

Stratigraphie séquentielle et évolution géodynamique du Jurassique (Sinémurien terminal - Aalénien) d'Ait Bou Guemmez (Haut Atlas central, Maroc)

Jurassic (uppermost Sinemurian - Aalenian) sequence stratigraphy and geodynamic evolution of the Ait Bou Guemmez area (Central High Atlas, Morocco)

F. El Bchari¹, A. Souhel¹

RÉSUMÉ

Dans la région d'Ait Bou Guemmez (Haut Atlas central, Maroc), la série Jurassique (Sinémurien terminal - l'Aalénien) à été subdivisée en cinq formations sédimentaires distinctes. Ces dernières s'organisent en sept séquences de troisième ordre, elles mêmes comprises dans trois cycles de deuxième ordre présentant les maxima de régression au sommet du Carixien inférieur et au Domérien supérieur. L'évolution géodynamique comporte trois étapes successives: 1) Sinémurien terminal - Carixien inférieur: un milieu de lagon limité par des zones émergées ou faiblement subsidentes situées le long de l'accident J.Tizal - J.Azourki; 2) Carixien moyen - Domérien supérieur: vaste plateforme carbonatée ouverte vers le NE; 3) Domérien terminal - Aalénien: intensification dans l'activité tectonique de l'accident de Jbel Tizal - Jbel Azourki, conduisant à la mise en place d'une mosaïque d'environnements sédimentaires dans l'ensemble du secteur étudié.

Mots clés: Stratigraphie séquentielle, Géodynamique, Jurassique, Ait Bou Guemmez, Haut Atlas central, Maroc.

ABSTRACT

In the Ait Bou Guemmez region (Central High Atlas, Morocco), five formations are recognised within the Jurassic (Late Sinemurian - Aalenian) record. They are organised into seven third order sequences involved in three second order cycles. Three stages characterise the geodynamic evolution of the considered area: 1) Upper Sinemurian - Lower Carixian: lagoonal area; 2) Middle Carixian - Upper Domesian: NE dipping open carbonate platform; and 3) Late Domesian - Aalenian: tectonic activity of the Jbel Tizal - Jbel Azourki fault leading to the setting up of a mosaic sedimentary environments in the study area.

Key words: Sequence stratigraphy, Geodynamics, Jurassic, Ait Bou Guemmez, High Atlas, Morocco.

Introduction

La région considérée dans ce travail se situe dans la partie centrale de la bordure occidentale du Haut-Atlas, sur le méridien de Béni Mellal (fig. 1). Elle correspond à un panneau jurassique limité au Nord par l'accident de Jbel Tizal - Jbel Azourki et au Sud par l'accident de Jbel Waougoulzat. Ils ont été considérés comme tardi-hercyniens, réactivés au

cours de la sédimentation mésozoïque (Lee & Burgess, 1978; Laville, 1981; Souhel *et al.*, 2000).

La série sédimentaire reconnue dans cette région s'étage du Lias inférieur au Dogger, avec toutefois une prédominance des terrains liasiques. L'objectif de ce travail est de présenter les principaux traits de l'évolution de la série jurassique (Sinémurien terminal - Aalénien) dans ce secteur: nous décrivons les caractères sédimentologiques et paléontologiques,

¹ Laboratoire de géosciences et techniques de l'environnement, Département de Géologie, Faculté des Sciences B.P. 20 El Jadida Maroc. E-mail: elbchari@yahoo.fr

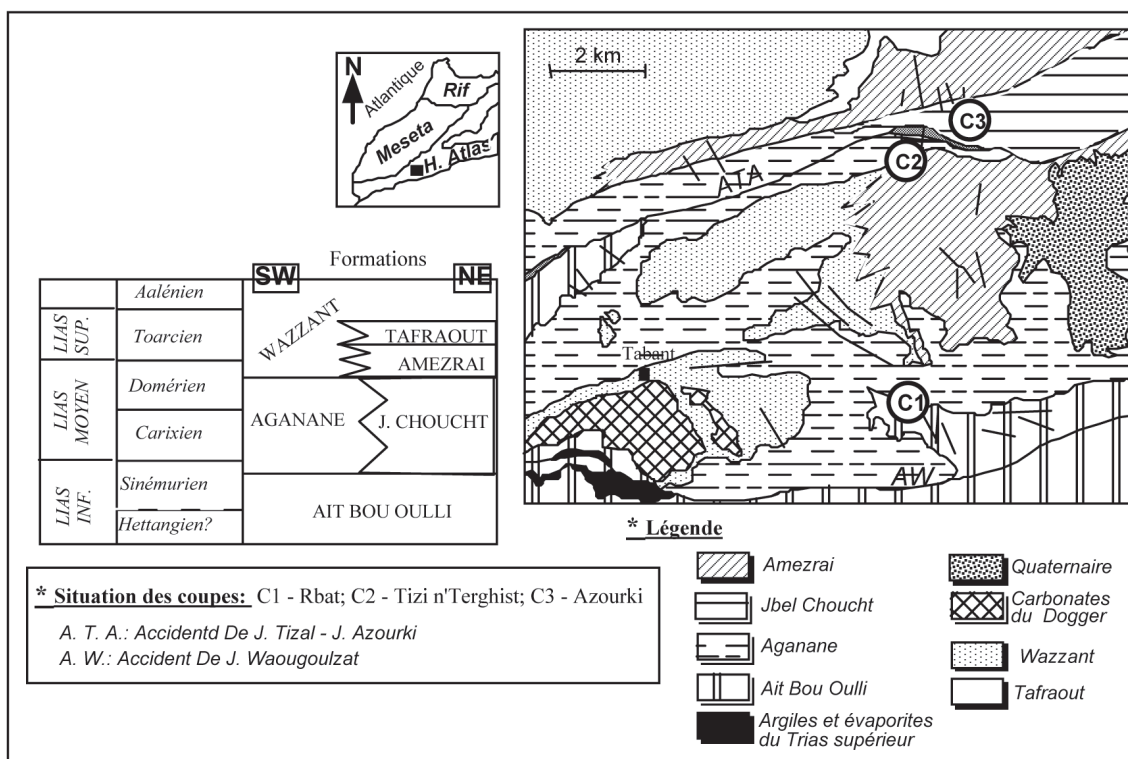


Fig. 1.—Carte géologique simplifiée de la région étudiée.

