

Paléontologie générale (Biostratigraphie)

Le passage Lias–Dogger de la Dorsale de Tunisie septentrionale Nouveaux apports biostratigraphiques. Âge Toarcien supérieur de la distension téthysienne

Nejla Sekatni^a, Philippe Fauré^{b,c,*}, Rabah Alouani^d, Fouad Zargouni^a

^a Département de géologie, faculté des sciences de Tunis, 1060 El Manar II, Tunis, Tunisie

^b Centre d'ACP, 47, rue Théron-Périé, B.P. 205, Castres cedex, France

^c Laboratoire des mécanismes et transferts en géologie, université Paul-Sabatier, 14, avenue Édouard-Belin, 31400 Toulouse, France

^d Département de géologie, faculté des sciences de Bizerte, 7021 Zerzouna Bizerte, Tunisie

Reçu le 4 décembre 2007 ; accepté après révision le 27 février 2008

Disponible sur Internet le 18 avril 2008

Présenté par Michel Durand-Delga

Résumé

Dans le djebel Bou Kornine d'Hammam Lif (Tunisie septentrionale), le passage du Lias au Dogger s'effectue au sein d'une épaisse formation carbonatée (environ 150 m), la formation Kef El Orma. Son âge Toarcien supérieur, zone à Aalensis, à Bajocien inférieur, zone à Propinquans, a pu être bien établi par les ammonites. Quatre assises conglomératiques successives sont repérées pour la première fois dans cette formation. Les deux premières, d'âge Toarcien terminal, se placent dans la partie supérieure de la zone à Aalensis (sous-zone à Lugdunensis). Les deux dernières s'échelonnent dans l'Aalénien inférieur, de la sous-zone à Opalinum à la sous-zone à Comptum (zone à Opalinum). Ces dépôts associant des conglomérats carbonatés et des calcarénites laminées et « slumpées », résultent d'un écoulement gravitaire sur une paléopente induite par des paléofailles en extension. Ils témoignent dès le Toarcien supérieur, d'une instabilité tectonique jouant entre deux unités paléostratigraphiques distinctes, le « Sillon tunisien » et la Dorsale tunisienne, appartenant tous deux à la marge passive maghrébine de la Téthys. Nous insistons sur le rôle joué, dès le Toarcien supérieur, par la tectonique distensive polyphasée dans la mise en place des niveaux conglomératiques du djebel Bou Kornine. *Pour citer cet article : N. Sekatni et al., C. R. Palevol 7 (2008).*

© 2008 Académie des sciences. Publié par Elsevier Masson SAS. Tous droits réservés.

Abstract

The Lias–Dogger transition in the ‘Tunisian ridge’. New stratigraphical data and Tethyan distension up to the Upper Toarcian. In the Jebel Bou Kornine of Hammam Lif (northern Tunisia), the transition between Lias and Dogger is located in a carbonate formation that is approximately 150 m thick (Kef El Orma Formation). Based on ammonite faunas, its age can be determined as Upper Toarcian (Aalensis Zone) up to Lower Bajocian (Propinquans Zone). Four successive conglomeratic units are recognized in this formation. The two earlier ones are situated in the Uppermost Toarcian (Aalensis Zone, Lugdunensis Subzone), while the later two are in the Opalinum Zone of the Lower Aalenian

* Auteur correspondant.

Adresses e-mail : nejlasgatni@yahoo.fr (N. Sekatni), philipfaure@wanadoo.fr (P. Fauré), rabeh_alouani@yahoo.fr (R. Alouani), fouadzargouni@yahoo.fr (F. Zargouni).

(Opalinum and Comptum Subzones). These deposits, which associate carbonate-bearing conglomerates with laminated/slumped calcarenites, result from a gravitational flow on a palaeoslope induced by extensive palaeofaults. They testify to a tectonic instability during the Upper Toarcian, causing the formation of two distinct palaeostructural units: the ‘Tunisian trough’ and the ‘Tunisian ridge’ carbonated platform, both belonging to the Maghrebian passive margin of the Tethys. We must insist on the part played, as soon as the Upper Toarcian, by the polyphased tilted-blocks tectonics on the deposition of the different conglomeratic units of the Bou Kornine Jebel. **To cite this article:** N. Sekatni et al., C. R. Palevol 7 (2008).

© 2008 Académie des sciences. Publié par Elsevier Masson SAS. Tous droits réservés.

Mots clés : Jurassique inférieur ; Jurassique moyen (Aalénien ; Bajocien) ; Tunisie septentrionale ; Téthys ; Ammonites ; Biostratigraphie ; Paléobiogéographie ; Paléogéographie

Keywords: Lower Jurassic; Middle Jurassic (Aalenian; Bajocian); Northern Tunisia; Tethys; Ammonites; Biostratigraphy; Palaeobiogeography; Paleogeography

Abridged English version

Introduction

The Jebel Bou Kornine of Hammam Lif, located 15 km southeast of Tunis, is the northernmost jebel of the Tunisian Ridge (Fig. 1A). The Jurassic deposits of the Jebel Bou Kornine are very thick, but their faunas are relatively poor [11–14,23]. In the Lower Jurassic, an approximately 100-m-thick massive calcareous and dolomitic series is overlain by an argillaceous carbonate complex attributed to the Plienbachian up to the Oxfordian [21]. It contains massive breccias described for the first time by Termier [23]. This megabreccic and turbiditic complex [3–5,7,19] is attributed to the Upper Bajocian–Lower Bathonian interval [2–4] and included in the Bou Kornine Formation by Peybernès [15]. It succeeds to an argillaceous carbonate series that was previously not clearly known and/or dated with ammonite faunas [2–4]. Newly collected ammonites from the Upper Toarcian up to Lower Bajocian stages now allow us to attribute this series to the Kef El Orma Formation (Fm.), defined in the Jebel Zaghouan type-locality [9]. Jurassic conglomerate sediments were also locally described [3], but their extension was underestimated. This paper describes four conglomerate units recently discovered in the Jebel Bou Kornine and dated from the Upper Toarcian up to the Lower Aalenian.

