

REVUE DE

VOLUME 36(1) – 2017

# PALÉOBIOLOGIE

**m**séum  
genève

Une institution  
Ville de Genève

[www.museum-geneve.ch](http://www.museum-geneve.ch)





**Commentaires sur l'article**  
**«Commentaires sur :» de Ben Nsir & Boughdiri**  
**[Revue de Paléobiologie, 35(2) : 561-569] concernant l'article de**  
**Maalaoui & Zargouni [Revue de Paléobiologie, 35(1) : 373-384]**

Mohamed BENZAGGAGH

*Université Moulay Ismail, Faculté des Sciences, BP 11.201, Jbabra, Zitoune, Meknès, Morocco.*  
*E-mail : benzaggagh@gmail.com*

**Résumé**

Maalaoui & Zargouni (2016b) ont publié dans la *Revue de Paléobiologie* [vol. 35(1): 373-384] un article intitulé: «Biozones de calpionelles et d'ammonites du Berriasien inférieur et moyen de la Formation Sidi Kralif au Jebel Meloussi, Tunisie centrale». Ce travail a été critiqué par Ben Nsir & Boughdiri dans leur article intitulé: «Commentaires sur : Biozones de calpionelles et d'ammonites du Berriasien inférieur et moyen de la Formation Sidi Khalif au Jebel Meloussi, Tunisie centrale» publié dans la même revue [vol. 35(2): 561-560]. Les deux auteurs ont souligné plusieurs imperfections d'ordre lithostratigraphique et biostratigraphique du travail de Maalaoui & Zargouni (2016b). En tant que rapporteur du manuscrit critiqué, je me permets d'intervenir dans le débat et d'apporter des réponses à certaines critiques de l'article «Commentaires : sur». En somme, ces critiques sont de trois types: des critiques justifiées, des critiques discutables et des critiques erronées.

**Mots-clés**

Calpionelles, ammonites, Biozones, Berriasien, Jebel Meloussi, Tunisie centrale.

**Abstract**

**Comments on the article “Commentaires sur :” of Ben Nsir & Boughdiri [Revue de Paléobiologie, 35(2) : 561-569] concerning the article of Maalaoui & Zargouni [Revue de Paléobiologie, 35(1) : 373-384].-** Maalaoui & Zargouni (2016b) published in the *Revue de Paléobiologie* [vol. 35(1): 373-384] an article entitled: “Biozones de calpionelles et d'ammonites du Berriasien inférieur et moyen de la Formation Sidi Kralif au Jebel Meloussi, Tunisie centrale”. Their work was criticized by Ben Nsir & Boughdiri in their article entitled: “Commentaires sur : Biozones de calpionelles et d'ammonites du Berriasien inférieur et moyen de la Formation Sidi Khalif au Jebel Meloussi, Tunisie centrale” published in the same journal [vol. 35(2): 561-560]. The two authors highlighted several lithostratigraphic and biostratigraphic flaws within the work of Maalaoui & Zargouni (2016b). As a reviewer of the criticized manuscript, I allow myself to participate in this discussion and to respond to some of the criticisms raised in the “Comments” article. Actually, these criticisms are of three types: fair and reasonable, doubtful and unsubstantiated.

**Keywords**

Calpionellids, ammonites, Biozones, Berriasian, Jebel Meloussi, Central Tunisia.

**1. INTRODUCTION**

Je n'aurais pas prêté attention aux commentaires des auteurs Ben Nsir & Boughdiri si leurs critiques avaient été majoritairement justes et raisonnables. Malheureusement ce n'est pas le cas. La plupart de leurs critiques sont basées sur des données erronées qui méritent à leur tour d'être clarifiées et corrigées.

Avant d'aborder plus en détail les critiques de Ben Nsir & Boughdiri sur le manuscrit de Maalaoui & Zargouni, quelques remarques préliminaires s'imposent :

1. Je crois sincèrement que le premier auteur de l'article «Commentaires sur :» n'a aucun conflit d'intérêt vis-à-vis du travail critiqué, ni en tant que spécialiste de l'un ou des deux groupes fossiles étudiés (ammonites et calpionelles), ni par ses travaux publiés sur le secteur en question, et que l'article «Commentaires sur :» n'apporte aucune contribution scientifique claire de sa part ;
2. Malgré les nombreuses imperfections que peut comporter l'article de Maalaoui & Zargouni (2016b), ce travail apporte néanmoins une contribution intéressante.

sante concernant: la succession lithologique de la séquence étudiée; les illustrations de plusieurs spécimens de calpionelles et quelques spécimens des ammonites du Berriasien inférieur et moyen; la mise en évidence des sous-zones B2, B3, C1, C2 des calpionelles et une tentative de corrélation de ces sous-zones avec les zones standards des ammonites.

3. Dans leurs critiques concernant la séquence stratigraphique et les attributions d'âges pour la coupe étudiée, les auteurs du manuscrit «Commentaires sur:» s'appuient sur des vues panoramiques (leur figure 1), qui n'apportent aucune précision stratigraphique nouvelle, et sur une coupe empruntée à M'rabet (1987, leur figure 2A, ce travail), datée des zones B et C des calpionelles et qui a été levée dans le cadre d'un travail d'ordre général sur la stratigraphie et la sédimentologie des séries du Crétacé inférieur de la Tunisie centrale.
4. Les auteurs (Ben Nsir & Boughdiri) ont longuement discuté les corrélations entre les biozones des calpionelles définies par plusieurs auteurs dans des régions différentes du domaine téthysien, sans jamais se poser de questions sur la fiabilité de la plupart des biozones qu'ils discutent et ils proposent des corrélations entre ces biozones et celles des ammonites sur la base des deux travaux majeurs: Le Hégarat (1973), Le Hégarat & Remane (1968), tout en ignorant des travaux récents (Wimbledon *et al.*, 2011, 2013; Michalik & Reháková, 2011; Frau *et al.*, 2015, 2016a-c) qui ont apporté des précisions nouvelles à cette corrélation.

Dans la suite du texte, j'adopterai le même plan que celui de l'article «Commentaires sur:» afin de mieux répondre aux critiques fondées et aux critiques erronées des deux auteurs.

