

Les manifestations tectono-sédimentaires d'âge Campanien–Maastrichtien en Tunisie : implications sur l'évolution géodynamique de la marge Nord-Africaine

Mahmoud Dlala

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

Reçu le 27 avril 2001 ; accepté le 23 octobre 2001

Présenté par Jacques Angelier

Abstract – The Campanian–Maastrichtian synsedimentary tectonic activity: implication in the geodynamic evolution of the North African Margin. The synsedimentary tectonic activity evidenced in central and northern Tunisia points out the fact that the Campanian–Maastrichtian deposits are associated with several NW–SE and east–west normal faults. These results suggest that the east–west transform fault of North African Margin is still active during this stage. These data allow us to discuss a new geodynamic model for the North African Margin. *To cite this article: M. Dlala, C. R. Geoscience 334 (2002) 135–140.* © 2002 Académie des sciences / Éditions scientifiques et médicales Elsevier SAS

Africa / Eurasia / synsedimentary tectonics / magmatism / transformant fault of the North African Margin

Résumé – La tectonique distensive synsédimentaire mise en évidence, en Tunisie centrale et septentrionale, dans les calcaires de la formation Abiod, d'âge Campanien–Maastrichtien, témoigne de la persistance d'une déformation distensive à décrochante distensive, depuis au moins le Crétacé inférieur jusqu'au Campanien–Maastrichtien. Ces résultats signifient que le coulisage senestre, entre l'Afrique et l'Eurasie persiste encore à ce stade. Ces nouvelles données permettent de discuter un nouveau modèle géodynamique pour la marge Nord-Africaine. *Pour citer cet article : M. Dlala, C. R. Geoscience 334 (2002) 135–140.* © 2002 Académie des sciences / Éditions scientifiques et médicales Elsevier SAS

Afrique / Eurasie / tectonique synsédimentaire / magmatisme / transformante de la marge Nord-Africaine

Abridged version

1. Introduction

In Northern Tunisia, as well as in central and southern Tunisia, the relationship between tectonics and lithostratigraphic Mesozoic series is well demonstrated [1, 3, 4, 6, 7, 9, 10, 15, 18, 21]. In this study, we will demonstrate that the extensive tectonics persisted until the Campanian–Maastrichtian. In fact, the evidence of several synsedimentary normal faults and the very thick variation associated with several basaltic lavas in the Campanian–Maastrichtian limestone deposit suggest that the east–west transform fault of the North African Margin remains active during all this period.

2. Geological data

2.1. Central Tunisia

In central Tunisia, the structural study of Douleb and Tiouacha anticlines pointed out a very thick variation in the Campanian–Maastrichtian limestone deposits (Fig. 1). The

thickness ranges from 200 m in Tiouacha anticlines to 50 m in Douleb. This variation is sometimes associated with unconformities in which conglomerates and slumping can be observed. In this area, microtectonic investigations show that the limestone sedimentation is contemporaneous with several trending NE–SW and NW–SE synsedimentary normal faults. The stereographic projection indicates a NW–SE to north–south extensional direction (Figs. 2A and 2B).

2.2. Northern Tunisia

In northern Tunisia, surrounding to Nefza city (Oued El Malah), the Campanian–Maastrichtian limestone deposits [20] are generally crosscut by numerous tension gashes and trending NW–SE synsedimentary normal faults, many of which showing displacements of 20 to 50 cm (Fig. 3B). The same phenomenon has been observed in Ain Allegua and Sidi Salem, where the thick variation in limestone deposits are very important and affected by numerous trending NW–SE and east–west synsedimentary normal faults (Figs. 3C and 3D).

