Disponible en ligne sur www.sciencedirect.com

SciVerse ScienceDirect

Annales de Paléontologie 98 (2012) 253–301

ANNALES DE PALÉONTOLOGIE

www.em-consulte.com

Article original

Calpionelles et microfaunes pélagiques du Jurassique supérieur – Crétacé inférieur dans les Formations Shal et Kolur (Montagnes du Talesh, chaîne de l'Elbourz, Nord-Ouest Iran). Répartition stratigraphique, espèces nouvelles, révision systématique et comparaisons régionales

Calpionellids and pelagic microfaunas of Upper Jurassic – Lower Cretaceous Shal and Kolur Formations (Talesh Mountains, Alborz Chain, North-West Iran). Stratigraphic distribution, new species, systematic revision and regional comparisons

Mohamed Benzaggagh [a], Fabrizio Cecca [b,*], Johann Schnyder [c], Kazem Seyed-Emami [d], Mahmoud Reza Majidifard [e]

[a] *Département de géologie, faculté des sciences, université Moulay Ismail, BP 11201, Zitoune, Meknès, Maroc*
[b] *UPMC, UMR CNRS 7207, CR2P-MNHN, université Paris 06, case 104, 4, place Jussieu, 75252 Paris cedex 05, France*
[c] *UPMC, UMR CNRS 7193, iSTeP, université Paris 06, case 117, 4, place Jussieu, 75252 Paris cedex 05, France*
[d] *School of Mining Engineering, University College of Engineering, University of Tehran, PO Box 11365-4563, Tehran, Iran*
[e] *Geological Survey of Iran, PO Box 131851-1494, Tehran, Iran*

Disponible sur Internet le 18 octobre 2012

Résumé

L'étude de deux coupes correspondant respectivement aux Formations Shal (Callovien – Berriasien inférieur) et Kolur (Berriasien – Valanginien) dans la région du Talesh (Nord-Ouest de l'Iran, marge nord de la Téthys orientale) a permis de caractériser les différentes zones et sous-zones des calpionelles, définies dans des séries des bassins de la Téthys occidentale. Ainsi, les sous-zones à *Chitinoidella boneti* (base du Tithonien supérieur) et B1 (base de la zone à *Calpionella alpina*, base du Berriasien inférieur) ont été caractérisées dans la partie supérieure de la Formation Shal. Les sous-zones B3 (sommet de la zone à *C. alpina*),

* Auteur correspondant.
Adresse e-mail : fabrizio.cecca@upmc.fr (F. Cecca).

0753-3969/$ – see front matter © 2012 Elsevier Masson SAS. Tous droits réservés.
http://dx.doi.org/10.1016/j.annpal.2012.07.001

C1, C2 (zone à *Calpionella elliptica*), D1, D2, D3 (zone à *Calpionellopsis*), les zones E (ou à *Calpionellites*) et F (ou à *Tintinnopsella*) ont été caractérisées dans la Formation Kolur sur la base d'une riche faune de calpionelles. La zone E a été subdivisée en deux sous-zones : E1 et E2. La première sous-zone est marquée par la persistance du genre *Calpionellopsis*. Trente espèces de calpionelles ont été décrites. Quinze espèces sont nouvelles, dont 11 du genre *Tintinnopsella*, deux du genre *Remaniella* et deux du genre *Calpionellites*. Parmi les autres microfaunes pélagiques de la limite Jurassique – Crétacé, les *Globochaete* et les calcisphères (ou microproblématiques), qui sont souvent abondants dans les séries d'âge Jurassique terminal – Crétacé basal des bassins de la Téthys occidentale, sont par contre absents dans la Formation Shal et très rares dans la Formation Kolur. Cette dernière présente pourtant des faciès pélagiques, favorables à la conservation des spécimens de ces deux groupes fossiles. On peut néanmoins signaler, comme dans les séries du Rif externe au Maroc, un pic à *Cadosina fusca* dans la sous-zone D1 et la présence de *Stomiosphaera wanneri* dans les niveaux de la zone C. Les *Saccocoma*, souvent fréquents dans la moitié supérieure de la Formation Shal, disparaissent, comme dans la plupart des séries des bassins de la Téthys occidentale, dans des niveaux assez hauts du Tithonien supérieur, bien après l'apparition de *Chitinoidella*. Les radiolaires, à coque sphérique, sont représentés par deux morphologies : une de taille normale qualifiée de morphologie A, présente dans les différents niveaux des deux formations étudiées ; une autre de taille plus grande, qualifiée de morphologie B, présente dans les niveaux supérieurs de la Formation Shal (Tithonien supérieur) et devenant fréquente dans les niveaux du Berriasien à Valanginien inférieur de la Formation Kolur. La première morphologie est assez abondante dans les séries de même âge des bassins de la Téthys occidentale ; la seconde y est par contre rarement signalée par les auteurs. Notons que les niveaux du Berriasien inférieur à Valanginien inférieur de la coupe de Kolur contiennent, souvent et en abondance, des sclérites d'holothuries. Les restes de ces organismes sont rares, ou peu signalés dans la littérature, dans les séries de même âge des bassins de la marge sud de la Téthys occidentale. Certains groupes fossiles de part et d'autre de la limite Jurassique – Crétacé sont communs dans les différents bassins du domaine téthysien (*Chitinoidella*, calpionelles, *Saccocoma*, protoglobigérines, radiolaires A). Les *Globochaete* et les calcisphères paraissent par contre mieux adaptés à des conditions écologiques locales qui n'étaient peut-être pas celles de ce secteur de l'Iran, sans exclure les biais de la préservation des microfossiles, notamment dans la coupe de Kolur, localement affectée par des failles.
© 2012 Elsevier Masson SAS. Tous droits réservés.

Mots clés : Jurassique supérieur ; Crétacé inférieur ; Biostratigraphie ; Calpionelles ; Elbourz ; Iran

Abstract

Two sections corresponding respectively to the Shal (Callovian – Lower Berriasian) and Kolur Formations (Berriasian – Valanginian in the sampled interval) have been studied in the Talesh Mountains (North-West Iran), an area whose sedimentary successions formed on the northern margin of the Eastern Tethys during the Mesozoic. This study allowed the identification of the different calpionellid zones and sub-zones defined in basin successions of the Western Tethys. In the upper part of Shal Formation the *Chitinoidella boneti* (base of the Upper Tithonian) and B1 sub-zones (base of the *Calpionella alpina* zone, lowermost Berriasian) have been recognized. The rich and diverse calpionellid faunas allowed us to recognize in the Kolur Formation B3 (top of the *C. alpina* zone), C1, C2 (*Calpionella elliptica* zone), D1, D2, D3 (*Calpionellopsis* zone) subzones and E (*Calpionellites* zone) and F (*Tintinnopsella* zone). The E zone has been subdivided in two sub-zones: E1 and E2, which is characterized by the disappearance of the genus *Calpionellopsis*. Thirty calpionellid species have been described. Fifteen of them are new: *Calpionellites medius* nov. sp., *Calpionellites minor* nov. sp., *Remaniella longocadischiana* nov. sp., *Remaniella minicadischiana* nov. sp., *Tintinnopsella curva* nov. sp., *Tintinnopsella duranddelgai* nov. sp., *Tintinnopsella elmii* nov. sp., *Tintinnopsella largovalata* nov. sp., *Tintinnopsella lehegarati* nov. sp., *Tintinnopsella longovalata* nov. sp., *Tintinnopsella maxilonga* nov. sp., *Tintinnopsella minicarpathica* nov. sp., *Tintinnopsella pseudoblonga* nov. sp., *Tintinnopsella pseudocarpathica* nov. sp. and *Tintinnopsella pseudosimplex* nov. sp. Amongst the other pelagic microfossil groups, *Globochaete* and calcispheres ("microproblematics"), often abundant in Western Tethyan Upper Jurassic – Lower Cretaceous pelagic successions, are absent in the Shal Formation and extremely rare in the Kolur

Formation despite its lithofacies usually suited for preservation of such microfossils. It is worth noting that in Kolur section the peak of *Cadosina fusca* in the D1 sub-zone and the occurrence of *Stomiosphaera wanneri* in the C zone have been observed similarly to successions of Moroccan external Rif. As in most basins of the Western Tethys, *Saccocoma* remains are frequent in the upper part of the Shal Formation and disappear after the appearance of *Chitinoidella* in the uppermost Tithonian. Radiolarians with spherical tests are represented by two morphologies:one of common size, called morphology A, occurs at different levels of both Shal and Kolur Formations, while the larger one, called morphology B, occurs in the Upper Tithonian of the Shal Formation and becomes frequent in the Berriasian – Lower Valanginian beds of the Kolur Formation. The first morphology is relatively frequent in coeval successions of Western Tethyan basins, while the second is rarely reported in the literature. Holothurian sclerites are often abundant in the Lower Berriasian – Lower Valanginian interval, whereas they are rare (or scarcely reported in the literature) in coeval successions of the southern margin of the Western Tethys. *Chitinoidella*, calpionellids, *Saccocoma*, protoglobigerinid forams, radiolarian of the morphology A are fossil groups that commonly occur in Tethyan basins. On the contrary, *Globochaete* and calcispheres were seemingly adapted to local ecological conditions, which were probably different from those of the study area. However, preservation bias for these particular microfossils cannot be excluded in the Kolur section, which is locally affected by faulting.
© 2012 Elsevier Masson SAS. All rights reserved.

Keywords: Upper Jurassic; Lower Cretaceous; Biostratigraphy; Calpionellids; Alborz; Iran

1. Introduction

Les calpionelles sont des microfossiles emblématiques des successions sédimentaires pélagiques déposées pendant l'intervalle Tithonien supérieur – Valanginien dans la Téthys et dans l'Atlantique central. Ces organismes, associés à un ensemble d'autres groupes de microfossiles, caractérisent les calcaires pélagiques génériquement désignés sous le nom de Calcaires à Calpionelles, ou Maiolica (Wieczorek, 1988 ; Fourcade et al., 1991). Du point de vue micropaléontologique, ces dépôts, entièrement carbonatés ou séparés par des interlits marneux selon les conditions régionales, sont caractérisés par l'association des calpionelles avec d'autres microorganismes pélagiques. Ces associations ont fait l'objet de plusieurs études des successions sédimentaires déposées autour de la limite Jurassique – Crétacé dans les bassins occidentaux du domaine téthysien (France, Italie, Espagne, Pologne, Hongrie, Mexique, Maroc, Tunisie. . .). En revanche, celles des successions de même âge des bassins de la marge nord de la Téthys orientale (Barrier et Vrielynck, 2008), en particulier en Iran, sont moins connues (Seyed-Emami et al., 1972). Afin d'illustrer les associations de ces groupes fossiles en Iran, nous avons étudié les microfaunes présentes dans les échantillons prélevés dans deux coupes levées banc par banc près du village de Shal (Fig. 1) dans la partie nord-occidentale de la chaine de l'Elbourz, en particulier dans la région du Talesh (Nord-Ouest de l'Iran). Dans ces deux coupes, qui correspondent respectivement aux Formations Shal et Kolur, Seyed-Emami (1975) avait signalé la présence d'ammonites et de calpionelles de part et d'autre de la limite Jurassique – Crétacé.

La première coupe, SH (Fig. 2A), épaisse de 51 m, est située à quelques centaines de mètres au Nord du village de Shal (N37° 20′ 11″, E 48° 44′ 53″, altitude 1413 m). Elle fut désignée comme coupe-type de la Formation Shal par Davies et al. (1972) au cours des travaux pour la réalisation de la carte géologique « Masuleh » à 1/100 000. Elle débute avec des sédiments du Jurassique moyen qui surmontent en discordance la Formation Shemshak (Trias supérieur – Bajocien supérieur ?). Cecca et al. (2012) ont publié le lever banc par banc de la coupe de Shal et ont montré qu'elle peut être grossièrement subdivisée en une première partie (Callovien – Kimméridgien inférieur,

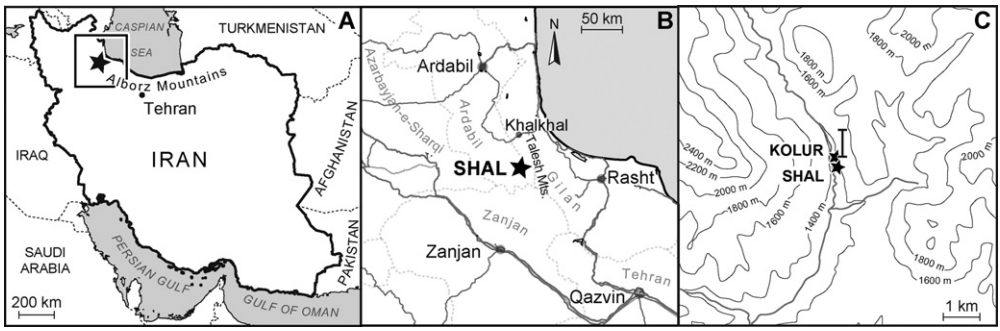


Fig. 1. Localisation géographique des coupes étudiées de Shal et de Kolur (SH et KL) dans le Nord-Ouest de l'Iran et dans la région du Talesh.
The geographic position of Shal and Kolur sections (SH and KL) in northwest Iran and in the Talesh area, respectively.

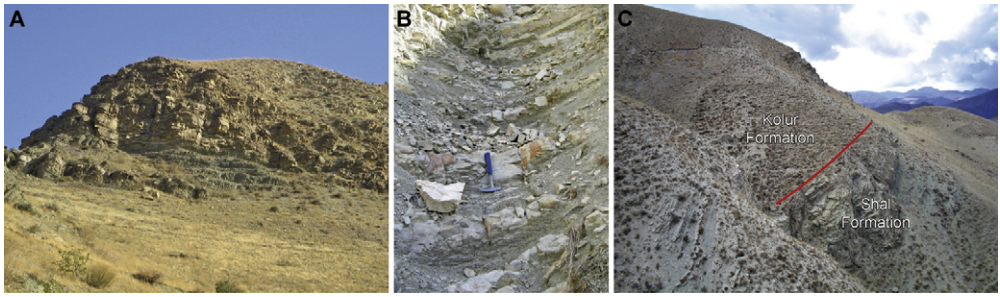


Fig. 2. A. Formation Shal. B. Formation Kolur : alternance de calcaires et marnes. C. Passage entre les Formations Shal et Kolur.
A. Shal Formation. B. Kolur Formation: alternating limestone and marl. C. Transition between Shal and Kolur Formations.

niveaux SH1-SH38), caractérisée par des grès glauconieux, des calcaires gréseux et des calcaires avec de fréquentes intercalations bioclastiques, et une deuxième partie (Kimméridgien supérieur – Berriasien inférieur, niveaux SH39-SH54) dominée par des calcaires glauconieux qui deviennent progressivement de plus en plus fins. Les ammonites sont fréquentes à plusieurs niveaux de la succession.

La deuxième coupe, KL (N 37° 20′ 19″ ; E 48° 44′ 52″, altitude 1428 m), a été levée sur une épaisseur de 74,5 m. Elle montre (Fig. 2B, C) des assises marneuses et marno-calcaires d'âge Berriasien inférieur à Valanginien supérieur et correspond à la partie inférieure de la Formation Kolur (Seyed-Emami, 1975). Le reste de la succession n'a pu être levé à cause de la fréquence des accidents tectoniques, de la couverture végétale et des éboulis. Dans ces niveaux de la partie supérieure de la Formation Kolur, Seyed-Emami (1975) a récolté des ammonites qui indiquent les étages Hauterivien et Barrémien.

2. Lithologie et biomicrofaciès

2.1. Coupe SH (Formation Shal)

La coupe SH de la Formation Shal (Fig. 3 et 4) est constituée de bancs décimétriques, ou rarement métriques, à surfaces souvent ondulées, séparés par des joints de stratification ou par de

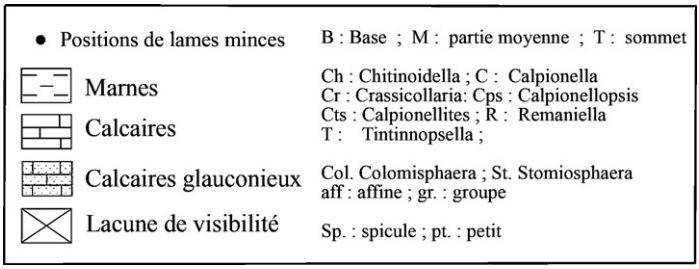


Fig. 3. Légendes des symboles et des abréviations utilisés dans les colonnes lithostratigraphiques des Fig. 4, 7, 8 et 18.
Lithologic symbols and abreviations used in the stratigraphic columns of Figs. 4, 7, 8 and 18.

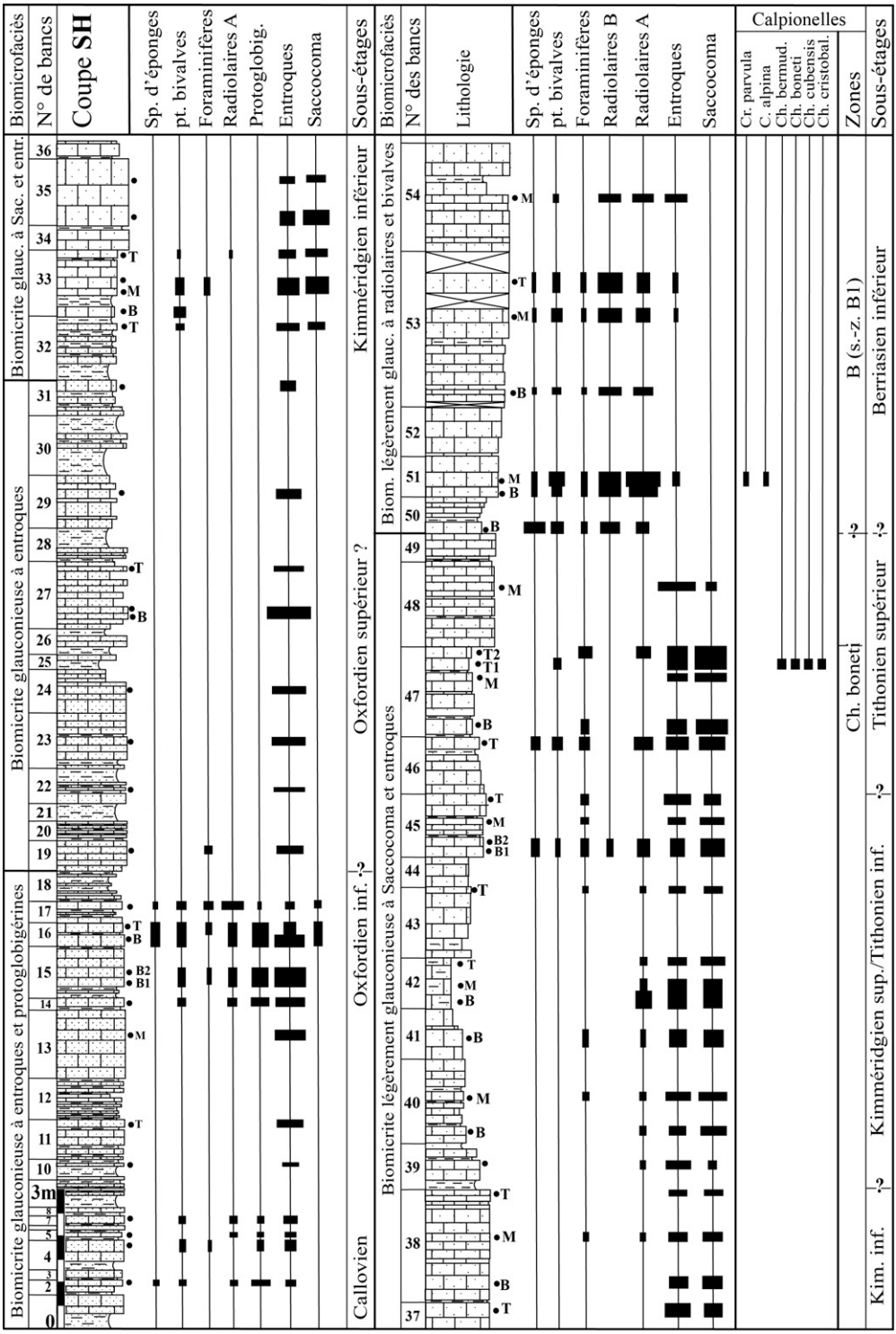
minces inter-bancs marneux. Le faciès, essentiellement carbonaté, glauconieux ou ferrugineux, en particulier dans la moitié inférieure de la coupe, est riche en débris bioclastiques d'organismes benthiques et/ou pélagiques : entroques, lamellibranches, brachiopodes, radioles d'oursins, bélemnites, aptychi et ammonites. Le microfaciès est de type biomicrite (wackestone à packstone, voire grainstone), souvent glauconieuse, riche en organismes benthiques et/ou pélagiques, en particulier : entroques (Fig. 5B–D), bivalves (Fig. 5G), gastéropodes, spicules de spongiaires (Fig. 5I, J), radioles d'oursins (Fig. 5H), foraminifères à test hyalin (Fig. 5D), microgranulaire ou agglutiné, radiolaires des morphologies A (Fig. 5K) et B (Fig. 5P), protoglobigérines (Fig. 5A), *Saccocoma* (Fig. 5E, F) et rares *Chitinoidella* et calpionelles (Cecca et al., 2012) dans les niveaux supérieurs de la coupe (Fig. 6A–G). Toutefois, la prédominance, tout au long de cette coupe, de faciès carbonatés riches en organismes benthiques associés à des organismes pélagiques, évoque un environnement de plate-forme ouverte sur la mer franche.

2.2. Coupe KL (Formation Kolur)

La partie la plus basse de la Formation Kolur est inaccessible (Fig. 2C) ou, dans les lieux où il a été possible de lever la coupe, elle est masquée par des éboulis et par le couvert végétal. La lithologie dominante montre des bancs minces de calcaire micritique, d'épaisseur décimétrique, alternant avec des interbancs de marnes ou de marno-calcaires indurés (Fig. 2B ; Fig. 7 et 8). Dans la partie supérieure, les bancs et les interbancs deviennent plus minces. La macrofaune est surtout pélagique ; elle est représentée par des ammonites (en cours d'étude), abondantes à plusieurs niveaux de la succession, de rares aptychi, des rostres de bélemnites et des brachiopodes. Le microfaciès varie entre micrite et biomicrite de type wackestone à rarement packstone, en particulier dans les niveaux inférieurs de la coupe. La microfaune est assez riche : calpionelles (Fig. 6H–T ; Figs. 9–13), radiolaires des morphologies A (Fig. 5L) et B (Fig. 5N, O, Q), rares calcisphères (Fig. 14) et foraminifères, surtout formes à test hyalin. Notons que les bancs KL1B à KL63 sont souvent riches en sclérites d'holothuries (Fig. 15A–AG). Les faciès indiquent un environnement de bassin.

3. Échelle biostratigraphique utilisée pour les calpionelles

Nous utilisons la zonation (Fig. 16) établie par Remane (1963, 1964, 1971) et Allemann et Remane (1979) dans le Bassin Vocontien (Sud-Est de la France). Des différences entre les zonations régionales, limitées au niveau des sous-zones (Remane, 1985 ; Blau et Grün, 1997), sont intégrées dans la zonation standard (Remane, 1998). Des compléments pour les zones B (apogée


Biomicrite glauconieuse à entroques et protoglobigérines
Biomicrite glauconieuse à entroques
Biomicrite glauc. à Sac. et entr.
Biomicrite légèrement glauconieuse à Saccocoma et entroques
Biom. légèrement glauc. à radiolaires et bivalves
Biomicrofaciès
N° de bancs
N° des bancs
Coupe SH
Lithologie
Sp. d'éponges
pt. bivalves
Foraminifères
Radiolaires A
Protoglobig.
Radiolaires B
Entroques
Saccocoma
Calpionelles
Cr. parvula
C. alpina
Ch. bermud.
Ch. boneti
Ch. cubensis
Ch. cristobal.
Sous-étages
Callovien
Oxfordien inf.
Oxfordien supérieur ?
Kimméridgien inférieur
Zones
Ch. boneti
B (s.-z. B1)
Kim. inf.
Kimméridgien sup./Tithonien inf.
Tithonien supérieur
Berriasien inférieur
3m

de *Calpionella alpina* Lorenz) et C (présence de *Calpionella elliptica* Cadisch) sont apportés à partir des données de la région du Rif externe au Maroc (Benzaggagh, 2000 ; Benzaggagh et Atrops, 1995b).

Dans le Rif, au Maroc, les zones B et C ont été subdivisées en cinq sous-zones, respectivement : B1, B2, B3 et C1, C2 (Fig. 16). La sous-zone B1 est dominée par *Calpionella alpina* de petite taille, associée à de fréquentes *Crassicollaria parvula* Remane et à de rares *Tintinnopsella pseudocarpathica* nov. sp. La sous-zone B2, toujours dominée par *Calpionella alpina*, est marquée par l'apparition de *Remaniella duranddelgai* Pop. Elle a aussi livré *Tintinnopsella pseudocarpathica* nov. sp. et *Crassicollaria parvula*. La sous-zone B3 est marquée par la réapparition des formes allongées de *Calpionella alpina* (*Calpionella alpelliptica* Nagy), associées à *Remaniella duranddelgai*, *Calpionella alpina* de taille variable (petite, moyen et grande), *Tintinnopsella carpathica*, *Tintinnopsella pseudocarpathica* nov. sp. et aux dernières *Crassicollaria parvula*. La sous-zone C1 est plus riche en *Calpionella* du groupe *alpina* qu'en *Tintinnopsella* du groupe *carpathica* (Murgeanu et Filipescu). La sous-zone C2 est dominée par *Tintinnopsella* gr. *carpathica*, associée à de fréquentes *Remaniella ferasini* (Catalano) et *Remaniella colomi* Pop. On y rencontre les premiers spécimens de *Tintinnopsella longa* (Colom). Les zones D et E sont marquées respectivement par la présence des genres *Calpionellopsis* et *Calpionellites*. Une *zone à Tintinnopsella* ou à *Carpathica* (zone F) a été introduite récemment (Trejo, 1980 ; Altiner et Özcan, 1991) pour les derniers niveaux à calpionelles, au-dessus de la *zone à Calpionellites*. Cette zone est clairement identifiable dans la coupe de la Formation Kolur.