## 2. CADRE GÉOGRAPHIQUE ET GÉOLOGIQUE DU SECTEUR ÉTUDIÉ

Ben Nsir & Boughdiri (2016, leur figure 1A), donnent une vue panoramique de la séquence berriasienne au Jebel Meloussi; ils y tracent deux limites possibles entre les formations de Sidi Kralif et de Meloussi: la première limite supposée d'après la coupe ML de Maalaoui & Zargouni (2016b); la seconde d'après leurs observations sur le terrain. Cependant, ni la coupe de Maalaoui & Zargouni (Fig. 1B, ce travail), ni la coupe MB empruntée à M'rabet (Fig. 1A, ce travail) ne montrent les deux formations et leurs limites. Toutefois, Maalaoui & Zargouni (2016b) notent sur la moitié supérieure, unité U2, de leur coupe ML (Fig. 1B, ce travail) un changement lithologique important matérialisé par des décharges détritiques silteuses. D'après sa lithologie, ce niveau correspond à l'épisode détritique ME28-36 de la partie médiane de la coupe ME, du Jebel Meloussi, de Busnardo *et al.* (1981, «fig. 3»; ou Fig. 1C, ce travail), attribué au Berriasien moyen par ces auteurs. D'après Busnardo *et al.* (1981), ce

niveau est couronné par une dalle calcaire (ME40 ?-42) riche en *Tirnovella occitanica* (Pictet) et en *Calpionella elliptica* Cadisch, du Berriasien moyen, correspondant à la base de l'unité U3 de la coupe de Maalaoui & Zargouni (Fig. 1B, ce travail). Toujours d'après Busnardo *et al.* (1981), la Formation de Meloussi débute au-dessus de la dalle à *Tirnovella occitanica* après un épisode argileux de 60 m d'épaisseur (Fig. 1C, ce travail). Par conséquent, les unités U2 et U3 de la coupe de Maalaoui & Zargouni (Fig. 1B, ce travail) appartiennent à la Formation de Sidi Kralif et non pas à la Formation de Meloussi comme le suggèrent les auteurs de l'article «Commentaires sur:». En outre, le banc ML24 de la base de l'unité U2 de la coupe de Maalaoui & Zargouni (Fig. 1B, ce travail) est corréléable avec le premier banc gréseux, MB28, de la coupe de M'rabet (Fig. 1A, ce travail) et non pas au banc marno-calcaire, MB24, de la même coupe, comme le suggèrent Ben Nsir & Boughdiri sur leur figure 2 (Fig. 1A-B, ce travail). Après cet ajustement de corrélation, les successions lithologiques illustrées pour la même séquence par les coupes de Busnardo *et al.* (ME, MS), de M'rabet (MB) et Maalaoui & Zargouni (ML) paraissent assez semblables, avec quelques différences concernant les épaisseurs et les âges attribués à certains niveaux stratigraphiques, en particulier le niveau ML23 de la coupe de Maalaoui & Zargouni attribué par ces auteurs à la partie supérieure du Berriasien inférieur (sous-zone B3) ou à la base du Berriasien moyen par Busnardo *et al.* (1981), puis M'rabet (1987). Notons que Busnardo *et al.* (1981) et M'rabet (1987) n'ont figuré aucun spécimen d'ammonites ou de calpionelles pour les séries berriasienne de la Tunisie centrale qu'ils ont étudiées.

## 3. SUCCESSION LITHOLOGIQUE

Ben Nsir & Boughdiri notent un écart important entre l'épaisseur totale de la coupe ML (368 m) donnée par Maalaoui & Zargouni dans le texte et la valeur (270 m) qui peut être calculée grâce à l'échelle de cette coupe (Fig. 1B, ce travail). Je pense que pour ce genre d'erreurs le lecteur prend en considération les valeurs données dans le texte. Ben Nsir & Boughdiri notent aussi des différences importantes dans l'épaisseur de la séquence étudiée entre la valeur (368 m) donnée par Maalaoui & Zargouni et la valeur (253 m) qui peut être calculée pour la même séquence à partir de la coupe de M'rabet (Fig. 1A, ce travail). En effet, malgré l'écart important entre ces valeurs, il faut noter que pour ces séries marneuses très dilatées avec peu de bancs repères compétents, les épaisseurs attribuées aux niveaux stratigraphiques sont souvent des estimations, variables selon les auteurs, les pendages des couches et les trajets empruntés, sur le terrain, par les auteurs lors du lever de leurs coupes. Par conséquent, les épaisseurs estimées pour un même niveau stratigraphique par deux ou plusieurs auteurs ne seront jamais identiques. Ainsi, l'épaisseur totale qui

peut être calculée pour la séquence étudiée à partir de la coupe ME de Busnardo *et al.* (1981) est de l'ordre de 300 m, au lieu de 253 m d'après la coupe de M'rabet et 368 m selon Maalaoui & Zargouni.

#### 4. RÉPARTITION DES FAUNES

##### 4.1. Les calpionelles

Ben Nsir & Boughdiri notent, avec raison, que Maalaoui & Zargouni (2016b) signalent la première occurrence de *Calpionella alpeptica* Nagy à partir du banc ML12 de leur coupe ML (Fig. 1B, ce travail), alors qu'un spécimen de la même espèce est rapporté par les deux auteurs au banc ML4 sur la légende de leur figure 4/5. Si l'espèce en question est présente dès le banc ML4, les niveaux ML4 à ML11 appartiendront à la sous-zone B3 et non pas à la sous-zone B2. Toutefois, dans le cas d'une erreur sur la légende de la figure 4/5, l'âge attribué par les auteurs pour les niveaux stratigraphiques ML4 à ML11 reste alors inchangé.

Ben Nsir & Boughdiri notent que Maalaoui & Zargouni signalent sur leur figure 3 (Fig. 1B, ce travail) la présence de *Calpionella elliptica* Cadisch dans le banc ML24 et les bancs ML64 et ML66, mais les auteurs ne figurent que deux spécimens de cette espèce provenant tous les deux du banc ML66. Pour cette remarque, je pense que les auteurs ne sont pas obligés de figurer un spécimen pour chaque banc contenant l'espèce en question.

Les deux auteurs (Ben Nsir & Boughdiri) notent, avec raison, que les spécimens de *Calpionella elliptica* et de *Remaniella ferasini* (Catalano), respectivement, les figures 4/8 et 5/5 de Maalaoui & Zargouni (2016b), ont été figurés par les mêmes auteurs dans un article antérieur publié dans la revue *Acta Geologica Polonica* (Maalaoui & Zargouni, 2016a), respectivement, leurs figures 4/5 et 4/10, mais attribués à deux coupes différentes (Jebels Nara et Sidi Khalif), appartenant à un secteur différent de la Tunisie centrale. Il s'agit, comme dans le cas de *Calpionella alpeptica*, d'erreurs de la part des auteurs qui sont imputables à une certaine précipitation dans l'élaboration des figures. Toutefois, en dépit de cette erreur, les âges attribués sur la base de ces deux espèces pour les niveaux stratigraphiques des deux coupes concernées restent inchangés, car, d'une part, les deux spécimens sujets de l'erreur appartiennent à la même sous-zone (sous-zone à *Elliptica*) et d'autre part, les auteurs figurent pour les coupes étudiées dans leurs deux articles d'autres spécimens de *Calpionella elliptica* et de *Remaniella* caractéristiques de la sous-zone en question.

