit (Internal Subbetic). 1: marly limestones (Cretaceous); 2: nodular and cherty limestones (Middle-Upper Lias to Malm); 3: white massive limestones, crinoidal limestones and cherty limestones (Lower Lias-Carixian); 4: dolomites (Lower Lias); 5: Median Subbetic; 6: Miocene and Pliocuatenario; 7: Internal Zones; 8: Sinemurian brachiopod site.

de l'existence d'accidents décrochants subsidiaires de «l'accident de Crevillente» ou de «Cadix-Alicante» (Foucault, 1974; Sanz de Galdeano, 1983), et de puis-

sants recouvrements conglomératiques continentaux, très répandus en surface, d'âge plio-quaternaire.

La structure interne de la Sierra Harana est bien connue (Blumenthal et Fallot, 1935; Foucault, 1976): au S de l'alignement de reliefs calcaires qui constituent l'axe de la sierra, les niveaux post-liasiques affleurent dans un noyau synclinal à vergence sud; au N de ces reliefs les formations liasiques affleurent en grande extension, formant un anticlinal profondément érodé, lui-même deversée vers le S. Dans le secteur NW de la Sierra, la structure est un peu plus complexe, à cause de l'existence de chevauchements vers le S, congruents avec les plis mentionnés ci-dessus (Pérez-López, 1986b).

La série stratigraphique de cette unité a été précisée par Pérez-López (1986a). Elle est constituée, de bas en haut, par les termes suivants (fig. 2A):

1. *Ensemble carbonaté inférieur*, constitué à la base par des *dolomies* qui sont couronnés par des *calcaires blancs massifs* à microfossiles du Lias inférieur (*Thaumatoporella parvovesiculifera* Raineri, *Paleodasycladus mediterraneus* PIA). Cet ensemble est puissant de plus de 500 m.

2. *Calcaires à crinoïdes* (10-20 m) avec *Bouhadmidoceras sp.* et *Involutina liasica* (Jones), qui sont latéral et verticalement associés à des *calcaires gris à silex* (70-150 m) avec *Juraphyllites diopsi* Gemmellaro (López-Garrido et Orozco, 1970). Ils sont, donc, d'âge sinémurien supérieur à carixien.

3. *Calcaires à silex* (environ 20 m), plus marneux que l'ensemble précédent, avec ammonites du Lias moyen-supérieur (restes mal conservés d'*Hildoceratacea*) au Bajocien (Sandoval, 1983).

4. *Calcaires noduleux* (8-30 m) rouges à jaunâtres, parfois à silex, à abondants ammonites du Dogger-Malm (Sequeiros, 1974; Olóriz, 1978; Sandoval, 1983).

5. Enfin, la série se termine par un puissant ensemble (plus de 100 m) de *marnes*, *marnocalcaires* et *calcaires clairs* du Crétacé inférieur, suivi de «*couches rouges*» du Crétacé supérieur.

Ensemble dolomitique inférieur

C'est dans l'ensemble carbonaté inférieur de la série de l'unité de la Sierra Harana que les observations présentées dans cette note ont été faites. Cet ensemble est puissant de plus 500 m, et on peut le subdiviser en une partie inférieure dolomitique et une partie supérieure calcaire (200 m environ). La partie inférieure a pu être subdivisée en trois termes, de bas en haut (fig. 2A):

— Le *terme I* (plus de 100 m) est constitué par une alternance de dolomies bien stratifiées, parfois en