3. Interpretation and conclusion

In Kasserine area (central Tunisia) and northern Tunisia, the Campanian–Maastrichtian limestone deposits are generally crosscut by numerous tension gashes and trending NW–SE normal faults of synsedimentary origin. This synsedimentary tectonics activity is generally associated with a notable thickness variation of limestone deposits. On the other hand, several basaltic lavas are identified in

these Campanian–Maastrichtian deposits. In this study, we have demonstrated that the extensive tectonics persisted from Later Cretaceous to Campanian–Maastrichtian. These new deformation data, combining strike slip and normal faults, suggest that the east–west transform fault of the North African Margin remains active during this entire period. Consequently, these results allow us to improve the schematic geodynamic plates proposed by Dercourt et al. [8] for the North African Margin.

1. Introduction

En Tunisie, la stratigraphie du Crétacé a fait l'objet de nombreux travaux [2, 5, 17, 19, 20]. La relation entre la tectonique et la sédimentation, depuis l'Aptien jusqu'au Turonien, a été bien démontrée en Tunisie [1, 3, 4, 6, 7, 9, 10, 13, 15, 18, 21]. Cette interprétation est fondée sur la reconstitution de l'histoire de la tectonique synsédimentaire crétaécée à la suite de la mise en évidence de plusieurs failles normales de direction NW–SE à est–ouest. Dans cette étude, nous allons montrer que ces manifestations tectono-sédimentaires persistent jusqu'au Campanien–Maastrichtien. Ces résultats signifient que la transformante est–ouest à NE–SW de la marge Nord-Africaine continue à fonctionner en coulissement senestre, durant au moins toute la période crétaécée. L'intégration de ces nouvelles données permet d'améliorer le schéma géodynamique proposé par Dercourt et al. [8] pour la dynamique des plaques Africaine et Eurasiatique.

2. La tectonique d'âge Campanien–Maastrichtien en Tunisie centrale

Une étude cartographique à 1:50 000 de la feuille de Semmama (Tunisie centrale) nous a fait apparaître une remarquable variation d'épaisseur et de nature des sédiments d'âge Campanien–Maastrichtien [11]. Pour confronter cette évolution tectono-sédimentaire spécifique pour les massifs de Tiouacha et Douleb, notre investigation a été orientée vers la recherche des failles normales susceptibles de montrer une véritable relation entre la tectonique et cette importante variation d'épaisseur. Nous présentons ici les résultats de nos investigations dans les massifs de Semmama, Tiouacha et Biréno. Pour reconstruire l'histoire de la tectonique de cette zone, nous avons utilisé les méthodes microtectoniques susceptibles de préciser les axes de déformations contemporaines des dépôts Campanien–Maastrichtien.

2.1. Observations lithostratigraphiques

Les séries du Crétacé supérieur des Jebels Semmama, Douleb et Tiouacha, s'organisent en au moins quatre séquences [11]. La quatrième séquence (formation Abiod) est épaisse d'environ 200 m au Jebel Tiouacha. Elle y débute par des calcaires conglomératiques et phosphatés et se poursuit par des *mud-wakstones* pélagiques et localement à *slumps* (Fig. 1A). Au flanc sud-est de l'anticlinal de Douleb, la séquence est amputée de sa base et n'est représentée que par 50 m de calcaires en partie gravitaire, d'âge Maastrichtien (Fig. 1C2). Au prolongement est de cette série, à Kodiat Safah Farah ($x = 239$, $y = 420,7$), cette séquence débute par des niveaux gréseux phosphatés, surmontés par un banc métrique calcaire, qui s'achève par une surface d'érosion montrant des conglomérats à différentes tailles. Ce banc est surmonté par des calcaires blanchâtres massifs, d'environ 50 m d'épaisseur (Fig. 1C3).

Dans le flanc sud-ouest de l'anticlinal de Biréno, au niveau de l'Oued El Garjouma, les calcaires de la formation Abiod, affectés par la faille majeure de Ras Sif, montrent également plusieurs bancs contenant des conglomérats de différentes tailles, associés à des microplis de glissement dont les axes indiquent un sens d'écoulement vers l'est. Ces indices témoignent d'une instabilité sédimentaire pour cette période.

2.2. Observations tectoniques et microtectoniques

Les stations d'observation et de mesure microtectonique ont été choisies dans de secteurs répartis sur toute la zone d'étude.

