



Géodynamique

Halocinèse précoce associée au rifting jurassique dans l'Atlas central de Tunisie (région de Majoura–El Hfay)

Dorra Tanfous Amri ^{a,*}, Mourad Bédir ^a, Mohamed Soussi ^b, Hajer Azaiez ^a,
Lahoussine Zitouni ^a, M. Hédi Inoubli ^b, Kamel Ben Boubaker ^c

^a Laboratoire des géoressources, Institut national de recherche scientifique et technique, BP 95, 2050 Hammam, Tunisie

^b Département de géologie, UR 99/1004, faculté des sciences de Tunis–El-Manar, campus universitaire, Tunis 1060, Tunisie

^c Entreprise tunisienne d'activité pétrolière, 37, av. Kheireddine-Bacha, 1002 Tunis Montplaisir, Tunisie

Reçu le 7 juin 2004 ; accepté après révision le 1^{er} février 2005

Disponible sur Internet le 14 mars 2005

Présenté par Michel Durand-Delga

Résumé

L'analyse de plusieurs profils sismiques calibrés aux données de puits et de terrain, ainsi que la cartographie isochrone et isopaque des horizons jurassiques enfouis sous l'Atlas révèlent une structuration différenciée dès le Jurassique moyen associée, d'une part, au jeu d'un réseau de failles de directions NE–SW, nord–sud, est–ouest, NW–SE et, d'autre part, à la montée des évaporites du Trias supérieur, qui s'est effectuée préférentiellement par intrusion le long de ces failles. Les intumescences triasiques, sous forme de coussins de sels ou de dômes, sont observées au voisinage de la faille nord–sud de Sidi Ali Ben Aoun et des ramifications N60 de Sidi Aïch et N120 de Majoura, engendrant des gouttières subsidentes bordées par des domaines de plates-formes résistantes. La migration précoce des évaporites, qui semble être associée à la fracturation de la plate-forme carbonatée initiale (Lias inférieur), lors du rifting liasique, est attestée par de grandes variations d'épaisseur, la présence de biseaux stratigraphiques en *onlap* d'aggradation et de rétrogradation, au Jurassique moyen, entre les zones de gouttières en *rim-synclines* et les zones de plates-formes. Ces mouvements halocinétiques sont aussi perceptibles par les migrations de gouttières de dépôts-centres du Jurassique moyen et du Jurassique supérieur. Autour de la région de Majoura–El Hfay, le mouvement ascendant du Trias s'est poursuivi au Crétacé et au Tertiaire, engendrant ainsi des diapirs perçants. *Pour citer cet article : D. Tanfous Amri et al., C. R. Geoscience 337 (2005).*

© 2005 Académie des sciences. Publié par Elsevier SAS. Tous droits réservés.

Abstract

Early halokinesis associated to the Jurassic rift faulting in Central Tunisia (Majoura–El Hfay area). Seismic and sequence stratigraphy analyses, petroleum-well control and surface data studies of the Majoura–El Hfay region in the Central Atlas of Tunisia had led to identify and calibrate Jurassic seismic horizons. Seismic stratigraphic sections, seismic tectonics

* Auteur correspondant.

Adresses e-mail : dorra_tanfous@yahoo.fr (D. Tanfous Amri), Mourad.bedir@inrst.nrnt.tn (M. Bédir).

analyses, isochron and isopach mapping of Jurassic sequences show a differentiated structuring of platform and depocentre blocks limited by deep-seated NE–SW, north–south east–west and NW–SE faults intruded by Upper Triassic salt. The early salt migration seems to have started by the platform fracturing during the Lower Liassic rifting event. These movements are fossilized by thickness variations of Jurassic horizons, aggrading and retrograding onlap and toplap structures between subsiding rim-syncline gutters and high platform flanks intruded by salt pillows and domes. The salt migration is also attested by Middle and Upper Jurassic space depocentre migrations. Around the Majoura–El Hfay study blocks bounded by master faults, Triassic salt have pierced the Cretaceous and Tertiary sedimentary cover in a salt diapir extrusion and salt wall structures. **To cite this article:** D. Tanfous Amri et al., C. R. Geoscience 337 (2005).

© 2005 Académie des sciences. Publié par Elsevier SAS. Tous droits réservés.

Mots-clés : Halocinèse précoce ; Trias ; Jurassique ; Subsurface ; Rim-syncline ; Plates-formes ; Tunisie

Keywords : Early halokinetic ; Triassic ; Jurassic ; Subsurface ; Rim syncline ; Platforms ; Tunisia

Abridged English version

1. Introduction

1.1. Historic previous works

The beginning of halokinetic movements has been the subject of numerous controversies in Tunisia. Many epochs have been proposed by different authors and approaches: Jurassic, Aptian and Upper Cretaceous from surface [8,9,14] and subsurface [3,6] data and studies. Nevertheless, the mechanisms of the salt movements were not detailed in these studies; only some authors suggested the sedimentary loading or tectonic effects essentially in the master fault crossing zones [5].