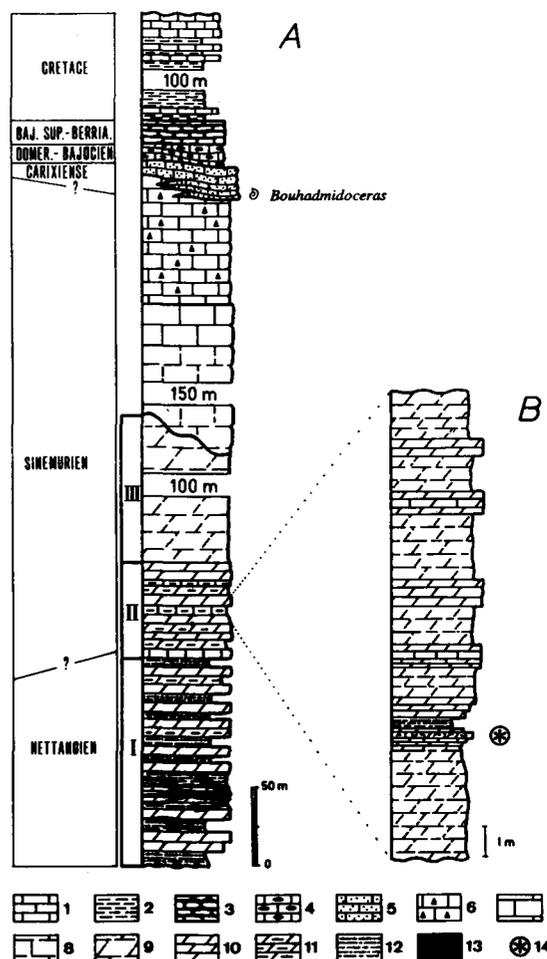


Fig. 2.—A: Colonne stratigraphique synthétique de l'unité de la Sierra Harana. I, II et III: termes I, II et III de l'ensemble dolomitique inférieur. B: position stratigraphique du gisement à brachiopodes. Légende: 1: calcaires marneux et marnocalcaires; 2: marnes; 3: calcaires noduleux; 4: calcaires à silex; 5: calcaires à crinoïdes; 6: calcaires gris à silex; 7: calcaires blancs; 8: calcaires blancs massifs; 9: dolomies cristallines massives; 10: dolomies litées et massives alternantes; 11: dolomies et calcaires marneux; 12: marnes et argiles; 13: roches subvolcaniques basiques; 14: gisement fossilifère.

Fig. 2.—A: Columna estratigráfica sintética de la unidad de Sierra Harana. I, II y III: términos I, II y III del conjunto dolomítico inferior. B: posición estratigráfica del yacimiento de braquiópodos. Leyenda: 1: calizas margosas y margocalizas; 2: margas; 3: calizas nodulosas; 4: calizas con sílex; 5: calizas con crinoïdes; 6: calizas grises con sílex; 7: calizas blancas; 8: calizas blancas masivas; 9: dolomías cristallinas masivas; 10: dolomías estratificadas y masivas alternantes; 11: dolomías y calizas margosas; 12: margas y arcillas; 13: rocas subvolcánicas básicas; 14: yacimiento fosilífero.

Fig. 2.—A: Stratigraphic column of the Sierra Harana unit. I, II and III: parts I, II and III of the lower dolomitic ensemble. B: stratigraphic position of the brachiopod site. Key: 1: marly limestones and limy marlstones; 2: marls; 3: nodular limestones; 4: cherty limestones; 5: crinoidal limestones; 6: grey cherty limestones; 7: white limestones; 8: white massive limestones; 9: massive crystalline dolomites; 10: alternating well bedded and massive dolomites; 11: dolomites and marly limestones; 12: marls and clays; 13: basic subvolcanic rocks; 14: fossiliferous site.

plaquettes, avec des niveaux marneux et argileux gris et verdâtres, plus rarement rougeâtres. Les dolomies montrent parfois des restes de faciès originels, qui sont des micrites sans fossiles et des sédiments dont la structure laminaire est donnée par des cyanobactéries. On peut penser que ces roches se sont déposées dans les parties marginales (circalittorales) d'une plate-forme côtière, dans des environnements de type péritidal à supratidal, tandis que les niveaux argileux et marneux se sont probablement déposés dans des environnements supratidaux à continentaux. De plus, ce terme I montre des intercalations lenticulaires de roches subvolcaniques basiques, de quelques décimètres à plusieurs dizaines de mètres d'épaisseur, et d'extension latérale variable entre un mètre et plusieurs centaines de mètres, qui affleurent largement dans les alentours du Cortijo Buchareros (ces roches ont été considérées à tort comme faisant partie d'une unité indépendante in Foucault, 1976). Par leur faciès, ce terme représente la transition du Trias supérieur argilo-évaporitique qui n'affleure pas dans cette unité sous l'ensemble dolomitique inférieur de la série de la Sierra Harana.

