

Stratégies adaptatives des foraminifères benthiques toarciens du Moyen Atlas (Maroc) : implications paléoécologiques. Adaptive strategies of the Toarcian Benthic Foraminifera of the Middle Atlas (Morocco) : paleoecological implications

Zohra Bejjaji, Mohammed Boutakiout, Saïd Chakiri, Jamil Ezzayani

► **To cite this version:**

Zohra Bejjaji, Mohammed Boutakiout, Saïd Chakiri, Jamil Ezzayani. Stratégies adaptatives des foraminifères benthiques toarciens du Moyen Atlas (Maroc) : implications paléoécologiques. Adaptive strategies of the Toarcian Benthic Foraminifera of the Middle Atlas (Morocco) : paleoecological implications. Pangea infos, Société Géologique de France, 2009, 45/46, pp.24-29. insu-00956887

HAL Id: insu-00956887

<https://hal-insu.archives-ouvertes.fr/insu-00956887>

Submitted on 7 Mar 2014

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Stratégies adaptatives des foraminifères benthiques toarciens du Moyen Atlas (Maroc) : implications paléocéologiques

Adaptive strategies of the Toarcian Benthic Foraminifera of the Middle Atlas (Morocco): paleoecological implications

Zohra BEJAJI¹, Mohamed BOUTAKIOUT², Saïd CHAKIRI¹ et Jamil EZZAYANI¹

¹ Equipe de Géomatériaux et Environnement (LGA), Université Ibn Tofail, Faculté des Sciences, Département de Géologie, BP 133, Kénitra, Maroc.
zohrabejjaji@hotmail.fr sdchakiri@hotmail.com ezzayani@univ-ibntofail.ma

² Université Mohammed V - Agdal, Faculté des Sciences, Département de Géologie, BP 1014, Avenue Ibn Batouta, Agdal, Rabat, Maroc.
boutak@fsr.ac.ma

Reçu 18/05/2007; révisé 03/12/2007 et 05/01/2009.

Résumé

Au Toarcien, dans le Moyen Atlas, l'analyse quantitative et qualitative des associations de foraminifères benthiques montre une adaptation aux conditions du milieu qui influent sur la diversité, la fréquence et les modifications morphologiques (forme et taille). Plusieurs taxons appartenant essentiellement aux Nodosariidés, aux Cératobuliminidés et aux Agglutinés adoptent des formes et des tailles particulières qui leur permettent de subsister et parfois de proliférer dans des niches où les conditions écologiques sont difficiles (déficit en oxygène, fonds vaseux, etc.).

Mots clés : Moyen Atlas, paléoenvironnements, Toarcien, foraminifères benthiques, stratégies adaptatives, paléocéologie.

Abstract

Quantitative and qualitative analysis show that, as a whole, associations of Foraminifera adapt with the conditions of the environment which influence diversity, frequency fluctuations and morphological modifications (form and size). Several species belonging primarily to Nodosariidea, Ceratobulminidea and Agglutinea adopt particular forms and sizes which enable them to remain and sometimes to proliferate in niches where the ecological conditions are difficult (e.g. oxygen deficit, muddy funds, ...).

Key words: Middle Atlas, paleo-environments, Toarcian, benthic Foraminifera, adaptive strategies, paleoecology.

1. INTRODUCTION

Le Moyen Atlas, qui appartient au domaine atlasique marocain (fig. 1a) constitue une chaîne intracontinentale d'âge méso-cénozoïque. C'est un domaine structuré en quatre rides anticlinales orientées NE-SW et séparées par trois zones synclinales de même direction (fig. 1b). L'analyse lithostratigraphique concerne les dépôts toarciens de plusieurs secteurs répartis du SW au NE (fig. 1b). Les données lithologiques associées aux résultats sédimentologiques et micropaléontologiques ont permis de caractériser les milieux de dépôt et les paléoenvironnements. Les dépôts toarciens (fig. 2), généralement de type hémipélagique, correspondent à des milieux de plate-forme et de bassin. Ils sont marqués par d'importantes variations latérales de faciès et d'épaisseurs. Ceci est en relation avec une évolution tectono-sédimentaire particulière régie par le cadre structural instauré dès le passage Domérien-Toarcien. Ce passage coïncide avec la dislocation de la plate-forme carbonatée liasique et l'amorce de l'ouverture du bassin moyen atlasique qui

présente une configuration en rides et dépo-centres. L'évolution sédimentaire et la différenciation paléogéographique sont donc étroitement contrôlées par les manifestations tectoniques, le taux de sédimentation et les variations eustatiques globales.

