

## Les événements tectono-sédimentaires du passage Pliensbachien-Toarcien dans le Haut-Atlas de Midelt (Maroc): Influence sur les assemblages argileux

Pliensbachian/Toarcian sedimentary tectonic events in the Midelt region, High Atlas (Morocco): Influence on clay assemblages

B. IGMOUILLAN\*; L. DAUDI\*; L. V. DUARTE\*\* & D. SADKI\*\*\*

*Mots-clés:* Lias; argiles; plate-formes carbonatées; Midelt; Haut-Atlas; Maroc.

*Résumé:* Dans le Haut-Atlas de Midelt, le Lias inférieur-moyen est représenté par des dolomies et des calcaires à *Opisoma*, dont la fraction argileuse est riche en illite. Cette sédimentation de plate-forme interne, peu profonde et relativement homogène, est relayée dans les régions de Talghemt et Ikis par des dépôts de plate-forme externe, également riches en illite. Ces deux domaines sont séparés par un paléoseuil correspondant à une barrière récifale, dans la zone de passage de l'accident nord haut-atlasique. Au Toarcien inférieur, la perturbation qui affecte la nature et la géométrie des dépôts ainsi que l'évolution des assemblages argileux détritiques, atteste d'un changement radical dans les conditions de sédimentation, en relation avec la dislocation de la plate-forme carbonatée initiale. Cet événement, dont le paroxysme est atteint au passage Pliensbachien-Toarcien, est responsable de la structuration de la région en blocs basculés, organisés en mosaïque de petits bassins séparés par des zones hautes.

*Key-words:* Lias; clay minerals; carbonate platforms; Midelt; High Atlas; Morocco.

*Abstract:* In the Midelt region (High Atlas), the Early-Middle Jurassic is represented by dolostones and limestones with *Opisoma*, in which the clay mineral fraction is rich in illite. However, this generally shallow, inner carbonate shelf deposition passes into distal carbonate platform deposits, equally rich in illite, in the Talghemt and Ikis regions. These domains are separated by a reefal barrier, along the North High Atlas alignment. In the Early Toarcian, the nature and the architecture of the deposits as well as the evolution of the clay minerals associations, indicate a radical change of sedimentary conditions, associated with the partition of the initial carbonate platform. This event, whose paroxysm occurs at the Pliensbachian/Toarcian boundary, is responsible for the formation of several small mosaic shape basins, controlled by tectonic structures. This tectonic event is clearly expressed by the clay assemblage evolution.

*Palavras-chave:* Lias; minerais de argila; plataformas carbonatadas; Midelt; Alto Atlas; Marrocos.

*Resumo:* Na região de Midelt (Alto Atlas, Marrocos), o Lias inferior e médio é representado por dolomias e calcários com *Opisoma*, sendo a fracção argilosa rica em illite. No entanto, esta sedimentação carbonatada, de plataforma interna pouco profunda e relativamente homogénea, é substituída nas regiões de Talghemt e de Ikis por depósitos de plataforma externa, igualmente ricos em illite. Estes dois domínios estão separados por um paleorrelevo correspondente a uma barreira recifal, na zona de passagem do alinhamento estrutural que delimita a norte o Alto Atlas. No Toarciano inferior, a natureza e a geometria dos depósitos, assim como a evolução das associações de minerais de argila comprovam uma variação radical nas condições de sedimentação, em relação ao desmembramento da plataforma carbonatada inicial. Este evento, que mostra o seu paroxismo na passagem Domeriano-Toarciano, é responsável pela estruturação da região em blocos basculados, organizados num mosaico de pequenas bacias, separadas por zonas mais elevadas.

### INTRODUCTION

Au cours du Lias, l'activité tectonique sur les marges de l'Océan téthysien a été irrégulière, forte à modéré suivant les périodes. L'intervalle Lias moyen-Toarcien supérieur est

ainsi connu pour ces nombreuses manifestations géodynamiques à l'échelle du craton européen (ELMI *et al.*, 1982; DURELET *et al.*, 2000). Les modélisations ont mis en évidence tout particulièrement pour cette intervalle le rejeu de blocs structuraux anciens, probablement hercyniens.

\* Département de Géologie, Faculté des Sciences et Techniques-Gueliz, Marrakech, B. P. 549, Maroc.

\*\* Departamento de Ciências da Terra, Universidade de Coimbra, Centro de Geociências, 3000-272 Coimbra, Portugal.

\*\*\* Département de Géologie, Faculté des Sciences, Meknès, Maroc.

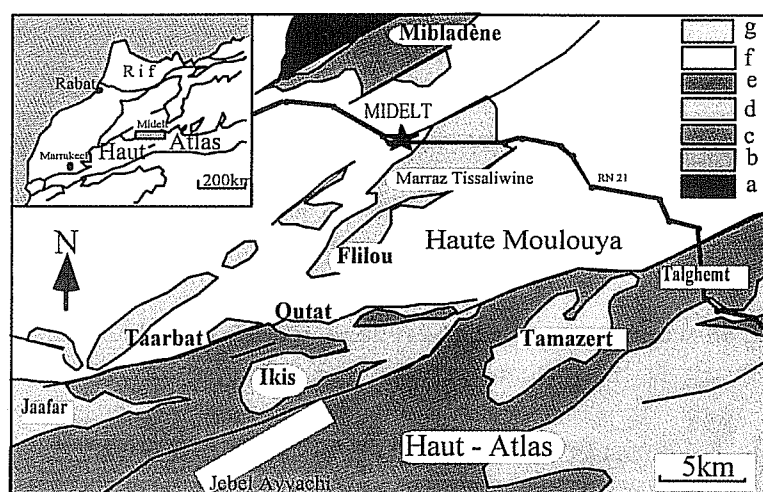


Fig. 1 – Schéma structural du Haut-Atlas de Midelt: a – socle paléozoïque, b – Trias, c – Lias, d – Toarcien, e – Dogger, f – Post-Jurassique, g – Volcanisme tertiaire.