Lithostratigraphy of the Liassic formations in the Jebel Bou Kornine

All the formations known in the Jurassic of the Tunisian ridge [9] were still known in the studied area. Their biostratigraphical dating with ammonites is based on the ammonoid Chart for the Tethyan realm [6,8,20]:

- *Oust Fm.* with limestones and dolomites attributed to the Hettangian–Sinemurian [9];
- *Zaghouan Fm.* (63 m), corresponding to limestones with dark flint. Age: Upper Sinemurian (Obtusum Zone) to Middle Carixian (Demonense Zone) [10];
- *Bou Gabrine Fm.* (21 m), characterized by clays and laminated limestones. Age: Lower Domerian (Lavinianum Zone) to basal Toarcian (Polymorphum Zone);
- *Stah Fm.* (approximately 75 m), with marls and argillaceous limestones yielding Toarcian ammonites [Levisoni, Bifrons, Gradata, Bonarelli, Speciosum, Meneghinii and Aalensis (Macra Subzone only) Zones].

Lithostratigraphy of the Lias–Dogger transition in the Jebel Bou Kornine

Kef El Orma Fm.

The Kef El Orma Fm. is about 150 m, with laminated limestone rythms, argillaceous at the bottom, then overlain by detritic beds, usually bioturbated, with *Zoophycos*, sometimes rich in dark flint (Hammam Lif quarry section; summit 217, at the southeast of the ‘Chalet-Vert’ section; and section on the eastern flank of summit 284). The ammonite ages range from the Upper Toarcian (Aalensis Zone) to the Lower Bajocian (Discites Zone) (Fig. 1B). At the top of the formation, the *Laeviuscula* and *Propinquans* Zones are evidenced. A sedimentary gap caps the formation. Four conglomeratic units were recently identified, respectively at levels 10 m (9.5 m thick), 25 m (3 m thick), 40 m (25 m thick) and 90 m (25 m thick) from the base of the Kef El Orma Fm. All the conglomeratic units contain heterometric carbonate clasts organized into sequences showing oblique or slumped laminations. The two earlier conglomeratic units are attributed to the Uppermost Toarcian (Aalensis Zone, *Lugdunensis*

Subzone). The two later ones correspond to the Lower Aalenian (Opalinum Zone, Opalinum and Comptum Subzones). A block from the uppermost conglomeratic unit provided *Hildoceras sublevisoni* (FUC.) of the Middle Toarcian (Bifrons Zone, Sublevisoni Subzone).

Bent Saïdane Fm

The Bent Saïdane Fm. includes either compact or soft argillaceous limestones with rare *Cadomites* sp. of the Upper Bajocian [3]. Scattered pebbles in the beds testify to coeval turbiditic discharges during the period of deposition.

Comparison with the Jurassic outcrops of the Tunisian Ridge

The Kef El Orma Fm. is neatly condensed in the southernmost jebels of the Tunisian Ridge (Zaress, Bent Saïdane and Azeiz Jebels), where its thickness rarely exceeds 15 m. In the Jebel Stah (Fig. 1D), several condensed glauconitic levels (3.5 m) with ammonites of the Meneghinii, Opalinum, Bradfordensis and Concavum–Discites Zones (Upper Toarcian to basal Bajocian) can be observed at the base. Above, the formation is characterized by biodetritic limestones (5.5 m) with flint, *Zoophycos* and ammonites of the Laeviuscula Zone (Ovalis Subzone) and the Propinquans Zones. The base of the Bent Saïdane Fm. contains pseudo-conglomeratic intercalations corresponding to the Humphriesianum Zone.

In the Jebel Zaghouan, the Kef El Orma Fm. (16 m northeast of the ‘Poste optique’, 28 m at Kef El Orma; Fig. 1C) is represented by bioturbated and nodular limestones, with marly rhythmic alternations. The ammonite species range from the Opalinum Zone (Lower Aalenian) to the Propinquans Zone (Lower Bajocian). Pseudo-conglomeratic beds testify to a tectonic instability during the deposition of sediments of the Opalinum and Discites Zone sediments. The limestones with ‘ammonitico-rosso’ facies that are localised at the base of the Bent Saïdane Fm. (or its equivalent, the Ain Zeghir Fm. [19]) must be attributed to the upper part of the Humphriesianum Zone (Lower Bajocian).

In the Jebel Ressay, the Kef El Orma Fm. (20 m at the ‘Paroi rouge’) contains three pseudo-conglomeratic levels similar to those of the Bou Kornine. Here, the formation is overlain by an ‘Ammonitico-rosso’ facies of the Upper Oxfordian.

In the Jebel Oust, the Kef El Orma Fm. is reduced to 5–6 m in thickness, if not totally missing [19].

Conclusion

The majority of the Tethyan ammonite biozones (Pliensbachian up to Bajocian) can be identified in the Jebel Bou Kornine of Hammam Lif [6,8, 20].

The Kef El Orma Fm. (Aalensis Zone up to Propinquans Zone) results from a strong subsidence (about 150 m in thickness), which contrasts with the lesser subsiding effects with lesser thickness of this formation measured in the other jebels of the Tunisian Ridge (9 m in Jebel Stah, 28 m in Kef El Orma and Jebel Zaghouan). In northern Tunisia, the palaeogeographical differentiation was maximal during the Lias–Dogger transition. This is due to kilometric-scale tilted blocks on the Tunisian Ridge induced by a distensive phase.

The Kef El Orma Fm. contains four conglomeratic and calciturbiditic units, described here for the first time, which suggest a tectonic instability and a sedimentation controlled by a palaeoslope. The two earlier conglomeratic units are dated from the Upper Toarcian (Aalensis Zone, Lugdunensis Subzone). The two later ones correspond to the Lower Aalenian (Opalinum and Comptum Subzones, Opalinum Zone).

In the Upper Toarcian, these conglomerates rework sediments of approximately similar ages. In contrast, during the Lower Aalenian (top of the Comptum Subzone), the reworked fraction of deposits was clearly older (Middle Toarcian, base of the Bifrons Zone) and testifies to an increasing erosive action due to palaeoslopes. So, from the Upper Toarcian up to the Upper Bajocian, conglomeratic blocks indicate progressive erosion on the neighbouring carbonate platform.