et par la suite nous présentons en terme de la stratigraphie séquentielle un découpage du remplissage sédimentaire s'étageant du Sinémurien terminal à l'Aalénien. Enfin nous retracerons les grands traits de l'évolution géodynamique de ce secteur du Haut Atlas central.

Stratigraphie séquentielle

Le découpage séquentiel proposé a été établi à partir de l'analyse détaillée de trois coupes principales: coupes de Rbat et de Tizi n'Terghist situées au sud de l'accident Jbel Tizal - Jbel Azourki et la coupe d'Azourki située au nord de cet accident (fig. 1).

A l'échelle du troisième ordre (sensu Vail *et al.*, 1987), cinq séquences (S1 à S5) ont été reconnues dans l'intervalle Sinémurien terminal - Domérien et deux séquences (S6 et S7) dans l'intervalle Domérien terminal - Aalénien.

Sinémurien terminal - Domérien

Au-dessus des carbonates du Lias inférieur non étudiés ici, se développe une puissante série carbo-

natée à faune très riche et diversifiée, représentée par les formations d'Aganane et de Jbel Choucht.

La Formation d'Aganane montre un maximum de développement dans le secteur de Rbat (fig. 2, fig. 3A). Il s'agit d'une succession rythmique (fig. 3B) de calcaires fins à foraminifères, de dolomies laminées et de dolomies marneuses. L'ensemble s'organise en séquences péritidales décimétriques à métriques émerives à leur sommet, traduisant un comblement rythmique dans un environnement de type lagon restreint (Souhel, 1996). Son âge est Sinémurien terminal - Domérien (Biozone C1, C2, D et E) d'après l'association des foraminifères *Orbitopsella primaeva*, *Pseudopfeinderina butterlini*, *Lituosepta compressa*, *Pseudocyclammina liasica* et *Haurania* sp.

A Tizi n'Terghist (Coupe de Tizi n'Terghist, fig. 2), la Formation d'Aganane est très réduite en épaisseur. Il s'agit d'un empilement de séquences régressives comportant chacune des calcaires biodétritiques gris à foraminifères et algues à sa base et des dolomies blanchâtres disséquées et bréchifiées à son sommet (figs. 3C et 3D). Notre propre étude (El Bchari, 2000; El Bchari *et al.*, 2001) montre que seul le Domérien (Biozone D et E) est représenté au