Ben Nsir & Boughdiri pensent que le spécimen de *Remaniella ferasini* susmentionné est déterminé à tort, mais ils n'avancent aucune autre détermination. Or, cette détermination a été validée d'une façon indépendante par deux spécialistes, Iskra Lakova (Bulgarie) et moi-même.

##### 4.2. Les ammonites

Je crois que les déterminations des ammonites ont été vérifiées par Mme Luccia Memmi, éminente spécialiste tunisienne des ammonites du Crétacé inférieur, que les auteurs, Maalaoui & Zargouni, remercient dans leur article.

#### 5. BIOZONES DÉFINIES ET DISCUSSIONS BIOSTRATIGRAPHIQUES

##### 5.1. Echelles de référence

##### 5.2. Biozones de calpionelles

Ben Nsir & Boughdiri donnent sur la partie droite de leur figure 3 (p. 567) un tableau illustrant les biozones de calpionelles (Fig. 2A, colonnes [1] à [6], ce travail) établies pour l'intervalle Berriasien inférieur-Berriasien moyen par différents auteurs et pour des régions différentes du domaine téthysien et proposent des corrélations entre ces différentes échelles et les biozones des ammonites.

Ben Nsir & Boughdiri discutent tout d'abord de la biozotation de Olóriz *et al.* (1995), les deux auteurs pensent, à tort, que :

- a. Olóriz *et al.* (1995) avaient défini quatre sous-zones de calpionelles pour l'intervalle Berriasien inférieur-base du Berriasien moyen, qu'ils nomment de bas en haut (Fig. 2A, colonne [1], ce travail) : sous-zones à Alpina, Doliphormis, Remaniella et Elliptica. En effet, Olóriz *et al.* (1995) n'ont jamais défini de biozones de calpionelles, mais des associations : Associations I à IX (Olóriz *et al.*, 1995, « Tabla 1 », p. 84), avec pour l'intervalle concerné (Fig. 2B, colonne [1], ce travail) : Association VI, qu'ils nomment *Calpionella alpina* isométrica y *Crassicollaria parvula*; Association VII, *Tintinnopsella doliphormis*; Association VIII, « acmé » *Remaniella* et Association IX, *Calpionella elliptica* y *Remaniella*;
- b. Olóriz *et al.* (1995) n'ont jamais corrélié leurs associations aux biozones des calpionelles du bassin vocontien, alors que la Tabla 1 de Olóriz *et al.* (1995, p. 84) illustre indubitablement les corrélations entre les associations I à IX de Olóriz *et al.* (1995) avec les zones A, B, C du bassin vocontien établies par Remane (1985, non 1963); les sous-zones à Remanei, Intermedia du Tithonien supérieur de l'échelle standard des calpionelles (*in*: Remane *et al.*, 1986, « fig. 1 », p. 6) et les sous-zones à Alpina, Remaniella et Elliptica du Berriasien inférieur et moyen des régions ouest méditerranéennes définies par Allemann *et al.* (1971, *in*: Remane *et al.*, 1986, « fig. 1 », p. 6). Ces trois dernières sous-zones ont été attribuées à tort à Olóriz *et al.* (1995) par les auteurs des « Commentaires sur : ». De plus, Olóriz *et al.* (1995) discutent clairement dans leur texte la correspondance de cha-