Le cadre biostratigraphique a été établi à partir d'ammonites (Benshili, 1989) et de foraminifères benthiques (Bejjaji *et al.*, 2000; Bejjaji, 2007). L'application des concepts de population et de morphogènes a permis de décrire 119 espèces de foraminifères réparties en 24 genres et 14 familles. Plusieurs espèces de courte durée présentent des caractéristiques morphologiques et une grande répartition géographique qui ont permis de préciser et d'établir une biozonation régionale corrélable avec celles proposées pour le nord de l'Afrique et l'Europe occidentale (Bejjaji, 2007).

L'objectif de cette approche paléocéologique est de retracer les principales variations qualitatives et quantitatives des différents groupes de foraminifères et de préciser la relation de ces variations avec l'évolution sédimentaire et paléogéographique régionale.

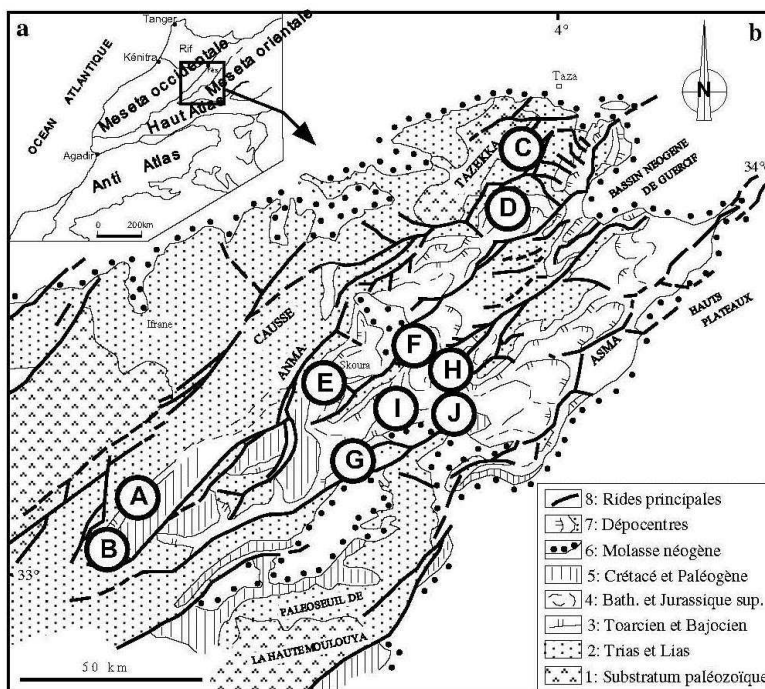


Fig. 1 – a : Localisation du Moyen Atlas.
1 – b : Carte géologique simplifiée du Moyen Atlas et situation des secteurs étudiés.
A: Aïn Kahla; B: Fellat; C: Aïn n'Tislit; D: Tazarine;
E: Aït Albehal; F: Tizi Issoultène; G: Anjil Ikhatarn;
H: Issouka; I: Tagnamas; J: Saïd Arrahim.

2. DISTRIBUTION ENVIRONNEMENTALE DES PEUPELEMENTS

2.1. Le Toarcien inférieur

Dans le Moyen Atlas, le passage du Domérien au Toarcien inférieur coïncide avec l'enfoncement brutal de la plate-forme carbonatée du Lias inférieur-moyen. Cet effondrement résulte d'une action probablement combinée de la tectonique (Fedan, 1989; Benschili, 1989; Charrière, 1990) et de l'élévation eustatique globale (Hallam, 1978; Vail *et al.*, 1987; Ruget et Nicollin, 1997). Ce passage est marqué par l'installation de milieux argileux profonds qui sont généralisés lors de l'élévation eustatique de cette époque. Il coïncide également avec un épisode anoxique global signalé dans plusieurs points de la Téthys (Jenkyns, 1988; Baudin, 1989; Baudin et Bassoulet, 1991; Qajoun, 1994).

