

REVUE DE

VOLUME 35(1) – 2016

PALÉOBIOLOGIE

mséum
genève

Une institution
Ville de Genève

www.museum-geneve.ch



Biozones de calpionelles et d'ammonites du Berriasien inférieur et moyen de la Formation Sidi Kralif au Jebel Meloussi, Tunisie centrale

Kamel MAALAOUI^{1,2} & Fouad ZARGOUNI²

¹ Office National des Mines, Service Géologique, 24, rue de l'Énergie, 2035, La Chargaia, Tunis. BP: 215 - 1080 Tunis Cedex, Tunisie. E-mail: kamelmaalaoui2@gmail.com

² Département des Sciences de la Terre, FST, Université Tunis El Manar, Tunis, Tunisie

Résumé

L'étude détaillée de la coupe de Sidi Kralif au Jebel Meloussi a permis d'identifier les principales zones et sous-zones de calpionelles et des ammonites du Berriasien inférieur et Berriasien moyen. Ainsi, les sous-zones B2, B3, C1 et C2 de calpionelles, la Sous-zone à Grandis et la Zone à Occitanica des ammonites ont été bien caractérisées. Les associations des biozones de calpionelles de la coupe étudiée ont été comparées aux associations signalées dans d'autres régions du globe, en particulier le Sud-Est de la France et le Rif externe (Maroc).

Mots-clés

Formation Sidi Kralif, Jebel Meloussi, Berriasien, Ammonites, Calpionelles, Tunisie centrale.

Abstract

Calpionellids and ammonites biozones of the Lower and Middle-Berriasian of Sidi Kralif Formation in Jebel Meloussi, Central Tunisia.- The detailed study of the Sidi Kralif Formation in Jebel Meloussi allowed to identify the principal zones and subzones of calpionellids and ammonites in the Lower to Middle Berriasian. Thus, the B2, B3, C1 and C2 subzones of calpionellids, the Grandis Subzone and Occitanica Zone of ammonites have been well characterized. Calpionellids associations of biozones of the studied section were compared with the associations reported in other regions of the globe, particularly the South-East of France and the external Rif (Morocco).

Keywords

Sidi Kralif Formation, Jebel Meloussi, Berriasian, Ammonites, Calpionellids, Central Tunisia.

1. INTRODUCTION

En Tunisie centrale, la Formation Sidi Kralif est connue par sa richesse en faunes d'ammonites et de calpionelles et par de bonnes conditions d'affleurement.

Cette formation à faciès marno-calcaire avait intéressé plusieurs géologues, et ce depuis la découverte du Jurassique au Jebel Nara par Dumon (1935). Schoeller (1937) avait récolté une riche faune d'ammonite qui a été déterminée par Breistroffer (1937). Ensuite, les travaux de recherche se sont succédé sur cette formation. Burollet (1956) y signale des ammonites, des brachiopodes, des ostréidés et des calpionelles du Berriasien. Memmi (1967) avait caractérisé plusieurs associations d'ammonites du Tithonien supérieur et du Berriasien, dont trois associations sont caractéristiques de ce dernier étage. Busnardo *et al.* (1976, 1981) ont publié une première mise au point sur les niveaux de passage Jurassique-Crétacé de la Formation Sidi Kralif et ont caractérisé le

Berriasien basal conformément aux recommandations du colloque sur la limite Jurassique-Crétacé de Lyon-Neuchâtel (1973).

Malgré ces travaux, cette formation reste le sujet de plusieurs controverses concernant son âge qui, selon les auteurs, varie du Tithonien à Valanginien voire Hauterivien. Busnardo *et al.* (1981) considèrent que la base et le sommet de la Formation Sidi Kralif sont diachrones, ainsi sa base est attribuée au Tithonien inférieur à la latitude du Bouhedma et Tithonien supérieur au Jebel Sidi Kralif; son sommet est considéré comme d'âge Tithonien supérieur au Bouhedma et Berriasien supérieur au nord du Jebel Nara.

Un découpage lithostratigraphique de la Formation Sidi Kralif au Jebel Meloussi a été établi par M'Rabet (1987). Grâce aux faunes d'ammonites et de calpionelles, l'auteur date cette formation du Tithonien supérieur à Berriasien moyen à supérieur.

Le découpage stratigraphique établi par M'Rabet (1987)

a servi comme support chronostratigraphique pour une étude pluridisciplinaire réalisée par Schnyder *et al.* (2005) sur les argiles de la Formation Sidi Kralif au Jebel Meloussi, mais sans révision biostratigraphique.

Dans le secteur étudié, la Formation Sidi Kralif est surmontée par la Formation Meloussi, qui est essentiellement détritique. M'Rabet (1987), en tenant compte du caractère diachrone du sommet de la Formation Sidi Kralif, considère que la base de la Formation Meloussi est également diachrone.

A la suite de ces données contradictoires sur l'âge de la Formation Sidi Kralif, nous avons jugé nécessaire de préciser l'âge de cette formation et ses découpages litho- et biostratigraphiques en utilisant les meilleurs marqueurs biostratigraphiques : les ammonites et les calpionelles.

2. CADRE GÉOGRAPHIQUE ET GÉOLOGIQUE DU SECTEUR ÉTUDIÉ

Le secteur étudié appartient à l'Atlas tunisien central. Il est situé sur la carte topographique à 1/50.000, n° 103 du Jebel Meloussi, à environ 20 km au nord-ouest de la ville

de Meknassy (Fig. 1). La coupe étudiée occupe le cœur de l'anticlinal de Jebel Meloussi, elle se situe à quelques mètres à l'ouest de la piste de Khanguet Zebbag qui mène à la ville de Menzel Bouzaiane et au point de coordonnées $34^{\circ}45'23.93''\text{N}/9^{\circ}27'27.93''\text{E}$.

Les travaux sur l'Atlas tunisien central ont donné lieu à un nombre important de publications, entre autres : Lafite (1939), Castany (1951), Delteil *et al.* (1979, 1981), Zargouni (1985), Ben Ayed (1993), Khessibi (1978), Rabhi (1999), Bedir (1995), Ben Youssef (1999) et Ouali (2007). Sur le plan structural, l'Atlas tunisien central est caractérisé par des plis anticlinaux de direction moyenne N40 à N60 de type cylindrique, vers le sud-est, séparés par de vastes structures synclinales (Boukadi, 1994). Du point de vue paléogéographique, les dépôts du Tithonien dans la Tunisie centrale correspondent, d'après Busnardo *et al.* (1981), à une plate-forme carbonatée externe qui passe à une plate-forme littorale dans la région des Chotts. Les apports argilo-sableux qui arrivent du sud-ouest atteignent les environs du Jebel Meloussi et ils atteignent le secteur de Nara, situé au nord-est, plus tard au Berriasien moyen à supérieur.