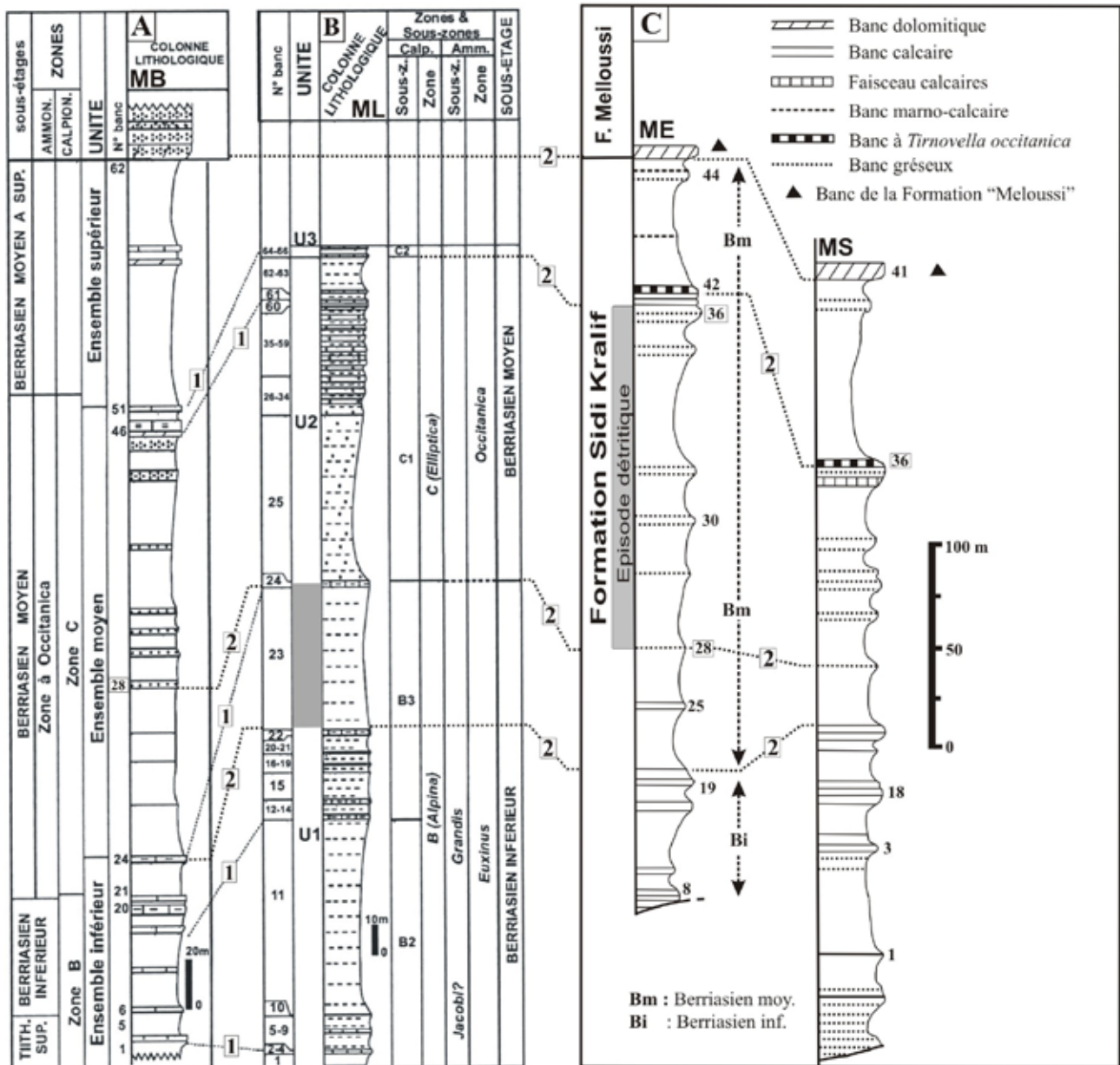


Fig. 1: Corrélations lithologiques de la séquence du Crétacé inférieur au Jebel Meloussi (Tunisie central): **A**, coupe **MB** de M'rabet (1987); **B**, coupe **ML** de Maalaoui & Zargouni (2016b); **C**, coupes **ME** et **MS** de Busnardo *et al.* (1981). **A** et **B**, d'après Ben Nsir & Boughdiri (2016). **1**, Corrélations d'après Ben Nsir & Boughdiri (2016); **2**, corrélations d'après Benzaggagh (ce travail). Voir commentaires dans le texte.

Fig. 1: Lithological correlations of the Lower Cretaceous sequence in the Jebel Meloussi (Central Tunisia). **A**, **MB** section from M'rabet (1987); **B**, **ML** section from Maalaoui & Zargouni (2016b); **C**, **ME** and **MS** sections from Busnardo *et al.* (1981). **A** and **B**, according to Ben Nsir & Boughdiri (2016). **1**, correlations from Ben Nsir & Boughdiri (2016); **2**, correlations from Benzaggagh (this work). See comments in the text.

cune de leurs neuf associations avec les zones du bassin vocontien et les zones de l'échelle standard des calpionelles retenues lors de la Conférence de Rome (Allemann *et al.*, 1971).

Ben Nsir & Boughdiri (2016, p. 565) considèrent la biozonation de Pop (1994, 1997, Fig. 2A, colonne [2], ce travail) comme la biozonation idéale pour une échelle

standard des calpionelles. Toutefois, Pop (1994) avait défini sa sous-zone à Ferasini à une époque où une multitude de formes de *Remaniella* du Berriasien inférieur et moyen était attribuée à la seule espèce, *Remaniella ferasini*. Mais, depuis la révision du genre *Remaniella* par Pop (1996), l'espèce *Remaniella ferasini* telle qu'elle est figurée par Pop (1996, « fig. 1/1, 2/1 ») et Remane (1971,

S.OUS-ETAGES		S.OUS-ETAGES		ZONES & S.-Z. D'AMM.		ZONES ET SOUS-ZONES DES CALPIONELLES SELON LES AUTEURS																									
BERRIASIAN MOYEN		BERRIASIAN MOYEN		Occitanica		REMANE (1963)		A Ben Nsir & Boughdiri (2016)						[1] Oloriz et al. (1995)		[2] Pop (1994, 1997)		[3] Rehakova & Michalik (97)		[4] Gün & Blau (1997)		[5] Trejo (1980)		[6] Benzagagh & Atrops (1995b)		[7] Benzagagh et al. (2012)		[8] Remane (1985)		[8] Remane (1963)	
BERRIASIAN INFERIEUR		BERRIASIAN INFERIEUR		Euxinus		CALPIONELLA		Sup.		Remaniella		Elliptica		Longa		Cadischiana		Elliptica		Elliptica		C1		C2		C1		C2			
TITHONIEN SUP.		Grandis		Jacobini		Subalpina		Doliphormis		Ferasini		Remaniella		Alpina		Alpina		Alpina		Alpina		B1		B2		B3		B3			
TINTINNPSELLA		Privasensis		Dalmasi		Non étudié		B		B		B		B		B		B		B		B		B		B		B			
[1]: Oloriz et al. (1995)		[2]: Pop (1994, 1997)		[3]: Rehakova & Michalik (1997)		[4]: Andreni et al. (2007)		[5]: Boughdiri et al. (2006)		[6]: a: Benzagagh et al. (2012)		b: Ben Abdesslem et al. (2011)		B Benzagagh (ce travail)																	

Fig. 2: Zones et sous-zones des calpionelles du Berriasien inférieur et moyen selon différents auteurs et corrélations. **A**, corrélations d'après Ben Nsir & Boughdiri (2016); **B**, corrélations d'après Benzagagh (ce travail). Les corrélations entre les zones de calpionelles et celles des ammonites sont d'après Ben Nsir & Boughdiri (2016). Voir commentaires dans le texte.

Fig. 2: Lower and Middle Berriasian calpionellid zones and subzones, from various authors and correlations. **A**, correlations from Ben Nsir & Boughdiri (2016). **B**, correlation from Benzagagh (this work). Correlations between calpionellid and ammonite zones are from Ben Nsir & Boughdiri (2016). See comments in the text.

« fig. 8/21 ») est limitée aux formes à lorica plus ou moins large, à pôle aboral arrondi ou légèrement pointu, possédant un col typique, formé de deux pièces pseudo-triangulaires non jointives. Or ce type de col n'apparaît chez le genre *Remaniella* qu'à partir de la zone à Elliptica du Berriasien moyen. D'ailleurs, le seul spécimen de cette espèce, figuré par Pop (1996, « fig. 2/16 ») provient de cette zone.

Dans les coupes du Rif externe, au Maroc (Benzagagh, 2000, « pl. 6, fig. 7 ») et du nord de la Tunisie (Ben Abdesslem-Mahdaoui et al., 2011, « pl. 1/11-12 »), les formes de *Remaniella* possédant ce type de col n'apparaissent qu'à partir de la zone à Elliptica et ne deviennent

fréquentes que dans la partie supérieure de cette zone (sous-zone C2). Ces formes ont été déterminées par les auteurs cités ci-dessus, sous le nom de *Remaniella ferasini*, **forme large**. Ces mêmes formes se rencontrent dans des niveaux semblables de la zone à Elliptica de la coupe de Kolor, au nord-ouest de l'Iran (Benzagagh et al., 2012, « fig. 10A-D ») déterminées cette fois-ci sous le nom de *Remaniella ferasini*, conformément à la révision du genre *Remaniella* par Pop (1996).

