

L'instabilité dynamique pendant le Toarcien dans le Moyen Atlas (Maroc): mise en évidence de glissements synsédimentaires dans le synclinal de Bou Angar

Dynamic instability during the Toarcian in the Middle Atlas (Morocco): description of synsedimentary structures in the Bou Angar synclinal

Fatima El Hammichi^{1,2}, Khadija Benschili³ & Hassan Tabyaoui²

¹ Université Mohamed V, Faculté des Sciences, Dépt. Géologie, B.P. 1014, Rabat-Agdal, Rabat, Maroc; Fatima_elhammichi@caramail.com

² Université Sidi Mohamed Ben Abdellah, Faculté Polydisciplinaire de Taza. B.P. 1223, Taza-gare, Taza, Maroc; h.tabyaoui@usmba.ac.ma

³ Ecole Nationale de l'Industrie Minérale, B.P. 753, Rabat-Agdal, Rabat, Maroc; benschili@enim.ac.ma

Resumo

Palavras-chave: Toarciano, instabilidade dinâmica, paleogeografia, Bou Angar, Médio Atlas (Marrocos)

Durante o Toarciano, as plataformas carbonatadas sofrem uma deslocação que se materializa, muitas vezes, numa dinâmica de blocos basculados. Assim, dá-se a separação da bacia do Médio Atlas em sectores subsidentes separados por eixos/charneiras mais resistentes. Este dispositivo é posto em evidência por fortes variações de fácies, zonas de lacunas mais ou menos desenvolvidas, recifes alinhados nos eixos mais resistentes e indícios de tectónica sinsedimentar.

Durante os levantamentos cartográficos realizados no Sudoeste do Médio Atlas, a prospeção de pormenor do sinclinal de Bou Angar permitiu pôr em evidência um afloramento peculiar de Toarciano. Nele observam-se belos exemplos de escorregamentos sinsedimentares e de bioacumulações desenvolvidas sobre uma zona de charneira instável. Estes elementos, completados por outros testemunhos da instabilidade dinâmica toarciana no resto do Médio Atlas, permitem propor um esquema paleogeográfico para o «sillon» do Médio Atlas.

Résumé

Mots-clés: Toarcien, instabilité dynamique, paléogéographie, Bou Angar, Moyen Atlas (Maroc)

Au Toarcien, les plates formes subissent une dislocation qui intervient souvent selon une dynamique en blocs basculés. Il en résulte la séparation du bassin moyen atlasique en secteurs subsidents séparés par des charnières résistantes. Ce dispositif est mis en évidence par de fortes variations de faciès, des zones lacunaires plus ou moins étendues, des récifs alignés sur les charnières et des indices de tectonique synsédimentaire.

Dans le cadre de levées cartographiques réalisées dans le sud-ouest du Moyen Atlas, une prospection minutieuse du synclinal de Bou Angar a permis la mise en évidence d'un affleurement inédit du Toarcien. Celui-ci offre de beaux exemples de glissements synsédimentaires et de bioaccumulations développés sur une zone de charnière instable. Ces données, complétées par d'autres témoins de l'instabilité dynamique toarcienne dans le reste du Moyen Atlas, permettent de proposer un schéma paléogéographique du sillon moyen atlasique.

Abstract

Key-words: Toarcian, dynamic instability, paleogeography, Bou Angar, Middle Atlas, Morocco

During the Toarcian, shelves undergo block-faulting with mechanisms of tilting. It results the break up of the Middle Atlas basin in subsident sectors separated by resistant ridges. This device is highlighted by strong variations of facies, more or less extended lacunar zones, reefs aligned on the ridges and of synsedimentary tectonics structures.

Within the framework of mapping survey carried out in the south-west of Middle Atlas, a meticulous prospection of Bou Angar synclinal allowed the description of a new outcrop of Toarcian. This one offers good examples of extensional structures and bio-accumulations. These data, supplemented by other witnesses of the dynamic instability in the rest of the Middle Atlas, permit to propose a paleogeographic map of the Middle Atlas basin during the Toarcian.