4. Âge des niveaux stratigraphiques des Formations Shal et Kolur et zones des calpionelles

4.1. Coupe SH (Formation Shal)

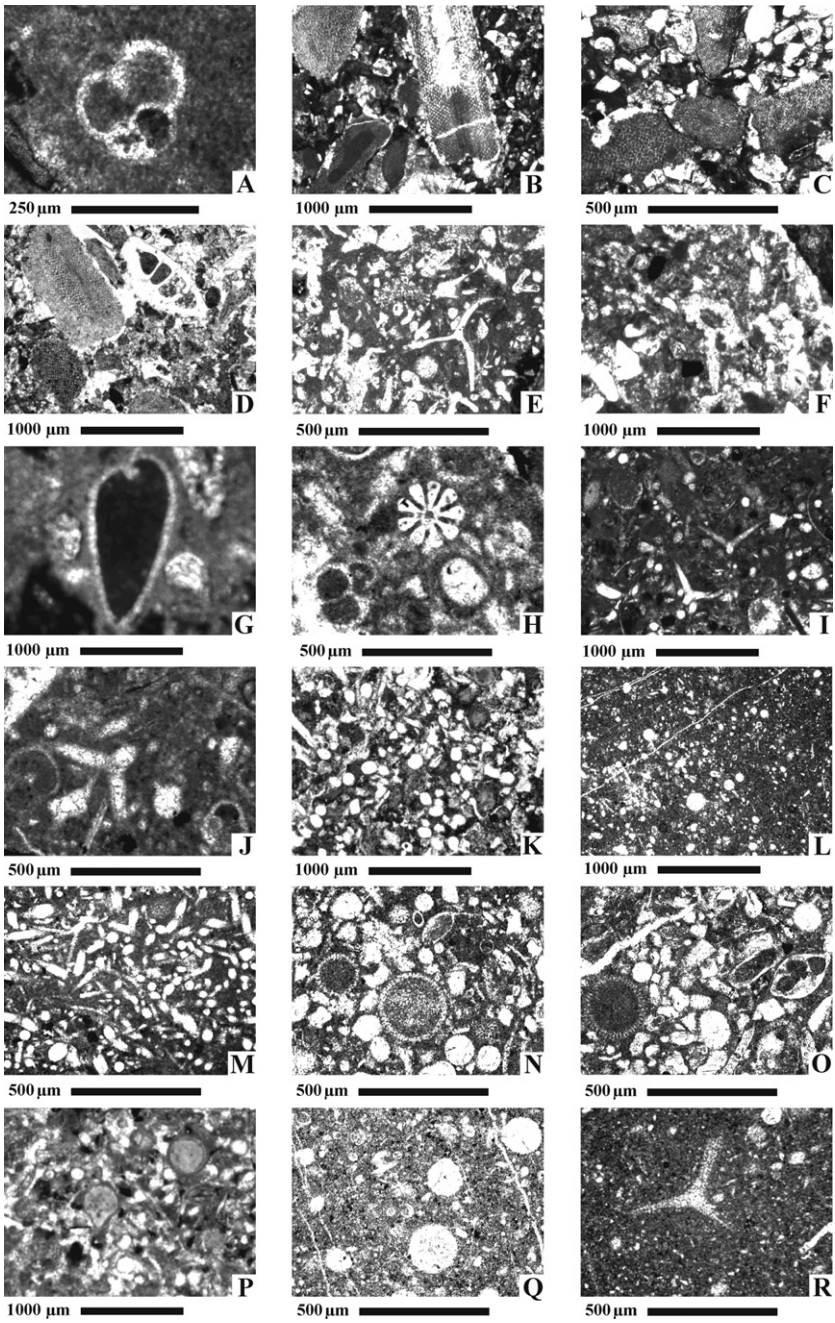
4.1.1. Callovien – Tithonien inférieur (SH1-SH45)

D'après les premières identifications des ammonites récoltées, qui devront être confirmées par une étude paléontologique en cours, les niveaux SH1 à SH18 de la coupe de Shal (Fig. 4), qui contiennent des protoglobigérines, appartiennent à l'intervalle Callovien – Oxfordien inférieur, tandis que les niveaux SH32T à SH45T, souvent riches en *Saccocoma*, balayent l'intervalle Oxfordien supérieur ? – sommet du Tithonien inférieur.

4.1.2. Tithonien supérieur (zone à Chitinoidella, *sous-zone à* Chitinoidella boneti, *SH46 ?-SH47T1)*

Le banc SH47T1 de la partie supérieure de la coupe Shal, bien que très bioclastique, est riche en différentes espèces de *Chitinoidella* gr. *boneti* Doben (Cecca et al., 2012). On y rencontre *Chitinoidella boneti* Doben (Fig. 6A, B), *Chitinoidella cristobalensis* (Furrazola-Bermudez) (Fig. 6C), *Chitinoidella cubensis* (Furrazola-Bermudez) (Fig. 6D) et *Chitinoidella bermudezi* (Furrazola-Bermudez) (Fig. 6E). Cette association caractérise la *sous-zone à Chitinoidella boneti* qui correspond à la partie inférieure de la *zone à Microcanthum* des ammonites (base du Tithonien

Fig. 4. Coupe SH de la Formation Shal (Callovien – Berriasien inférieur) : biomicrofaciès, répartition des microfaunes et biozonation. La localisation des échantillons est marquée par des points.
Log SH of the Shal Formation (Callovian – Lower Berriasian): biomicrofacies, microfaunas distribution and biozonation. Dots indicate locations of thin-section samples.


A
250 µm
B
1000 µm
C
500 µm
D
1000 µm
E
500 µm
F
1000 µm
G
1000 µm
H
500 µm
I
1000 µm
J
500 µm
K
1000 µm
L
1000 µm
M
500 µm
N
500 µm
O
500 µm
P
1000 µm
Q
500 µm
R
500 µm

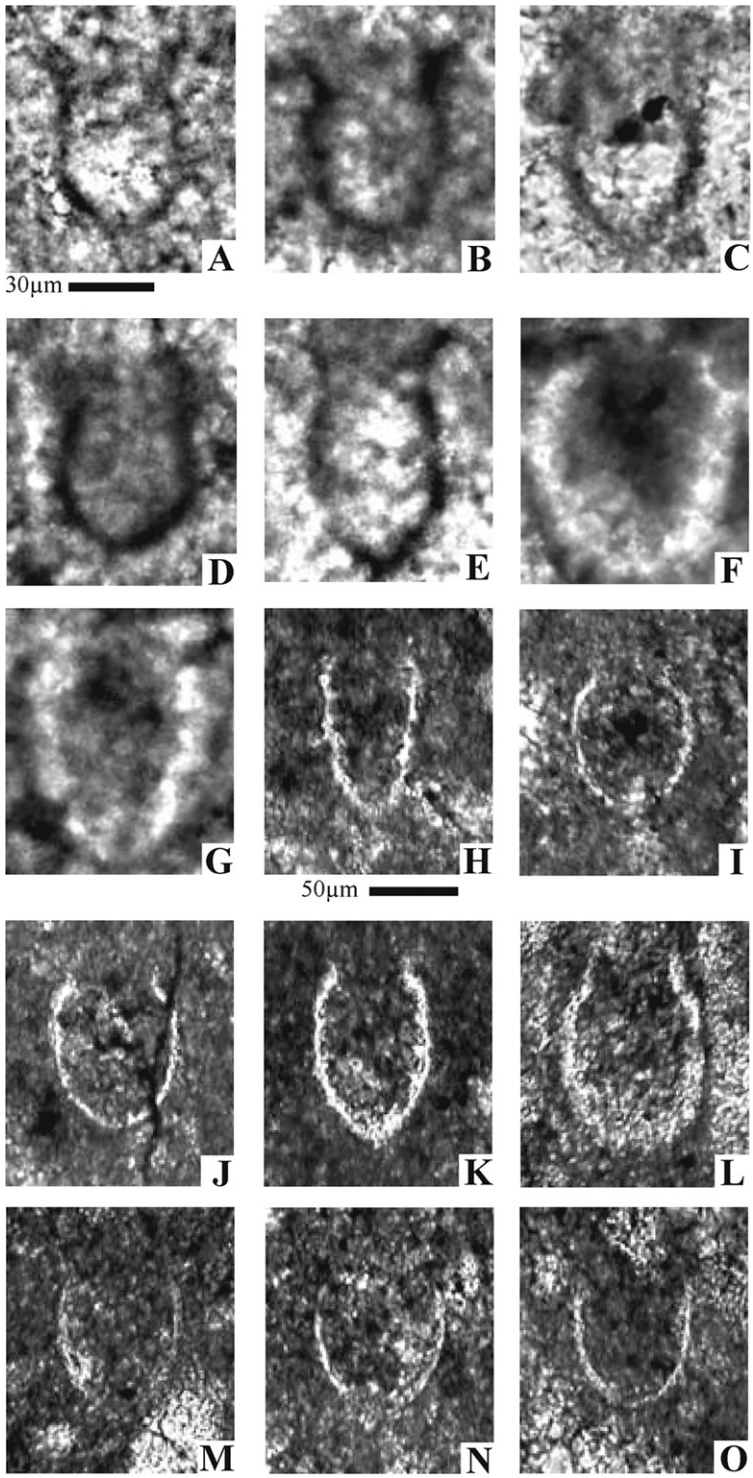
supérieur) dans les successions des régions de la Téthys occidentale, comme dans les Chaînes Bétiques (Enay et Geyssant, 1975), la bordure ardéchoise (Cecca et al., 1989) et le Rif externe au Maroc (Benzaggagh et Atrops, 1995a ; Benzaggagh et al., 2010). La présence de *Saccocoma* dans le niveau SH48M permet de l'attribuer au Tithonien supérieur, probablement à la sous-zone A2 et cela malgré l'absence des calpionelles. En effet, dans plusieurs coupes du Bassin Vocontien (Dromart et Atrops, 1988), du Rif externe marocain (Benzaggagh, 2000 ; Benzaggagh et al., 2010) et en Sicile (Cecca et al., 2001), les *Saccocoma* disparaissent à la limite des sous-zones A2 et A3 des calpionelles.

4.1.3. Zone B (zone à Calpionella alpina*, sous-zone B1 ou sous-zone à* C. alpina–C. parvula*, Berriasien inférieur ; SH50-SH54)*

Le banc SH51M, également très bioclastique, contient quelques rares spécimens de *Calpionella alpina* (Fig. 6F) et de *Crassicollaria parvula* (Fig. 6G), à parois recristallisées. Cette association évoque la sous-zone B1 de la base du Berriasien. Notons que les groupes de bancs SH53 et SH54, également bioclastiques et sans calpionelles, ont livré une riche faune d'ammonites de la base du Berriasien inférieur, zones à *Berriasella jacobi* et à *Pseudosubplanites grandis*, décrite par Cecca

Fig. 5. Biomicrofaciès dans les coupes de Shal et de Kolur avec indication du banc où les échantillons ont été prélevés et dont les emplacements sont marqués dans les colonnes lithostratigraphiques des Fig. 4, 7 et 8. A. Biomicrite à protoglobigérines, Callovien – Oxfordien inférieur, Shal, SH2. B. Biomicrite à entroques, Berriasien inférieur, zone B, sous-zone B1, Shal, SH48M. C. Biomicrite à entroques, Kimméridgien inférieur, Shal, SH37T. D. Biomicrite à entroques et foraminifère à test hyalin, Tithonien inférieur ? Shal, SH45M. E. Biomicrite à *Saccocoma*, Tithonien supérieur, zone à *Chitinoidella*, sous-zone à *C. boneti*, Shal, SH47T1. F. Biomicrite à *Saccocoma*, Oxfordien – Kimméridgien inférieur, Shal, SH33M. G. Bivalve, Callovien – Oxfordien inférieur, Shal, SH4. H. Biomicrite, radiole d'oursin, Callovien – Oxfordien inférieur, Shal, SH16B. I. Biomicrite à spicules de spongiaires biaxiales, Berriasien inférieur, zone B, sous-zone B1, Shal, SH50B. J. Biomicrite à spicules de spongiaires biaxiales et gastéropodes ? Callovien – Oxfordien inférieur, Shal, SH16B. K. Biomicrite à petits radiolaires (morphologie A), Berriasien inférieur, zone B, sous-zone B1, Shal, SH51M. L. Biomicrite finement silteuse à calpionelles, petits et grands radiolaires, Berriasien moyen, zone C, sous-zone C1, Kolur, KL1T. M. Biomicrite à spicules spongiaires monoaxiales, Berriasien supérieur, zone D, sous-zone D1, Kolur, KL12B. N. Biomicrite à petits et grands radiolaires (morphologies A et B), Berriasien inférieur, zone B, sous-zone B3, Kolur, KL1B. O. Biomicrite à radiolaires (morphologies A et B) et foraminifères à test hyalin, Berriasien inférieur, zone B, sous-zone B3, Kolur, KL1B. P. Biomicrite à radiolaires B, Berriasien inférieur, zone B, sous-zone B1, Shal, SH51B. Q. Biomicrite à calpionelles et radiolaires B, Berriasien moyen, zone C, sous-zone C1, Kolur, KL1T. R. Radiolaire triaxial, Valanginien inférieur, zone E, sous-zone E2, Kolur, KL63.

Biomicrofacies in Shal and Kolur sections with indication of the beds where samples have been taken as noted in the logs of Figs. 4, 7 and 8. A. Biomicrite with protoglobigerinids, Callovian – Lower Oxfordian, Shal, SH2. B. Biomicrite with crinoid columnals, Lower Berriasian, B zone, B1 sub-zone, Shal, SH48M. C. Biomicrite with crinoid columnals, Lower Kimmeridgian, Shal, SH37T. D. Biomicrite with crinoid columnals and hyalin foraminifers, Lower Tithonian?, Shal, SH45M. E. Biomicrite with Saccocoma *remains, Upper Tithonian,* Chitinoidella *zone,* C. boneti *sub-zone. Shal, SH47T1. F. Biomicrite with* Saccocoma *remains, Oxfordian – Lower Kimmeridgian, Shal, SH33M. G. Bivalve, Callovian – Lower Oxfordian, Shal, SH4. H. Biomicrite, sea-urchin spine, Callovian – Lower Oxfordian, Shal, SH16B. I. Biomicrite with biaxial sponge spicules, Lower Berriasian, B zone, B1 sub-zone, Shal, SH50B. J. Biomicrite with biaxial sponge spicules and gasteropods?, Callovian – Lower Oxfordian, Shal, SH16B. K. Biomicrite with small radiolarians (morphology A), Lower Berriasian B zone, B1 sub-zone, Shal, SH51M. L. Silty biomicrite with calpionellids, small and large radiolarians, Middle Berriasian, C zone, C1 sub-zone, Kolur, KL1T. M. Biomicrite with monoaxial sponge spicules, Upper Berriasian, D zone, D1 sub-zone, Kolur, KL12B. N. Biomicrite with small and large radiolarians (morphologies A and B), Lower Berriasian, B zone, B3 sub-zone, Kolur, KL1B. O. Biomicrite with radiolarians (morphologies A and B) and hyalin foraminifers, Lower Berriasian, B zone, B3 sub-zone, Kolur, KL1B. P. Biomicrite with radiolarians (morphology B), Lower Berriasian, B zone, B1 sub-zone, Shal, SH51B. Q. Biomicrite with calpionellids and radiolarians (morphology B), Middle Berriasian, C zone, C1 sub-zone, Kolur, KL1T. R. Triaxial radiolarian, Lower Valanginian, E zone, E2 sub-zone, Kolur, KL63.*


A
B
C
30µm
D
E
F
G
H
I
50µm
J
K
L
M
N
O

et al. (2012). Cette faune est composée, entre autres de : *Berriasella (Berriasella) sabatasi* Le Hégarat, *Berriasella (Berriasella) oppeli* (Kilian), *Berriasella (Berriasella)* cf. *sabatasi*, *Berriasella (Hegaratella)* cf. *paramacilenta Mazenot*, *Berriasella* sp., *Pseudosubplanites lorioli* (von Zittel), *Pseudosubplanites* cf. *lorioli*, *Pseudosubplanite*s cf. *crymensis* Bogdanova et Arkadiev, *Pseudosubplanites* cf. *ponticus* (Retowski), *Jabronella* sp., *Taleshites fuersichi* Cecca et Seyed-Emami, *Taleshites* cf. *fuersichi*, *Haploceras carachtheis* (Zeuschner) morph *elimatum* (Oppel), *H. carachtheis* morph *carachtheis* et *Lytoceras liebigi* (Oppel).

4.2. Coupe KL (Formation Kolur)

4.2.1. Zone B (zone à Calpionella alpina*, sous-zone B3 ou sous-zone à* C. alpina-C. alpelliptica*, Berriasien inférieur ; KL1B)*

La partie inférieure de la coupe n'a pu être étudiée à cause d'une lacune d'affleurement. Ainsi, l'intervalle de transition entre les Formations de Shal et de Kolur est daté des sous-zones B1-B3 par encadrement. Le premier banc accessible de la coupe de la Formation Kolur (Fig. 7) renferme une association de calpionelles du sommet de la zone B, sous-zone B3, riche en *Calpionella* gr. *alpina*, dont *Calpionella alpina* (Fig. 6I), *Calpionella grandalpina* Nagy (Fig. 6J), *Calpionella alpelliptica* (Fig. 6K, L). Il a aussi livré *Tintinnopsella pseudocarpathica* nov. sp. (Fig. 6M,

Fig. 6. A–B. *Chitinoidella boneti* Doben, Tithonien supérieur, zone à *Chitinoidella*, sous-zone à *C. boneti*, Shal, SH47T1. C. *Chitinoidella cristobalensis* (Furrazola-Bermudez), Tithonien supérieur, zone à *Chitinoidella*, sous-zone à *C. boneti*, Shal, SH47T1. D. *Chitinoidella cubensis* (Furrazola-Bermudez), Tithonien supérieur, zone à *Chitinoidella*, sous-zone à *C. boneti*, Shal, SH47T1. E. *Chitinoidella bermudezi* (Furrazola-Bermudez), Tithonien supérieur, zone à *Chitinoidella*, sous-zone à *C. boneti*, Shal, SH47T1. F. *Calpionella alpina* Lorenz : spécimen à paroi recristallisée, Berriasien inférieur, zone B, sous-zone B1, Shal, SH51M. G. *Crassicollaria parvula* Remane, Berriasien inférieur, zone B, sous-zone B1, Shal, SH51M. H. *C. parvula* Remane, Berriasien inférieur, zone B, sous-zone B3, Kolur, KL1B. I. *C. alpina* Lorenz, exemplaire de petite moyenne, Berriasien inférieur, zone B, sous-zone B3, Kolur, KL1B. J. *Calpionella grandalpina* Nagy, Berriasien inférieur, zone B, sous-zone B3, Kolur, KL1B. K–L. *Calpionella alpelliptica* Nagy, Berriasien inférieur, zone B, sous-zone B3, Kolur, KL1B. M–N. *Tintinnopsella pseudocarpathica* nov. sp. : Berriasien inférieur, zone B, sous-zone B3, Kolur, KL1B. M. Holotype. O. *Remaniella* gr. *ferasini* (Catalano), Berriasien inférieur, zone B, sous-zone B3, Kolur, KL1B. P. *C. grandalpina* Nagy, Berriasien moyen, zone C, sous-zone C1, Kolur, KL2B. Q. *C. alpina* Lorenz, exemplaire de taille moyenne, lorica ovale, pôle aboral pointu, Berriasien moyen, zone C, sous-zone C2, Kolur, KL3T. R. *Calpionella parvalpina* Nagy, exemplaire de petite taille, Berriasien moyen, zone C, sous-zone C1, Kolur, KL2B. S–T. *C. parvalpina* Nagy, exemplaire de taille moyenne, lorica ovale, sans col, Berriasien supérieur, zone D, sous-zone, D1, Kolur, KL4T. *A–B.* Chitinoidella boneti *Doben, Upper Tithonian,* Chitinoidella *zone,* C. boneti *sub-zone, Shal, SH47T1. C.* Chitinoidella cristobalensis *(Furrazola-Bermudez), Upper Tithonian,* Chitinoidella *zone,* C. boneti *sub-zone, Shal, SH47T1. D.* Chitinoidella cubensis *(Furrazola-Bermudez), Upper Tithonian,* Chitinoidella *zone,* C. boneti *sub-zone, Shal, SH47T1. E.* Chitinoidella bermudezi *(Furrazola-Bermudez), Upper Tithonian,* Chitinoidella *zone,* C. boneti *sub-zone, Shal, SH47T1. F.* Calpionella alpina *Lorenz, Lower Berriasian, B zone, B1 sub-zone, Shal, SH51M. G.* Crassicollaria parvula *Remane, Lower Berriasian, B zone, B1 sub-zone, Shal, SH51M. H.* C. parvula *Remane, Lower Berriasian, B zone, B3 sub-zone, Kolur, KL1B. I.* Calpionella alpina *Lorenz, small-sized specimen, Lower Berriasian, B zone, B3 sub-zone, Kolur, KL1B. J.* Calpionella grandalpina *Nagy, Lower Berriasian, B zone, B3 sub-zone, Kolur, KL1B. K–L.* Calpionella alpelliptica *Nagy, Lower Berriasian, B zone, B3 sub-zone, Kolur, KL1B. M–N.* Tintinnopsella pseudocarpathica *nov. sp.: Lower Berriasian, B zone, B3 sub-zone, Kolur, KL1B. M. Holotype. O.* Remaniella *gr.* ferasini *(Catalano), Lower Berriasian, B zone, B3 sub-zone, Kolur, KL1B. P.* C. grandalpina *Nagy, Middle Berriasian, C zone, C1 sub-zone, Kolur, KL2B. Q.* C. alpina *Lorenz, middle-sized specimen, with ovate lorica and pointed aboral side, Middle Berriasian, C zone, C2 sub-zone, Kolur, KL3T. R.* Calpionella parvalpina *Nagy, small-sized specimen, Middle Berriasian, C zone, C1 sub-zone, Kolur, KL2B. S–T.* C. parvalpina *Nagy, middle-sized specimen, with ovate lorica and without collar, Upper Berriasian, D zone, D1 sub-zone, Kolur, KL4T.*

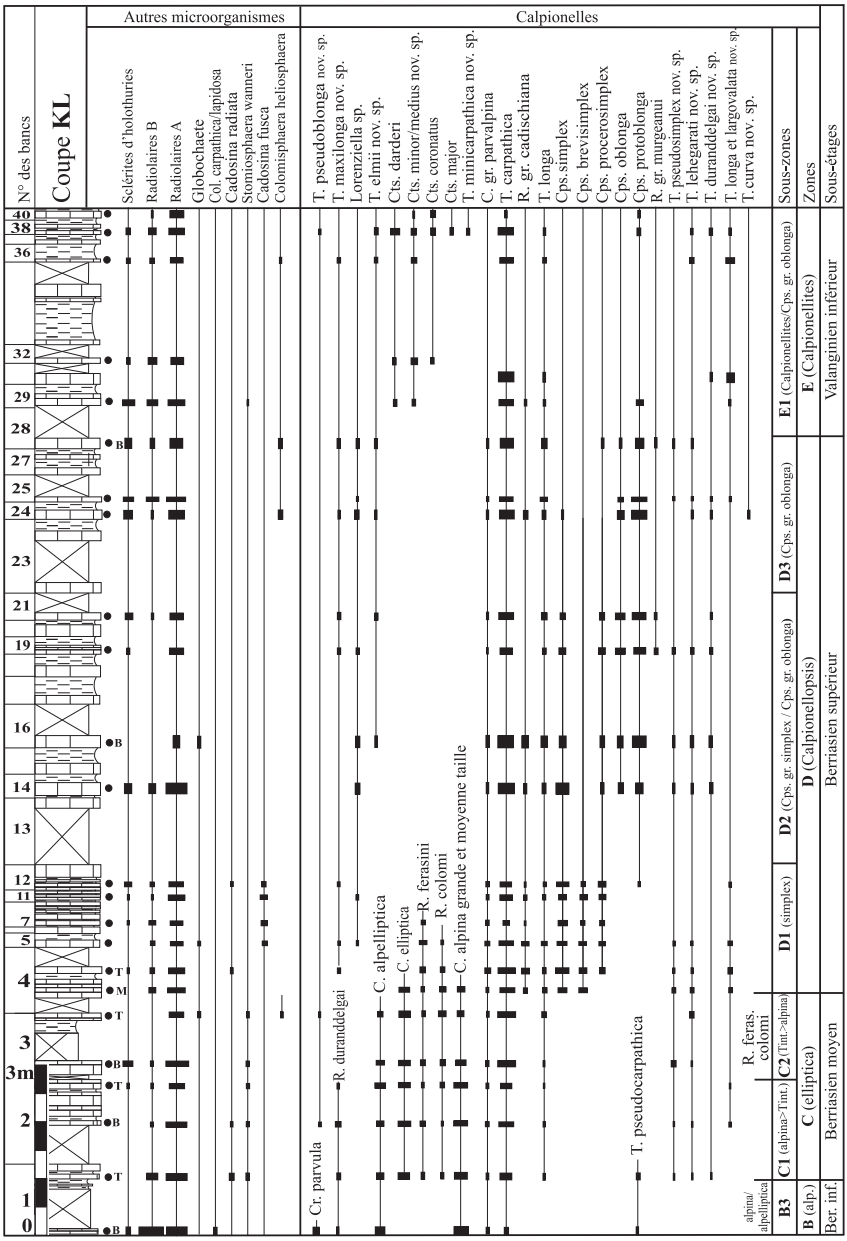


Fig. 7. Coupe KL de la Formation Kolur (Berriasien – Valanginien inférieur) : répartition des microfaunes et biozones des calpionelles. La localisation des échantillons est marquée par des points.

Log KL of the Kolur Formation (Berriasian – Lower Valanginian): biomicrofacies, microfaunas distribution and biozonation. Dots indicate locations of thin-section samples.