– Structural sketch of Midelt region (High Atlas): a – Palaeozoic basement, b – Triassic, c – Liasic, d – Toarcian, e – Dogger, f – Post-Jurassic, g – Tertiary volcanism.

Au sud-ouest de la marge téthysienne, le Haut-Atlas de Midelt, situé à la jonction entre la plaine de la Haute-Moulouya et le Haut-Atlas central (Fig. 1), a enregistré fidèlement les différentes étapes de la structuration et de la sédimentation au Jurassique; il a connu une évolution géodynamique polyphasée qui est dictée par son appartenance à ces deux domaines structuraux variés (IGMOULLAN, 1993).

Dans ce travail, les séries sédimentaires de l'intervalle Lias inférieur-Toarcien supérieur du Haut-Atlas de Midelt sont étudiées pour préciser le cadre géodynamique et paléogéographique du domaine. L'étude s'appuie sur: 1 – un recensement exhaustif des ammonites afin d'assurer un calage biostratigraphique le plus fin possible, 2 – l'analyse des faciès sédimentaire et de leur évolution latérale, 3 – l'étude de la fraction argileuse (inférieure à 2 micromètres) et de l'évolution des assemblages argileux des sédiments.

### CADRE STRATIGRAPHIQUE

La couverture mésozoïque de la région de Midelt est composée de formations triasiques, jurassiques et crétaées, reposant en discordance angulaire sur le socle

primaire formé quant à lui de granites, de schistes métamorphiques et d'amphibolites (EMBERGER, 1965).

Le Trias correspond à une série évapo-détritique dont l'âge Keuper moyen à supérieur est précisé par la présence de piste de proto-mammifères (SMITH, 1976). Elle est couronnée par des basaltes tholéitiques, se présentant en coulées volcaniques stratifiées dont l'épaisseur peut atteindre 200 m.

Le Jurassique débute au Lias inférieur par des laminites dolomitiques associées parfois à du gypse indiquant un milieu aride (DU DRESNAY, 1979) et se poursuit par des calcaires massifs à Gastéropodes, Lamellibranches, Echinodermes, Spongiaires, Foraminifères qui passent latéralement à des faciès lités très riches en ammonites.

Le Lias supérieur est plus marneux. Il est représenté, au centre du bassin, par des marnes bleues noires avec des niveaux plus calcaires au Toarcien moyen. Sur les bordures, il est absent ou réduit à des placages rubéfiés à faune condensée (IGMOULLAN, 1993).

Le Dogger n'est exprimé à l'Aalénien qu'au centre du bassin où il correspond à des marnes bleues noires ou limoneuses riches en petites ammonites pyriteuses et à des barres calcaires à empreintes de *Cancellophycus*. Au Bajocien, il est représenté par des marnes à Lamellibranches à test fin (*Posidonomies*) surmontés par des calcaires

organogènes sous formes de barres dont la dernière est connue sous le nom de calcaires corniches.

Le Bathonien débute par une série rythmée de marnes et calcaires jaunes très riches en Brachiopodes et Pholades. Des barres oolitiques et des dalles à Huîtres et Rhynchonnelles en font suites. Enfin, des "Couches rouges" d'âge Callovien (JENNY *et al.*, 1981; SOUHEL *et al.*, 1986; 1989) terminent la sédimentation marine jurassique dans le Haut-Atlas central (DU DRESNAY, 1979).

## CADRE GEODYNAMIQUE

L'histoire mésozoïque du Haut-Atlas de Midelt a débuté au Trias supérieur par une distension généralisée ayant affectée un continent arasé et recouvert par une mer épicontinentale (MICHARD, 1976). Cette dynamique triasique est subordonnée à l'émission d'un important volcanisme tholéïtique. L'évolution jurassique s'est déroulée en plusieurs épisodes tectono-sédimentaires qui peuvent être regroupés en deux étapes majeures: le Trias supérieur-Lias moyen et le Lias supérieur-Dogger qui sont séparés par une discontinuité sédimentaire d'importance régionale, expression de la phase tectonique majeure post-pliensbachienne (SADKI, 1992).

Au cours du Lias inférieur et moyen, la réactivation des accidents tardi-hercyniens (DU DRESNAY, 1975; MATTAUER *et al.*, 1977) dans un contexte distensif, a engendré la genèse d'une mosaïque de bassins sur décrochements. Ces zones subsidentes sont délimitées par des rides actives dont les directions sont héritées du canevas hercynien: N30, N70 et N120 (LAVILLE, 1985). Dans l'Atlas de Béni-Mellal, le Lias inférieur correspond à une plate-forme littorale, faiblement inclinée vers le Sud, sa dislocation à partir du Sinémurien supérieur se traduit par l'individualisation d'un nouvel ensemble structural (SOUHEL *et al.*, 1998). Au cours du Lias supérieur, la sédimentation est contrôlée par un régime tectonique distensif sur les accidents NW-SE et transtensifs sur les N70-80. Ce contexte distensif constitue un événement très important dans l'histoire géodynamique de la chaîne haut-atlasique, responsable de l'effondrement en blocs et de la création de réceptacles pour la sédimentation (IBOUH *et al.*, 2000). Le passage Lias moyen-Toarcien est marqué par des changements structuro-sédimentaires et stratigraphiques importants (DU DRESNAY, 1975; LAVILLE, 1985).

