

Le Carbonifère du Maroc central : les formations de Migoumess, de Tirhela et d'Idmarrach. Lithologie, biostratigraphie et conséquences géodynamiques

Mostafa Berkhli^{a,*}, Daniel Vachard^b

^a UFR d'analyse et prospection des bassins sédimentaires, département de géologie, faculté des sciences, université Moulay-Ismaïl, BP 4010, 50000 Meknès, Maroc

^b Université des sciences et technologies de Lille, Upresa 8014 du CNRS, UFR des sciences de la Terre, laboratoire LP 3, 59655 Villeneuve d'Ascq cedex, France

Reçu le 26 mars 2001 ; accepté le 2 octobre 2001

Présenté par Jean Dercourt

Abstract – The Carboniferous formations of Migoumess, Tirhela and Idmarrach (central Morocco): lithology, biostratigraphy and geodynamic consequences. New biostratigraphical data based on foraminifers, algae and pseudo-algae indicate that the limestone pebbles of the channelized polygenic conglomerates of the Migoumess formation contain Late Viséan (V3bγ–V3c) assemblages. That confirms the Westphalian age attributed to this formation by Hollard [Zdt. Geol. Ges. 129 (1978) 495–512]. The Tournaisian age assigned to it by palynology [C. R. Acad. Sci. Paris, série II 310 (1990) 1573–1576] cannot be retained. The Tirhela formation, Late Viséan and Serpukhovian (E1) in age, is coeval with the Akerchi formation [Berkhli, thèse d'État, 1999; Berkhli et al., J. Afr. Earth Sci. (accepté)]. The Idmarrach formation, mapped as a thrust sheet [C. R. Acad. Sci. Paris, série II 310 (1990) 1573–1576], is dated as Serpukhovian (E1) and its thrusting is consequently post-Serpukhovian. Palaeogeographic and geodynamic consequences are listed. To cite this article: M. Berkhli, D. Vachard, C. R. Geoscience 334 (2002) 67–72. © 2002 Académie des sciences / Éditions scientifiques et médicales Elsevier SAS

Central Morocco / Carboniferous / sediments / biostratigraphy / palaeogeography / geodynamic

Résumé – Les nouvelles datations biostratigraphiques basées sur les foraminifères, les algues et les pseudo-algues montrent que les galets calcaires des conglomérats de la formation de Migoumess sont d'âge Viséen supérieur. Elles corroborent l'appartenance au Westphalien avancée par Hollard [Zdt. Geol. Ges. 129 (1978) 495–512], mais vont à l'encontre du rattachement au Tournaisien, qui avait aussi été proposé [C. R. Acad. Sci. Paris, série II 310 (1990) 1573–1576]. La formation de Tirhela, datée du Viséen supérieur et du Serpoukhovien, serait contemporaine de celle de l'Akerchi [Berkhli, thèse d'État, 1999; Berkhli et al., J. Afr. Earth Sci. (accepté)]. La formation d'Idmarrach, cartographiée comme une nappe [C. R. Acad. Sci. Paris, série II 310 (1990) 1573–1576], est également d'âge Serpoukhovien. Sa mise en place est donc post-serpoukhovienne. Ces nouvelles données ont des conséquences paléogéographiques et géodynamiques très significatives. Pour citer cet article : M. Berkhli, D. Vachard, C. R. Geoscience 334 (2002) 67–72. © 2002 Académie des sciences / Éditions scientifiques et médicales Elsevier SAS

Maroc central / Carbonifère / sédiments / biostratigraphie / paléogéographie / géodynamique

Abridged version

The Migoumess formation crops out in a small area on the northeastern edge of central Morocco (*figure 1*).

Its deposits unconformably overlays the Devonian substrate [10, 19] and are in turn tectonically overlain by the Upper Viséan and Serpukhovian (E1) limestones of the Tirhela formation [4, 19]. The beds are dipping 30

* Correspondance et tirés à part.