I – Introduction

L'histoire jurassique du Moyen Atlas commence avec l'installation d'une plate forme carbonatée du Lias Inférieur et Moyen, généralisée à l'échelle de toute la Téthys occidentale (ELMI & *al.*, 1982, 1998). Au Toarcien (fig. 1), cette plate forme subit une dislocation qui intervient souvent selon une dynamique de blocs basculés. Il en résulte le cloisonnement du bassin moyen atlasique en secteurs subsidents séparés par des charnières résistantes. Ce dispositif est mis en évidence par de fortes variations de faciès, des glissements synsédimentaires, des lacunes de dépôt, érosion, condensation et développement de récifs coralliens sur les zones résistantes (crêtes de blocs) (BENSHILI &

ELMI, 1994; BENSHILI & *al.*, 1999; EL HAMMACHI & *al.* 2002). Dans la partie sud-occidentale du Moyen Atlas, le synclinal de Bou Angar offre un bel exemple de glissements synsédimentaires et de bioaccumulations qui s'intègrent dans la dynamique sédimentaire toarcienne.

Les études réalisées d'une part dans le Moyen Atlas septentrional (FEDAN, 1984; BENSHILI, 1989; CHARRIÈRE, 1990; AKHSSAS, 1993; EL ARABI & *al.*, 1997) et d'autres part dans la partie SW de ce même domaine (EL ARABI & *al.*, 2001; EL HAMMACHI & *al.*, 2002; et le présent travail) permettent de faire un inventaire des données témoins de cette dynamique et de repenser l'organisation paléogéographique du sillon moyen atlasique en l'intégrant dans le contexte de l'histoire de la Téthys occidentale.

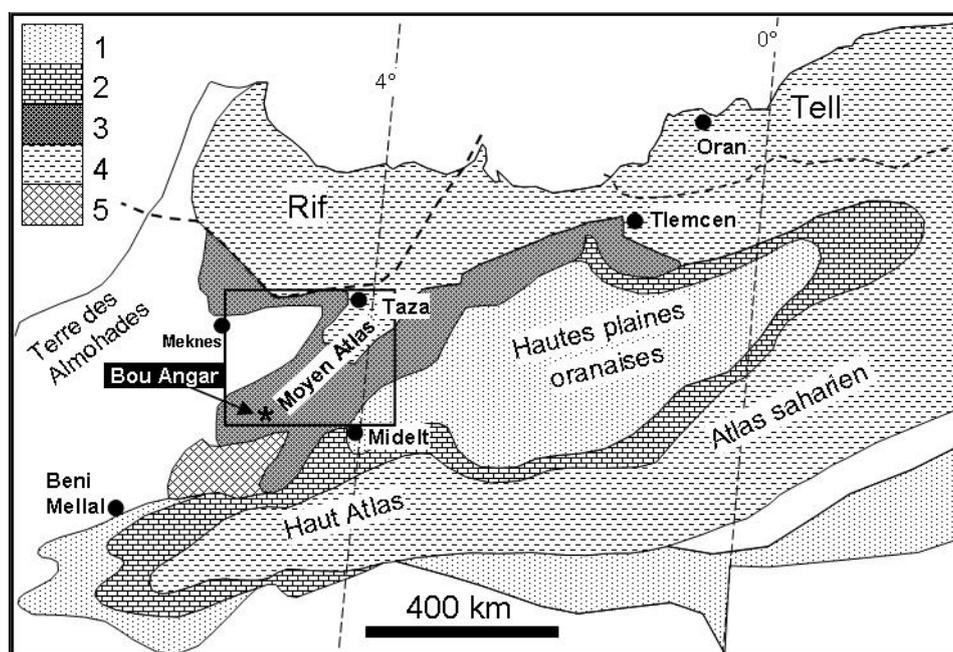


Fig. 1- Cadre paléogéographique général du Toarcien de l'Ouest du Maghreb (d'après ELMI & *al.*, 1998).
1- Sebkhas, faciès confinés, 2- Rampes carbonatées, 3- Plate-formes externes, 4- Bassins et sillons, 5- Zones de lacunes importantes.