## METHODOLOGIE

L'évolution des faciès sédimentaires et des assemblages argileux de la série du Domérien-Toarcien est étudiée à travers plusieurs coupes disposées selon un transect perpendiculaire à la direction atlasique: Mibladène et Maraz Tissaliouine, au Nord, dans la zone de la Moulouya, Outat dans la zone de transition et Talghemt, Tadjalt et Ikis dans la zone du Haut-Atlas, au Sud (Fig. 2).

Au total, une soixantaine d'échantillons répartie sur trois coupes a été étudiée; la fraction argileuse (particules de taille inférieure à 2 micromètres) des sédiments est identifiée par diffraction des rayons X sur pâtes orientées. Après une décarbonatation des échantillons, les argiles sont défloculées par rinçages successifs à l'eau distillée puis la fraction argileuse est extraite par décantation. La technique détaillée est décrite par HOLTZAPFEL (1985). Trois diffractogrammes sont réalisés systématiquement, sans traitement préalable des minéraux argileux (séchage à l'air), après saturation à l'éthylène glycol et après chauffage à 490° C pendant deux heures. La détermination des minéraux argileux est réalisée d'après la position des réflexions 001 sur les trois diffractogrammes (BRINDLEY & BROWN, 1980). La détermination des proportions des minéraux argileux repose sur l'intensité et les surfaces relatives du pic principal de chaque minéral; l'erreur est de l'ordre de 5 %. A cette technique s'ajoutent l'analyse par diffraction des rayons X de la roche totale.

## DESCRIPTION DES SERIES ETUDIEES ET INTERPRETATION PALEOENVIRONNEMENTALE

### Pliensbachien supérieur

Dans la Haute Moulouya (Fig. 1), le Pliensbachien supérieur est représenté par des dolomies et des calcaires massifs à *Opisoma*. Ces faciès correspondent à des dépôts de plate-forme interne de type *tidal flat*, caractérisés par une faune exclusivement benthique et par des structures d'émersion tel que les *birds eyes* et les fentes de dessiccation. Ils sont organisés en séquences élémentaires strato-croissantes, agencées en une seule séquence de 3ème ordre transgressive. Dans la zone haut-atlasique (régions de Talghemt et Ikis), cette sédimentation est relayée par des dépôts plus étalés de plate-forme externe, formés de bancs calcaires métriques à décamétriques, de couleur grise et riches en bioclastes, d'alternance de marnes grises métriques et de calcaires décimétriques,

avec des indices de resédimentation: microconglomérats et slumps. Ces deux domaines sont séparés par un paléoseuil correspondant à une barrière oolithique et récifale, dans la zone de transition qui coïncide avec la zone de passage de l'accident nord haut-atlasique.

**Toarcien**

Dans la région du Haut-Atlas de Midelt, comme dans tout le Haut-Atlas central marocain (CHOUJET & FAURE-MURET, 1962; DU DRESNAY, 1975), on assiste dès le début du Toarcien à un changement radical dans les conditions de sédimentation par rapport à ce qu'elles étaient pendant le Domérien. Les dépôts du Toarcien, devenus nettement plus marneux, se présentent sous deux formes: une forme réduite sur la plaine de la Moulouya (Fig. 1), correspondant au faciès de Mibladène, et une forme étalée dans le sillon atlasique, caractérisée par des dépôts marno-calcaires à brachiopodes et

ammonites. Les faciès de la Moulouya sont représentés par un terme marneux de 5 à 7 m d'épaisseur attribué au Toarcien inférieur (EL KAMAR, 1997; SAADI, 1996) et un terme calcaire épais de 3 m daté du Toarcien moyen et supérieur par ammonites (BENSHILI & ELM, 1994). Les marnes rouges sont déposées dans un milieu lagunaire à continental alors que la barre carbonatée témoigne d'un environnement de plate-forme externe de haute énergie hydrodynamique. Dans la zone de transition, le Toarcien est lacunaire au niveau de la zone de passage de l'accident nord haut-atlasique; vers le sud, en aval de l'oued Ikis, le Lias supérieur est réduit à une barre calcaire de texture packstone très fossilifère de 1,20 m d'épaisseur. Dans la zone haut-atlasique se sont individualisés trois dépocentres: Ikis, Jâafar et Talghemt (Fig. 1). La sédimentation y est représentée au Toarcien inférieur par des dépôts très étalés de marnes grises dont le sommet est armé de calcaires gréseux en plaquettes. Le Toarcien moyen et supérieur est formé de marnes grises ayant livrées une riche faune d'ammonites (Fig. 2).

Formation	Faciès de la Moulouya	Transition	Faciès atlasique	Age/ Formation
Couches de Mibladène	Midelt- Mibladène Toarcien	Outat	Jaafar/Ikis	Toarcien sup.
Taddamout	Lias moyen			Toarcien moyen
	Lias inférieur			Toarcien inférieur
				Lias moyen
				Lias inférieur

**Légendes**

- Marnes
- Calcaires à silex
- Gros Lamellibranches
- Calcaire récifal
- Dolomies
- Calcaires oolithiques
- Hémipélagites
- Tidalites

**Gisements d'ammonites et de Brachiopodes**

*Midelt-Mibladène*

- Hildoceras sp., Dactyloceras bicarinatum, Alocolytoceras sp.