The sedimentological analysis confirms the important part played by the synsedimentary tectonic in the dynamic of the gravitational flow.

Analysis of serial sections evidences downslope increases in the total thickness of the conglomeratic deposits. Towards the north, they begin as thinner deposits and they are also less numerous in the most northerly outcrops of the Jebel (Hammam Lif quarry).

The conglomeratic masses result from a cohesive, little water-impooverished gravitational flow. They are overlain by a calcarenitic complex that has recorded several decreasing hydrodynamism sequences.

From the Upper Toarcian on, the Jebel Bou Kornine was located on an instable tectonic zone induced by extensive faults causing many escarpments, palaeoslopes and turbidites linked to the existence of an extensive passive margin. It occurs at an intermediate position between two distinct palaeostructural zones, both belonging to the Maghrebian passive margin of the western Tethys: the Tunisian Ridge, where the Jurassic shows evolu-

tion and fragmentation of a carbonate platform, and the ‘Tunisian Trough’, corresponding to a deep graben directed NE–SW and characterized by pelagic sedimentation [16,17]. Located on an active flexure zone between these two realms, the Jurassic deposits of the Jebel Bou Kornine of Hammam Lif have recorded all the stages of the geodynamic evolution of the margin.

1. Introduction

En Tunisie septentrionale, le djebel Bou Kornine d’Hammam Lif est le plus septentrional des djebels s’alignant le long de la Dorsale tunisienne nord–sud (Fig. 1A). Situé à une vingtaine de kilomètres au sud-est de Tunis, son imposant relief domine le golfe de Tunis et la ville de Hammam Lif. De nombreuses études lui ont été autrefois consacrées [11–14,23]. Toutes y reconnaissent un Jurassique épais, mais peu fossilifère.

À une série calcaréo-dolomitique massive d’une centaine de mètres d’épaisseur, attribuée au Lias inférieur («Lias calcaire»), succède un épais complexe argilo-carbonaté d’âge Pliensbachien à Oxfordien [21], au sein duquel la présence d’épais niveaux de brèches intraformationnelles est connue depuis les travaux de P. Termier [23]. Ce complexe mégabréchique et turbiditique d’une centaine de mètres d’épaisseur [2–5,7,19] est attribué à l’intervalle Bajocien supérieur–Bathonien inférieur [2–4,19], et est défini comme formation Bou Kornine par Peybernès [15].

Il succède à une épaisse série argilo-carbonatée, à ce jour mal ou non datée par les ammonites [2–4], que de nouvelles récoltes d’ammonites permettent de corréler à la formation Kef El Orma définie dans le djebel Zaghouan [9] (Toarcien terminal à Bajocien inférieur *p.p.*). La «présence de passées conglomératiques épisodiques» avait localement été signalée à son sommet [3], mais leur importance avait été largement sous-estimée par les auteurs [2–4,19]. Ni leur âge, ni leur sédimentologie n’étaient connus à ce jour. Quatre faisceaux conglomératiques successifs sont ainsi nouvellement identifiés dans le djebel Bou Kornine. Ils s’échelonnent du Toarcien supérieur à l’Aalénien inférieur.

2. Lithostratigraphie du Lias et du passage au Dogger dans le djebel Bou Kornine

Toutes les formations lithostratigraphiques décrites dans le Jurassique de la Dorsale tunisienne (djebels Zaghouan, Stah, Ben Saïdane) [9] sont reconnues dans le djebel Bou Kornine. Les datations sont assurées par les ammonites et confrontées à la zonation habituellement utilisée dans le domaine téthysien [6,8,20].

2.1. Les formations du Lias

À la partie inférieure du Lias, la masse des calcaires et des dolomies de la formation Oust est datée de l’Hettangien–Sinémurien [9]. Au-dessus, nous avons reconnu les formations suivantes, avec, de bas en haut :

- la formation Zaghouan (63 m), calcaires compacts à silex noirs alignés en lits, maintenant bien datés dans les djebels Ressay et Zaghouan de l’intervalle Sinémurien supérieur (zone à Obtusum)–Carixien moyen (zone à Demonense) [10] ;
- la formation Bou Gabrine (21 m), calcaires argileux clairs, lités. Les ammonites s’y échelonnent du Domérien inférieur (zone à Lavinianum) au Toarcien basal (zone à Polymorphum) ;
- la formation Stah (75 m environ), ensemble argilo-calcaire, dans lequel les ammonites permettent d’identifier (détail des successions d’ammonites, Fig. 1B) :
 - o les zones à Levisoni et à Bifrons, marnes et calcaires argileux bruns (30 m),
 - o les zones à Gradata, Bonarelli et Speciosum (10 m), calcaires argileux très noduleux, ferrugineux, puis clairs,
 - o les zones à Meneghinii (10 m) et à Aalensis, sous-zone à Mactra (25 m), calcaires argileux en bancs épais et compacts séparés par des lits de marne beige (carrière de Hammam Lif).

2.2. Le passage Lias–Dogger : la formation Kef El Orma

Les dépôts correspondant au passage Lias–Dogger appartiennent à une épaisse formation à dominante carbonatée (environ 150 m), corrélable de par son âge et par ses faciès à la formation Kef El Orma, dénomination utilisée dans les autres chaînons de la dorsale Tunisienne [9,22]. Elle constitue l’ossature de l’appendice nord du Bou Kornine qui, entre les sommets cotés 284 et 193, sépare l’agglomération de Hammam Lif de la plaine de Mornag. Trois coupes se complétant permettent d’en décrire la succession complète (Fig. 1B) : carrière de Hammam Lif, coupe-feu du sommet 217 au sud-est du Chalet-Vert, versant est du sommet 284. Les coupes du versant ouest du point 284 et de la crête située au nord du Signal, entre les points 236 et 226 sous la ligne à haute tension, fournissent des indications complémentaires.