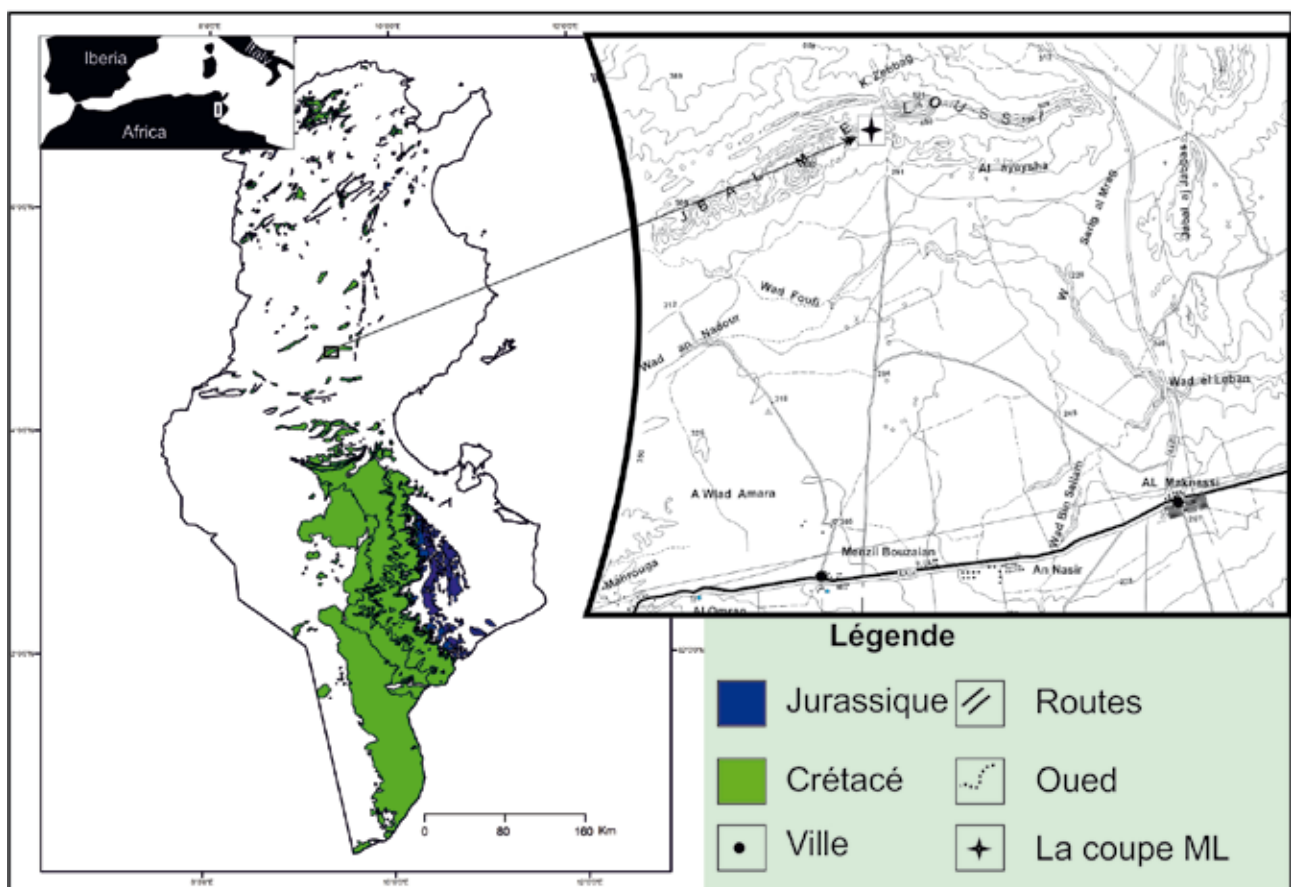


Fig. 1: Carte de localisation des affleurements du Jurassique et du Crétacé avec emplacement de la coupe étudiée (ML) au Jebel Meloussi.

3. MÉTHODOLOGIE

Le présent travail utilise une approche biostratigraphique combinée, basée sur l'étude en lames minces de la microfaune de calpionelles et les déterminations paléontologiques des spécimens d'ammonites récoltés. Ces derniers ont été soigneusement repérés sur la coupe.

4. SUCCESSION LITHOLOGIQUE ET RÉPARTITION DES FAUNES

4.1. Succession lithologique

La Formation Sidi Kralif (Figs 2-3) est constituée essentiellement d'argiles vertes admettant de nombreuses intercalations de bancs calcaires. Toutefois, de fréquents lits de silts et de sables fins marquent sa partie sommitale. Les échantillons pétrographiques prélevés sont souvent riches en calpionelles. Certains niveaux de la coupe sont riches en macrofaune : ammonites, bélemnites et bivalves.

La coupe du Jebel Meloussi (coupe ML, Fig. 3), épaisse d'environ 368 m, peut être subdivisée en trois unités lithostratigraphiques, de bas en haut :

Unité U1 (ML1-ML23)

Cette unité, puissante de 118 m environ, est essentiellement marneuse ; elle montre plusieurs bancs calcaires, en particulier dans sa partie médiane. La coupe ML débute par un niveau marneux, suivi d'un banc de calcaire bioclastique de direction N110 et de pendage 60W, riche en fragments de coquilles d'ammonites, en rostrés de bélemnites en particulier, au point de coordonnées GPS 34°45'23.92"N/9°27'28.05"E, altitude 312 m environ (Fig. 2).

Unité U2 (ML24-ML63)

Dans cette unité, puissante de 220 m environ, les niveaux marneux deviennent nettement plus épais ; elle est aussi caractérisée par des décharges détritiques sous forme de lits argilo-gréseux d'épaisseur centimétrique marquant un important changement dans la sédimentation.



Fig. 2: Vue d'ensemble montrant la Formation Sidi Kralif au Jebel Meloussi et les formations sus-jacentes.