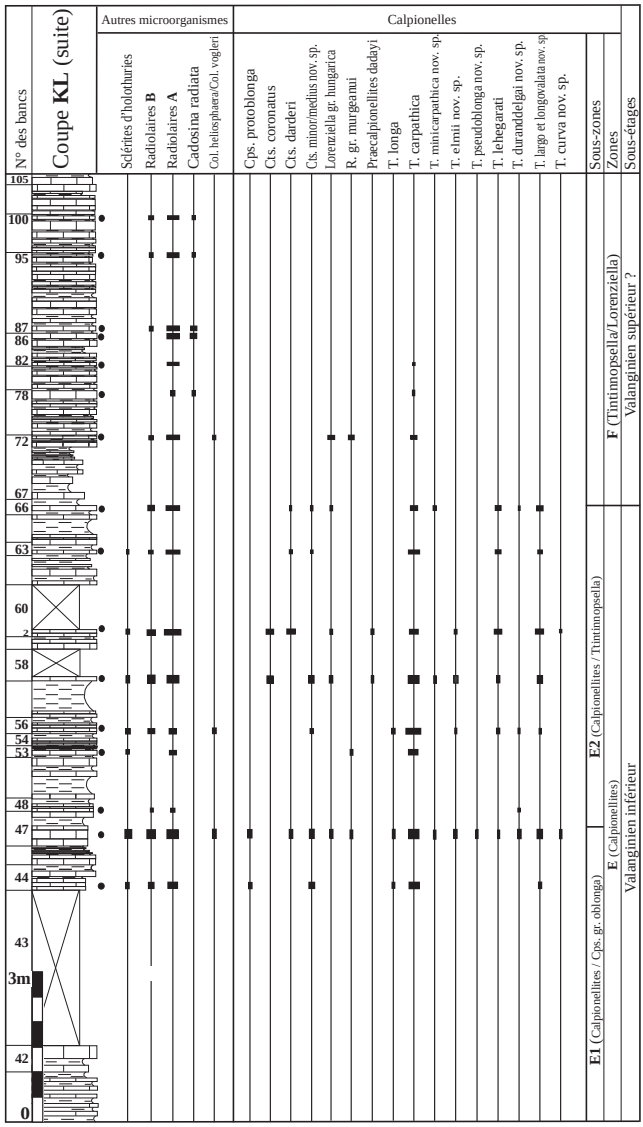


Fig. 8. Coupe KL de la Formation Kolur (Valanginien inférieur – Valanginien supérieur ?) : répartition des microfaunes et biozones des calpionelles. La localisation des échantillons est marquée par des points.
Log KL of the Kolur Formation (Lower Valanginian – Upper Valanginian?): biomicrofacies, microfaunas distribution and biozonation. Dots indicate locations of thin-section samples.

N), *Tintinnopsella carpathica*, *Crassicollaria parvula* (Fig. 6H), de rares *Remaniella* gr. *ferasini* (Fig. 6O) et *Remaniella duranddelgai*.

4.2.2. Zone C (zone à Calpionella elliptica, *Berriasien moyen ; KL1T-KL3T)*

Les vraies *Calpionella elliptica*, qui définissent la zone C (ou *zone à Calpionella elliptica*), apparaissent dans les bancs KL1T à KL3T. Certaines formes de la partie supérieure de la zone C

montrent des loricas plus larges du côté postérieur (Fig. 9B) ; d'autres présentent un rétrécissement, voire un effacement de l'épaulement situé sous le col (Fig. 9C). Ces formes se rencontrent aussi dans les séries du Rif externe au Maroc et du Nord de la Tunisie (Ben Abdesselam-Mahdaoui et al., 2011).

4.2.2.1. Sous-zone C1 (sous-zone à C. elliptica–C. alpina *; KL1T-KL2T).* Dans les niveaux correspondant à cette sous-zone, les calpionelles sont représentées par : *Calpionella elliptica* (Fig. 9A), *Calpionella alpina*, *Calpionella alpelliptica*, *Calpionella grandalpina* Nagy (Fig. 6P), *Calpionella parvalpina* Nagy (Fig. 6R), *Tintinnopsella carpathica*, *Tintinnopsella pseudocarpathica* nov. sp., *Remaniella colomi*, *Remaniella ferasini* (Fig. 10A), *Remaniella duranddelgai* (Fig. 9U, V), *Tintinnopsella* gr. *longa*, *Tintinnopsella pseudosimplex* nov. sp. (Fig. 12D), *Tintinnopsella pseudoblonga* nov. sp. (Fig. 12H), *Tintinnopsella duranddelgai* nov. sp. (Fig. 12K), *Tintinnopsella lehegarati* nov. sp., *Tintinnopsella longovalata* nov. sp. (Fig. 13O) et *Tintinnopsella largovalata* nov. sp. (Fig. 13T). *Calpionella* gr. *alpina* y est plus abondante que *Tintinnopsella* gr. *carpathica*.

4.2.2.2. Sous-zone C2 (sous-zone à C. elliptica–Tintinnopsella *ou à* R. ferasini–R. colomi *; KL3B-KL3T).* Dans cette sous-zone, *Calpionella elliptica* (Fig. 9B, C) est toujours présente. *Tintinnopsella carpathica* (Fig. 13A), de taille souvent supérieure à celle des niveaux sous-jacents, est beaucoup plus abondante que *Calpionella alpina* (Fig. 6Q). Les spécimens du genre *Remaniella* sont plus fréquents que dans les niveaux de la sous-zone précédente. Ils sont représentés par *Remaniella ferasini*, *Remaniella colomi* (Fig. 9W–Y) et rares *Remaniella duranddelgai*. Apparaissent au sein de cette sous-zone les premières formes typiques de *Tintinnopsella longa*. On y rencontre aussi : *Tintinnopsella pseudosimplex* nov. sp. (Fig. 12E), *Tintinnopsella lehegarati* nov. sp., *Tintinnopsella longovalata* nov. sp. et *Tintinnopsella largovalata* nov. sp. En effet, avec la sous-zone C2, s'opère le premier important changement dans la composition des faunes des calpionelles depuis la base de la zone B. Ce changement est marqué par l'explosion des genres *Tintinnopsella* et *Remaniella* et par une forte régression de *Calpionella alpina*. La sous-zone C2 peut aussi être considérée comme une *sous-zone à Remaniella ferasini-Remaniella colomi*.

4.2.3. Zone D (zone à Calpionellopsis, *Berriasien supérieur ; KL4M-KL28)*

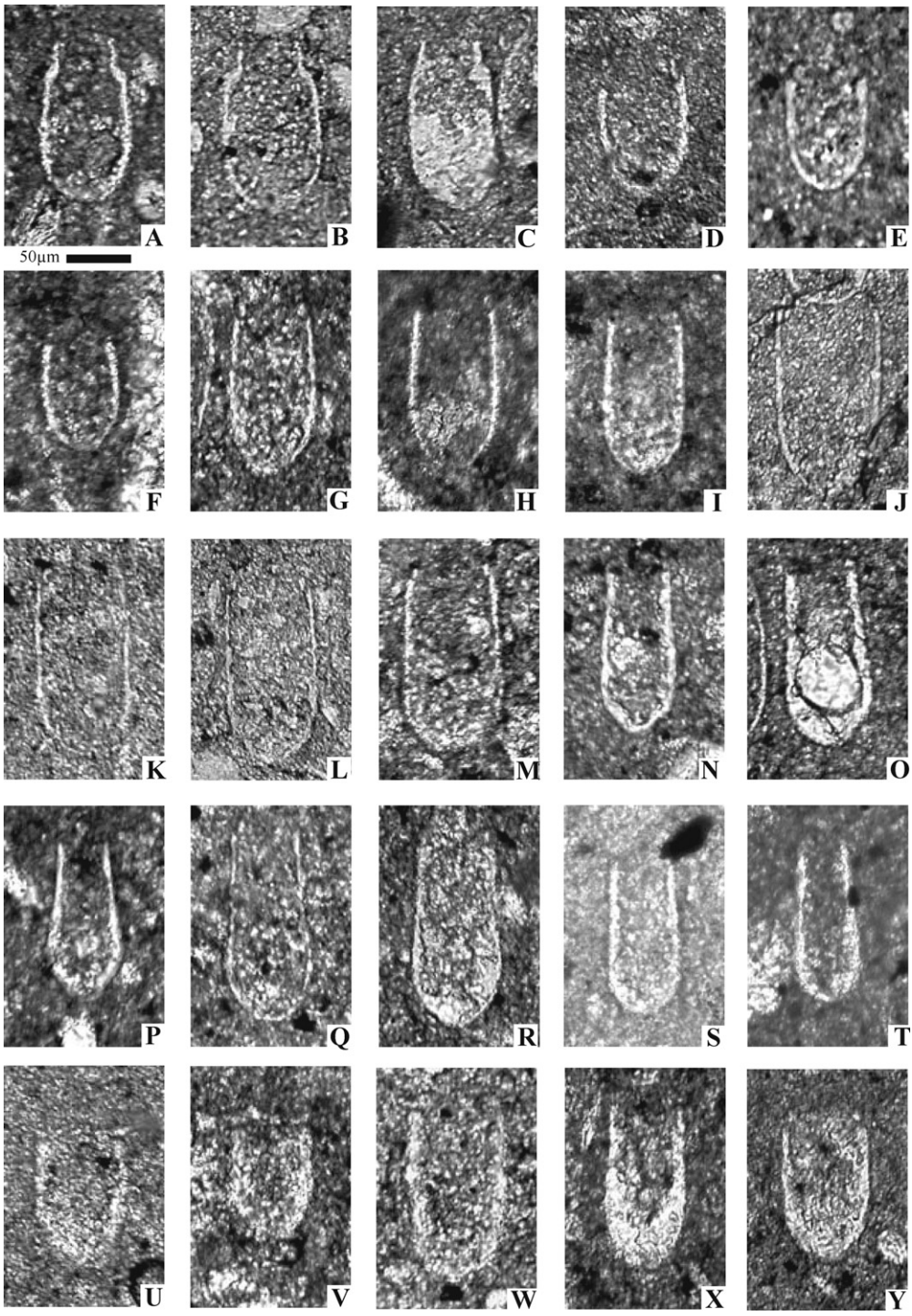
Les premiers spécimens du genre *Calpionellopsis*, qui définissent la limite inférieure de la zone D, apparaissent dans le banc KL4M ; ils y sont associés aux derniers représentants de *Calpionella elliptica*. Ce chevauchement temporel de *Calpionellopsis* et de *Calpionella elliptica* avait été également mis en évidence à l'extrême base de la sous-zone D1 dans les séries du Rif externe au Maroc et du nord de la Tunisie (Ben Abdesselam-Mahdaoui et al., 2011). À partir du banc KL29, on rencontre les premiers représentants du genre *Calpionellites* qui permettent de placer la limite inférieure de la zone E immédiatement en dessous de ce banc. Toutefois, dans la coupe de Kolur, comme dans la plupart des coupes des bassins de la Téthys occidentale (Bassin Vocontien, Italie, Tunisie septentrionale, Pologne, Hongrie, Rif externe. . .), la zone D est marquée par l'explosion des faunes des calpionelles et par la diversité spécifique la plus importante depuis l'apparition du groupe. Ainsi, le genre *Tintinnopsella*, dont certains spécimens atteignent des tailles considérables, domine alors largement la faune des calpionelles jusqu'à l'extinction du groupe. Les représentants du genre *Calpionellopsis* y sont abondants. Ceux du genre *Remaniella* sont souvent fréquents. Ce dernier genre est représenté par des espèces de taille souvent supérieure à celles de la zone

précédente. Les représentants des genres *Lorenziella* et *Praecalpionellites* sont plutôt rares et *Calpionella parvalpina*, souvent rare, disparaît au sein de cette zone.

4.2.3.1. Sous-zone D1 (sous-zone à Cps *gr.* simplex, *Berriasien supérieur ; KL4M-KL12).* Cette sous-zone débute avec l'apparition de *Calpionellopsis* gr. *simplex* (Colom), dont on peut distinguer trois espèces principales : *Calpionellopsis brevisimplex* Nagy (Fig. 9D-F), espèce qui se rencontre également dans les séries du Rif externe au Maroc, de la Tunisie septentrionale (Ben Abdesselam-Mahdaoui et al., 2011), du Bassin Vocontien (Le Hégarat et Remane, 1968) et de la Hongrie (Nagy, 1986), *Calpionellopsis simplex* (Fig. 9G–I) et *Calpionellopsis procerosimplex* Nagy (Fig. 9J, K). On rencontre aussi dans cette sous-zone : *Calpionella parvalpina* (Fig. 6S, T), *Remaniella ferasini* (Fig. 10B–D), *Remaniella colomi*, *Remaniella cadischiana* (Fig. 10E–G), *Remaniella longocadischiana* nov. sp. (Fig. 10K–N), *Tintinnopsella carpathica* (Fig. 13B), *Tintinnopsella longa*, *Tintinnopsella longovalata* nov. sp. (Fig. 13P, Q), *Tintinnopsella largovalata* nov. sp. (Fig. 13U), *Tintinnopsella maxilonga* nov. sp. (Fig. 12A, B), *Tintinnopsella pseudosimplex* nov. sp. (Fig. 12F, G), *Tintinnopsella curva* nov. sp., rares *Tintinnopsella pseudoblonga* nov. sp., *Tintinnopsella lehegarati* nov. sp., *Tintinnopsella duranddelgai* et *Lorenziella* sp.

4.2.3.2. Sous-zone D2 (sous-zone à Cps *gr.* simplex-Cps *gr.* oblonga, *Berriasien supérieur ; KL13-KL21B).* Elle débute avec l'apparition des formes typiques de *Calpionellopsis oblonga* (Cadisch) (Fig. 9N-P). On y rencontre : *Calpionellopsis protoblonga* Nagy (Fig. 9Q-S), *Tintinnopsella longa* (Fig. 11U, V), *Tintinnopsella carpathica*, qui sont souvent abondantes, *Calpionellopsis brevisimplex*, surtout à la base de la sous-zone, de fréquentes *Calpionellopsis procerosimplex* (Fig. 9L, M) et *Calpionellopsis simplex* (Fig. 9J) qui deviennent de plus en plus rares vers le sommet de la sous-zone, de rares *Lorenziella* gr. *plicata* Le Hégarat et Remane (Fig. 10P, Q) et *Calpionella parvalpina*. On y rencontre aussi *Tintinnopsella maxilonga* nov. sp. (Fig. 12C), *Tintinnopsella elmii* nov. sp. (Fig. 12O-Q), *Tintinnopsella pseudosimplex* nov. sp., *Tintinnopsella lehegarati* nov. sp., *Tintinnopsella duranddelgai* nov. sp., *Tintinnopsella longovalata* nov. sp., *Tintinnopsella largovalata* nov. sp., *Tintinnopsella longa*, de fréquentes *Remaniella cadischiana*, de rares *Remaniella minicadischiana* nov. sp. (Fig. 10H) et *Remaniella* gr. *murgeanui* Pop (Fig. 10I) qui montrent souvent des cols mal conservés, ce qui explique des déterminations spécifiques incertaines.

4.2.3.3. Sous-zone D3 (sous-zone à Cps oblonga, *Berriasien supérieur ; KL23-KL28).* La limite inférieure de la sous-zone D3 est définie classiquement par l'apparition de *Lorenziella hungarica* Knauer et Nagy. Malheureusement cette espèce, toujours rare, avec un col souvent non conservé, ne peut être utilisée comme marqueur de cette sous-zone. Nous proposons plutôt de placer la limite inférieure de la sous-zone D3 là où *Calpionellopsis* gr. *oblonga* domine par rapport à *Calpionellopsis* gr. *simplex*. Ce changement s'effectue sensiblement au même niveau stratigraphique que celui de l'apparition de *Lorenziella hungarica*. Dans cette sous-zone, la faune des calpionelles est dominée par *Calpionellopsis oblonga*, *Calpionellopsis protoblonga*, *Tintinnopsella carpathica* (Fig. 13C) et *Tintinnopsella longa* (Fig. 11W–Y). On y rencontre aussi *Calpionella parvalpina*, *Remaniella cadischiana*, *Calpionellopsis procerosimplex*, *Remaniella* gr. *murgeanui*, *Lorenziella* gr. *hungarica* (Fig. 10S), *Tintinnopsella maxilonga* nov. sp., *Tintinnopsella elmii* nov. sp., *Tintinnopsella pseudosimplex* nov. sp., *Tintinnopsella lehegarati* nov. sp., *Tintinnopsella duranddelgai* nov. sp., *Tintinnopsella longovalata* nov. sp., *Tintinnopsella largovalata* nov. sp. (Fig. 13V) et *Tintinnopsella curva* nov. sp. (Fig. 12V, W)


A
B
C
D
E
50µm
F
G
H
I
J
K
L
M
N
O
P
Q
R
S
T
U
V
W
X
Y

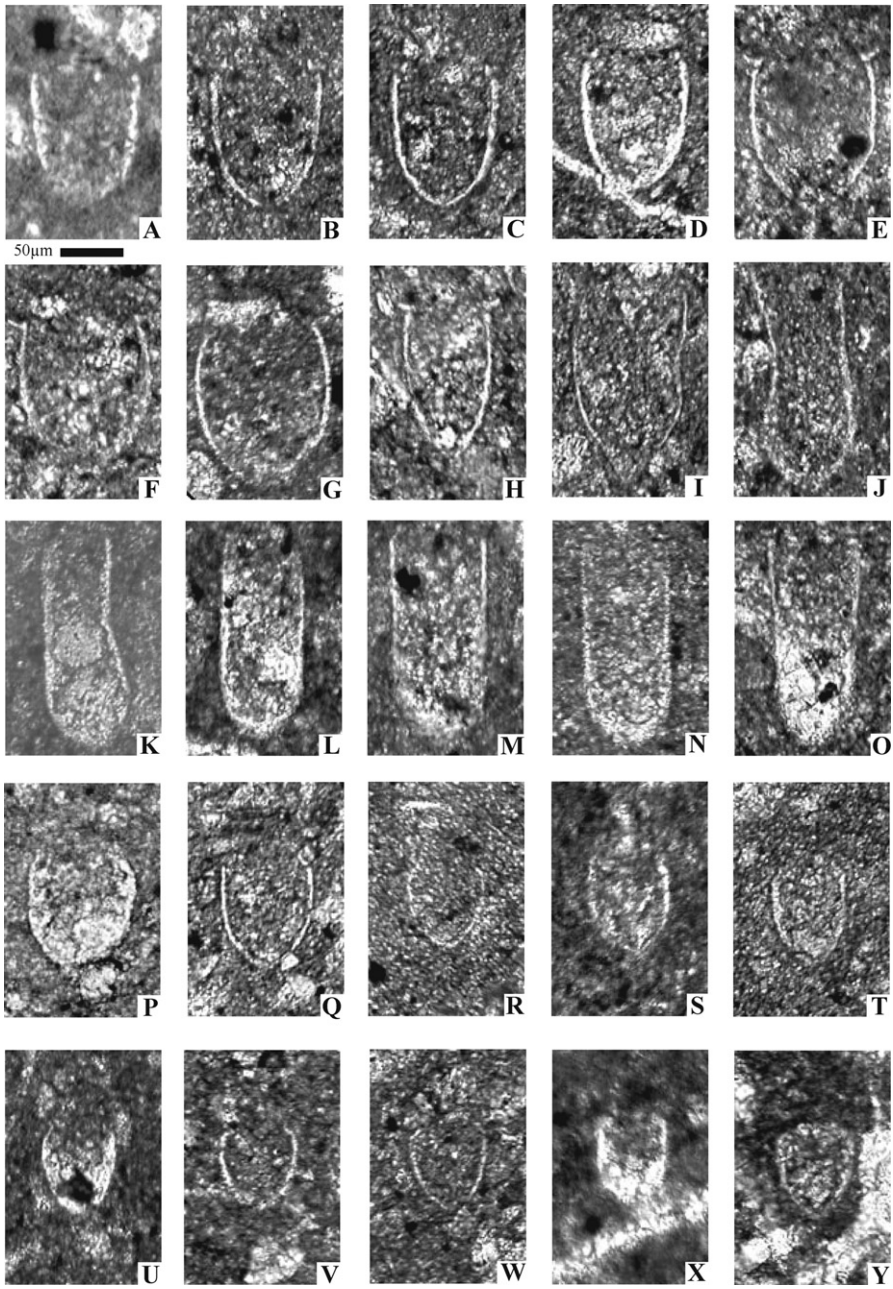
4.2.4. Zone E (zone à Calpionellites, *Valanginien inférieur ; KL29-KL66)*

Cette zone, qui correspond à l'extension stratigraphique du genre *Calpionellites*, est riche en espèces de *Tintinnopsella*. Elle contient aussi des spécimens des genres *Remaniella*, *Lorenziella*, *Calpionellopsis* et *Praecalpionellites*. La zone E peut être subdivisée en deux sous-zones : E1 et E2.

4.2.4.1. Sous-zone E1 (sous-zone à Calpionellites-Cps *gr.* oblonga, *Valanginien inférieur ; KL29-KL47).* Elle est caractérisée par la présence du genre *Calpionellopsis*, en particulier *Calpionellopsis protoblonga* (Fig. 9T), associée à *Calpionellites darderi* (Colom), (Fig. 11P–T), *Calpionellites coronatus* (Trejo) (Fig. 11H, I), *Calpionellites major* (Colom) (Fig. 11N), *Calpionellites minor* nov. sp. (Fig. 10X, Y, Fig. 11A–C), *Calpionellites medius* nov. sp. (Fig. 11E–G), *Tintinnopsella carpathica*, *Tintinnopsella longa*, rares *Remaniella* gr. *murgeanui* (Fig. 10J), *Remaniella cadischiana*, *Lorenziella* gr. *hungarica* (Fig. 10T) ; ainsi que *Tintinnopsella longovalata* nov. sp. (Fig. 13R, S), *Tintinnopsella largovalata* nov. sp., *Tintinnopsella duranddelgai* nov. sp. (Fig. 12L), *Tintinnopsella lehegarati* nov. sp., *Tintinnopsella minicarpathica* nov. sp. (Fig. 13L, M), *Tintinnopsella elmii* nov. sp. (Fig. 12R), rares *Tintinnopsella maxilonga* nov. sp., *Tintinnopsella pseudoblonga* nov. sp. (Fig. 12I, J) et *Tintinnopsella curva* nov. sp. (Fig. 12X).

4.2.4.2. Sous-zone E2 (sous-zone à Calpionellites-Tintinnopsella, *Valanginien inférieur ; KL48-KL66).* Elle est marquée par la disparition du genre *Calpionellopsis*. Le genre *Tintinnopsella* y est toujours abondant, représenté par : *Tintinnopsella carpathica* (Fig. 13D, E), *Tintinnopsella lehegarati* nov. sp. (Fig. 13F–K), *Tintinnopsella minicarpathica* nov. sp. (Fig. 13N), *Tintinnopsella elmii* nov. sp. (Fig. 12S–U), *Tintinnopsella duranddelgai* nov. sp. (Fig. 12M, N), *Tintinnopsella longovalata* nov. sp., *Tintinnopsella largovalata* nov. sp. (Fig. 13X, Y), *Tintinnopsella curva* nov. sp. (Fig. 12Y), *Tintinnopsella longa*, *Lorenziella* gr. *hungarica* (Fig. 10R), rares *Remaniella* gr. *murgeanui*, *Praecalpionellites dadayi* (Knauer) (Fig. 10O), ainsi que *Calpionellites coronatus*

Fig. 9. A–C. *Calpionella elliptica* Cadisch : Berriasien moyen, zone C ; A, sous-zone C1, KL2B ; B–C, sous-zone C2 ; B, KL3B ; C, KL3T. D–F. *Calpionellopsis brevisimplex* Nagy : Berriasien supérieur, zone D, sous-zone D1 ; D, KL4M. E–F. KL4T. G–I. *Calpionellopsis simplex* (Colom) : Berriasien supérieur, zone D, sous-zone D1 ; G–H, KL5 ; I, KL11. J–M. *Calpionellopsis procerosimplex* Nagy : Berriasien supérieur, zone D ; J–K, sous-zone D1, KL4T ; L–M, sous-zone D2 ; L, KL16B ; M, KL21. N–P. *Calpionellopsis oblonga* (Cadisch) : Berriasien supérieur, zone D, sous-zone D2 ; N–O, KL19 ; P, KL21. Q–T. *Calpionellopsis protoblonga* Nagy : Q–R, forme de grande taille, Berriasien supérieur, zone D, sous-zone D2 ; Q, KL14 ; R, K19 ; S–T, forme de taille moyenne : S, Berriasien supérieur, zone D, sous-zone D2, KL16B ; T, Valanginien inférieur, zone E, sous-zone E1, KL47. U–V. *Remaniella duranddelgai* Pop : Berriasien moyen, zone C, sous-zone C1 ; U, KL1T ; V, KL2T. W–Y. *Remaniella colomi* Pop : Berriasien moyen, zone C, sous-zone C2 ; W-X, KL3B ; Y, KL3T. Tous les spécimens proviennent de la coupe de Kolur. Toutes les photos sont à la même échelle.
A–C. Calpionella elliptica *Cadisch: Middle Berriasian, C zone; A, C1 sub-zone, KL2B; B–C, C2 sub-zone; B, KL3B; C, KL3T. D–F.* Calpionellopsis brevisimplex *Nagy: Upper Berriasian, D zone, D1 sub-zone; D, KL4M; E–F, KL4T. G–I.* Calpionellopsis simplex *(Colom): Upper Berriasian, D zone, D1 sub-zone; G–H, KL5; I, KL11. J–M.* Calpionellopsis procerosimplex *Nagy: Upper Berriasian, D zone; J–K, D1 sub-zone, KL4T; L–M, D2 sub-zone; L, KL16B; M, KL21. N–P.* Calpionellopsis oblonga *(Cadisch): Upper Berriasian, D zone, D2 sub-zone; N–O, KL19; P, KL21. Q–T.* Calpionellopsis protoblonga *Nagy: Q–R big-sized morphotype, Upper Berriasian, D zone, D2 sub-zone; Q, KL14; R, KL19; S–T, middle-sized morphotype: S, Upper Berriasian, D zone, D2 sub-zone; T Lower Valanginian, E zone, E1 sub-zone, KL47. U–V.* Remaniella duranddelgai *Pop: Middle Berriasian, C zone, C1 sub-zone; U, KL1T; V, KL2T. W–Y.* Remaniella colomi *Pop: Middle Berriasian, C zone, C2 sub-zone; W–X, KL3B; Y, KL3T. All specimens are from Kolur section. The scale is the same for all photos.*


A
B
C
D
E
50µm
F
G
H
I
J
K
L
M
N
O
P
Q
R
S
T
U
V
W
X
Y

(Fig. 11J–L), *Calpionellites* gr. *coronatus* (Fig. 11M), *Calpionellites major* (Fig. 11O), *Calpionellites darderi*, *Calpionellites minor* nov. sp. (Fig. 11D) et *Calpionellites medius* nov. sp.