Dans la terminaison périanticlinale de Semmama, au jebel Sidi M'barak Kechrid ($x = 230,5$, $y = 416,5$), on observe de petites failles normales, à rejet parfois décimétrique dans les calcaires blancs noduleux. Ces failles sont cachetées par la partie supérieure des bancs calcaires, parfois crayeux et les dolomies qui les surmontent. Elles se regroupent en une seule famille de direction N060 à N070. Ces indices sont induits probablement par la réactivation d'une faille normale pré-existante [10].

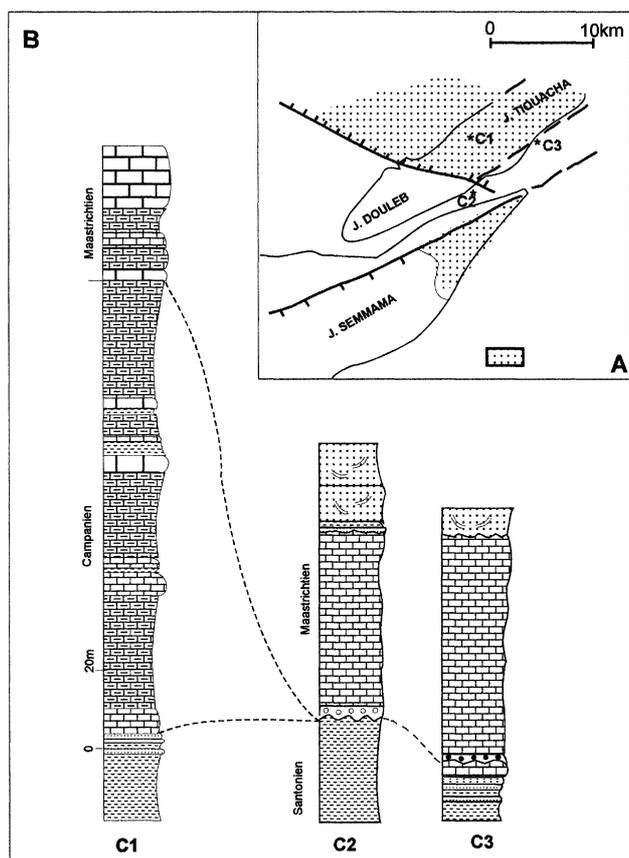


Figure 1. A. Localisation des coupes lithostratigraphiques : zone d'importante accumulation des dépôts d'âge Campanien-Maastrichtien. B. Logs synthétiques montrant la variation d'épaisseur de la formation Abiod (Campanien-Maastrichtien) de part et d'autre de failles normales du J. Tiouacha (Tunisie centrale). C1 : coupe du Kef Kretma, C2 : coupe de Ain Messahel, C3 : coupe de Ragoubet Trad.

Figure 1. A. Location of lithostratigraphic cross-sections. B. Synthetic lithostratigraphic column showing the thickness variation in the main synsedimentary normal faults in Tiouacha anticline (central Tunisia).

Dans la partie centrale du massif de Tiouacha, à Kef el Kretma ($x = 237$, $y = 414$), le long d'une importante corniche qui culmine à 1110 m, des failles normales à rejets pluridécimétriques affectent les alternances marno-calcaires noduleux du Campanien supérieur à Maastrichtien. Ces failles sont scellées par la barre dolomitique supérieure de même âge, qui les surmonte. Ce système de failles normales synsédimentaires montre un réseau principal de direction moyenne N100 à N110, avec parfois des stries plongeant de 75 à 80° vers le sud-est. La projection stéréographique (hémisphère inférieur) de ces microfailles normales donnent une direction d'extension nord-sud à NNE-SSW (Figs. 2A et 2B).