Dans les niveaux du Berriasien inférieur correspondant à la sous-zone à Ferasini de Pop (1994), équivalente aux sous-zones B2 et B3 de Benzagagh & Atrops (1995b) et Benzagagh (2000) (Fig. 2B, colonne [6], ce travail) où

apparaissent le genre *Remaniella*, on rencontre d'abord de rares formes atypiques de *Remaniella*, à lorica petite et ovale, à pôle aboral pointu et à col très peu marqué, qui peuvent être regroupées sous le nom de *Remaniella gr. duranddelgai* Pop (cf. «fig. 5/1-2», in: Maalaoui & Zargouni, 2016) ou *Remaniella catalanoi* Pop («fig. 2/10-15», in: Pop, 1996 et «pl. 1, fig. 13, non 14», in: Grün & Blau, 1997); voir aussi Association VII de Olóriz *et al.*, 1995, p. 90).

Ces premiers représentants du genre *Remaniella* ont des formes et des tailles semblables à celles de *Tintinnopsella*, des mêmes niveaux stratigraphiques, dont ils dérivent: cf. *Tintinnopsella doliphormis* (Colom) (in: Olóriz *et al.*, 1995, «Lámina 1, fig. 19») et *Tintinnopsella pseudocarpathica* (in: Benzaggagh *et al.*, 2012, «fig. 6/M-N» p. 362). Ensuite apparaissent des formes plus typiques du genre *Remaniella*, avec un col double en forme de croissant, déterminées comme *Remaniella ferasini* (in: Benzaggagh, 2000, «pl. 6, fig. 4», sous-zone B2) ou *Remaniella duranddelgai* Pop (in: Ben Abdesselam-Mahdaoui *et al.*, 2011, «pl. 1/6-7», sous-zone B3). Olóriz *et al.* (1995) figurent un spécimen assez semblable («Lámina I, fig. 25») qu'ils déterminent comme *Remaniella cadischiana* (Colom) et qui appartient à leur Association à Doliphormis, équivalente à la sous-zone B2 de Benzaggagh & Atrops (1995b).

Ainsi, suite aux données exposées ci-dessus, il est légitime de considérer que la sous-zone à Ferasini du Berriasien inférieur (zone B ou zone à Alpina) de Pop (1994) n'est pas valide, car elle a été définie sur la base d'une espèce qui fait son apparition plus tard, dans la zone C (ou zone à Elliptica) du Berriasien moyen. Cette sous-zone à Ferasini était nommée, sous-zone à *Remaniella* par Allemann *et al.* (1971, in: Remane *et al.*, 1986), puis par Pop (1974, 1976, in: Remane, 1986, «Table I»), ce qui est plus raisonnable, bien que discutable. D'autre part, les sous-zones à Longa de Pop (1994) et à Cadischiana de Trejo (1980, non Andreini *et al.*, 2007, comme donnée par Ben Nsir & Boughdiri, sur la colonne [4] de leur figure 3), puis Grün & Blau (1997), sont également des sous-zones non valides, car leurs espèces indices, respectivement *Tintinnopsella longa* (Colom) et *Remaniella cadischiana* sont rares dans les niveaux du Berriasien moyen et ont des apparitions sporadiques. Ces deux espèces ne deviennent réellement fréquentes qu'à partir de la base du Berriasien supérieur (zone D, ou zone à *Calpionellopsis*, entre autres: Remane (1971, «fig. 8»); Remane (1985, «fig. 14»); Grün & Blau (1997, «fig. 2»); Benzaggagh (2000, «fig. 99»); Benzaggagh *et al.*, (2012, «fig. 16»); Lakova & Petrova (2013, «Text-fig. 3»). En effet, la sous-zone à Longa (Pop, 1994) correspond à la zone C de Remane (1963) ou à la sous-zone C2 de Benzaggagh (2000, Fig. 2B, ce travail) et qui se caractérise par une large dominance de *Tintinnopsella carpathica* (Murgeanu & Filipescu) par rapport à *Calpionella alpina* Lorenz. Cette sous-zone pourrait être nommée sous-zone à *Carpathica* au lieu de sous-zone

à Longa. En outre, *Tintinnopsella longa* et *Remaniella cadischiana* sont toujours associées à des espèces à valeur stratigraphique plus fiable, telles que: *Calpionella elliptica* dans la partie supérieure de la zone à Elliptica, puis *Calpionellopsis simplex* (Colom) et *Calpionellopsis oblonga* (Cadisch) dans la zone D (ou zone à *Calpionellopsis*). Remane (1986, «Table I», p. 16) avait corrélé la sous-zone à Cadischiana de Trejo (1980), qui correspond à la partie supérieure de la zone à Elliptica, avec la partie inférieure de la sous-zone D1 (sous-zone à Simplex) du Berriasien supérieur où apparaissent et prolifèrent les vraies formes de *Remaniella cadischiana*.

Ben Nsir & Boughdiri notent avec raison que la limite inférieure de la zone C, *sensu* Remane (1963) et marquée par une inversion dans les abondances relatives des espèces de *Calpionella alpina* et de *Tintinnopsella carpathica*. Ils notent également que cette inversion de fréquence entre ces deux espèces se place entre les sous-zones C1 et C2 de Benzaggagh & Atrops (1995b) et Benzaggagh (2000). Les auteurs concluent que la limite inférieure de la zone C, telle qu'elle est définie par Remane (1963) devrait se situer à la base de la sous-zone C2 de Benzaggagh & Atrops (1995b) et non pas à la base de la sous-zone C1 comme indiqué dans les travaux de Benzaggagh & Atrops (1995b), Benzaggagh (2000), Ben Abdesselam-Mahdaoui *et al.* (2011), Benzaggagh *et al.* (2012) et Maalaoui & Zargouni (2016b). Toutefois, les auteurs des «Commentaires sur:» ont omis que Remane (1985) avait modifié la définition de la limite inférieure de sa zone C. Ainsi, Remane (1985, p. 566) écrit: «*The range of Calpionella elliptica matches fairly well with Zone C, but in SE France, this species is somewhat sporadic.*

*The best phylogenetic control of the boundary of Zone C is attained when it is made to coincide with the appearance of large typical T. carpathica.*

D'après Remane (1985, «fig. 14», p. 565) et Remane (1986, p. 18), la zone C telle qu'elle est redéfinie par son auteur correspond à l'extension stratigraphique de l'espèce *Calpionella elliptica*. En plus, Remane (1986, «Table I», p. 16) avait corrélé la sous-zone à Elliptica de Pop (1974, 1976) et la zone à Elliptica de Allemann *et al.* (1975) avec sa zone C.