Le passage Domérien-Toarcien est marqué par une importante crise microfaunique qui se traduit par la disparition des formes domériennes ; cette disparition est relayée dès la zone à Polymorphum par l'apparition d'espèces typiquement toarciennes induisant ainsi un taux de renouvellement spécifique important qui est de l'ordre de 0,61 (fig. 2). L'analyse microfaunique des prismes de dépôt couvrant le Toarcien inférieur montre que ce renouvellement s'effectue en deux épisodes : le premier, qui est le plus important, se manifeste à la base de l'intervalle transgressif et coïncide avec la base de la zone à Polymorphum ; le second s'exprime dans le prisme de haut niveau marin (zone à *Serpentinus*) avec l'apparition des formes en voie de déroulement. En plus des fluctuations marines, cette crise et ce renouvellement microfaunique s'expliqueraient par l'épisode anoxique

caractérisant plusieurs milieux de dépôt du Moyen Atlas (secteurs d'Aïn Kahla, Fellat et Saïd Arrahim). Des espèces de foraminifères adaptées à de tels milieux déficitaires en oxygène font leur apparition.

Les *Nodosariidés* constituent le groupe dominant pour l'ensemble des milieux à faciès marneux et marno-calcaires de la plate-forme externe ou du bassin (fig. 2). Le genre *Lenticulina* et ses morphogènes sont largement dominants (fig. 2). Les morphogènes à tests allongés sont dominés par les *Lingulina* et les *Dentalina* auxquelles s'associent principalement des *Marginulina*, des *Ichtyolaria*, des *Nodosaria*, des *Pseudonodosaria* et de rares *Citharina* :

- les représentants du genre *Lenticulina* sont les plus abondants et les plus fréquents. Ils se trouvent adaptés à divers paléoenvironnements et particulièrement aux faciès marno-calcaires hémipélagiques (secteurs de Tazarine, Tizi Issoultène, Issouka et Tagnamas) ;
- le genre *Lingulina* se présente avec des fréquences antagonistes à celles du genre *Lenticulina* (la fréquence de l'un augmente ou diminue au détriment de l'autre). L'analyse des fréquences relatives montre que ces deux genres constituent deux taxons en compétition ;
- le genre *Dentalina* est relativement plus abondant au Toarcien inférieur. Il colonise les milieux à faciès marneux et marno-calcaires qui sont généralisés lors de l'individualisation du bassin moyen atlasique (secteurs de Tazarine, Aït Albehal et Issouka). Ce genre semble être parmi les premiers taxons à coloniser les nouveaux milieux où il mène une vie essentiellement endofaunique (formes fouisseuses) (Tyzka, 1994). Il s'adapte rapidement aux conditions d'enfoncement de la plate-forme. Des constatations analo-

gues ont été faites en Europe occidentale (Cubaynes et al., 1990; Ruget 1985) et dans les rides sud-rifaines

(Boutakiout, 1990; Boutakiout et Elmi, 1996).