1.2. Approaches and study area

The study of Jurassic deposits in subsurface and outcrops had pushed to follow the structuring and the evolution of these basins particularly the role of Triassic halokinetic movements. An integrated new approach had been used by seismic stratigraphic and seismic tectonic analyses according to a dense grid of petroleum seismic reflection profiles calibrated to well and outcrop data. The study area is located in the Central Atlas of Tunisia in the Sidi Aïch–Majoura–El Hfay region (Fig. 1). This area presents major tectonic features of the north-south Sidi Ali Ben Aoun and the NW–SE Majoura–Melloussi and Gafsa deep-seated strike-slip faults [3,5].

2. Geologic and well data

The Jurassic outcrop deposits had been ranged in the Nara Formation [7] that comprises two carbon-

ate series separated by a marly carbonate member [7]. The first carbonate member of Lower Nara is from Lower Liassic (Hettangian–Sinemurian p.p.) and represents a tidal flat and open marine platform at the top related the great Middle Liassic Pliensbachian transgression [17]. The Middle member of Middle Nara corresponds to a marl and limestone alternation extending from Toarcian to Bajocian and Callovian. The Upper member of Upper Nara is completely carbonated and attributed from Upper Callovian to Lower Tithonian. The latter is unconformably overlapped by Upper Jurassic to Lower Cretaceous Sidi Khalif Formation marls.

These series present important lateral thickness and facies variations accompanied by unconformities and hiatuses particularly in the Middle Jurassic deposits along the north–south Axis of the Nara-Sidi Khalif belt [16,17]. The same Middle Jurassic condensed sections and lack of deposits had been encountered also in the Souinia 1 and Kharrouba 1 wells [17]. Sedimentologic and tectonic outcrop reconstruction highlighted a tilted block structuring in half graben depocentres and high platform zones from Lower to Middle Liassic by synsedimentary east–west, northeast–southwest, northwest–southeast and north–south normal faults [1,15] inducing sequence deposit variations, unconformities and hiatuses [16]. Triassic halokinetic movement during Jurassic times had been suspected by these data and reconstructions [9,17].

3. Seismic sections and mapping analyses

3.1. Seismic tectonic structuring

The seismic line L14 directed northeast–southwest shows a basin structuring in rim-syncline depocen-

tre of Majoura and a high platform zone prolonged towards Jebel Majoura and Melloussi outcrops. The section shows a Triassic pillow and dome structures under platform highs limited by master deep-seated faults (Fig. 2). These faults have sub-vertical and listric geometries presenting some ramifications. The Jurassic seismic sequences are bounded by eustatic–sedimentary unconformities of aggradational and retrogradational onlap and toplap configurations showing lateral thicknesses and seismic facies variations from basin (Fig. 2) (Majoura rim syncline) to platform zones (Majoura–Melloussi) [18].

The seismic line L9 oriented NW–SE extended from Majoura to El Hfay area (Fig. 3a) shows a Triassic dome structure flanked by depressive synclines limited by a normal fault system initiated since the Upper Triassic and reactivated in Lower to Middle Liassic rifting. The salt creep is carried out towards the fault corridors and the salt dome of Majoura–Melloussi platform, generating thus lateral compensation gutter of El Hfay. The Upper Triassic deposit thickness is reduced under these gutters (Fig. 3a).

3.2. Seismic velocity analyses

The L9 isovelocity section compared to the corresponding seismic line (Fig. 3b) shows a high anomalous velocity on the dome structure whereas low rate of velocity is related to gutter depocentre on the borders of the dome. These velocity variations are due to the lithologic and thickness changes between high velocity impedance of Triassic salt and low velocity impedance of Jurassic marls and carbonates.

3.3. Seismic horizon mapping

The Lower Jurassic isopach–meters map (Fig. 4a) presents two dominant palaeogeographic directions of depocentres and platforms: the NE–SW El Hfay compensation gutter and NW–SE Majoura gutter and Sidi Aïch graben. According to the tectonic framework and the fault mapping of the area, it is suggested a strike-slip system of ramified faults composed by the north–south Sidi Ali Ben Aoun and NE–SW Sidi Aïch–Souinia and NW–SE Majoura–Melloussi bordering faults. This system seems to guide the structuring of the gutter and the platform structures in this domain.

4. Conclusions

The Lower Liassic rift faulting of the initial platform has induced a tilted block structuring, Triassic salt creep and halokinetic movements along these faults. The Upper Triassic salt halokinesis seems to be due here to the normal and transtensional faulting and not to the sedimentary loading.

Therefore, the differentiated configuration horizon deposits in rim synclines and high platforms since the Lower to Middle Jurassic is related to the occurrence of salt dome highs and subsiding flank sides.

In the Majoura–El Hfay zone, the Triassic salt movement reaches a salt pillow and salt dome stage without piercing the cover, whereas, in the block limits bordered by major faults of the north–south axis and the Meknassy–Mezzouna and Rhéouis fault junction to the east and the Gafsa fault to the south, the Triassic salt had pierced its cover in Upper Cretaceous and Tertiary times, reaching a more advanced stage of salt diapir and salt wall [5].