D'autre part, les massifs de Tiouacha et Douleb sont séparés par une faille régionale de direction

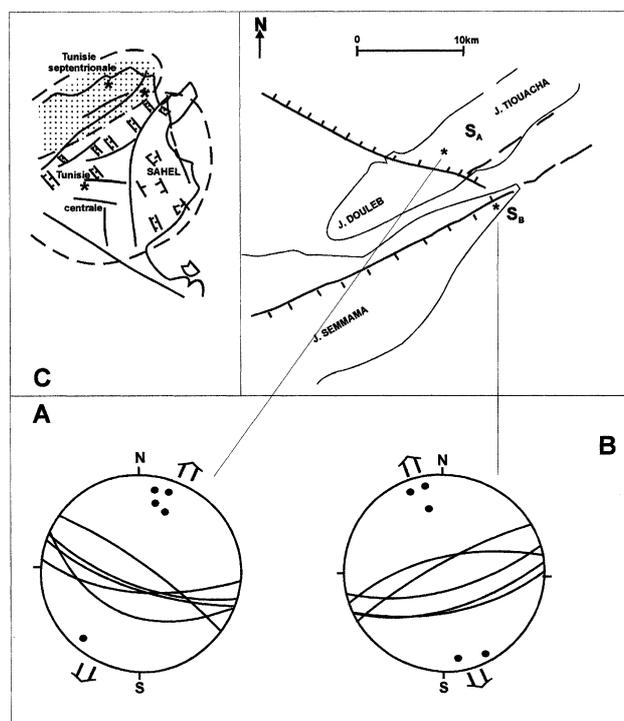


Figure 2. A-B. Projection stéréographique des failles normales synsédimentaires affectant les calcaires d'âge Campanien-Maastrichtien (Tiouacha-Semmama). C. Répartition géographique de sites d'observations microtectoniques.

Figure 2. A-B. Stereographic projection of synsedimentary normal faults (Tiouacha and Semmama anticlines). C. Geographical repartition of microtectonic sites.

NW-SE, ayant engendré une importante variation d'épaisseur au sein de la même série.

3. La tectonique d'âge Campanien-Maastrichtien dans le Nord de la Tunisie

Dans l'Extrême-Nord tunisien, au Jabel Abiod, à 10 km au nord de la ville de Nefza (Oued El Malah), au bord de la route qui mène à Amdoun, dans une carrière d'exploitation de matériaux de construction, plusieurs failles normales synsédimentaires ont été mises au jour. Ces failles normales, de directions N120 à N130, affectent les calcaires beiges de la barre supérieure de la formation Abiod, d'âge Campanien-Maastrichtien (Fig. 3A). Cette partie du Sénonien supérieur est représentée, en Tunisie septentrionale, par deux barres calcaires, séparées par des alternances marno-calcaires [20]. Les failles normales synsédimentaires observées et les fentes de tension qui leur sont associées ont une direction d'extension NE-SW (Fig. 3B).

À Sidi Salem, à 10 km au nord du premier site, les alternances marno-calcaires et les calcaires blancs