II – Le synclinal de Bou Angar

Le synclinal de Bou Angar est orienté NE-SW. Il comprend une partie centrale largement développée et un flanc SE (Aguelmam Azougarh) très redressé (fig. 2. A). Cette structure est dans le prolongement de la «zone synclinal septentrionale du Moyen Atlas» (COLO, 1962; synclinaux de Nokra et de Skoura) dont il est plus ou moins décalé par des décrochements subméridiens (EL HAMMACHI, 2002).

Le bassin de Bou Angar fut brièvement décrit par H. TERMIER (1936). Ce dernier a dépeint les formations post-jurassiques occupant le centre. Il a mentionné les formations jurassiques (Lias-Dogger) dans différentes localités bordant le synclinal (J. Hayan, Tissdadin, Feldi, Aari Nessaa, Aguelmam Sidi Ali, Foum-Khneg,...) sans signaler de trace du Lias Supérieur.

A – LA SUCCESSION STRATIGRAPHIQUE (coupe d'Aguelmam Azougarh)

Une coupe inédite réalisée à Aguelmam-Azougarh (B_B, fig. 2), sur le flanc sud du synclinal, met en évidence des formations d'âge Pliensbachien, Toarcien, Aalénien et Bajocien. C'est la seule coupe dans le synclinal qui expose le Toarcien.

1 – *Substratum pliensbachien*

Le substratum est représenté par les «Calcaires de Tizi Nehassa» (faciès à grands bivalves) du Pliensbachien. Les assises sommitales que nous avons pu étudier en détail (bancs 1 à 19), font partie d'une série calcaire très épaisse (100 m). Il s'agit de calcaires gris-clairs micritiques à grands lamellibranches "Lithiotis" s. l. en bancs métriques séparés par des joints

marneux très minces (1 à 19). Ils sont d'âge Carixien par comparaison avec ceux des zones résistantes du Moyen-Atlas septentrional (BENSHILI, 1989).

Cette série est stratodécroissante vers le sommet où elle présente des niveaux marneux, des lambeaux calcaires et des calcaires à laminites et à brachiopodes se délitant en plaquettes (20 à 42, 20 m). Leurs surfaces montrent de nombreuses brèches de remaniement et des traces de ferruginisation dont la plus importante est celle qui affecte la surface du dernier banc. Leur microfaciès correspond en générale à des pelmicrites variant des mudstones aux packstones avec des pellets, bivalves, foraminifères et gastéropodes. Les laminations, les grains de quartz et les bioturbations sont assez fréquents. Ces calcaires ressemblent énormément à ceux des zones résistantes du Moyen-Atlas septentrional (Tizi Islı, Hadri N'Ait Atman) où ils atteignent le Domérien (BENSHILI, 1989).

2 – Couches de Mibladène

Le Toarcien débute par des marnes grises, rouges, bariolées (couche 43; 3,5 m). Ces séries ne livrent ni microfossiles ni macrofossiles et nous les attribuons au membre inférieur des «couches de Mibladène» bien daté du Toarcien Inférieur (zone à Polymorphum) plus à l'Est (région d'Enjil – Dwira). Le caractère confiné et azoïque de ce terme argileux est probablement en relation avec l'événement anoxique du Toarcien Inférieur dont le maximum se situe au début de la zone à Levisoni.

