

A propos de l'existence du Famennien au sud des Jebilet Centrales et altération des conodontes : cas de Koudiat Laabid (Jbel Guéliz, Marrakech, Maroc)

About the existence of the Famennian in the south of Central Jebilet and conodonts alteration: case of Koudiat Laabid (Jbel Gueliz, Marrakech, Morocco)

Nezha LAZREQ

Université Cadi Ayyad, Faculté des Sciences Semlalia, Département de Géologie BP. 2390 Marrakech, 40000 MAROC; (lazreq@uca.ac.ma)

Résumé. L'étude micropaléontologique sur des échantillons calcaires provenant de Koudiat Laabid (Jbel Guéliz, Marrakech) a permis de découvrir pour la première fois des conodontes. Leur analyse permet d'attribuer, avec sûreté, l'âge famennien au Jbel Guéliz et de mettre en évidence l'existence du Famennien au prolongement sud des Jebilet Centrales. Les conodontes se caractérisent par une altération très importante de la texture et de la couleur avec des CAI allant de 5 à 8 et une silicification avancée. Celle-ci est en relation avec la combinaison du métamorphisme régional hercynien et de contact engendré par les granites tardi-Carbonifères des Jebilet centrales. A la base de la coupe du Jbel Guéliz, les calcaires ont fourni une faune de conodontes relativement riche traduisant un milieu marin profond. De la partie médiane jusqu'au sommet de la colline, le faciès montre une tendance régressive qui se traduit par l'installation de prairies à crinoïdes et un appauvrissement net du nombre de conodontes.

Mots clés : Conodontes, Famennien, CAI, silicification, Jbel Guéliz, Jebilet Centrales.

Abstract. The micropaleontological study on limestones samples from Koudiat Laabid (Jbel Gueliz, Marrakech) has revealed for the first time some conodonts. Their analysis allowed, with certainty, the Famennian age at Jbel Gueliz and highlighted the existence of the Famennian in Central Jebilet. These conodonts are characterized by a very significant alteration of texture and of colour with CAI from 5 to 8 and by an advanced silicification in relation with the double metamorphism, one regional and the other of contact by late Carboniferous granites of central Jebilet. The basal section limestones of Jebel Gueliz provided a relatively rich conodont's fauna translating a deep marine environment. From the middle portion to the top of the hill, the facies shows a regressive trend resulting in the installation of crinoid's meadows and a net loss in the number of conodonts.

Keywords: Conodonts, Famennian, CAI, silicification, Jbel Gueliz, Central Jebilet.

Abridged English version

The objective of this study is to clarify the stratigraphic position of the Koudiat Laabid (Jbel Gueliz in Marrakech, south of Central Jebilet, Morocco) outcrops (Fig. 1). This Koudiat oriented NNE-SSW is located at the NE of Jbel Gueliz. (Fig. 2). The outcrop contains shale series with gray lenticular massive limestone beds at the base, vacuolar quartzite, metamorphic limestones, siliceous beds and dark massive limestones forming the crest of the hill (Figures 2 and 3). Hercynian ductile deformation and metamorphism affect the entire outcrop (Ouanaimi 2011). Although they are metamorphic, all limestone levels have been sampled and treated for conodont research. More than twenty samples were taken, only seven of which have yielded conodonts in a very poor state of

conservation. However, they revealed for the first time some conodonts with only 5 determinable species of *Palmatolepis*. They are *Palmatolepis triangularis* SANNEMANN, 1955, *Palmatolepis glabra pectinata* ZIEGLER, 1960, *Palmatolepis tenuipunctata* SANNEMANN, 1955, *Palmatolepis m. minuta* BRANSON & MEHL, 1934 and *Palmatolepis termini* SANNEMANN, 1955 (Tab. 1). Their analysis allowed, with certainty, the Famennian age at Jbel Gueliz and highlighted the existence of the Famennian in (southern part) Central Jebilet. It corresponds to the interval between the *m. minuta* zone (Spalletta *et al.* 2017) and the *glabra pectinata* zone (Spalletta *et al.* 2017) of lower Famennian.

In order to evaluate the thermal maturity conditions affecting Jbel Gueliz, we have determined the "Color Alteration Index" (CAI) of the conodonts from the Koudiat Laabid. They have values of CAI

between 5 and 8 corresponding to temperatures ranging from 300° C to more than 600° C. Except for the G8 sample, within the same sample, the conodonts are not uniformly altered and show varying CAI (Fig. 3).

The conodonts of Koudiat Laabid are very deformed and present a very degraded aspect of the morphological characters, they have been more or less silicified. Their silicification is probably related

to the intensity of the hydrothermal activity via the fluids rich in silica by the acid-base magmatism (Huvelin 1977) (Fig. 4).