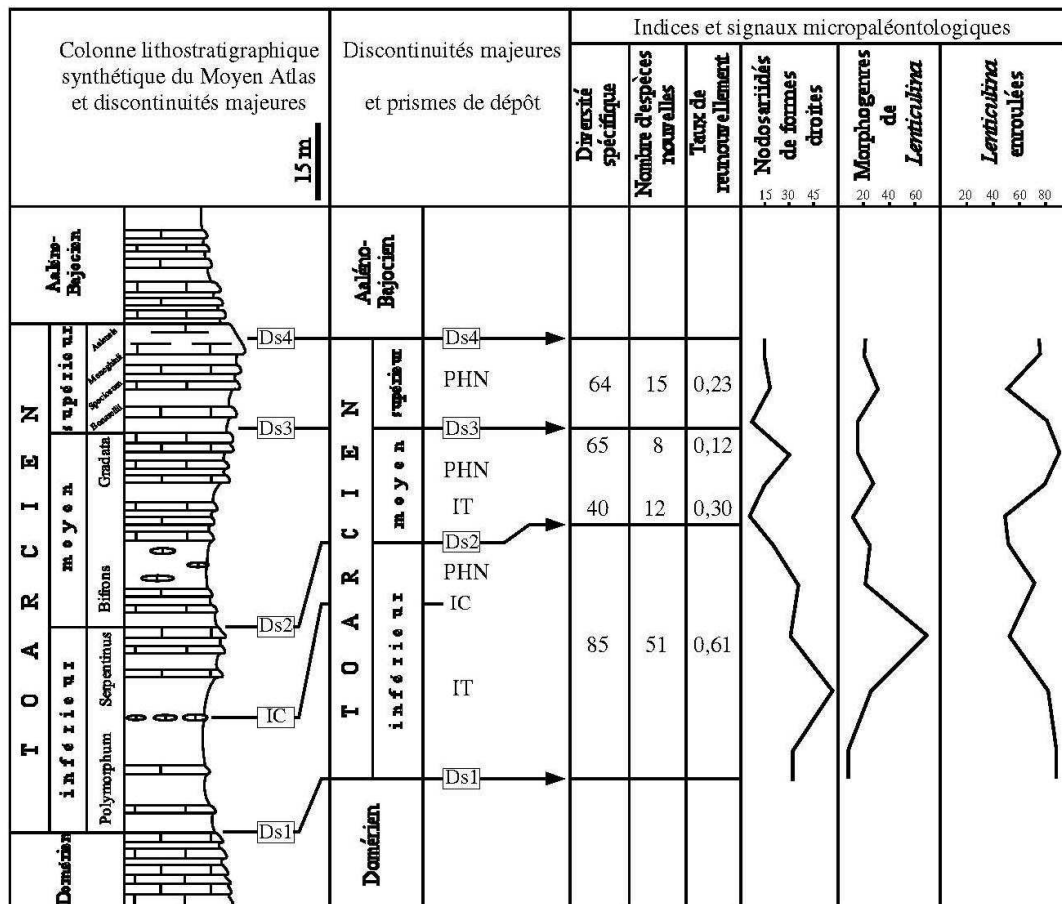


Fig. 2 – Colonne lithostratigraphique synthétique des dépôts toarciens du Moyen Atlas et relations entre les cortèges sédimentaires et les indices et signaux micropaléontologiques.

L'analyse des fréquences relatives et des tendances morphologiques des foraminifères montre que dans les faciès argileux et confinés d'ombilic (secteurs de Saïd Arrahim et Aït Albejal), certains taxons adoptent des stratégies diversifiées qui leur permettent de s'adapter à des milieux pauvres en oxygène :

- la raréfaction des espèces jusqu'à l'absence. C'est le cas du secteur de Saïd Arrahim où les Nodosariidés sont presque absents. Cependant, dans quelques niveaux marneux, les Spirillinidés (jusqu'à 60 % sur l'ensemble des foraminifères), les *Ophthalmidium* de petites tailles (jusqu'à 50 %) et les Eoguttulines (jusqu'à 30 %) réalisent le maximum de fréquences. L'explosion des Eoguttulines dans la fraction fine semble indiquer un certain degré de confinement (Boutakiout, 1990; Boudchiche et Ruget, 1993; El-Kamar, 1997). Les *Ophthalmidium*, habituellement indicateurs de milieux peu profonds et oxygénés (Gordon, 1966; Boutakiout, 1990; Boudchiche, 1994; El-Kamar, 1997; Bejjaji, 2007), abondent ici dans les niveaux

marneux en adoptant des formes de petites tailles. Cette stratégie leur permet de prospérer dans les milieux plus ou moins confinés ;

- la prolifération d'espèces telles que les *Reinholdella* (jusqu'à 85 %) aux dépens des Nodosariidés (secteurs d'Aït Albejal et Aïn n'Tislit et localement Saïd Arrahim). Ces taxons sont réputés pour leur prolifération dans les milieux confinés à faciès argileux (Boutakiout, 1990; Boudchiche et Ruget, 1993; Bejjaji et al., 2004) ;
- les morphogroupes à tests allongés et renflés tels que les *Dentalina* et les *Nodosaria* se présentent avec des tests lisses à fines ornementsations et de petites tailles. Cette stratégie leur permet une consommation plus réduite d'oxygène (Boudchiche et Ruget, 1993) ;
- les Agglutinés dont l'élaboration du test nécessite des éléments silicoclastiques (Ellison et Nichols, 1976) connaissent une nette prolifération dans les faciès fins argileux riches en grains de quartz (secteurs d'Anjil Ikhatarn, Tagnamas et Ain Kahla). Ces mor-

phogroupes planispiralés et à position de vie endobionte (Tyszka, 1994) sont dominés par *Ammobaculites fontinensis*, *Ammobaculites agglutinans* et *Haurania (Platyhaurania) subcompressa* dont les fréquences atteignent jusqu'à 91 % dans la fraction grossière ;