4.2.5. Zone F (zone à Tintinnopsella *ou à* Tintinnopsella–Lorenziella, *Valanginien supérieur ? ; KL 67-KL86)*

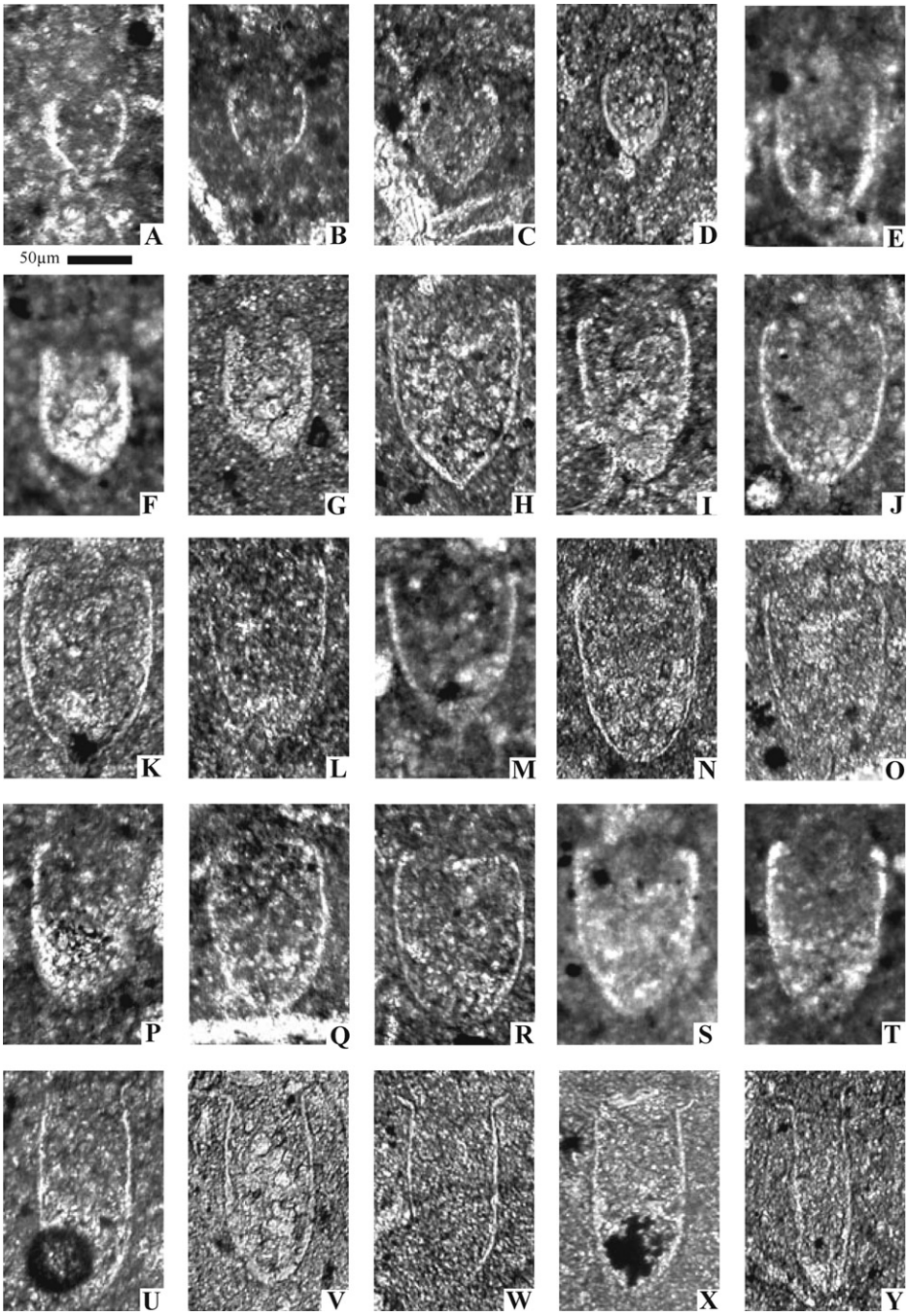
Au-dessus du banc KL66, les calpionelles deviennent rares et sont représentées essentiellement par *Tintinnopsella*, *Lorenziella* gr. *hungarica* (Fig. 10U-W) et de rares *Remaniella*. gr. *murgeanui*.

5. Étude systématique des calpionelles (par M.B.)

Famille des CALPIONELLIDAE Bonet, 1956
Genre ***Calpionella*** Lorenz, 1902
Espèce type : *Calpionella alpina* Lorenz, 1902
Calpionella alpelliptica Nagy, 1986
Fig. 6K, L ; Fig. 17A
- 1967 *Calpionella* sp., Bismuth et al., Pl. 6, Fig. 36–37.
- 1967 *Calpionella* aff. *C. elliptica Cadisch*, Bismuth et al., Pl. 9, Fig. 17.
- 1967 *Calpionellites* (?) *ferasini* or *Stenosemellopsis ruggieri* Catalano, Bismuth et al. Pl. 9, Fig. 19.
- 1976 Forms transitional between *C. alpina* and *C. elliptica*, Vincent et al., Pl. 4, Fig. 16.
- 1968 *Calpionella* sp., Le Hégarat et Remane, Pl. 6, Fig. 11–13, 23–24.
- 1968 *Calpionella elliptica*, Le Hégarat et Remane, Pl. 6, Fig. 25.
- 1984 *Calpionella elliptica* ?, Premoli Silva et McNulty, Pl. 6, Fig. 7.
- 1986 *Calpionella alpelliptica* Nagy, p. 58, Pl. I, Fig. 5 ; Pl. Ia, Fig. 5.
- 1986 *Calpionella brevelliptica* Nagy, p. 58, Pl. I, Fig. 6 ; Pl. Ia, Fig. 6.

Fig. 10. A–D. *Remaniella ferasini* (Catalano) : A, Berriasien moyen, zone C, sous-zone C1, KL2B ; B–D, Berriasien supérieur, zone D, sous-zone D1 ; B, KL4T ; C–D, KL5. E–G. *Remaniella cadischiana* (Colom) : Berriasien supérieur, zone D, sous-zone D1 ; E, KL4T ; F–G, KL5. H. *Remaniella minicadischiana* nov. sp. : Holotype, Berriasien supérieur, zone D, sous-zone D2, KL16B. I–J. *Remaniella* gr. *murgeanui* (Pop), spécimens déformés : I, Berriasien supérieur, zone D, sous-zone D2, KL16B ; J, Valanginien inférieur, zone E, sous-zone E1, KL47. K–N. *Remaniella longocadischiana* nov. sp. : Berriasien supérieur, zone D, sous-zone D1 ; K–M, KL5, K est un spécimen déformé ; N, Holotype, KL11. O. *Praecalpionellites dadayi* (Knauer), Valanginien inférieur, zone E, sous-zone E2, KL60,2. P–Q. *Lorenziella* gr. *plicata* (Le Hégarat et Remane) : Berriasien supérieur, zone D, sous-zone D2, KL14. R–W. *Lorenziella* gr. *hungarica* Knauer : R, Berriasien supérieur, zone D, sous-zone D3, KL24 ; S–T, Valanginien inférieur, zone E, sous-zone E1 ; S, KL38 ; T, KL58. U–W, Valanginien supérieur ?, zone F ; KL72. X–Y. *Calpionellites minor* nov. sp. : Valanginien inférieur, zone E, sous-zone E1, KL32 ; Y. Holotype. Tous les spécimens proviennent de la coupe de Kolur. Toutes les photos sont à la même échelle.

A–D. Remaniella ferasini *(Catalano): A, Middle Berriasian, C zone, C1 sub-zone, KL2B; B–D, Upper Berriasian, D zone, D1 sub-zone; B, KL4T; C–D, KL5. E–G.* Remaniella cadischiana *(Colom): Upper Berriasian, D zone, D1 sub-zone; E, KL4T; F–G, KL5. H.* Remaniella minicadischiana *nov. sp.: Holotype, Upper Berriasian, D zone, D2 sub-zone, KL16B. I–J.* Remaniella *gr.* murgeanui *(Pop), deformed specimens: I, Upper Berriasian, D zone, D2 sub-zone, KL16B; J, Lower Valanginian, E zone, E1 sub-zone, KL47. K–N.* Remaniella longocadischiana *nov. sp.: Upper Berriasian, D zone, D1 sub-zone; K-M, KL5, K is a deformed specimen; N, Holotype, KL11. O.* Praecalpionellites dadayi *(Knauer), Lower Valanginian, E zone, E2 sub-zone, KL60,2. P–Q.* Lorenziella *gr.* plicata *(Le Hégarat et Remane): Upper Berriasian, D zone, D2 sub-zone, KL14. R–W.* Lorenziella *gr.* hungarica *Knauer: R, Upper Berriasian, D zone, D3 sub-zone, KL24; S–T, Lower Valanginian, E zone, E1 sub-zone; S, KL38; T, KL58; U–W, Upper Valanginian?, F zone, KL72. X–Y.* Calpionellites minor *nov. sp.: Lower Valanginian, E zone, E1 sub-zone, KL32; Y, Holotype. All specimens are from Kolur section. The scale is the same for all photos.*


A
B
C
D
E
50µm
F
G
H
I
J
K
L
M
N
O
P
Q
R
S
T
U
V
W
X
Y

- 1986 *Calpionella parvelliptica* Nagy, p. 58, Pl. I, Fig. 7 ; Pl. Ia, Fig. 7.
- 1991 *Calpionella* sp., Altiner et Özcan, Pl. 1, Fig. 19–20.
- 1991 *Calpionella alpina* Lorenz-*Calpionella elliptica* Cadisch, transtion form, Tunç, Pl. 3, Fig. 4.
- 1991 *Calpionella elliptica* Cadisch, Tunç, Pl. 3, Fig. 5.
- 1996 *Calpionella elliptica* Cadisch, Reháková et al., Pl. 3, Fig. 7.
- 1998 *Calpionella elliptica* Cadisch, Akyazi et Tunç, Pl. 1, Fig. 13.
- 2000 *Calpionella* aff. *elliptica* Cadisch, Benzaggagh, Pl. 6, Fig. 3.
- 2006 *Calpionella* aff. *elliptica* Cadisch, Boughdiri, Fig. 4/14.
- 2006 *Calpionella alpina*, Grabowski et Pszczólkowski, Fig. 7/D, G.
- 2007 *Calpionella* sp., Andreini et al., Pl. 1, Fig. 33.
- 2007 *Calpionella elliptica* Cadisch, Andreini et al., Pl. 2, Fig. 2.
- 2011 *Calpionella* aff. *elliptica* Cadisch, Ben Abdesselam-Mahdaoui et al., Pl. 1/5.

Description

C'est une espèce polymorphe, à lorica de taille moyenne, de forme allongée, légèrement plus haute que large, mais sans toutefois atteindre la taille de celle des vraies *Calpionella elliptica*. Les parois sont plus ou moins convexes. Le pôle aboral est généralement arrondi, à légèrement pointu chez certains individus. Cette espèce du sommet de la zone B précède l'apparition de *Calpionella elliptica*.

Extension stratigraphique de l'espèce : cette espèce apparaît dans la partie supérieure de la zone B (sous-zone B3, KL1B) et elle se rencontre d'une façon constante dans les niveaux de la zone C (KL1T à KL3T).

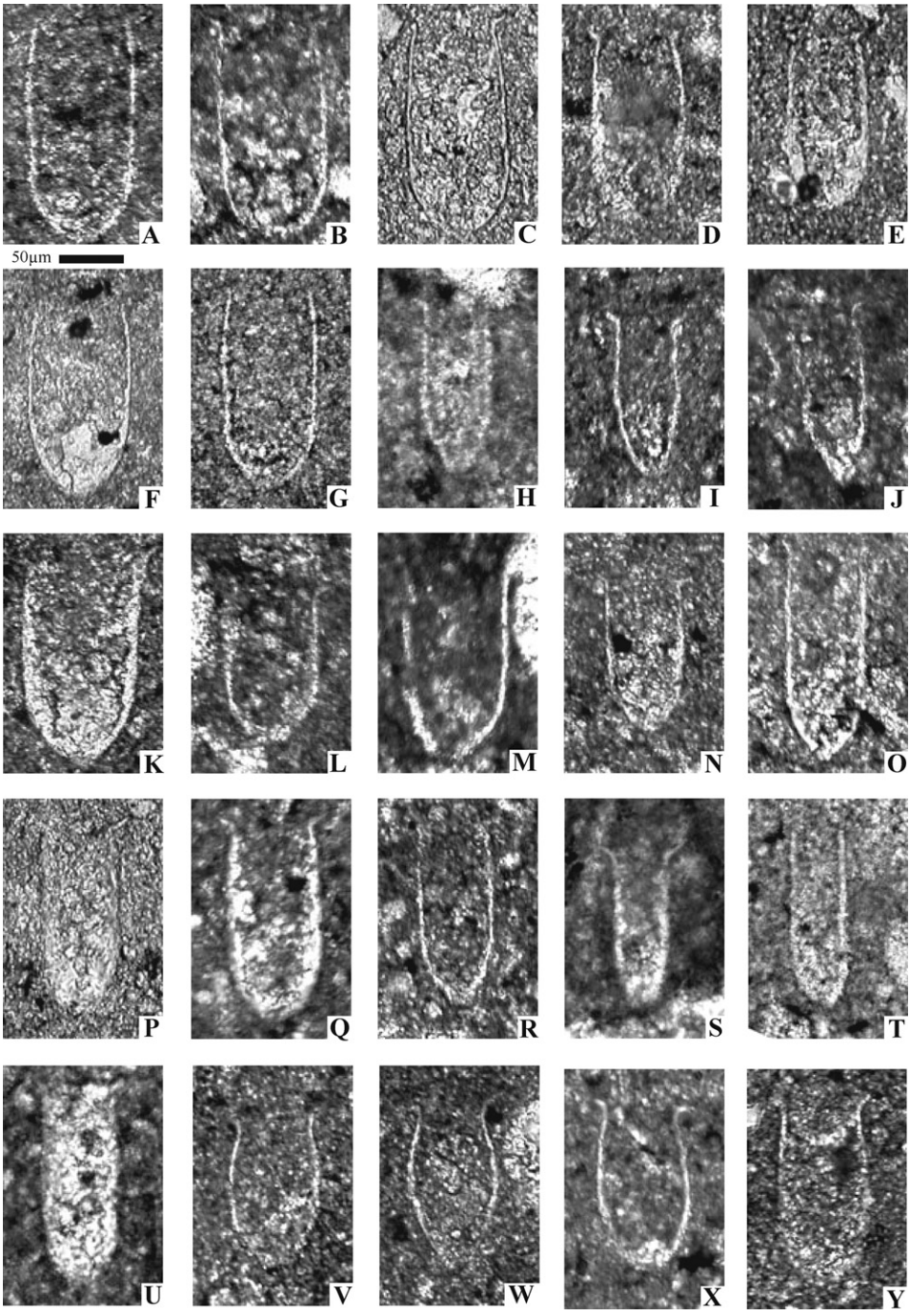
Calpionella elliptica Cadisch, 1932

Fig. 9A–C ; Fig. 17B

- 1932 *Calpionella elliptica* Cadisch, p. 249, Fig. 3 (10–11, 17).
- 1968 *Calpionella elliptica* Cadisch, Le Hégarat et Remane, Pl. 6, Fig. 26–27.
- 1971 *Calpionella elliptica* Cadisch, Remane, Fig. 3/3–4.
- 1977 *Calpionella elliptica* Cadisch, Micarelli et al., Pl. 14, Fig. 16–14.

Fig. 11. A–D. *Calpionellites minor* nov. sp. : Valanginien inférieur, zone E ; A–C, sous-zone E1 ; A–B, KL32 ; C, KL36 ; D, sous-zone E2, KL58. E–G. *Calpionellites medius* nov. sp. : Valanginien inférieur, zone E, sous-zone E1 ; E, Holotype, KL32 ; F–G, KL40. H–L. *Calpionellites coronatus* Trejo : Valanginien inférieur, zone E ; H–I, sous-zone E1, KL38 ; J–L, sous-zone E2, KL60. M. *Calpionellites* gr. *coronatus* Trejo, Valanginien inférieur, zone E, sous-zone E2, KL60 ; N–O. *Calpionellites major* (Colom) ; Valanginien inférieur, zone E ; N, sous-zone E1, KL40 ; O, sous-zone E2, KL60. P–T. *Calpionellites darderi* (Colom) : Valanginien inférieur, zone E, sous-zone E1 ; P–Q, KL32 ; R–S, KL38 ; T, KL40. U–Y. *Tintinnopsella longa* (Colom) : Berriasien supérieur, zone D ; U–V, sous-zone D2 ; U, KL14 ; V, KL16B ; W–X, sous-zone D3, KL24 ; Y, lorica aplatie et cisaillée, sous-zone D3, KL28. Tous les spécimens proviennent de la coupe de Kolur. Toutes les photos sont à la même échelle.

A–D. Calpionellites minor *nov. sp.: Lower Valanginian, E zone; A–C, E1 sub-zone; A–B, KL32; C, KL36; D, E2 sub-zone, KL58. E–G.* Calpionellites medius *nov. sp.: Lower Valanginian, E zone, E1 sub-zone, E, Holotype, KL32; F–G, KL40. H–L.* Calpionellites coronatus *Trejo: Lower Valanginian, E zone; H–I, E1 sub-zone, KL38; J–L, E2 sub-zone, KL60. M.* Calpionellites *gr.* coronatus *Trejo: Lower Valanginian, E zone, E2 sub-zone, KL60. N–O.* Calpionellites major *(Colom): Lower Valanginian, E zone; N, E1 sub-zone; KL40; O, E2 sub-zone, KL60. P–T.* Calpionellites darderi *(Colom): Lower Valanginian, E zone; E1 sub-zone, P–Q, KL32; R–S, KL38; T, KL40. U–Y.* Tintinnopsella longa *(Colom): Upper Berriasian, D zone; U–V, D2 sub-zone; U, KL14; V, KL16B; W–X, D3 sub-zone, KL24. Y, flattened and sheared lorica, D3 sub-zone, KL28. All specimens are from Kolur section. The scale is the same for all photos.*


A
B
C
D
E
50µm
F
G
H
I
J
K
L
M
N
O
P
Q
R
S
T
U
V
W
X
Y

- 1985 *Calpionella elliptica* Cadisch, Remane, Fig. 18/4.
- 1986 *Calpionella elliptica* Cadisch, Borza et Michalik, Pl. 4, Fig. 1–2.
- 1991 *Calpionella elliptica* Cadisch, Altiner et Özcan, Pl. 1, Fig. 11–18.
- 1995 *Calpionella elliptica* Cadisch, Olóriz et al., Pl. 1, Fig. 17.
- 1996 *Calpionella elliptica* Cadisch, Adatte et al., Fig. 8/4.
- 1996 *Calpionella elliptica* Cadisch, Reháková et al., Pl. 1, Fig. 12.
- 1996 *Calpionella elliptica* Cadisch, Reháková et al., Pl. 3, Fig. 13.
- 1997 *Calpionella elliptica* Cadisch, Grün et Blau, Pl. I, Fig. 17–18.
- 2000 *Calpionella elliptica* Cadisch, Benzaggagh, Pl. 6, Fig. 5.
- 2007 *Calpionella elliptica* Cadisch, Andreini et al., Pl. 2, Fig. 1.
- 2008 *Calpionella elliptica* Cadisch, Barbu et Melinte-Dobrinescu, Pl. 1.1.
- 2010 *Calpionella elliptica* Cadisch, Fözy et al., Fig. 9/U.
- 2011 *Calpionella elliptica* Cadisch, lorica allongée, Ben Abdesselam-Mahdaoui et al., Pl. 1/8.
-2011 *Calpionella elliptica* Cadisch, forme atypique, Ben Abdesselam-Mahdaoui et al., Pl. 1/9.

Description

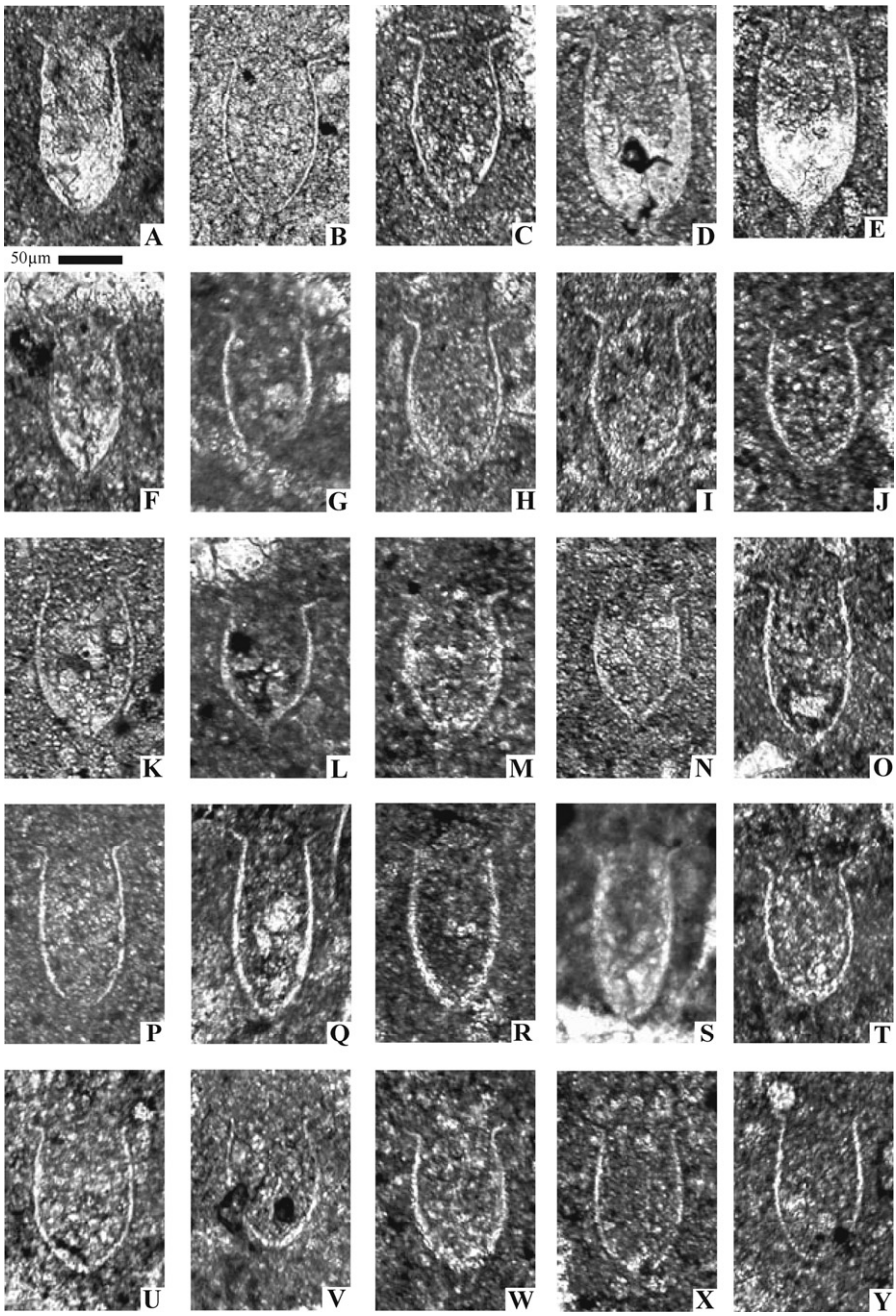
Espèce à col droit, à lorica allongée, avec un rapport longueur sur largeur (L/l) proche de 1,5. Les parois sont presque rectilignes, parallèles, à sub-parallèles. Certains spécimens de la partie supérieure de la zone C et de l'extrême base de la sous-zone D1, montrent des loricas plus larges du côté postérieur (Fig. 9B). D'autres présentent un rétrécissement, voire un effacement de l'épaulement situé sous le col (Fig. 9C).

Extension stratigraphique de l'espèce : cette espèce existe d'une façon constante dans les différents niveaux de la zone C (KL1T à KL3T) et jusqu'à l'extrême base de la sous-zone D1 (KL4M).

Calpionella parvalpina Nagy, 1986
Fig. 6R–T ; Fig. 17C
- 1968 *Calpionella alpina* Lorenz, Le Hégarat et Remane, Pl. 8, 2–5 ; Pl. 10, Fig. 2–3.

Fig. 12. A–C. *Tintinnopsella maxilonga* nov. sp. : Berriasien supérieur, zone D ; A–B, sous-zone D1 ; A, KL4T ; B, KL5 ; C, Holotype, sous-zone D2, KL19. D–G. *Tintinnopsella pseudosimplex* nov. sp. : D–E, Berriasien moyen, zone C ; D, sous-zone C1, KL1T ; E, sous-zone C2, KL3B ; F–G, zone D, sous-zone D1 ; F, KL4M ; G, Holotype, KL4T. H–J. *Tintinnopsella pseudoblonga* nov. sp. : H, Holotype, Berriasien moyen, zone C, sous-zone C1, KL2B ; I–J, Valanginien inférieur, zone E, sous-zone E1 ; I, KL38 ; J, spécimen déformé, KL47. K–N. *Tintinnopsella duranddelgai* nov. sp. : K, Berriasien moyen, zone C, sous-zone C1, KL1T ; L–N, Valanginien inférieur, zone E ; L, Holotype, sous-zone E1, KL32 ; M–N, sous-zone E2 ; M, KL49 ; N, KL66. O–U. *Tintinnopsella elmii* nov. sp. : O–Q, Berriasien supérieur, zone D, sous-zone D2, O, Holotype, KL16B ; P, KL16B ; Q, KL21 ; R–U, Valanginien inférieur, zone E ; R, sous-zone E1, KL47 ; S–U, sous-zone E2 ; S, KL58 ; T–U, KL60,2. V–Y. *Tintinnopsella curva* nov. sp. : V–W, Berriasien supérieur, zone D, sous-zone D3, KL24 ; X–Y, Valanginien inférieur, zone E ; X, Holotype, sous-zone E1, KL47 ; Y, sous-zone E2, KL60,2. Tous les spécimens proviennent de la coupe de Kolur. Toutes les photos sont à la même échelle.