Limestones at the base of the section provided a relatively rich conodont's fauna translating a deep marine environment. From the middle portion to the top of the hill, the facies shows a regressive trend resulting in the installation of crinoid's meadows and a net loss in the number of conodonts.

INTRODUCTION

Le but de cette étude est de préciser la position stratigraphique des affleurements de Koudiat Laabid à Marrakech qui fait partie du chaînon de Jbel Gueliz (au sud des Jebilet Centrales) (Fig. 1). Celui-ci est constitué d'une succession de quatre collines qui correspondent à des "îlots" de terrains paléozoïques qui surgissent au sein de la couverture plio-quaternaire de la plaine du Haouz central au Sud du massif des Jebilet Centrales, prolongement méridional de la chaîne varisque de la Meseta sud-occidentale (Fig. 2). Les collines de Jbel Guéliz d'orientation NNE-SSW, forment le flanc Est d'une structure synclinale dont la fermeture est visible au sud au niveau du quartier Guéliz (Ouanaimi 2011).

Son exhumation est sans doute liée aux compressions atlasiques (Ouanaimi & Ait Tahar 2011).

Malgré sa proximité de la ville de Marrakech, ces affleurements n'ont fait l'objet d'aucun travail détaillé, hormis quelques monographies de fin d'études (Bouari 2016). Les descriptions stratigraphiques, pétrographiques et structurales font encore défaut ainsi que l'intégration de ces affleurements au sein des domaines hercyniens sud-mésétiens. L'âge dévonien attribué à ces affleurements remonte à Moret (1931), sans preuves paléontologiques. Cet âge est discuté par Ouanaimi (2011) qui souligne la similitude entre les terrains métamorphiques de Jbel Guéliz et ceux des Jebilet Centrales, au voisinage du granite de Tabouchent-Bramram et dans la région de Sidi Bou Othmane, et qui seraient d'âge viséen d'après Huvelin (1976).

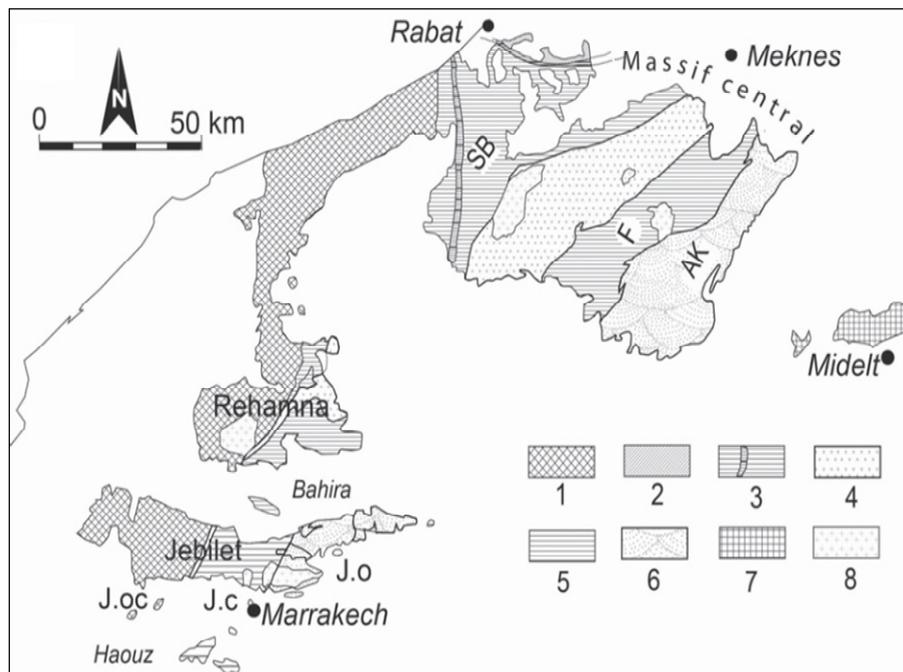


Figure 1. Localisation du Jbel Guéliz et du massif des Jebilet dans le cadre des domaines hercyniens du Maroc (d'après Hoepffner *et al.* 2005) ; 1: bloc côtier ; J. oc: Jebilet occidentales ; 2: zone de Sehoul ; 3: synclinorium occidental ; SB: bassin de Sidi Bettache ; 4: anticlinorium médian ; 5: synclinorium oriental ; J. C: Jebilet centrales ; 6: anticlinorium oriental et zone de transition ; J.O: bassin des Jebilet orientales ; AK: bassin d'Azrou-Khénifra ; 7: zone de Midelt ; 8: granites hercynien.

Figure 1. Location of the Jbel Gueliz and the Jebilet massif in the Hercynian domains of Morocco (after Hoepffner *et al.* 2005); 1: coastal block; J. oc: Western Jebilet; 2: Sehoul area; 3: western synclinorium; SB: Sidi Bettache basin; 4: median anticlinorium; 5: oriental synclinorium; J. C: Central Jebilet; 6: eastern anticlinorium and transition zone; J.O: Eastern Jebilet Basin; AK: Azrou-Khénifra basin; 7: Midelt area; 8: Hercynian granites.