Adresse e-mail : mberkhli@fsmek.ac.ma (M. Berkhli).

to 40 N20–40 (figure 2). This formation (approximately 200 m thick) exposes some channelized polygenic conglomerates with Silurian sandstones, quartzitic sandstones, fragments of quartz, and cherts, Devonian limestones, Late Viséan limestone pebbles (1 to 50 cm in diameter), accompanied by siliceous sandstone beds (5 cm to 3 m thick) rich in terrestrial plant remains and presenting some planar and parallel and/or cross laminations, siltstones, shales and coal veinlets (figure 3A). The vertical distribution of these sediments is characteristic of deltaic deposits. The thick layers of shales topped by siltstones correspond to shelf and prodelta deposits; the sandstone beds with terrestrial plant remains and parallel and/or cross laminations are probably deposits of delta-front and the conglomerates correspond to the distributary channels of deltaic plain. The biostratigraphic datings of the limestone pebbles of the channelized conglomerates revealed assemblages of foraminifers, algae and pseudo-algae belonging to the Late Viséan (V3b γ –V3c). They are characterized by *Koninckopora* sp., *Kamaenella* sp., *Fasciella* sp., *Ungdarella uralica*, *Endothyra* sp., *Archaediscus stilus* (at concavus stage). Consequently, the Migoumess formation is necessarily of a post-Late Viséan age, and belongs certainly to the Westphalian, as Hollard supposed [15], due to the brachiopods *Brachythyryna* ex gr. *strangwaisi*. The Tournaisian age assigned to this Formation by palynology [10] cannot be retained. This new dating confirms the gap of the Tournaisian and Early Viséan in the northeastern Central Morocco basin [4–7].

The Tirhela formation (55 m thick) is composed of channelized polygenic conglomerates, black limestones with gigantoproductids, bioclastic black limestones, oolitic limestones and sandy limestones (figure 3B). The dip of the beds is 35 to 50 N100–150 (figure 2). The biostratigraphic datings indicate a Late Viséan and Serpukhovian

(E1) age for this formation. Important microfossils are: *Coelosporella jonesii* WOOD, 1940; *Plectogyranopsis* sp.; *Endostaffella* spp.; ‘*Euxinita efremovi*’ (VDOVENKO & ROSTOVCEVA in Brazhnikova et al., 1967); *Palaeotextularia longiseptata* LIPINA, 1948; ‘*Biseriella parva*’ (CHERNYSHEVA, 1948); *Archaediscus stilus* GROZDILOVA & LEBEDEVA in Grozdilova, 1953; *Archaediscus karreri* BRADY, 1873; *Asteroarchaediscus* sp. Therefore the Tirhela formation is coeval with the Akerchi formation [4, 7].

The Idmarrach formation (40 m thick) contains polygenic conglomerates, black limestones with corals and gigantoproductids, bioclastic black limestones, limestones with brachiopods, siliceous sandstones and shales (figure 3C). The dip of the beds is 40 to 60 N60–80 (figure 2). The biostratigraphic analysis of this formation revealed Serpukhovian (E1) assemblages. This formation, mapped as a thrust sheet, is consequently thrust after the Serpukhovian.

Two types of deformations, compressive and extensive, are recorded in this area. Three episodes of extensive deformations have been recognized [4, 5]: the first one occurs during the V2a, and is responsible for the opening of the Central Morocco basin, the second at the V3b α /V3b β and the third during the V3c (between Early V3c and Upper V3c). Three episodes of compressive deformations occur coevally: the first one between Late Devonian and Middle Viséan times which folded the Devonian and ante-Devonian basements, corresponding to the Bretonne phase stricto sensu [4, 5]; the second one between Serpukhovian and Westphalian times, characterized by a thrust sheet whose material is Serpukhovian (E1 + E2) in age, and the third one between the Westphalian and Permian times that folded the Westphalian and ante-Westphalian basements.

1. Introduction

Le Carbonifère des formations de Migoumess, de Tirhela et d’Idmarrach affleure sur la bordure nord-orientale du Maroc central (figures 1 et 2). Ces formations appartiennent à un bassin en extension, associé à un bassin d’avant-pays [3–5, 17]. Leur relation, leur description ainsi que leur datation sont controversées. Nous les avons réétudiées et avons procédé à un levé détaillé, accompagné d’un échantillonnage systématique destiné à des datations micropaléontologiques. Cette note donne une description lithologique précise de ces formations, puis leur attribue de nouvelles datations basées sur les foraminifères, les algues et les pseudo-algues, avant de discuter l’évolution paléogéographique et géodynamique du bassin du Maroc central hercynien à cette époque.