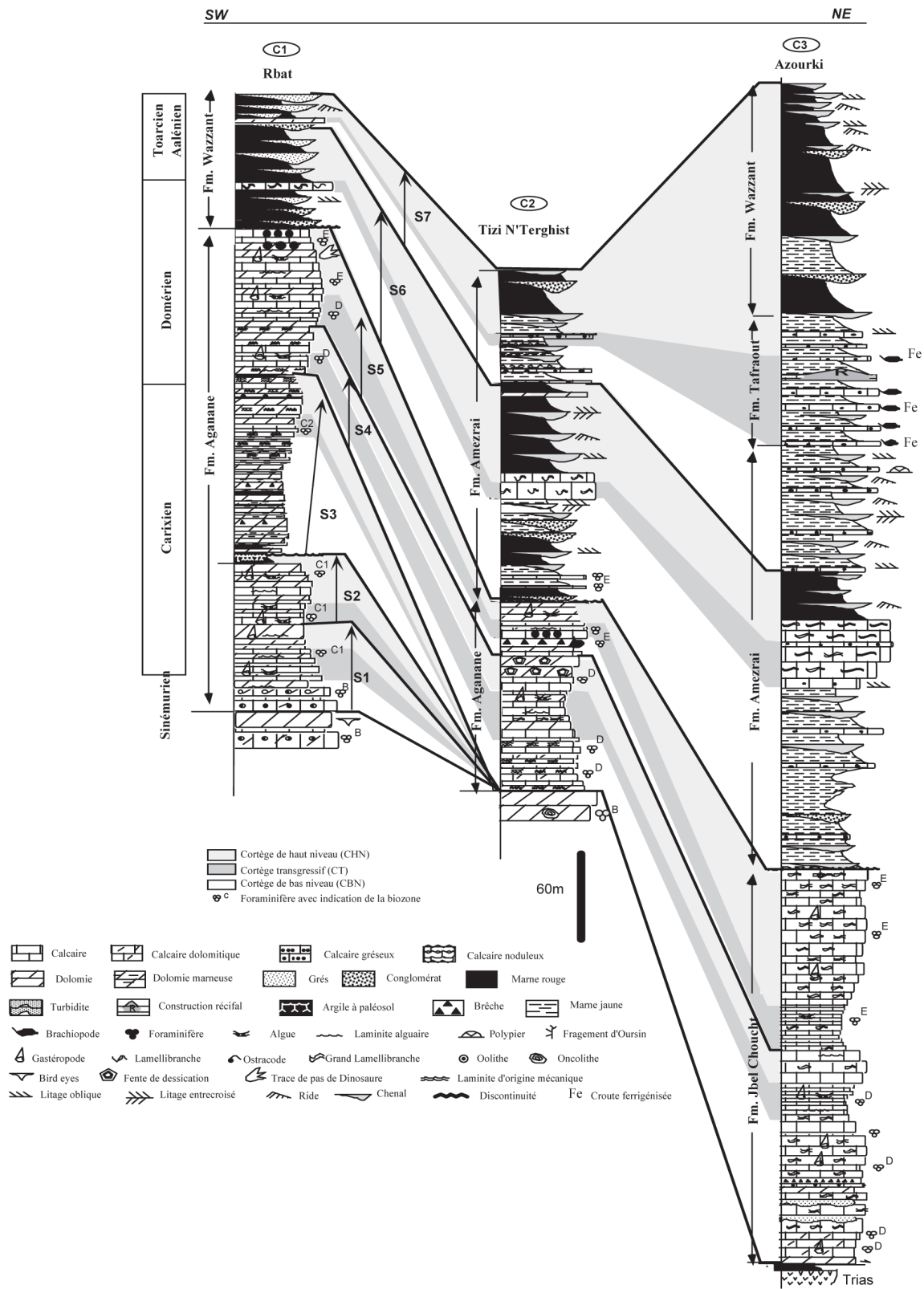


Fig. 2.—Stratigraphie séquentielle du lias de la région d'Ait Bou Guemmez (Séquence S1 à S7).

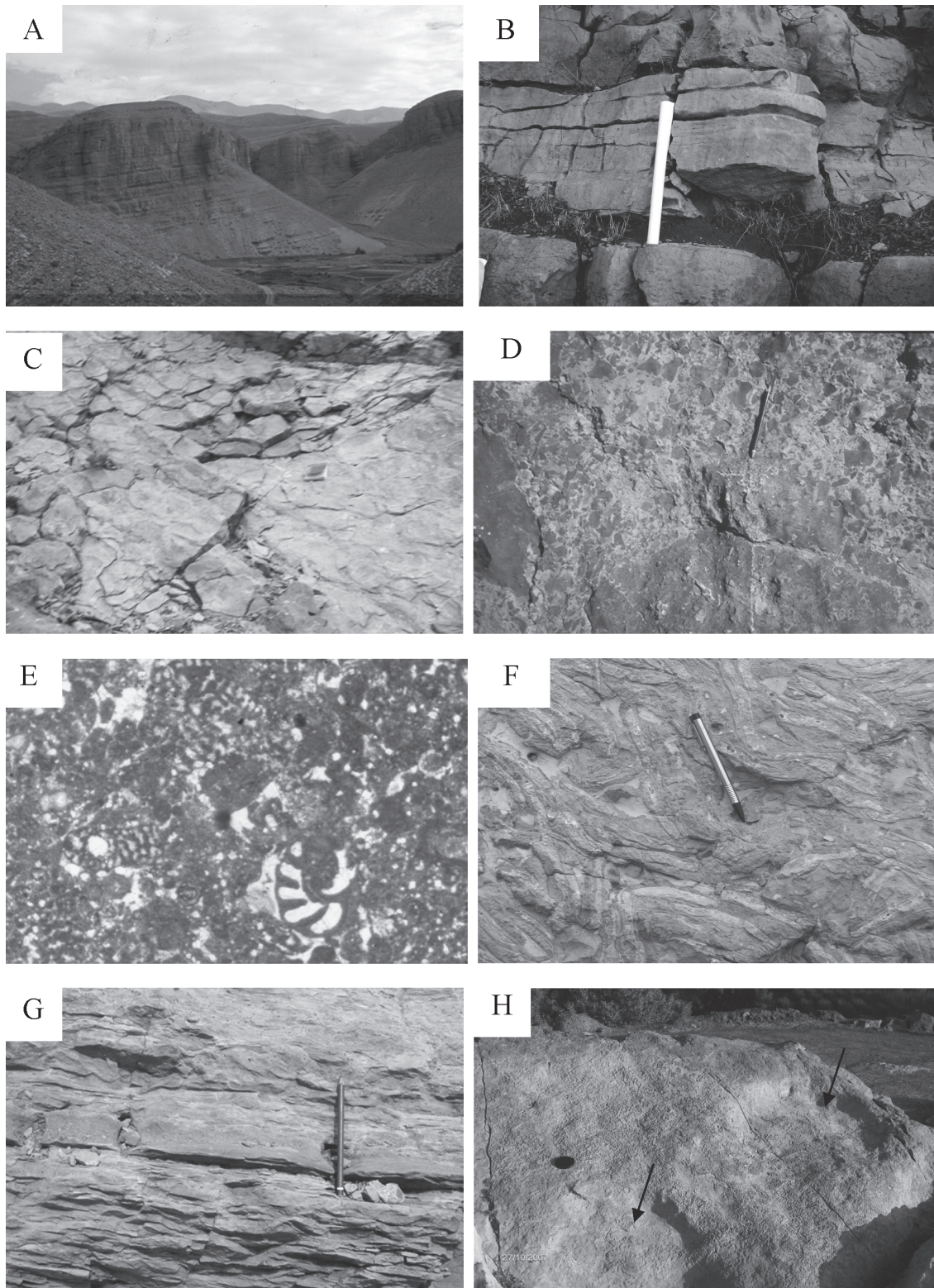


Fig. 3.—A) Le lias moyen d'Ait Bou Guemmez (Fm. d'Aganane), B) Exemple de séquences élémentaire dans la Fm. d'Aganane; C) Structures d'émersion (muds cracks); D) Faciès bréchifiés du sommet de la Fm. d'Aganane (coupe de Tizi N'Terghist); E) Microfaciès à foraminifères; F) Calcaires à grand Lamellibranches; G) Calcaires granoclassés de la base de la Fm. de Jbel Choucht; H) Traces de pas de Dinosaures.