2.2.1. Parties inférieure et moyenne de la formation Kef El Orma (de la zone à *Aalensis* à la zone à *Opalinum pars*)

Elles correspondent à une succession rythmique monotone de bancs d'épaisseur régulière, parfois noduleux, de calcaire argileux et de calcaire biodétritique bioturbé à *Zoophycos*, s'enrichissant vers le sommet en lits de silex noirs. Les ammonites sont assez rares. Fréquemment, elles se regroupent en niveaux de condensation. Les sous-zones à *Lugdunensis* (zone à *Aalensis*) et la zone à *Opalinum* (sous-zones à *Opalinum* et à *Comptum*) y sont reconnues.

Quatre faisceaux de dépôts conglomératiques sont repérés pour la première fois dans cette assise, avec, à partir de la base de la formation Kef El Orma (Fig. 1B, I à IV) :

- à 10 m (I), barre conglomératique unique (9,5 m), surmontée de calcaires argileux à ammonites de la sous-zone à *Lugdunensis* (zone à *Aalensis*, Toarcien supérieur) ;
- à 25 m (II), plusieurs bancs conglomératiques (3 m), organisés en séquences ;
- à 40 m (III), trois séquences conglomératiques (25 m) intercalées entre des calcaires marneux, datés respectivement de la sous-zone à *Opalinum* et de la sous-zone à *Comptum* (zone à *Opalinum*, Aalénien inférieur) ;
- à 90 m (IV), ensemble conglomératique massif (25 m) comportant plusieurs assises, dont la plus épaisse atteint 6 m. Un élément de ce conglomérat a livré *Hildoceras sublevisoni* (FUC.) du Toarcien moyen (zone à *Bifrons*, sous-zone à *Sublevisoni*) (coupe ligne à haute tension).

2.2.1.1. Sédimentologie des faisceaux conglomératiques. Les bancs conglomératiques, bien lités, s'agencent en séquences binaires d'épaisseur variable, métrique à décimétrique, intercalés de calcaires biodétritiques silteux plus ou moins « slumpés », à lamines obliques et entrecroisées. Ils sont invariablement constitués d'éléments carbonatés hétérométriques clairs, à disposition plus ou moins oblique et orientée, souvent jointifs et imbriqués. La matrice silteuse brune renferme des débris de silex et des bélemnites fragmentées.

2.2.2. Partie supérieure de la formation Kef El Orma (de la zone à *Opalinum pars* à la zone à *Propinquans*)

Des calcaires argileux et biodétritiques lités (10 m), appartenant à la partie terminale de la sous-zone à *Comptum* (zone à *Opalinum*), succèdent à la dernière assise

conglomératique. Le sommet de la formation est ensuite constitué de calcaires argileux ou biodétritiques en bancs compacts (20–25 m environ), parfois séparés par des joints ou par de fins lits de marne. *Ludwigia murchisonae* (SOW.) y avait été récoltée par Castany [5] (in coll. Office national des mines, Tunis). Les ammonites s'y échelonnent de l'Aalénien moyen au Bajocien inférieur, avec, de bas en haut (détail, Fig. 1B) :

- la zone à *Murchisonae* (sous-zone à *Opalinoïdes*) (crête à l'est du Chalet-Vert) ;
- la zone à *Bradfordensis* (est du sommet 282) ;
- les zones à *Concavum*–*Discites* (coupe-feu du Chalet-Vert) ;
- la zone à *Laeviuscula*, avec *Witchellia* sp. (coupe-feu du Chalet-Vert), *Papilliceras* sp., *Otoites* sp.?, *Docidoceras* aff. *zemistephanoïdes* GECZY (est du sommet 217) et *Riccardiceras* sp. ;
- la zone à *Propinquans* (= zone à *Sauzei* des anciens standards zonaux), avec *Sonninia* sp. (est du sommet 282).

Une discontinuité sédimentaire franche limite la formation à son sommet. Son âge, post-zone à *Propinquans*, est partout le même dans la Dorsale tunisienne [9].

2.3. Remarque sur la base de la formation Bent Saïdane

Les calcaires argileux tendres qui succèdent à cette discontinuité dans le djebel Bou Kornine sont encore placés par les auteurs dans la formation Kef El Orma [19,22]. Cette assise, d'une dizaine de mètres de « calcaires argileux se délitant en longues éclisses » [2], a fourni un *Cadomites* sp. du Bajocien supérieur (in coll. ONM, Tunis) [3]. Elle doit être rapportée à la base de la formation Bent Saïdane. La présence, sur les versants nord et est du signal du Bou Kornine, de galets carbonatés très dispersés, témoigne de la persistance des décharges conglomératiques durant le Bajocien supérieur.

Le reste de la formation Bent Saïdane renferme le « complexe mégabréchique et turbiditique du Bou Kornine » (membre Bou Kornine [22]), daté, seulement à son sommet, du Bathonien inférieur (zone à *Zigzag*) [3].

3. Comparaison avec les chaînons jurassiques de la Dorsale nord–sud tunisienne

Les calcaires de la formation Kef El Orma forment, dans toute la Dorsale, un relief topographique bien visible, intercalé entre les dépôts tendres des formations Stah et Bent Saïdane.

Dans les reliefs les plus méridionaux de la dorsale (djbels Zaress, Bent Saïdane, El Azeiz), la formation Kef El Orma est nettement condensée et son épaisseur n'excède que rarement une quinzaine de mètres. Des bancs noduleux et pseudo-conglomératiques, parfois « slumpés », comme au djebel Zaress [22], témoignant de l'instabilité des fonds durant l'Aalénien, sont intercalés dans les calcaires biodétritiques.

Dans le djebel Stah (coupe des mines de fluorine) (Fig. 1D), où son épaisseur est de 9 m, la formation Kef El Orma débute par 3,5 m de calcaires condensés glauconieux, dans lesquels le Toarcien terminal et l'Aalénien–Bajocien basal sont matérialisés par plusieurs niveaux de condensation à ammonites, appartenant successivement aux zones à Meneghinii, Opalinum, Bradfordensis, Concavum et Discites (détail, Fig. 1D). Le reste de la formation est constitué de calcaires biodétritiques en bancs compacts ou noduleux (5,5 m), à silex à

leur sommet, *Zoophycos* et ammonites appartenant aux zones à Laeviuscula (sous-zone à Ovalis) et à Propinquans. La base de la formation Bent Saïdane, marquée par des niveaux pseudo-conglomératiques, est datée de la zone à Humphriesianum.