2. Lithologie et biostratigraphie

2.1. La formation de Migoumess [20]

Elle affleure sur une superficie de 2 à 3 km² au nord-est d’Akerchi et présente une polarité sédimentaire, du sud vers le nord. Le pendage des couches varie de 30 à 40 N20–40 (figure 2). Cette formation a une puissance de 200 m environ et repose en discordance angulaire sur les terrains dévoniens plissés [10, 19] et est surmontée en contact anormal par la formation de Tirhela [19]. La formation de Migoumess, essentiellement détritique, est composée : (1) de conglomerats polygéniques chenalisés, d’une puissance de 75 cm à 6 m et d’une extension latérale d’une dizaine de mètres à 250 m – leurs galets matures sont de composition et d’âge variés (grès, quartzites, quartz, phanites du Silurien, calcaires dévoniens et calcaires du Viséen supérieur) et de taille centimétrique à décimé-

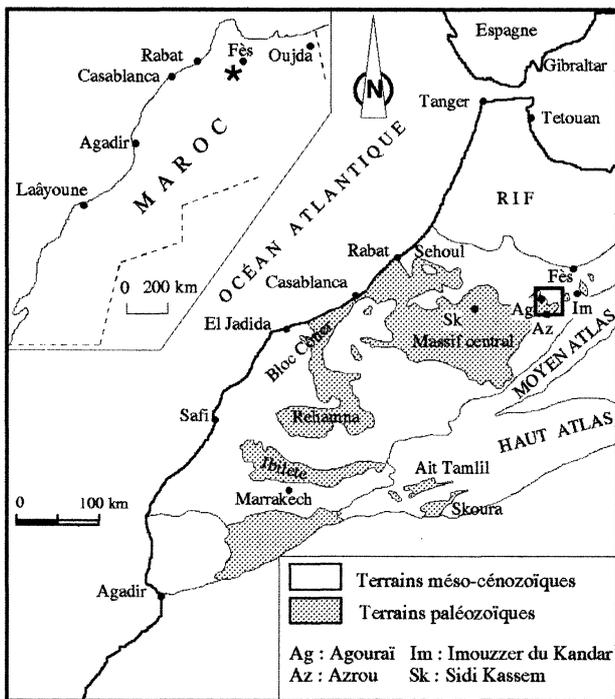


Figure 1. Cartes schématiques de position. En médaillon : le Maroc à petite échelle ; l'étoile noire indique l'emplacement de la région étudiée. Schéma des affleurements paléozoïques de la Méséta occidentale et localisation de la région étudiée au Maroc central.

Figure 1. Location sketch maps. Above left: main cities of Morocco and location of the study area (black star). Below: location of the Palaeozoic outcrops in the western Meseta and the study area.

trique (1 à 50 cm) – ; (2) de bancs de grès siliceux stratocroissants (de 5 cm à 3 m d'épaisseur), riches en débris végétaux et présentant des laminations planes et parallèles parfois entrecroisées ; (3) de bancs de siltites (5 à 10 cm), d'argilites et de lits de charbon (figure 3A). L'agencement vertical de ces sédiments montre qu'il s'agit de dépôts deltaïques. Les niveaux épais d'argilites surmontés de siltites correspondent à des dépôts littoraux et prodeltaïques, les grès très riches en débris végétaux avec des laminations parallèles et/ou entrecroisées sont des dépôts de front de delta et les conglomérats correspondants ont dû se former dans les chenaux distributaires d'une plaine deltaïque.

L'échantillonnage des galets calcaires des chenaux conglomératiques (figure 3A) a livré des associations de foraminifères, d'algues et de pseudo-algues datant le Viséen supérieur (V3bγ–V3c).

L'échantillon Mg3 est un calcaire *grainstone* oolithique contenant *Koninckopora tenuiramosa* WOOD, 1942, *Zidella aurivella* (VACHARD, 1977), *Kamaenella tenuis* (von MOELLER, 1879), *Pokorninella* n. sp. aff. *enigmatica* (MAMET & ROUX, 1978), *Ungdarella uralica* MASLOV, 1956, *Endothyranopsis* sp. silicifiés, *Pseudotaxis brazhnikovae* (BOGUSH & JUFEREV, 1966), *Archaediscus stilus* GROZDI-