A–C. Tintinnopsella maxilonga *nov. sp.: Upper Berriasian, D zone; A–B, D1 sub-zone; A, KL4T; B, KL5; C, Holotype, D2 sub-zone, KL19. D–G.* Tintinnopsella pseudosimplex *nov. sp.: D–E, Middle Berriasian, C zone; D, C1 sub-zone, KL1T; E, C2 sub-zone, KL3B; F–G, D zone, D1 sub-zone; F, KL4M; G, Holotype, KL4T. H–J.* Tintinnopsella pseudoblonga *nov. sp.: H, Holotype, Middle Berriasian, C zone, C1 sub-zone, KL2B: I–J, Lower Valanginian, E zone, E1 sub-zone; I, KL38; J, deformed specimen, KL47. K–N.* Tintinnopsella duranddelgai *nov. sp.: K, Middle Berriasian, C zone, C1 sub-zone, KL1T; L–N, Lower Valanginian, E zone; L, Holotype, E1 sub-zone, KL32; M–N, E2 sub-zone; M, KL49; N, KL66. O–U.* Tintinnopsella elmii *nov. sp.: O–Q, Upper Berriasian, D zone, D2 sub-zone; O, Holotype, KL16B; P, KL16; Q, KL21, R–U, Lower Valanginian, E zone; R, E1 sub-zone, KL47; S–U, E2 sub-zone; S, KL58, T–U, KL60,2. V–Y.* Tintinnopsella curva *nov. sp.: V–W, Upper Berriasian, D zone, D3 sub-zone, KL24; X–Y, Lower Valanginian, E zone; X, Holotype, E1 sub-zone, KL47; Y, E2 sub-zone, KL60,2. All specimens are from Kolur section. The scale is the same for all photos.*


A
B
C
D
E
50µm
F
G
H
I
J
K
L
M
N
O
P
Q
R
S
T
U
V
W
X
Y

- 1977 *Calpionella alpina* Lorenz, Micarelli et al., Pl. 14, Fig. 12–14.
- 1984 *Calpionella alpina* ? Premoli Silva et McNulty, Pl. 6, Fig. 3-4.
- 1984 *Calpionella elliptica*, Premoli Silva et McNulty, Pl. 6, Fig. 6.
- 1984 *Crassicollaria brevis* ?, Premoli Silva et McNulty, Pl. 6, Fig. 8.
- 1985 *Calpionella alpina* Lorenz, Remane, Fig. 18/3.
- 1986 *Lorenziella hungarica* Knauer et Nagy, Borza et Michalik, Pl. IV, Fig. 13.
- 1986 *Calpionella parvalpina* Nagy, p. 59, Pl. I, Fig. 9 ; Pl. Ia, Fig. 9.
- 1986 *Calpionella globalpina* Nagy, p. 59, Pl. I, Fig. 10 ; Pl. Ia, Fig. 10.
- 1986 *Calpionella latalpina* Nagy, p. 59, Pl. I, Fig. 11 ; Pl. Ia, Fig. 11.
- 1991 *Calpionell*a *alpina* Lorenz, Altiner et Özcan, Pl. 1, Fig. 9–10.
- 1991 *Lorenziella hungarica* Knauer et Nagy, Tunç, Pl. 4, Fig. 1.
- 1998 *Lorenziella hungarica* Knauer et Nagy, Pop, Pl. 3, Fig. 28–29.
- 2000 *Calpionella alpina* Lorenz, forme atypique, Benzaggagh, Pl. 6, Fig. 17.
- 2006 *Lorenziella* aff. *plicata* Le Hégarat et Remane, Boughdiri, Fig. 4/13.
- 2011 *Calpionella alpina* Lorenz, forme de taille petite, lorica allongée, Ben Abdesselam-Mahdaoui et al., Pl. 1/2.

Description

C'est une espèce polymorphe, à lorica de petite taille, plus ou moins globuleuse, légèrement plus haute que large et/ou légèrement plus large que haute. Le col est court, voire absent et rarement bien développé. Colom (1948, p. 256–257, fig. 11/34, 47, 49, 55) a figuré quatre spécimens de *C. undelloides* Colom qui correspondent bien aux espèces de Nagy *C. parvalpina*, *C. globalpina* et *C. latalpina*. Malheureusement, Colom ne donne pas de photos de l'espèce, ce qui rend les comparaisons incertaines. Nous avons donc opté pour l'espèce de Nagy, *C. parvalpina*, pour laquelle la forme de l'espèce est clairement illustrée par une photo.

Extension stratigraphique de l'espèce : cette espèce se rencontre dans les niveaux de la zone C, mais surtout dans ceux de la zone D (KL4T à KL24) où elle est le seul représentant du genre *Calpionella*.

Fig. 13. A–E. *Tintinnopsella carpathica* (Murgeanu et Filipescu) : A, Berriasien moyen, zone C, sous-zone C2, KL3B ; B–C, Berriasien supérieur, zone D ; B, sous-zone D1, KL11 ; C, sous-zone D3, KL24 ; D–E, Valanginien inférieur, zone E, sous-zone E2 ; D, KL58 ; E, KL60,2. F–K. *Tintinnopsella lehegarati* nov. sp. : Valanginien inférieur, zone E, sous-zone E2, F, Holotype, KL58 ; G, KL58 ; H–I, KL60,2, J, KL63 ; K, KL66. L–N. *Tintinnopsella minicarpathica* nov. sp. : Valanginien inférieur, zone E ; L, Holotype, sous-zone E1, KL38 ; M, KL38 ; N, sous-zone E2, KL66. O–S. *Tintinnopsella longovalata* nov. sp. : O, Berriasien moyen, zone C, sous-zone C1, KL2B ; P–Q, Berriasien supérieur, zone D, sous-zone D1 ; P, KL4B ; Q, Holotype, KL5 ; R–S, Valanginien inférieur, zone E, sous-zone E1, KL32. T–Y. *Tintinnopsella largovalata* nov. sp. : T, Berriasien moyen, zone C, sous-zone C1, KL2T ; U–V, Berriasien supérieur, zone D ; U, Holotype, sous-zone D1, KL4T ; V, sous-zone D3, KL25 ; W–Y, Valanginien inférieur, zone E ; W, sous-zone E1, KL38 ; X–Y, sous-zone E2, KL60,2. Tous les spécimens proviennent de la coupe de Kolur. Toutes les photos sont à la même échelle.

A–E. Tintinnopsella carpathica *(Murgeanu et Filipescu): A, Middle Berriasian, C zone, C2 sub-zone, KL3B; B–C, Upper Berriasian, D zone; B, D1 sub-zone, KL11; C, D3 sub-zone, KL24; D–E, Lower Valanginian, E zone, E2 sub-zone; D, KL58; E, KL60,2. F–K.* Tintinnopsella lehegarati *nov. sp.: Lower Valanginian, E zone, E2 sub-zone; F, Holotype, KL58; G, KL58; H–I, KL60,2, J, KL63; K, KL66. L–N.* Tintinnopsella minicarpathica *nov. sp.: Lower Valanginian, E zone; L, Holotype, E1 sub-zone, KL38; M, KL38; N, E2 sub-zone, KL66. O–S.* Tintinnopsella longovalata *nov. sp.: O, Middle Berriasian, C zone, C1 sub-zone, KL2B; P–Q, Upper Berriasian, D zone, D1 sub-zone; P, KL4B; Q, Holotype, KL5; R–S, Lower Valanginian, E zone, E1 sub-zone, KL32. T–Y.* Tintinnopsella largovalata *nov. sp.: T, Middle Berriasian, C zone, C1 sub-zone, KL2T; U–V, Upper Berriasian, D zone; U, Holotype, D1 sub-zone, KL4T; V, D3 sub-zone, KL25; W–Y, Lower Valanginian, E zone; W, E1 sub-zone, KL38; X–Y, E2 sub-zone, KL60,2. All specimens are from Kolur section. The scale is the same for all photos.*

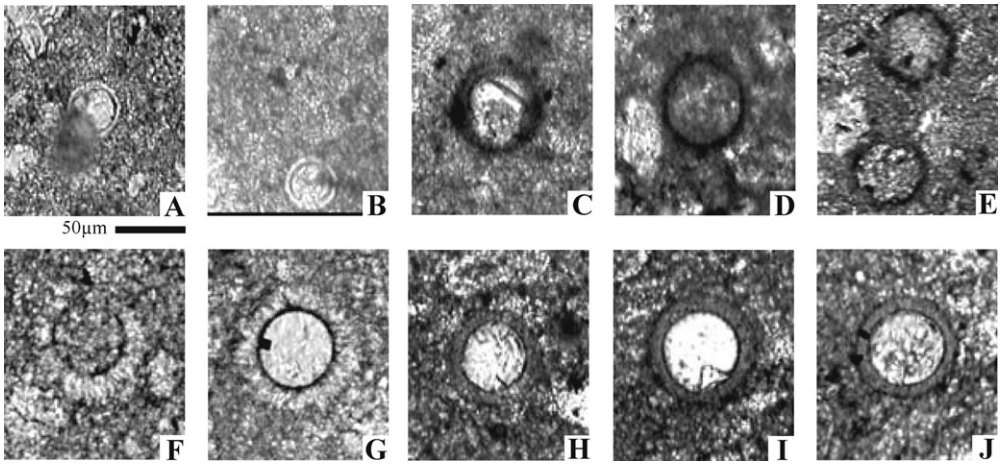


Fig. 14. A–B. *Stomiosphaera wanneri* (Borza) : Berriasien moyen, zone C ; A, sous-zone C1, KL2B ; B, sous-zone C2, KL3B. C–E. *Cadosina radiata* Vogler : C, Berriasien moyen, zone C, sous-zone C1, KL1T ; D–E, Valanginien supérieur ?, zone F ; D, KL87 ; F, KL86. F. *Colomisphaera vogleri* (Borza), Berriasien supérieur, zone D, sous-zone D3, KL28. G. *Colomisphaera heliosphaera* (Vogler), Berriasien supérieur, zone D, sous-zone D3, KL28. H–J. *Cadosina fusca* Wanner : Berriasien supérieur, zone D, sous-zone D1 ; H, KL5 ; I–J, KL11. Tous les spécimens proviennent de la coupe de Kolur. Toutes les photos sont à la même échelle.
A–B. Stomiosphaera wanneri *(Borza): Middle Berriasian, C zone; A, C1 sub-zone, KL2B; B, C2 sub-zone, KL3B. C–E.* Cadosina radiata *Vogler: C, Middle Berriasian, C zone, C1 sub-zone, KL1T; D–E, Upper Valanginian?, F zone; D, KL87; E, KL86. F.* Colomisphaera vogleri *(Borza), Upper Berriasian, D zone, D3 sub-zone, KL28. G.* Colomisphaera heliosphaera *(Vogler), Upper Berriasian, D zone, D3 sub-zone, KL28. H–J.* Cadosina fusca *Wanner: Upper Berriasian, D zone, D1 sub-zone; H, KL5; I–J, KL11. All specimens are from Kolur section. The scale is the same for all photos.*

Genre ***Calpionellites*** Colom, 1948
Espèce-type : *Calpionella darderi* Colom, 1934
Calpionellites darderi (Colom, 1934)
Fig. 11P–T ; Fig. 17D
- 1934 *Calpionella darderi* Colom, p. 381, Pl. 31, Fig. 3.
- 1969 *Calpionellites darderi* (Colom), Borza, Pl. 83, Fig. 1–3, 5–6.
- 1972 *Calpionellites darderi* ? (Colom), Seyed-Emami et al., Pl. 4, Fig. 3.
- 1979 *Calpionellites darderi* (Colom), Allemann et Remane, Pl. 8, Fig. 10, 14–15.
- 1984 *Calpionellites darderi* (Colom), Premoli Silva et McNulty, Pl. 7/19.
- 1985 *Calpionellites darderi* (Colom), Remane, Fig. 18/5–6.
- 1991 *Calpionellites darderi* (Colom), Altiner et Özcan, Pl. 5, Fig. 13–16.
- 1998 *Calpionellites darderi* (Colom), Akyazi et Tunç, Pl. 2, Fig. 5–6
- 2007 *Calpionellites darderi* (Colom), Andreini et al., Pl. 3/5a.
- 2007 *Calpionellites darderi* (Colom), Okay et Altiner, Pl. 5, Fig. 11, 13–16.
- 2010 *Calpionellites darderi* (Colom), Fözy et al., Fig. 9/B.

Description

Espèce de grande taille, à lorica légèrement plus haute que large. Le pôle aboral est arrondi à légèrement pointu. L'ouverture est large, avec un col réduit, en forme d'une petite pièce calcitique située du côté interne de la lorica.

Extension stratigraphique de l'espèce : espèce caractéristique de la zone E, sous-zones E1 et E2.

Calpionellites medius nov. sp.
Fig. 11E–G ; Fig. 17E
- 1969 *Calpionellites darderi* (Colom), Borza, Pl. 83, Fig. 13, 16.
- 1977 *Calpionellites darderi* (Colom), Micarelli et al., Pl. 17, Fig. 8.
- 1984 *Calpionellites darderi* (Colom), Premoli Silva et McNulty, Pl. 7, Fig. 20.
- 1986 *Calpionellites* cf. *darderi* (Colom), Manivit et al., Pl. 4, Fig. 1.
- 1991 *Calpionellites darderi* (Colom), Tunç, Pl. 4, Fig. 4-5.
- 2004 *Calpionellites major* (Colom), Pszczólkowski et Myczynski, Fig. 9/10.
- 2004 *Calpionellites* cf. *major* (Colom), Pszczólkowski et Myczynski, Fig. 9/11.
- 2007 *Calpionellites darderi* (Colom), Okay et Altiner, Pl. 5, Fig. 12.
- 2007 *Calpionellites darderi* (Colom), Okay et Altiner, Pl. 2, Fig. 56–58.

Diagnose : la lorica est de taille moyenne, allongée, plus haute que large, à parois presque parallèles. Le pôle aboral est arrondi à légèrement pointu. L'ouverture est large, avec un col court, tourné vers l'intérieur de la lorica. Cette espèce se distingue des autres espèces de *Calpionellites* par sa taille moyenne, plus grande que celle de *Calpionellites minor* et plus petite que celle de *Calpionellites* gr. *darderi*.

Holotype : le spécimen figuré Fig. 11E.

Localité-type : village de Shal (Iran), coupe de Kolur.

Position stratigraphique du type : coupe de Kolur, KL32, zone E, sous-zone E1.

Extension stratigraphique de l'espèce : zone E, sous-zones E1 et E2 (KL29 à KL66).

Dérivation du nom : espèce à lorica de taille intermédiaire entre celles de *Calpionellites darderi* et de *Calpionellites minor*.

Calpionellites minor nov. sp.
Fig. 10X, Y ; Fig. 11A–D ; Fig. 17F
- 1969 *Calpionellites darderi* (Colom), Borza, Pl. 83, Fig. 7.
- 1972 *Calpionella undelloides* Colom, Seyed-Emami et al., Pl. 4, Fig. 1–2.
- 1977 *Calpionellites darderi* (Colom), Micarelli et al., Pl. 17, Fig. 7.

Diagnose : c'est une espèce de petite taille, à lorica ovale, à peine plus haute que large, à parois convexes et à pôle aboral pointu. L'ouverture est large, avec un petit col tourné du côté interne de la lorica. Cette espèce se distingue aisément des autres espèces de *Calpionellites* par sa petite taille et de *Lorenziella* gr. *hungarica* par son col situé du côté interne de la lorica.

Holotype : le spécimen figuré Fig. 10Y.

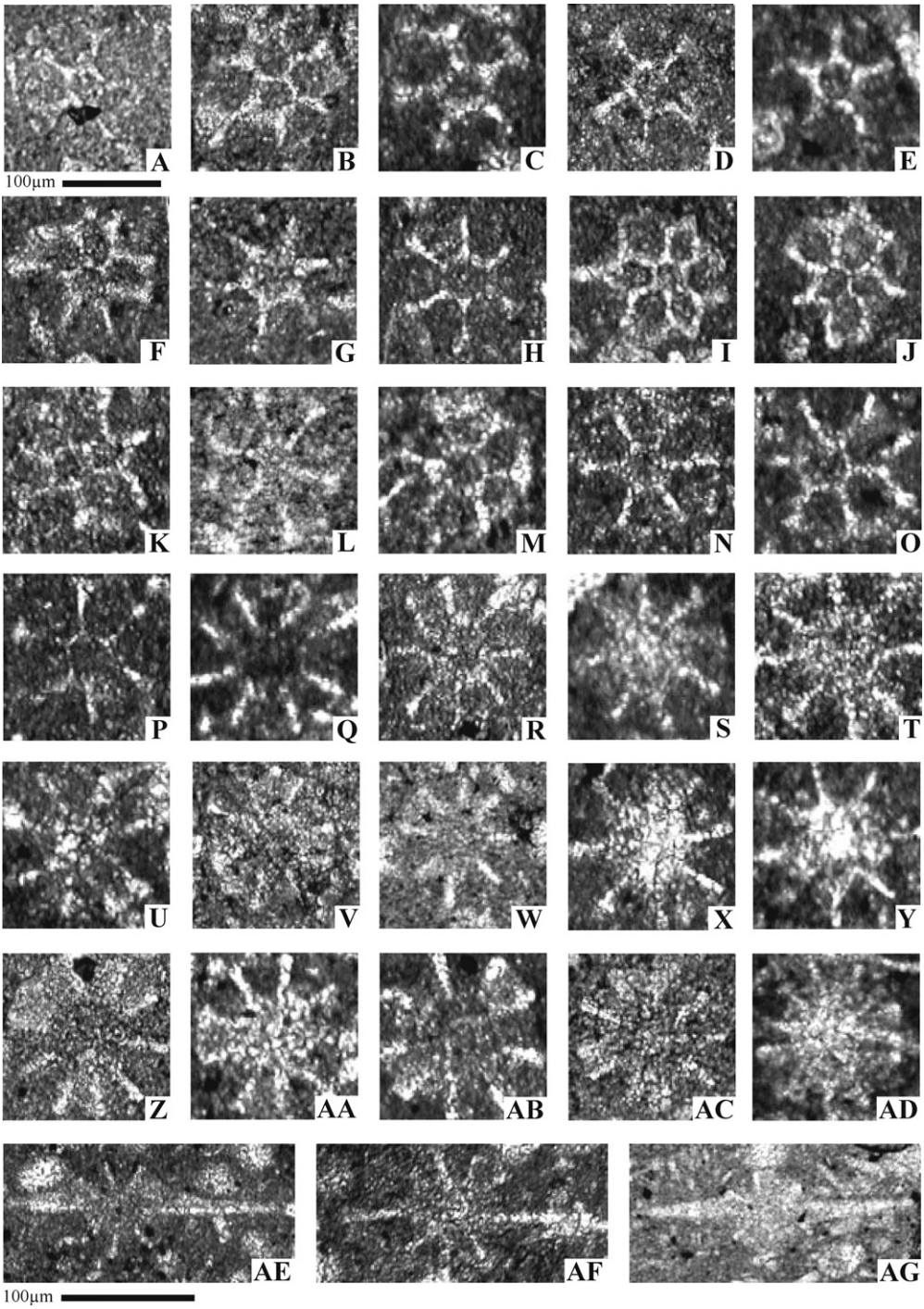
Localité-type : village de Shal (Iran), coupe de Kolur.

Position stratigraphique du type : coupe de Kolur, KL32, zone E, sous-zone E1.

Extension stratigraphique de l'espèce : zone E, sous-zones E1 et E2 (KL29 à KL66).

Dérivation du nom : espèce à col de type *Calpionellopsis darderi* et à lorica de forme semblable, mais de taille plus petite.

Genre ***Calpionellopsis*** Colom, 1948
Espèce-type : *Calpionella oblonga* Cadisch, 1932


A
B
C
D
E
100µm
F
G
H
I
J
K
L
M
N
O
P
Q
R
S
T
U
V
W
X
Y
Z
AA
AB
AC
AD
AE
AF
AG
100µm

Calpionellopsis brevisimplex Nagy, 1986
Fig. 9D–F ; Fig. 17G
- 1968 *Calpionellopsis* sp. (Colom), Le Hégarat et Remane, Pl. 8, Fig. 13–15.
- 1968 *Calpionellopsis simplex* (Colom), Le Hégarat et Remane, Pl. 8, Fig. 9, 12.
- 1969 *Calpionellopsis simplex* (Colom), Borza, Pl. 81, Fig. 12, 13(?).
- 1976 *Calpionella undelloides* (Colom), Fülöp, Pl. 40, Fig. 14.
- 1976 Undifferentiated calpionellids, Vincent et al., Pl. 5, Fig. 18.
- 1985 *Calpionellopsis oblonga* (Cadisch), Remane, Fig. 18/8.
- 1985 *Calpionellopsis simplex* (Colom), Remane, Fig. 18/9.
- 1986 *? Calpionellopsis simplex* (Colom), Borza et Michalik, Pl. 4, Fig. 9.
- 1986 *Calpionellopsis brevisimplex* Nagy, p. 61, Pl. 1, Fig. 16 ; Pl. 1a, Fig. 16.
- 1986 *Calpionellopsis breviclaroblonga* Nagy, p. 61, Pl. 1, Fig. 17 ; Pl. 1a, Fig. 17.
- 1991 *Remaniella ferasini* (Catalano), Tunç, Pl. 3, Fig. 6.
- 1996 *Calpionellopsis simplex* (Colom), Adatte et al., Fig. 8/6.
- 2008 *Calpionellopsis simplex* (Colom), Barbu et Melinte-Dobrinescu, Pl. 1.6.

Description

C'est une espèce du groupe *Calpionellopsis simplex*, à lorica courte, à peine plus haute que large, à parois parallèles à légèrement convexes. L'ouverture est large. Le col est réduit à une petite pièce calcitique, arrondie ou allongée, souvent située dans le prolongement de la lorica.

Extension stratigraphique de l'espèce : cette espèce est fréquente dans la sous-zone D1 (KL4M à KL12), en particulier à sa base.

Calpionellopsis oblonga (Cadisch, 1932)
Fig. 9N–P ; Fig. 17H
- 1932 *Calpionella oblonga* Cadisch, Pl. 3, n. 20.
- 1969 *Calpionellopsis oblonga* (Cadisch), Borza, Pl. 82, Fig. 1–6.
- 1976 *Calpionellopsis oblonga* (Cadisch), Fülöp, Pl. 40, Fig. 9.
- 1979 *Calpionellopsis oblonga* (Cadisch), Allemann et Remane, Pl. 8, Fig. 5–6.
- 1984 *Calpionellopsis oblonga* (Cadisch), Premoli Silva et McNulty, Pl. 6, Fig. 14.
- 1986 *Calpionellopsis oblonga* (Cadisch), Manivit et al., Pl. 4, Fig. 4.

Fig. 15. Différentes pièces de sclérites d'holothuries rencontrées dans les niveaux du Berriasien inférieur – Valanginien inférieur de la coupe de Kolur : A–E : formes à cinq épines provenant des niveaux KL12, KL12, KL21, KL38, KL58 respectivement ; F–P : formes à six épines, provenant des niveaux KL12, KL24, KL28, KL28, KL28, KL29, KL29, KL47, KL47, KL47, KL60,2 respectivement ; Q–Y : formes à huit épines provenant des niveaux KL21, KL25, KL28, KL28, KL28, KL29, KL38, KL47, KL60 respectivement ; Z–AB : formes à neuf épines provenant des niveaux KL12, KL25, KL58 respectivement ; AC–AD : formes à dix épines ou plus provenant des niveaux KL2B, KL58 respectivement ; AE–AG : formes avec deux longues épines en forme d'ailes provenant des niveaux KL25, KL25, KL29 respectivement. Tous les spécimens proviennent de la coupe de Kolur. Les photos A à AD sont à la même échelle ; les photos AE, AG et AG sont à la même échelle.

Different remains of holothurian sclerites from Lower Berriasian – Lower Valanginian strata of Kolur section. A–E: forms with five spines from samples KL12, KL12, KL21, KL38, KL58 respectively. F–P: forms with six spines from samples KL12, KL24, KL28, KL28, KL28, KL29, KL29, KL47, KL47, KL47, KL60,2 respectively. Q–Y: forms with eight spines from samples KL21, KL25, KL28, KL28, KL28, KL29, KL38, KL47, KL60 respectively. Z–AB: forms with nine spines from samples KL12, KL25, KL58 respectively. AC–AD: forms with at least ten spines from samples KL2B, KL58 respectively. AE–AG: forms with two long wing-shaped spines from beds KL25, KL25, KL29 respectively. All specimens are from Kolur section. The scale is the same for photos A–AD; same scale for photos AE, AG and AG.

- 1986 *Calpionellopsis conoblonga* Nagy, p. 61, Pl. 2, Fig. 2 ; Pl. 2a, Fig. 2.
- 1986 *Calpionellopsis acuticonoblonga* Nagy, p. 62, Pl. 2, Fig. 3 ; Pl. 2a, Fig. 3.
- 1991 *Calpionellopsis oblonga* (Cadisch), Altiner et Özcan, Pl. 4, Fig. 11, 15, 20.
- 2000 *Calpionellopsis oblonga* (Cadisch), Benzaggagh, Pl. 6, Fig. 14.
- 2007 *Calpionellopsis oblonga* (Cadisch), Andreini et al., Pl. 2, Fig. 12–13.
- 2010 *Calpionellopsis conoblonga* (Cadisch), Fözy et al., Fig. 9/H.

Description

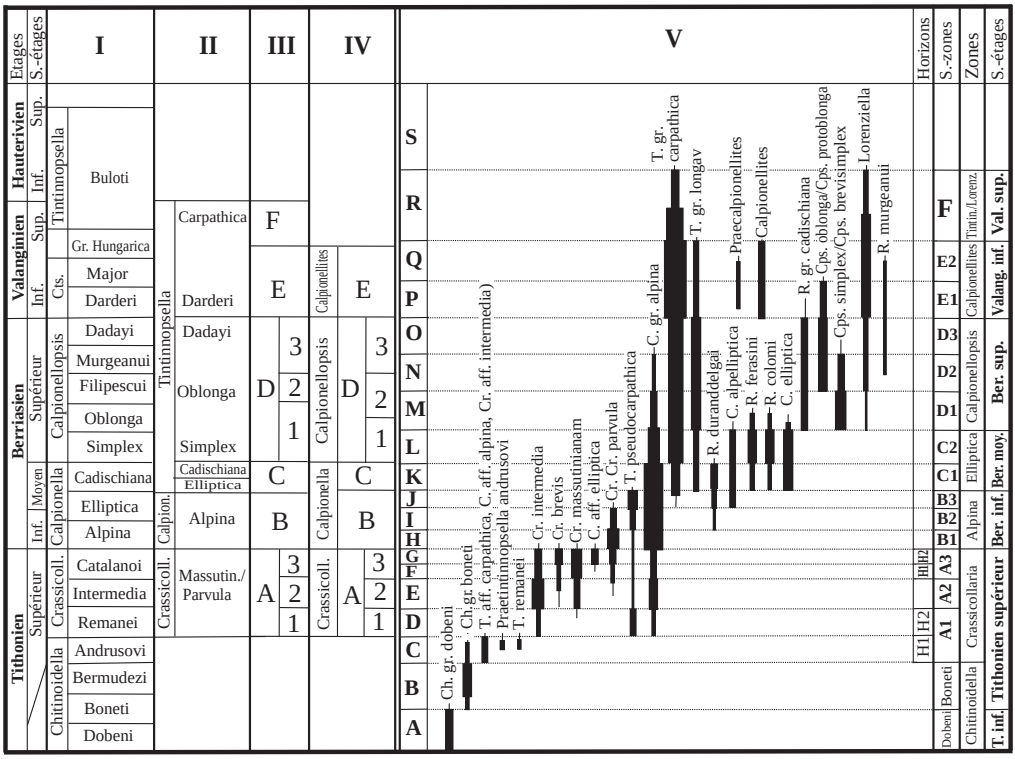


Fig. 16. Zonation des calpionelles utilisée dans ce travail et corrélation avec les zonations proposées par d'autres auteurs : I. Blau et Grün, 1997 ; II. Trejo, 1991 ; III. Altiner et Özcan, 1991 ; IV. Remane, 1971–1998 ; V. Zonation adoptée et répartition des espèces de calpionelles d'après Benzaggagh (2000), Benzaggagh et Atrops (1995a, 1995b, 1996), Benzaggagh et al. (2010) et les données du présent travail. Caractérisation des sous-zones : A : présence exclusive de *Chitinoidella* du groupe *dobeni* ; B : présence exclusive de *Chitinoidella* du groupe *boneti* ; C : association de *Chitinoidella* du groupe *boneti* et des premières calpionelles « vraies », à lorica calcitique ; D : association de la sous-zone A1 de Remane (1971) ; E : fréquentes *Crassicollaria intermedia* ; F : fréquentes *Crassicollaria massutiniana* et *Crassicollaria brevis* ; G : apparition de *Calpionella* aff. *elliptica* ; H : explosion de *Calpionella alpina*, fréquentes *Crassicollaria parvula* ; I : apparition de *Remaniella duranddelgai* ; J : apparition de *C. alpelliptica* ; K : apparition de *Calpionella elliptica*. *Calpionella* du groupe *alpina* est plus fréquente que *Tintinnopsella* du groupe *carpathica* ; L : fréquentes *Remaniella ferasini* et *Remaniella colomi*. *Tintinnopsella* du groupe *carpathica* est plus fréquente que *Calpionella* du groupe *alpina* ; M : apparition de *Calpionellopsis simplex* ; N : apparition de *Calpionellopsis oblonga* et de *Calpionellopsis protoblonga*, fréquents *Calpionellopsis simplex* ; O : présence de *Calpionellopsis oblonga* et de *Calpionellopsis protoblonga*, disparition de *Calpionellopsis simplex* ; P : apparition de *Calpionellites*, présence de *Calpionellopsis* du groupe *oblonga* ; Q : disparition de *Calpionellopsis* du groupe *oblonga* ; R : *Tintinnopsella* et *Lorenziella* du groupe *hungarica*, disparition de *Calpionellites* ; S : disparition des calpionelles.