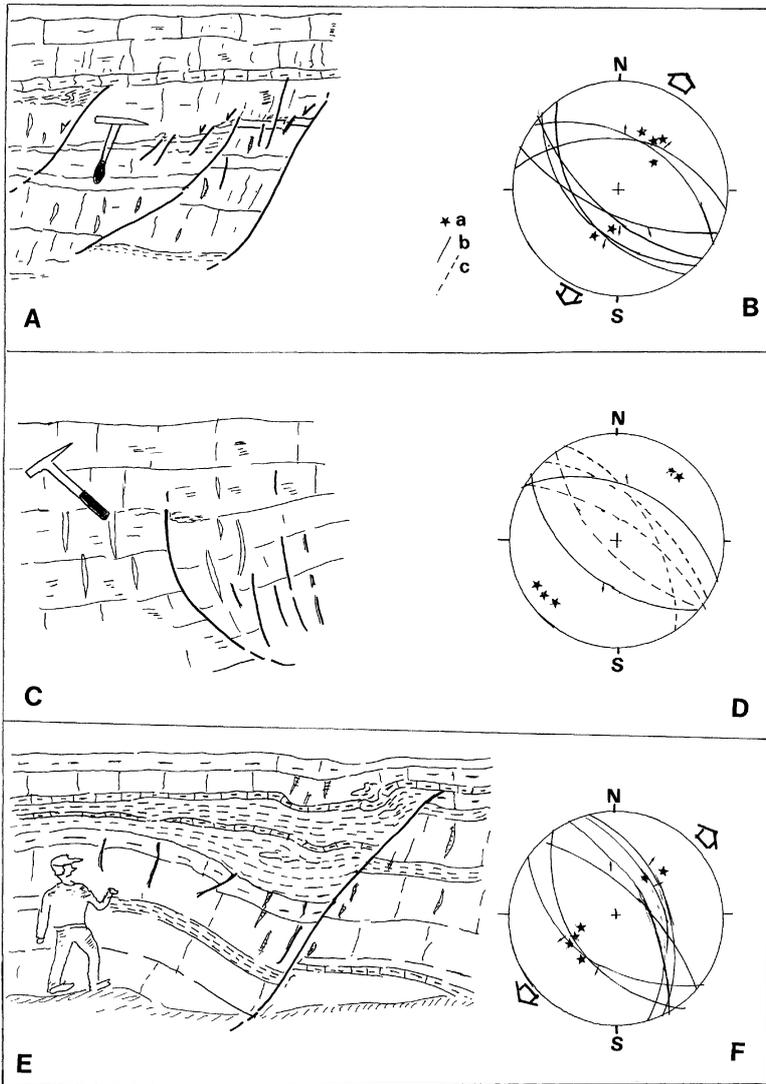


Figure 3. A. Failles normales synsédimentaires affectant les alternances marno-calcaires (oued el Malah, Nefza : extrême nord tunisien). B. Projection stéréographique des failles normales synsédimentaires (canevas de Schmidt, hémisphère inférieur). C. Failles normales synsédimentaires affectant les calcaires d'âge Campanien–Maastrichtien. D. Projection stéréographique des failles normales synsédimentaires ; a : pôles de failles, b : plans de failles, c : plans de fentes (canevas de Schmidt ; hémisphère inférieur). E. Failles normales synsédimentaires affectant les calcaires d'âge Campanien–Maastrichtien dans le massif de Nahli, aux environs de Tunis. F. Projection stéréographique de la station microtectonique de Nahli.

Figure 3. A. Synsedimentary normal faults (Oued El Malah, Nefza). B. Stereographic projection of synsedimentary normal faults (Schmidt pattern; lower hemisphere). C. Synsedimentary normal faults affecting the Campanian–Maastrichtian limestone deposits. D. Stereographic projection of synsedimentary normal faults; a : pole of faults; b : fault plane, tension gashes (Schmidt pattern; lower hemisphere). E. Synsedimentary normal faults (Nahli) surrounding Tunis. F. Stereographic projection of synsedimentary normal faults near Tunis.

de la formation Abiod, attribués au Campanien–Maastrichtien, sont également affectés par des failles normales synsédimentaires, d'échelle métrique à décimétrique, qui s'organisent en un réseau NW–SE à est–ouest (Figs. 3C et 3D). Ces failles, auxquelles nous rattachons d'importantes variations d'épaisseur, confirment la présence d'une déformation distensive ayant accompagné la période du dépôt de ces sédiments.

En Tunisie nord-orientale, à Jebel Nahli, aux environs de Tunis, les alternances marno-calcaires et les calcaires blancs d'âge Campanien–Maastrichtien sont affectés par des failles normales synsédimentaires. Ces failles sont visibles au flanc sud de ce massif, où elles engendrent parfois des variations brutales d'épaisseur, dépassant 20 m. Elles se regroupent en un seul réseau de direction NW–SE. La projection stéréographique de ces failles donne une direction d'extension NE–SW (Figs. 3E et 3F).