*Outat*

- Hildoceras sp., H. angustisiphonatum, Pseudomercaticeras gradatum

*Jaafar/Ikis*

- Brachiopodes: Amphiclinodonta, Terebratula jauberti
- Hildoceras sublevisoni, H. lusitanicum
- Hildoceras sublevisoni, Nodcoeloceras angelonii
- Hildoceras semipolitum
- Pseudomercaticeras gradatum, Collina meneghenii, Porpoceras cosmum
- Pleydellia sp., Alocolytoceras sp.
- Catullocceras sp.

*Talghemt*

- Protogrammoceras meneghenii
- Eodactylites mirabilis, Juraphyllites libertus, Harpoceras sp.
- Eodactylites simplex
- Hildoceras sublevisoni, Hildoceras lusitanicum
- Hildoceras bifrons, Polyplectus discoides
- Osperiloceras beauliziense, Osperiloceras nadorense, Lytoceras sp.

Fig. 2 – Corrélation des coupes du Lias du Haut-Atlas de Midelt.

– Correlation of Liassic sections in the Midelt region (High Atlas).

## MINÉRALOGIE DES ARGILES

Les minéraux argileux, identifiés par diffraction aux rayons X, au niveau des trois coupes étudiées (Fig. 3) sont variables (illite, chlorite, kaolinite, smectite, interstratifiés illite-smectite et chlorite-smectite). Parmi les minéraux associés aux argiles, le quartz est ubiquiste, alors que les feldspaths et les oxydes apparaissent de manière sporadique à certains niveaux.

Au Pliensbachien supérieur, la fraction argileuse des sédiments présente une évolution homogène, caractérisée dans les trois domaines étudiés par la dominance de l'illite (Fig. 3). Dans la région Maraz Tissaliouine (Fig. 1), elle représente 80 à 85 % de la fraction argileuse où elle est associée à des interstratifiés irréguliers du type illite-smectite. Dans la région de Mibladène, elle constitue 75 à 90 % de l'assemblage argileux où elle est associée à de la

kaolinite. Dans la région de Talghemt, les assemblages argileux sont moins illitiques que précédemment, l'illite (40 à 60 %) est associée à de la smectite et à des minéraux chloriteux (chlorite magnésienne et corrensite).

Au Toarcien, l'évolution des assemblages argileux montre une coupure minéralogique très nette au passage Domérien-Toarcien inférieur (Fig. 3). Elle est matérialisée au niveau de Mibladène par une apparition de chlorite et d'interstratifiés irréguliers du type illite-smectite qui disparaissent aussitôt et par un apport accru de kaolinite qui passe de 15 %, au Domérien, à 45 %, au Toarcien inférieur. A Maraz Tissaliouine, cette coupure est matérialisée par l'apparition de la chlorite (5 à 15 %) et de la kaolinite (10 à 15 %) dont les teneurs restent stables durant le Toarcien moyen-supérieur, et de la smectite (15 %) qui disparaît aussitôt. Dans la région de Talghemt,

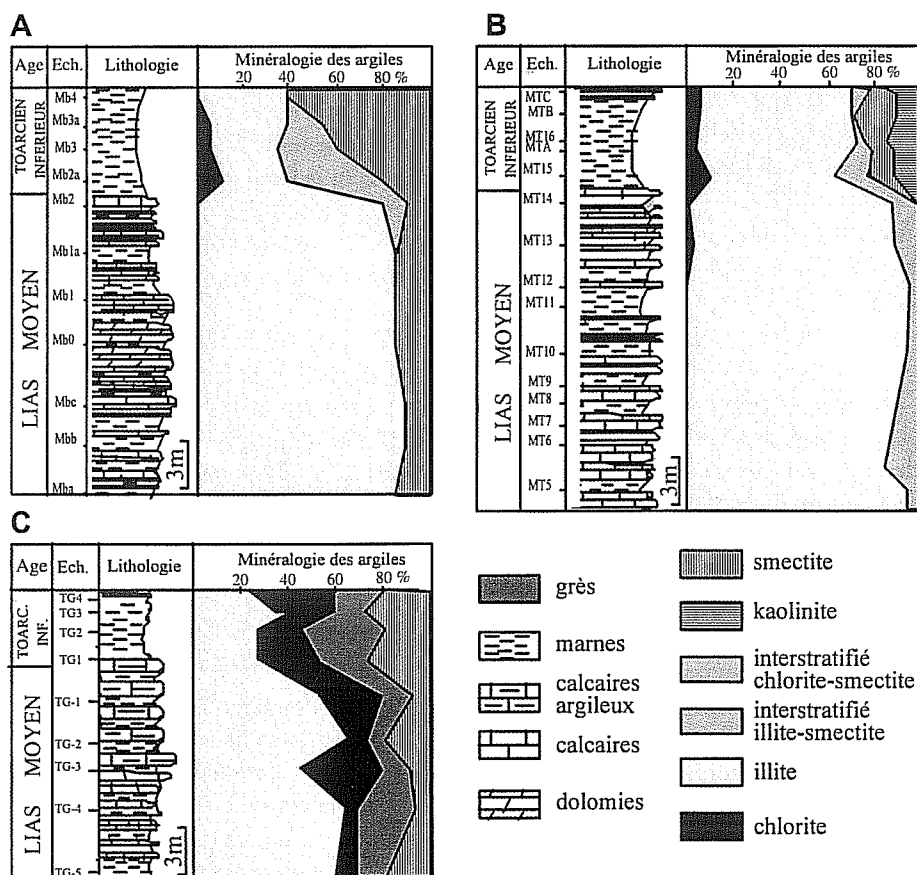


Fig. 3 – Evolution des assemblages argileux de la série liasique du Haut-Atlas de Midelt: A – coupe de Mibladène, B – coupe d'Outat, C – coupe de Talghemt.