Dans le djebel Zaghouan, l'épaisseur et les faciès de la formation Kef El Orma sont plus variables : 16 m au nord-est du Poste optique, 28 m au Kef El Orma (piste de Bou Gabrine) (Fig. 1C), où la formation est constituée de calcaires argileux noduleux bioturbés en alternances rythmiques avec des lits de marne. Les ammonites s'y échelonnent de la zone à Opalinum (Aalénien inférieur), à sa base, à la zone à Propinquans (Bajocien inférieur), au sommet. À sa partie moyenne, la zone à Discites, bien marquée par l'abondance des *Riccardiceras* gr. *longalvum*–*telgdirothi*, est associée à des niveaux pseudo-conglomératiques, qui témoignent ici aussi de l'instabilité des fonds. Des *slumps* d'échelle

Fig. 1 (A) Esquisse géologique synthétique de la dorsale nord–sud de Tunisie. (B) Coupe synthétique du Toarcien au Bajocien du djebel Bou Kornine, reconstituée d'après les coupes suivantes : carrière d'Hammam Lif, coupe-feu du sommet 217 au sud-est du Chalet-Vert, versants est et ouest du sommet 284. (C) et (D) Comparaison avec les coupes des djebels Zaghouan (Kef El Orma) (C) et Stah (mines de fluorine) (D). Légende : 1, calcaire en bancs ; 2, calcaires argileux noduleux et marnes ; 3, calcaire à silex ; 4, marnes ; 5, calcaire argileux ; 6, calcaire pseudo-conglomératique, faciès « ammonitico rosso » ; 7, mégabèche ; 8, conglomérats ; 9, schistes carton ; 10, minéralisation. I à IV : numérotation des faisceaux conglomératiques. Détail des associations d'ammonites ci-dessous.

Jebel Bou Kornine. T1 : *Dactylioceras* (*Eodactylites*) *pseudocommune* (FUC.), *Canavaria* sp. aff. *zancleana* (FUC.) (zone à Polymorphum) ; T2 : *Hildoceras tethysi* GECZY ; T3 : *Harpoceras* gr. *lassum-mediterraneum*, *Hildoceras* gr. *lusitanicum* MEIST., *Alocolytoceras dorcadis* (MGH.) (zone à Bifrons) ; T4 : *Merlites alticarinata* (MERLA) (zone à Gradata) ; T5 : *Hammatoceras bonarelli* P.&V. et *Pseudogrammoceras* cf. *retrocostatum* GARCIA GOMEZ & RIVAS (zone à Bonarelli) ; T6 : *Geczyoceras* gr. *perplanum* (KOTTEK), *Polyplectus discoides* (ZIET.), *Pseudogrammoceras* sp. gr. *fallaciosum* (BAYLE), *P.* sp. gr. *differeus* ERNST (zone à Speciosum) ; T7 : *Dumortieria latumbilicata* GECZY, *D.* aff. *bleicheri* BEN., *Crestaites* aff. *victorii* (BON.), *Osperleioceras* sp. (zone à Meneghinii) ; T8 : *Pleydellia* gr. *maetra* (DUM.), *P.* gr. *aalensis* (ZIET.), *P.* gr. *fluitans* ELM & CALOO non DUM., *Cotteswoldia* cf. *limatula* BUCK., *C.* gr. *paucicostata* BUCK., *Vacekia* (*Nadorites*) *sourensis* ELM & CALOO, *Geczyoceras* sp., *Pseudammattoceras* sp. juv., *Phylloceras baconicum* PRINZ, *Alocolytoceras ophioneum* (BEN.) (zone à Aalensis, sous-zone à Maetra) ; T9 : *Pleydellia* (*Walkericeras*) gr. *digna* BUCK., *Erycites* sp., *Pseudaptoceras apertum* ELM (sous-zone à Lugdunensis) ; A1 : *Leioceras* gr. *opalinum* (REIN.) (zone, sous-zone à Opalinum) ; A2 : *Leioceras* gr. *comptum* (REIN.), *L.* gr. *lineatum* BUCK. et *Tmetoceras scissum* (BEN.), *Cylicoceras uncinatum* BUCK., *Planammattoceras* aff. *planiforme* BUCK., *Paviaites iris* (GEMM.), *Erycites* aff. *intermedius* (HANTK. in PRINZ), *Alocolytoceras ophioneum* (BEN.), *Prychophylloceras chronomphalum* (VACEK), *Holcophylloceras ultramontanum* (ZITTEL) (sous-zone à Comptum) ; A3 : *Leioceras* gr. *comptum* (REIN.), *L.* gr. *lineatum* BUCK. ; A4 : *L.* gr. *comptum* (REIN.) ; A5 : *Ancolicoeras opalinoideis* (MAYER), *Pseudaptoceras* gr. *klimakomphalum* (VACEK) (zone à Murchisonae, sous-zone à Opalinoideis) ; A6 : *Brasilia* gr. *deleta* BUCK. (zone à Bradfordensis) ; A8 : *Euaptoceras amaltheiforme* (VACEK), *Fontannesia* sp., *Euhoploceras* sp. aff. *subdecoratum* BUCK. (zones à Concavum – Discites) ; B1 : *Witchellia* sp., *Papilliceras* sp., *Otoites* sp.?, *Docidoceras* aff. *zemistephanoides* GECZY, *Riccardiceras* sp. (zone à Laeviuscula) ; B2 : *Sonninia* sp. (zone à Propinquans) ; B3 : *Cadomites* sp. (zone à Humphriesianum).

Jebel Zaghouan. A1 : *Leioceras* gr. *opalinum* (REIN.) (zone, sous-zone à Opalinum) ; A8 : *Riccardiceras telegdirothi* (GECZY) (zones à Concavum – Discites) ; B2 : *Sonninia* sp. aff. *propinquans* (BAYLE), *Fissiloboceras* sp., *Witchellia*? sp. ind. (zone à Propinquans) ; B3 : *Teloceras* cf. *blagdeni* (zone à Humphriesianum, sous-zone à Blagdeni).