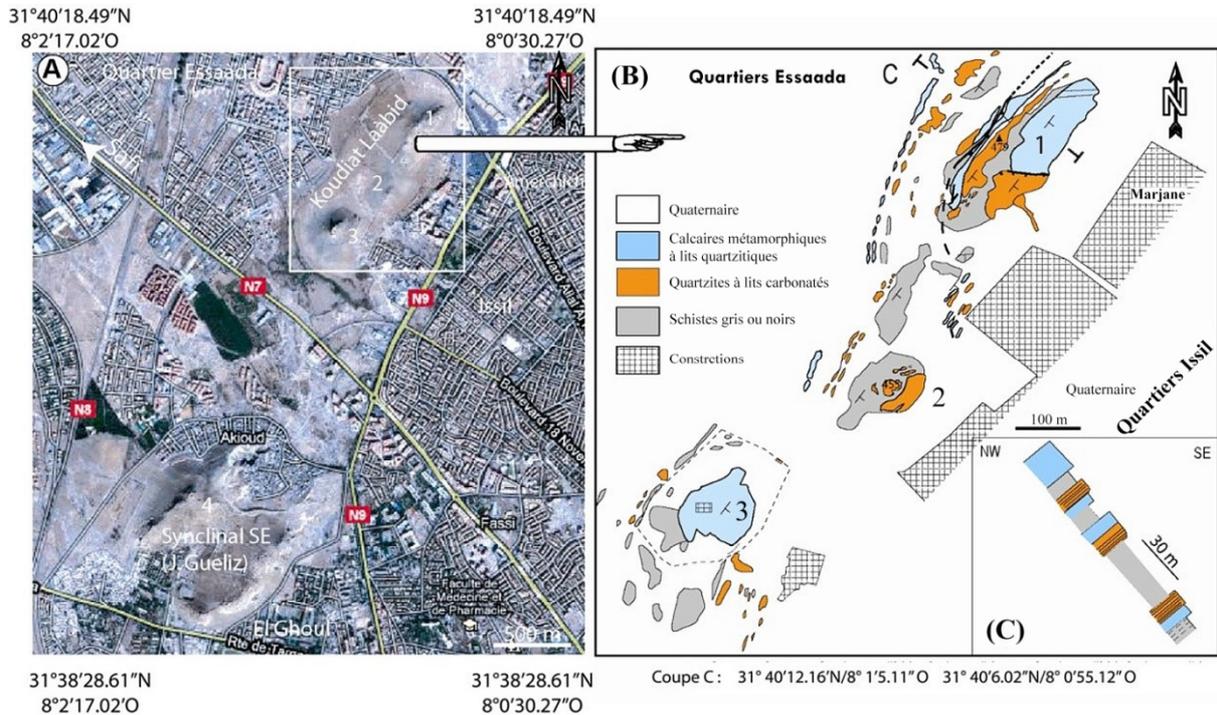


Figure 2. Le chaînon varisque du Jbel Guéliz à Marrakech d'après Ouanaïmi (2011). ; A : Image satellite (Google maps) de la partie NW de la ville de Marrakech avec le chaînon et ses quatre collines (1 à 4) ; B : schéma structural des Koudiat Laabid (collines 1 à 3) ; C : Localisation des niveaux calcaires échantillonnés de la coupe NW-SE de la Koudiat 1.

Figure 2. The Variscan chain of the Jbel Guéliz in Marrakech after Ouanaïmi (2011); A: Satellite image (Google maps) of the NW part of Marrakech town with the chain and its four hills (1 to 4); B: structural scheme of Koudiat Laabid (hills 1 to 3); C: Localization of the sampled limestone levels of the NW-SE section of Koudiat 1.

Soulignons enfin que les affleurements de Jbel Guéliz constituent un patrimoine géologique en péril. L'expansion anarchique du domaine urbain de la ville de Marrakech rend de plus en plus difficile l'accès à ces affleurements, d'où la nécessité urgente d'y effectuer un maximum d'étude et de lancer un programme de préservation de ce patrimoine géologique.