— Le *terme II*, puissant d'une cinquantaine de mètres, est facilement reconnaissable dans le paysage car il est assez bien stratifié. Il est constitué par des dolomies cristallines claires, en bancs d'épaisseur métrique à décamétrique, qui alternent avec des paquets marneux ou calcaro-marneux dolomités, de couleurs grises ou verdâtres en coupe fraîche, jaunâtres par altération superficielle. Un des ces niveaux calcaro-marneux (fig. 2B) exceptionnellement moins recristallisé, a fourni la faune de brachiopodes décrite ci-dessous. Les faciès originels des dolomies sont généralement oblitérés mais, lorsqu'ils sont reconnaissables, on voit qu'il s'agit de sédiments formés de laminites de probable origine cyanobactérienne, associés à de fins niveaux calcarénitiques et/ou calcilitiques plus ou moins peltoïdaux (*packstones* à *wackestones*) à porosité fenestrale bien développée, formant des microséquences centimétriques à décimétriques, du même type que celles que l'on reconnaît dans les zones inter à supratidales des plate-formes carbonatées actuelles (Shinn, 1983). La transition aux intervalles marneux se fait par l'intermédiaire des dolomies marneuses en plaquettes, montrant des microfaciès micritiques peltoïdaux, probablement déposées en environnements subtidaux de type lagon. Dans l'ensemble, ce terme II constitue une mégaséquence *thickening upward* par l'intermédiaire de laquelle on passe graduellement du terme inférieur (I) au supérieur (III), par amincissement et finalement disparition complète des niveaux marneux. Cette évolution verticale met en évidence une diminution progressive des apports détritiques continentaux dans

l'environnement marin et, en même temps, un processus de transgression marine qui détermine finalement l'installation définitive de la plate-forme carbonatée infraliasique. En conclusion, compte tenu des faciès, de l'organisation séquentielle et mégaséquentielle et de la présence sporadique de faunes marines, on peut conclure que le terme s'est déposé dans des environnements encore essentiellement péritidaux, comme le terme précédent, mais avec une influence marine plus marquée, ce qui a permis l'installation sporadique et probablement très éphémère d'environnements marins très peu profonds.

— Le *terme III* est constitué par des dolomies claires et massives, à stratification peu ou pas visible, épaisses de plus de 150 m, qui passent latéralement et verticalement par l'intermédiaire d'un contact irrégulier de dolomitisation aux calcaires blancs sus-jacentes. Ces relations permettent d'envisager une origine diagénétique tardive (calcaires blancs dolomités) pour ce terme supérieur de l'ensemble dolomitique. De fait, bien que les textures sédimentaires des dolomies soient très recristallisées, on a pu observer en quelques points des phanômes de microfaciès calcarénitiques plus ou moins bioclastiques à algues, équivalents à ceux que l'on reconnaît dans les calcaires blancs massifs. Ce terme III s'est donc déposé dans des environnements franchement marins, bien que peu profonds.

Les brachiopodes

Les brachiopodes étudiés dans cette note proviennent d'un gisement localisé au printemps 1988 par trois de nous (AF, APL et AMA), 2 km au NE de la Peña de la Cruz (37° 20' 51" lat N, 3° 27' 00" long W), dans le talus de la piste forestale dominée par la sierra à l'Est d'Iznalloz (fig. 1). Stratigraphiquement le gisement se situe vers la partie haute du tiers inférieur de l'ensemble dolomitique infraliasique, au sein du terme II décrit plus haut, au toit d'un mince niveau (30 cm) de dolomie marneuse jaunâtre exceptionnellement peu recristallisée, qui fait la transition entre un paquet de dolomie massive et une intercalation de marnes dolomitiques (fig. 2B).

Description

Les brachiopodes sont des *Rynchonellida* représentés par des moules internes partiellement dolomités et à crochet souvent usé. Une quinzaine d'exemplaires mieux conservés peuvent être rapportés au genre *Calcirhynchia* Buckman. Les coquilles, modérément biconvexes, de petite taille (longueur L comprise entre 6 et 8 mm), montrent quelquefois un contour cir-

culaire, mais le plus souvent leur largeur est supérieure à leur longueur (le rapport largeur/longueur l/L varie entre 1 et 1,12). La commissure frontale est uniplissée et l'uniplication est toujours peu élevée. Les valves sont ornées de 8 à 13 côtes dont 2 à 4 peuvent être observées sur le bourrelet médian dorsal. Le crochet est subdressé à dressé. Quelques moules internes montrent la trace en creux d'un septum médian dorsal long et élevé. Exception faite des différences de taille (L = 6 à 8 mm au lieu de 6 à 11 mm), nous retrouvons la morphologie et la variabilité de *Calcirhynchia calcaria* Buckman récemment étudiée dans le Sinémurien inférieur de Lorraine (Alméras et Hanzo, 1991). La miniaturisation (morphologie d'adulte réalisée à des tailles plus petites) est certainement due aux conditions peu favorables du milieu de vie. En effet, ces brachiopodes proviennent d'un niveau marnocalcaire exceptionnellement peu dolomitisé, de couleur grise ou verte sur des sections non altérées. Il y a là indication d'eaux peu oxygénées dans un milieu restraints, peu ouvert sur le domaine marin et où les apports trophiques se renouvelaient difficilement. Ce milieu protégé précédait ou accompagnait l'installation de la plate-forme carbonatée.