Jebel Stah. T7 : *Dumortieria latumbilicata* GECZY, *D. meneghinii* ZITTEL in HAUG (zone à Meneghinii) ; A2–4 : *Leioceras comptum* (REIN.), *L. lineatum* BUCK., *Planammattoceras planinsigne* (VACEK) (zone à Opalinum, sous-zone à Comptum) ; A6 : *Brasilia* gr. *bradfordensis* BUCK., *B.* aff. *falcifera* ALTHOFF, *B.* gr. *simile* BUCK., *Ludwigia* (*Pseudographoceras*) sp. gr. *umbilicatum* BUCK., *Planammattoceras tenuinsigne* (VACEK) (zone à Bradfordensis) ; A7 : *Graphoceras* sp. (zone à Concavum) ; A8 : *Haplopleuroceras mundum* BUCK., *H. subspatum* BUCK., *Euhoploceras* cf. *modestum* BUCK., *Riccardiceras* sp., *Westermannites wysogorskii* (PRINZ) (zones à Concavum – Discites) ; B1 : *Riccardiceras* gr. *longalvum* (VACEK), *Emileia polyschides* (WAAGEN), *Fissiloboceras ovalis* (BUCK.) (zone à Laeviuscula, sous-zone à Ovalis) ; B2 : *Papilliceras* sp., *Sonninia* sp., *Witchellia*? sp. (zone à Propinquans) ; B3 : *Stephanoceras* sp. (zone à Humphriesianum).

Fig. 1. (A) Synthetic geological map of the Tunisian Ridge. (B) Toarcian–Bajocian profile in the Jebel Bou Kornine established from several sections: Hammam Lif quarry, summit 217 at the southeast of Chalet-Vert, eastern and western slopes of summit 284. (C) and (D) Comparison of the stratigraphical profiles in the Jebel Zaghouan (Kef El Orma) (C) and in the Jebel Stah (D). Legend: 1, calcareous beds; 2, knobby argillaceous limestones and marls; 3, cherty limestones; 4, marls; 5, argillaceous limestones; 6, pseudo-conglomeratic limestones, 'ammonitico-rosso' facies; 7, megabreccia; 8, conglomerates; 9, paper schists; 10, mineralization. Main ammonite communities: see French caption.

décamétrique y sont présents dans le massif du Poste optique. Comme au djebel Stah, les calcaires pseudo-conglomératiques qui succèdent à la formation, à la base de la formation Bent Saïdane (ou son équivalent, la formation Ain Zeghir [19]), appartiennent à la zone à Humphriesianum (Bajocien inférieur terminal), avec *Teloceras* cf. *blagdeni* [19]. Ils prennent ici un faciès lie-de-vin de type « ammonitico rosso » [1].

Dans le djebel Ressas, la formation Kef El Orma atteint encore 20 m d'épaisseur (coupe de Paroi-Rouge). Trois niveaux pseudo-conglomératiques et conglomératiques d'épaisseur métrique, à éléments calcaires, identiques à ceux du Bou Kornine, se succèdent dans sa partie inférieure. Des calcaires lités à *Emileites* sp. de la sous-zone à Ovalis les surmontent (zone à *Laeviuscula*). La formation est directement surmontée, en contact stratigraphique, par l'Oxfordien supérieur à faciès « ammonitico rosso ». Le Bathonien inférieur, témoin de la formation Bent Saïdane, est signalé par Rakus [18] sur le versant ouest du djebel.

Dans le djebel Oust, la formation, réduite à 5 à 6 m d'épaisseur, peut localement disparaître [19].

4. Conclusions. Rôle de la tectonique distensive polyphasée

L'étude stratigraphique détaillée du Jurassique du djebel Bou Kornine d'Hammam Lif nous permet de préciser les attributions stratigraphiques de ces épaisses séries, jusque-là non ou mal datées [3,19]. Du Pliensbachien au Bajocien inférieur, la presque totalité des zones

d'ammonites habituellement utilisées dans le domaine téthysien sont identifiées [6,8,20].

La formation carbonatée qui assure, dans le djebel Bou Kornine, le passage du Lias au Dogger correspond exactement à la formation Kef El Orma, définie dans les chaînons de la dorsale Tunisienne [9]. Nous pouvons ici réaffirmer son âge zone à *Aalensis pars* à zone à Propinquans et en exclure la zone à Humphriesianum, dont les dépôts, argileux dans le djebel Bou Kornine, pseudo-conglomératiques à faciès parfois « ammonitico rosso » dans le djebel Zaghounan, relèvent de la base de la formation Bent Saïdane.

La puissance de la formation Kef El Orma dans le djebel Bou Kornine (environ 150 m) et ses faciès carbonatés pélagiques résultent d'une très forte subsidence. Ils contrastent avec les faciès de calcaire plus ou moins condensé, observés ailleurs dans la dorsale, où l'épaisseur de la même formation ne dépasse que rarement 15 à 25 m.

En Tunisie septentrionale, la différenciation paléogéographique atteint son maximum au Toarcien supérieur et à l'Aalénien. À titre d'exemple, cet intervalle de temps (zone à *Meneghinii* à zones à *Concavum-Discites*) voit le passage latéral de 150 m, environ, de calcaires intercalés de conglomérats carbonatés (au Bou Kornine) à 15 m de calcaires à niveaux pseudo-bréchiques dans le Poste optique du djebel Zaghounan et à, environ, 4 m de calcaires condensés glauconieux au djebel Stah (Fig. 1B–D). Cette disposition évoque la mise en place, au niveau de la Dorsale de blocs basculés d'échelle kilométrique, en rapport avec l'existence d'une phase de