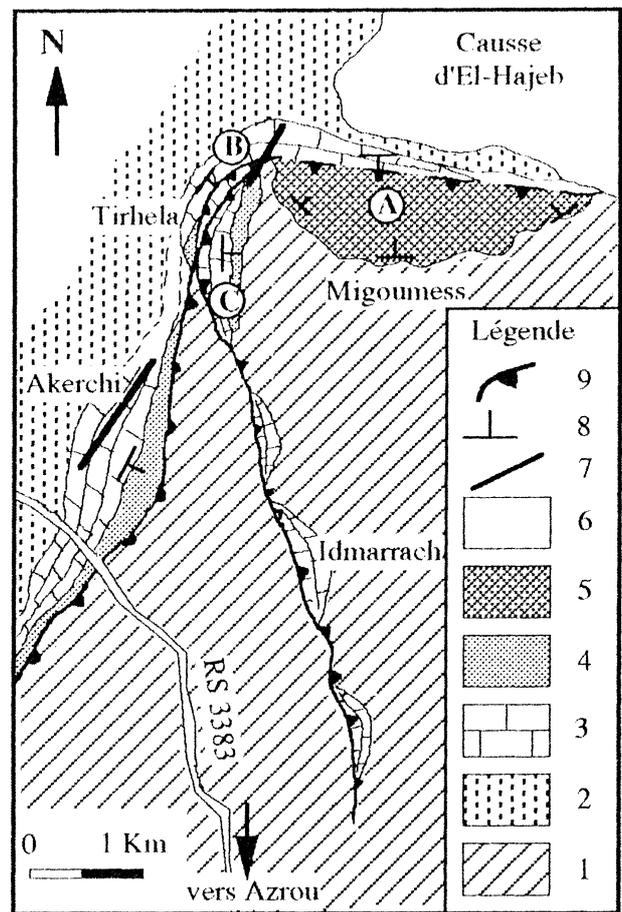


Figure 2. Carte géologique schématique de la région étudiée et localisation des coupes. A : Migoumess ; B : Tihela ; C : Idmarrach. 1 : Pérites et grès calcaires (Dévonien) ; 2 : argilites, siltites et grès (Viséen supérieur) ; 3 : calcaires (Viséen supérieur–Serpoukhovien) ; 4 : grès, siltites et argilites (Namurien) ; 5 : conglomérats, grès, siltites et argilites (Westphalien) ; 6 : terrains post-paléozoïques ; 7 : faille ; 8 : pendages ; 9 : chevauchement.

Figure 2. Schematic geological map of the study area and location of the sections. A : Migoumess ; B : Tihela ; C : Idmarrach. 1 : Pelites and calcareous sandstones (Devonian) ; 2 : shales, siltstones and sandstones (Late Visean) ; 3 : limestones (Late Visean–Serpukhovian) ; 4 : sandstones, siltstones and shales (Namurian) ; 5 : conglomerates, sandstones, siltstones and shales (Westphalian) ; 6 : post-Palaeozoic outcrops ; 7 : fault ; 8 : dip ; 9 : thrust.

LOVA & LEBEDEVA in Grozdilova, 1953. Le niveau Mg4 livre un calcaire *wackestone* passant à un *rudstone* à gros oïdes, avec un assemblage de *Pseudo-solenopora owodenkoi* (CHANTON, 1972), *Kamaenella* sp., *Fasciella* sp., *Ungdarella uralica* MASLOV, 1956, *Endothyra* sp. L'échantillon Mg5 révèle un calcaire *grainstone* oolithique à *Girvanella* sp. ; *Koninckopora* sp. ; *Kamaenella tenuis* (von MOELLER, 1879), *Planoarchaediscus* ex gr. *spirillinoïdes* (RAUSER, 1948), *Pseudoammodiscus* sp., *Endothyranopsis* sp., *Pseudoendothyra* sp. L'échantillon Mg6 renferme un calcaire *packstone* oolithique à *Koninckopora tenuiramosa* WOOD, 1942, *Pseudosolenopora owodenkoi* (CHANTON, 1972), *Ungdarella uralica*