- les *Lenticulina* adoptent des tendances morphologiques variées (fig. 2). Ils acquièrent :
 - soit des formes lenticulaires de petites tailles adaptées aux milieux sous-oxygénés. Cette stratégie basée sur l'adoption d'une forme planispiralée bi-convexe et d'un test dépourvu de perforations, permet de réduire leur besoin en oxygène (Leutenegger et Hansen, 1979). La forme enroulée peut adopter une double position de vie : une position épibenthique qui permet une orientation horizontale et une bonne stabilité au dessus des sédiments meubles, et une position endobenthique (formes fouisseuses) grâce à sa périphérie étroite et aigue qui permet un enfoncement facile à l'intérieur du sédiment (Leutenegger et Hansen, 1979; Murray, 1991; Tyszka, 1994) ;
 - soit des formes allongées à test aplati (*Astacolus*, *Planularia*, *Marginulinopsis*, *Falsopalmula*). L'acquisition de cette morphologie aplatie est due principalement à un déficit d'oxygène. Une telle stratégie permet d'augmenter la surface d'échange et donc de faciliter la respiration. Cette adaptation de l'évolution morphologique des *Lenticulina* du Toarcien inférieur a été signalée également dans le Maroc nord-oriental (Boudchiche et Ruget, 1993) et dans les rides sud-rifaines (El Youssfi, 2000).

22. Le Toarcien moyen et supérieur

Cette période est caractérisée par une tendance au comblement des milieux de dépôt accompagnée d'une bathymétrie décroissante. Le passage aux deux prismes de dépôt sus-jacents se caractérise par une baisse relative du taux de renouvellement spécifique qui passe graduellement au cours du Toarcien moyen de 0,30 à la base pour atteindre 0,12 au sommet (fig. 2). A l'inverse, ces cortèges sédimentaires sont marqués par une diversité spécifique qui augmente sensiblement de la base vers le sommet. Avec l'installation du prisme de dépôt qui couvre le Toarcien supérieur, on assiste à une reprise de l'augmentation du taux de renouvellement qui atteint 0,23 avec une diversité spécifique qui reste élevée (64 espèces) (fig. 2).

Les nouvelles conditions environnementales instaurées au Toarcien moyen et supérieur induisent d'importantes modifications au sein des associations des foraminifères. En effet, l'étude des peuplements montre que :

- dans les milieux carbonatés à hydrodynamisme élevé (secteurs de Fellat, Aïn Kahla, Aït Albegal et sud du secteur d'Anjil Ikhatarn), les foraminifères sont rares à absents ;

- dans les milieux marneux peu profonds et agités (cas des marnes noduleuses d'Anjil Ikhatarn) se développent des Agglutinés (*Ammobaculites* notamment) et des morphogroupes à tests allongés et renflés tels que les *Dentalina*. Ces dernières, bien que rares dans le Toarcien moyen et supérieur du Moyen Atlas, s'adaptent à ce type de paléoenvironnement ;
- dans les milieux localement confinés (secteur d'Aïn n'Tislit et localement Issouka), les *Reinholdella* et parfois les *Ophthalmidium* de petites tailles semblent être des taxons qui s'adaptent aux conditions d'environnement déficitaire en oxygène.
- dans les milieux calmes plus distaux et bien oxygénés (secteurs de Tazarine, Issouka et Tizi Issoultène), les *Nodosariidés* sont mieux développés :
 - les représentants du genre *Lenticulina* prolifèrent et se diversifient. Le déroulement de leurs formes atteint son maximum et semble caractéristique des milieux calmes et distaux. Divers morphogènes sont présents (*Astacolus*, *Planularia*, *Falsopalmula* et *Marginulinopsis*) notamment chez les espèces *Lenticulina chicheryi* et *Lenticulina d'orbigny*. Ils sont associés à des formes enroulées de petites tailles ;
 - le genre *Citharina* (morphogroupe à test allongé) atteint le maximum de diversification et connaît son apogée pendant cette époque. Il se distingue par des formes à flancs bombés et des formes à flancs plats dont l'ornementation est soit fine et nombreuse, soit forte et peu nombreuse ;
 - les autres formes droites et allongées (*Nodosaria*, *Ichtyolaria*, etc.) sont également abondantes ; ces formes fouisseuses mènent une vie essentiellement endofaunique (Tyszka, 1994) et se développent dans ces milieux calmes et profonds ;
 - les Agglutinés sont présents mais restent rares et souvent localisés ;
 - les Spirillinidés (16 %), les *Ophthalmidium* (10 %) et les Polymorphinidés (12 %) coexistent dans les faciès marno-calcaires des milieux peu profonds à profonds (plate-forme externe dans les secteurs de Tagnamas et de Tizi Issoultène, ombilic profond peu confiné dans le secteur d'Issouka). Les Spirillinidés constituent un groupe mieux adapté à une sédimentation faible (Gaillard, 1983; Boutakiout, 1990; Boudchiche, 1994; El-Kamar, 1997).