Des calcaires néritiques forment le terme supérieur des «couches de Mibladène». Ce sont des calcaires rouges ou pourpres bioclastiques qui deviennent progressivement oolithiques (bancs 44 à 140; 90 m). Les laminations à stratifications entrecroisées et le granoclassement sont assez fréquents vers la base et correspondent à une zone de haute énergie. Le microfaciès de type biosparite, oosparite ou oobiosparite est un grainstone riche en oolithes, bivalves, échinodermes, brachiopodes, polypiers, serpules, nubéculaires et lithoclastes. La bioturbation, la dolomitisation et la ferruginisation sont assez fréquentes. Des niveaux fossilifères ont livré des brachiopodes, des gastéropodes et des bivalves (Limidés). Dans le banc n° 44, *Stolmorhynchia bouchardi* (DAV.) indique le Toarcien Inférieur (zone à Serpentinum). Dans les bancs n° 78 à 88, *Telothyris jauberti* (DESLONCHAMPS) et *Gibbirhynchia* sp. témoignent du passage vers le Toarcien Moyen (zone à Bifrons).

Dans cette série calcaire émergent, le plus souvent d'énormes masses calcaires bioclastiques ou oolithiques, non stratifiées ou présentant des stratifications internes obliques et contournées. Elles peuvent emballer des blocs hétérométriques. Ces masses constituent des mégabrèches dont la partie frontale est épaisse et froissée par les contraintes du déplacement. Le glissement se fait en direction Est à ESE. Il témoigne d'une grande activité de blocs basculés. La partie terminale, massive et mal stratifiée, se termine par une surface encroutée. Cette masse, découpée par des fentes

d'extension synsédimentaire, est partiellement glissée. La faune, rare, correspond à un niveau repère à *Audaxlytoceras ophioneum* (BENECKE) et *Pseudogibbirhynchia* sp. connu dans la zone à Aalensis (Toarcien terminal) et à Opalinum (Aalénien Inférieur).

3 – Calcaires gris à entroques

Le Bajocien commence par des calcaires bioclastiques à entroques et à bélemnites, avec *Skirroceras leptogirale* BUCKMAN du Bajocien Inférieur (zone à Laeviuscula) (bancs 141 à 194; 14 m).

A la base, ces calcaires correspondent à des pelmicrites de type packstone représentés par des pellets (ou gravelles), des foraminifères, des bivalves et des entroques. Les phénomènes de silicification et de recristallisation en calcite sont fréquents. Vers le sommet, ils passent à des biosparites de type grainstone très riches en entroques. Les foraminifères et les bivalves sont rares. Ces calcaires sont terminés par une surface, en creux et en bosses, ferruginisée et colmatée par des marnes du Bajocien contenant des bélemnites. Ce faciès de bordure correspond aux alternances marno-calcaires à *Zoophycos* (Couches d'Iwansitn) connues dans les secteurs plus profonds du Moyen Atlas central.

4 – Marnes de Boulemane (≈100 m)

Elles reposent en discordance sur les calcaires grisâtres à entroques. Elles admettent à la base de petits bancs calcaires grisâtres et micritiques. Ces marnes renferment à leur base des pentacrines et des foraminifères du Bajocien Inférieur: *Garentella stellata* KAPTAREKO et *Lenticulina* sp.

5 – Calcaires corniches

Ils constituent des dalles dominant les formations tendres du Toarcien et du Bajocien Inférieur.

B – CONCLUSION

La coupe d'Aguelmam-Azougarh a mis en évidence la présence d'une zone de charnière instable où se sont développées des barres oolithiques bioclastiques (Lumachelle de brachiopodes à la base et lumachelle d'entroques au sommet) caractérisées par un niveau d'énergie assez élevé. L'instabilité de cette zone (apex de bloc) est à l'origine des spectaculaires phénomènes de glissements synsédimentaires au cours du Toarcien.

III – Instabilité dynamique dans le Moyen Atlas au cours du Toarcien

Le dépôt du sillon moyen atlasique présente dès le début du Toarcien de nombreux types de faciès enregistrant différents types d'environnements de dépôts (fig. 3) liés à la mobilisation des blocs basculés qui ont débuté déjà au cours du Lias Moyen, puis ils ont continué leur restructuration au cours du Toarcien.