CONTEXTE GEOLOGIQUE

La colline de Koudiat Laabid, orientée NNE-SSW, se situe à l'extrémité NE de Jbel Guéliz (Fig. 2). Elle a une altitude maximale de 480 m, une longueur moyenne de 464 m et une largeur approximative de 343 m. A la base de son versant nord-ouest, de nouveaux travaux de construction ont permis d'exposer des lentilles de calcaires massifs intercalés dans des schistes. L'affleurement étudié correspond au flanc nord-ouest où s'observe une série schisteuse au sein de laquelle s'intercalent des bancs calcaires lenticulaires gris massifs à la base, des quartzites vacuolaires, des calcaires métamorphiques à lits siliceux, des calcaires métamorphiques à lits quartzitiques et des calcaires métamorphiques sombres massifs formant la crête de la colline (Figures 2 et 3). La série présente un pendage moyen de 50° vers l'Est et le Sud-Est. Le flanc sud-est une surface structurale sombre fracturée présentant une pente forte. Une déformation hercynienne ductile affecte l'ensemble

de l'affleurement. Elle est matérialisée par une intense déformation ductile à vergence ouest se manifestant par des plissements, du développement d'une schistosité NE-SW parallèle ou sub-parallèle à la stratification, de boudinages, et des structures d'écoulement dans les marbres (Ouanaïmi 2011).

COMPOSITION DE LA FAUNE

Position biostratigraphique

Bien qu'ils soient métamorphiques, tous les niveaux calcaires ont été échantillonnés et traités pour la recherche des conodontes. Plus d'une vingtaine d'échantillons ont été prélevés dont seulement sept (Tab. 1) ont livré des conodontes dans un très mauvais état de conservation. Dans tout le matériel récolté des échantillons favorables, les individus ayant conservé leur morphologie et donc déterminables, correspondent à 5 espèces de *Palmatolepis*. Il s'agit de *Palmatolepis triangularis* SANNEMANN, 1955, *Palmatolepis glabra pectinata* ZIEGLER, 1960, *Palmatolepis tenuipunctata* SANNEMANN, 1955, *Palmatolepis m. minuta* BRANSON & MEHL, 1934 et *Palmatolepis termini* SANNEMANN, 1955. Elles se situent dans l'intervalle compris entre la zone à *m. minuta* (Spalletta *et al.* 2017) et la zone à *glabra pectinata* (Spalletta *et al.* 2017) du Famennien inférieur dont la zonation fine n'a pas pu être établie

Tableau 1. Répartition des conodontes dans les échantillons favorables de Koudiat Laabid (Gueliz, Marrakech).
 Table 1. Distribution of conodonts in the favorable samples of Koudiat Laabid (Gueliz, Marrakech).

Conodontes récoltés	G1	G2	G4	G5	G6	G8	G11
<i>Palmatolepis triangularis</i>				1	3		4
<i>Palmatolepis m. minuta</i>						1	1
<i>Palmatolepis termini</i>						2	
<i>Palmatolepis glabra pectinata</i>	2						
<i>Palmatolepis tenuipunctata</i>	3			2	1		3
<i>Polygnathus sp.</i>	3						
Individus de <i>Palmatolepis</i> incomplets	18	6		3	2	3	11
Individus de <i>Polygnathus</i> incomplets	3				2		1
Conodontes fragmentaires	35		5	13	4	3	19
Total	64	6	5	19	12	9	39

Tableau 2. Valeurs de l'indice de l'altération de la couleur des conodontes en fonction de la température (inspiré de Epstein *et al.* (1977), Rejebian *et al.* (1987), Königschof (2003) et de Garcia-Lopez *et al.* (1997)).

Table 2. Values of the index of the color alteration of the conodonts according to the temperature (inspired by Epstein *et al.* (1977), Rejebian *et al.* (1987), Königschof (2003) and Garcia *et al.* (1997)).

CAI	Température °C	Couleur des conodontes	Etat du carbone dans les conodontes	Métamorphisme
1	50-80	Jaune pâle à marron		
1,5	50-90			
2	60-140	Jaune pâle à marron	Carbone fixé	Diagénèse
3	110-200			
4	190-300			
5	300-400	Noir		Anchizone
6	350-435	Gris		
6,5	425-500	Gris clair	Carbone volatilisé	Epizone
7	480-600	Blanc opaque		
8	>600	Translucide-cristal		

à cause de la rareté des conodontes par échantillon. Néanmoins, il s'agit de la découverte de conodontes pour la première fois, dans la colline de Koudiat Laabid permettant de la dater avec précision et mettre en évidence l'existence du Famennien au sud des Jebilet Centrales. Au total 154 individus dont 79 fragmentaires ont été récoltés (Tab. 1).

Indice d'altération de couleur des conodontes (CAI)

Les conodontes récoltés à Koudiat Laabid (Guéliz, Marrakech) se caractérisent par une altération modérée à forte de la couleur et de la texture. Ils présentent des couleurs variant du noir, gris, blanc à blanc cristallin (translucide). Le changement de couleur est dû à une carbonisation de la matière organique présente dans le conodonte. Epstein *et al.* (1977), Rejebian *et al.* (1987) et Königschof (2003), ont établi une charte d'indices de l'altération de couleur des conodontes « Color Alteration index » (CAI) en fonction de la température subie par la roche qui les renferme (Tab. 2). D'après les travaux de Garcia-Lopez *et al.* (1997), le CAI 4 coïncide avec la transition diagénèse-

anchizone et le CAI 5,5 correspond à la transition vers l'épizone (Tab. 2).

