

Analyse biostratigraphique des conodontes du Silurien supérieur de la zone de Rabat-Tiflet (Nord-Ouest de la Meseta, Maroc)

EL MOSTAFA BENFRIKA¹ et MOHAMED RAJI¹

Mots clés. – Silurien, Ludlow, Wenlock, Conodontes, Biostratigraphie, Meseta, Maroc

Résumé. – Les coupes siluriennes de la région de Rabat-Tiflet (Nord-Ouest de la Meseta marocaine) ont été systématiquement échantillonnées pour l'étude des conodontes. Parmi les espèces identifiées, il y a deux espèces-guides de la zonation silurienne européenne (*Ozarkodina sagitta sagitta* et *Ozarkodina remscheidensis eosteinhornensis*) et deux espèces guides de la zonation nord-américaine (*Kockelella stauros* et *Kockelella variabilis*). Ainsi la partie inférieure des formations de calcaires et de pélites du Silurien de la région de Rabat-Tiflet peut être attribuée aux zones à *sagitta/stauros* et à *variabilis* inférieure. La présence de ces zones permet de reconnaître pour la première fois dans cette région la présence du Wenlock au dessous du Ludlow-Pridoli.

Conodont biostratigraphy of Upper Silurian formations from the Rabat-Tiflet area (northwestern Meseta, Morocco)

Key words. – Silurian, Ludlow, Wenlock, Conodonts, Biostratigraphy, Meseta, Morocco

Abstract. – Silurian sections from the Rabat-Tiflet area (northwestern Moroccan Meseta) have been systematically sampled for conodonts. The conodont faunas are characterized by two index species of the European Silurian zonation (*Ozarkodina sagitta sagitta* and *Ozarkodina remscheidensis eosteinhornensis*) and two other index species of the north American zonation (*Kockelella stauros* and *Kockelella variabilis*). Recognition of the *sagitta/stauros* through lower *variabilis* zones in the lower part of the Silurian limestone and shale succession from the Rabat-Tiflet area, proves for the first time the presence of Wenlock below Ludlow-Pridoli, in the Silurian sequences of this area.

Most of the Silurian from the northwestern Moroccan Meseta is represented by black graptolitic shales with intercalations of limestone (beds or lenses) in its upper part. The Silurian biostratigraphy of Morocco is generally based on graptolites [Willefert in Destombes *et al.*, 1985]. In the present contribution the age of some Silurian sections (fig. 3) from the Rabat-Tiflet area is re-assessed by using conodonts. The stratigraphically important taxa have been described in Benfrika [1999].

Section Oued Grou I (G I)

Situated near the barrage Mohamed Ben Abdellah, this section shows 30 m of alternating black shales and limestones. The lower part of this unit (I) provided : *Ozarkodina sagitta sagitta*, *Kockelella absidata*, *Kockelella stauros*, *Ozarkodina bohémica*, *Ozarkodina excavata*, *Dapsilodus obliquicostatus*, *Panderodus unicosatus*, *Pseudooneotodus bicornis*. The first appearance of *Oz. sagitta sagitta* and the *K. stauros* indicates the lower boundary of *sagitta* Zone established by Walliser [1964] in the Carnic Alps and also the lower boundary of *stauros* Zone proposed by Barrick et Klapper [1976] for North America (fig. 2). These species are of Wenlock age.

Section Oued Grou II (G II) :

This section is located at approximately a hundred meters north of the preceding section. It is subdivided into 2 units :

- Unit IIA : 12 m of greyish to black limestones interbedded with green shales ;
- Unit IIB : 65 m of shales interbedded with some limestones.

The conodonts identified in unit A are : *Ozarkodina bohémica*, *Kockelella absidata* and *Kockelella stauros*. This fauna is of Wenlock age. The first occurrence of *Kockelella variabilis* in sample indicates the lower *variabilis* zone (lower part of Ludlow).

Section Al Khaloua Iron Mines (AK)

The limestones interbedded with shales of the lower part of the Al Khaloua section yield *Polygnathoides emarginatus* and *Kockelella variabilis*. This association is of Ludlow age. The conodonts from the upper part of this section (*Caudicriodus sp.* and *Belodella devonica*) indicate a Lower Devonian age.

Section Oued Tiflet syncline (T)

Two units are recognized :

- Unit A : 18 m of alternating black shales and greyish black limestones providing : *Kockelella absidata*, *Ozarkodina bohémica*, *Decoriconus fragilis*, *Dapsilodus obliquicostatus*, *Ozarkodina excavata*. This fauna is of Upper Wenlock to Lower Ludlow age ;
- Unit B : 34 m of black shales with some limestone intercalations, is probably of Ludlow-Pridoli age.