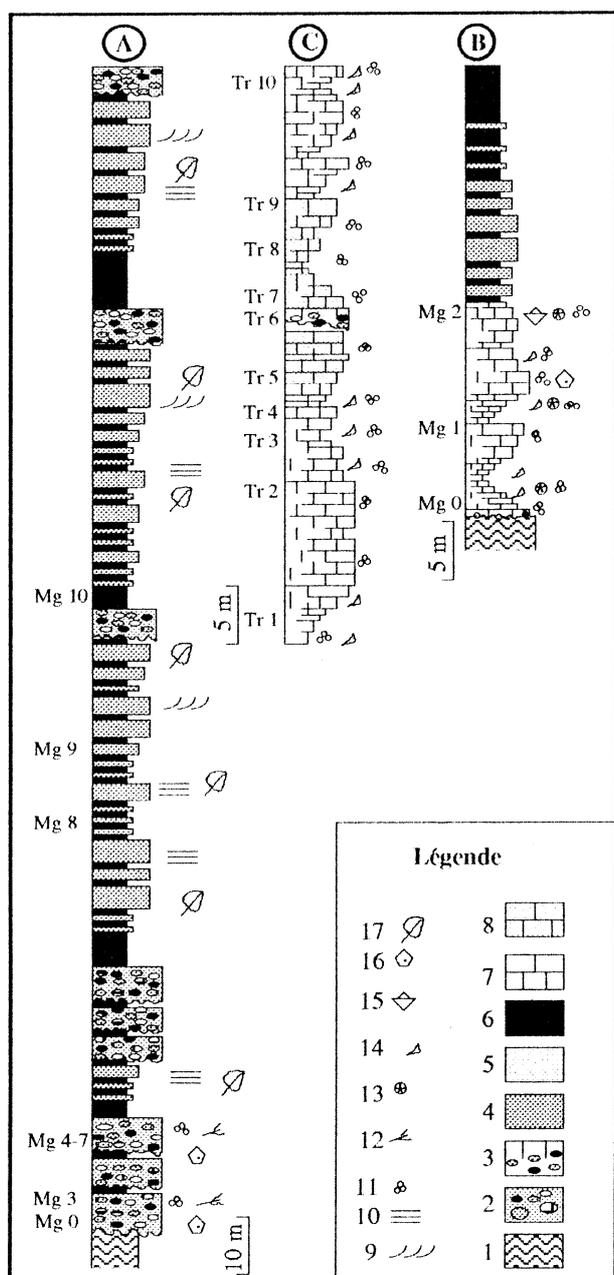


Figure 3. Coupes synthétiques du Carbonifère. **A** : formation de Migoumess ; **B** : formation de Tirhela ; **C** : formation d’Idmarrach. 1 : socle dévonien ; 2 : conglomérats polygéniques ; 3 : conglomérats à ciment carbonaté ; 4 : grès siliceux ; 5 : siltites ; 6 : argilites ; 7 : calcaires bioclastiques ; 8 : calcaires sableux ; 9 : stratifications entrecroisées ; 10 : laminations parallèles ; 11 : foraminifères ; 12 : algues ; 13 : polypiers ; 14 : gigantoproductidés ; 15 : brachiopodes ; 16 : crinoïdes ; 17 : débris végétaux terrestres.

Figure 3. Synthetic sections of the Carboniferous. **A**: Migoumess formation; **B**: Tirhela formation; **C**: Idmarrach formation. 1: Devonian basement; 2: polygenic conglomerates; 3: calcareous cemented conglomerates; 4: siliceous sandstones; 5: siltstones; 6: shales; 7: bioclastic limestones; 8: sandy limestones; 9: cross stratifications; 10: parallel laminations; 11: foraminifères; 12: algae; 13: corals; 14: gigantoproductids; 15: brachiopods; 16: crinoids; 17: terrestrial plant fragments.

MASLOV, 1956, *Endothyra* sp. L’échantillon Mg7, enfin, est un calcaire *grainstone* oolithique à *Koninckopora tenuiramosa* WOOD, 1942, *Atractyliopsis cumberlandensis* RICH, 1974, *Ungdarella uralica* MASLOV, 1956, *Pseudolituotuba* sp., *Endothyra* sp., *Archaediscus stilus* GROZDILOVA & LEBEDEVA in Grozdilova, 1953 (stade *convexus*).

La formation de Migoumess, qui contient des galets de calcaires d’âge Viséen supérieur (V3bγ–V3c), est donc d’un âge plus récent que ce dernier. Ceci confirme l’âge Westphalien que lui avait assigné HOLLARD [15], à la suite de la découverte du brachiopode *Brachythyrina* ex gr. *strangwaisi*. Ouarhache [19] a lui aussi récolté, au sommet de la série ($x = 502,60$; $y = 327,35$) une faune de brachiopodes très mal conservés, pouvant se rencontrer du Viséen au Westphalien (dét. C. F. Winkler Prins). Ainsi, l’âge Tournaisien attribué à cette formation par Bouabdelli et Doubinger [10], en se basant sur *Lophozonotrilites cristifer* et *Spaeleotrilites lepidophytus*, ne peut être retenu. En revanche, deux hypothèses peuvent être suggérées pour expliquer ce résultat palynologique : (1) alors que l’espèce *Spaeleotrilites lepidophytus* disparaît en Europe occidentale au Tournaisien, elle pourrait subsister au Maroc jusqu’au Westphalien, soit pendant près de 50 Ma [18] ; (2) plus vraisemblablement, sa présence dans ces terrains westphaliens pourrait être due à un remaniement.