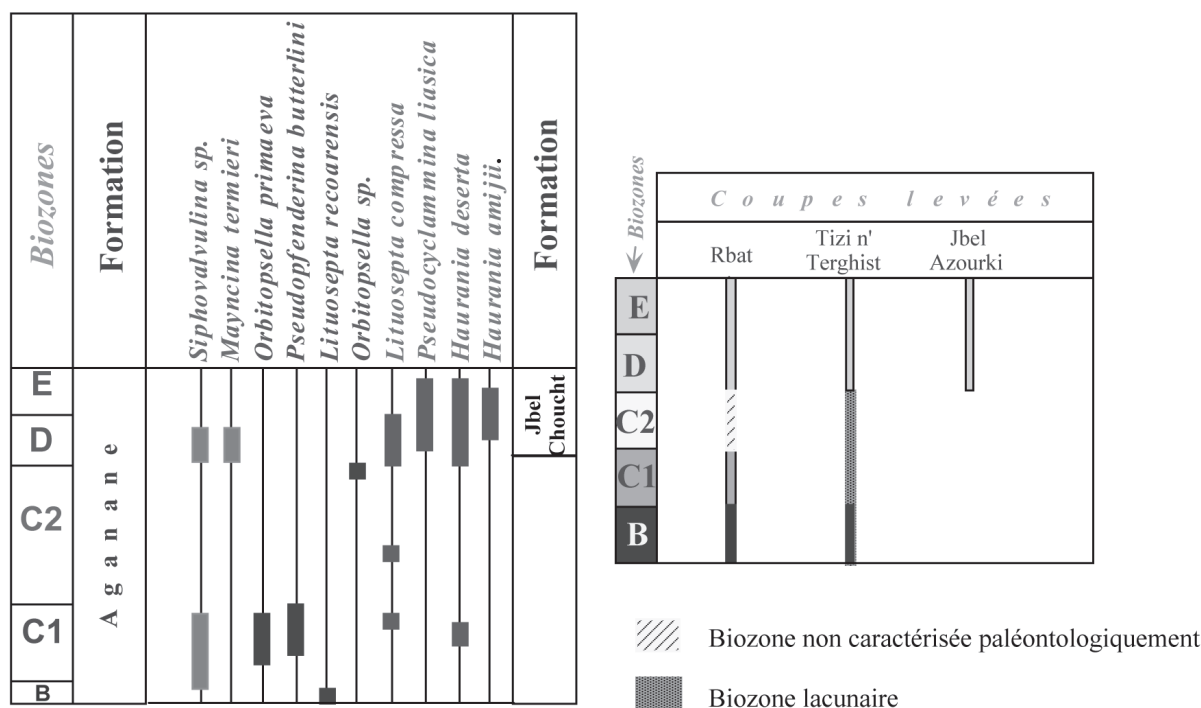


Fig. 4.—Distribution verticale des Foraminifères benthiques dans les calcaires des formations d'Aganane et de Jbel Choucht de la région d'Ait Bou Guemmez.

sein de cette formation. Celui-ci repose directement sur le Lias inférieur, avec une lacune du Carixien (Biozone C) (fig. 2).

Dans l'ensemble du secteur étudié, cette formation montre à son sommet des traces de pas de Dinosaures (fig. 3H).

La formation de Jbel Choucht correspond à une puissante série, d'âge Domérien (Biozones D et E) (El Bchari, 2000) à caractère lité et localement riche en mégalodontes (fig. 3F).

Au niveau de Jbel Azourki (Coupe d'Azourki, fig. 2;), on note à la base de la coupe des calcaires fins à foraminifères benthiques (*Mayncina termieri* et *Lituosepta compressa*). Ils sont localement intercalés de passées calcaires décimétriques, grossières, granoclassées et à base érosive (fig. 3G). Dans la suite de la série, on observe une succession de calcaires mudstones à wackstones à *Pseudocyclammia liasica* et *Haurania* sp., et de calcaires packstones très riches en coquilles désarticulées de mégalodontes.

Durant cet intervalle de temps cinq séquences de dépôt ont été identifiées.

En domaine de lagon (Formation d'Aganane) ou la sédimentation est monotone organisée en séquences élémentaires centimétriques à métriques, à caractère régressif. Ces séquences sont asymé-

triques, avec un terme transgressif très réduit et un terme relativement épais enregistrant une tendance régressive.

Dans ce type d'environnement, le caractère monotone et rythmique de la sédimentation et les émergences systématiques en fin de cycles ne permet pas de procéder à une analyse séquentielle et de repérer les discontinuités principales. Afin d'identifier les divers cortèges sédimentaires, nous nous sommes basés sur:

Un calage biostratigraphique rendu possible grâce à l'abondance de foraminifères benthiques. Les biozones C, D et E de Septfontaine (1984) ont ainsi pu être retrouvées et corrélées à l'échelle de la région étudiée (fig. 4);

Une analyse stratonomique basée sur l'établissement du diagramme de Fischer pour la coupe de Rbat (fig. 5).