Afin d'évaluer les conditions de maturité thermique affectant Jbel Guéliz, nous avons déterminé les CAI des conodontes provenant des prélevés dans les strates de Koudiat Laabid. Ils présentent des valeurs de CAI, comprises entre 5 et 8 correspondant à des températures variant de 300°C à plus de 600°C. Excepté l'échantillon G8, au sein d'un même échantillon, les conodontes ne sont pas uniformément altérés et montrent des CAI qui varient (Fig. 3). A la base de la coupe de Koudiat Laabid s'observent des valeurs de CAI qui varient de 5 à 6,5 correspondant aux températures allant de 300°C à 500°C (Fig. 3, Tab. 2). L'échantillon G1 contient 50% de CAI 5, 33% de CAI 6 et 17% de CAI 6,5. A 60m plus haut, les CAI de l'échantillon G5 oscillent de 6 à 6,5. Alors qu'une augmentation progressive de CAI est observée à partir de la partie médiane de la coupe (échantillon G6) en allant vers le sommet dont les valeurs varient de 6,5 à 8. Vers le sommet, l'échantillon G8 fait exception et correspond à 100% de CAI 8.

Age	Lithologie	CAI des conodontes				
		5	6	6,5	7	8
Famennien inférieur	G11 Calcaires métamorphiques sombres Schistes à lits quartzitiques			18%	20%	62%
	G8 Quartzites vacuolaires à lits carbonatés Calcaires métamorphiques à lits quartzitiques					100%
	G6 G5 Calcaires métamorphiques à lits siliceux Quartzites vacuolaires		69,5%	30,5%	8%	57%
	30 m Schistes					
	G4 G1 Quartzites Calcaires lenticulaires	56%	32%	12%		
	0 m	50%	33%	17%		

⊗ : crinoïdes ⚡ : conodontes

Figure 3. La lithologie et le CAI des conodontes de Koudiat Laabid (Jbel Guéliz, Marrakech)
 Figure 3. The lithology and the CAI of the conodonts of Koudiat Laabid (Jbel Gueliz, Marrakech)

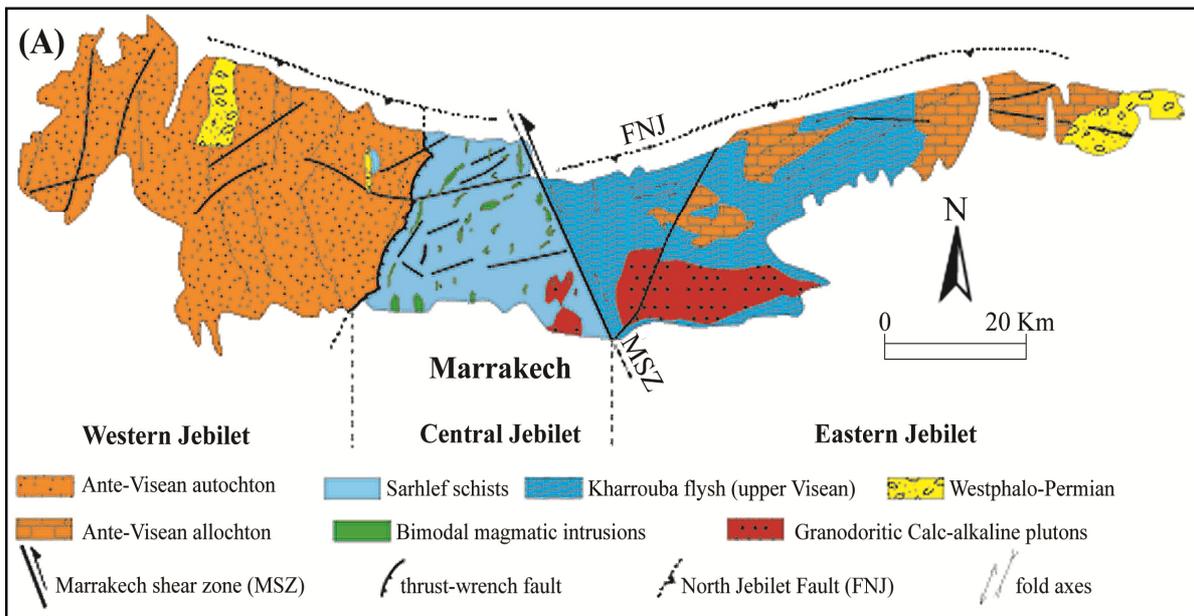


Figure 4. Carte géologique simplifiée du massif des Jebilet (modifiée d'après Huvelin, 1972).
 Figure 4. Simplified geological map of the Jebilet massif (modified after Huvelin, 1972).