These results highlight the thesis of halokinetic movements by fault intrusions at different stages of salt pillow, salt dome and salt diapir. The advanced stage of salt ascensions seems to be favoured by the Jurassic, Cretaceous and Tertiary sedimentary cover loading. Such phenomena have been described in the Algerian Sahara Atlas [2,19], in the Portuguese margin [11], and in the Alps [10].

This result leads us to consider the anticline structures of the central Atlas of Tunisia as a Triassic salt diapir at different evolution stages, whereas the present plain structures should be related to the corresponding compensation depocentre gutters.

1. Introduction : Historique de l'halocinèse dans l'Atlas

L'âge des premiers mouvements du sel triasique ainsi que leurs mécanismes ont fait l'objet de plusieurs controverses. En Tunisie septentrionale, Perthuisot [14], sur la base d'arguments directs, fait débiter ce mouvement à partir de l'Aptien. En Tunisie centrale, au Jebel Bouzer, Gourmelin [9] évoque la période Jurassique terminal à Aptien comme la période probable du diapirisme. Creuzot et Ouali [8] ont montré que la structure circulaire de Jebel Lessouda

résultait d'un bombement diapirique attribué au Crétacé supérieur.

Les variations de faciès et d'épaisseur observées dans les séries du Crétacé inférieur (Aptien) ont conduit d'autres auteurs à évoquer un contrôle local de la paléogéographie par des mouvements halocinétiques précoces [13].

En subsurface, l'halocinèse triasique a été évoquée à partir du Jurassique dans la région de Gafsa [3,6], au Crétacé inférieur [7] et dans la région de Meknassy-Mezzouna, au Crétacé supérieur [5].

Les mécanismes responsables des mouvements de sel ont été peu discutés dans ces travaux ; cependant, certains auteurs ont suggéré les effets de la surcharge sédimentaire ou la tectonique, notamment dans les zones de croisement de failles comme moteur de l'halocinèse [5].

Dans ce travail, basé sur les données de subsurface, on montre que les phénomènes halocinétiques ont débuté, dans l'Atlas central, dès le Jurassique moyen, par suite de la fragmentation de la plate-forme liasique et du fluage du matériel salifère le long des failles bordières des blocs basculés.

Ce travail montre que la mobilisation des structures diapiriques peut être due aussi au jeu de failles et rejoint ainsi les résultats des travaux de subsurface effectués dans l'Atlas saharien en Algérie [2,19], sur la marge portugaise [11] et dans les Alpes maritimes [10].

2. Les données géologiques et de puits pétroliers

La région étudiée se situe dans l'Atlas central de Tunisie (Fig. 1), qui comprend les anticlinaux atlasiques orientés NE–SW et est–ouest [4], séparés par de larges synclinaux. Ce domaine est marqué par la présence de trois failles majeures, dont certaines sont à composante décrochante : la faille de l'Axe nord–sud, la faille nord–sud de Sidi Ali Ben Aoun, les failles NW–SE de Majoura et de Gafsa [1,3,4].

Les séries sédimentaires du Jurassique affleurent principalement le long de l'Axe nord–sud et dans notre zone d'étude ; elles ont été rencontrées en forage dans les puits de Souinia 1 (SO 1), Kharrouba 1 (KAR 1) et Guantass 1 (GNT 1).

En affleurement, la série jurassique a été rangée dans la formation Nara [7] et récemment élevée au rang de groupe [17]. Elle est formée par deux ensembles carbonatés, séparés par un membre marnocalcaire [7]. La première masse carbonatée, d'âge Lias inférieur (Hettangien–Sinémurien p.p.), est représentée par une puissante série carbonatée de type plate-forme interne (*tidal-flat*), évoluant vers le sommet vers des carbonates de plate-forme ouverte, enregistrant la grande transgression du Lias moyen (Pliensbachien). Le terme moyen est formé par des alternances marnocalcaires s'étendant du Toarcien au Callovien. Ce dernier comprend un intervalle carbonaté, d'âge Bajocien inférieur. Le terme supérieur de la formation Nara est carbonaté, d'âge Callovien supérieur–Tithonien infé-