¹Université Hassan II- Mohammedia, Faculté des Sciences Ben M'Sik, Département de Géologie, BP 7955, Sidi Othmane, Casablanca, Maroc (benfrikael@hotmail.com ; medraji@hotmail.com)
Manuscrit déposé le 29 mai 2002 ; accepté après révision le 7 février 2003.

Conclusion

The Silurian conodont succession recognized in the Rabat-Tiflet area (northwestern Moroccan Meseta) allows to attribute the lower part of alternating limestones and shales to the Wenlock and the upper part to the Ludlow-Pridoli. The presence of the Wenlock in the Rabat-Tiflet area and also in the Oued Cherrat (under investigation) is demonstrated by conodonts. This suggests that the Silurian transgression has reached this area of the Moroccan Meseta during the Wenlock and not the Ludlow, as generally admitted. Furthermore, the conodont faunas allow to recognize affinities with those from North America and Central Europe. Two index species of the conodont zonation established by Walliser [1964] for the Carnic Alps have been recognized in Morocco, two other index species of the conodont zonation proposed by Barrick and Klapper [1976] for North America have been also identified in Morocco.

INTRODUCTION

La Meseta nord-occidentale (fig. 1) est caractérisée par une séquence marine continue de sédiments (pélites et carbonates) du Silurien au Dévonien moyen. Les couches du Silurien représentent une séquence transgressive résultant d'une hausse du niveau marin comme conséquence de la fonte de l'inlandsis et autres glaciers de la dernière glaciation ordovicienne. Les faciès les plus communs du Silurien sont re-

présentés par des argiles noires à graptolithes avec des intercalations de niveaux calcaires dans la partie supérieure. Ces faciès sont affectés par la déformation hercynienne en une succession de plis anticlinaux et synclinaux [Cogney, 1957 ; Piqué, 1979]. La déformation affectant cette région a été subdivisée par El Hassani [1990] en trois phases (précoce, d'âge dévonien supérieur ; majeure, d'âge namuro-westphalien et tardive).

La zone de Rabat-Tiflet montre des affleurements du Silurien, mais ceux-ci restent très réduits comparés aux autres affleurements du Paléozoïque.

La biostratigraphie des séries siluriennes du Maroc a été généralement faite sur base de graptolithes [Willefert *in* Destombes *et al.*, 1985]. Dans la présente contribution, nous nous sommes intéressés à la révision de la biostratigraphie de ces séries à partir de l'étude des conodontes. Les taxa, importants pour la biostratigraphie, ont été décrits par Benfrika [1999].

BIOSTRATIGRAPHIE À BASE DE CONODONTES DU SILURIEN ET ÉTUDE DES COUPES

La première zonation à Conodontes a été proposée par Walliser [1964] dans les Alpes carniques d'Autriche. La base de chaque zone est établie par l'apparition de l'espèce-guide correspondante.

Bien que beaucoup de ces zones aient été reconnues en dehors de l'Autriche, les corrélations demeurent assez difficiles à appliquer. Cela conduit, soit à l'établissement d'un certain nombre de zonations locales, telles celles de Jeppson [1974, 1988], Barrick et Klapper [1976], soit à la modification de l'étendue de certaines zones, comme celle de *Remscheidensis eosteinhornensis* qui a été élargie jusqu'au Ludlow ou réduite à la partie supérieure du Pridoli [Klapper et Murphy, 1975].

Barrick et Klapper [1976] ont proposé pour le Silurien des Etats-Unis, des zones, qui sont, après celles de Walliser, les plus répandues (fig. 2). Ces auteurs ont reconnu 5 zones dans la formation de Clarita (Oklahoma). La première zone (Zone à *amorphognathoides*, à cheval entre le Llandovery et le Wenlock) est identique à celle de Walliser ; les autres zones sont définies par 4 espèces constituant la lignée phylogénétique principale de *Kockella* : *K. ranuliformis*, *K. amesdeni*, *K. stauros* et *K. variabilis*. La dernière espèce indique le Ludlow, les autres le Wenlock. Etant donnée la position stratigraphique de la Zone à *stauros* dans la zonation américaine, Barrick et Klapper [1976] ont proposé de corrélérer celle-ci directement avec la Zone à *Ozarkodina sagitta sagitta* de Walli-