4. Interprétation et conclusion

L'évolution tectono-sédimentaire, au cours du Campanien–Maastrichtien, du bassin du Douleb–Tiouacha (Fig. 4) révèle l'intervention des phénomènes tectoniques affectant le secteur nord de la région du Kasserine. En effet, depuis l'Aptien jusqu'au Campanien–Maastrichtien, ce secteur de la Tunisie centrale semble être soumis à une déformation distensive à décrochante distensive, de direction d'extension NNE–SSW à nord–sud.

À l'extrémité nord-est du Jebel Semmama, le réseau des failles normales synsédimentaires est observé selon la même direction que l'accident préexistant, de direction NE–SW, au niveau duquel s'est moulé l'anticlinal de Semmama lors de la phase compressive d'âge Miocène supérieur [9, 10]. Cet accident préexistant a engendré, depuis l'Aptien jusqu'au Turonien, une importante variation d'épaisseur

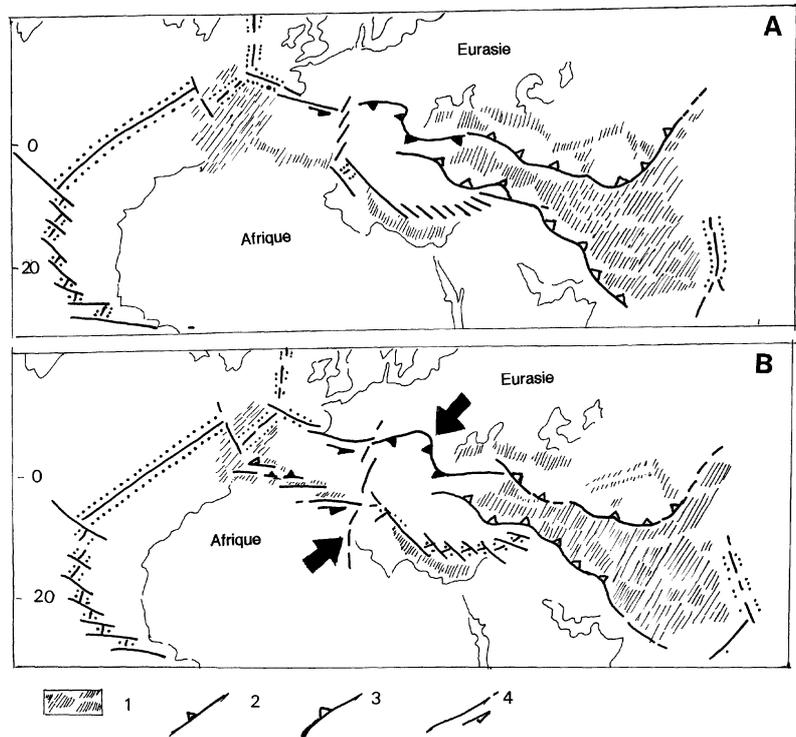


Figure 4. A. Situation géodynamique de la Néotéthys au Santonien–Campanien [8]. 1 : Croûte océanique, 2 : collision, 3 : subduction, 4 : coulissement. **B.** Situation géodynamique de la Néotéthys, proposée pour la période du Campanien–Maastrichtien.

Figure 4. A. Geodynamic evolution of the Neotethys during the Santonian–Campanian [8]. 1: Oceanic crust, 2: subduction, 3: collision, 4: strike slip faulting. **B.** Geodynamic evolution of the Neotethys during the Campanian–Maastrichtian.

de l'ordre de 400 m [2, 9]. Il a été également réactivé au Campanien–Maastrichtien.

Les massifs de Douleb et Tiouacha sont séparés en deux compartiments par une faille majeure de direction NW–SE. Cet accident préexistant a constitué une véritable barrière pour les sédiments de cette époque. Le compartiment nord correspond à un milieu de dépôt plus profond, où les alternances marno-calcaires peuvent atteindre 200 m d'épaisseur ; en revanche, le compartiment sud est surélevé, tandis que les calcaires d'âge Maastrichtien, dont l'épaisseur ne dépasse pas 50 m, reposent directement sur les marnes du Santonien [11]. Ils débutent par des calcaires conglomératiques, marqués souvent par des *slumps*. Cette importante variation d'épaisseur est directement liée à l'activité synsédimentaire de plusieurs failles normales.