Les caractéristiques principales des séquences reconnues sont les suivantes (fig. 2):

Les séquences S1, S2 et S3 ne sont connues que dans la région de Rbat. Elles sont principalement comprises dans la biozone C de Septfontaine (1984).

Séquence de dépôt 1 (S1): son cortège de bas niveau (CBN) correspond à quelques niveaux de calcaires oolithiques de la base de la formation

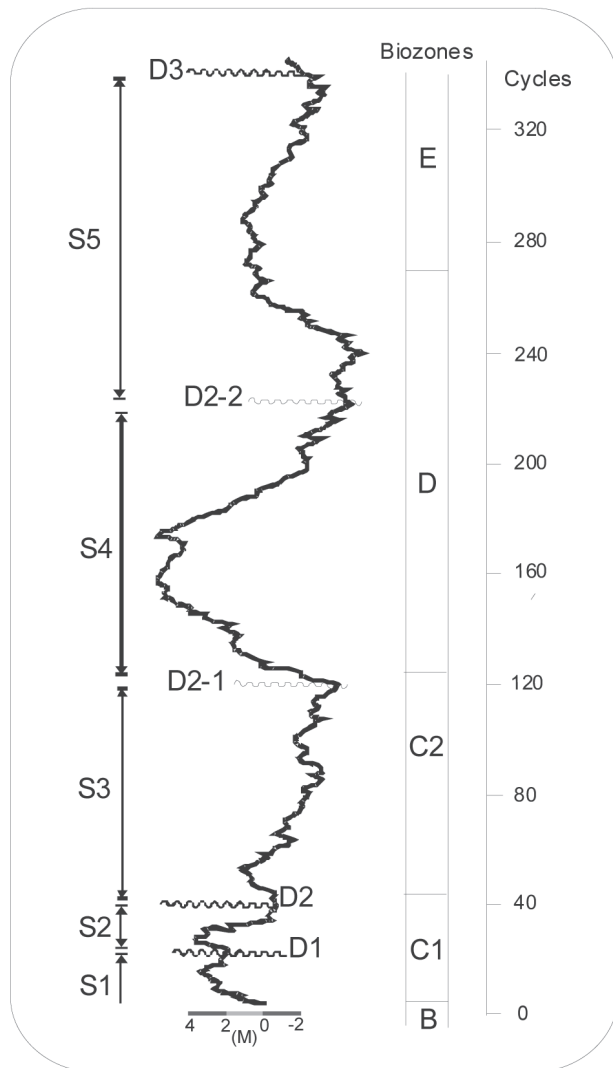


Fig. 5.—Diagramme de Fischer du Lias moyen de la coupe de Rbat.

d'Aganane. Le cortège transgressif (CT) correspond à une série stratodécroissante de calcaire fin bioclastique à foraminifères (fig. 3E). Le cortège de haut niveau marin (CHN) est essentiellement dolomitique, très rarement bioclastique.

Séquence de dépôt 2 (S2): son CBN n'est par reconnu, le CT est marqué par la dominance de faciès subtidaux comportant une microfaune de la biozone C1 de Septfontaine 1984. Le CHN est représenté par une succession de calcaires dolomitiques intertidaux à supratidaux, son sommet est coiffé par une importante discontinuité subaérienne matérialisée par des argiles rouges à paléosols.

Séquence de dépôt 3 (S3): le CBN est bien développé représenté par une importante unité marno-

dolomitique et brêchique admettant par endroit des structures de glissements. Le CT réduit, correspond à une série calcaro-dolomitique à foraminifères de la biozone C2. Son CHN dolomitique montre à son sommet quelques foraminifères de la biozone D.

Séquence de dépôt 4 (S4): son CBN n'est pas représenté au niveau de la région de Rbat. A Tizi n'Terghist, il correspond à une série dolomitique très riche en faciès laminés. Au niveau d'Azourki, ce cortège est représenté par une épaisse série carbonatée localement intercalée par des niveaux décimétriques de calcaires, grossières, granoclassées et à base érosive. Le CT est représenté soit par une succession stratodécroissante très riche en bioclastes (Azourki) soit par des niveaux calcaro-dolomitiques à foraminifères de la biozone D. Le CHN correspond à des calcaires à grands lamellibranches (Mégalo-dontidés) coiffés par des surfaces bioturbées et ferruginisées (coupe d'Azourki) ou à des calcaires dolomités montrant des structures d'émersion (coupe de Tizi n'Terghist et Rbat).

Séquence de dépôt 5 (S5): son CBN est observé uniquement à Tizi n'Terghist où il est formé d'une masse carbonatée brêchique. Le CT montre dans l'ensemble de la région des faciès carbonatés bioclastiques à foraminifères de la biozone E. Le CHN, très bien développé à Jbel Azourki, est composé de calcaires à Mégalo-dontidés, dans les autres localités se sont surtout des calcaires biodétritiques de la biozone E, montrant à leur sommet des structures d'émersion (dolomitisation, mud cracks, empreinte de pas de Dinosaures (fig. 3C, 3H))

Domérien terminal - Aalénien

Au cours de cette période survient un changement radicale dans les conditions de la sédimentation: on passe d'un régime principalement carbonaté à un régime essentiellement terrigène représenté par les dépôts des formations d'Amezrai, de Tafrouit et de Wazzant (fig. 2).

La Formation d'Amezrai est datée par une faune de brachiopodes du Domérien terminal - Toarcien inférieur (Bouchouata *et al.*, 1995). Dans notre secteur elle est très bien développée dans le flanc nord de jbel Azourki (coupe d'Azourki) où elle comprend des carbonates, des grès et des marnes, auxquels s'associent des faciès conglomératiques à éléments de socle paléozoïque. L'empilement vertical de ces faciès montre, à l'échelle des séquences élémentaires, une organisation de type granodécroissante associant des conglomérats, grès et argiles à la

base de la formation et des calcaires, marnes et grès à son sommet. Ces divers critères témoignent de la progradation de nappes sableuses au sein d'une plate-forme très peu profonde.

