

Le front de chevauchement au Jebel Bou El Hanèche-Kalâat Khasba (Tunisie centro-septentrionale). Mise en évidence à partir des données géologiques et géophysiques

The thrust front in the Jebel Bou El Hanèche - Kalâat Khasba (Central-northern Tunisia). Integration of geological and geophysical data

I. Ezzine¹, M. Jaffal², M. Ben Youssef³, F. Zargouni¹, M. Ghanmi¹

RESUME

En Tunisie Centro-Septentrionale, la bordure septentrionale du fossé de Kalâat Khasba a été considéré comme une bordure d'effondrement à jeu normal, ayant fonctionnée du Crétacé inférieur jusqu'au Quaternaire. Une étude de terrain et l'interprétation de profils de sismique réflexion permettent de proposer un nouveau modèle tectonique pour ce fossé et du massif adjacent de Bou El Hanèche.

La bordure septentrionale du bassin de Kalâat Khasba a été réactivée à l'Eocène en faille inverse. Cette bordure a une valeur de front de chevauchement sur lequel se met en place le pli de propagation de Bou El Hanèche par rapport à l'avant pays de la chaîne alpine.

La compression Eocène entraîne la mise en place du pli de Bou El Hanèche à la faveur d'un niveau de décollement situé dans les séries triasiques. Cette déformation est contrôlée par un réseau de failles normales héritées de la phase distensive présumée aptienne. La dynamique compressive continue depuis l'Eocène engendrant la propagation de ce pli. Lorsque la rampe atteint les calcaires de la formation Abiod, le pli se bloque. Ce blocage entraîne la rupture du dressant et la création, vers le Nord du pli, d'un deuxième chevauchement, ce qui implique une évolution du système de chevauchement dans une séquence inverse ou «out of sequence».

Mots clés: Tunisie Centro-Septentrionale, Kalâat Khasba, chevauchement, pli de propagation de rampe, séquence inverse, sismique réflexion.

ABSTRACT

In Central-northern Tunisia, the septentrional border of Kalâat Khasba trough was considered as a normal fault which has functioned since the Cretaceous to Quaternary periods. A stratigraphic and geophysical recent study of the Kalâat Khasba trough and the Jebel Bou El Hanèche fold area, allows us to propose a new tectonic model. The Northern border was reactivated as reverse fault during the Eocene and was considered as a thrust front. A compressive Eocene event resulted in formation of Bou El Hanèche fold (fault propagation fold) and in determination of a decollement level situated in the Triassic series. This deformation was controlled by the reactivation of normal faults inherited from a distensive aptien phase.

The compressive deformation was amplified by the propagation of this fold and, when a ramp reached the competent carbonates series of late Campanian-lower Maâstrichtien times, the fold was stacked, involving a breakthrough steep limb and creating a second thrust on the North. The order of evolution of these events shows an out of sequence thrust.

Keywords: Central-northern Tunisia, Kalâat Khasba, thrust, fold propagation fault, out of sequence thrust, seismic reflection.

¹ Unité de Géologie structurale et appliquée, Faculté des Sciences de Tunis, Université Tunis-El Manar, Campus Universitaire, 1060, Tunis, Tunisie. Email: ezzine.i@gmail.com, fouadzargouni@gmail.com, ghanmi.mohamed@gmail.com

² Laboratoire de Géo-Ressources, Département des Sciences de la Terre, Faculté des Sciences et des Techniques, Université Cadi Ayyad, Marrakech, Maroc. Email: jaffal@fstg-marrakech.ac.ma

³ C.E.R.T.E Centre des Recherches, des Technologies des Eaux de Borj Cédria, B.P, 273; Soliman 8020, Tunisie. Email: benyousseffhim@yahoo.fr