Dans le Nord de la Tunisie, l'activité tectono-sédimentaire marque également les calcaires blancs de la barre supérieure de la formation Abiod, d'âge Campanien–Maastrichtien. Les failles normales observées dans la région de Nefza et aux environs de Tunis montrent une direction d'extension NE–SW. À cette tectonique distensive s'associent également d'importantes variations d'épaisseur.

En Tunisie, au moins depuis le Jurassique jusqu'au Crétacé terminal, le segment le plus oriental de la transformante est–ouest de la marge Nord-Africaine était le principal moteur de l'évolution géodynamique du pays [10]. La localisation de la Tunisie au voisinage d'une transformante et à la bordure d'une marge

active, à l'est, est probablement à l'origine de la complexité de l'évolution géodynamique de ses bassins sédimentaires, surtout au niveau du bloc pélagien et du bassin du Sahel, où l'amincissement crustal se justifie, en dehors de la tectonique, par les importantes accumulations de dépôts et les manifestations magmatiques, représentées essentiellement par des coulées basaltiques interstratifiées dans les calcaires d'âge Campanien–Maastrichtien. Ces basaltes ont été traversés par plusieurs forages pétroliers [12, 16]. Si la direction d'extension définie d'après les données microtectoniques et la direction de raccourcissement global NE–SW entre l'Afrique et l'Eurasie montrent parfois une certaine incompatibilité, ceci est dû aux influences de la fracturation préexistante et de la perturbation locale des contraintes au niveau de ces anisotropies. Cette tectonique distensive synsédimentaire, mise en évidence en Tunisie, indique que la partie orientale de la marge Nord-Africaine est encore sous l'influence d'une déformation décrochante distensive induite par le coulissage du segment le plus oriental de la transformante de la marge Nord-Africaine. Pour la même période à l'ouest, en Algérie et au Maroc, les événements tectoniques semblent être à caractères compressifs, indiquant probablement le début du blocage Afrique–Eurasie [14] et l'arrêt de l'accrétion mésogéenne [8]. Cette différenciation régionale traduit, d'une part, l'irrégularité de la limite entre les deux plaques [10] et, d'autre part, la variation des types de déformation d'ouest en est. Ces nouvelles données montrent que le stade du blocage

entre l'Afrique et l'Eurasie n'a pas encore été définitivement atteint. Ceci permet d'améliorer le modèle

géodynamique proposé par Dercourt et al. [8] pour la marge Nord-Africaine.

Remerciements. Je tiens à remercier les professeurs H. Philip et J. Dercourt pour leurs remarques judicieuses et les discussions scientifiques constructives que nous avons eues ensemble.