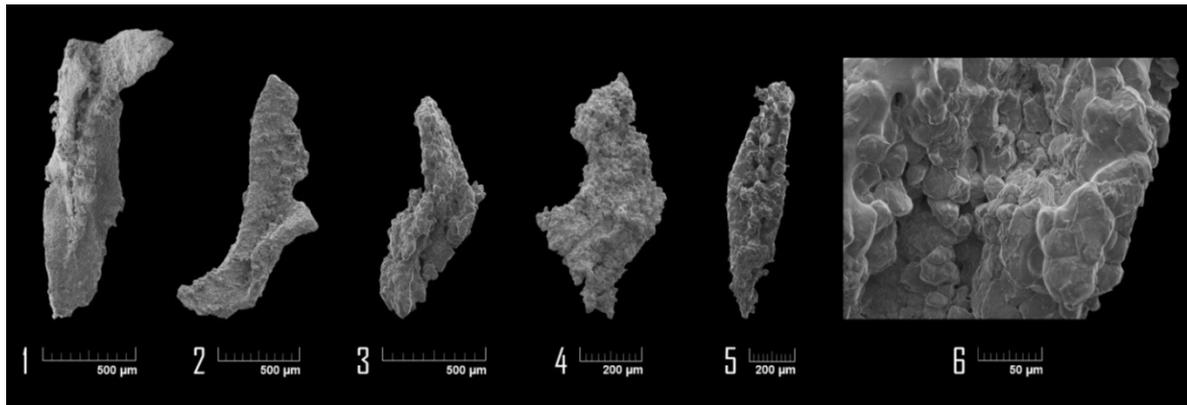


Figure 5. Les conodontes de Koudiat Laabid (Jbel Gueliz, Marrakech). 1,2: *Palmatolepis glabra pectinata* ZIEGLER ; 1 : vue orale, (éch. G1, 500 μ m) ; 2 : vue latérale, (éch. G1, 500 μ m) ; 3 : *Palmatolepis termini* SANNEMANN, vue orale, 4 : *Palmatolepis tenuipunctata* SANNEMANN; vue orale, (éch. G1, 200 μ m) ; 5 : *Polygnathus* sp, vue orale, (éch. G1, 200 μ m) ; 6 : détail de la texture de *Palmatolepis termini* (n°3, éch. G8, 50 μ m).

Figure 5. The conodonts of Koudiat Laabid (Jbel Gueliz, Marrakech). 1,2: *Palmatolepis glabra pectinata* ZIEGLER; 1: oral view, (G1, 500 μ m) ; 2: side view, (G1, 500 μ m); 3: *Palmatolepis termini* SANNEMANN, oral, 4: *Palmatolepis tenuipunctata* SANNEMANN; Oral (G1, 200 μ m); 5: *Polygnathus* sp, oral (G1, 200 μ m); 6: detail of the texture of *Palmatolepis termini* (n° 3, G8, 50 μ m).

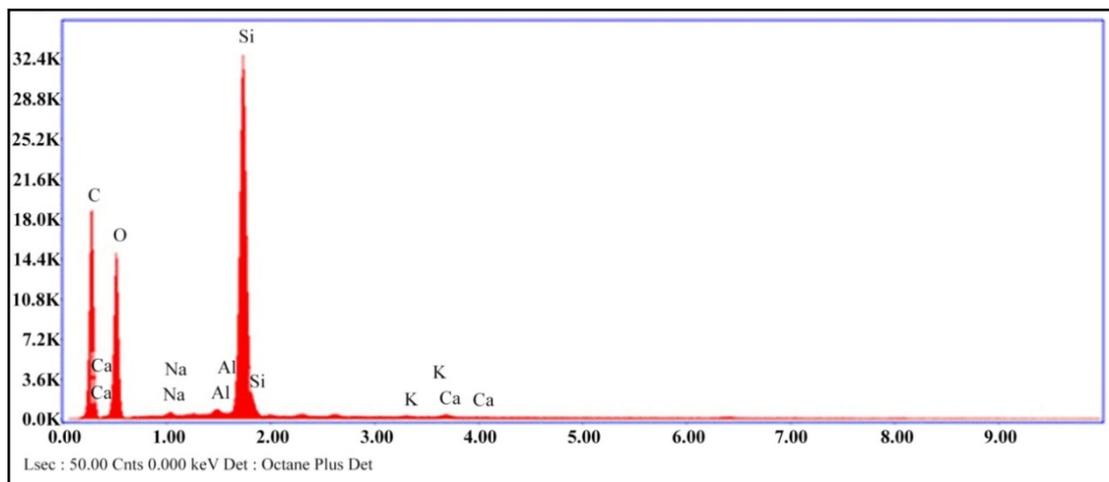


Figure 6. Analyse chimique par le microscope électronique à balayage de *Palmatolepis termini* ZIEGLER (Fig. 5, n° 10).
Figure 6. Chemical analysis by scanning electron microscope of *Palmatolepis termini* ZIEGLER (Fig. 5, n°. 10).