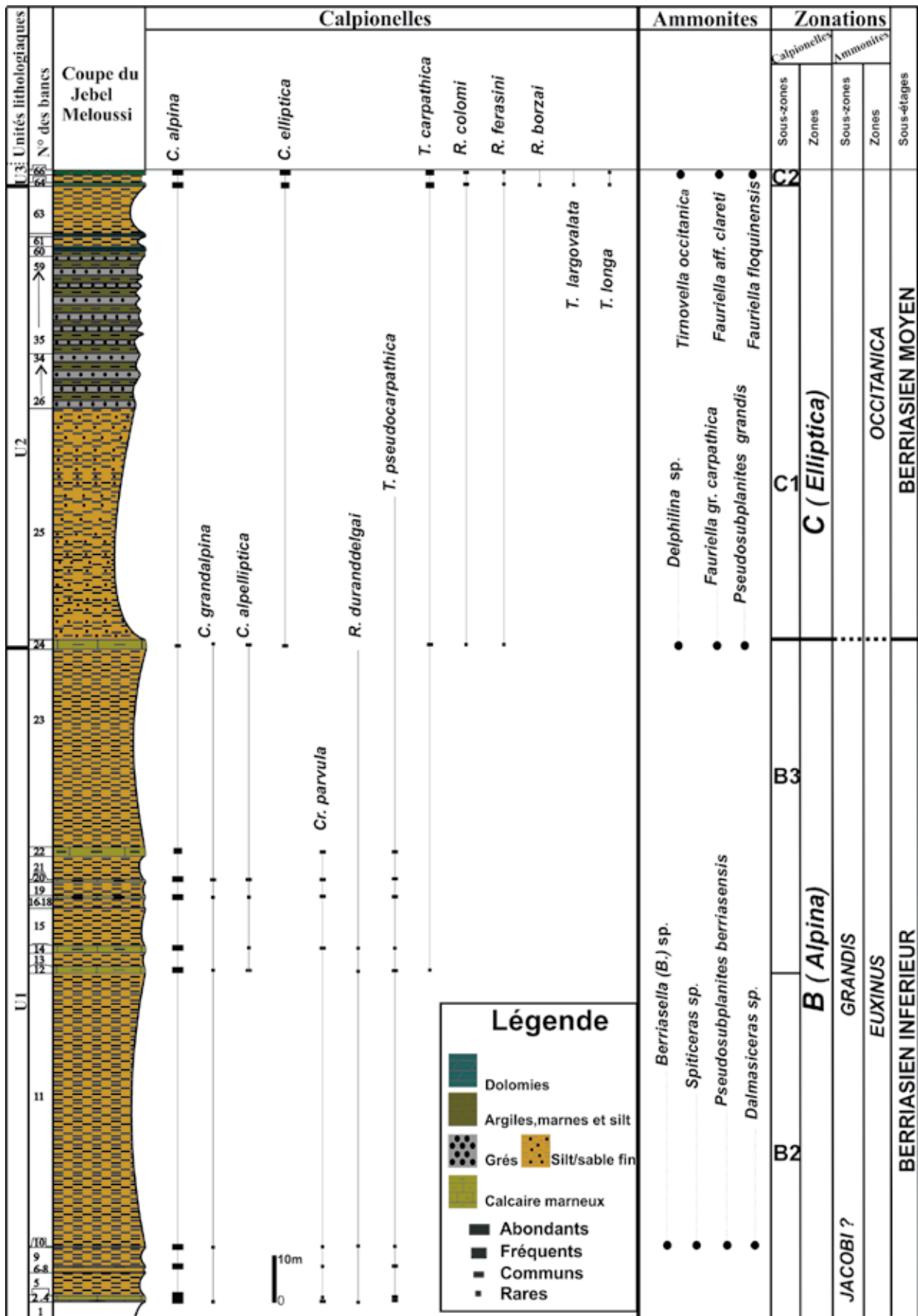


Fig. 3: Répartition des faunes de calpionelles et d'ammonites dans la coupe de Sidi Kralif au Jebel Meloussi.

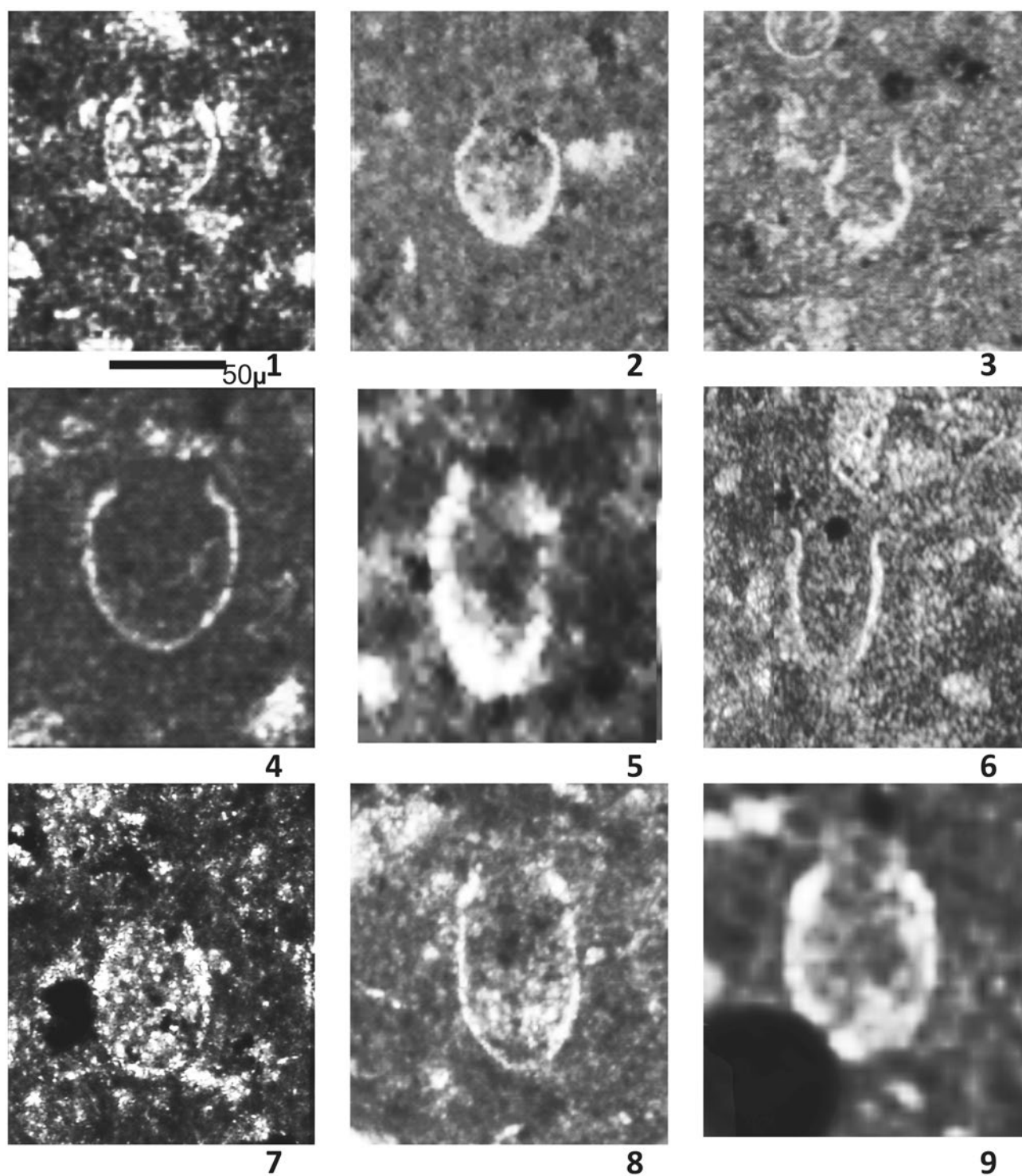


Fig. 4: 1-3, 7. *Calpionella alpina* Lorenz, 1902, formes de taille petite à moyenne, Berriasien inférieur, zone B, sous-zone B3, ML12. 4. *Calpionella grandalpina* Nagy, 1996, Berriasien inférieur, zone B, sous-zone B3, ML20. 5. *Calpionella alpe elliptica* Nagy, 1996, Berriasien inférieur, zone B, sous-zone B2, ML4. 6. *Crassicollaria parvula* Remane, 1962, Berriasien inférieur, zone B, sous-zone B2, ML10., ML22. 8-9. *Calpionella elliptica* Cadisch, 1932, Berriasien moyen, zone C, sous-zone C2, ML66.