Références

- [1] N. Ben Ayed, Évolution tectonique de l'avant-pays de la chaîne alpine de la Tunisie, Note serv. Géol. Tunisie (1986) 92.
- [2] H. Bismuth, C. Bolthohnagen, P. Donze, J. Le Fevre, P. Saint-Marc, Le Crétacé supérieur du Jebel Semmama, *Creataceous Res.* (1981) 171–185.
- [3] S. Bouaziz, Évolution de la plate-forme du Sud tunisien, in: *Actes des 2^{es} Journées de géologie tunisienne appliquées à la recherche des hydrocarbures*, 1989, pp. 133–147.
- [4] N. Boukadi, 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 d'État, faculté des sciences de Tunis, 1994.
- [5] P.F. Burollet, Contribution à l'étude stratigraphique de la Tunisie centrale, *Ann. Mines et Géol. Tunisie* (1981) 18.
- [6] L. Chihi, M. Dlala, N. Ben Ayed, Les manifestations tectono-sédimentaires polyphasées d'âge Crétacé en Tunisie centrale, *C. R. Acad. Sci. Paris, série II* (1984) 293–296.
- [7] M. Chikhaoui, M. Turki, J. Delteuil, Maamouri, Témoignage de la structurogenèse de la marge Téthysienne en Tunisie au Jurassique terminal–Crétacé inférieur (région d'El Kef, Tunisie septentrionale), in: *2^e Congrès National des sciences de la Terre de Tunis*, 1989.
- [8] J. Dercourt, L.P. Zonenshain, L.P. Ricou, V.G. Kazmin, X. Le Pichon, A.L. Knipper, J.-P. Laurier, M.-L. Bashenov, J. Boulin, D.H. Pecherskhy, B. Biju Duval, L.A. Savostin, C. Lepvrier, J. Gueysant, C. Grandjacquet, Geological evolution of the Tethys belt from the Atlantic to the Pamirs since the Lias, *Tectonophysics* 123 (1986) 241–315.
- [9] M. Dlala, Étude tectonique et microtectonique de la région de Kasserine (Tunisie centrale), thèse 3^e cycle, CNRS, Montpellier, 1984, 138 p.
- [10] M. Dlala, Évolution géodynamique et tectoniques superposées en Tunisie : sur l'implication tectonique récente et la sismicité, thèse d'État, faculté des sciences de Tunis, 1995, 390 p.
- [11] M. Dlala, P. Donze, A. M'rabet, L. Maamouri, D. Turki-Zaghib, Stratigraphie et dynamique sédimentaire des séquences du Crétacé supérieur des bassins de Semmama Douleb-Tiouacha, Tunisie centrale, in: *2^e Congrès national des sciences de la Terre*, Tunis, 1990, p. 115.
- [12] N. Ellouz, Étude de la subsidence de la Tunisie atlasique, orientale et de la mer pélagienne, thèse 3^e cycle, université Paris-6, 1984, 146 p.
- [13] C. Gourmelin, J. Ouali, P. Tricart, Les blocs basculés mésozoïques dans l'axe nord-sud, Tunisie centrale : importance et signification, *Bull. Soc. géol. France V (1)* (1989) 117–122.
- [14] J.-L. Olivet, J. Bonnin, P. Beuzart, J.-M. Auzende, Cinématique de l'Atlantique nord et central, *Rapp. Sc. Tech.*, 54, Publ. Cnexo, Brest, 1984, 108 p.
- [15] J. Ouali, C. Martinez, P. Tricart, Épisodes de la tectonique crétacée en distension au Jebel Kébar (Tunisie centrale), 10^e RAST, Bordeaux, 1984, p. 422.
- [16] N. Ouazaa, Étude minéralogique et géochimique des épisodes magmatiques mésozoïques et miocènes de la Tunisie, thèse d'État, université Tunis-2, 1994, 442 p.
- [17] L. Pervinquière, Étude géologique de la Tunisie centrale, thèse d'État, Paris, 1903.
- [18] M.M. Turki, Polycinématique et contrôle sédimentaire de la zone Zaghouan–Nebhana, thèse d'État, faculté des sciences de Tunis, INRST, Tunis, 1985, 252 p.
- [19] S. Razgallah-Gargouri, Le Cénomani de la Tunisie centrale : étude paléocéologique, stratigraphique, micropaléontologique et paléogéographique, *Documents et Travaux, IGAL*, Paris-6, 1983, 215 p., 39 pl., 43 tab. ht.
- [20] H. Rouvier, Géologie de l'extrême Nord tunisien : tectonique et paléogéographie superposées à l'extrémité orientale de la chaîne maghrébine, thèse d'État, université Paris-6, 1977, 703 p.
- [21] F. Zargouni, Tectonique de l'Atlas méridional de Tunisie ; évolution géométrique et cinématique des structures en cisaillement, thèse d'État, université Louis-Pasteur, Strasbourg, 1985, 304 p.