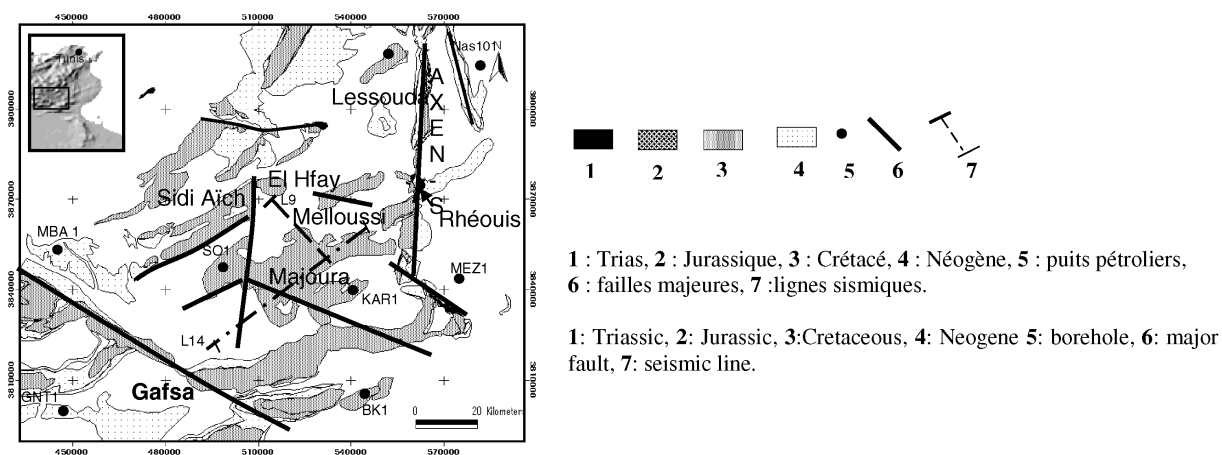


Fig. 1. Carte de localisation géologique et sismique de la région d'étude.

Fig. 1. Geological and seismic location map of studied area.

rieur [17]. Ce dernier est surmonté par une épaisse série marneuse d'âge Jurassique supérieur–Crétacé inférieur (formation Sidi Khalif) [17].

Les variations d'épaisseurs et de faciès ainsi que les données cartographiques des failles montrent que la sédimentation du Jurassique moyen s'est effectuée le long de la chaîne Nara–Sidi Khalif dans un système en blocs basculés [15,16], individualisés à partir du Lias moyen, par suite de la fragmentation de la plate-forme du Lias inférieur. Le maximum de condensation et de lacunes, observé au Jurassique moyen, particulièrement au Jebel Gamgouma, où le Callovien supérieur, très réduit, repose en discordance sur le Bathonien moyen [16], a été associé principalement aux pulsations tectoniques qui ont jalonné le *rifting* téthysien [17]. Des condensations de séries et des lacunes ont été décrites aussi dans le Jurassique moyen des puits de SO 1, de KAR 1 et de GN 1 [17].

Le rôle du Trias dans le contrôle de la paléogéographie jurassique, bien que soupçonné par l'un d'entre nous [16], n'a pas été bien élucidé par les données d'affleurement. De plus, la mise en évidence de tels phénomènes est difficile, car les structures affleurantes ont été fortement déformées lors des différents événements tectoniques.

3. Les données de subsurface

La maille sismique traversant la région d'étude (Fig. 1) est dense et d'assez bonne qualité, permettant ainsi une analyse sismo-stratigraphique et une carto-

graphie des horizons en isochrones et isopaques assez fiables.

3.1. Analyse des profils sismiques

L'analyse sismostratigraphique de la série jurassique, calibrée à partir des données des puits pétroliers (Fig. 1) et des données d'affleurement, permet d'identifier la base de la série jurassique et son sommet, contrastant respectivement avec les évaporites du Trias supérieur sous-jacentes et les argiles du Crétacé inférieur sus-jacentes de la formation Sidi Khalif (Fig. 3). Ces passages sont marqués par de forts réflecteurs sismiques continus traduisant ces contrastes lithologiques. Les horizons sismiques du Trias supérieur présentent des faciès chaotiques et transparents (argiles et évaporites) discontinus et décollés d'un substratum plus rigide, matérialisé par des horizons continus et de fortes amplitudes représentant les calcaires du Carnien.

Le passage entre les carbonates du Lias inférieur (Nara inférieur), matérialisé par un doublet sismique, aux marno-calcaires du Nara moyen (Toarcien–Callovien) est souligné par l'apparition de faciès transparents (Fig. 3). Le Nara moyen, essentiellement matérialisé par des faciès transparents, comprend un doublet qui peut correspondre à l'épisode carbonaté, bien daté à l'affleurement du Bajocien inférieur.

La ligne sismique L14, de direction NE–SW, montre une structuration en dépression, adjacente à une zone de plate-forme haute se prolongeant vers le Jebel Melloussi en affleurement (Fig. 2). Au sein des dépressions, le Jurassique moyen montre en particulier

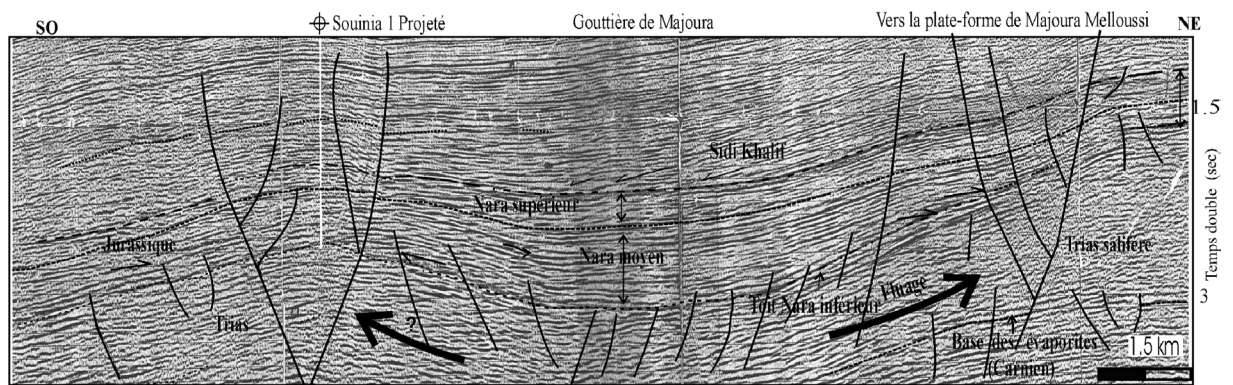


Fig. 2. Configuration des horizons sismiques jurassiques en gouttières et en plates-formes liées à la fracturation et au fluage de sel triasique.