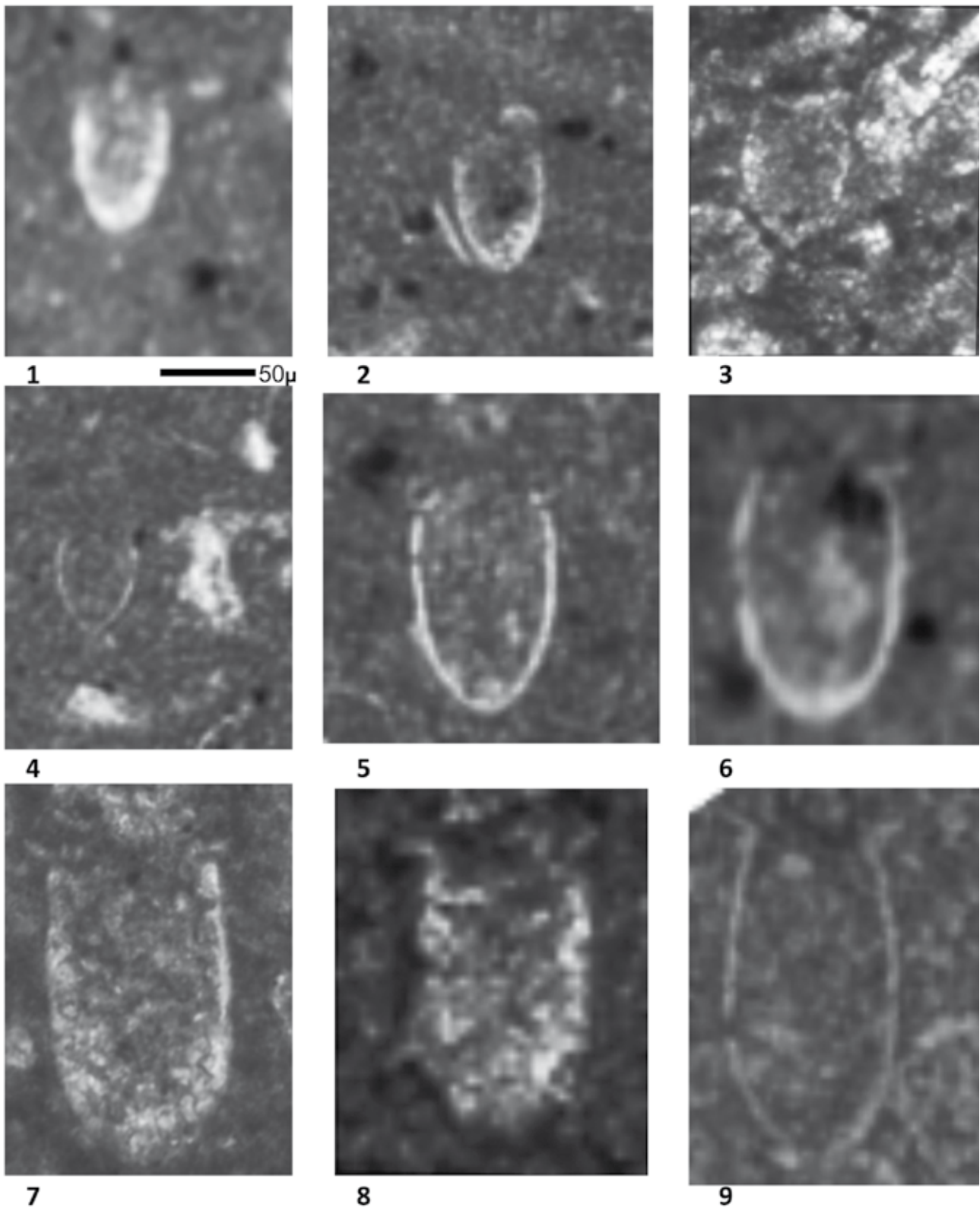


Fig. 5: **1-2.** *Remaniella duranddelgai* Pop, 1996, Berriasien inférieur, zone B, sous-zone B2, ML10. **3-4.** *Tintinnopsella pseudocarpatica* Benzaggagh, 2012, Berriasien inférieur, zone B, sous-zone B2, ML8. **5-6.** *Remaniella ferasini* Catalano, 1965, Berriasien moyen, zone C, sous-zone C2, ML64. **7.** *Remaniella colomi* Pop, 1996, Berriasien moyen, zone C, sous-zone C2, ML66. **8.** *Tintinnopsella carpathica* (Mureanu & Filpescu, 1933), Berriasien moyen, zone C, sous-zone C2, ML64. **9.** *Tintinnopsella longovalata* Benzaggagh, 2012, Berriasien moyen, zone C, sous-zone C2, ML66.

Unité U3 (ML64-ML68)

Cette unité, épaisse d'environ 30 m, débute par deux bancs calcaires, marquant un arrêt brutal des apports terrigènes et l'installation d'une mince plate-forme carbonatée, qui précède les décharges prodeltaïque de la Formation Meloussi (Schnyder *et al.*, 2005). Ces deux bancs sont riches en ammonites, rostrés de bélemnites et en calpionelles.

4.2. RÉPARTITION DES FAUNES

4.2.1 Calpionelles

Les bancs (ML2-ML10) de la base de la coupe, formés de calcaires marneux, ont livré une association de calpionelles composée (Fig. 4-5) de *Calpionella alpina* (Lorenz, 1902), qui est largement dominante et représentée surtout par des formes de taille petite à moyenne à loric sphérique ou légèrement allongée (Fig. 4: 1-3); de *Crassicollaria parvula* Remane, 1962 (Fig. 4: 6) et *Calpionella grandalpina* Nagy, 1986 (Fig. 4: 4-7) qui sont fréquentes; de *Tintinnopsella pseudocarpatica* Benzaggagh, 2012 (= *Tintinnopsella* de taille petite, à col peu marqué; Fig. 5: 3-4) et *Remaniella duranddelgai* Pop, 1996 (Fig. 5: 1-2) qui sont rares.

Le banc ML12 montre la même association que les bancs précédents, avec en plus l'apparition de *Calpionella alpelliptica* Nagy, 1986 (= *Calpionella* aff. *elliptica* Cadisch, 1932; Fig. 4: 5) et *Tintinnopsella carpathica* (Murgeaneau & Filipescu, 1933) (forme de taille moyenne à grande, à col bien marqué; Fig. 5: 8). Cette association reste constante jusqu'au banc ML24.

Dans le banc ML24, situé immédiatement sous les niveaux silico-clastiques, apparaissent les premiers spécimens de *Calpionella elliptica* Cadisch, 1932 (Fig. 4: 5-6). On y rencontre :

Tintinnopsella carpathica, *Remaniella ferasini* (Catalano, 1965) (Fig. 5: 5-6) et *Remaniella colomi* Pop, 1996 (Fig. 5: 7), *Calpionella grandalpina* et *Calpionella alpelliptica*. Ce niveau est toujours riche en *Calpionella alpina*.