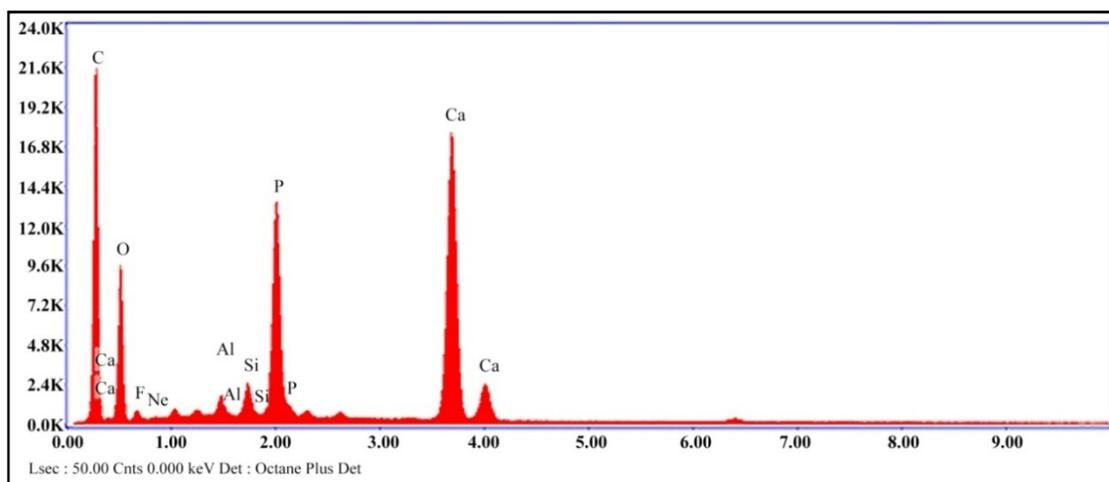


Figure 7. Analyse chimique par le microscope électronique à balayage du *Polygnathus* sp. (Fig. 5 , n° . 5).
Figure 7. Scanning electron microscopy of *Polygnathus* sp. (Fig. 5, n°. 5).

L'altération des conodontes de Koudiat Laabid (Jbel Guéliz) s'explique par sa localisation au sud des Jebilet Centrales, domaine schistosé et fortement métamorphisé par "la combinaison" d'un métamorphisme régional de degré épizonal à mésozonal et par un métamorphisme de contact créé par la mise en place des granitoïdes hercyniens des Jebilet Centrales (Huvelin 1972 et 1977) (Fig. 4). Les conditions P-T sont estimées à environ 3 Kbar, 500-550°C (Lahfid *et al.* 2005). Les calcaires métamorphiques (les skarn) et les quartzites de Koudiat Laabid sont le résultat du métamorphisme de contact avec des conditions de haute température et de basse pression. De même, notre secteur est dans le prolongement de la zone de cisaillement hercynien de Sidi Bou Othmane, séparant les Jebilet orientales et les Jebilet Centrales (Lagarde & Choukroune 1982).

L'échantillon G8 qui renferme une faune de conodontes essentiellement translucide à l'état cristallin, présente un indice d'altération de couleur plus élevé (CAI 8) correspondant à une température qui dépasse 600° d'après Rejebian *et al.* (1987). Ceci est en liaison avec un filon de dolérite qui traverse la coupe, près des bancs calcaires métamorphiques où l'échantillon a été prélevé. Notons que globalement, une augmentation du CAI s'opère du Nord Ouest vers le Sud Est de la colline. Ceci serait en relation avec une diminution de la profondeur de l'intrusion granitique, comme l'a démontré Königschof (1991) dans une coupe des Montagnes du Harz (Allemagne).

Silicification des conodontes

Les conodontes sont des organites composés en phosphate de calcium, apatite carbonatée proche de la francolite et ayant une densité 2,84 à 3,10 g/cm³. La formule représentative de la composition chimique donnée par Pietzner *et al.* (1968) est : Ca₅ Na_{0,14} (PO₄)_{3,01} (CO₃)_{0,16} F_{0,73} (H₂O)_{0,85}.

Les conodontes de Koudiat Laabid sont très déformés et présentent un aspect très dégradé des caractères morphologiques, ils ont été plus ou moins silicifiés. Leur silicification est probablement liée à l'intensité de l'activité hydrothermale via les fluides riches en silice par le magmatisme acide-basique (Huvelin 1977) (Fig. 4). Tous les conodontes ne sont pas également silicifiés, ni même toutes les parties du conodonte. Certains individus présentent un état de silicification très avancée, les défigurant et détruisant leurs caractères morphologiques rendant impossible leur détermination systématique. Parfois, une croûte siliceuse recouvre le conodonte. Dans la figure 5, sont illustrés les individus de conodontes les mieux préservés.