Fig. 2. Jurassic seismic horizon configuration showing gutters and platforms related to faulting and salt pillowing.

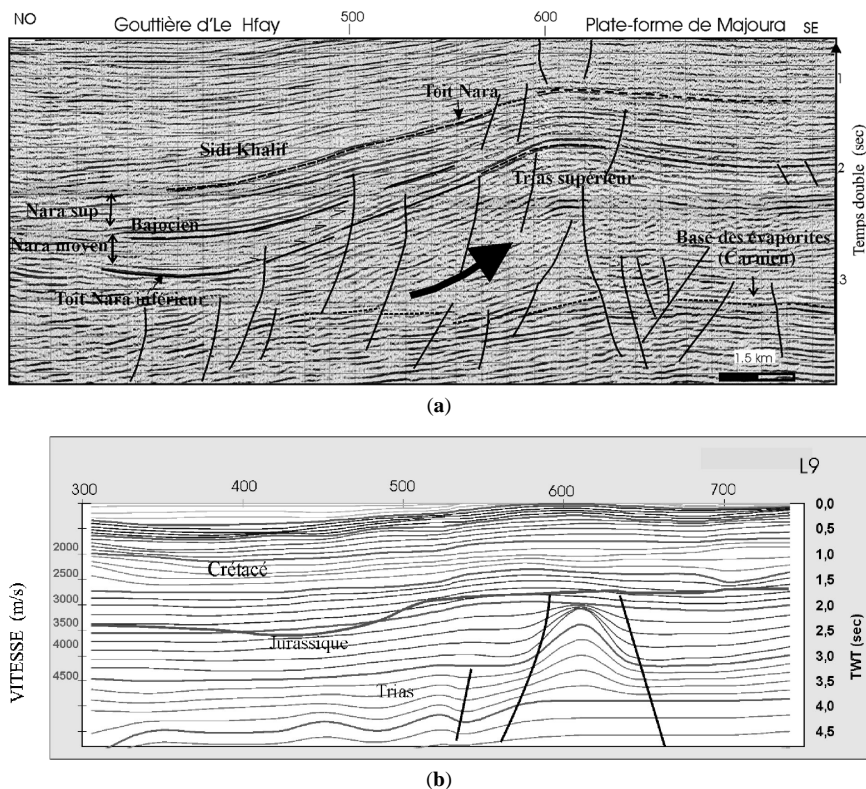


Fig. 3. (a) Dôme triasique de Majoura–Melloussi et bassin de soutirage du Jurassique moyen associé, scellé par la plate-forme bajocienne. (b) Section isovitesse montrant l'augmentation des vitesses des horizons à l'emplacement du dôme et leur diminution aux deux flancs des gouttières.

Fig. 3. (a) Majoura–Melloussi salt dome and associated Middle Jurassic rim-syncline basin sealed by the Bajocian carbonate platform. (b) Higher and lower velocities associated respectively to the dome and the gutter structures.

un épaississement net et un enrichissement en argiles (faciès transparent), alors que, sur les flancs des structures hautes, les séries sont plus carbonatées (forte amplitude et bonne continuité) et disposées en séquences rétrogradantes. En effet, les horizons sismiques bien identifiés dans le Jurassique moyen de la gouttière [18] se biseautent et peuvent se réduire et même disparaître sur les zones hautes (Figs. 2 et 3), comme cela a été caractérisé à l'affleurement le long de l'Axe nord–sud.

La section d'isovitesse (Fig. 3b), réalisée à partir de l'intégration de vitesse de sommation et des horizons sismiques digitalisés, montre que l'intervalle jurassique est situé entre 1,5 et 2,5 s. Les courbes d'isovitesse montrent des formes en crêtes (*pull up*) et des formes en creux (*push down*), indiquant une augmentation et une réduction des vitesses. Cette variation est liée, d'une part, à la nature lithologique des

séries et, d'autre part, à la structuration du substratum. Le resserrement des courbes associé au *pull up*, montrant clairement une anomalie de vitesse positive, suggère donc la présence d'une masse salifère formant un dôme entre les points de tirs 550 et 650 du profil sismique L9. En effet, le puits Kharrouba 1, proche de cette ligne sismique, a traversé une série riche en sel et en anhydrite. L'anomalie de vitesse négative adjacente en forme de creux indiquerait plutôt la présence d'un encaissant sédimentaire moins rapide [12].

3.2. Structuration tectonique

Les deux lignes sismiques L9 (Fig. 3a) et L14 (Fig. 2) montrent des variations dans les épaisseurs des séries du Jurassique moyen, de part et d'autre d'un système de failles profondes initiées depuis le *rifting* triasique (Fig. 3a).