Conclusion

La marge sud de la Téthys en Tunisie, à été soumise à des contraintes compressives, lors de la convergence de la plaque africaine et eurasiatique, aboutissant à la fermeture téthysienne, Dercourt *et al.* (1978). En Tunisie centrale, cette phase a contribué à l'ouverture de grabens ou fossés d'effondrements de type pull appart de direction NW-SE, Jauzein (1967); Ben Ayed (1986); Chihi (1995) et à la formation de plis atlasiques, Dlala (2002). Dans la partie septentrionale de l'Atlas, les grabens de Bou Ghanem, Kalâat Khasba, Rohia ont une disposition en escalier ou en coude, Ben Ayed (1995); Chihi (1995). Au niveau de fossé de Kalâat Khasba, l'intégration des données du terrain et des données sismiques réflexions, montre que le massif du Bou El Hanèche n'est pas un pli simple de direction atlasique situé sur la bordure de ce fossé. Il s'agit en fait d'un pli de propagation de rampe de direction générale ENE-WSW. Ce pli enregistre les effets de plusieurs épisodes compressifs de directions différentes: (Fig.2)

La compression Eocène de direction NW-SE marquée par un redoublement de séries du groupe Metlaoui et les discordances D3 et D4 (Fig. 10a et 10b), elle a permis:

- la réactivation de la faille principale ENE-WSW en faille inverse formant la rampe,
- la sollicitation d'un niveau de décollement situé stratigraphiquement au niveau des séries triasiques,
- la mobilisation et la montée à la surface de matériel triasique,
- la formation du pli de Bou El Hanèche dans son stade initial.

Cette compression Eocène est relayée par celle du Miocène supérieur qui a entraîné le développement du pli, puis sa propagation. Cette dernière est assurée par la présence du matériel salifère mis en évidence à l'affleurement pour la première fois dans la région, jouant le rôle de semelle de glissement.

Enfin la compression quaternaire est matérialisée par un changement de la direction de la compression de NNW-SSE à N-S. Dans ce stade la propagation du pli continue (Fig. 8). Lorsque la rampe atteint les séries carbonatées de l'Abiod (Campanien supérieur – Maâstrichtien inférieur), elle engendre un cisaillement et une rupture du dressant selon un plan sub-vertical (pendage = 80°). Cette rupture entraîne le blocage de l'évolution du pli et

Figure 13.—Chevauchement des séries albiennes sur les séries aptien inférieur.

résultat d'une disposition oblique de la contrainte majeure principale σ_1 par rapport à la direction générale du pli.

— Le quatrième et le dernier stade correspond à l'évolution post blocage du pli de propagation, Mercier (1992a, 1992b); Mercier & Mansy (1995); Mercier *et al.* (1992, 1995, 1997). Il est marqué par l'apparition dans la région d'El Kralifa d'un second en arrière de l'accident principal. Ce deuxième chevauchement, de direction N 90° - 65° N, met en contact les séries albiennes avec les séries de l'aptien inférieur. Le contact est assuré par du matériel triasique. Selon Merle (1994), la création d'un nouveau chevauchement en arrière du premier, traduit une évolution de la propagation du pli selon une séquence inverse ou «out of sequence» (Fig. 11a, 11b & Fig. 13). Ce type de déformation est attaqué par l'érosion, qui semble jouer un rôle important dans la configuration actuelle. (Fig. 2 et 5)

la création d'un deuxième chevauchement dans la région d'El Kralifa de direction N 90° en arrière du premier orienté en N 75°. Cette disposition des chevauchements montre une évolution selon une séquence inverse de type «out of sequence».

La deuxième faille majeure de direction N 140 à 150 bordant à l'ouest le massif de Bou El Hanèche et le bassin de Kalâat Khasba (Fig. 2), présente un jeu décrochant senestre à pente raide et à regard Ouest, Ben Ayed (1995), ce qui prouve qu'on est en présence d'une rampe latérale, dont la direction du transport est perpendiculaire à la direction du plissement majeur. Ainsi, dans son cadre régional, la bordure septentrionale du bassin de Kalâat Khasba se présente sous forme d'un front de chevauchement par rapport aux bassins d'avant pays de la chaîne alpine, qui forme par conséquent une continuité vers le nord est avec la cicatrice ou le chevauchement de Zaghouan (Fig.1-B). Ce dernier est nommé par la (T2) selon Jauzein (1967). A ce niveau, le front de chevauchement change de direction d'ENE-WSW au niveau du Jebel Bou El Hanèche à NE-SW dans les massifs de Zaghouan-Ressas, Morgan *et al.* (1998). Il change donc d'une rampe latérale à une rampe frontale dont la direction du transport est perpendiculaire à la direction générale de raccourcissement (NW-SE). Cette étude permet de mettre en évidence le déplacement du front alpin vers le SW, classiquement les chaînes alpines étaient au niveau de front des nappes, Rouvier (1977). En Tunisie Centrale, les plis de propagation de rampe jouent un rôle important dans la localisation des structures pièges de pétrole tel que le cas du Dj. Bou El Hanèche.