L'alignement des récifs permet de situer l'apex des blocs et l'emplacement des failles normales subméridiennes, responsables du basculement (EL HAMMACHI & *al.* 2002). L'activité tectono-sédimentaire se manifeste par :

- des troncatures au niveau des apex des blocs,
- l'existence de failles cicatrisées,
- le développement des «onlaps» sur les points hauts,
- des glissements et slumping à la base des escarpements.

Au cours de l'Aalénien, les sédiments enregistrent une élévation eustatique et une subsidence différentielle, plus importante au cœur du bassin.

B – Dans le Moyen-Atlas septentrional, dès le début du Toarcien et même au cours du Lias Moyen, la combinaison des différentes informations sédimentaires et fauniques a permis de mettre en évidence quatre aires de sédimentation dont les zones d'articulation se trouvent au niveau de la troisième ride anticlinale orientée NE-SW et au niveau de l'accident de l'Ich ou Anou (BENSHILI, 1989):

– *Zone I*: correspond au secteur de Taffert, Ribat Al Khayr et Taza. Cette zone est caractérisée par une sédimentation assez épaisse dans un milieu assez profond (ombilic subsident). Le niveau brun foncé turbidique localisé, dans ce secteur, à la base du Toarcien et qui très riche en grains de quartz silteux et présente des laminations obliques et des slymps, témoigne d'une rupture d'équilibre pendant la période de sédimentation du Toarcien.

Le bloc de Zloul (EL ARABI & *al.*, 1997) correspond à ce secteur. Les ammonitico-rosso du Toarcien Moyen (CHARRIÈRE, 1990) échelonnés à l'Ouest de l'accident nord moyen-atlasique, par leur faciès de glissement et de slumps, enregistrent la mobilisation synsédimentaire d'une ligne structurale orientée NE-SW. Ces faciès et ces déformations synsédimentaires indiquent l'existence de basculement avec une pente vers l'Ouest en direction opposée à celle du sillon moyen atlasique (EL ARABI & *al.*, 1997).

– *Zone II*: correspond à l'extrême NE du Moyen-Atlas (quatrième ride anticlinale; secteur d'Ouled Ali, Reggou, Bou Rached). C'est une zone plus ou moins profonde dont le sédiment du Toarcien subit à la fois l'influence des bassins profonds à l'Ouest et des hauts fonds au Sud. Le niveau brun foncé turbidique affleure largement dans ce secteur (AKHSSAS, 1993).

– *Zone III*: correspond aux secteurs d'Immouzzet Marmoucha (Issouka) et de Tichoukt. Les dépôts du Toarcien témoignent d'un milieu moins profond que celui de la zone I, mais subissant les influences d'une charnière à proximité entre plate-forme et bassin profond. Ce milieu définit les Couches d'Issouka à faune benthique rare. La progradation vers le SW des bancs et des lentilles calcaires à Issouka et à Sidi Mohamed Azeroual au début du Toarcien Moyen, correspond à la fois

à un comblement et à une pente provoquée par un basculement tectonique. Une discordance angulaire est à noter entre les bancs sous-jacents et les bancs qui progradent.

Vers l'extrémité sud de Jbel Tichoukt, le Toarcien, l'Aalénien et une partie du Bajocien Inférieur sont lacunaires. Les Marnes de Boulemane reposent directement sur les calcaires du Domérien dans la coupe d'Ain Hannou (BENSHILI, 1989). Le bloc de Skoura défini par H. EL ARABI & *al.* (1997) correspond à cette zone.

– *Zone IV*: correspond au flanc sud-oriental du Moyen-Atlas, troisième à quatrième ride anticlinale (Tizi Nehassa, Dwira, Mibladène, Anjil). Ce secteur a enregistré de nombreux types de faciès caractérisant surtout un milieu de dépôt peu profond ou lacunaire et où toutes les perturbations liées à la tectonique toarcienne sont bien enregistrées: glissements synsédimentaires (Hadri n'Ait Atman, Tizi Isli, ... au Toarcien Moyen), litho-accumulations (mud-mounds), distribution des faunes, etc. Ce secteur est semblable, dans ses grandes lignes, à celui du Moyen Atlas méridional.