La configuration subverticale de ces failles ainsi que leur ramification suggèrent une composante de mouvement latéral décrochant, confortée par la cartographie isochrone des horizons jurassiques, qui sont affectés par ces réseaux de failles dans cette région [3] selon une configuration ramifiée. Certaines de ces failles, affectant le doublet sismique correspondant à la plate-forme carbonatée du Lias inférieur, sont scellées par les séries du Jurassique moyen à supérieur témoignant ainsi de leur jeu synsédimentaire (Fig. 3a).

Cartographiquement, les directions des accidents majeurs qui ont contrôlé cette structuration sont les failles de Sidi Ali Ben Aoun, de Sidi Aïch Souinia et de Majoura–Melloussi. Ces cartes montrent bien une importante différenciation des aires de dépôt au Jurassique sur toute la Tunisie centrale, contrairement à ce qui était admis auparavant [7].

3.3. Cartographie des horizons

Les cartes en isochrones et en isopaques des différentes séquences jurassiques identifiées montrent une structuration en gouttières subsidentes et en zones hautes, limitées par les couloirs de failles profondes.

Les cartes isopaques-mètre de la série du Jurassique moyen et du Jurassique supérieur (Fig. 4a et b) ont permis d'identifier deux directions paléogéographiques dominantes. La première, orientée NNE–SSW à NE–SW, comprend la gouttière d'El Hfay. La seconde, orientée NW–SE, comprend la gouttière de Majoura et le graben de Sidi Aïch.

La comparaison de ces cartes montre aussi une migration au cours du temps de certains dépôts-centres, tels celui de Sidi Aïch, vers le sud-ouest, et celui d'El Hfay, légèrement vers le nord-est (Fig. 4a et b).

Il est à préciser que les épaisseurs des séries jurassiques, calculées à partir des vitesses d'intervalles des horizons, sont relativement élevées (plus de mille mètres) dans les gouttières, par rapport aux zones hautes.

4. Discussion et interprétation

L'interprétation des données sismiques par le biais de la sismostratigraphie ainsi que l'analyse de vitesse et la cartographie géophysique montrent que les intumescences précoces dues au fluage des évaporites

du Trias supérieur prennent naissance à l'aplomb de failles majeures, affectant le Trias et s'enracinant en profondeur dans un régime distensif et transtensif.

Le fluage du matériel évaporitique du Trias supérieur s'effectue vers les couloirs de failles, engendrant ainsi latéralement des gouttières de compensation, avec réduction des épaisseurs du Trias supérieur sous les gouttières et des bombements en dômes à l'aplomb des couloirs de failles (faciès chaotique). Ce mouvement vient en réponse aux sollicitations de la fracturation intense liée au *rifting* liasique et/ou au basculement de blocs associés, provoquant le déséquilibre au niveau des évaporites du Trias supérieur.

Ainsi, le *doming* initial dans notre cas d'étude semble être le résultat du fluage des évaporites le long des failles actives, combiné à l'effet d'une surcharge sédimentaire.

Dans l'Atlas central, il semble que les effets de la surcharge sédimentaire ne soient devenus effectifs qu'après l'accumulation des dépôts jurassiques et crétacés dans les gouttières déjà individualisées. En effet, l'analyse des horizons sismiques montre clairement que les séries du Jurassique moyen sont particulièrement épaisses dans les dépressions et sont très réduites sur les flancs, et parfois même lacunaires à l'aplomb des dômes triasiques.

Il est à souligner que, si ces structures précoces caractérisant la zone de Majoura–El Hfay n'ont pas percé leur couverture, le Trias a percé sa couverture dans les secteurs avoisinants, délimités par des failles de premier ordre, en l'occurrence celles de l'Axe nord–sud et de Gafsa, atteignant un stade plus évolué de diapir et de mur de sel.

Cette évolution traduit le développement graduel des structures de plus en plus jeunes et de plus en plus évoluées depuis le stade de coussin de sel (structure de Souinia) vers le stade de mur de sel, particulièrement à la faveur du croisement de failles majeures (Meknassy–Mezzouna, Rhéouis), en passant par le stade de dôme (structure de Majoura et d'El Hfay) (Fig. 5).

En conclusion, le matériel triasique aurait entamé son ascension dans l'Atlas central de Tunisie dès le Jurassique moyen, en réponse à la fracturation de la plate-forme initiale lors du *rifting* liasique. Ces phénomènes ont engendré des gouttières subsidentes à séries épaisses et des domaines de plates-formes à séries réduites et lacunaires. La plupart des structures anticli-