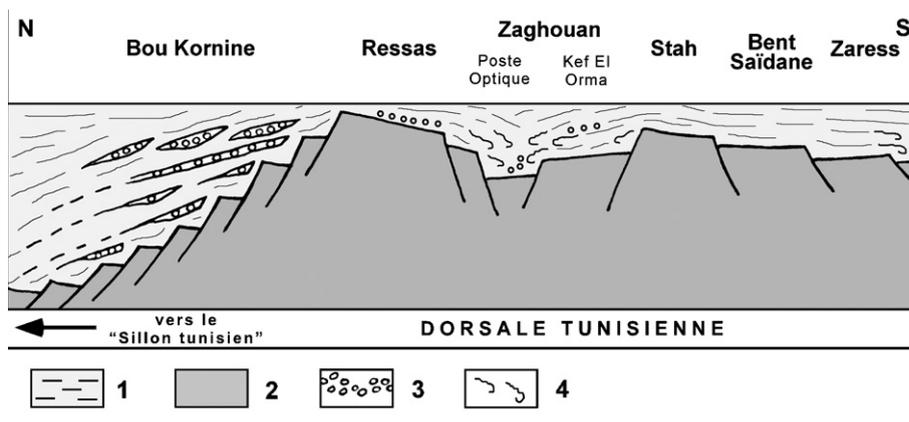


Fig. 2. Profil palinspastique interprétatif des dépôts de la formation Kef El Orma dans la Dorsale tunisienne du djebel Zaress, au sud, au djebel Ressas, au nord. Le djebel Bou Kornine assure la transition avec les séries plus développées du « Sillon tunisien ». Légende : 1, calcaires et calcaires argileux de la formation Kef El Orma ; 2, terrains ante-Toarcien supérieur ; 3, bancs conglomératiques ; 4, slumps.

Fig. 2. Palinspastic sketch explaining the deposition of the Kef El Orma Formation in the Tunisian Range, from the Jebel Zaress, to the south, to the Jebel Ressas, to the north. The Jebel Bou Kornine ensures the transition towards the thicker series of the 'Tunisian furrow'. Legend: 1, limestones and argillaceous limestones of the Kef El Orma Formation; 2, ante-Upper Toarcian grounds; 3, conglomerates; 4, slumps.

distension (Fig. 2). Les calcaires du Bajocien inférieur (zones à *Laeviuscula* et à *Propinquans*) témoignent d'une homogénéisation transitoire des conditions de dépôt et d'une stabilité provisoirement retrouvée, jusqu'à la discontinuité qui clôture partout la formation Kef El Orma.

La mise en évidence, dans la formation Kef El Orma du Bou Kornine, de quatre niveaux conglomératiques successifs associés, en séquences, à des dépôts calciturbiditiques témoigne de plusieurs phases d'instabilité sur une paléopente. La résolution biostratigraphique donnée par les ammonites a permis leur datation précise. Les deux premiers niveaux conglomératiques sont datés du Toarcien terminal, zone à *Aalensis* (sous-zone à *Lugdunensis*). Les deux suivants s'échelonnent dans l'Aalénien inférieur, de la sous-zone à *Opalinum* à la sous-zone à *Comptum* (zone à *Opalinum*).

Dans le Toarcien terminal, ces conglomérats remanient presque sans déplacement des sédiments d'âges sensiblement identiques, tels que les calcaires à silex et à bélemnites de la base de la formation Kef El Orma. Dans l'Aalénien inférieur élevé (sommet de la sous-zone à *Comptum*), les dépôts mobilisés sont plus anciens (Toarcien moyen, base de zone à *Bifrons*) et témoignent de l'accentuation des phénomènes érosifs associés aux paléopentes. Ces phénomènes s'intensifieront encore avec l'épisode mégaturbiditique situé plus haut (probable Bajocien supérieur), dans la partie inférieure de la formation Bent Saïdane, qui remanie des calcaires à silex appartenant, pour l'essentiel, à la formation Zaghouan, et dont les éléments sont datés par ammonites du Domérien inférieur (à la base) et du Carixien moyen (au sommet) (données encore inédites). Ainsi, du Toarcien supérieur au Bajocien supérieur, l'âge de plus en plus ancien des éléments des conglomérats témoigne d'une érosion progressive de la plate-forme carbonatée voisine.

L'épaississement des masses conglomératiques de l'amont vers l'aval est mis en évidence par l'analyse des coupes sériées. Il permet de mieux localiser les escarpements de failles actives. Ceux-ci ne sont toutefois exprimés en surface par aucune faille d'âge Tertiaire. Épais et presque confluents au sud (coupe du sommet 284), les niveaux conglomératiques semblent s'amincir en direction du nord. Ils sont plus minces et moins nombreux dans les affleurements les plus septentrionaux du djebel (carrière de Hammam Lif).

Les faisceaux conglomératiques résultent d'un écoulement gravitaire cohésif peu saturé en eau. Ils sont toujours scellés par des calcarénites laminées qui enregistrent plusieurs séquences d'énergie globalement décroissante, associant laminations ondulées et rides d'oscillation.

Ces aspects concourent à situer, dès le Toarcien supérieur, le djebel Bou Kornine d'Hammam Lif sur un secteur d'instabilité tectonique nord-sud à NW-SE, induit par des failles en extension à l'origine d'escarpements, de paléopentes et de dépôts turbiditiques (dispositif de marge passive en extension). Il se place dans une position paléogéographique et structurale intermédiaire entre deux domaines paléostructuraux distincts, appartenant tous deux à la marge maghrébine de la Téthys occidentale, la Dorsale tunisienne, dont le Jurassique exprime globalement l'évolution et la fragmentation d'une plate-forme carbonatée et le « sillon Tunisien », correspondant à un graben profond de direction NE-SW, à remplissage sédimentaire pélagique [16,17] (Fig. 2). Situés sur une zone de flexure active entre ces deux domaines, les dépôts jurassiques du djebel Bou Kornine vont ainsi enregistrer tous les stades de l'évolution géodynamique de la marge.