IV – Conclusion

Au Toarcien l'évolution géodynamique des bassins moyen-atlasiques s'inscrit dans le contexte géodynamique global de la marge nord occidentale de la plaque africaine, qui constitue la jonction entre la Téthys occidentale et l'Atlantique central.

Dans ce contexte global distensif, les bassins sédimentaires toarciens subissent les effets d'accidents atlantiques (NE-SW) et tethysiens (E-W, NW-SE et NNE-SSW). La différenciation de la Téthys au sein du craton africain s'exagère alors en un «complex patchwork of blocks» (THIERRY, 2000), à l'image de ce qui existe de l'Algérie à l'Italie centrale («stade mosaïque»; ELMI, 1996).

Les dépôts du Toarcien du Moyen-Atlas offrent périodiquement des témoignages de l'instabilité dynamique des fonds des différents bassins sédimentaires: tectonique en blocs basculés, activité positive des rides anticlinales longitudinales orientées NE-SW, jeux synsédimentaires des accidents transversaux de direction NW-SE et NNE-SSW, variation relative du niveau marin lié à l'eustatisme, subsidence, taux de sédimentation. Les discontinuités et les lacunes enregistrées à l'échelle locale ou régionale annoncent également les périodes transgressives ou régressives et permettent de délimiter les zones de hauts fonds ou de seuils entre les bassins.

Les hauts fonds à sédimentation récifale, oolithique ou biodétritique, orientés selon les directions des failles ou les apex des blocs basculés reflètent le contrôle tecto-sédimentaire au sein des bassins. Par contre, le long des bordures continentales, le sédiment affiche un faciès littoral et margino-littoral et parfois même des faciès d'érosion et d'émersion: sebkha avec parfois du gypse sur les hauts-plateaux, les hautes-plaines oranaises et les sillons sud-atlasiques.

Remerciement

Nous tenons à remercier Professeur Rogério Bordalo da Rocha qui a bien voulu nous apporter conseils dans la

publication de ce travail. Cette occasion nous permet aussi d'évoquer le souvenir de regrettée Anne Faure-Muret et du défunt Serge Elmi sans qui ce travail n'aurait pu être entrepris.