– Clay mineral assemblages evolution in the liasique series of Midelt region (High Atlas): A – Mibladène section, B – Outat section, C – Talghemt section.

cette perturbation minéralogique n'est pas aussi nette que dans les deux domaines précédents; elle est matérialisée toutefois par une baisse de la teneur en illite (25 à 40 %).

## DISCUSSION

### Signification des assemblages argileux

Dans la région de Talghemt, les assemblages argileux semblent en partie affectés par l'influence thermique de la zone de passage de l'accident nord atlasique qui se trouve à proximité. L'abondance de la chlorite gonflante et de la corrensite, à tendances magnésiennes, résulterait de la transformation d'anciennes smectites suite à l'effet thermique et hydrothermale induit par cet accident. Dans de telles conditions les smectites deviennent, en effet, instables et se transforment en corrensite puis en chlorite (INOUE & UTADA, 1991). Quoi qu'il en soit, ceci permet d'envisager que les cortèges argileux détritiques de ces domaines étaient particulièrement riches en smectites, qui caractérisent des sédiments déposés en milieux marins profonds (CHAMLEY *et al.*, 1990; DAOUDI *et al.*, 1995b).

Dans les régions de Mibladène et de Maraz Tissaliouine, la répartition des assemblages argileux du Lias moyen-supérieur est dans l'ensemble peu dépendante de la lithologie. L'étude minéralogique d'alternances de calcaires, calcaires marneux et marnes ne révèle pas de variation systématique des cortèges argileux. Par ailleurs, la constitution de la fraction argileuse est indépendante de la profondeur d'enfouissement. Ces cortèges caractérisent donc moins des changements intrinsèques du bassin récepteur, que des modifications de paléogéographie et dans le transport des particules fines. La coexistence d'espèces minérales de la surface (kaolinite, smectite et interstratifiés) et de la profondeur (illite et chlorite) suggère que les secondes proviennent du remaniement de roches anciennes émergées initialement riches en minéraux primaires. Les roches paléozoïques et triasiques présentent, en effet, un cortège minéralogique particulièrement riche en illite et chlorite dans le premier cas (DAOUDI *et al.*, 1995a; HUON *et al.*, 1993), et en illite exclusive dans le second (RAIS, 2002).

Au Toarcien inférieur, la perturbation minéralogique qui affecte les assemblages argileux ne peut s'expliquer que par un événement paléoenvironnemental majeur. En l'absence d'événements eustatique ou climatique majeur (IGMOULLAN, 1993; EL KAMAR, 1997; SADKI

*et al.*, 1999), cette perturbation est vraisemblablement liée à un changement de physiographie du bassin, en relation avec une crise tectonique que nous discuterons par la suite.

### Cadre paléogéographique et géodynamique

Dans le Haut-Atlas de Midelt, le Domérien correspond à une sédimentation carbonatée, de plate-forme interne peu profonde et relativement homogène, qui est relayée dans les régions d'Ikis et de Talghemt par des dépôts de plate-forme externe. Ces deux domaines sont séparés par la zone de passage de l'accident nord haut-atlasique qui est soulignée par l'édification de bioconstructions et qui est à l'origine de l'isolement relatif de la zone de Mibladène par rapport au bassin (Fig. 4). L'abondance relativement élevée de l'illite dans les sédiments du Domérien reflète vraisemblablement la proximité des massifs paléozoïques et triasiques émergés, soumis à une érosion active. En effet, les marqueurs d'une tectonique synsédimentaire sont abondants (failles synsédimentaires, fractures ouvertes à remplissage synsédimentaire) (IGMOULLAN, 1993). Ce fait est d'ailleurs admis dans la plupart des secteurs sur les marges de la Téthys, où la mise en place de plate-formes carbonatées est accompagnée soit par une accélération de la subsidence (accentuation de la paléotopographie) soit par l'apparition ou la réactivation de failles synsédimentaires (LEZIN *et al.*, 2001; RIOUX *et al.*, 1991).

Durant le Toarcien inférieur, la géométrie des dépôts est localement perturbée. L'intervention d'une tectonique locale accompagnée d'une activation de différentes failles est suggérée par:

- des variations d'épaisseurs et de faciès et la migration des zones d'accumulation sédimentaire; ces faits sont particulièrement bien exprimés dans le secteur du Haut-Atlas au niveau des dépo-centres d'Ikis, de Talghemt et de Jaafar;
- une structuration en petits blocs, impliquant l'apparition de hauts-fonds; la plate-forme se morcelle en une mosaïque de blocs de taille variable (échelle kilométrique) (IGMOULLAN, 1993);
- une accentuation de la subsidence le long des structures hercyniennes.