En résumé, les arguments précédents confirment le rôle prépondérant joué, dès le Toarcien supérieur-Aalénien inférieur, par la tectonique synsédimentaire en blocs basculés, dans l'érosion progressive de la plate-forme carbonatée voisine, dans la dynamique de l'écoulement gravitaire et dans la mise en place des quatre niveaux conglomératiques, décrits ici. Ils précèdent l'épisode mégaturbiditique majeur du Bou Kornine, d'âge Bajocien supérieur à Bathonien inférieur. Cette tectonique distensive polyphasée est mise en évidence grâce aux nouvelles données biostratigraphiques fournies par les ammonites. En revanche, il est difficile de montrer que les accidents de surface (failles, décrochements) soient la traduction des accidents synsédimentaires responsables des variations observées dans les séries stratigraphiques analysées.

Remerciements

Nous remercions MM. Yves Alméras, Saïd Tlig et Jacques Magontier pour leur lecture critique du manuscrit. Que MM. Tlig, Alméras et Murray Edmunds soient aussi remerciés pour leur traduction de la version anglaise abrégée de ce texte. Grâce à ses remarques, M. Michel Durand-Delga nous a permis d'améliorer grandement le manuscrit.

Références

- [1] A. Biely, Bajocien sous lithofaciès « Ammonitico Rosso » au Djebel Zaghouan, *Notes Serv. geol. Tunisie* 30 (1969) 11–61.
- [2] J. Bonnefous, Contribution à l'étude stratigraphique du Jurassique de Tunisie (Tunisie septentrionale et centrale, Sahel, zone des Chotts), thèse d'État, université Paris-6, 1972.

- [3] J. Bonnefous, M. Rakus, Précisions nouvelles sur le Jurassique du Jebel Bou Kornine d'Hammam-Lif (Tunisie), *Bull. Soc. geol. France* 6 (7) (1965) 855–858.
- [4] P. Bujulka, M. Rakus, J. Vacek, Carte géologique de la Tunisie à 1/50000^e et notice explicative, *La Goulette* 21 (1972).
- [5] G. Castany, Les extrusions jurassiques en Tunisie, *Ann. Min. Géol., Tunis* 14 (1955) 1–71.
- [6] D. Contini, S. Elmi, R. Mouterde, M. Rioult, Aalénien, in: E. Cariou, P. Hantzpergue (Eds.), *Biostratigraphie du Jurassique ouest-européen et méditerranéen*, *Bull. Cent. Rech. Elf Expl. Prod., Pau* 17 (1997) 37–40.
- [7] S.P.J. Cossey, R. Eurlach, A conglomeratic, carbonate flow deposit, northern Tunisia; a link in the genesis of pebbly mudstones, *J. Sediment. Petrol.* 49 (1) (1979) 11–22.
- [8] S. Elmi, L. Rulleau, J. Gabilly, R. Mouterde, Toarcien, in: E. Cariou, P. Hantzpergue (Eds.), *Biostratigraphie du Jurassique ouest-européen et méditerranéen*, *Bull. Cent. Rech. Elf Expl. Prod., Pau* 17 (1997) 25–36.
- [9] P. Fauré, B. Peybernès, Biozonation par ammonites et essai de corrélation des séries réduites liasiques de la « dorsale Tunisienne », *Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse* 122 (1986) 41–49.
- [10] P. Fauré, Y. Alméras, N. Sekatni, F. Zargouni, Le Pliensbachien du djebel Zaghouan (Tunisie). Nouvelles données fauniques. Implications biostratigraphiques et paléobiogéographiques, *Geodiversitas* 29 (4) (2007) 5–39.
- [11] E. Ficheur, E. Haug, Sur les dômes liasiques de Zaghouan et du Bou Kourmin (Tunisie), *C. R. Acad. Sci. Paris* 122 (1896) 1354–1357.
- [12] J. Jankö, Zur Geologie des Djebel-Bu-Kornein, in *Tunis, Földtani Közl.* 20 (1890) 76–84.
- [13] L. Pervinquière, Étude géologique de la Tunisie centrale, thèse, université de Paris et Dir. Gén. Trav. Public, Tunis, 1903.
- [14] L. Pervinquière, Existence du Lias supérieur aux environs de Tunis, *C. R. somm. Soc. geol. France* (1912) 77–78.
- [15] B. Peybernès, The Jurassic of Tunisia: attempt of reconstruction of the South-Neotethyan margin during and after the rifting phase; importance of ante-Bathonian paleostructures, in: *Geology of Libya*, Elsevier, 1992, pp. 1679–1766.
- [16] J. Rais, Géodynamique, paléoenvironnements et microfaciès de dépôt du Jurassique en bordure sud-est de la Téthys maghrébine, thèse, faculté des sciences de Tunis, 1995.
- [17] J. Rais, S. Gaya, R. Alouani, El M. Mouguina, S. Tlig, Le sillon tunisien: structuration synsédimentaire jurassique. Rift avorté et cicatrisé au Dogger supérieur–Malm, à la marge SE de la Téthys maghrébide, *C. R. Acad. Sci. Paris, Ser. II* 312 (1991) 1169–1175.
- [18] M. Rakus, Le Jurassique du djebel Ressay (Tunisie septentrionale), *Ann. Min. Geol.* 26 (1973) 137–147.
- [19] M. Rakus, J. Guex, Les ammonites du Jurassique inférieur et moyen de la dorsale Tunisienne, *Mem. Geol. (Lausanne)* 39 (2002) 1–217.
- [20] M. Rioult, D. Contini, S. Elmi, J. Gabilly, Bajocien, in: E. Cariou, P. Hantzpergue (Eds.), *Biostratigraphie du Jurassique ouest-européen et méditerranéen*, *Bull. Cent. Rech. Elf. Expl. Prod., Pau* 17 (1997) 41–53.
- [21] M. Solignac, Étude géologique de la Tunisie septentrionale, thèse, faculté des sciences de Lyon, Imp. Barlier & Cie, Tunis, 1927.
- [22] M. Soussi, Le Jurassique de la Tunisie atlasique. Stratigraphie, dynamique sédimentaire, paléogéographie et intérêt pétrolier, *Doc. Lab. Géol. Lyon* 157 (2002) 1–363.
- [23] P. Termier, Notes de tectonique tunisienne et constantinoise, *Bull. Soc. geol. France* 8 (4) (1908) 102–124.