23. Synthèse

L'analyse des relations entre peuplements microfau-niques, faciès sédimentaires et paléomilieux permet de retenir les résultats présentés dans le tableau 1.

3. CONCLUSION

L'évolution générale des foraminifères du Toarcien du Moyen Atlas est conditionnée en grande partie par leur milieu de vie.

Tableau 1 – Evolution des foraminifères toarciens du Moyen Atlas en fonction des paléomilieus.

Age	Les différents types de milieux	Evolution des groupes de foraminifères et des stratégies adaptatives
Toarcien moyen et supérieur	milieux carbonatés à hydrodynamisme élevé	- foraminifères rares à absents
	milieux marneux peu profonds et agités	- développement des Agglutinés (<i>Ammobaculites</i>) - adaptation des morphogroupes à tests allongés et renflés (ex. <i>Dentalina</i>)
	milieux marno-calcaires confinés	- prédominance des <i>Reinholdella</i> et des <i>Ophthalmidium</i> de petites tailles (taxons adaptés aux conditions d'environnements déficitaires en oxygène)
Toarcien inférieur	milieux marno-calcaires calmes, distaux et bien oxygénés (plateforme externe et bassin)	- prolifération des Nodosariidés - développement et diversification des <i>Lenticulina</i> avec épanouissement des formes déroulées (<i>Astacolus</i> , <i>Planularia</i> , <i>Falsopalmula</i> , <i>Marginulinopsis</i>) et des formes enroulées de petites tailles - importante diversification des <i>Citharina</i> (morphogroupe à test allongé) avec des formes à flancs bombés et des formes à flancs plats dont l'ornementation est soit fine et nombreuse soit forte et peu nombreuse - abondance d'autres formes fousseuses droites et allongées (<i>Nodosaria</i> , <i>Ichtyolaria</i>) - présence rare et souvent localisée des Agglutinés - coexistence des Spirillinidés, Nubéularidés (<i>Ophthalmidium</i>) et Polymorphinidés - adaptation des Spirillinidés aux faibles taux de sédimentation
	milieux à faciès marneux et marno-calcaires	prolifération des Nodosariidés avec : - dominance de <i>Lenticulina</i> et ses morphogènes - antagonisme des fréquences de <i>Lenticulina</i> avec celles de <i>Lingulina</i> (morphogroupe à test allongé et aplati) - abondance de <i>Dentalina</i> (morphogroupe à test allongé et renflé)
	milieux confinés à faciès argileux	- raréfaction jusqu'à l'absence de certaines espèces - prolifération des <i>Reinholdella</i> - le genre <i>Lenticulina</i> adopte des tendances morphologiques variées : formes lenticulaires de petites tailles ou formes déroulées (<i>Astacolus</i> , <i>Planularia</i> , <i>Marginulinopsis</i> , <i>Falsopalmula</i>) - explosion locale des <i>Ophthalmidium</i> de petites tailles et des Eoguttulines - survie de morphogroupes à tests allongés et renflés de petites tailles, lisses ou à fines ornements - prolifération des Agglutinés dans les faciès argileux riches en silice

Les Nodosariidés existent dans différents milieux marins du Moyen Atlas ; ils constituent le groupe le plus diversifié et le plus abondant. Leur épanouissement est remarquable dans les faciès marneux. Les représentants du genre *Lenticulina* sont les plus fréquents et les plus diversifiés ; ils tolèrent les différents milieux et ont généralement de faibles exigences écologiques. Dans les conditions de confinement, les *Lenticulina* adoptent des stratégies qui les aident à s'adapter aux environnements pauvres en oxygène. Pour diminuer leurs besoins énergétiques, elles acquièrent souvent des formes enroulées de petites tailles qui leur permettent une consommation réduite en oxygène. La sensibilité au confinement s'exprime également par le déroulement et l'aplatissement du test ; cette stratégie, relevée principalement chez les espèces du morphogène *Planularia*, permet d'augmenter la surface d'échange avec le milieu et donc de faciliter la respiration. Les morphogroupes à tests allongés (*Citharina*, *Nodosaria*, *Ichtyolaria* et *Lingulina*) colonisent les milieux généralement calmes et profonds. Ces formes droites et allongées sont de bons fousseurs qui occupent les habitats endofauniques profonds.