Outre *C. calcaria*, quelques coquilles de même taille, mais plus épaisses à cause du renflement de leur valve dorsale, à uniplication frontale plus élevée, avec 2 à 3 côtes sur le bourrelet médian dorsal, peuvent être rapportées à *Calcirhynchia calcicosta* (Quenstedt).

Etant donné l'état de conservation des coquilles, les caractères internes n'ont pu être mis en évidence. L'ensemble du matériel est conservé dans les collections du Centre des Sciences de la Terre, Université Claude Bernard, Lyon, sous le n.° 307.052.

Age de la faune

Calcirhynchia calcaria a été trouvé dans le Sinémurien d'Allemagne (Lias B in Quenstedt, 1852; voir aussi Ager, 1958) ainsi que dans le Sinémurien inférieur du Jura en France (Blaison, 1961). Selon Ager (1962), l'espèce est abondante en Angleterre (Gloucestershire) dans les zones à Angulata (Hettangien supérieur) et à Bucklandi (Sinémurien inférieur) où elle représente le seul Rhynchonellidé présent; elle persiste localement dans la zone à Semicostatium. *Calcirhynchia calcaria* a été récemment étudiée dans le Sinémurien inférieur d'Hettange en Lorraine (France NE) où on la trouve dans différents niveaux attribués aux zones à Bucklandi et à Semicostatium (Alméras et Hanzo, 1991). Elle n'a pas été observé dans la zone à Angulata. La faune de Brachiopodes recoltée dans les niveaux inférieurs de l'unité de la Sierra Harana caractérise donc les zones à Bucklan-

di et à Semicostatium du Sinémurien inférieur ainsi daté pour la première fois dans ce secteur.

Paléobiogéographie

Le genre *Calcirhynchia* appartient au domaine des plate-formes de l'Europe moyenne (province NW européenne). Sa mise en évidence dans ce secteur des chaînes Bétiques élargit cette répartition spatiale. Dans le domaine sud-téthysien occidental (Maroc, Algérie), les premiers brachiopodes récoltés dans les faciès précédant et/ou accompagnant l'installation des plate-formes carbonatées sont des Térébratulidés et des Zeilleridés multiplissés (Dubar, 1942; Elmi *et al.*, 1991) ou encore des Rhynchonellidés rapportés au genre *Prionorhynchia* Buckman (Ameur *et al.*, 1990).

Conclusions stratigraphiques et paléogéographiques

La datation du Sinémurien inférieur dans le terme II de l'ensemble dolomitique infrajurassique de l'unité de la Sierra Harana confirme l'âge hettangien-sinémurien de ce dernier, ce qui est probablement aussi le cas pour des matériaux équivalentes d'autres séries subbétiques plus externes (Formation Gavilán). Dans ce cadre, les dépôts argilo-carbonatés du terme I de l'ensemble dolomitique de la Sierra Harana, pourraient être considérés d'âge Hettangien.

D'autre part, l'organisation litostratigraphique du puissant ensemble calcaréo-dolomitique liasique de la Sierra Harana illustre l'accentuation progressive de conditions paléogéographiques de plus en plus franchement marines sur les dépôts côtiers argilo-évaporitiques du Trias supérieur, dont la culmination a été l'implantation de vastes plate-formes carbonatées dans les régions subbétiques au Sinémurien. L'évolution stratigraphique verticale met en évidence la transgression marine du Lias inférieur, reconnaissable à l'échelle de toutes les régions alpines péri-méditerranéennes. Le terme I est constitué par une alternance entre dépôts carbonatés marins très littoraux et argilo-marneux continentaux; il pourrait représenter un stade de transition depuis un Trias supérieur non affleurant. Pendant le dépôt du terme II on assiste à la première installation jurassique, bien que très peu persistente et éphémère, des milieux franchement marins dans un contexte où les environnements péritidaux étaient dominants. Enfin, le terme III représente l'installation définitive des environnements marins, en même temps que les apports terrigènes disparaissaient des régions subbétiques et restaient exclusivement limitées aux régions prébétiques les plus externes de la chaîne, au voisinage du

continent ibérique (Acosta et García-Hernández, 1988).