Dans les coupes du Rif externe au Maroc, la présence avec des fréquences significatives des formes typiques de *Tintinnopsella carpathica*, à lorica large et ovale, avec pôle aboral pointu, mené d'un appendice caudal et un col en demi-croissant bien développé, est presque synchrone de l'apparition des premières formes typiques de *Calpionella elliptica* (voir Benzaggagh, 2000, «fig. 99»). En Tunisie centrale, Busnardo *et al.* (1976, p. 243, calpionelles et ammonites déterminées par Le Hégarat) écrivent: «*L'apparition de Calpionella elliptica (Kralif 62, Krakrmat 6, Djeridi 12) marque le début de la zone C (zone à Elliptica) correspondant approximativement au Berriasien moyen, ...*».

Ben Nsir & Boughdiri ont aussi omis que la zone à Elliptica (ou zone C) *sensu* Benzaggagh & Atrops (1995b)



et Benzaggagh (2000) est définie dans les deux travaux (respectivement, p. 685 et p. 207), comme suit : « Cette zone débute à l'apparition des véritables *Calpionella elliptica* Cadisch, forme allongée dont le rapport L/l est supérieur ou égal à 1,5 » (voir aussi Benzaggagh, 2000, « pl. 6, fig. 5-6 »). Cette définition de l'espèce *Calpionella elliptica* exclut de facto toutes les formes relativement allongées de *Calpionella alpina* de la partie supérieure de la zone B (sous-zone B3, Benzaggagh & Atrops, 1995b), désignées sous les noms de *Calpionella* sp. par Remane, *Calpionella* aff. *elliptica* (Benzaggagh & Atrops, 1995b; Benzaggagh, 2000, « pl. 6, fig. 3 ») ou *Calpionella alpeptica* (Nagy, 1986, « pl. I/5 »; Benzaggagh *et al.*, 2012, « fig. 6/K-L »). Ainsi, la limite inférieure de la zone C (ou zone à *Elliptica*) *sensu* Benzaggagh & Atrops (1995b) est bien définie et ne peut prêter à aucune confusion. Sa limite supérieure est également bien définie ; elle est marquée dans plusieurs coupes du Rif externe au Maroc, du nord de la Tunisie et dans la coupe de Kolor au nord-ouest de l'Iran par un mince horizon caractérisé par la présence de formes atypiques de *Calpionella elliptica* (Benzaggagh, 2000, p. 207; Benzaggagh *et al.*, 2012, pp. 265-266, « fig. 9B-C »; Ben Abdesselam-Mahdaoui *et al.*, 2011, « pl. 1/9 ») tandis que l'extrême base de la sous-zone sus-jacente (sous-zone D1, ou sous-zone à Simplex) est marquée dans la plupart des coupes des secteurs cités ci-dessus par un mince horizon de chevauchement des dernières *Calpionella elliptica* et des premières *Calpionellopsis simplex* (Benzaggagh *et al.*, 2012, p. 266; Ben Abdesselam-Mahdaoui *et al.*, 2011, p. 535). Au sein de cette zone, Benzaggagh & Atrops (1995b) et Benzaggagh (2000, « fig. 99 ») notent une inversion des fréquences de *Calpionella alpina* et de *Tintinnopsella carpathica*. Ce changement majeur dans la composition des faunes des calpionelles a permis à ces auteurs de subdiviser leur zone C en deux sous-zones : C1 et C2. Ces mêmes auteurs notent la présence dans la partie supérieure de leur sous-zone C2 d'un intervalle marqué par une relative abondance des représentants du genre *Remaniella*, qu'ils déterminent comme *Remaniella ferasini* (Benzaggagh, 2000, « fig. 99 »), actuellement on y a reconnu, entre autres, les espèces : *Remaniella ferasini*, *Remaniella colomi* Pop, *Remaniella durandelgai*. Cet intervalle stratigraphique a été considéré par Trejo (1980), Grün & Blau (1997), puis Andreini *et al.* (2007) comme une sous-zone indépendante, qu'ils nomment sous-zone à Cadischiana et qui pourrait normalement être nommée intervalle ou sous-zone à Ferasini ou à Colomi.

Sur leur figure 3, Ben Nsir & Boughdiri ont corrélié à tort les sous-zones à *Elliptica* de Pop (Fig. 2A, colonne [2]), de Reháková & Michalik (2011) (Fig. 2A, colonne [3]) et de Andreini *et al.* (Fig. 2A, colonne [4]), qui sont définies dans tous ces travaux sur la base de l'espèce *Calpionella elliptica* avec la sous-zone B3 de Benzaggagh & Atrops (1995b), qui est définie sur la base de l'espèce *Calpionella* aff. *elliptica* ou *Calpionella alpeptica*.

Ben Nsir & Boughdiri ont interprété dans leur texte (pp.

565-566), la figure 16 (p. 282, non p. 30) de Benzaggagh *et al.* (2012), comme suit : « les corrélations de Benzaggagh *et al.* (2012; fig. 16, p. 30) avec d'autres biozonations dont celle de Remane (1971) admettent que, (1) la sous-zone C1 des calpionelles est équivalente à l'ensemble de la zone C de Remane, (2) la sous-zone C2 est un équivalent de la partie inférieure de la sous-zone D1 du même auteur et, (3) un âge Berriasien moyen est à assigner à l'ensemble C1 plus C2 ». Cette interprétation hasardeuse de la part des auteurs des « Commentaires : sur » est due à une fausse lecture de la figure 16 (p. 282) de Benzaggagh *et al.* (2012). En effet, il est très clair que la figure en question, comme leur figure 3, est constituée de deux parties indépendantes l'une de l'autre, avec une partie à gauche (colonnes I, II, III et IV) présentant les biozones de calpionelles définies par différents auteurs, et une partie à droite (colonne V) illustrant l'extension stratigraphique, les fréquences relatives des différentes espèces de calpionelles et les biozones de ce groupe fossile pour l'intervalle stratigraphique allant du sommet du Tithonien à Valanginien supérieur, définies à partir de données issues de plusieurs coupes du Rif externe (Benzaggagh & Atrops 1995a, 1995b; Benzaggagh, 2000; Benzaggagh *et al.*, 2010) et la coupe de Kolor, au nord-ouest de l'Iran (Benzaggagh *et al.*, 2012). Ces deux parties de la figure 16 de Benzaggagh *et al.* (2012) sont clairement séparées l'une de l'autre par un double trait, ce qui signifie sans ambiguïté que les corrélations ou les comparaisons latérales sont valables à l'intérieur d'une même partie, mais pas entre les deux parties de la figure en question. De plus, nulle part dans le texte, les auteurs (Benzaggagh *et al.*, 2012), n'affirment que leur sous-zone C1 est équivalente à leurs sous-zones C1 plus C2, comme suggéré par Ben Nsir & Boughdiri sur leur figure 3 (Fig. 2A, colonnes [6a, b], ce travail), ou que leur sous-zone C2, du Berriasien moyen est équivalente à la partie inférieure de la sous-zone D1 du Berriasien supérieur, comme le prétendent les auteurs des « Commentaires : sur » dans leur texte (p. 566).