Nous limitons l'espèce *Calpionellopsis oblonga* (Cadisch) aux formes de taille moyenne, à lorica allongée, étroite et à parois rectilignes, mais fortement convergentes vers l'ouverture. Le pôle aboral est pointu et présente une épaisseur maximale au niveau de la partie postérieure de la lorica.

Extension stratigraphique de l'espèce : espèce fréquente dans les sous-zones D2 et D3 (KL14 à KL28).

Calpionellopsis procerosimplex Nagy, 1986
Fig. 9J–M ; Fig. 17I
- 1976 *Calpionellopsis simplex* (Colom), Fülöp, Pl. 40, Fig. 13, 16.
- 1977 *Calpionellopsis oblonga* (Cadisch), Micarelli et al., Pl. 17, Fig. 1, 4–5.
- 1984 *Calpionellopsis simplex* (Colom), Premoli Silva et McNulty, Pl. 6, Fig. 9–12.
- 1985 *Calpionellopsis simplex* (Colom), Remane, Fig. 18/10.
- 1986 *Calpionellopsis simplex* (Colom), Manivit et al., Pl. 4, Fig. 2.
- 1986 *Calpionellopsis procerosimplex* Nagy, p. 62, Pl. 2, Fig. 6 ; Pl. 2a, Fig. 6.
- 1988 *Calpionellopsis simplex* (Colom), Schröder, Pl. 3, Fig. 7.
- 1991 *Calpionellopsis simplex* (Colom), Altiner et Özcan, Pl. 4, Fig. 3, 4, 8–10.

Description

C'est une espèce du groupe *Calpionellopsis simplex* à lorica de grande taille, large et allongée, avec un pôle aboral arrondi. Les parois sont parallèles à légèrement convexes. L'ouverture est large, avec un petit col réduit à une pièce calcitique, souvent située du côté interne de la lorica.

Extension stratigraphique de l'espèce : espèce fréquente dans la zone D, en particulier les sous-zones D1 et D2 (KL4T à KL21).

Calpionellopsis protoblonga Nagy, 1986
Fig. 9Q–T ; Fig. 17J
- 1948 *Tintinnopsella oblonga* Cadisch, Colom, Pl. 33, Fig. 5.
- 1968 *Calpionellopsis oblonga* (Cadisch), Le Hégarat et Remane, Pl. 8, Fig. 17, 18 ; Pl. 9, Fig. 1–7 ; Pl. 10, Fig. 1, 7, 16.
- 1969 *Calpionellopsis oblonga* (Cadisch), Borza, Pl. 82, Fig. 7–16.

Calpionellid zonations used in this paper and correlation with zonations proposed by other authors. I. Blau and Grün 1997; II. Trejo, 1991; III. Altiner and Özcan 1991; IV. Remane, 1971–1998; V. Zonation used in this paper with stratigraphic distribution of calpionellid species according to Benzaggagh (2000), Benzaggagh and Atrops (1995a, 1995b, 1996), Benzaggagh et al. (2010) and data from this work. Distributional characteristics used to define sub-zones: A: exclusive presence of Chitinoidella *gr.* dobeni*; B: exclusive presence of* Chitinoidella *gr.* boneti*; C: assemblage with* Chitinoidella *gr.* boneti *and first "true" calpionellids, i.e. with calcitic lorica; D: assemblage of Remane's (1971) A1 sub-zone; E: frequent* Crassicollaria intermedia*; F: frequent* Crassicollaria massutiniana *and* Crassicollaria brevis*; G: appearance of* Calpionella *aff.* elliptica*; H: explosion of* Calpionella alpina*, frequent* Crassicollaria parvula*; I: appearance of* Remaniella durand-delgai*; J: appearance of* C. alpelliptica*; K: appearance of* Calpionella elliptica. Calpionella *gr.* alpina *is more frequent than* Tintinnopsella *gr.* carpathica*; L: frequent* Remaniella ferasini *and* Remaniella colomi. Tintinnopsella *gr.* carpathica *is more frequent than* Calpionella *gr.* alpina*; M: appearance of* Calpionellopsis simplex*; N: appearance of* Calpionellopsis oblonga *and* Calpionellopsis protoblonga*, frequent* Calpionellopsis simplex*; O: presence of* Calpionellopsis oblonga *and* Calpionellopsis protoblonga*, disappearance of* Calpionellopsis simplex*; P: appearance of* Calpionellites*, presence of* Calpionellopsis *gr.* oblonga*; Q: disappearance of* Calpionellopsis *gr.* oblonga*; R:* Tintinnopsella *and* Lorenziella *gr.* hungarica*, disappearance of* Calpionellites*; S: disappearance of calpionellids.*

- 1972 *Calpionellopsis oblonga* (Cadisch), Seyed-Emami et al., Pl. 4, Fig. 5–8, 11.
- 1976 *Calpionellopsis oblonga* (Cadisch), Fülöp, Pl. 40, Fig. 10.
- 1977 *Calpionellopsis oblonga* (Cadisch), Micarelli et al., Pl. 17, Fig. 2.
- 1979 *Calpionellopsis simplex* (Colom), Allemann et Remane, Pl. 8, Fig. 3, 7.
- 1984 *Calpionellopsis oblonga* (Cadisch), Premoli Silva et McNulty, Pl. 6, Fig. 15–17.
- 1985 *Calpionellopsis oblonga* (Cadisch), Remane, Fig. 18/7.
- 1986 *Calpionellopsis oblonga* (Cadisch), Borza et Michalik, Pl. 4, Fig. 11.
- 1986 *Calpionellopsis oblonga* (Cadisch), Manivit et al., Pl. 4, Fig. 3, 5.
- 1986 *Calpionellopsis protoblonga* Nagy, p. 62, Pl. 2, Fig. 4 ; Pl. 2a, Fig. 4.
- 1988 *Calpionellopsis oblonga* (Cadisch), Schröder, Pl. 3, Fig. 8.
- 1991 *Calpionellopsis oblonga* Cadisch, Altiner et Özcan, Pl. 4, Fig. 12–14, 16–19.
- 1991 *Calpionellopsis oblonga* Cadisch, Tunç, Pl. 4, Fig. 3.
- 1996 *Calpionellopsis oblonga* (Cadisch), Adatte et al., Fig. 8/7.
- 1996 *Calpionellopsis oblonga* (Cadisch), Reháková et al., Pl. 1, Fig. 3, 6.
- 1998 *Calpionellopsis oblonga* Cadisch, Akyazi et Tunç, Pl. 2, Fig. 3.
- 2000 *Calpionellopsis oblonga* (Cadisch), Benzaggagh, Pl. 6, Fig. 13.
- 2004 *Calpionellopsis* sp., Pszczólkowski et Myczynski, Fig. 9/7.
- 2004 *Calpionellopsis oblonga* (Cadisch), Pszczólkowski et Myczynski, Fig. 9/8.
- 2006 *Calpionellopsis oblonga*, Grabowski et Pszczólkowski, Fig. 7/J.
- 2007 *Calpionellopsis simplex* (Colom). Andreini et al., Pl. 2, Fig. 10–11.
- 2007 *Calpionellopsis oblonga* (Cadisch), Okay et Altiner, Pl. 2, Fig. 55.
- 2010 *Calpionellopsis oblonga* (Cadisch), Özy et al., Fig. 9/O.
- 2011 *Calpionellopsis oblonga* (Cadisch), Ben Abdesselam-Mahdaoui et al., Pl. 1/16.

Description

C'est une espèce polymorphe, de taille moyenne à grande, qui regroupe des spécimens à lorica de forme intermédiaire entre *Calpionellopsis simplex* et *Calpionellopsis oblonga* avec des parois légèrement convergentes vers l'ouverture et une épaisseur maximale au niveau de la partie postérieure de la lorica. Le pôle aboral est arrondi à légèrement pointu.

Extension stratigraphique de l'espèce : espèce fréquente dans les sous-zones D2 et D3 (KL14 à KL28), elle se rencontre aussi dans la sous-zone E1 (KL38, 40, 44, 47).

Calpionellopsis simplex (Colom, 1939)

Fig. 9G–I ; Fig. 17K

- 1939 *Calpionella simplex* Colom, p. 6, Pl. 2, Fig. 11 ; Pl. 3, fig. 9.
- 1948 *Calpionellopsis simplex* (Colom), Colom, p. 243, Fig. 11 (10).
- 1967 *Calpionellopsis* cf. *C. simplex* (Colom), Bismuth et al., Pl. 9, Fig. 21.
- 1968 *Calpionellopsis simplex* (Colom), Le Hégarat et Remane, Pl. 7, Fig. 13 ; Pl. 8, Fig. 7–8, 11.
- 1969 *Calpionellopsis simplex* (Colom), Borza, Pl. 81, Fig. 9–11, 14–16.
- 1977 *Calpionellopsis simplex* (Colom), Micarelli et al., Pl. 16, Fig. 15–16.
- 1979 *Calpionellopsis simplex* (Colom), Allemann et Remane, Pl. 8, Fig. 2.
- 1985 *Calpionellopsis simplex* (Colom), Remane, Fig. 18/9.
- 1986 *Calpionellopsis simplex* (Colom), Borza et Michalik, Pl. 4, Fig. 10.
- 1991 *Calpionellopsis simplex* (Colom), Altiner et Özcan, Pl. 4, Fig. 1–2, 5–7.
- 1991 *Calpionellopsis simplex* (Colom), Tunç, Pl. 4, Fig. 2.

- 1996 *Calpionellopsis simplex* (Colom), Grün et Blau, Pl. 2, Fig. 14–15.
- 1996 *Calpionellopsis simplex* (Colom), Reháková et al., Pl. 1, Fig. 4.
- 1998 *Calpionellopsis simplex* (Colom), Akyazi et Tunç, Pl. 2, Fig. 2.
- 2000 *Calpionellopsis simplex* (Colom), Benzaggagh, Pl. 6, Fig. 12.
- 2006 *Calpionellopsis simplex* (Colom), Grabowski et Pszczólkowski, Fig. 7/I.
- 2008 *Calpionellopsis oblonga* (Cadisch), Barbu et Melinte-Dobrinescu, Pl. 1.7.
- 2010 *Calpionellopsis simplex* (Colom), Fözy et al., Fig. 9/S.
- 2011 *Calpionellopsis simplex* (Colom), Ben Abdesselam-Mahdaoui et al., Pl. 1/14–15.

Description

Nous limitons l'espèce *Calpionellopsis simplex* (Colom) aux formes de taille moyenne, à lorica allongée, étroite, plus haute que large, avec une ouverture large, à col réduit à une petite pièce calcitique, souvent située dans le prolongement de la lorica.

Extension stratigraphique de l'espèce : espèce fréquente dans la zone D, en particulier les sous-zones D1 et D2 (KL4T à KL21).

Genre ***Remaniella*** Catalano, 1965

Espèce-type : *Tintinnopsella cadischiana* Colom, 1948

Remaniella cadischiana (Colom, 1948)

Fig. 10E-G ; Fig. 17L

- 1948 *Tintinnopsella cadischiana* Colom, p. 247, Fig. 12 (34–40).
- 1968 *Remaniella cadischiana* (Colom), Le Hégarat et Remane, Pl. 8, Fig. 25.
- 1969 *Calpionellites ? dadayi* (Colom), Borza, Pl. 84, Fig. 7–8.
- 1977 *Remaniella cadischiana* (Colom), Micarelli et al., Pl. 15, Fig. 14.
- 1979 *Remaniella cadischiana* (Colom), Allemann et Remane, Pl. 8, Fig. 4.
- 1985 *Remaniella cadischiana* (Colom), Remane, Fig. 18/19.
- 1986 *Remaniella cadischiana* (Colom), Borza et Michalik, Pl. 4, Fig. 7.
- 1991 *Remaniella cadischiana* (Colom), Altiner et Özcan, Pl. 5, Fig. 4–6, 8–9.
- 1991 *Remaniella cadischiana* (Colom), Tunç, Pl. 3, Fig. 7.
- 1996 *Borzaiella atava* Grün et Blau, Grün et Blau, Pl. 2, Fig. 1–3.
- 1997 *Borzaiella atava* Grün et Blau, Grün et Blau, Pl. 2, Fig. 3.
- 1997 *Praecalpionellites filipescui* (Pop), Grün et Blau, Pl. 2, Fig. 4.
- 1998 *Remaniella cadischiana* (Colom), Akyazi et Tunç, Pl. 1, Fig. 16.
- 1999 *Praecalpionellites filipescui* (Pop), Grün et Blau, Fig. 3a–b.
- 2004 *Remaniella cadischiana* (Colom), Pszczólkowski et Myczynski, Fig. 9/4.
- 2007 *Remaniella filipescui* Pop, Andreini et al., Pl. 2, Fig. 20, 22a.
- 2008 *Remaniella filipescui* (Catalano), Barbu et Melinte-Dobrinescu, Pl. 1.5.

Description

Nous limitons l'espèce *Remaniella cadischiana* (Colom), aux formes à lorica grande et large, à parois plus ou moins convexes et à ouverture large, montrant un col en forme de croissant, souvent en une seule pièce, avec un pôle aboral arrondi, à légèrement pointu.

Extension stratigraphique de l'espèce : cette espèce est présente dans la zone D (KL4M à KL24).

Remaniella colomi Pop 1996

Fig. 9W–Y ; Fig. 17M

- 1969 *Calpionellites ? dadayi* (Colom), Borza, Pl. 84, Fig. 4.

- 1977 *Remaniella cadischiana* (Catalano), Micarelli et al., Pl. 14, Fig. 13.
- 1988 *Remaniella cadischiana* (Colom), Schröder, Pl. 3, Fig. 9.
- 1996 *Remaniella duranddelgai* Pop, Grün et Blau, Pl. 2, Fig. 4.
- 1996 *Remaniella cadischiana* (Colom), Grün et Blau, Taf. 1, Fig. 4–7.
- 1996 *Remaniella colomi* Pop, p. 317, 319, Fig. 2, Ph. 7–9.
- 1998 *Remaniella ferasini* (Catalano), Akyazi et Tunç, Pl. 1, Fig. 15.
- 2000 *Remaniella ferasini* (Catalano), forme allongée, Benzaggagh, Pl. 6, Fig. 8.
- 2006 *Remaniella cadischiana*, Grabowski et Pszczólkowski, Fig. 7/H.
- 2007 *Remaniella cadischiana* (Colom). Andreini et al., Pl. 2, Fig. 7, 8a.
- 2011 *Remaniella colomi* Pop, lorica allongée, Ben Abdesselam-Mahdaoui et al., Pl. 1/10.

Description

C'est une espèce à lorica allongée, avec rapport L/l proche de 1,5. Les parois sont parallèles à légèrement convexes, l'ouverture est large, avec un col de type *Remaniella ferasini*, en deux pièces indépendantes ou en une seule pièce en forme de croissant. L'espèce précède l'apparition de *Remaniella longocadischiana* nov. sp.

Extension stratigraphique de l'espèce : cette espèce se rencontre dans la zone C, notamment dans la sous-zone C2 et elle est aussi présente dans la sous-zone D1 (KL1T à KL11).

Remaniella duranddelgai Pop, 1996

Fig. 9U, V ; Fig. 17N, O

- 1967 *Calpionellites* (?) *ferasini* Catalano, Bismuth et al., Pl. 9, Fig. 18.
- 1968 *Remaniella* aff. *cadischiana* (Colom), Le Hégarat et Remane, Pl., 7, Fig. 1–2.
- 1969 *Remaniella cadischiana* (Colom), Borza, Pl. 81, Fig. 1–8.
- 1976 *Remaniella cadischiana* (Colom), Vincent et al., Pl. 4, Fig. 19–20.
- 1977 *Remaniella ferasini* (Catalano), Micarelli et al., Pl. 15, Fig. 1–5.
- 1977 *Remaniella cadischiana* (Colom), Micarelli et al., Pl. 15, Fig. 7–9.
- 1983 *Tintinnopsella ferasini* (Catalano), Azéma et Jaffrezo, Pl. 2, Fig. 12.
- 1984 *Remaniella ferasini* ? (Catalano), Premoli Silva et McNulty, Pl. 7, Fig. 14.
- 1986 *Remaniella ferasini* (Catalano), Borza et Michalik, Pl. 4, Fig. 4.
- 1995 *Remaniella cadischiana* (Colom), Olóriz et al., Pl. 1, Fig. 25.
- 1996 *Remaniella ferasini* (Catalano), Grün et Blau, Pl. 1, Fig. 12–15.
- 1996 *Remaniella catalanoi* Pop, Grün et Blau, Pl. 2, Fig. 3.
- 1996 *Remaniella duranddelgai* Pop, p. 317, 318, Fig. 2, Ph. 1–6.
- 1996 *Remaniella ferasini* (Catalano), Pop, Fig. 2, Ph. 16.
- 1996 *Remaniella filipescui* Pop, Pop, Fig. 2, Ph. 17.
- 1996 *Remaniella borzai* Pop, Reháková et al., Pl. 4, Fig. 13.
- 1996 *Tintinnopsella carpathica* (Murgeanu et Filipescu), Reháková et al., Pl. 4, Fig. 12.
- 1997 *Remaniella catalanoi* Pop, Grün et Blau, Pl. 1, Fig. 13.
- 1998 *Remaniella ferasini (*Catalano), Akyazi et Tunç, Pl. 1, Fig. 14.
- 2000 *Remaniella ferasini* (Catalano), Benzaggagh, Pl. 6, Fig. 4.
- 2004 *Remaniella* cf. *colomi* Pop, Pszczólkowski et Myczynski, Fig. 9/5.
- 2004 *Remaniella* sp. gr. *R. ferasini-colomi*. Pszczólkowski et Myczynski, Fig. 9/6.
- 2006 *? Remaniella filipescui* Pop, Boughdiri, Fig. 4/18.
- 2007 *Remaniella ferasini* (Catalano), Andreini et al., Pl. 1, Fig. 30a–31a.
- 2007 *Remaniella catalanoi* Pop, Andreini et al., Pl. 1, Fig. 32a.
- 2007 *Remaniella colomi* Pop, Andreini et al., Pl. 2, Fig. 4a.

- 2011 *Remaniella duranddelgai* Pop, Ben Abdesselam-Mahdaoui et al., Pl. 1/6, 7.

Description

C'est une espèce à lorica ovale, de taille moyenne et de forme proche de celle de *Tintinnopsella pseudocarpathica* nov. sp., dont elle est dérivée. Le pôle aboral est pointu. Le col est double, souvent réduit et formé d'une seule pièce en forme de croissant ou de deux pièces indépendantes. En l'absence du col, l'espèce, et en particulier les formes les plus anciennes, peuvent êtres confondues avec *Tintinnopsella pseudocarpathica* nov. sp.

Extension stratigraphique de l'espèce : cette espèce apparaît dans la partie médiane de la zone B. Elle définit la sous-zone B2 et se rencontre aussi dans les sous-zones B3 et C1 (KL1B à KL2T) où elle devient plus fréquente.

Remaniella ferasini (Catalano, 1965)

Fig. 10A–D ; Fig. 17P

- 1965 *Calpionellites ferasini* Catalano, p. 495, Pl. 2, Fig. 1–5 ; Pl. 3, Fig. 5–7.
- 1967 *Calpionellites* (?) *ferasini* Catalano, Bismuth et al., Pl. 9, Fig. 20.
- 1968 *Remaniella cadischiana* (Colom), Le Hégarat et Remane, Pl. 7, Fig. 12.
- 1976 *Calpionellites darderi* (Colom), Fülöp, Pl. 40, Fig. 3.
- 1977 *Remaniella cadischiana* (Colom), Micarelli et al., Pl. 15, Fig. 10–12, 14.
- 1977 *Calpionellopsis simplex* (Colom), Micarelli et al., Pl. 16, Fig. 12–14.
- 1988 *Remaniella cadischiana* (Colom), Schröder, Pl. 3, Fig. 10.
- 1991 *Remaniella murgeanui* (Pop), Tunç, Pl. 3, Fig. 8.
- 1996 *Remaniella colomi* Pop, Grün et Blau, Pl. 1, Fig. 8–10.
- 1997 *Remaniella colomi* Pop, Grün et Blau, Pl. 2, Fig. 2.
- 1998 *Remaniella murgeanui (*Pop), Akyazi et Tunç, Pl. 2, Fig. 1.
- 2000 *Remaniella ferasini* (Catalano), forme large, Benzaggagh, Pl. 6, Fig. 7.
- 2000 *Remaniella cadischiana* (Colom), forme large, Benzaggagh, Pl. 6, Fig. 15.
- 2004 *Remaniella cadischiana* (Colom), Pszczólkowski et Myczynski, Fig. 9/4.
- 2010 *Remaniella colomi* Pop., Fözy et al., Fig. 9/P, T.
- 2010 *Praecalpionellites* aff. *filipescui* Pop., Fözy et al., Fig. 9/T.
- 2011 *Remaniella ferasini* (Catalano), lorica large, Ben Abdesselam-Mahdaoui et al., Pl. 1/11–12.

Description

Il s'agit d'une espèce à lorica large, avec rapport L/l proche de 1. Les parois sont parallèles à légèrement divergentes vers une ouverture large, avec un col double qui est souvent formé de deux pièces indépendantes, en forme de V, dont l'une est située du côté interne et l'autre du côté externe de l'ouverture. Le col est plus rarement formé d'une seule pièce en forme de croissant.

Extension stratigraphique de l'espèce : cette espèce se rencontre dans la zone C, surtout la sous-zone C2. Elle est aussi présente dans la sous-zone D1 (KL1T à KL11). Cette espèce précède l'apparition de *Remaniella cadischiana*.

Remaniella longocadischiana nov. sp.

Fig. 10K–N ; Fig. 17Q

- 1967 *Tintinnopsella* cf. *T. longa* Colom, Bismuth et al., Pl. 9, Fig. 15.
- 1968 *Remaniella cadischiana* (Colom), Le Hégarat et Remane, Pl. 7, Fig. 17.
- 1977 *Remaniella cadischiana* (Colom), Micarelli et al., Pl. 15, Fig. 16.
- 1996 *Remaniella cadischiana* (Colom), Grün et Blau, Pl. 1, Fig. 4–7.

- 1997 *Remaniella cadischiana* (Colom), Grün et Blau, Pl. 2, Fig. 1.
- 2000 *Remaniella cadischiana* (Colom), forme allongée, Benzaggagh, Pl. 6, Fig. 16.
- 2007 « *Praecalpionellites* » *dadayi* (Knauer), Andreini et al., Pl. 2, Fig. 21a.

Diagnose : c'est une espèce à lorica de grande taille, allongée, beaucoup plus haute que large, à parois droites et parallèles à légèrement convexes. L'ouverture est large, à col double en forme de croissant. Le pôle aboral est arrondi à légèrement pointu.

Holotype : le spécimen figuré Fig. 10N.

Localité - type : village de Shal (Iran), coupe de Kolur.

Position stratigraphique du type : coupe de Kolur, KL11, zone D, sous-zone D1.

Extension stratigraphique de l'espèce : espèce présente dans la zone D.

Dérivation du nom : espèce à col de type *Remaniella cadischiana*, mais à lorica moins large et plus allongée.

Remaniella minicadischiana nov. sp.

Fig. 10H ; Fig. 17R

- 1976 *Remaniella cadischiana* (Colom), Fülöp, Pl. 40, Fig. 8.
- 2007 *Praecalpionellites murgeanui* (Pop), Andreini et al., Pl. 2, Fig. 17a.

Diagnose : c'est une espèce de taille moyenne, à lorica allongée, montrant une ouverture large, à col double en forme de croissant. Le pôle aboral est pointu. Cette espèce se distingue de *Remaniella cadischiana* par sa plus petite taille et par sa lorica allongée. Elle se distingue de *Remaniella duranddelgai* par sa taille légèrement plus grande, son col mieux marqué et sa position stratigraphique dans des niveaux plus récents, notamment dans la sous-zone D2.

Holotype : le spécimen figuré Fig. 10H.

Localité - type : village de Shal (Iran), coupe de Kolur.

Position stratigraphique du type : coupe de Kolur, KL16B, zone D, sous-zone D2.

Extension stratigraphique de l'espèce : zone D, sous-zone D2.

Dérivation du nom : espèce à col de type *Remaniella* et à lorica proche de celle de *Remaniella cadischiana*, mais de taille plus petite et de forme plus allongée.