REMERCIEMENTS

Cette note est une contribution des projets de recherche PB-90/0853 et PB-91/0079 de la CICYT (Espagne) et des groupes de recherche n.º 4085 et n.º 4089 de la Junta de Andalucía. Il s'est bénéficié du rapport de M. Prof. J. A. Vera, que nous remercions vivement.

Referencias

- Acosta, P. y García-Hernández, M. (1988). Las facies de plataforma carbonatada del Jurásico inferior y medio de la Sierra de Cazorla. *Geogaceta*, 5, 39-41.
- Ager, D. V. (1958). A monograph of the British liassic *Rhynchonellidae*. Part II. *Palaeont. Soc.*, London, 116, 85-136.
- Ager, D. V. (1962). A monograph of the British liassic *Rhynchonellidae*. Part III. *Palaeont. Soc.*, London, 112, 51-84.
- AlmÉRas, Y. y Hanzo, M. (1991). Rhynchonellids (*Brachiopoda*) of the «Calcaires à Griphées» from Hettange (Sinemurian, NE France): communities and environmental changes. *Paleogeogr. Paleoclimatol. Paleoecol.*, Amsterdam, 86, 313-329.
- Ameur, M., Ouahhabi, B. y AlmÉRas, Y. (1990). Age carixien des Calcaires du Tiseddoûra dans la partie occidentale des Traras méridionaux (secteur de Sidi Boudjenane, Algérie Occidentale). *Journées Géol. Maroc Oriental*, Oujda, 19-21 sep., 1990, pág. 8.
- Andreo, B. (1990). *El Subbético Interno de las sierras de María y del Maimón (Provincia de Almería)*. Tesis de Licenciatura Univ. de Granada, 89 págs. (inédita).
- Andreo, B., García-Hernández, M., Martín-Algarra, A., Rey, J. y Vera, J. A. (1991). La sedimentación carbonatada del Lías en la transversal de Vélez-Rubio (Subbético Interno). *Rev. Soc. Geol. España*, 4, 165-178.
- Blaison, J. (1961). Stratigraphie et zonéogéographie du Lias inférieur des environs de Lons-le-Saunier, Jura. *Ann. Scient. Univ. Besançon*, 2^{me} sér., Geol., 35-122.
- Blumenthal, M. y Fallot, P. (1935). Observations géologiques sur la Sierra Arana entre Grenade et Guadix. *Mem. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, 17, 5-74.
- Dubar, G. (1942). Etudes paléontologiques sur le Lias du Maroc. Brachiopodes. Térébratules et Zeilléries multiplissés. *Notes et Mém. Serv. Géol. Maroc*, 57, 103 págs.
- Durand-Delga, M. y Fontboté, J. M. (1960). Le problème de l'âge des nappes alpujarrides d'Andalousie. *Rev. Geogr. Phys. Geol. Dyn.*, 3, 181-187.
- Elmi, S., AlmÉRas, Y. et Benshili, K. (1991). Influence de l'évolution paléogéographique sur les peuplements au cours du Lias dans le Moyen-Atlas marocain. *Sci. Géol.*, Strasbourg, mém. 83 (1989), 115-131.
- Foucault, A. (1974). *Travaux et titres scientifiques et universitaires*. Paris, 36 págs.
- (1976). Compléments sur la géologie de l'ouest de la Sierra Arana et ses environs (Prov. Grenade, Espagne). *Bull. Soc. Geol. France*, 18, 649-658.
- García Dueñas, V. (1968). Hipótesis sobre la posición tectónica de la Sierra Arana (Granada). *Act. Geol. Hisp.*, 3, 29-34.
- García-Hernández, M., González-Donoso, J. M., Linares, A., Rivas, P. y Vera, J. A. (1976). Características ambientales del Lías inferior y medio en la Zona Subbética y su significado en la interpretación general de la Cordillera. In: *Reunión sobre la Geodinámica de la Cordillera Bética y del mar de Alborán*. Secr. Publ. Univ. Granada, 125-157.
- García-Hernández, M., Rivas, P. y Vera J. A. (1979a). El Lías infracarixiense en la Zona Subbética. *Cuad. Geol. Univ. Granada*, 10, 367-374.