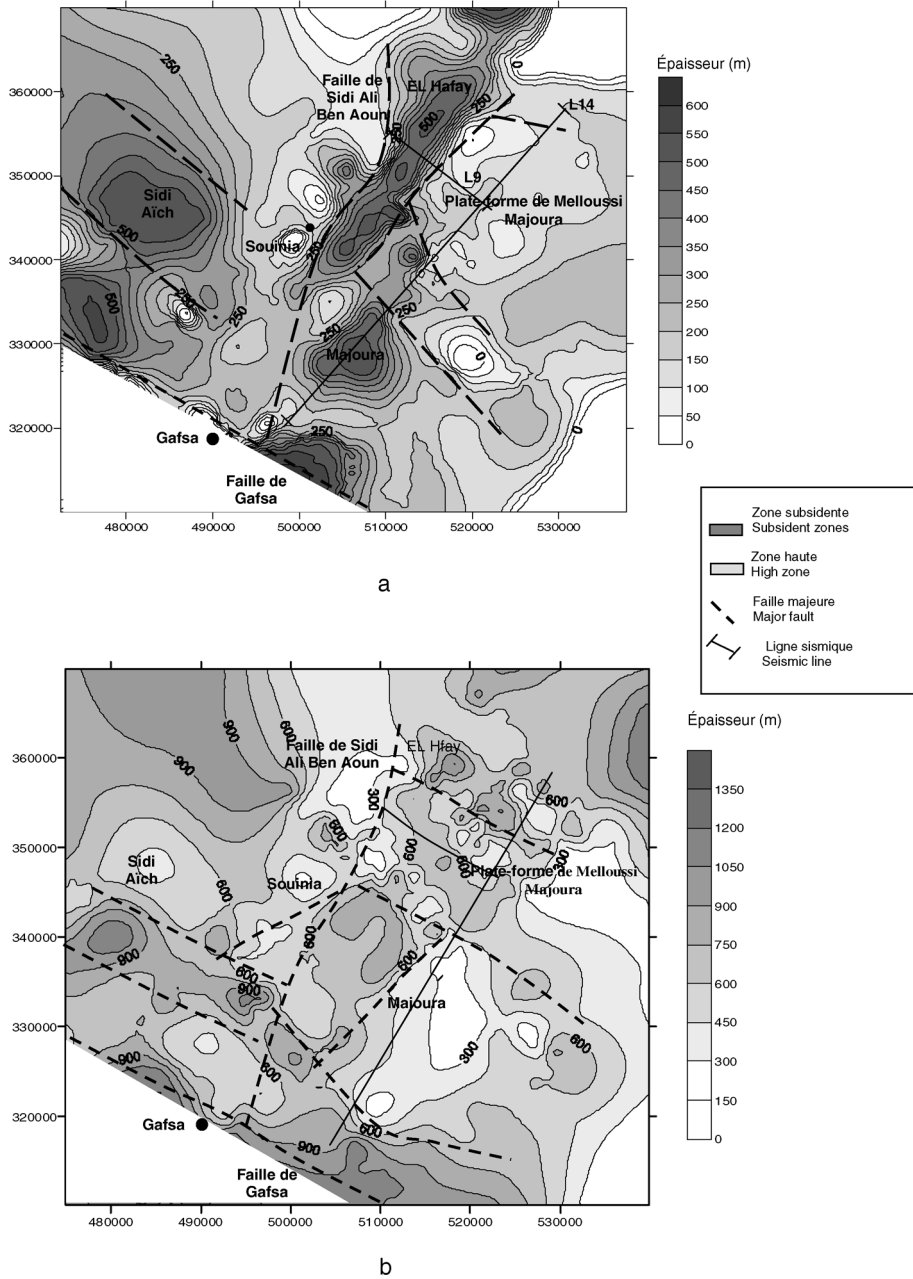


Fig. 4. (a) Carte isopaque-mètre du Lias moyen-supérieur (Nara moyen p.p.) montrant la structuration en zones hautes de plates-formes (couleurs claires) et en zones subsidentes de dépressions (couleurs foncées). (b) Carte isopaque-mètre du Dogger-Malm (Nara moyen p.p.–Nara supérieur) montrant l’estompement des zones subsidentes de dépressions (couleurs foncées) et leur migration.

Fig. 4. (a) Isopach-meter map of Middle Nara interval showing high platform zones (bright colour) and subsiding gutters (darker colour). (b) Isopach-meter map of Dogger-Malm interval showing the migration of subsiding gutter zones (darker colour).

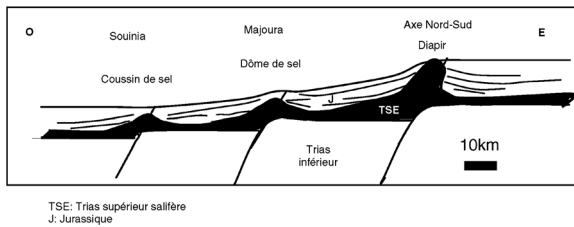


Fig. 5. Modèle schématique montrant, d'ouest en est, les stades d'évolution des intumescences salifères triasiques au cours du Jurassique dans l'Atlas central.

Fig. 5. Structural model showing Triassic halokinetic structure evolution in the Jurassic from west to east.

nales atlasiques seraient à cœur halocinétique triasique précoce, actuellement à différents stades d'évolution. Par opposition, les zones de plaines correspondraient aux anciennes gouttières, très probablement individualisées depuis le Jurassique.

Remerciements

Les auteurs remercient vivement MM. V. Perthuisot et C. Bobier pour leurs critiques, leurs suggestions et recommandations très constructives, qui ont permis d'améliorer, de manière significative, aussi bien la forme que le fond du manuscrit.