La Formation de Taфраout d'âge Toarcien moyen (Bouchouata *et al.*, 1995), affleure uniquement dans le flanc Nord de Jbel Azourki (coupe d'Azourki). Elle est composée de niveaux décimétriques à métriques de calcaires noduleux oolithiques, à surfaces ferruginisées et condensées en coquilles brisées de brachiopodes. Ces calcaires alternent avec des marnes vertes et des calcaires gréseux à débris de bioclastes. L'ensemble témoigne d'une sédimentation en milieu marin, de plate-forme carbonatée subtidale à intertidale.

La Formation de Wazzant correspond à un ensemble sédimentaire complexe, à dominance terrigène, attribué à l'intervalle Domérien terminal - Aalénien (Jossen, 1988) en raison de son encadrement stratigraphique. Sa partie inférieure est caractérisée dans notre secteur par une abondance de chenaux conglomératiques à dragées de quartz et à éléments du socle paléozoïque, de grès organisés en barres lenticulaires chenalisantes et d'argiles rouges. Ces divers faciès sont organisés en séquences métriques de comblement de chenaux alluviaux.

Durant cet intervalle de temps, Deux séquences de troisième ordre (S6 & S7) ont pu être identifiées.

Séquence de dépôt 6 (S6): le CBN est formé soit par des grès, des conglomérats et des marnes rouges (Rbat) soit par une succession marno-gréseuse verte à niveaux carbonatés oolithiques (Tizi n'Terghist et Azourki). Le CT se compose de calcaires bioclastiques à surface ferruginisée et très riche en fragments de bioclastes (Tizi n'Terghist et Azourki). Dans la coupe de Rbat, ce cortège est représenté par quelques bancs dolomités et à surfaces ferruginisées. Le CHN de cette séquence se compose d'un ensemble marno-gréseux rouge.

Séquence de dépôt 7 (S7): son CBN est représenté par des chenaux conglomératiques dans la région de Rbat et par des successions marno carbonatés à calcaires oolithiques à Tizi n'Terghist et Azourki. Le CT bien développé à Azourki est formé de marnes vertes et de calcaires noduleux très riche en brachiopodes, polypiers, radioles d'oursins. A Tizi n'Terghist, il montre la même succession mais sur une très faible puissance. Dans la coupe de Rbat, ce cortège est représenté par un seul banc de calcaire dolomitique à surface bioturbée. Le CHN est repré-

senté par des marnes rouges, des grès et des micro-conglomérats, organisés en séquences granodécroissantes témoignant d'un comblement en milieu fluviatile.

Conclusion

L'analyse en terme de la stratigraphie séquentielle, de la série liasique de la région d'Ait Bou Guemmez, nous a permis de mettre en évidence sept séquences de dépôt échelonnées depuis le Sinémurien terminal jusqu'à l'Aalénien.

Ces séquences sont délimitées par des surfaces de discontinuités ou limites de séquences matérialisées soit par des surfaces d'émersion sub-aérienne, par une dolomitisation des assises sous-jacentes ou par des changements du régime sédimentaire.

Les cortèges de bas niveau marin (CBN) sont représentés dans les séries carbonatées par une augmentation de l'hydrodynamisme (turbidites, brèches, slumps) ou par le développement de bancs dolomitiques généralement à structures d'émersion (généralement des mud cracks). Dans les dépôts terrigènes, ces cortèges sont représentés par un accroissement des apports détritiques due à une reprise de l'érosion par la chute de niveau de base, à une remise en mouvement des terrigènes grossiers et à leur vannage sur la plate forme carbonatée.

Les cortèges transgressifs (CT) sont dans la plupart des cas des témoins d'un certain approfondissement du milieu de dépôt.

Les cortèges de haut niveau marin (CHN) correspondent aux phases de comblement des aires sédimentaires le plus souvent par des séries moins profondes.

Les différences d'épaisseur entre les divers cortèges sédimentaires, sont contrôlées non seulement par l'évolution du niveau marin sur la dynamique sédimentaire (Jacquin *et al.*, 1992) mais aussi par les variations du potentiel d'espace disponible lesquelles sont largement influencées par les effets tectoniques dues au jeu de l'accident Jbel Tizal - Jbel Azourki.

Evolution géodynamique

Pour décrire l'évolution géodynamique de notre secteur, nous retenons le découpage en cycles sédimentaires mis en évidence lors de notre analyse stratigraphique.