Genre ***Tintinnopsella*** Colom, 1948

Espèce-type : *Calpionella carpathica* Murgeanu et Filipescu, 1933

Tintinnopsella carpathica (Murgeanu et Filipescu, 1933)

Fig. 13A–E ; Fig. 17S

- 1933 *Tintinnopsella carpathica* (Murgeanu et Filipescu), p. 63, fig. 1c.
- 1969 *Tintinnopsella carpathica* (Murgeanu et Filipescu), Borza, Pl. 79, Fig. 1–6.
- 1971 *Tintinnopsella carpathica* (Murgeanu et Filipescu), Remane, Fig. 3/12.
- 1986 *Tintinnopsella carpathica* (Murgeanu et Filipescu), Borza et Michalik, Pl. 4, Fig. 5.
- 1986 *Lorenziella plicata* Le Hégarat et Remane, Borza et Michalik, Pl. 4, Fig. 8.
- 1986 *Calpionellopsis simplex* (Colom), Borza et Michalik, Pl. 4, Fig. 9.
- 1988 *Tintinnopsella carpathica* (Murgeanu et Filipescu), Schröder, Taf. 3, Fig. 6.
- 1991 *Tintinnopsella carpathica* (Murgeanu et Filipescu), Altiner et Özcan, Pl. 2, Fig. 11.
- 1995 *Tintinnopsella carpathica* (Murgeanu et Filipescu), Olóriz et al., Pl. 1, Fig. 22–24.
- 2000 *Tintinnopsella carpathica* (Murgeanu et Filipescu), Benzaggagh, Pl. 6, Fig. 9.
- 2007 *Borzaiella atava* Grün et Blau, Andreini et al., Pl./Fig. 23a.
- 2008 *Tintinnopsella carpathica* (Murgeanu et Filipescu), Barbu et Melinte-Dobrinescu, Pl. 1.8.

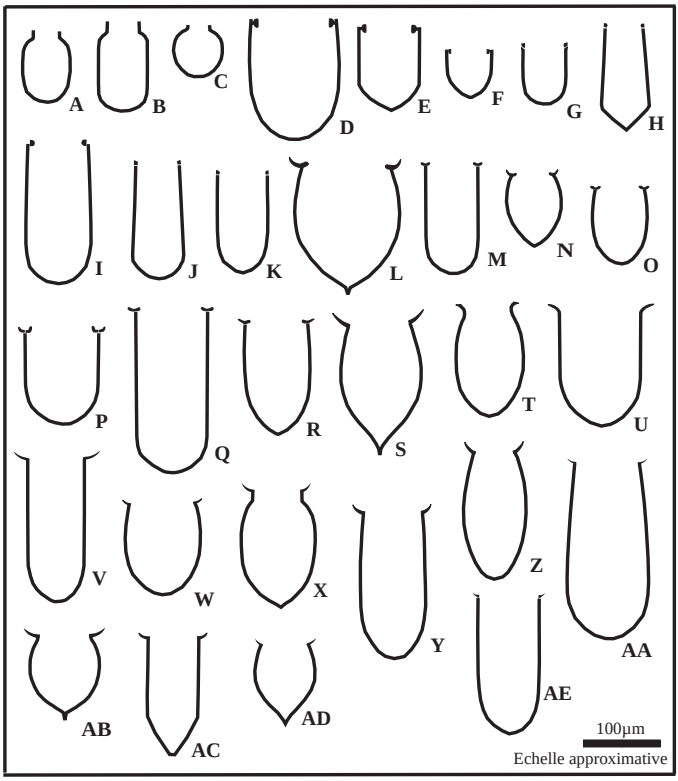


Fig. 17. Sections longitudinales des loricas des espèces de calpionelles nouvelles ou révisées dans ce travail. A. *C. alpelliptica* Nagy. B. *C. elliptica* Cadisch. C. *C. parvalpina* Nagy. D. *Cts darderi* (Colom). E. *Cts medius* nov. sp. F. *Cts minor* nov. sp. G. *Cps brevisimplex* Nagy. H. *Cps oblonga* (Cadisch). I. *Cps procerosimplex* Nagy. J. *Cps protoblonga* Nagy. K. *Cps simplex* (Colom). L. *R. cadischiana* (Colom). M. *R. colomi* Pop. N–O. *R. duranddelgai* Pop. P. *R. ferasini* (Catalano). Q. *R. longocadischiana* nov. sp. R. *R. minicadischiana* nov. sp. S. *T. carpathica* (Murgeanu et Filipescu). T. *T. curva* nov. sp. U. *T. duranddelgai* nov. sp. V. *T. elmii* nov. sp. W. *T. largovalata* nov. sp. X. *T. lehegarati* nov. sp. Y. *T. longa* (Colom). Z. *T. longovalata* nov. sp. AA. *T. maxilonga* nov. sp. AB. *T. minicarpathica* nov. sp. AC. *T. pseudoblonga* nov. sp. AD. *T. pseudocarpathica* nov. sp. AE. *T. pseudosimplex* nov. sp.
Longitudinal sections of calpionellid species created or revised in the present paper.

- 2010 *Tintinnopsella carpathica* (Murgeanu et Filipescu), Fözy et al., Fig. 9/R.

- 2011 *Tintinnopsella carpathica* (Murgeanu et Filipescu), grande taille, Ben Abdesselam-Mahdaoui et al., Pl. 1/13.

Description

C'est une espèce de taille moyenne à grande, à lorica ovale allongée, plus haute que large, avec des parois convexes. Le pôle aboral est pointu, souvent terminé par un appendice caudal bien marqué. Le col est en forme de demi-croissant, bien développé, infléchi vers l'extérieur.

Extension stratigraphique de l'espèce : cette espèce apparaît au sommet de la zone B (sous-zone B3), elle est fréquente dans la zone C, en particulier la sous-zone C2, puis elle devient abondante à très abondante dans les niveaux des zones D, E et F.

Tintinnopsella curva nov. sp

Fig. 12V–Y ; Fig. 17T

- 1969 *Tintinnopsella carpathica* (Murgeanu et Filipescu), Borza, Pl. 79, Fig. 8.
- 1977 *Tintinnopsella carpathica* (Murgeanu et Filipescu), Micarelli et al., Pl. 16, Fig. 7.
- 1984 *Tintinnopsella carpathica* (Murgeanu et Filipescu), Premoli Silva et McNulty, Pl. 7, Fig. 8.
- 2007 *Tintinnopsella carpathica* (Murgeanu et Filipescu), Andreini et al., Pl. 2, Fig. 15.

Diagnose : c'est une espèce de taille moyenne, à lorica ovale allongée, à col tourné vers l'extérieur et qui s'apparente à une simple courbure de la paroi de la lorica au niveau de l'ouverture. Le pôle aboral est arrondi et sans appendice caudal. Cette espèce ressemble à *Tintinnopsella largovalata* nov. sp., mais elle s'en distingue par la forme courbe du col.

Holotype : le spécimen figuré Fig. 12X.

Localité - type : village de Shal (Iran), coupe de Kolur.

Position stratigraphique du type : coupe de Kolur, KL47, zone E, sous-zone E1.

Extension stratigraphique de l'espèce : Cette espèce a été rencontrée dans des niveaux des sous-zones D3 (KL24), E1 (KL47) et E2 (KL60,2).

Dérivation du nom : espèce possédant un col qui s'apparente à une simple courbure de la paroi de la lorica.

Tintinnopsella duranddelgai nov. sp.

Fig. 12K–N ; Fig. 17U

- 1972 *Calpionella* ? sp., Seyed-Emami et al., Pl. 4, Fig. 9–10.
- 1984 *? Calpionellopsis simplex* (Colom), Premoli Silva et McNulty, Pl. 6, Fig. 13.

Diagnose : il s'agit d'une espèce de taille moyenne à grande, à lorica large, légèrement plus haute que large et à parois parallèles. Le col est tourné vers l'extérieur. L'ouverture et le pôle aboral sont également larges, ce dernier étant arrondi à légèrement pointu. Cette espèce se distingue de toutes les autres espèces de *Tintinnopsella* par sa lorica large et ses parois parallèles.

Holotype : le spécimen figuré Fig. 12L.

Localité - type : village Shal (Iran), coupe Kolur.

Position stratigraphique du type : coupe Kolur, KL32, zone E, sous-zone E1.

Extension stratigraphique de l'espèce : cette espèce est présente depuis la base de la zone C, mais elle ne devient relativement fréquente que dans les sous-zones D2, D3 et E1.

Dérivation du nom : espèce dédiée au professeur Michel Durand Delga.

Tintinnopsella elmii nov. sp.

Fig. 12O–U ; Fig. 17V

- 1969 *Tintinnopsella carpathica* (Murgeanu et Filipescu), Borza, Pl. 79, Fig. 13.
- 1976 *Tintinnopsella longa* (Colom), Fülöp, Pl. 40, Fig. 11–12.
- 1984 *? Calpionellopsis oblonga* (Cadisch), Premoli Silva et McNulty, Pl. 6, Fig. 18.
- 1984 Transitional form to *Amphorella* sp., Premoli Silva et McNulty, Pl. 6, Fig. 19.
- 1984 *Tintinnopsella longa* (Murgeanu et Filipescu), Premoli Silva et McNulty, Pl. 7, Fig. 10–12.
- 1984 *Amphorella* sp., Premoli Silva et McNulty, Pl. 7, Fig. 13.
- 1984 *Remaniella cadischiana*, Premoli Silva et McNulty, Pl. 7, Fig. 18.
- 1991 *Tintinnopsella longa* (Colom), Altiner et Özcan, Pl. 2, Fig. 17.
- 2004 *Tintinnopsella longa* (Colom), Pszczólkowski et Myczynski, Fig. 9/15.
- 2007 *Tintinnopsella longa* (Colom), Okay et Altiner, Pl. 2, Fig. 53–54.

Diagnose : c'est une espèce polymorphe, à lorica étroite en forme de cylindre allongé. Les parois sont droites et parallèles, à légèrement convexes. Le pôle aboral est arrondi, à légèrement pointu. Le col est de taille variable, courte à moyenne, en demi-croissant, infléchi vers l'extérieur. Cette espèce se distingue de *Tintinnopsella carpathica* par sa lorica allongée de forme cylindrique et de *Calpionellopsis simplex* et *Calpionellopsis procerosimplex* par sa lorica étroite et son col de type *Tintinnopsella*.

Holotype : le spécimen figuré Fig. 12O.

Localité - type : village de Shal (Iran), coupe de Kolur.

Position stratigraphique du type : coupe de Kolur, KL16B, zone D, sous-zone D2.

Extension stratigraphique de l'espèce : cette espèce est présente dans les sous-zones D2, D3, E1 et E2.

Dérivation du nom : espèce dédiée à la mémoire du regretté Professeur Serge Elmi, de l'université Claude Bernard de Lyon.

Tintinnopsella largovalata nov. sp.

Fig. 13T–Y ; Fig. 17W

- 1968 *Tintinnopsella carpathica* (Murgeanu et Filipescu), Le Hégarat et Remane, Pl. 7, Fig. 9 ; Pl. 8, Fig. 20.
- 1976 *Calpionella undelloides* (Colom), Fülöp, Pl. 40, Fig. 16.
- 1977 *Tintinnopsella longa* (Colom), Micarelli et al., Pl. 16, Fig. 4.
- 1984 *Tintinnopsella* cf. *carpathica* (Murgeanu et Filipescu), Premoli Silva et McNulty, Pl. 7, Fig. 2.
- 1984 *Tintinnopsella carpathica* (Murgeanu et Filipescu), Premoli Silva et McNulty, 1984, Pl. 7, Fig. 4, 6.
- 1986 *Tintinnopsella carpathica* (Murgeanu et Filipescu), Borza et Michalik, Pl. 4, Fig. 5.
- 1996 *Tintinnopsella carpathica* (Murgeanu et Filipescu), Reháková et al., Pl. 1, Fig. 12.
- 1998 *Tintinnopsella carpathica* (Murgeanu et Filipescu), Akyazi et Tunç, Pl. I, Fig. 2.

Diagnose : c'est une espèce de taille moyenne, à lorica ovale, légèrement plus haute que large, à parois convexes, présentant une épaisseur maximale vers la mi-hauteur de la lorica. Le col est en forme de demi-croissant, plus ou moins bien marqué, infléchi vers l'extérieur, formant un angle ouvert (supérieur à 90°) avec la paroi de la lorica. Le pôle aboral est large et arrondi, sans appendice caudal. Cette espèce se distingue de *Tintinnopsella carpathica* par sa plus petite taille, sa lorica plus large et par l'absence de l'appendice caudal.

Holotype : le spécimen figuré Fig. 13U.

Localité - type : village de Shal (Iran), coupe de Kolur.

Position stratigraphique du type : coupe de Kolur, KL4T, zone D, sous-zone D1.

Extension stratigraphique de l'espèce : cette espèce se rencontre sporadiquement dans les niveaux des zones C, D et E.

Dérivation du nom : espèce à lorica de forme ovale, plus ou moins globuleuse.

Tintinnopsella lehegarati nov. sp.

Fig. 13F–K ; Fig. 17X

- 1968 *Tintinnopsella carpathica* (Murgeanu et Filipescu), Le Hégarat et Remane, Pl. 6, Fig. 17 ; Pl. 7, Fig. 6, 10 ; Pl. 8, Fig. 16, 21–24 ; Pl. 10, Fig. 15.
- 1996 *Lorenziella dacita* (Filipescu et Dragastan), Grün et Blau, Pl. 2, Fig. 8.
- 1996 *Tintinnopsella carpathica* (Murgeanu et Filipescu), Reháková et al., Pl. 1, Fig. 9.
- 1997 *Tintinnopsella* gr. *carpathica* (Murgeanu et Filipescu), Grün et Blau, Pl. 1 Fig. 15–16.

Diagnose : c'est une espèce de taille moyenne, à lorica ovale, souvent allongée, à parois convexes, mais qui deviennent droites tout près de l'ouverture, dessinant une dépression annulaire immédiatement sous le col. Le col est souvent long, en forme de demi-croissant et tourné vers l'extérieur. Le pôle aboral est pointu, avec un appendice caudal. Cette espèce se distingue de toutes les autres espèces de *Tintinnopsella* par la présence d'une dépression annulaire sous le col.

Holotype : le spécimen figuré Fig. 13F.

Localité - type : village de Shal (Iran), coupe de Kolur.

Position stratigraphique du type : coupe de Kolur, KL58, zone E, sous-zone E2.

Extension stratigraphique de l'espèce : cette espèce se rencontre sporadiquement dans les niveaux des zones C, D et E.

Dérivation du nom : espèce dédiée à la mémoire du regretté Professeur Gérard Le Hégarat de l'Université Claude Bernard de Lyon.

Tintinnopsella longa (Colom, 1939)

Fig. 11U–Y ; Fig. 17Y

- 1939 *Calpionella longa* Colom, p. 5, Pl. 2, Fig. 9 ; Pl. 3, Fig. 3.
- 1969 *Tintinnopsella carpathica* (Murgeanu et Filipescu), Borza, Taf. 79, Fig. 9–11, 15.
- 1985 *Tintinnopsella longa* (Colom), Remane, Fig. 18/25.
- 1986 *Tintinnopsella longa* (Colom), Borza et Michalik, Pl. 4, Fig. 6.
- 1988 *Tintinnopsella longa* (Colom), Schröder, Pl. 3, Fig. 11–12.
- 1991 *Tintinnopsella carpathica* (Murgeanu et Filipescu), Altiner et Özcan, Pl. 2, Fig. 10.
- 1998 *Tintinnopsella longa* (Colom), Akyazi et Tunç, Pl. 1, Fig. 4.
- 2000 *Tintinnopsella longa* (Colom), Benzaggagh, Pl. 6, Fig. 11.
- 2008 *Tintinnopsella longa* (Colom), Barbu et Melinte-Dobrinescu, Pl. 1.9.
- 2010 *Tintinnopsella longa* (Colom), Fözy et al., Fig. 9/Q.

Description

C'est une espèce de taille moyenne à grande, allongée, plus haute que large, à parois légèrement convexes. Le pôle aboral est arrondi à légèrement pointu, sans appendice caudal. Le col est en forme de demi-croissant tourné vers l'extérieur et il est plus ou moins bien développé selon les individus.

Extension stratigraphique de l'espèce : Cette espèce existe depuis le sommet de la zone C. Elle est épisodiquement abondante dans les zones D et E.

Tintinnopsella longovalata nov. sp.

Fig. 13O–S ; Fig. 17Z

- 1969 *Tintinnopsella carpathica* (Murgeanu et Filipescu), Borza, Pl. 78, Fig. 12–16.
- 1976 *Calpionella undelloides* (Colom), Fülöp, Pl. 40, Fig. 15.
- 1977 *Remaniella cadischiana* (Colom), Micarelli et al., Pl. 15, Fig. 15.
- 1977 *Tintinnopsella carpathica* (Murgeanu et Filipescu), Micarelli et al., Pl. 16, Fig. 5–6.
- 1984 *Tintinnopsella* cf. *carpathica* (Murgeanu et Filipescu), Premoli Silva et McNulty, Pl. 7, Fig. 3, 5, 7.
- 1991 *Tintinnopsella carpathica* (Murgeanu et Filipescu), Altiner et Özcan, Pl. 2, Fig. 5.
- 1998 *Tintinnopsella carpathica* (Murgeanu et Filipescu), Akyazi et Tunç, Pl. 1, Fig. 2.
- 2004 *Tintinnopsella carpathica* (Murgeanu et Filipescu), Pszczólkowski et Myczynski, Fig. 9/13–14.
- 2007 *Tintinnopsella carpathica* (Murgeanu et Filipescu), Andreini et al., Pl. 2, Fig. 5.
- 2007 *Remaniella borzai* Pop, Andreini et al., Pl. 2, Fig. 19a.

- 2007 *Tintinnopsella carpathica* (Murgeanu et Filipescu), Okay et Altiner, Pl. 2, Fig. 50–52.

Diagnose : c'est une espèce de taille moyenne, à lorica ovale, allongée, beaucoup plus haute que large, à parois convexes, présentant une épaisseur maximale vers la mi-hauteur de la lorica. Le col est en forme de demi-croissant, infléchi vers l'extérieur, formant avec la paroi de la lorica un angle ouvert (supérieur à 90°). Le pôle aboral est pointu, mais sans appendice caudal. Cette espèce se distingue de *Tintinnopsella largovalata* nov. sp. par sa forme allongée et de *Tintinnopsella carpathica* par sa plus petite taille et sa lorica de forme ovale allongée, sans appendice caudal.

Holotype : le spécimen figuré Fig. 13Q.

Localité - type : village de Shal (Iran), coupe de Kolur.

Position stratigraphique du type : coupe de Kolur, KL5, zone D, sous-zone. D1.

Extension stratigraphique de l'espèce : cette espèce se rencontre sporadiquement dans les niveaux des zones C, D et E.

Dérivation du nom : espèce à lorica de forme ovale allongée.

Tintinnopsella maxilonga nov. sp.

Fig. 12A–C ; Fig. 17AA

- 1969 *Tintinnopsella carpathica* (Murgeanu et Filipescu), Borza, Pl. 79, Fig. 16.
- 1977 *Tintinnopsella longa* (Colom), Micarelli et al., Pl. 16, Fig. 11.
- 1991 *Tintinnopsella longa* (Colom), Altiner et Özcan, Pl. 2, Fig. 13.
- 1997 *Tintinnopsella longa* (Colom), Grün et Blau, Pl. 1, Fig. 19–20.
- 2004 *Tintinnopsella longa* (Colom), Pszczólkowski et Myczynski, Fig. 9/16.
- 2010 *Praecalpionellites dadayi* (Knauer), Fözy et al., Fig. 9/C.

Diagnose : la lorica est de grande taille, large et allongée, à parois légèrement convexes, avec une épaisseur maximale au niveau de la partie postérieure de la lorica. Le pôle aboral est large et arrondi. Le col est souvent court, ou à peine présent, tourné vers l'extérieur. Cette espèce ressemble à *Tintinnopsella longa*, mais elle en diffère par sa taille plus grande, un pôle aboral large et arrondi, un col court et des parois moins convexes.

Holotype : le spécimen figuré Fig. 12C.

Localité - type : village de Shal (Iran), coupe de Kolur.

Position stratigraphique du type : coupe de Kolur, KL19, zone D, sous-zone D2.

Extension stratigraphique de l'espèce : cette espèce apparaît à la base de la sous-zone D1 et elle est sporadiquement présente dans les niveaux des sous-zones D2, D3 et E1.

Dérivation du nom : espèce à lorica de forme proche de celle de *Tintinnopsella longa*, mais de taille plus grande.

Tintinnopsella minicarpathica nov. sp.

Fig. 13L–N ; Fig. 17AB

- 1968 *Tintinnopsella carpathica* (Murgeanu et Filipescu), Le Hégarat et Remane, Pl. 8, Fig. 19 ; Pl. 9, Fig. 10 ; Pl. 10, Fig. 14.
- 1971 *Tintinnopsella carpathica* (Murgeanu et Filipescu), Remane, Fig. 3/11.
- 1979 *Tintinnopsella carpathica* (Murgeanu et Filipescu), Allemann et Remane, Pl. 8, Fig. 1.
- 1985 *Tintinnopsella carpathica* (Murgeanu et Filipescu), Remane, Fig. 18/21–24.
- 1991 *Tintinnopsella carpathica* (Murgeanu et Filipescu), Altiner et Özcan, Pl. 2, Fig. 4, 8–9.
- 1991 *Tintinnopsella carpathica* (Murgeanu et Filipescu), Tunç, Pl. 3, Fig. 2.
- 1996 *Tintinnopsella carpathica* (Murgeanu et Filipescu), Adatte et al., Fig. 8/5.
- 1998 *Tintinnopsella carpathica* (Murgeanu et Filipescu), Akyazi et Tunç, Pl. 1, Fig. 3.

- 2007 *Tintinnopsella carpathica* (Murgeanu et Filipescu), Andreini et al., Pl. 2/14.

Diagnose : il s'agit d'une espèce de taille petite à moyenne, à lorica globuleuse, légèrement plus haute que large, à parois très convexes, présentant une épaisseur maximale au niveau de la partie médiane de la lorica. Le pôle aboral est arrondi avec un appendice caudal souvent bien développé. Le col est bien développé en forme de demi-croissant et formant avec la paroi de la lorica un angle légèrement supérieur à 90°. Cette espèce se distingue de *Tintinnopsella carpathica*, par sa plus petite taille et par la forme globuleuse de la lorica. Elle se distingue de *Tintinnopsella largovalata* par sa plus petite taille, sa lorica globuleuse et moins allongée, ainsi que par le col et l'appendice caudal qui sont bien développés.

Holotype : le spécimen figuré Fig. 13L.

Localité - type : village de Shal (Iran), coupe de Kolur.

Position stratigraphique du type : coupe de Kolur, KL38, zone E, sous-zone E1.

Extension stratigraphique de l'espèce : cette espèce est caractéristique de la zone E ; sous-zones E1 et E2 (KL40 à KL66).

Dérivation du nom : espèce à lorica de type *Tintinnopsella carpathica*, mais plus petite et de forme globuleuse.

Tintinnopsella pseudoblonga nov. sp.

Fig. 12H–J ; Fig. 17A, C

- 1977 *Tintinnopsella carpathica* (Murgeanu et Filipescu), Micarelli et al., Pl. 16, Fig. 8.
- 1998 *Tintinnopsella longa* (Colom), Akyazi et Tunç, Pl. I, Fig. 5.
- 2007 *Sturiella oblonga* Borza, Andreini et al., Pl. 2, Fig. 18a.

Diagnose : la lorica est de taille moyenne, étroite, plus longue que large. L'ouverture est large, à col plus ou moins court, tourné vers l'extérieur. Les parois sont droites et parallèles dans les parties antérieure et médiane de la lorica. Dans la partie postérieure, elles convergent vers un pôle aboral plus ou moins pointu et sans appendice caudal. Cette espèce ressemble à *Calpionellopsis simplex* par les parois parallèles de la lorica et à *Calpionellopsis oblonga* par la configuration de la partie postérieure de la lorica, mais elle diffère de ces deux espèces par son col infléchi vers l'extérieur, semblable à celui de *Tintinnopsella*.

Holotype : le spécimen figuré Fig. 12H.

Localité - type : village de Shal (Iran), coupe de Kolur.

Position stratigraphique du type : coupe de Kolur, KL2B, zone C, sous-zone C1.

Extension stratigraphique de l'espèce : cette espèce, rare, a été rencontrée dans des niveaux de la zone C (KL2B et KL3T) et de la sous-zone E1 (KL38, KL47).

Dérivation du nom : espèce à col de type *Tintinnopsella* et à lorica rappelant celle de *Calpionellopsis oblonga*.

Tintinnopsella pseudocarpathica nov. sp.

Fig. 6M, N ; Fig. 17A, D

- 1968 *Tintinnopsella carpathica* (Murgeanu et Filipescu), Le Hégarat et Remane, Pl. 6, Fig. 14–16, 22.
- 1969 *Tintinnopsella carpathica* (Murgeanu et Filipescu), Borza, Pl. 78, Fig. 2–10.
- 1976 Undifferentiated calpionellids, Vincent et al., Pl. 5, Fig. 15–17.
- 1977 *Crassicollaria* aff. *parvula* Remane, Micarelli et al., Tav. 13, Fig. 9–12.
- 1983 *Tintinnopsella carpathica* (Murgeanu et Filipescu), Azéma et Jaffrezo, Pl. 2, Fig. 10–11.

- 1983 *Tintinnopsella carpathica* (Murgeanu et Filipescu), Remane, Pl. 1, Fig. 8-9.
- 1984 *Tintinnopsella* cf. *carpathica* (Murgeanu et Filipescu), Premoli Silva et McNulty, Pl. 7, Fig. 1.
- 1986 *Tintinnopsella carpathica* (Murgeanu et Filipescu), Borza et Michalik, Pl. 4, Fig. 3.
- 1995 *Tintinnopsella doliphormis* (Colom), Olóriz et al., Pl. 1, Fig. 19.
- 1996 *Remaniella catalanoi* Pop, Pop, Fig. 2, Ph. 10–15.
- 1996 *Tintinnopsella carpathica* (Murgeanu et Filipescu), Reháková et al. Pl. 4, Fig. 11–12.
- 1997 *Remaniella catalanoi* Pop, Grün et Blau, Pl. 1, Fig. 14.
- 1998 *Tintinnopsella carpathica* (Murgeanu et Filipescu), Pop, Pl. 4, Fig. 28–30.
- 2004 *Remaniella* cf. *catalanoi* Pop, Pszczólkowski et Myczynski, Fig. 9/1.
- 2006 *Tintinnopsella carpathica* (Murgeanu et Filipescu), Boughdiri, Fig. 4/16, 20.
- 2006 *Praetintinnopsella andrusovi*, Grabowski et Pszczólkowski, Fig. 7/C.
- 2011 *Tintinnopsella carpathica* (Murgeanu et Filipescu), forme de taille petite, col mal conservé, Ben Abdesselam-Mahdaoui et al., Pl. 1/4.

Diagnose : la lorica est de taille petite à moyenne, de forme ovale, à peine plus longue que large. L'ouverture est large, à petit col en forme de demi-croissant souvent mince et rarement bien conservé. Le pôle aboral est pointu avec ou sans appendice caudal. Cette espèce se distingue des autres espèces de *Tintinnopsella* par sa plus petite taille, son col rarement bien développé et sa présence dans des niveaux stratigraphiques plus anciens, Tithonien supérieur à Berriasien inférieur.