Quant aux corrélations entre les zones des calpionelles et celles des ammonites que proposent Ben Nsir & Boughdiri sur leur figure 3 (Fig. 2A, ce travail), il faut noter que toutes les biozones de calpionelles qu'ils illustrent sur cette figure ont été définies à partir de coupes sans ammonites, à l'exception de la sous-zone B1 (Benzaggagh & Atrops, 1995a, b; Benzaggagh *et al.*, 2010) qui a été corréliée avec la sous-zone à Jacobi sur la base des ammonites (coupe Y de la région de Msila du Préfif interne, Maroc). D'autre part, les auteurs limitent leurs corrélations aux deux travaux majeurs de Le Hégarat (1973) et Le Hégarat & Remane (1968) et négligent, une fois de plus, les données des travaux récents effectués sur des coupes offrant un bon étalonnage entre les calpionelles, les ammonites, les nannofossiles et la magnétostratigraphie, entre autres : Michalik & Reháková (2011) pour le sud-est de l'Espagne, Wimbledon *et al.* (2011, 2013), Bulot *et al.* (2014), Frau *et al.* (2015, 2016a-c)

pour le bassin vocontien du sud-est de la France. Ces travaux ont montré que la limite inférieure de la sous-zone à Jacobi se situe au sein de la zone à *Crassicollaria* des calpionelles et ne coïncide donc pas avec la base de la zone à Alpina, comme habituellement admis dans les travaux antérieurs et donné sur la figure 3 de Ben Nsir & Boughdiri. De même, la base de la zone à Occitanica ne coïncide pas avec la limite inférieure de la zone à Elliptica.

## CONCLUSION

Je crois que les auteurs de l'article « Commentaires : sur » pourront contribuer à mieux préciser les associations des biozones des calpionelles du Berriasien et leurs correspondances avec les biozones d'ammonites, mais en s'appuyant sur des coupes nouvelles soigneusement levées dans les magnifiques affleurements à ammonites et calpionelles du Berriasien de la Tunisie centrale, au lieu de se restreindre aux données des travaux antérieurs.

## REMERCIEMENTS

L'auteur remercie vivement les professeurs Lionel Cavin et André Piuze, éditeurs de la *Revue Paléobiologie*, et les deux experts anonymes pour leurs précieuses remarques et suggestions qui ont contribué à améliorer la qualité scientifique de ce manuscrit.

## RÉFÉRENCES

- Allemand F., Catalano R., Fares F. & Remane J. 1971. Standard Calpionellid zonation (Upper Tithonian-Valanginian) of the Western Mediterranean province. In: Farinacci A. (Ed.), *Proceedings of the II Planktonic Conference, Roma 1970*, 2: 1337-1340.
- Allemand F., Grün W. & Wiedmen J. 1975. The Berriasian of Caravaca (Prov. of Murcia) in the subbetic zone of Spain and its importance for defining this stage and the Jurassic-Cretaceous boundary. In: Colloque sur la limite Jurassique-Crétacé. Lyon, Neuchâtel 1973. *Mémoires du Bureau de Recherches Géologiques et Minières, Paris*, 86: 14-22.
- Andreini G., Caracul J. E. & Parisi G. 2007. Calpionellid biostratigraphy of the upper Tithonian-upper Valanginian interval in western Sicily (Italy). *Swiss Journal of Geosciences*, 100: 179-198.
- Ben Abdesselam-Mahdaoui S., Benzaggagh M., Razgallah S., Rebah A. & Rakia B. 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(7): 527-535.
- Ben Nsir S. & Boughdiri M. 2016. Commentaires sur: « Biozones de calpionelles et d'ammonites du Berriasien inférieur et moyen de la Formation Sidi Khalif au Jebel Meloussi, Tunisie centrale » par Kamel Maalaoui & Fouad Zargouni. *Revue de Paléobiologie*, 35(1): 373-384. *Revue de Paléobiologie*, 35(2): 561-569.
- Benzaggagh M. 2000. Le Malm supérieur et le Berriasien dans le Prérif interne (Rif, Maroc): biostratigraphie, lithostratigraphie, paléogéographie et évolution tectono-sédimentaire. *Documents du Laboratoire de Géologie de Lyon*, 152: 374 pp.
- Benzaggagh M. & Atrops F. 1995a. Les zones à *Chitinoïdella* et à *Crassicollaria* (Tithonien) dans la partie interne du Prérif (Maroc). Données nouvelles et corrélations avec les zones d'ammonites. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de Paris*, 320: 227-234.
- Benzaggagh M. & Atrops F. 1995b. Données nouvelles sur la succession des calpionelles du Berriasien dans le Prérif et le Mésorif (Rif, Maroc). *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de Paris*, 321: 681-688.
- 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.
- Benzaggagh M., Cecca F., Schnyder J., Seyed-Emami K. & Majidifard M. R. 2012. Calpionelles et microfaunes pélagiques du Jurassique supérieur-Crétacé inférieur dans les Formations Shal et Kolor (Montagnes du Talesh, chaîne de l'Elbourz, Nord-Ouest Iran). Répartition stratigraphique, espèces nouvelles, révision systématique et comparaisons régionales. *Annales de Paléontologie*, 98: 253-301.
- Bulot L. G., Frau C. & Wimbledon W. A. P. 2014. New and poorly known Perisphinctoidea (Ammonitina) from the Upper Tithonian of Le Chouet (Drôme, SE France). *Volumina Jurassica*, 12(1): 113-128.
- Busnardo R., Donze P., Le Hégarat G., Memmi L. & M'rabet A. 1976. Précisions biostratigraphiques nouvelles sur le Berriasien des Djebel Nara et Sidi Kralif (Tunisie centrale). *Geobios*, 9: 231-249.
- Busnardo R., Donze P., Khessibi M., Le Hégarat G., Memmi L. & M'rabet A. 1981. La Formation Sidi Kralif (Tithonien-Berriasien) en Tunisie centrale, synthèse stratigraphique et sédimentologique. *Annales des Mines et de la Géologie, Tunis*, 31: 115-122.
- Frau C., Bulot L. G. & Wimbledon W. A. P. 2015. Upper Tithonian Himalayitidae Spath, 1925 (Perisphinctoidea, Ammonitina) from Le Chouet (Drôme, France): implications for the systematics. *Geologica carpathica*, 66(2): 117-132.
- Frau C., Bulot L. G., Wimbledon W. A. P. & Ifrim C. 2016a. Upper Tithonian ammonites (Himalayitidae Spath, 1925 and Neocomitidae Salfeld, 1921) from Charens (Drôme, France). *Geologica Carpathica*, 67(6): 543-559.
- Frau C., Bulot L. G., Wimbledon W. A. P. & Ifrim C. 2016b. Systematic palaeontology of the Perisphinctoidea across the Jurassic/Cretaceous boundary at Le Chouet (Drôme, France) and its biostratigraphic implications. *Acta Geologica Polonica*, 66(2): 175-204.
- Frau C., Bulot L. G., Reháková D., Wimbledon W. A. P. & Ifrim C. 2016c. Revision of the ammonite index species *Berriasella jacobi* Mazenot, 1939 and its consequences for the biostratigraphy of the Berriasian Stage. *Cretaceous Research*, 66: 94-114.
- Grün B. & Blau J. 1997. New aspects of calpionellid biochronology: proposal for a revised calpionellid zonal and subzonal division. *Revue de Paléobiologie*, 16: 197-214.
- Lakova I. & Petrova S. 2013. Towards a standard Tithonian to Valanginian calpionellid zonation of the Tethyan Realm. *Acta Geologica Polonica*, 63(2): 201-221.