Références

- [1] C. Abbès, Structurations et évolutions tectono-sédimentaires mésozoïques et cénozoïques associées aux accidents reghmatiques, à la jonction des marges téthysienne et Nord-Africaine (chaîne nord-sud, Tunisie centrale), thèse d'État, université Tunis-El-Manar, 2004, 437 p.
- [2] M. Aoudjehane, A. Bouzenoune, H. Rouvier, J. Thibieroz, Halocinèse et dispositifs d'extrusion de Trias dans l'Atlas saharien oriental (NE algérien), *Géol. Méditerranée* XIX (4) (1992) 273–287.
- [3] M. Bédir, L. Zitouni, N. Boukadi, J. Saadi, R. Alouani, F. Bentimzal, S. Tlig, C. Bobier, *Rifting*, halocinèse et structuration des bassins péri-téthysiens Jurassique et Crétacé inférieur de subsurface du domaine atlasique central de la Tunisie (région de Gafsa-Sidi Ali Ben Aoun), *Afr. Geosci. Rev.* 7 (3) (2000) 289–306.
- [4] N. Ben Ayed, Le rôle des décrochements est-ouest dans l'évolution structurale de l'Atlas tunisien, *C. R. somm. Soc. géol. France* 1 (1980) 29–32.
- [5] N. Boukadi, M. Bédir, L'halocinèse en Tunisie : contexte tectonique et chronologie des événements, *C. R. Acad. Sci. Paris, Ser. IIA* 322 (7) (1996) 587–594.
- [6] N. Brahim, M. Gharbi, Halocinèse et réservoirs carbonatés du Crétacé en Tunisie centrale, *Actes des Premières Journées de géologie appliquée* (1988) 110–119.
- [7] P.-F. Burolet, Contribution à l'étude stratigraphique de la Tunisie centrale, *Ann. Min. Géol. Tunis* 18 (1956) 350, 93 fig., 93 pl.
- [8] G. Creuzot, J. Ouali, Extension, diapirisme et compression en Tunisie centrale : le Jebel Es Souda, *Rev. Géodyn.* 4 (1) (1989) 39–48.
- [9] C. Gourmelin, Serrage polyphasé de paléstructures distensives dans l'Axe nord-sud tunisien : le segment Bouzer-Rheouis, thèse de 3^e cycle, université scientifique et médicale de Grenoble, 1984, 216 p.
- [10] G. Mascle, H. Arnaud, G. Dardeau, J. Deblmas, P. Dubois, M. Gidon, P.-C. de Graciansky, C. Kerckhove, M. Lemoine, Halocinèse précoce sur la marge téthysienne alpine : vers une réinterprétation des zones de gypses des Alpes, *C. R. Acad. Sci. Paris, Ser. II* 302 (15) (1986) 963–968.
- [11] C. Montenat, F. Guéry, L'intrusion diapirique de Caldas da Rainha et l'halocinèse jurassique sur la marge portugaise, *C. R. Acad. Sci. Paris, Ser. II* 298 (20) (1986) 901–906.
- [12] G. Nely, Les séries à évaporites en exploration pétrolière, deux méthodes géophysiques, Éditions Technip, 1989, 258 p.
- [13] J. Ouali, F. Rhekis, I. Zghal, Jeu de blocs et halocinèse en Tunisie centrale (massif de Toula, Axe nord-sud). Les marges téthysiennes d'Afrique du Nord, Paris, 1997, p. 26.
- [14] V. Perthuisot, H. Rouvier, A. Smati, Déformations antévraconiennes dans le Maghreb (Tunisie), *Bull. Soc. géol. France* (3) (1988) 391–398.
- [15] M. Rabhi, Contribution à l'étude stratigraphique et analyse de l'évolution géodynamique de l'Axe nord-sud et des structures avoisinantes (Tunisie centrale), thèse, université Tunis-El-Manar, 1999, 217 p.
- [16] M. Soussi, R. Enay, C. Mangold, M.M. Turki, The Jurassic events and their sedimentary and stratigraphic records on the Southern Tethyan margin in Central Tunisia, in : S. Crasquin-Soleau, E. Barrier (Eds.), *Peri-Tethys Memoir 5: new data on Peri-Tethyan sedimentary basins*, *Mém. Mus. natl. Hist. nat.* 182 (2000) 57–92.
- [17] M. Soussi, Nouvelle nomenclature lithostratigraphique « événementielle » pour le Jurassique de la Tunisie atlasique, *Geobios* 36 (2003) 761–773.
- [18] D. Tanfous Amri, M. Bédir, M. Soussi, M.H. Inoubli, K. Ben Boubaker, Jurassic seismic sequence stratigraphic and structuring in the Central Atlas of Tunisia, *EAGE*, 2003.
- [19] A.K. Yelles-Chaouche, R. Ait-Ouali, R. Bracene, M.E.M. Derder, H. Djellit, Chronologie de l'ouverture du bassin des Ksour (Atlas saharien, Algérie) au début du Mésozoïque, *Bull. Soc. géol. France* 172 (3) (2001) 285–293.