À l’échelle régionale, la formation de Migoumess présente de fortes ressemblances avec celle de Sidi Kassem [20], située à l’ouest du Massif central (*figure 1*). Cette dernière, discordante sur le Paléozoïque inférieur de l’anticlinorium Khouribga–Oulmès, est composée d’argilites, avec quelques veinules de charbon anthracite, de calcaires à gastéropodes d’eau douce, de siltites–argilites en mégaséquence négative et d’un conglomérat rouge chenalisé à galets imbriqués [12, 16]. Elle a été datée du Westphalien C à sa base par des débris de fougères «*Linopteris*» et du Westphalien D dans ses niveaux supérieurs [12, 13].

2.2. La formation de Tirhela [4]

Cette formation, d’une puissance de 55 m environ, est composée de calcaires noirs à Gigantoproductidés, calcaires noirs bioclastiques, calcaires sableux, calcaires oolithiques, conglomérats polygéniques chenalisés à galets matures de grès, quartz, quartzites, phtanites et calcaires à Gigantoproductidés (*figure 3B*). Ces galets sont de taille centimétrique à décimétrique (0,5–20 cm). Les faciès correspondent à des dépôts de plate-forme carbonatée très peu profonde [4]. Le pendage des couches est de 35 à 50 N100–150 (*figure 2*).

Les échantillons de cette formation nous ont fourni des associations de foraminifères, d’algues et de pseudo-algues du Viséen supérieur et du Serpoukhovien inférieur (E1). Le niveau Tr1 est un calcaire

rudstone bioclastique à Gigantoproductidés et à *Tetratxis* cf. *paraminima* VISSARIONOVA, 1948, *Mediocris* sp., *Endostaffella* sp., indiquant un âge peu précis, pouvant aller du V3b γ à l'E1. Le niveau Tr3 est un calcaire *grainstone* bioclastique à *Coelosporella jonesii* WOOD, 1940, *Plectogyranopsis* sp., *Endostaffella* spp., *Euxinita efremovi* (VDOVENKO & ROSTOVCEVA in Brazhnikova et al., 1967), *Palaeotextularia longiseptata* LIPINA, 1948 ; *Biseriella parva* (N. CHERNYSHEVA, 1948), *Archaediscus stilus* GROZDILOVA & LEBEDEVA in Grozdilova, 1953, *Archaediscus karreri* BRADY, 1873, *Asteroarchaediscus* sp. constituant une association caractéristique du Serpoukhovien basal (E1). L'échantillon Tr8 est un calcaire *grainstone* bioclastique et oolithique à *Endothyra* sp., *Endostaffella* sp., *Tetratxis* sp., *Pseudotaxis* sp., *Koskinobigenerina* sp., *Neoarchaediscus incertus* (GROZDILOVA & LEBEDEVA, 1954), *Asteroarchaediscus parvus* (RAUSER, 1948), indiquant encore le Serpoukhovien E1. L'échantillon Tr10 est un calcaire *grainstone* bioclastique à Gigantoproductidés à *Pseudoammodiscus* sp., *Endostaffella* ex gr. *parva* (von MOELLER, 1880), *Tetratxis* sp., *Pseudotaxis* sp., «*Biseriella*» sp.; *Neoarchaediscus* sp., qu'on peut à nouveau attribuer à l'E1. Les microfaciès des échantillons Tr3, Tr8 et Tr10 ressemblent beaucoup à ceux du Serpoukhovien E1 de l'Akerchi.

La formation de Tirhela, d'âge Viséen supérieur et Serpoukhovien E1 est, de ce fait, l'exact équivalent latéral de la formation d'Akerchi [4].

2.3. La formation d'Idmarrach

Son épaisseur est d'environ 40 m. Elle est constituée de conglomérats à ciment carbonaté et à galets matures de grès et de quartzites (≤ 3 cm), de calcaires noirs à polypiers et Gigantoproductidés, de calcaires noirs bioclastiques, de calcaires à brachiopodes, de grès siliceux rouges et d'argilites (figure 3C). L'épaisseur des bancs de calcaires est de 10 cm à 3,50 m, celle des grès de 10 à 50 cm. Le pendage des couches est 40 à 60 N60–80. Elle repose en contact anormal sur les terrains du Dévonien (figure 2).

Le niveau Mg0 est un calcaire *grainstone/packstone* bioclastique à polypiers et Gigantoproductidés, abritant l'association de foraminifères suivante : *Earlandia vulgaris* (RAUSER & REITLINGER in Rauser & Fursenko, 1937); *Endothyra* sp.; *Endothyranopsis compressa plana* BRAZHNIKOVA in Brazhnikova et al., 1967; *Endostaffella fucoïdes* ROZOVSKAYA, 1963; *Climacammina* sp.; *Pseudotaxis* sp.; *Biseriella* sp.; *Neoarchaediscus stellatus* (BOZORGNIA, 1973); *Asteroarchaediscus* sp. L'échantillon Mg2 est un *wackestone* bioclastique à crinoïdes et foraminifères : *Pseudoammodiscus buskensis* (BRAZHNIKOVA, 1956); *Endothyranopsis* ex gr. *compressa* (RAUSER & REITLINGER in Rauser, Belayev &

Reitlinger, 1936); *Tetratxis paraminima* VISSARIONOVA, 1948.