Références

- Ben Ayed, N. (1986). *Évolution tectonique de l'avant-pays de la chaîne alpine de Tunisie du début du Mésozoïque à l'actuel*. Thèse d'Etat, Université de Paris, Sud-centre d'Orsay, 347 pp.
- Ben Ayed, N. (1993). Évolution tectonique de l'avant pays de la chaîne alpine de Tunisie du début du Mésozoïque à l'actuel. *Annuaire des Mines et Géologie*, 32: 285.
- Ben Ayed, N & Kessibi, M. (1985). Mise en évidence de deux couloirs de décrochement E-W dextre en bordure de la plateforme saharienne (Tunisie méridionale). Acte 1er Congrès Nationale des Sciences de la Terre (Tunis, 1981), *Annuaire des Mines et Géologie*, 31: 291-302.
- Burrollet, P. F. (1956). Contribution à l'étude stratigraphique de la Tunisie Centrale. *Annuaire des Mines et Géologie*, 18: 1-352.
- Caire, A. (1977). Interprétation tectonique unitaire de l'atlas tunisien à fossés. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences, Paris*, 284: 349-352.
- Castany, G. (1948). Les fossés d'effondrement de la Tunisie. Géologie et hydrogéologie. 1er fasc. Plaine de Grombalia et cuvettes de Tunisie orientale. *Annuaire des Mines et Géologie de Tunisie*, 3: 1-126.
- Castany, G. (1951). Sur l'âge récent de la phase ultime de diastrophisme majeur de l'Atlas tunisien original. *IXe Congrès A.F.A.S.*, Tunis, 103-105.
- Castany, G. (1953). Le plissement quaternaire en Tunisie. *Comptes Rendus Sommaires Société Géologique de France*, 11: 198-200
- Chihi, L. (1995). *Les fossés néogènes à quaternaires de la Tunisie et de la mer pélagienne: Etude structurale et leur signification dans le cadre géodynamique de la Méditerranée centrale*. Thèse de Doctorat d'Université, Tunis. El Mannar II. 568 pp.
- Chihi, L. (2003). Place de la Tunisie dans l'évolution géodynamique de la Méditerranée occidentale du Néogène à l'actuel. *Résumé A.T.E.I.G: La chronologie des événements tectoniques en Tunisie*, 43-47.
- Dercourt, J.; Zenenshaain, L.P.; Ricou, L.E.; Kazmin, V.G.; Le Pichon, X.; Knipper, A.C.; Grandjaquet, C.; Ssbortchikov, I.M.; Geysand, J.; Lepunier, C.; Westphal, M.; Bazhenov, M.; Lauer, J.P. & Biju-Duval, B. (1978). Geological evolution of Tethys from the atlantic to the Pamir since the Lias. *Tectonophysics*, 123: 241-315. doi:10.1016/0040-1951(86)90199-X
- Dlala, M. (2002). La tectonique distensive synsédimentaire d'âge campanien maastrichtien en Tunisie: Implication sur l'évolution géodynamique de la marge nord africaine. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences, Paris*, 334: 135-140.
- Dubourdiou, G. (1956). Etude géologique de la région de l'Ouenza (confins algéro-tunisiens). *Bulletin du Service de la Carte Géologique de l'Algérie*, 10: 1-659.
- Durand-Delga, M. (1980). La méditerranée occidentale: étape de sa genèse et problèmes structuraux liés à celle-ci. In: Livre jubilaire de la Société Géologique de France, 1830-1980 (editors?). *Mémoire hors série de la Société Géologique de France, Paris*, 10, 203-224.
- Erslev, E.A & Mayborn, K. R. (1997). Multiple geometries and modes of fault-propagation, folding in the Canadian thrust belt. *Journal of Structural Geology*. 19: 321-335. doi:10.1016/S0191-8141(97)83027-1
- Ezzine, I. (2007). *Apport des données de surface et de subsurface (sismique réflexion) dans l'étude des structures associées aux fossés d'effondrements. Exemple: Le massif de Bou El Hanèche Tunisie centro-septentrionale*. Mémoire de Master, Université Tunis El Manar, Faculté des Sciences de Tunis, 90 pp.
- Ghanmi, M. (2003). *Géodynamique de la plateforme saharienne et sa marge septentrionale au Crétacé, son évolution vers l'Atlas septentrional, interférences du rifting et de l'halocinèse*. Habilitation à direction de recherches, Université Tunis El Mannar II, 347 pp.
- Jauzein, A. (1967). Contribution à l'étude géologique des confins de la dorsale tunisienne (Tunisie septen-