- Le Hégarat G. 1973. Le Berriasien du Sud-Est de la France. *Documents des Laboratoires de Géologie de Lyon* 43: 1-576.
- Le Hégarat G. & Remane J. 1968. Tithonique supérieur et Berriasien de l'Ardèche et de l'Hérault : corrélation des ammonites et des calpionelles. *Geobios*, 1 : 7-70.
- Maalaoui K. & Zargouni F. 2016a. The Lower and Middle Berriasian in Central Tunisia : Integrated ammonite and calpionellid biostratigraphy of the Sidi Kralif Formation. *Acta Geologica Polonica*, 66(1), 43-58.
- Maalaoui K. & Zargouni F. 2016b. Biozones de calpionelles et d'ammonites du Berriasien inférieur et moyen de la Formation Sidi Khalif au Jebel Meloussi, Tunisie centrale. *Revue de Paléobiologie*, 35(1), 373-384.
- M'rabet A. 1987. Stratigraphie, sédimentation et diagenèse carbonatée des séries du Crétacé inférieur de Tunisie centrale. *Annales des Mines et de la Géologie, Tunis*, 405 pp.
- Michalik J. & Reháková D. 2011. Possible markers of the Jurassic/Cretaceous boundary in the Mediterranean Tethys : A review and state of art. *Geoscience Frontiers*, 2(4) : 475-490.
- Nagy I. 1986. Investigation of calpionellids from the Mecsek mountains (S. Hungary). *Acta Geologica Hungarica*, 29 : 45-64.
- Olóriz F., Caracuel J. E., Lopez-Marques B. & Rodriguez-Tovar F. J. 1995. Asociaciones de Tintinnoides en facies ammonítico rosso de la Sierra Norte (Mallorca). *Revista española de Paleontología*, N° Homenaje al Dr. G. Colom, 7 : 77-93.
- Pop G. 1974. Les Zones des Calpionelles tithonique-valanginiennes du sillon de Resita (Carpathes méridionales). *Revue Roumaine de Géologie, Géophysique et Géographie, Géologie*, 18 : 109-125.
- Pop G. 1976. Tithonian-Valanginian calpionellid zones from Cuba. *Dări de Seamă ale Ședințelor Institutul de Geologie și Geofizică*, 3. Paleontologie 62 : 237-266
- Pop G. 1994. Calpionellid evolutive events and their use in biostratigraphy. *Romanian Journal of Stratigraphy*, 76 : 7-24.
- Pop G. 1996. Trois nouvelles espèces du genre *Remaniella* (Calpionellidae Bonet, 1956). *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de Paris*, 332 : 317-323.
- Pop G. 1997. Tithonian to Hauterivian praecalpionellids and calpionellids : bioevents and biozones. *Mineralia Slovaca*, 29 : 304-305.
- Reháková D. & Michalik J. 1997. Evolution and distribution of calpionellids-the most characteristic constituents of lower Cretaceous Tethyan microplankton. *Cretaceous Research*, 18 : 493-504.
- Remane J. 1963. Les Calpionelles dans les couches de passage Jurassique-Crétacé de la fosse vocontienne. *Travaux du Laboratoire de Géologie de la Faculté des Sciences de Grenoble*, 39 : 25-82.
- Remane J. 1971. Les calpionelles, protozoaires pélagiques des mers mésogéennes de l'époque secondaire. *Annales Guébhard*, 47 : 1-25.
- Remane J. 1985. Calpionellids. In: Bolli H.M. et al. (Eds): Plankton Stratigraphy. *Cambridge University Press*, London, pp. 555-572.
- Remane J. 1986. Calpionellids and the Jurassic-Cretaceous boundary. *Acta Geologica Hungarica*, 29(1/2) : 15-25.
- Remane J., Borza K., Nagy I., Bakalova-Ivanova D., Knauer J., Pop G. & Tardi-Filacz E. 1986. Agreement on the subdivision of the standard calpionellid zones defined at the IInd Planktonic Conference Roma 1970. *Acta Geologica Hungarica*, 29 : 5-14.
- Trejo M. 1980. Distribucion estratigrafica de los Tintinidos Mesozoicos Mexicanos. *Revista Instituto Mexicano Petróleo*, 12 : 4-13.
- Wimbledon W. A. P., Casellato C. E., Reháková D., Bulot L. G., Erba E., Gardin S., Verreussel R. M. C. H., Munsterman D. K. & Hunt C. 2011. Fixing a basal Berriasian and Jurassic-Cretaceous (J/K) boundary - perhaps there is some light at the end of the tunnel? *Rivista Italiana di Stratigrafia e Paleontologia*, 117 : 295-307.
- Wimbledon W. A. P., Reháková D., Pszczółkowski A., Casellato C. E., Halásová E., Frau C., Bulot L. G., Grabowski J., Sobieñ K., Pruner P., Schnabl P. & Čížková K. 2013. A preliminary account of the bio- and magnetostratigraphy of the upper Tithonian-lower Berriasian interval at Le Chouet, Drôme (SE France). *Geologica Carpathica*, 64 : 437-460.