Tous ces indices témoignent d'une activité tectonique relativement significative résultant du jeu d'accidents hercyniens dont le paroxysme est atteint au passage Domérien-Toarcien et qui est à l'origine de la dislocation de la

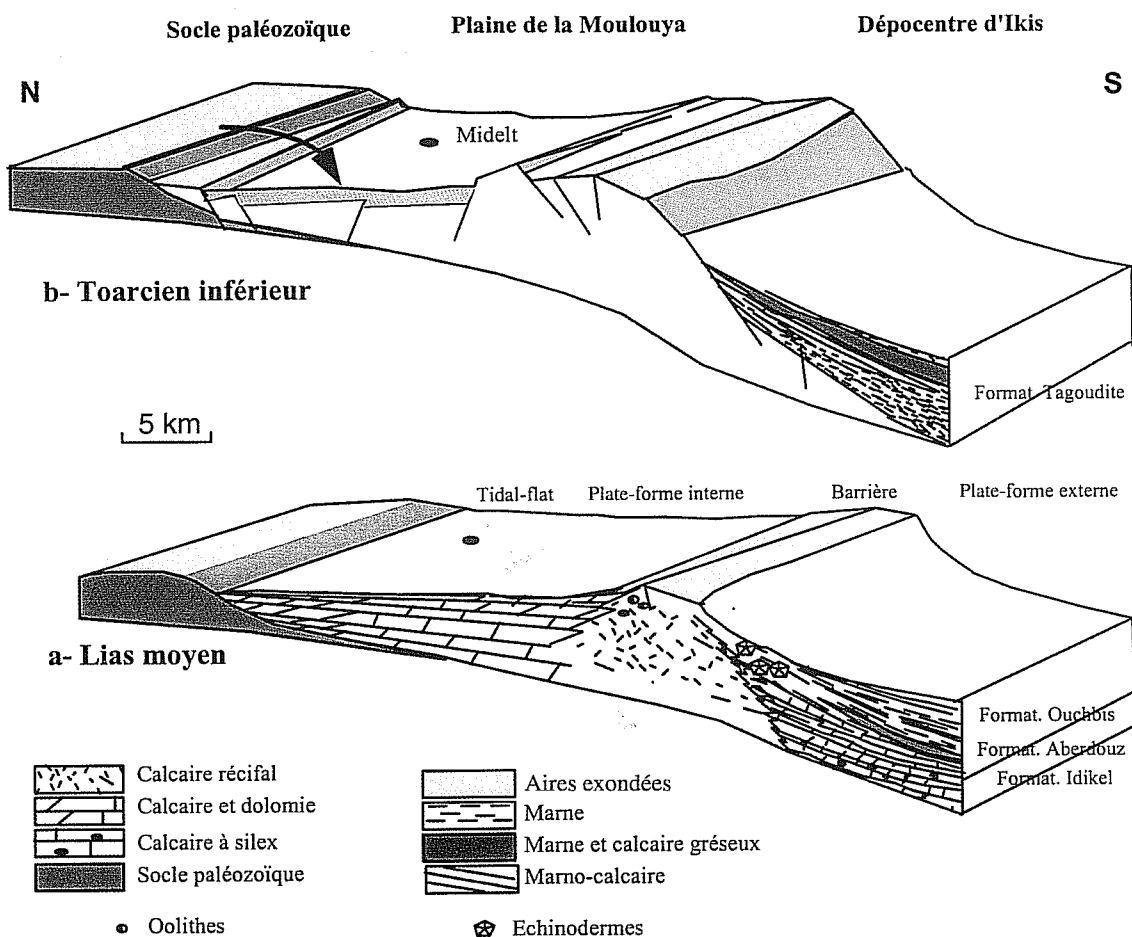


Fig. 4 – Reconstitutions paléogéographiques du Haut-Atlas de Midelt pour le Pliensbachien et le Toarcien inférieur.

– Palaeogeographic reconstructions for the Pliensbachian and Early Toarcian of the Midelt region (High Atlas).

plate-forme carbonatée liasique initiale. Cette crise tectonique, mise en évidence dans d'autres secteurs de la Téthys, est qualifiée de phase de mobilité (FEDAN, 1985) ou d'épaulement (ELMI, 1990). Elle s'est traduite dans la région de Midelt par un brusque effondrement de la plate-forme liasique et l'apparition de milieux ouverts à céphalopodes.

La dislocation des plates-formes carbonatées liasiques du pourtour de la Téthys occidentale est un événement majeur qui est connu depuis les marges atlantiques jusqu'aux Alpes occidentales (GRACIANSKY *et al.*, 1979). Bien que cette dislocation est hétérochrone (ELMI *et al.*, 1982; SOUHEL *et al.*, 1998), elle s'est manifestée pendant le Lias inférieur et moyen par une activité tectonique distensive responsable d'une différenciation paléogéographique avec zones hautes et subsidentes ainsi que des plate-formes résiduelles (FEDAN, 1985). Cette instabilité se généralise à tout le domaine des

chaînes atlasiques et s'intensifie pour atteindre son paroxysme au passage Lias moyen-supérieur où elle s'est exprimée par un épisode tectonique (LAVILLE & FEDAN, 1989). Dans le Haut-Atlas de Midelt, cette dislocation a profondément perturbé l'influence eustatique en causant une chute brutale du niveau marin. Cette chute est également ressentie dans les ombilics où les dépôts présentent un cachet détritique. Au niveau des zones hautes, le Toarcien inférieur est une phase d'émersion, responsable du développement des argilites rouges (Couches de Mibladène), où les processus pédologiques actifs, sous climat chaud et hydrolysant, sont responsables de l'apparition dans un premier temps d'argiles du type interstratifiés illite-smectite puis de kaolinite. Ainsi, le Toarcien inférieur est caractérisé par la juxtaposition de deux domaines à paléogéographie très contrastée (Fig. 4): 1 – la zone de la haute Moulouya, réceptacle d'impor-

tants épandages de dépôts rouges appelées communément couches de Mibladène, réputées azoïques (IGMOULAN, 1993; SAADI, 1996); 2 – le sillon haut-atlasique à sédimentation marine franche.