References

- AKHSSAS, A. (1993) – Le Moyen-Atlas nord-oriental au Lias - Contexte géodynamique méso-cénozoïque - Comparaison avec le bassin de Guercif et les Hauts-Plateaux. *Thèse 3^{ème} cycle Univ. Mohamed V*, Rabat, 202 p., 88 fig.
- BENSHILI, K. (1989) – Lias-Dogger du Moyen-Atlas plissé (Maroc). Sédimentologie, biostratigraphie et évolution paléogéographique. *Docum. Lab. Géol. Lyon*, n°106, 285 p., 96 fig., 24 pl.
- BENSHILI, K., BOUTAKIOUT, M., EL HAMMACHI, F., ELMI, S., FAURE-MURET, A., MESLOUH, S. & RAIS, F. (1999) – Biostratigraphie, dynamique sédimentaire, paléoenvironnements et structuration pendant le Toarcien-Bajocien dans le synclinal d'Iguer Awragh–Afennourir (Causse moyen atlasique, Maroc). *1^{er} Coll. Nat. Jur. Marocain*, Rabat, pp. 43-44.
- BENSHILI, K. & ELMI, S. (1994) – Enregistrement biostratigraphique et séquentiel des événements toarciens-bajociens dans le Moyen-Atlas plissé (Maroc). *Miscellanea, Serv. Geol. Nazionale*, Roma, vol. 5, pp. 277-284, 3 fig., 1 pl.
- CHARRIÈRE, A. (1990) – Héritage hercynien et évolution géodynamique alpine d'une chaîne intracontinentale: Le Moyen-Atlas au SE de Fès (Maroc). *Thèse Doct. Sci. Nat.*, Toulouse, 589 p., 162 fig., 13 tabl.
- COLO, G. (1962) – Contribution à l'étude du Moyen-Atlas septentrional. *Not. Mém. Serv. Géol. Maroc*, Rabat, n°139, 226 p., 28 fig.; Atlas h.t., 22 p., 21 pl., 1 carte.
- EL ARABI, H., CHARRIÈRE, A., SABAOU, A., OUAHHABI, B., KERCHAOU, S., BOUTAKIOUT, M. & LAADILA, M. (1997) – Le Toarcien et l'Aalénien dans le Nord du Moyen-Atlas plissé (Maroc): diversité de l'enregistrement sédimentaire et reconstitution du contexte paléogéographique. *Bull. Soc. Géol. France*, Paris, t. 170, n° 5, pp. 629-641, 8 fig.
- EL ARABI, H., OUAHHABI, B. & CHARRIÈRE, A. (2001) – Les séries du Toarcien–Aalénien du SW du Moyen–Atlas (Maroc): précisions stratigraphiques et signification paléogéographique. *Bull. Soc. Géol. France*, Paris, t. 172, n° 6, pp. 723–736.
- EL HAMMACHI, F. (2002) – Le Moyen Atlas sud occidental (Maroc) au Lias Dogger: contexte géodynamique, biostratigraphie (Ammonites) et évolution paléogéographique. *Thèse Doct. Univ. Mohamed V*, Rabat, 277 p., 77 fig., 23 pl.
- EL HAMMACHI, F., ELMI, S., FAURE-MURET, A. & BENSHILI, K. (2002) – Une plate-forme en distension, témoin de phases pré-accrétion téthysienne en Afrique du Nord pendant le Toarcien-Aalénien (synclinal Iguer Awragh – Afennourir, Moyen-Atlas occidental, Maroc) *C. R. Geoscience*, Paris, 334, pp.1003-1010, 6 fig.
- ELMI, S. (1996) – Stratigraphic correlations of the main Jurassic Events in the western Mediterranean Tethys (Western Algeria and Eastern Morocco). *Georesearch Forum, Transtec Publ.*, Zurich, vol. 1–2, pp. 343–358, 8 fig.
- ELMI, S., ALMÉRAS, Y., AMEUR, M., ATROPS, F., BENHAMOU, M. & MOULAN, G. (1982) – la dislocation des plates-formes carbonatées liasiques en Méditerranée Occidentale et ses implications sur les échanges fauniques. *Bull. Soc. Géol. France*, Paris, (7), t. XXIV (5-6), pp. 1007-1016, 5 fig..
- ELMI, S., ALMÉRAS, Y., AMEUR, M., BASSOULLET, J. P., BOUTAKIOUT, M., BENHAMOU, M., MAROK, A., MEKAHLI, L., MEKKAOU, A. & MOUTERDE, R. (1998) – Stratigraphic and palaeogeographic survey of the Lower and Middle Jurassic along a north-south transect in Western Algeria. *In: CRASQUIN-SOLEAU, S. & BARRIER, E. (Eds.), Peri-Tethys Memoir 4: Epicratonic basins of Peri-Tethyan platforms. Mém. Muséum Nat. Histoire Natur.*, Paris, n° 179, pp. 145–211.
- FEDAN, B. (1984) – Les formations carbonatées liasiques du plateau de Dwira-Anjil (Maroc). Evolutions sédimentologique et paléogéographique. *Bull. Inst. Sci.*, Rabat, n°8, pp. 51-65, 12 fig.
- TERMIER, H. (1936) – Etudes géologiques sur le Maroc central et le moyen-Atlas septentrional. *Notes Mém. Serv. Min. Géol. Maroc*, Rabat, n° 33, t. 2, pp. 743-1082, fig. 48-63.
- THIERRY, J. (2000) – Middle Toarcian. *In: CRASQUIN-SOLEAU, S. (Ed.), Atlas Peri-Tethys. Comm. Carte Géol. Monde, Palaeogeogr. maps, Explanatory notes*, Paris, pp. 61–70.