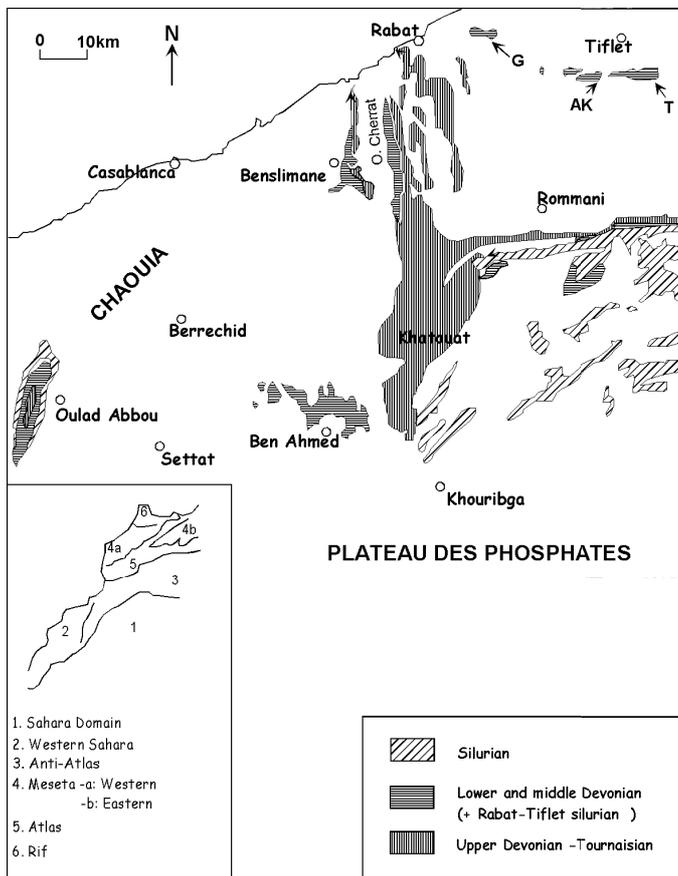


FIG. 1. – Carte géologique schématique de la partie nord de la Meseta occidentale marocaine montrant les principaux affleurements du Silurien - Dévonien / Tournaisien et la localisation des coupes étudiées (G : Oued Grou, AK : Al-Khaloua, T : Tiflet).

En encadré (en bas à gauche) – Les domaines structuraux du Maroc et localisation du secteur étudié (4a).

FIG. 1. – Schematic geological map of the northern part of western Moroccan Meseta showing Silurian-Devonian/ Tournaisian outcrop area and the localities referred to in the text. (G : Oued Grou, AK : Al Khaloua, T : Tiflet).

In the lower left corner – Main structural domains of Morocco and geographical location of the studied area (4a).

	CARNIC ALPS Walliser 1964	OKLAHOMA Barrick and Klapper 1976	MESETA MAROCAINE Benfrika 1994
PRIDOLI	<i>eosteinhornensis</i>		<i>O. steinhornensis</i> <i>eosteinhornensis</i> ?
LUDLOW	<i>crispus</i>	<i>K. variabilis</i>	<i>K. variabilis</i>
	<i>latiatus</i>		
	<i>siluricus</i>		
	<i>ploeckensis</i>		
	<i>crassa</i>		
WENLOCK	<i>sagitta</i>	<i>K. stauros</i>	<i>O. sagitta/K. stauros</i>
	<i>patula</i>	<i>K. amesdeni</i>	?
	<i>amorphognathoides</i>	<i>K. ranuliformis</i>	
LLANDOVERY		<i>amorphognathoides</i>	?
	<i>celloni</i>		
	?		
	Bereich I		?

FIG. 2. – Comparaison de quelques zonations à conodontes du Silurien.
 FIG. 2. – Comparison of some Silurian conodonts zonation.

ser [1964]. La Zone à *K. variabilis* serait ainsi l'équivalent des Zones à *crassa* et *ploeckensis*.

Dans le Silurien de la Meseta marocaine, seules deux espèces-guides de la zonation de Walliser ont été reconnues : *Ozarkodina sagitta sagitta* et *Ozarkodina remscheidensis eosteinhornensis*. Deux espèces-guides de la zonation proposée par Barrick et Klapper [1976] ont été également reconnues : *Kockelella stauros* et *Kockelella variabilis*. La première espèce est rarement trouvée en dehors de l'Oklahoma.

Les conodontes du Wenlock-Ludlow, provenant de la zone de Rabat-Tiflet montrent donc des affinités avec l'Amérique du Nord et l'Europe Centrale.

La succession à conodontes décrite ici, est basée sur l'étude de quatre coupes, le long de la zone de Rabat-Tiflet, qui sont d'ouest en est (fig. 3) : coupes I et II de Oued Grou, coupe des anciennes mines d'Al Khaloua et coupe du synclinal nord de l'Oued Tiflet.