La formation d'Idmarrach est donc datée du Serpoukhovien.

3. Conséquences paléogéographiques et géodynamiques

Les nouvelles données biostratigraphiques des formations de Migoumess, Tirhela et Idmarrach font apparaître une lacune du Tournaisien dans ce secteur, ce qui nous était déjà apparu dans les régions avoisinantes (Nord-Est de la Méséta occidentale marocaine) [4–7]. De plus, les hypothèses de la genèse du bassin du Maroc central, basée sur la présence du Tournaisien [9, 11], doivent être reconsidérées. Ce bassin s'est ouvert en fait au Viséen moyen (V2a) et a évolué en régime extensif durant tout le Carbonifère inférieur [4, 5]. La transgression marine a débuté au V2a dans le secteur occidental (Agourai) et elle n'a atteint le secteur oriental de ce bassin (Imouzer du Kandar) qu'au V3b γ [4, 5]. La formation de Migoumess, à dépôts deltaïques, est le témoin important de la présence du Westphalien au Maroc central. Au cours du Carbonifère, la sédimentation dans l'ensemble du Maroc central est passée globalement d'une sédimentation carbonatée au Viséen moyen–Serpoukhovien à une sédimentation siliciclastique au Namurien supérieur, puis deltaïque au Westphalien.

La géométrie des couches de la formation de Migoumess, dont le pendage est de 30 à 40 N20–40, pourrait la faire passer pour le flanc sud d'un synclinal d'axe est–ouest, dont le flanc nord serait enfoui sous les terrains secondaires du Causse d'El-Hajeb [19]. Si cette hypothèse était confirmée, cela entraînerait le fait que la phase responsable de ce plissement soit post-westphalienne. Les couches du Westphalien se trouvent en contact anormal avec les calcaires de Tirhela, datés du Viséen supérieur et du Serpoukhovien inférieur [4]. La discordance angulaire de la formation de Migoumess sur les terrains dévoniens déjà plissés est le témoin d'une déformation plicative anté-westphalienne. La formation d'Idmarrach, cartographiée comme une nappe de charriage par Bouabdelli et Doubinger [10] étant d'âge Serpoukhovien E1, sa mise en place lui est donc postérieure et non intra-viséenne, comme il a été proposé [9, 11]. Trois déformations compressives peuvent alors être observées dans ce secteur : (1) une déformation anté-Viséen moyen et post-Dévonien supérieur, correspondant à la première déformation retrouvée dans les régions voisines [1, 2, 14]; (2) une seconde déformation post-Serpoukhovien et anté-Westphalien, caractérisée par la mise en place de nappes à matériel serpoukhovien, correspondant à la déformation majeure [19] et à la déformation post-Viséen dans la région d'Azrou [8] et dans la partie sud-est du Maroc central [2];

(3) une troisième déformation post-Westphalien [19]. Par ailleurs, nous rappelons que trois épisodes à déformations extensives ont été déchiffrés dans le Nord-Est de la Méséta occidentale [4, 5] : le premier au V2a, responsable de l'ouverture du bassin du Maroc central, le second au V3b α /V3b β et le troisième au V3c (V3c inférieur–V3c supérieur).

4. Conclusions

La formation de Tirhela date du Viséen supérieur et du Serpoukhovien inférieur. Elle est l'équivalent latéral de la formation d'Akerchi. La nappe d'Idmarach à matériel grés-carbonaté daté de l'E1 est d'une lithologie assez semblable à celle du Serpoukhovien (E1) de l'Akerchi et de Tirhela. Elle en serait originaire. L'âge Viséen supérieur (V3b γ –V3c) des galets calcaires des conglomérats chenalisés de la base de la formation de Migoumess montre que l'âge Tournaisien qu'on lui avait prêté ne peut être retenu. Elle date donc vraisemblablement du Westphalien. Sa sédimentation essentiellement détritique, de type deltaïque, rappelle celle du Westphalien de Sidi Kassem, à l'ouest du Massif central et celui du bassin de Jerada dans la Méséta orientale.