Le banc ML64, du sommet de la coupe, montre une association de calpionelles composée de : *Calpionella alpina*, *Calpionella elliptica*, *Tintinnopsella carpathica*, *Remaniella ferasini*, *Remaniella borzai* Pop, 1994, *Remaniella colomi*, *Tintinnopsella largovalata* Benzaggagh, 2012 et *Tintinnopsella longa* Colom, 1939. Cette association persiste dans le banc ML66.

4.2.2. Ammonites

La coupe montre plusieurs bancs riches en ammonites, mais la plupart des spécimens sont souvent difficiles à dégager de la roche. Le banc ML10 a fourni *Berriasella* (B.) sp., *Spiticeras* sp. (Fig. 7: 1), *Pseudosubplanites*

berriasensis (Le Hégarat, 1973) et *Dalmasiceras* sp. Le banc ML24 a fourni : *Pseudosubplanites grandis* (Mazeot, 1939) (Fig. 6: 1a-b), *Fauriella* gr. *carpathica* (Zittel, 1968) et *Delphinella* sp. Le banc ML66 a livré : *Tirnovella occitanica* (Pictet, 1867) (Fig. 6: 2a-b), *Fauriella* aff. *clareti* (Le Hégarat, 1973) et *Fauriella floquiniensis* (Le Hégarat, 1973) (Fig. 7: 2).

5. BIOZONES DÉFINIES ET DISCUSSIONS BIOSTRATIGRAPHIQUES

L'échelle biostratigraphique que nous avons utilisée pour les calpionelles est celle établie par Remane (1963, 1964, 1971) dans le bassin vocontien du Sud-Est de la France, complétée au niveau des sous-zones, par les travaux de Pop (1994, 1997) pour la Roumanie; Allemann & Remane (1979) pour le bassin vocontien; Benzaggagh (2000), Benzaggagh & Atrops (1995), Benzaggagh *et al.* (2010) pour le Rif externe, Maroc; Benzaggagh *et al.* (2012) pour le nord-ouest de l'Iran et Ben Abdesselam-Mahdaoui *et al.* (2011) pour le nord de la Tunisie.

Pour les ammonites, les échelles de référence sont celles établies par Le Hégarat (1973), Le Hégarat et Remane (1968) pour le Sud-Est de la France, Enay & Geysant (1975) pour les chaînes bétiques de l'Espagne méridionale.

Les faunes de calpionelles et des ammonites répertoriées dans la coupe étudiée permettent de caractériser les biozones suivantes :

5.1. Biozones de calpionelles

Zone B (Zone à *Calpionella alpina*, Berriasien inférieur)

Sous-zone B2 (ML1-ML11)

L'association des calpionelles dans les bancs ML1 à ML11 est marquée par une dominance de l'espèce *Calpionella alpina*, de taille petite à moyenne, et par une relative abondance de *Crassicollaria parvula*. La présence de *Remaniella duranddelgai*, de *Calpionella grandalpina*, de rares *Tintinnopsella pseudocarpatica* et *Tintinnopsella carpathica*, de taille moyenne, indique la sous-zone B2. Cette sous-zone, définie par Benzaggagh & Atrops (1995) dans le Rif externe, est marquée par l'apparition de *Remaniella duranddelgai*; elle peut correspondre à la Sous-zone à *Remaniella* de la zone à *Calpionella*, *sensu* Pop (1994, 1997). Ces deux sous-zones (B2 et *Remaniella*) correspondent au Berriasien inférieur, non basal. La Sous-zone B2 a été également caractérisée dans la Formation Kolor du nord-ouest de l'Iran (Benzaggagh *et al.*, 2012) et dans les séries du nord de la Tunisie (Ben Abdesselam-Mahdaoui *et al.*, 2011).

Sous-zone B3 (ML12-ML23)

L'assemblage rencontré dans les bancs ML12-ML23 est composé de :

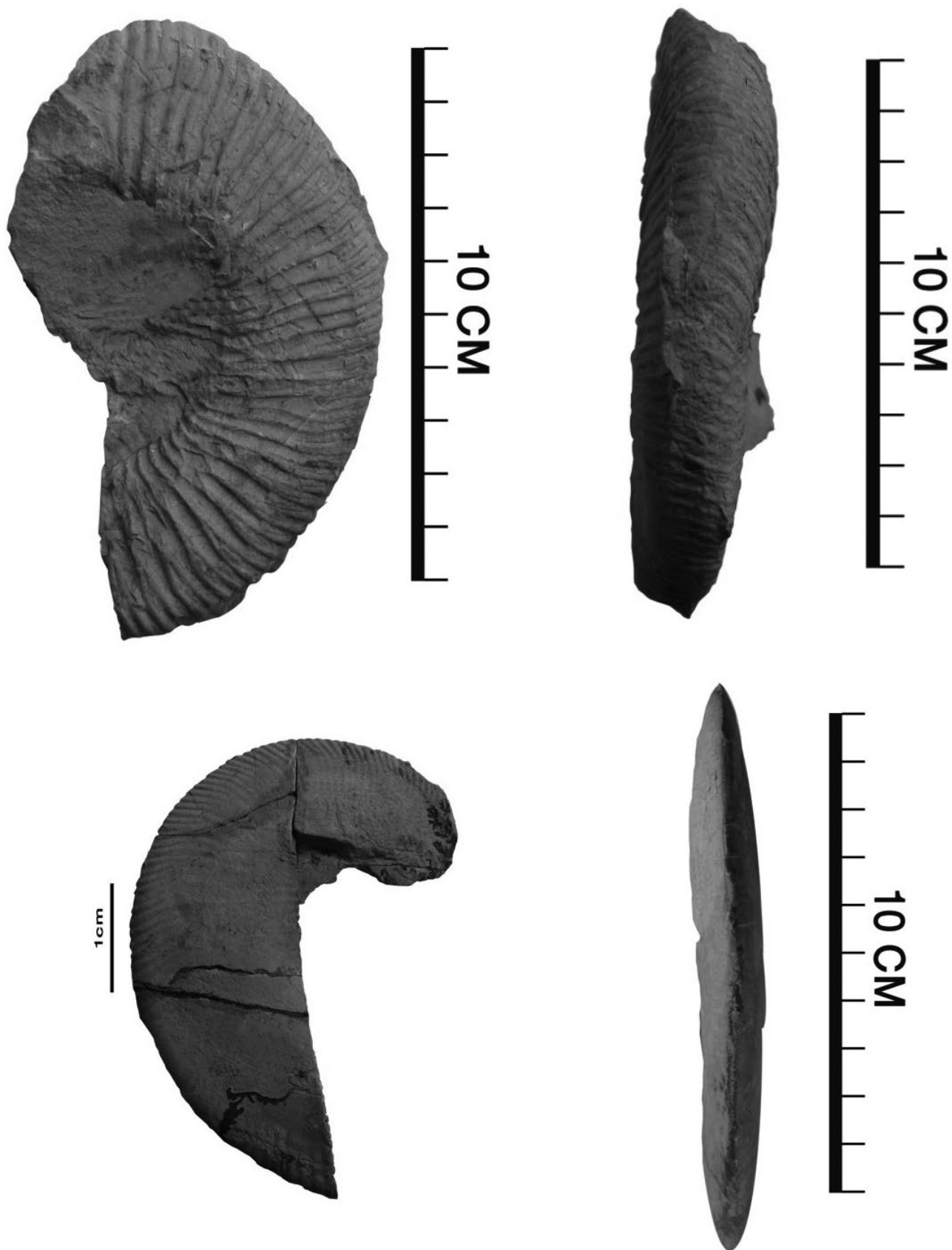


Fig. 6: 1 a-b. *Pseudosubplanites grandis* (Mazenot, 1939), vues latérale et ventrale, sous-zone à Grandis, Berriasien inférieur, ML24.
2. a-b. *Tirnovella occitanica* (Pictet, 1867), vues latérale et ventrale, zone à Occitanica, Berriasien moyen, ML66.