Coupe de Oued Grou (G)

Les coupes étudiées (I et II), plus ou moins contiguës, se trouvent à environ 14 km, à vol d'oiseau, au sud-est de Rabat. Elles affluent, à proximité du barrage Mohamed Ben Abdallah, sur la rive gauche de l'oued Grou.

Coupe G I

Cette coupe se présente, sur environ une trentaine de mètres, sous forme de bancs calcaires noirs, alternant avec des niveaux pélitiques. Les niveaux pélitiques sont moins importants sauf vers le sommet. Les calcaires examinés, sont des grainstones plus ou moins dolomités à bioclastes (cri-noïdes, bivalves, ostracodes, brachiopodes, gastéropodes, tentaculites.). Les ostracodes délivrés par les résidus de dissolution (détermination : Casier) appartiennent probablement au genre *Pseudulrichia*.

Destombes *et al.* [1985] ont considéré, d'une manière générale, les calcaires de la partie inférieure du Silurien de l'Oued Grou, comme étant du Ludlow inférieur.

La partie inférieure de cette série a livré : *Ozarkodina sagitta sagitta* (WALLISER 1964) ; *Kockelella absidata* BARRICK et KLAPPER 1976 ; *Kockelella stauros* BARRICK et KLAPPER 1976 ; *Ozarkodina bohémica* (WALLISER 1964) ; *Ozarkodina excavata* (BRANSON et MEHL 1933) ; *Dapsilodus obliquicostatus* (BRANSON et MEHL 1933) ; *Panderodus unicosatus* (BRANSON et MEHL 1933) ; *Pseudooneotodus bicornis* DRYGANT 1974.

Les cinq dernières espèces se retrouvent également jusqu'au sommet de cette série. Malgré leur faible intérêt stratigraphique, *Dapsilodus obliquicostatus* et *Pseudooneotodus bicornis* permettent de repérer le Silurien dans tout l'axe Rabat-Tiflet. De même, *Belodella devonica* (STAUFFER 1940) et *Pseudooneotodus beckmanni* (BISCHOFF et SANNE-MANN 1958) n'apparaissent, dans cette région, qu'à partir du Dévonien inférieur.

La première apparition de *Ozarkodina sagitta sagitta* et de *Kockelella stauros* indique la limite inférieure de la Zone à *sagitta* de Walliser [1964] et de la zone équivalente à *stauros* de Barrick et Klapper [1976] qui caractérisent le Wenlock.

Coupe G II

La série précédente se poursuit à environ une centaine de mètres plus au nord, où affleure, dans un fossé :

– *Unité II A* : 12 m d'une alternance de bancs calcaires gris noirs à intercalations pélitiques verdâtres. Les calcaires contiennent une faune d'orthocères, lamellibranches, ostracodes, graptolithes ;

– *Unité II B* : 65 m de pélites avec quelques rares intercalations calcaires ;

Dans l'Oued Grou, des pélites équivalentes à ce terme, ont livré à Destombes *et al.* [1985] *Monograptus chimaera*, *M. bouceki* et *M. transgrediens* qui indiquent un âge Lu-

Dans cette coupe (NW-SE) alternent, en contact anormal, des conglomérats famenno-tournaisiens, des grès ordoviciens et quelques bancs calcaires à intercalations pélitiques.

La dernière unité épaisse d'environ 8 m, a livré des conodontes.

– Partie inférieure : *Polygnathoides emarginatus*, *Kockelella variabilis* et des simples cônes. Cette association indique un âge Ludlow.

– Partie supérieure : *Caudicriodus* sp., *Belodella devonica*. Cette association indiquerait le Dévonien inférieur. La présence du Silurien et du Dévonien inférieur est signalée pour la première fois dans cette localité.

Coupe du synclinal nord de l'Oued Tiflet (T)

Cette coupe peut être suivie le long d'un synclinal, situé à environ 2,5 km à vol d'oiseau au SSW de Tiflet, sur la rive droite de l'Oued Tiflet.

Dans cette coupe, nous avons distingué, au dessus des grès ferrugineux et oolithiques de l'Ordovicien inférieur, 2 unités siluriennes qui se succèdent comme suit :

– *Unité A* : 18 m d'une alternance de pélites noires et de calcaires gris noirs. Les calcaires sont sous forme de lentilles ou de bancs plus ou moins continus de 10 cm à 20 cm d'épaisseur et renfermant une faune riche en bivalves, crinoïdes, gastéropodes, orthocones, ostracodes... Les ostracodes sont représentés par *Tricornina (Bohemina)* sp. 16 GROOS-UFFENORDE, 1979 et *Aechimina* sp. 47 GROOS-UFFENORDE 1979 (Détermination, Casier). Cette série est d'après El Hassani [1990], d'âge pridoli, de par la présence de *Monograptus lochkoviensis*.