- (1979b). El Carixiense en la Zona Subbética. *Cuad. Geol. Univ. Granada*, 10, 375-382.
- García-Hernández, M., López-Garrido, A. C., Rivas, P., Sanz de Galdeano, C. y Vera, J. A. (1980). Mesozoic paleogeographic evolution of the External Zones of the Betic Cordillera (Southern Spain). *Geol. Mijnb.*, 59, 155-168.
- González-Donoso, J. M., Linares, A. y Rivas, P. (1974). El Lías inferior y medio de Poloria (serie del Zegrí, Zona Subbética, norte de Granada). *Estudios Geol.*, 30, 639-654.
- Hermes, J. J. (1978). The stratigraphy of the Subbetic and the Southern Prebetic of the Vélez Rubio-Caravaca area and its bearing on transcurrent faulting in the Betic Cordillera of Southern Spain. *Proc. Kon. Ned. Akad. Wet.*, 81, 1-54.
- López-Garrido, A. C. y Orozco, M. (1970). Estudio geográfico del sector oriental de Sierra Arana. *Acta Geol. Hisp.*, 5, 4-7.
- Martín-Algarra, A., Sanz de Galdeano, C. y Estévez, A. (1988). L'évolution sédimentaire miocène de la région au nord de la Sierra Arana et sa relation avec la mise en place du bloc d'Alboran. *Bull. Soc. Géol. France*, 6, 119-127.
- Molina, J. M. (1987). *Análisis de facies del Mesozoico en el Subbético Externo (Prov. de Córdoba y Sur de Jaén)*. Tesis Doctoral, Univ. de Granada, 518 págs.
- Olóriz, F. (1978). *Kimmeridgiense-Tithónico inferior en el Sector de las Cordilleras Béticas. Zona Subbética. Paleontología. Bioestratigrafía*. Tesis Doctoral, Univ. de Granada, 758 págs.
- Pérez-López, A. (1986a). Nuevos datos sobre la estratigrafía y evolución sedimentaria del Mesozoico de la Unidad de Sierra Harana (Subbético Interno, Cordillera Bética). *Estudios Geol.*, 42, 397-405.
- (1986b). Estratigrafía y estructura del sector noroccidental de Sierra Harana (Subbético Interno, Cordillera Bética). *Mediterránea Ser. Geol.*, 5, 147-156.
- Quenstedt, F. A. (1852). *Handbuch der Petrefactenkunde*. Laupp édit., Tübingen, 791 págs.
- Rey, J., Andreo, B., García-Hernández, M., Martín-Algarra, A. y Vera, J. A. (1990). The liassic «Lithiotis» facies North of Vélez Rubio (Subbetic Zone). *Rev. Soc. Geol. España*, 3, 199-212.
- Rivas, P. (1979). Zonación del Carixiense en la Zona Subbética. *Cuad. Geol. Univ. de Granada*, 10, 383-388.
- Ruiz-Ortiz, P. A. (1980). *Análisis de facies del Mesozoico de las Unidades Intermedias (entre Castril —prov. de Granada— y Jaén)*. Tesis Doctoral, Univ. de Granada, 272 págs.
- Sandoval, J. (1983). *Bioestratigrafía y Paleontología (Stephanocerataceae y Perisphintaceae) del Bajocense y Bathonense de las Cordilleras Béticas*. Tesis Doctoral, Univ. de Granada, 613 págs.
- Sanz de Galdeano, C. (1983). Los accidentes y fracturas

- principales de las Cordilleras Béticas. *Estudios Geol.*, 39, 157-165.
- Sequeiros, L. (1974). *Paleobiogeografía del Calloviense y Oxfordiense en el Sector Central de la Zona Subbética. Bioestratigrafía y Paleontología*. Tesis Doctoral, Univ. de Granada, 635 págs.
- Shinn, E. A. (1983). Tidal Flat. In: *Carbonate Depositio-
nal Environments* (Scholle, P. A.; Debout, D. G. et Moore, C. M., Ed.). *AAPG Mem.*, 33, 171-210.
- Van Veen, G. W. (1969). *Geological investigations in the region W of Caravaca, SE Spain*. Thesis Univ. Amsterdam, 143 págs.

Recibido el 8 de junio de 1992
Aceptado el 15 de octubre de 1992