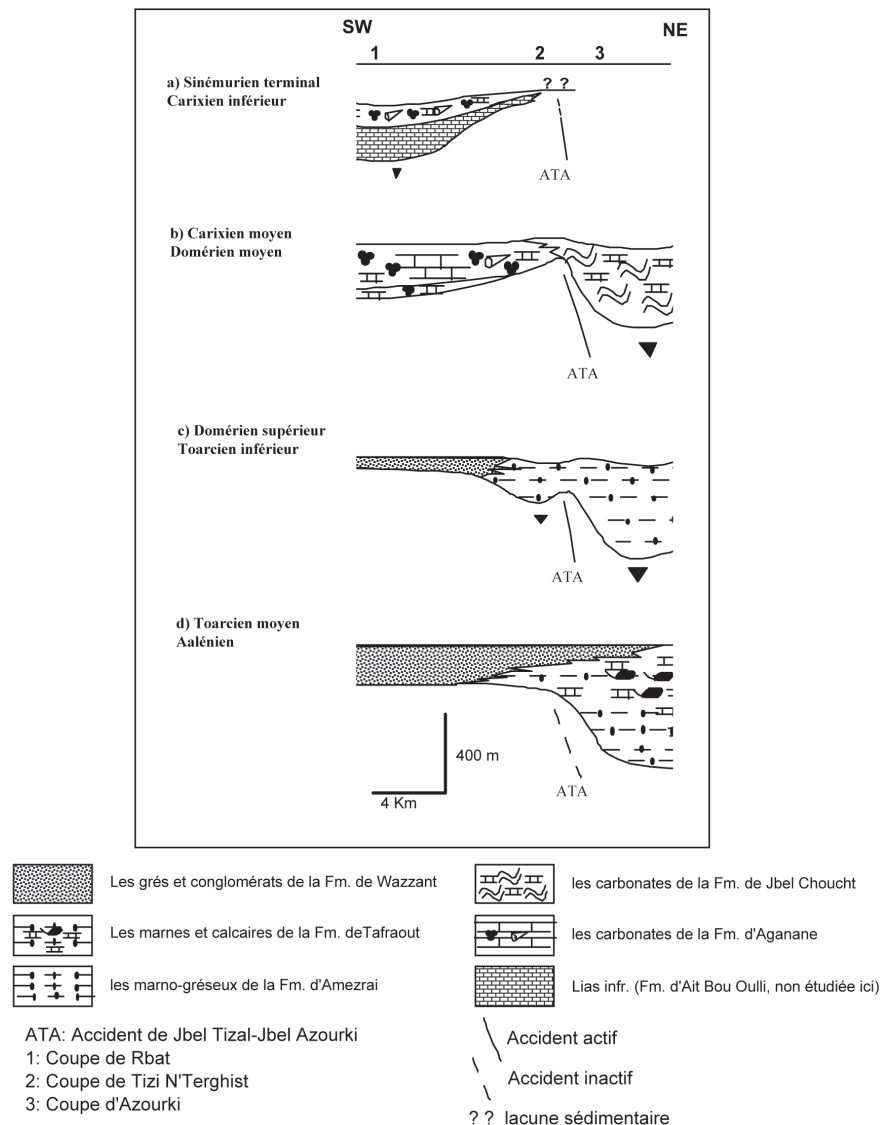


Fig. 6.—Coupe montrant les différents stades d'évolution géodynamique de la série Jurassique (Sinémurien terminal - Aalénien) de part et d'autre de l'accident Jbel Tizal - Jbel Azourki.

Le cycle du Sinémurien terminal - Carixien inférieur

On sait (Souhel *et al.*, 1995, El Bchari, 2000, El Bchari *et al.*, 2001) que, dans le Haut Atlas central, le Lias inférieur est marqué par la mise en place d'une plate-forme marine, carbonatée, d'extension régionale.

Au cours du Sinémurien terminal - Carixien inférieur, s'installe un milieu de lagon limité par des zones émergées ou faiblement subsidentes situées le long de l'accident J.Tizal - J.Azourki (fig. 6a). C'est dans ce lagon abrité que les foraminifères ben-

thiques notamment les Orbitopsellides et les Pseudopfenderinides, ont trouvés les conditions favorables pour leur prolifération.

La fin de cette période est marquée par une importante discontinuité (discontinuité intracarixienne) matérialisée par des dépôts à paléosol. La sédimentation ne reprendra dans certains secteurs (seuil de Tizi n'Terghist) qu'à partir Domérien moyen.

Cette rupture de sédimentation, mis en évidence à plusieurs endroits de la transversale de Béni-Mellal (Souhel, 1996), est à mettre en relation avec des manifestations tectoniques, induites dans notre secteur par un jeu de l'accident J. Tizal - J. Azourki.

Le cycle du Carixien moyen - Domérien supérieur

Durant cette période, le milieu marin se réinstalle progressivement sur l'ensemble du secteur étudié, avec le développement d'un milieu de lagon au Sud de l'accident J. Tizal - J. Azourki et d'un milieu de plate forme subtidale plus au moins ouvert au Nord de cet accident (fig. 6b).

A cette période, l'activité tectonique des principaux accidents devient manifeste. Le plus important, celui de J. Tizal - J. Azourki, montre un jeu normal à regard Nord, favorisant ainsi l'affaissement du compartiment Nord matérialisé par l'épaississement de la série domérienne du Sud au Nord.

Le cycle du Domérien terminal - Aalénien

Durant l'intervalle Domérien supérieur - Toarcien, s'effectue le passage d'un milieu de plateforme carbonatée à celui d'une mosaïque de petits bassins terrigènes à morphologies variables.

Au Domérien supérieur - Toarcien inférieur (fig. 6c), on note une intensification dans l'activité tectonique de l'accident de Jbel Tizal - Jbel Azourki. Celle ci a conduit à la mise en place d'une mosaïque d'environnements sédimentaires dans l'ensemble du secteur étudié avec:

Un domaine émergé au niveau de la plate-forme carbonatée au Sud de cet accident;

Un approfondissement de l'ensemble de l'aire de dépôt situé au Nord de l'accident conduisant ainsi à la mise en place du nouveau bassin d'Amezrai;

Au cours du Toarcien moyen - Aalénien (fig. 6d), le bassin subsident d'Amezrai est comblé par les carbonates de la plate-forme interne de Tafraout. Cette plate-forme est ceinturée à l'Ouest, au Nord et au Sud par un domaine côtier à sédimentation détritique dominante (formation de Wazzant). Cette période est marquée par un calme tectonique relatif dans l'ensemble de notre secteur d'étude.