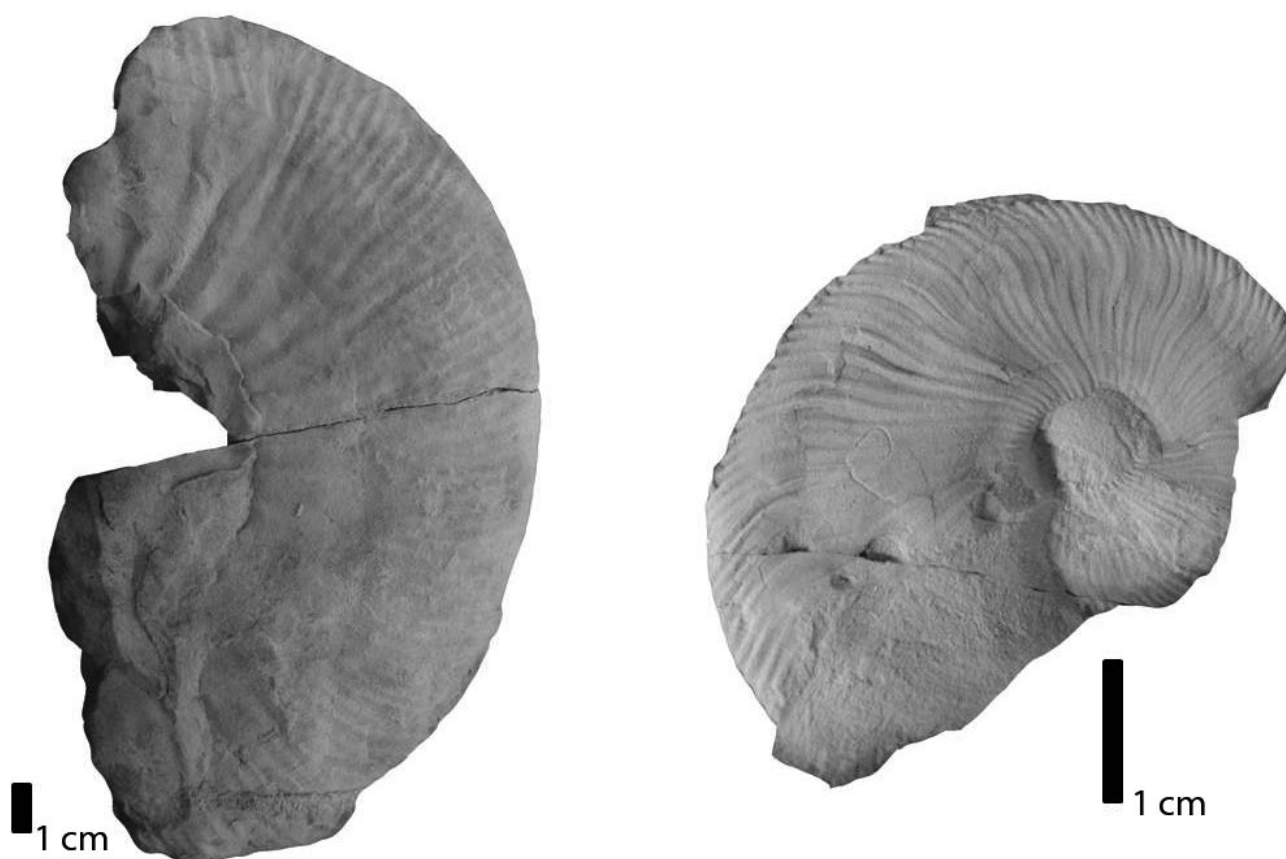


Fig. 7: 1. *Spiticeras* sp., vue latérale, sous zone à Jacobi, Berriasien inférieur, ML10. 2. *Fauriella floquinensis* Le Hégarat, 1973, vue latérale zone à Occitanica, Berriasien moyen, ML66.

Calpionella alpina toujours dominante, *Calpionella alpe elliptica*, *Crassicollaria parvula*, *Tintinnopsella pseudocarthica*, *Remaniella duranddelgai*, *Calpionella grandalpina* et *Tintinnopsella carpathica*. Cette association, marquée par la présence de *Calpionella alpe elliptica*, est semblable à celle qui caractérise la sous-zone B3 de la partie supérieure de la zone à *Alpina*, dans le Rif externe (Benzaggagh & Atrops, 1995). La sous-zone B3 a été également caractérisée dans la Formation Kolor, au nord-ouest de l'Iran (Benzaggagh *et al.*, 2012) et en Tunisie septentrionale (Ben Abdesselam-Mahdaoui *et al.*, 2011) et elle peut correspondre à la Sous-zone à *Remaniella*, *sensu* Oloriz *et al.* (1995), définie dans les îles Baléares au nord-est de l'Espagne.

Notons que Ben Abdesselam-Mahdaoui *et al.* (2011) notent que dans les séries du nord de la Tunisie, les niveaux de cette sous-zone sont souvent réduits ou lacuneux.

Zone C (Zone à *Calpionella elliptica*, Berriasien moyen)

Sous-zone C1 (ML24-ML63)

La base de la zone C, ou zone à *Elliptica*, est marquée

par l'apparition de formes typiques de *Calpionella elliptica* (forme allongée, à parois parallèles, dont le rapport L/l est > 1,5, *in*: Benzaggagh & Atrops, 1995). La partie inférieure de la zone (sous-zone C1) est marquée par une large dominance de *Calpionella alpina* par rapport à *Tintinnopsella carpathica* et par la présence de *Remaniella ferasini*, *Remaniella colomi* et la rareté voire l'absence de *Crassicollaria parvula*.