Références

- [1] Allary A., Étude tectonique et microtectonique d'un segment de chaîne hercynienne dans la partie sud-orientale du Maroc central, thèse 3^e cycle, université de Montpellier, France, 1972.
- [2] Allary A., Lavenu A., Ribeyrolles M., Étude tectonique et microtectonique d'un segment de chaîne hercynienne dans la partie sud-orientale du Maroc central, Notes et Mém. Serv. géol. Maroc 276, 1976, 169 p.
- [3] Beauchamp J., Izart A., Piqué A., Les bassins d'avant-pays de la chaîne hercynienne au Carbonifère inférieur, Can. J. Earth Sci. 28 (1991) 2024–2041.
- [4] Berkhli M., Sédimentologie, biostratigraphie et stratigraphie séquentielle du Nord-Est de la Méséta occidentale marocaine pendant le Carbonifère inférieur (Viséen–Serpoukhovien), thèse d'État, université Moulay-Ismaïl de Meknès, Maroc, 1999, 229 p. + 10 pl.
- [5] Berkhli M., Vachard D., Paicheler J.-C., Tahiri A., Modèle sédimentaire et évolution géodynamique du Nord-Est de la Méséta occidentale marocaine au cours du Carbonifère inférieur, C. R. Acad. Sci. Paris, série IIA 331 (2000) 251–256.
- [6] Berkhli M., Vachard D., Paicheler J.-C., Tahiri A., Saidi M., Le Carbonifère inférieur de la région d'Agourai (Nord du Maroc central) : faciès, biostratigraphie et paléogéographie, Rev. Géol. Méditer. 27 (1/2) (2000) 67–75.
- [7] Berkhli M., Vachard D., Paicheler J.-C., Tahiri A., Les séries du Carbonifère inférieur de la région d'Adarouch (NE du Maroc central) : lithologie et biostratigraphie, J. Afr. Earth Sci. (accepté).
- [8] Bouabdelli M., Stratigraphie et évolution structurale du Paléozoïque d'Azrou (NE du Maroc central), thèse 3^e cycle, université Louis-Pasteur, Strasbourg, 1982, 164 p.
- [9] Bouabdelli M., Tectonique et sédimentation dans un bassin orogénique : le sillon viséen d'Azrou-Khénifra (Est du Massif hercynien central du Maroc), thèse d'État, université Louis-Pasteur, Strasbourg, 1989, 262 p.
- [10] Bouabdelli M., Doubinger J., Nouvelles datations palynologiques dans la formation grés-conglomératique de Migoumess (Est du Massif hercynien central du Maroc), C. R. Acad. Sci. Paris, série II 310 (1990) 1573–1576.
- [11] Bouabdelli M., Piqué A., Du bassin sur décrochement au bassin d'avant-pays : dynamique du bassin d'Azrou-Khénifra (Maroc hercynien central), J. Afr. Earth Sci. 23 (2) (1996) 231–234.
- [12] Choubert G., Essai de chronologie hercynienne, Notes et Mém. Serv. géol. Maroc 4 (84) (1951) 9–78.
- [13] Clariond L., Sur l'extension des mouvements anté-viséens au Maroc, C. R. Acad. Sci. Paris 195 (1932) 717–718.
- [14] Desteucq C., Le système filonien du Djebel Aouam (Maroc central) : essai d'interprétation structurale, thèse 3^e cycle, université Paul-Sabatier, Toulouse, 1974, 93 p.
- [15] Hollard H., L'évolution hercynienne au Maroc, Zdt. Geol. Ges. 129 (1978) 495–512.
- [16] Izart A., Les bassins dévono-carbonifères de la Méséta marocaine, stratigraphie, sédimentologie et paléogéographie, thèse d'habilitation, université de Bourgogne, Dijon, 1990, 315 p.
- [17] Izart A., Les bassins carbonifères de la Méséta marocaine, étude sédimentologique et approche du contexte structural. Part de la tectonique et de l'eustatisme, Rev. Géol. Méditer. 18 (12) (1991) 61–72.
- [18] Odin G.S., Geological Time scale, C. R. Acad. Sci. Paris, série II 318 (1994) 59–71.
- [19] Ouarhache D., Étude géologique dans le Paléozoïque et le Trias de la bordure NW du Causse Moyen-Atlantique (S et SW de Fès, Maroc), thèse 3^e cycle, université Paul-Sabatier, Toulouse, 1987, 130 p.
- [20] Termier H., Études géologiques sur le Maroc central et le Moyen-Atlas septentrional, Notes et Mém. Serv. Mines et Carte géol. Maroc 33, 1936, 1566 p.