Holotype : le spécimen figuré Fig. 6M.

Localité - type : village de Shal (Iran), coupe de Kolur.

Position stratigraphique du type : coupe de Kolur, KL1B, zone B, sous-zone B3.

Extension stratigraphique de l'espèce **:** Cette espèce existe depuis la base de la *zone à Crassicollaria*, mais elle est toujours rare dans cette zone et dans les sous-zones B1 et B2 ; elle est plus fréquente dans la sous-zone B3.

Dérivation du nom : espèce qui précède l'apparition de *Tintinnopsella carpathica*.

Tintinnopsella pseudosimplex nov. sp.

Fig. 12D–G ; Fig. 17A, E

- 1969 *Tintinnopsella carpathica* (Murgeanu et Filipescu), Borza, Pl. 79, Fig. 12.
- 1972 *Calpionella* ? sp., Seyed-Emami et al., Pl. 4, Fig. 12.
- 1977 *Tintinnopsella longa* (Colom), Micarelli et al., Pl. 16, Fig. 9–10.
- 1984 *? Colomiella mexicana* Bonet, Premoli Silva et McNulty, Pl. 6, Fig. 20.
- 1986 *Calpionellopsis claroblonga*, Nagy, Nagy, Pl. II, Fig. 1.
- 1986 *Calpionellopsites conicus* Nagy, Nagy, Pl. II, Fig. 7.
- 1991 *Tintinnopsella longa* (Colom), Altiner et Özcan, Pl. 2, Fig. 14–16.
- 1991 *Tintinnopsella longa* (Colom), Tunç, Pl. 3, Fig. 9.
- 1996 *Sturiella oblonga* Borza, Grün et Blau, Pl. 2, Fig. 13.
- 1996 *Remaniella borzai* Pop, Pop, Fig. 2, Ph. 18.
- 2007 *Tintinnopsella longa* (Colom), Andreini et al., Pl. 3, Fig. 3.
- 2011 *Tintinnopsella longa* (Colom), Ben Abdesselam-Mahdaoui et al., Pl. 1/18.

Diagnose : la lorica est de taille moyenne à grande, allongée. Les parois sont légèrement convexes. Le pôle aboral est arrondi. Le col est très court, à peine présent, tourné vers l'extérieur. Cette espèce ressemble par sa forme et la taille de la lorica à *Tintinnopsella longa*, mais elle en diffère par un col très court, des parois moins convexes et un pôle aboral moins pointu. Elle

ressemble aussi par la forme et la taille de la lorica à *Calpionellopsis procerosimplex*, mais elle en diffère par son col de type *Tintinnopsella*. En l'absence du col, cette espèce peut être confondue avec *Calpionellopsis procerosimplex*.

Holotype : le spécimen figuré Fig. 12G.

Localité - type : village de Shal (Iran), coupe de Kolur.

Position stratigraphique du type : coupe de Kolur, Kl4top, zone D, sous-zone D1.

Extension stratigraphique de l'espèce : cette espèce se rencontre sporadiquement dans les niveaux des zones C et D.

Dérivation du nom : espèce à lorica de forme proche de celle de *Calpionellopsis procerosimplex*, mais possédant un col de type *Tintinnopsella*.

6. Répartition stratigraphique des principaux groupes de microfaunes pélagiques à limite Jurassique – Crétacé dans les coupes de Shal et de Kolur et comparaisons régionales

Les groupes de microorganismes pélagiques les plus répondus dans les séries de la limite Jurassique – Crétacé (Kimméridgien à Valanginien) des bassins de la Téthys occidentale sont : les protoglobigérines, les calpionelles au sens large (*Chitinoidella* et calpionelles vraies), les radiolaires, les *Saccocoma*, les *Globochaete* et les calcisphères (ou microproblématiques) (Fig. 18).

6.1. Calpionelles au sens large

Les associations des espèces de *Chitinoidella* dans le niveau SH47T1 de la coupe de Shal et des calpionelles vraies dans la coupe de Kolur sont semblables aux associations décrites dans les autres secteurs du domaine téthysien. Les zones et les sous-zones du Berriasien et du Valanginien inférieur, définies en Europe occidentale et au Maroc, se rencontrent aisément dans la coupe de Kolur. Les espèces des genres *Calpionella*, *Tintinnopsella*, *Calpionellopsis* et à un degré moindre *Calpionellites* y sont souvent abondantes. Celles des genres *Remaniella*, *Praecalpionellites* et *Lorenziella* sont par contre moins fréquentes. Certains niveaux de la coupe de Kolur renferment des espèces nouvelles, en particulier des genres *Tintinnopsella* et *Calpionellites*. Nos résultats permettent de conclure que les calpionelles montrent dans les différents bassins du domaine téthysien des répartitions stratigraphiques assez semblables pendant l'intervalle Tithonien supérieur à Valanginien inférieur.

6.2. Saccocoma

Dans la coupe Shal, et malgré le microfaciès très bioclastique et souvent défavorable aux organismes pélagiques, les *Saccocoma* sont bien présents dans les niveaux situés de part et d'autre du banc SH47T1 à *Chitinoidella boneti* de la base du Tithonien supérieur. Ce groupe fossile présente dans cette coupe (Fig. 18), une répartition stratigraphique semblable à celle que l'on rencontre dans les séries contemporaines des bassins de l'Europe occidentale et de l'Afrique du Nord, avec une apogée tout au long du Tithonien et une disparition brutale dans des niveaux assez récents du Tithonien supérieur.

6.3. Globochaete

Les représentants de ce groupe fossile, souvent abondants dans les séries pélagiques et hémipélagiques de la limite Jurassique – Crétacé des bassins de l'Europe occidentale et de l'Afrique

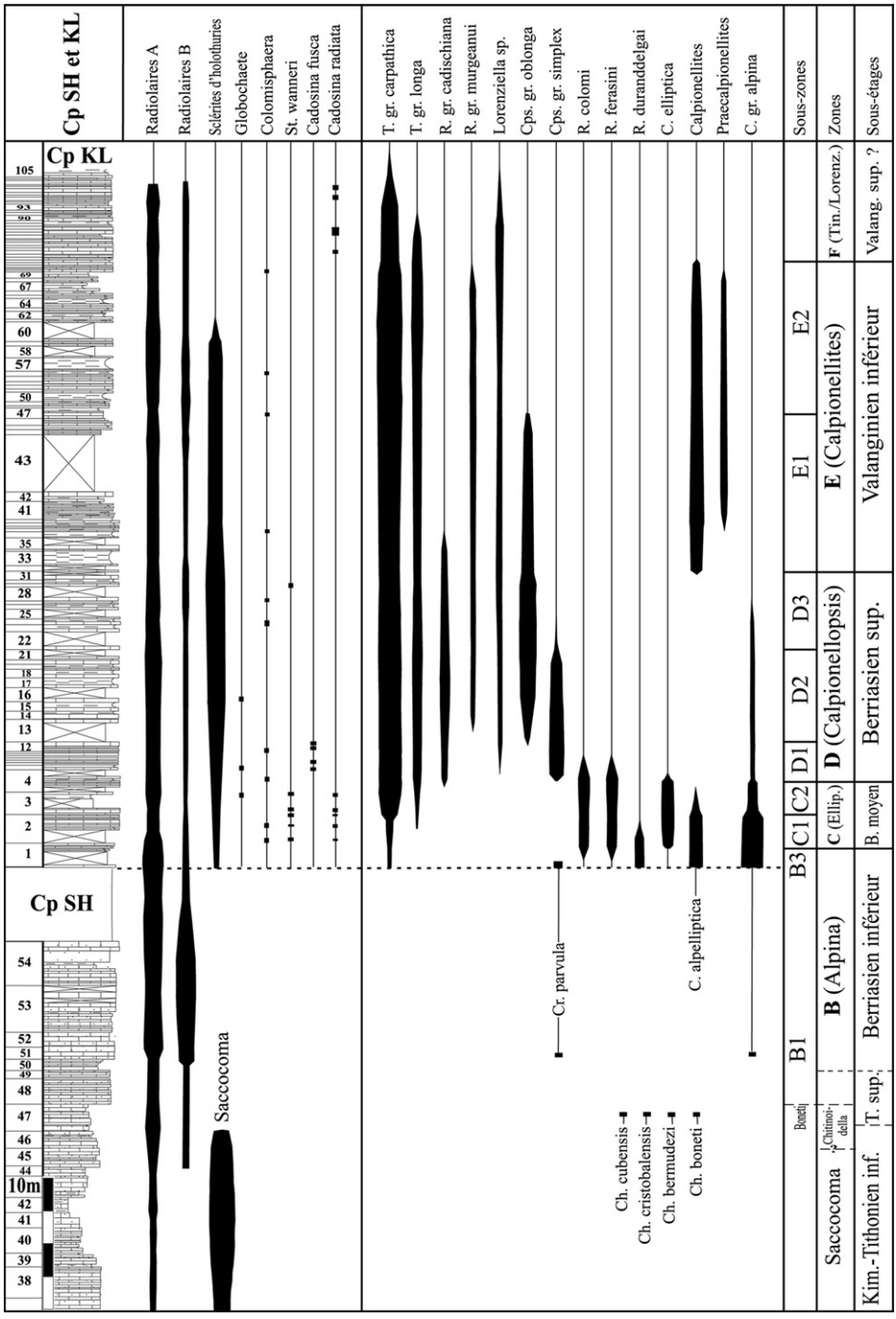


Fig. 18. Répartition stratigraphique des principales espèces de calpionelles et des autres microorganismes dans la partie supérieure de la coupe de Shal et dans la coupe de Kolur.

Stratigraphic distribution of the most important calpionellid species and other microorganisms in the upper part of Shal section and in the Kolur section.

du Nord, sont complètement absents dans les niveaux de même âge de la coupe de Shal, et extrêmement rares dans ceux de la coupe de Kolur (Fig. 18). La rareté de ce groupe fossile peut être expliquée soit par des conditions environnementales plus favorables dans les bassins occidentaux du domaine téthysien, soit par des problèmes de conservation à mettre en relation avec la diagenèse associée à la tectonique compressive, affectant localement la coupe de Kolur.

6.4. Calcisphères (microproblématiques)

Aucun représentant de ce groupe fossile n'a été rencontré dans la coupe de Shal. Son absence dans cette coupe pourrait s'expliquer par la nature défavorable du faciès et du milieu écologique (milieu de plate-forme). Cependant, dans la coupe de Kolur où les faciès sont pélagiques, de milieu ouvert, les calcisphères restent rares et apparaissent sporadiquement en faible nombre dans des niveaux stratigraphiques espacés. On peut néanmoins signaler la présence d'un pic à *Cadosina fusca* Wanner dans les niveaux de la sous-zone D1 de la coupe de Kolur (KL5, 7, 11-12, Fig. 14H–J). Ce pic à *Cadosina fusca* a été également mis en évidence dans les niveaux de la sous-zone D1 du Rif externe au Maroc (Benzaggagh, 2000 ; Benzaggagh et Atrops, 1996). Il s'agit certainement d'un événement paléobiologique de valeur régionale au sein du vaste domaine téthysien. On peut noter également que *Stomiosphaera wanneri* (Borza) (Fig. 14A, B), bien que rare, apparaît aussi, comme dans le Rif externe au Maroc, dans les niveaux de la *zone à Calpionella elliptica* (KL1T-KL3T, Fig. 7 et 18), et notamment dans la sous-zone C2 alors que *Cadosina radiata* Vogler (Fig. 14C-E), également rare, présente un pic dans les niveaux de la zone F du Valanginien supérieur ? (KL78, 86-87, Fig. 8 et 18). Les autres espèces de calcisphères, en particulier *Colomisphaera carpathica* (Borza), *Colomisphaera heliosphaera* (Vogler) et *Colomisphaera vogleri* (Borza) (Fig. 14F, G), sont souvent rares et apparaissent sporadiquement dans des niveaux stratigraphiques très espacés. Toutefois, la rareté des espèces des calcisphères dans les niveaux de la coupe de Kolur laisse supposer que ce groupe fossile était mieux adapté aux conditions des bassins occidentaux du domaine téthysien, sans exclure la possibilité de problèmes de préservation ou d'absence locale.

6.5. Radiolaires

Ils sont souvent abondants dans les différents niveaux stratigraphiques des deux coupes étudiées (Shal et Kolur, Fig. 4, 7, 8 et 18) et sont représentés par deux morphologies : la première A de taille normale (Fig. 5K-P) se rencontre depuis les premiers niveaux (Callovien) de la coupe de Shal et dans la plupart des niveaux de la coupe de Kolur (Fig. 4, 7 et 8). Les spécimens de la seconde morphologie B (Fig. 5N–Q) apparaissent plus tard, à partir du banc SH45B de la coupe de Shal (base du Tithonien supérieur, Fig. 4), mais ne deviennent abondants qu'à partir du banc SH50 de la base du Berriasien. Ils sont souvent présents et épisodiquement abondants, dans les niveaux du Berriasien à Valanginien inférieur de la coupe de Kolur (Fig. 7 et 8). Notons que les radiolaires de la morphologie A sont très fréquents dans les séries des bassins de la Téthys occidentale, tandis que les spécimens de la morphologie B sont par contre rarement cités ou figurés dans des travaux relatifs aux séries de ces derniers bassins. Cette deuxième morphologie semble correspondre à un groupe mieux adapté aux bassins orientaux du domaine téthysien.

6.6. Sclérites d'holothuries

Nous avons constaté la présence d'abondantes pièces de sclérites d'holothuries (Fig. 7 et 8 ; Fig. 15A–AG) dès le premier banc de la coupe Kolur (KL1B, sous-zone B3). Elles sont rares à

sporadiquement abondantes dans les niveaux de la zone C, puis elles deviennent abondantes à très abondantes dans les niveaux des sous-zones D2, D3 et E1 pour disparaître immédiatement au-dessus du banc KL63 (Fig. 7, 8 et 18). Du point de vue morphologique, il s'agit de restes calcitiques de forme circulaire, de 50 à 150 μm de diamètre, rarement plus, qui en section, montrent un anneau axial sans ouverture apparente, rempli par la boue micritique ou par des cristaux de sparite. L'anneau axial porte une série d'épines qui lui donnent une forme en étoile (Fig. 15A–AG). Ces épines sont bifurquées (Fig. 15F, I–K, O), pointues (Fig. 15V–Y) ou terminées par des tubercules de forme allongée (Fig. 15P–T) ou triangulaire (Fig. 15C, M, U). Certaines pièces semblent être formées de deux loges, en raison de la bifurcation des épines (Fig. 15B, I, J, K) ; d'autres portent, en plus des épines normales, deux longues et larges épines en forme d'ailes (Fig. 15AE–AG). Le nombre des épines varie en général de 5 à 12.

Notons que ces restes squelettiques sont inconnus dans les successions pélagiques du Berriasien et du Valanginien inférieur de la marge sud-téthysienne de l'Afrique du Nord (Maroc et Tunisie). Ils sont rarement cités ou figurés dans les travaux sur les séries contemporaines de l'Europe de l'Ouest (Fülöp, 1976, Pl. 25, Fig. 6 ; Haas et al., 1985, Pl. 21, Fig. 6). Toutefois des lames minces faites dans des niveaux de la sous-zone B2 du Bassin Vocontien (Homberg et al., soumis et en cours d'étude) contiennent quelques rares spécimens. Ainsi, contrairement aux *Globochaete*, nous constatons l'abondance de ce groupe benthique dans les niveaux que nous avons étudiés en Iran.

7. Conclusion

Dans la chaîne de l'Elbourz au Nord-Ouest de l'Iran, les niveaux du passage Jurassique – Crétacé sont représentés par deux formations successives : Shal et Kolur. La Formation Shal, essentiellement carbonatée, est d'âge Callovien à Berriasien basal. La partie de la Formation Kolur que nous avons étudiée est datée du Berriasien inférieur à Valanginien supérieur et correspond à une succession alternante de calcaires et de marnes qui se rattache aux Calcaires à Calpionelles *sensu* Fourcade et al. (1991). Dans la Formation Shal, le biomicrofaciès, constitué d'un mélange d'organismes benthiques et d'organismes pélagiques, évoque un milieu de plate-forme largement ouvert sur la mer franche. Dans la Formation Kolur, le biomicrofaciès est dominé par des organismes pélagiques de milieu ouvert. La répartition des espèces de calpionelles au sens large (*Chitinoidella* et calpionelles vraies) dans les niveaux supérieurs de la coupe de Shal et tout au long de la coupe de Kolur, permet de mettre en évidence et de caractériser, pour la première fois en Iran, les principales zones et sous-zones de ce groupe fossile, définies en Europe occidentale et au Maroc. Les sous-zones à *Chitinoidella boneti* (base de la *zone à Chitinoidella*) et B1 (base de la *zone à Calpionella alpina*) ont été caractérisées dans les niveaux supérieurs de la Formation Shal. Les associations de la Formation Kolur sont plus riches en calpionelles. Ces micro-organismes présentent une diversité remarquable qui nous a permis de caractériser les sous-zones B3 (sommet de la *zone à Calpionella alpina*), C1, C2 (*zone à Calpionella elliptica*), D1, D2, D3 (*zone à Calpionellopsis*) et les zones E (*zone à Calpionellites*) et F (*zone à Tintinnopsella*). Dans la zone E, se distinguent deux sous-zones : E1, marquée par la présence de *Calpionellopsis*, en particulier l'espèce *Calpionellopsis protoblonga* et E2, marquée par la disparition de ce genre. La sous-zone D1 montre à son extrême base un niveau de chevauchement entre *Calpionella elliptica* et *Calpionellopsis simplex*. Elle contient aussi une forme de *Calpionellopsis* à courte lorica (*Calpionellopsis brevisimplex* Nagy), phénomène que l'on rencontre aussi dans les séries du Rif externe au Maroc et du Nord de la Tunisie. Sur 30 espèces décrites, 15 sont nouvelles. Enfin, on peut noter que parmi les groupes pélagiques de la limite Jurassique – Crétacé, les calpionelles vraies, les *Chitinoidella*, les protoglobigérines, les *Saccocoma*, les radiolaires de la morphologie

A paraissent communs aux différents bassins du domaine téthysien. Au contraire, les sclérites d'holothuries, les radiolaires de la morphologie B sont plus abondants dans le secteur étudié en Iran. Les *Globochaete*, et à un degré moindre les calcisphères, semblent plus inféodés aux bassins occidentaux bien que nous ne puissions pas exclure a priori le rôle éventuel de problèmes de préservation expliquant l'absence locale de certaines formes. Les calcisphères, bien que souvent rares, montrent, comme dans les séries du Rif externe au Maroc, la présence de *Stomiosphaera wanneri* dans la zone C et un pic à *Cadosina fusca* dans la sous-zone D1.

Remerciements

Cette recherche a été réalisée dans le cadre du projet *Middle East Basin Evolution programme* (MEBE) basé à Paris. Nous remercions le Geological Survey of Iran (Tehran) pour l'apport logistique sur le terrain. K.S.E. souhaite remercier l'Université de Tehran et la Fondation Alexander von Humboldt pour leur soutien. Nous voulons remercier Alexandre Lethiers (UPMC/CNRS UMR 7207) pour son aide dans la réalisation des figures.

Références

Allemann, F., Remane, J., 1979. Les faunes de calpionelles du Berriasien supérieur/Valanginien inférieur. In: Hypostratotype mésogéen de l'étage Valanginien. Les stratotypes français, Éditions du CNRS 6, pp. 99–109.

Altiner, D., Özcan, S., 1991. Calpionellid zonation in North-Western Anatolia (Tureky) and calibration of the stratigraphic ranges of some benthic Forminifera at the Jurassic-Cretaceous boundary. Geologica Romana 27, 215–235.

Barrier, E., Vrielynck, B., 2008. Palaeotectonic maps of the Middle East. Tectono-sedimentary–palinspastic maps from Late Norian to Piacenzian. Commission for the geological map of the world (CGMW)/UNESCO (http://www.ccgm.org). Atlas of 14 maps, scale 1/18,500,000.

Benzaggagh, M., 2000. Le Malm supérieur et le Berriasien dans le Prérif interne et le Mésorif (Rif, Maroc). Biostratigraphie, lithostratigraphie, paléogéographie et évolution tectono-sédimentaire. Documents des Laboratoires de Géologie de Lyon 152, 1–347.

Benzaggagh, M., Atrops, F., 1995a. Les zones à *Chitinoidella* et à *Crassicollaria* (Tithonien) dans la partie interne du Prérif (Maroc). Données nouvelles et corrélation avec les ammonites. Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de Paris, série IIa 320, 227–234.

Benzaggagh, M., Atrops, F., 1995b. Données nouvelles sur la succession des calpionelles du Berriasien dans le Prérif interne et le Mésorif (Rif, Maroc). Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de Paris, série IIa 321, 681–688.

Benzaggagh, M., Atrops, F., 1996. Répartition stratigraphique des principales espèces de « microproblématiques » dans le Malm supérieur et le Berriasien du Prérif interne et du Mésorif (Rif, Maroc). Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de Paris, série IIa 322, 661–668.

Benzaggagh, M., Cecca, F., Rouget, I., 2010. Biostratigraphic distribution of ammonites and calpionellids in the Tithonian of the Internal Prerif (Msila area, Morocco). Paläontologische Zeitschrift 84, 301–315.

Ben Abdesselam-Mahdaoui, S., Benzaggagh, M., Razgallah, S., Rebah, A., Benzarti, R., 2011. Les associations des calpionelles du Berriasien et du Valanginien inférieur de la Tunisie septentrionale. Comparaison avec les associations du Rif externe (Maroc). Comptes Rendus Palevol 10, 527–535.

Blau, J., Grün, B., 1997. Late Jurassic/Early Cretaceous revised calpionellid zonal and subzonal division and correlation with ammonite and absolute time scales. Mineralia Slovaca, Bratislava 29, 297–300.

Cecca, F., Enay, R., Le Hégarat, G., 1989. L'Ardescien (Tithonique supérieur) de la région stratotypique : séries de référence et faunes (ammonites, calpionelles) de la bordure ardéchoise. Documents des Laboratoires de Géologie de Lyon 107, 1–115.

Cecca, F., Savary, B., Bartolini, A., Remane, J., Cordey, F., 2001. The Middle Jurassic-Lower Cretaceous Rosso Ammonitico succession of Monte Inici (Trapanese domain, Western Sicily): sedimentology, biostratigraphy and isotope stratigraphy. Bulletin de la Société Géologique de France 172, 647–659.

Cecca, F., Seyed-Emami, K., Schnyder, J., Benzaggagh, M., Reza Majidifard, M., Mohammadi Monfared, M., 2012. Early Berriasian ammonites from Shal (Talesh region, NW Alborz mountains, Iran). Cretaceous Research 33, 106–115.

Colom, G., 1948. Fossil Tintinnids: Loricated infusoria of the order of the Oligotricha. Journal of Paleontology 22, 233–263.

Davies, R.G., Jones, C.R., Hamzepour, B., Clark, G.C., 1972. Geology of the Masuleh sheet (1:100,000), northwest Iran. Report of the Iran Geological Survey 24, 1–110.

Dromart, G., Atrops, F., 1988. Valeur stratigraphique des biomicrofaciès pélagiques dans le Jurassique supérieur de la Téthys occidentale. Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de Paris, série IIa 312, 617–622.

Enay, R., Geyssant, J.R., 1975. Faunes tithoniques des chaînes bétiques (Espagne méridionale). Colloque limite Jurassique-Crétacé, Lyon-Neuchâtel, 1973. Mémoire du Bureau de Recherches Géologiques et Minières 86, 39–55.

Fourcade, E., Azéma, J., Cecca, F., Bonneau, M., Peybernès, B., Dercourt, J., 1991. Essai de reconstitution cartographique de la paléogéographie et des paléoenvironnements de la Téthys au Tithonique supérieur (138 à 135 Ma). Bulletin de la Société géologique de France 162, 1197–1208.

Fülöp, J., 1976. The Mesozoic basement horst blocks of Tata. Geologica Hungarica 16, 1–228.

Haas, J., Edelényi, E.J., Gidai, L., Kaiser, M., Kretzoi, M., Oravecz, J., 1985. Geology of the Sümeg area. Geologica Hungarica 20, 1–365, Budapest.

Le Hégarat, G., Remane, J., 1968. Tithonique supérieur et Berriasien de l'Ardèche et de l'Hérault. Corrélation des ammonites et des calpionelles. Géobios 1, 7–70.

Nagy, I., 1986. Investigation of Calpionellides from the Mecsek Mountains (S. Hungary). Acta Geologica Hungarica 29, 45–64.

Premoli Silva, I., McNulty, C.L., 1984. Planktonic foraminifers and Calpionellids from Gulf of Mexico Sites. In: Buffler, R.T., et al. (Eds.), Initial Report of the Deep Sea Drilling Project, Leg. 77. US Government Printing Office, Washington 77, pp. 547–584.

Remane, J., 1963. Les calpionelles dans les couches de passage Jurassique-Crétacé de la fosse vocontienne. Travaux du Laboratoire de Géologie, Faculté des Sciences de l'Université de Grenoble 39, 25–82.

Remane, J., 1964. Untersuchungen zur Systematik und Stratigraphie der Calpionellen in den Jura-Kreide-Grenzschichten des Vocontischen Troges. Palaeontographica A 123, 1–57.

Remane, J., 1971. Les Calpionelles, Protozoaires planctoniques des mers mésogéennes de l'époque secondaire. Annales Guébhard, Neuchâtel 47, 1–25.

Remane, J., 1985. Calpionellids. In: Bolli, H.M., Saunders, J.B., Perch-Nielsen, K. (Eds.), Plankton stratigraphy. Cambridge Earth Science Series, Cambridge University Press, pp. 555–572.

Remane, J., 1998. Les calpionelles : possibilités biostratigraphiques et limitations paléobiogéographiques. Bulletin de la Société Géologique de France 169, 829–839.

Seyed-Emami, K., 1975. Jurassic-Cretaceous boundary in Iran. Bulletin of the American Association of Petroleum Geologists 59, 231–238.

Seyed-Emami, K., Bozorgnia, F., Eftekhar-Nezhad, J., 1972. Der erste sichere Nachweis von Valanginien im nordöstlichen Zentraliran (Sabzewar-Gebiet). Neues Jahrbuch für Paläontologische Mitteilungen 1, 52–67.

Trejo, M., 1980. Distribución estratigráfica de los Tintinidos mesozoicos mexicanos. Revista del Instituto Mexicano del Petróleo 12, 4–13.

Wieczorek, J., 1988. Maiolica. A unique facies of the western Tethys. Annales de la Société Géologique de Pologne 58, 255–276.