– *Unité B* : 34 m de pélites noires, avec quelques intercalations de calcaires en nodules ou en bancs minces.

Dans l'unité A (échantillons T2 à T3), nous avons reconnu : *Pseudooneotodus bicornis*, *Decoriconus fragilis*, *Ozarkodina excavata*, *Dapsilodus obliquicostatus*, *Kockelella absidata* et *Ozarkodina bohémica*. La présence des 2 dernières espèces indiquerait un âge wenlock supérieur/ Ludlow inférieur ? pour cette unité.

L'unité B, par la présence de *Monograptus lochkoviensis* (EL HASSANI, 1990) et par sa position en dessous des premiers niveaux à *Belodella devonica*, correspondrait en partie au Ludlow-Pridoli.

CONCLUSION

La présence de *Ozarkodina sagitta sagitta*, de *Ozarkodina bohémica* et de *Kockelella stauros* dans la série silurienne de l'Oued Grou, et de *Ozarkodina bohémica* dans celle de Tiflet, démontre que le Silurien débute dès le Wenlock dans l'axe Rabat-Tiflet. Par ailleurs, l'existence du Wenlock a été également démontrée, à Ain Dekhla (Oued Cherrat, investigations en cours), par la découverte de quelques conodontes tel que *O. sagitta sagitta*. La transgression silurienne aurait donc atteint cette région de la Meseta dès le Wenlock. Des affinités des faunes à conodontes du Silurien supérieur de la Meseta Nord-occidentale avec celles de l'Amérique du Nord et de l'Europe Centrale sont reconnues.

Remerciements. – P. Bultynck (Inst. Roy. Belgique) est très profondément remercié pour son aide et discussions sur les conodontes. Mes remerciements s'adressent également à J.J. Casier (Inst. Roy. Belgique) pour sa contribution dans la détermination des ostracodes.

Références

- BARRICK J.E. & KLAPPER G. (1976). – Multi-element Silurian (Late Llandoveryan-Wenlockian) conodonts from the Clarita Formation, Airbuckle Mountains, Oklahoma, and phylogeny of *Kockelella*. – *Geol. et Palaeo.*, **10**, 59-98.
- BENFRIKA E.M. (1999). – Some Upper Silurian-Middle Devonian conodonts from the northern part of Western Meseta of Morocco : Systematic and palaeogeographical relationships. – *Boll. Soc. Palaeontol. It.*, **37** (2-3), 311-319.
- COGNEY G. (1957). – Recherches géologiques au confluent des oueds Bou Regreg, Grou et Akrech (Maroc occidental). – *Trav. Instit. Sci. Chérif. ; sér. Géol. et Géogr. Phys.* **6**, 56p.
- DESTOMBES J., HOLLARD H. & WILLEFERT S. (1985). – Lower Paleozoic rocks of Morocco. In : C. HOLLAND Ed., Lower Paleozoic rocks of the northwestern and western Africa. – Wiley and sons Pub., New York, 91-336.
- EL HASSANI A. (1990). – La bordure nord de la chaîne hercynienne du Maroc, chaîne « calédonienne » des Sehoul et plate-forme nord-mésétienne. – Thèse ès Sciences, Univ. L. Pasteur, Strasbourg, 208p.
- JEPPSSON L. (1974). – Aspects of late Silurian conodonts. – *Fossil and Strata*, **6**, 54 p.
- JEPPSSON L. (1988). – Conodont biostratigraphy of the Silurian-Devonian boundary stratotype at Klonck, Czechoslovakia. – *Geol. et Pal.*, **32**, 21-31.
- KLAPPER G. et MURPHY M.A. (1975). – Silurian-lower Devonian Conodont sequences in the Roberts Mountains formations of Central Nevada. – *Univ. Calif. Publ. Geol. sci.*, **111**, 1-62.
- PIQUE A. (1979). – Evolution structurale d'un segment de la chaîne hercynienne : La Meseta marocaine nord-occidentale. – *Sci. Géol., Mém.* **56**, 243p.
- WALLISER O.H. (1964). – Conodonten des Silurs. – *Abh. Hess. L.-Amt. Bodenforsch.*, **41**, 106 p.