Pour les autres taxons, on notera que les Agglutinés se développent particulièrement dans les milieux à faible bathymétrie où les faciès renferment des éléments sili-

ceux nécessaires à l'élaboration de leurs tests. Les Nubéularidés prospèrent généralement dans les milieux peu profonds et bien oxygénés. Ils résistent dans les milieux confinés en adoptant des formes de petites tailles. Les Polymorphinidés colonisent des milieux marneux et peu confinés où ils sont représentés par des spécimens de petites tailles et des fréquences généralement modestes. Les Spirillinidés apparaissent temporairement et avec des fréquences modestes dans les faciès marno-calcaires du Moyen Atlas. Leur explosion dans quelques niveaux marneux du milieu confiné du secteur de Saïd Arrahim reste locale. Les Cératobuliminidés colonisent différents milieux. Certains taxons tel que *Reinholdella* sont réputés pour leur prolifération dans des milieux confinés à faciès argileux.

Notre étude montre donc que les principales espèces de foraminifères benthiques sont très sensibles aux fluctuations du milieu. Elles peuvent être utilisées comme indicateurs des environnements marins. Il serait intéressant d'établir les relations entre d'une part, la forme du test, le mode d'enroulement, le type d'ouverture ainsi que la présence ou l'absence de pores et, d'autre part, les positions de vie et les diverses stratégies de nutrition adoptées par ces formes benthiques. □