Conclusions

La série Jurassique (Sinémurien terminal - Aalénien) affleurant dans le secteur haut atlasique d'Ait Bou Guemmez a été subdivisée en cinq formations lithologiques. Les attributions stratigraphiques ont été basées essentiellement sur les associations de foraminifères benthiques (Pseudopfeinderinidés, Orbitopsellidés, etc.).

Ces unités sont réparties en sept séquences de troisième ordre s'échelonnant du Sinémurien terminal à l'Aalénien. Ces séquences peuvent être regroupées en trois cycles de deuxième ordre (transgressif - régressif).

L'évolution géodynamique local, marquée par l'installation d'une vaste plate-forme dont l'évolution est largement influencée par le jeu de l'accident Jbel Tizal - Jbel Azourki, s'intègre bien dans le cadre plus général du rifting qui a marqué la marge ouest-téthysienne au cours du temps liasique. En effet, à l'échelle régionale, cette période correspond à une phase de structuration des marges continentales atlantiques et des futurs bassins intracontinentaux dont le haut Atlas constitue un exemple (Olivet *et al.*, 1984, Sougy, 1988).

Références

- Bouchouata, A.; Canerot, J.; Souhel, A. & Almeras, Y. (1995). Stratigraphie séquentielle et évolution géodynamique du Jurassique dans la région de Talmest-Tazoult (Haut-Atlas central, Maroc). *Comptes rendus de l'Académie des sciences de Paris. Série 2. Sciences de la terre et des planètes*, 320: 749-756.
- El Bchari, F. (2000). *Cadre stratigraphique, sédimentologique et paléostratigraphique du lias de la région d'Ait bou Guemmez (Haut-Atlas central, Maroc)*. Thèse de Doctorat, Université Cadi Ayyad, Marrakech, 210 pp.
- El Bchari, F.; Ibouh, H.; Souhel, A.; Taj-Eddine, K.; Canerot, J. & Bouabdelli, M. (2001). Cadre stratigraphique et étapes de structuration de la plate-forme liasique d'Ait Bou Guemmez (Haut-Atlas central, Maroc). *Gaia: Revista de Geociências*, 16: 163-172.
- Jacquin, T.; Garcia, J.P.; Ponsot, C.; Thierry, J. & Vail, P.R. (1992). Séquences de dépôts et cycles régressifs - transgressifs en domaine marin carbonaté. Exemple du Dogger du bassin de Paris. *Comptes rendus de l'Académie des sciences de Paris. Série 2. Sciences de la terre et des planètes*, 315: 353-362.
- Jossen, J.A. (1988). Carte géologique de Zawiat Ahançal. 1/100.000. *Notes et Mémoires du Service Géologique du Maroc*, Rabat, n° 355.
- Laville, E. (1981). Rôle du décrochement dans le mécanisme de formation des bassins d'effondrement du Haut-Atlas marocain au cours du temps triasique et liasiques. *Bulletin de la Société Géologique de France*, 23: 303-312.
- Lee, C.W. & Burgess, C.J. (1978). Sedimentation and tectonic controls in the early jurassic central High Atlas trough, Morocco. *Geological Society of America Bulletin*, 89: 1199-1204.
- Olivet, J.L.; Bonin, J.; Benzart, P. & Auzende, J.A. (1984). *Cinématique de l'Atlantique nord et central*. CNEXO éd., Rapports scientifiques et techniques 54, 108 pp.

- Septfontaine, M. (1984). Biozonation à l'aide des foraminifères imperforés de la plate-forme interne carbonatée liasique du Haut-Atlas (Maroc). *Revue de Micropaléontologie*, 27: 209-229.
- Sougy, J. (1988). Les connexions de l'Ouest-africain avec les autres masses continentales de l'Archéen au Mésozoïque. *Journal of African Earth Sciences*, 7: 315-323. doi:10.1016/0899-5362(88)90077-2
- Souhel, A. (1996). *Le Mésozoïque dans le Haut Atlas de Beni Mellal (maroc). Stratigraphie, sédimentologie et évolution géodynamique*. Strata, 27 (2), 249 pp.
- Souhel, A.; Beaudoin, B.; Canerot, J. & Pinault, M. (1995). Analyse quantitative de la subsidence durant le Jurassique inférieur dans le Haut-Atlas de Béni-Mellal (Maroc). *16th. I.A.S. Regional Meeting of Sedimentology, Abstracts, Publication de l'Association des sédimentologues français*, 22, 136.
- Souhel, A.; Canérot, J.; El Bchari, F.; Chafiki, D.; Gharib, A.; El Hariri, K. & Bouchouata, A. (2000). The Liassic carbonate platform on the western part of the central High Atlas (Morocco): Stratigraphic and paleogeographic patterns. In: *Peri-Tethys Memoir 5. Mémoires du Muséum National d'Histoire Naturelle 182* (Barrier, E. & Crasquin-Soleau, S., eds.), 39-56.
- Vail, P.R.; Colin, P.; DU Chene, R.J.; Kuchly, J.; Mediavilla, F. & Trifilief, V. (1987). La stratigraphie séquentielle et son application aux corrélations chronostratigraphiques dans le Jurassique du bassin de Paris. *Bulletin de la Société Géologique de France*, 8: 1301-1321.

Recibido el 21 de septiembre de 2007

Aceptado el 29 de abril de 2008

Publicado online el 27 de octubre de 2008