- trionale). *Annuaire des Mines et Géologie de Tunisie*, 22: 1-475.
- Lehotsky, I. & Bujonowsky, A. (1978). *Carte géologique à 1/50.000 de Kalat Es Senan*. Publications du Service Géologique de la Tunisie.
- Martin J. & Mercier E. (1995). Héritage distensif et structuration chevauchante dans une chaîne de couverture: apport de l'équilibrage par modélisation géométrique dans le Juras nord-occidental. *Bulletin de la Société Géologique de France*, 167: 101-110.
- Mercier, E. (1992a). *Les plis de propagation transportés: modélisation et exemple*. Habilitation à diriger les recherches, Université Cergy-Pontoise.
- Mercier, E. (1992b). Une évolution possible des chevauchements associés aux plis de propagation: le transport sur plat (modélisation et exemple). *Bulletin de la Société Géologique de France*, 163: 713-720.
- Mercier, E. & Mansy, J.L. (1995). Le blocage du transport sur le plat des plis de propagation: une cause possible des chevauchements hors séquence. *Geodynamica Acta*, 8: 199-210.
- Mercier, E.; Outtani, F.; Frizon De Lamotte, D. & Ghandriche, H. (1995). Geometry of fault propagation folds: method and application; Comment. *Tectonophysics* 245, 111-113. doi:10.1016/0040-1951(94)00138-Y
- Mercier, E; Outtani, F. & Frizon De Lamotte, D. (1997). Late stage evolution of fault propagation folds: principles and example. *Journal of Structural Geology*, 19: 185-193. doi:10.1016/S0191-8141(96)00081-8
- Merle, O. (1994). *Nappe et chevauchement*. Masson, Paris, Milan, Barcelone, 137 pp.
- Morgan, M. A.; Grocott, J. & Moody, R.T.J. (1998). The structural evolution of the Zaghwan-Ressas belt, Northern Tunisia. *Geology Society, London, Special Publications*, 132: 405-422. doi:10.1144/GSL.SP.1998.132.01.23
- Pervinquier L., (1903). *Etude géologique de la Tunisie centrale*. Régence de Tunis, Direction générale des Travaux publics, Carte géologique de la Tunisie, F. de Rudeval, Paris, 360 pp.
- Richert, J. P. (1971). Mise en évidence de quatre phases tectoniques successives en Tunisie. *Notes du Service Géologique de Tunisie 34, Travaux de Géologie tunisienne*, 4: 114-121.
- Rouvier, H. (1977). *Géologie de l'extrême nord Tunisien: tectoniques et Paléogéographies superposées à l'extrémité Nord-orientale de la chaîne maghrébin*. Thèse d'état de l'université de Paris VI, France, 703 pp.
- Suppe, J. & Medwedff, D.A. (1990). Geometry and kinematics of fault-propagation folding. *Eclogae Geologicae Helvetiae*, 83: 409-454.

Recibido el 19 de julio de 2010

Aceptado el 20 de junio de 2011

Publicado online el 12 de julio de 2012