## CONCLUSION

Le Haut-Atlas de Midelt a connu au cours du Domérien-Toarcien une évolution géodynamique largement conditionnée par la dislocation de la plate-forme carbonatée liasique initiale. Au Domérien, on assiste à l'installation et au développement d'une plate-forme carbonatée, où la mise en place est accompagnée par une accélération de la subsidence. Ceci est souligné par l'abondance relativement élevée de l'illite dans les sédiments, ainsi que par les marqueurs d'une tectonique synsédimentaire. Le passage Domérien-Toarcien sur la plate-forme stable du Haut-Atlas de Midelt se traduit, non seulement par un changement lithologique comparable à celui enregistré dans la majorité des bassins atlasiques, mais surtout par un changement de dispositif, qui conduit à la dislocation de la plate-forme carbonatée initiale et à l'individualisation d'un bâti structural, organisé en blocs basculés. Cet événement paléoenvironnemental majeur du Haut-Atlas de Midelt est le passage d'un dispositif de plate-forme ouverte (Domérien) à un dispositif de plate-forme résiduelle (Toarcien). Il coïncide avec une réactivation plus marquée des accidents hercyniens et la surrection de la zone de passage de l'accident nord haut-atlasique.

L'évolution paléogéographique de la région de Midelt pendant le Pliensbachien-Toarcien est ainsi contrôlée par un facteur régional (tectonique), créant une surrection des seuils adjacents et déterminant un isolement partiel de la plate-forme et par un facteur relevant de la tectonique locale, provoquant le morcellement de la plate-forme.

Cette étude montre par ailleurs que l'étude de la fraction argileuse des sédiments pourrait être particulièrement utile dans les milieux de sédimentation à contexte climatique peu changeant où l'analyse des faciès sédimentaires ne permet pas d'identifier clairement l'influence des pulsations tectoniques et eustatiques.

## REMERCIEMENTS

Les auteurs tiennent à remercier Mr. Carlos Maia (Departamento de Ciências da Terra da Universidade de Coimbra) qui a réalisé le travail de laboratoire. Ce travail a été réalisé en partie dans le cadre de coopération ICCTI-CNPRST.

## REFERENCES

- BENSHILI, K. & ELMI, S. (1994) – Enregistrement biostratigraphique et séquentiel des événements toarciens-bajociens dans le Moyen Atlas plissé (Maroc). *Serv. Géol. Naz., Misc.*, vol. 5, pp. 277-283.
- BRINDLEY, G. W. & BROWN, G. (1980) – Crystal structures of clay minerals and their X-ray identification. *Min. Soc.*, London, 495 p.
- CHAMLEY, H.; DECONINCK, J. F. & MILLOT, G. (1990) – Sur l'abondance des minéraux smectitiques dans les sédiments marins communs déposés lors des périodes de haut niveau marin du Jurassique supérieur au Paléogène. *C. R. Acad. Sci. Paris*, 31, pp. 1529-1536.
- CHUBERT, G. & FAURE-MURET, A. (1962) – Evolution du domaine atlasique marocain depuis les temps paléozoïques. *In: Livre Mém. P. Fallot. Mém. h. sér., Soc. géol. France*, 1, pp. 447-527.
- DAOUDI, L.; CHARROUD, M.; DECONINCK, J. F. & BOUABDELLI, M. (1995a) – Distribution et origine des minéraux argileux des formations crétacé-eocènes du Moyen Atlas Sud-occidental (Maroc): Signification paléogéographique. *Ann. Soc. Géol. du Nord*, 4, pp. 31-40.
- DAOUDI, L.; DECONINCK, J. F.; WITAM, O. & REY, J. (1995b) – Impact des variations du niveau marin sur les argiles: exemple du Crétacé inférieur du bassin d'Essaouira (Maroc). *C. R. Acad. Sci. Paris*, 320, pp. 707-711.
- DU DRESNAY, R. (1975) – Influence de l'héritage structural tardihercynien et de la tectonique contemporaine sur la sédimentation jurassique dans le sillon marin du Haut Atlas (Maroc). *IXe Cong. intern. Sédim., Nice, thème 4: tectonique et sédimentation*, 1, pp. 103-108.
- DURELET, C.; THIERRY, J. & AYCARD-GEORGI, M. (2000) – La transgression aaléno-bajocienne sur le Sud-Est du bassin parisien: implication tectoniques et séquentielles. *Strata*, vol. 10, série 1, pp. 49-52.
- EL KAMAR, A. (1997) – *Micropaléontologie du Lias supérieur et du Dogger du Haut Atlas de Midelt et de Rich (Maroc)*. Thèse d'Etat, Univ. Moulay Ismaïl, Meknès, 304 p.
- ELMI, S. (1990) – Les applications géodynamiques de la stratigraphie: l'histoire triasico-jurassique de la marge vivaro-cévenole (France). *In: Journées Louis David, Doc. Lab. Géol. Lyon*, h. s., 9, pp. 93-123.
- ELMI, S.; ALMERAS, 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. Fr.*, Paris, t. XXIV, (7), pp. 1007-1016.
- FEDAN, B. (1985) – Naissance et évolution d'une plate-forme carbonatée: l'exemple du Moyen Atlas (Maroc) au cours du Lias; comparaison avec les régions voisines. *Bull. Inst. Sci. Rabat*, 9, pp. 43-65.