Bien que cette sous-zone soit bien représentée dans la coupe étudiée, elle est souvent représentée par des dépôts détritiques défavorables aux calpionelles, phénomène déjà signalé par M'Rabet (1987) dans le sondage de Souia, situé à environ 50 km à l'ouest du secteur étudié. L'association de la sous-zone C1 dans la coupe étudiée est semblable à celles signalées pour la même sous-zone dans les séries du Rif externe (Benzaggagh, 2000; Benzaggagh & Atrops, 1995), du nord-ouest de l'Iran (Benzaggagh *et al.*, 2012) et du nord de la Tunisie (Ben Abdesselam-Mahdaoui *et al.*, 2011). Elle est aussi semblable aux associations signalées par Maalaoui (2004), Boughdiri *et al.* (2006) pour la Sous-zone à *Elliptica* dans des coupes du nord de la Tunisie, Andreini *et al.* (2007) dans des coupes à l'ouest de la Sicile (Italie) et par Pop

AGE	Zones et Sous Zones (AMMONITES)		Répartition des principales espèces de calpionelles												
	La Hague, 1973 Say & Courmal, 1975				REMANE 1963-1971	OLORIZ et al., 1995	POP 1994-1996	REHAKOVA et MICHALIK 1994-1996	ANDREINI et al., 2007	BOUGHDIRI et al., 2006	BEN ABDESSELAM et al., 2011	BENZAGGAGH et al., 2012	PRESENT TRAVAIL		
TITHONIEN SUPERIEUR	Microcanthum	DURANGIFES	TRANS.		A	Crassicollaria aff. Interm./ Alpina	Crassicollaria	Crassicollaria	Crassicollaria	Crassicollaria	Crassicollaria	Crassicollaria	Crassicollaria	Crassicollaria	
		SIMPL.				Chitin ↓	Chitin ↓	Bonet							
BERR. INF	Euxinus	JACOBI			B	Calpionella B.inf.	Calpionella	Calpionella	Calpionella	Calpionella	Calpionella	Calpionella	Calpionella	Calpionella	
		GRAN.				Rmnilla	Forasini	Forasini	Forasini	Forasini	Rmnilla	Rmnilla	B2	B2	B2
BERR. MOYEN	Occitanica	SUBAL.			C	Calpionella B.sup.	Calpionella	Calpionella	Calpionella	Calpionella	Calpionella	Calpionella	Calpionella	Calpionella	
		PRVAS.				Alpina	Alpina	Alpina	Alpina	Alpina	Alpina	Alpina	B1	B1	B1
		DALM.					Ellipt.	Longa	Longa	Longa	Longa	Longa	Longa	Longa	

Fig. 8: Zones et sous-zones de calpionelles du Berriasien et du Tithonien d'après divers travaux et leurs correspondances avec les zones d'ammonites.

(1994, 1997) et Rehakova & Michalik (1997) pour la même sous-zone, respectivement pour la Roumanie et la Pologne.

Sous-zone C2 (ML64-ML66)

Après une épaisse série détritique, sans calpionelles, les bancs ML64 et ML66 du sommet de la coupe ont livré une association caractérisée par la présence de *Calpionella elliptica* et par une relative abondance du genre *Remaniella*, représenté par *Remaniella ferasini* et *Remaniella colomi*. *Tintinnopsella*, souvent de grande taille, est représentée par plusieurs espèces dont *Tintinnopsella carpathica*, *Tintinnopsella longa*, *Tintinnopsella gr. largovalata* Benzaggagh (2012). Cette association correspond à la sous-zone C2, *sensu* Benzaggagh & Atrops (1995). Ces auteurs notent que cette sous-zone est aussi marquée par une large dominance du genre *Tintinnopsella* par rapport à *Calpionella alpina*. Cette sous-zone a été caractérisée dans la région de Kolor, au nord-ouest de l'Iran (Benzaggagh *et al.*, 2012) et au nord de la Tunisie (Ben Abdesselam-Mahdaoui *et al.*, 2011).

5.2. Biozones d'ammonites

Sous-zone à *Grandis*

Les ammonites récoltées dans la coupe : *Berriasella* sp. ; *Spiticeras* sp. ; *Pseudosubplanites berriasensis* Le Hégarat, 1973 et *Dalmasiceras* sp., *Pseudosubplanites grandis* Le Hégarat, 1973 ; *Fauriella* gr. *carpathica* (Zittel) et *Delphilina* sp. pourraient caractériser le sommet de la Sous-zone à *Jacobi*-base de la Sous-zone à *Grandis* du Berriasien inférieur. Notons que la Sous-zone à *Jacobi*, qui correspond à la base du Berriasien, a été reconnue dans l'Atlas tunisien oriental du Berriasien inférieur (Donze *et al.*, 1975), l'Axe Nord-Sud (Memmi, 1967 ; Busnardo *et al.*, 1976). Au nord du Maroc (Benzaggagh & Atrops, 1997 ; Benzaggagh *et al.*, 2010). Dans la coupe étudiée, la base de la Sous-zone à *Jacobi* ne peut pas être caractérisée, car la base de la Formation de Sidi Kralif n'affleure pas dans ce secteur.

La sous-zone à *Grandis* a été identifiée (Memmi, 1967 ; Busnardo *et al.*, 1976) dans l'Axe Nord-Sud au Jebel

Nara, au Jebel Sidi Kralif, à Kef el Khouja et à Chaabet el Attaris.

Zone à Occitanica

Cette zone a été caractérisée dans la partie supérieure de la coupe par la présence de l'espèce *Tirnovella occitanica* (Pictet, 1867) en association avec *Fauriella floquiniensis*. D'après Nikolov (1982), ces espèces sont fréquentes dans la Zone à *Occitanica* du Berriasien moyen.

6. CONCLUSION

La répartition des ammonites et des calpionelles dans la coupe de Sidi Kralif au Jebel Meloussi de la Tunisie centrale a permis de caractériser les sous-zones B2, B3 (Zone à *Alpina*), C1, C2 (Zone à *Elliptica*) de calpionelles; les Sous-zones à *Grandis* (Zone à *Euxinus*), et la Zone à *Occitanica* des ammonites. Ceci a permis de dater la Formation Sidi Kralif du Berriasien inférieur et moyen. Les sous-zones de calpionelles ont été corrélées aux zones d'ammonites.

REMERCIEMENTS

Nous remercions vivement Mme Luccia Memmi et le professeur Nourddine Ben Ayed pour leurs précieuses remarques et les corrections apportées au manuscrit. Ce travail a pris une autre ampleur grâce aux remarques pertinentes et aux corrections du Professeur Mohamed Benzaggagh de l'université Moulay Ismail, Maroc, qui a accepté d'examiner ce travail. Qu'il trouve ici nos vifs remerciements et reconnaissances. Nous remercions infiniment les rédacteurs André Piuz et Lionel Cavin.