Références bibliographiques

- Baudin F. (1989) – Signification géochimique et sédimentologique de la matière organique du Toarcien téthysien (Méditerranée et Moyen-Orient). Significations paléogéographiques. – Thèse Univ. Pierre et Marie Curie, Paris, 246 p.
- Baudin F. & Bassoulet J.P. (1991) – La crise toarcienne en Europe du Nord-Ouest et dans les régions téthysiennes : Signaux géochimiques et biologiques. – 3rd intern. Symp. *Jurassic Stratigraphy*, Poitiers, p. 17.
- Bejjaji Z. (2007) – Biostratigraphie, paléoenvironnements et paléocéologie des foraminifères toarciens du Moyen Atlas. – Thèse Sci. Univ. Mohammed V, Rabat, 240 p.
- Bejjaji Z., Boutakiout M. & Chakiri S. (2000) – Biostratigraphie des foraminifères du Toarcien du Moyen Atlas central, Maroc. – *Bulletin PANGEA*, n° 33/34, p. 5-15.
- Bejjaji Z., Boutakiout M., Benschili K., Fedan B. & Laadila M. (2004) – Le Toarcien du Moyen Atlas (Maroc). Biostratigraphie, stratigraphie séquentielle et paléogéographie. – *Bulletin MAPG*, Mémoire 1, p. 262-277.
- Benschili Kh. (1989) – Lias-Dogger du Moyen Atlas plissé (Maroc) : sédimentologie, biostratigraphie et évolution paléogéographique. – *Doc. Lab. Géol. Lyon*, n° 106, 285 p.
- Boudchiche L. (1994) – Le Lias-Dogger des Beni Snassen orientaux (Maroc nord-oriental). Successions stratigraphiques, évolution tectono-sédimentaire, étude systématique et paléocéologie des foraminifères depuis le Carixien moyen jusqu'au Bathonien inférieur. – Thèse Sci. Univ. Mohammed 1^{er}, Oujda, 346 p.
- Boudchiche L. & Ruget Ch. (1993) – Une réponse morphologique à un problème écologique : l'exemple des foraminifères du Toarcien inférieur des Béni-Snassen (Maroc nord-oriental). – *C. R. Acad. Sci. Paris*, t. 316, Série II, p. 815-821.
- Boutakiout M. (1990) – Les foraminifères du Jurassique des Rides sud-rifaines et des régions voisines (Maroc). – *Doc. Lab. Géol. Lyon*, n° 112, 247 p.
- Boutakiout M. & Elmi S. (1996) – Tectonic and eustatic control during the Lower and Middle Jurassic of the south Rif Ridge (Morocco) and their importance for the foraminifera communities. – *Geo Research Forum*, vols. 1-2, p. 237-248.
- Charrière A. (1990) – Héritage hercynien et évolution géodynamique alpine d'une chaîne intracontinentale : le Moyen Atlas au SE de Fès (Maroc). – Thèse Sci. Univ. Paul Sabatier, Toulouse III, 2 tomes, 589 p.
- Cubaynes R., Rey J., Ruget Ch., Courtinat B. & Bodergat A.M. (1990) – Relations between systems tracts and micro-paleontological assemblages on a Toarcian carbonate shelf (Quercy, Southwest, France). – *Bull. Soc. Géol. France*, (8), t. VI, n° 6, p. 989-993.
- El-Kamar A. (1997) – Micropaléontologie du Lias supérieur et du Dogger du Haut Atlas de Midelt et de Rich (Maroc). Foraminifères, Ostracodes, Biostratigraphie, Paléologie, Paléobiogéographie. – Thèse Sci. Univ. Moulay Ismail, Meknès, 320 p.
- Ellison R.L. & Nichols M.M. (1976) – Modern and Holocene Foraminifera in the Chesapeake Bay Region Maritime Sediments. – in Schafer C.T. & Pelletier B.R. (eds), *First Int. Symp. on Benthonic Foraminifera of the Continental Margin, Part. A, Ecology and biology*. Maritime sediments, Spec. Publ., 1, p. 131-151.
- El Youssfi H. (2000) – Le Toarcien du bassin des Rides sud-rifaines. Micropaléontologie, paléoenvironnements et stratigraphie séquentielle. – Thèse Univ. Mohammed V, Rabat, 234 p.
- Fedan B. (1989) – Evolution géodynamique d'un bassin intraplaque sur décrochements : le Moyen Atlas (Maroc) durant le Méso-Cénozoïque. – *Trav. Inst. Sci., Rabat, Série Géol. Géogr. Phys.*, n° 18, 144 p.
- Gaillard C. (1983) – Les biohermes à spongiaires et leur environnement dans l'Oxfordien du Jura méridional. – *Doc. Lab. Géol. Lyon*, n° 90, 515 p.
- Gordon W.A. (1966) – Variation and its significance in classification of some English Middle and Upper Jurassic Nodosariid foraminifera. – *Micropaleontology*, vol. 12, n° 3, p. 325-333.
- Hallam A. (1978) – Eustatics cycles in the Jurassic. – *Paleogeography, Paleoclimatology, Paleoecology*, Amsterdam, t. 23, p. 1-32.
- Jenkyns H. C. (1988) – The Early Toarcian anoxic event: stratigraphic, sedimentary and geochemical evidence. – *Am. J. Sci.*, New Haven, n° 288, p. 101-151.
- Leutenegger S. & Hansen M. (1979) – Ultrastructural and radiotracer studies of pore function in foraminifera. – *Marine biology*, n° 54, p. 11-16.
- Murray J.W. (1991) – Ecology and paleoecology of benthic foraminifera. – *Longman ed.*, Harmow, 397 p.
- Qajoun A. (1994) – Le Toarcien du Quercy septentrional : stratigraphie et micropaléontologie. – *Strata*, Toulouse, vol. 22, 268 p.
- Ruget Ch. (1985) – Les Foraminifères (Nodosariidés) du Lias de l'Europe occidentale. – *Doc. Lab. Géol. Lyon*, n° 94, 272 p.
- Ruget Ch. & Nicollin J.P. (1997) – Les petits foraminifères benthiques dégagés. Colloque sur la biostratigraphie du Jurassique ouest-européen et méditerranéen. Groupe Français d'Etude du Jurassique, p. 281-291.
- Tyska J. (1994) – Response of Middle Jurassic benthic foraminiferal morphogroups to dysoxic/anoxic condition in the Pieniny Klippen Basin, (Polish Carpathians). – *Paleogeography, Paleoclimatology, Paleoecology*, Amsterdam, 110, p. 55-81.
- Vail P.R., Colin J.P., Chene R.J., Kuchly J., Mediavilla F. & Trifilieff V. (1987) – La stratigraphie séquentielle et son application aux corrélations chronostratigraphiques dans le Jurassique du bassin de Paris. – *Bull. Soc. Géol. France*, 8, t. III, n° 7, p. 1301-1321.