- GRACIANSKY, P. C.; BOURBON, M.; CHARPAL, O.; DE CHENET, P. Y. & LEMOINE, M. (1979) – Genèse et évolution de deux marges continentales passives: marge ibérique de l’océan Atlantique et marge européenne dans les Alpes occidentales. *Bull. Soc. géol. Fr.*, t. **XXI**, (7), 5, pp. 663-674.
- HOLTZAPFFEL, T. (1985) – *Minéraux argileux: Préparation, analyse diffractométrique et détermination*. Soc. Géol. Nord., **12**, 136 p.
- HUON, S.; CORNEE, J. J.; PIQUE, A.; RAIS, N.; CLAUER, N.; LIEWIG, N. & ZAYANE, R. (1993) – Mise en évidence au Maroc d’événements thermiques d’âge triasico-liasique liés à l’ouverture de l’Atlantique. *Bull. Soc. géol. France*, **164**, pp. 165-176.
- IBOUH, H.; CHAFIKI, D.; BOUABDELLI, M.; SOUHEL, A.; EL BCHARI, F.; EL HARIRI, K. & CANEROT, J. (2000) – Rôle de la tectonique distensive du Toarcien inférieur dans l’évolution de la chaîne haut-atlasique centrale du Maroc. *Strata*, **10**, série 1, pp. 103-105.
- IGMOULLAN, B. (1993) – *Géodynamique méso-cénozoïque de la région de Midelt: un exemple d’évolution de la marge septentrionale du bassin jurassique du Haut Atlas central (Maroc)*. Thèse de 3<sup>ème</sup> cycle, Fac. Sc. Semalalia Marrakech, 181 p.
- INOUE, A. & UTADA, M. (1991) – Smectite to chlorite transformation in thermally metamorphosed volcanoclastic rocks in the Kamikita area, Northern Honshu, Japan. *Am. Mineral.*, **76**, pp. 628-640.
- LAVILLE, E. (1985) – *Evolutions sédimentaire, tectonique et magmatique du bassin jurassique du Haut Atlas (Maroc): modèles en relai multiple de décrochements*. Thèse Doct. d’Etat, Univ. Montpellier, 168 p.
- LAVILLE, E. & FEDAN, B. (1989) – Le système atlasique marocain au Jurassique. Evolution structurale et cadre géodynamique. *Sc. Géol. Mém Strasbourg*, **84**, pp. 3-28.
- LEZIN, C.; REY, J.; CUBAYNES, R. & PELISSIE, T. (2001) – Les événements du passage Lias-Dogger dans le Quercy (France). *C. R. Acad. Sci. Paris*, **332**, pp. 161-168.
- MATTAUER, M.; TAPPONNIER, P. & PROUST F. (1977) – Sur les mécanismes de formation des chaînes intracontinentales. L’exemple des chaînes atlasiques du Maroc. *Bull. Soc. géol. France.*, Paris, t. **XIX**, (7), pp. 521-526.
- MICHARD, G. (1976). – Eléments de géologie marocaine. *Notes et Mém. Serv. Géol. Maroc*, n.° 252, 408 p.
- RAIS, N. (2002) – *Les roches triasico-liasiques du Maroc septentrional et leur socle hercynien: caractérisation pétrologique, minéralogique, cristallographique et isotopique K-Ar de leur évolution thermique post formationnelle*. Thèse d’état, Fac. Sci. Tech., Fes-Saïss, 344 p.
- RIOUX, M.; DUGUE, O.; DU CHENE, R.; PONSOT, C.; FILY, G.; MORON, J. M. & VAIL, P. R. (1991) – Outcrop sequence stratigraphy of the Anglo-Paris basin, Middle to Upper Jurassic (Normandy, Maine, Dorset). *Bull. Centres Rech. Explor.-Prod. Elf-Aquitaine*, **15**, pp. 101-194.
- SAADI, Z. (1996) – *Evolution géodynamique triasico-jurassique de la haute Moulouya et du Moyen Atlas méridional. Place dans l’évolution méso-cénozoïque du domaine des chaînes atlasiques (Maroc)*. Thèse de 3<sup>ème</sup> Cycle, Fac. Sc. Rabat, 485 p.
- SADKI, D. (1992) – *Le Haut Atlas central (Maroc); Stratigraphie et Paléontologie du Lias supérieur et du Dogger inférieur; Dynamique du bassin et des peuplements*. Thèse d’Etat, Univ. Cadi Ayyad-Marrakech, 312 p.
- SADKI, D.; ETTAKI, M.; CHELLAI, E. H.; MILHI, A.; AMHOUD, H. & EL-KAMAR, A. (1999) – Les événements géodynamiques sédimentaires et biologiques au passage Lias moyen – Lias supérieur dans le Haut-Atlas central marocain. *Europ. Palaeont. Assoc. Workshop*, Lisboa, Abstracts Volume, pp. 98-101.
- SOUHEL, A.; EL HARIRI, K.; CHAFIKI, D. & CANEROT, J. (1998) – Stratigraphie séquentielle et évolution géodynamique du Lias (Sinémurien terminal – Toarcien moyen) de l’Atlas de Béni-Mellal (Haut Atlas Central, Maroc). *Bull. Soc. géol. France*, **169**, n.° 4, pp. 527-536.