RÉFÉRENCES

- Alleman 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.
- Andreini G., Caracul J. E & Guido P. 2007. Calpionellid biostratigraphy of the Upper Tithonian–Upper Valanginian interval in western Sicily (Italy). *Swiss Journal of Geosciences*, 2: 179-198.
- Bedir M. 1995. Mécanismes géodynamiques des bassins associés aux couloirs de décrochements de la marge atlasique de la Tunisie. Séismo-stratigraphie, séismo-tectonique et implications pétrolières. *Thèse d'Etat, Université de Tunis II, Tunisia*.
- 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 Ayed N. 1993. Evolution tectonique de l'avant-pays de la chaîne alpine de Tunisie du début du Mésozoïque à l'actuel. *Annales des Mines et de la Géologie*, 32: 1-286.
- Ben Youssef M. 1999. Stratigraphie génétique du Crétacé de Tunisie, micropaléontologie, stratigraphie séquentielle et géodynamique des bassins de la marge sud et péri-téthysienne. *Thèse ès sciences, Université, Tunis II*.
- Benzaggagh M., Fabrizio C., Johann S., Kazem S.E. & Mahmoud R. M. 2012. Calpionellids and pelagic microfaunas of upper Jurassic-Lower Cretaceous Shal and Kolor Formations (Talesh Mountains, Alborz Chain, North-West Iran). Stratigraphic distribution, new species, systematic revision and regional comparisons. *Annales de Paléontologie*, 98: 253-301.
- Benzaggagh M. & François A. 1997. Stratigraphie et association de faunes d'ammonites des zones du Kimméridgien, Tithonien et Berriasien basal dans le Prérif interne. *Newsletters on Stratigraphy*, 53: 127-163.
- Benzaggagh M. & François A. 1995. Données nouvelles sur la succession des calpionelles du Berriasien dans le Prérif et le Mésorif (Rif, Maroc). *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, 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.
- Bismuth H., Bonnefous J. & Dufaure P. 1967. Mesozoic microfacies of Tunisia. In: Martin L. (Ed.), *Guide book to the geology and history of Tunisia*. Petroleum Exploration Society of Libya: 159-214.
- Bonnefous J. 1972. Contribution à l'étude stratigraphique et micropaléontologique du Jurassique de Tunisie (Tunisie septentrionale et centrale, sahel et zone des chotts). *Thèse, Paris VI*.
- Boughdiri M., Sallouhi H., Maâlaoui K., Soussi M. & Cordey F. 2006. Calpionellid zonation of the Jurassic-Cretaceous transition in North-Atlasic Tunisia. Updated Upper Jurassic stratigraphy of the 'Tunisian Trough' and regional correlations. *Comptes Rendus Geosciences*, 338: 1250-1259.
- Boukadi N. 1994. Structuration de l'Atlas de Tunisie: Signification géométrique et cinématique des nœuds et des zones d'interférences structurales au contact des grands couloirs tectoniques. *Thèse ès sciences, Université, Tunis II*.
- Breistroffer M. 1937. Sur un remarquable gisement à fossiles pyriteux du Tithonique supérieur de Tunisie. *Compte Rendu Sommaire des Séances de la Société Géologique de France*, Paris 5: 18-20.
- Busnardo R., Donze P., Le Hegarat G., Memmi L. & M'Rabet A. 1976. Précisions biostratigraphiques nouvelles sur le Berriasien des Djebel Nara et Sidi Kralif (Tunisie Centrale). *Géobios*, 9: 231-249.
- Busnardo R., Donze P., Khessibi M., Le Hegarat 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.
- Castany G. 1951. Etude géologique de l'Atlas tunisien oriental: *Régence de Tunis Protectorat Français Direction des Travaux Publics, Annales des Mines et de la Géologie*, 8: 1-632.
- Delteil J. 1981. Le massif du Jebel Sidi Khalif: un exemple d'évolution structurale complexe en Tunisie centrale. *Notes du Service Géologique de Tunisie*, 46: 11-25.
- Delteil J., Truillet R. & Zargouni F. 1979. Extension et ampleur

- de la tectonique tangentielle dans l'axe Nord-Sud (Tunisie Centrale). *7^e Réunion des Annales des Science de la Terre, Lyon*: p. 158.
- Donze P., Le Hegarat G. & Memmi L. 1975. Les formations de la limite Jurassique-Crétacé en Tunisie septentrionale (Djebel Oust). Série lithologique; résultats biostratigraphiques et paléogéographiques d'après les ammonites, les calpionelles et les ostracodes. *Géobios*, 8: 147-151.
- Enay R. & Geysant J. R. 1975. Faunes Tithoniques des chaînes bétiques (Espagne méridionale). *Mémoires du Bureau de recherches géologiques et minières*, 86: 39-55.
- Khessibi M. 1978. Etudes géologiques du secteur de Maknassy-Mezzouna et du djebel Kebar (Tunisie Centrale). *Thèse d'Université: Lyon, Université Claude Bernard*, 175 pp.
- Laffite R. 1939. Les plissements post-nummulitiques dans l'Atlas Saharien. *Bulletin de la Société Géologique de France*, 9: 135-159.
- Maâlaoui K. 2004. Associations quantitatives de biomicrofaciès et repères biochronologiques dans le Malm-Berriasien du Jebel Amar (région de l'Ariana, Tunisie septentrionale): Biostratigraphie et cadre géodynamique régional. *Maître de Géologie Appliquée*, Carthage, Tunisie, 100 pp.
- Memmi L., Donze P., Combémoré R. & Le Hegarat G. 1989. The transition from Jurassic to Cretaceous in northeast Tunisia: biostratigraphic details and distribution of facies. *Cretaceous Research*, 10: 37-151.
- Memmi L. 1967. Succession de faunes dans le Tithonique supérieur et le Berriasien du Djebel Nara (Tunisie centrale). *Bulletin de la Société Géologique de France*, 9: 267-272.
- 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.
- Nikolov T. G. 1982. Les ammonites de la famille Berriasellidae Spath, 1922: Tithonique supérieur-Berriasien. *Editions de l'Académie bulgare des sciences*, 251 pp.
- Olóriz F., Caracuel J. E., Marques M. B. & Tovar F. J. R. 1995. Asociaciones de Tintinnoides en facies ammonítico rosso de la Sierra Norte (Mallorca). *Revista española de Paleontología*, 7: 77-93.
- Ouali J. 2007. Importance du réseau réghmatique dans la tectonogenèse de la Tunisie atlasique à travers l'étude de l'axe Nord-Sud. *Thèse d'Etat Université de Tunis II*, Tunisia.
- Rabhi M. 1999. Contribution à l'étude stratigraphique et analyse de l'évolution géodynamique de l'axe Nord-Sud et des structures avoisinantes (Tunisie centrale). *Thèse d'Etat Université de Tunis II*, Tunisie, 217 pp.
- Reháková D. & Michalík 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 planctoniques des mers mésogéennes d'époque secondaire. *Annales Guébbard*, 47: 369-432.
- Schnyder J., Gorin G., Soussi M., Baudin F. & Deconinck J. F. 2005. A record of the Jurassic/Cretaceous boundary climatic variation on the southern margin of the Tethys: clay minerals and palynofacies of the early Cretaceous Jebel Meloussi section (Central Tunisia, Sidi Kralif Formation). *Bulletin de la Société Géologique de France*: 176: 171-182.
- Schoeller, H. 1937. Présence du Jurassique au SW de Kairouan (Tunisie). *Comptes rendus sommaires de la Société géologique de France*, 156-157.
- Zargouni F. 1985. Tectonique de l'Atlas méridional de Tunisie, évolution géométrique et cinématique des structures en zone de cisaillement. *Thèse de doctorat*, Université Louis Pasteur.