La figure 6 correspond à l'analyse chimique au microscope électronique à balayage à haute résolution du conodonte totalement cristallin, *Palmatolepis termini* SANNEMANN, 1955 (Figures 5, n° 6) montrant la prédominance de la silice. Peu de conodontes conservent leur composition minérale

primitive comme le montre l'analyse chimique de *Polygnathus sp.* (Fig. 5, n°5) provenant de la base de la coupe et contenant encore de la matière organique et très peu de silice (Fig. 7).

ESSAI DE PALEOGEOGRAPHIE

Notons la présence, dans les résidus de décalcification, d'articles de crinoïdes très recristallisés qui deviennent de plus en plus nombreux vers le haut de la coupe à partir de G5. Dans les échantillons prélevés dans la crête de la colline, les crinoïdes sont très abondants. Tandis que les conodontes, relativement bien développés à la base diminuent progressivement à partir de la partie médiane de la coupe. Les conodontes témoignent d'un mode vie nectonique dans des domaines néritiques et pélagiques. Cependant, les prairies de crinoïdes se développent de préférence dans les milieux d'agitation modérée, situées sous la zone d'action des vagues (Rat & Amiot 1979). Ainsi, à partir de la partie médiane de la coupe, les crinoïdes abondants dans les résidus de décalcification, reflètent à la fois la proximité des prairies de crinoïdes et des édifices récifaux ou de bioconstructions. Alors qu'au sommet, la totale dominance du résidu par les crinoïdes correspond probablement aux barrières crinoïdiques formées dans la zone littorale soumise au déferlement des vagues. L'appauvrissement en conodontes et la totale dominance des crinoïdes montrent une tendance régressive du bas vers le haut de la série. Le milieu de dépôt du Famennien inférieur de Koudiat Laabid correspond à un milieu marin profond qui évolue au cours du temps vers une plateforme littorale.

CONCLUSION

L'étude micropaléontologique des conodontes de Koudiat Laabid (Jbel Guéliz) a permis d'identifier des espèces appartenant à l'intervalle stratigraphique compris entre la zone à *m. minuta* (Spalletta *et al.* 2017) et la zone à *glabra pectinata* (Spalletta *et al.* 2017) et de mettre en évidence l'existence du Famennien inférieur dans les Jebilet Centrales (partie sud). Le milieu de dépôt des unités lithologiques de Koudiat Laabid est un environnement marin relativement profond à la base tendant vers une régression au cours du temps avec installation de prairies de crinoïdes correspondant à la crête de calcaires massifs crinoïdiques.

Le mauvais état de conservation des conodontes, leur silicification et les valeurs de l'indice d'altération de leur couleur, confirment les effets thermiques liés à la combinaison du métamorphisme régional hercynien et de contact engendré par la mise en place des granitoïdes des Jebilet Centrales. Ils sont aussi en rapport avec des déformations régionales durant les compressions hercyniennes et aussi le magmatisme doléritique varisque.

Remerciements

Les photos de conodontes du présent travail ont été prises au Centre d'Analyses et de Caractérisation de la Faculté des Sciences Semlalia (CAG). Je remercie en particulier le Professeur Abdelkader Outzoughrit pour sa grande disponibilité. Les évaluateurs anonymes sont remerciés pour leurs remarques et suggestions.

Références

- Bouari A. 2016. *Etude géologique de Jbel Guéliz (Jebilet, Marrakech)*. Master Spécialisé d'Enseignement. Ecole Normale Supérieure, Université Cadi Ayyad, Marrakech, 68p.
- Branson E. B. & Mehl M. G. 1934. Conodonts from the Grassy Creek Shale of Missouri. *University of Missouri Studies*, 8, 171-259.
- Epstein A. G., Epstein J.B. & Harris L.D. 1977. conodont colour Alteration, an index to organic metamorphism. *U.S. geological Survey, Professional Paper*, Washington, 995, 27p.
- Garcia-Lopez S., Brime C., Bastida F. *et al.* 1997. Simultaneous use of thermal indicators to analyse the transition from diagenesis to metamorphism: an example from the Variscan Belt of northwest Spain. *Geological Magazine*, 134 (3), 323-334.
- Hoepffner C., Soulaïmani A. & Piqué A. 2005. The Moroccan hercynides. *Journal of African Earth Sciences*, 43, 144-165.
- Huvelin P. 1972. Carte géologique et des minéralisations des Jebilet centrales au 1/100 000. *Notes & Mémoires du Service Géologique du Maroc*, 232a.
- Huvelin P. 1977. Etude géologique et géologique du massif hercynien des Jebilet (Maroc occidental). *Notes & Mémoires du Service Géologique du Maroc*, 232 bis, 308p.
- Königshof P. 1991. Conodont colour alteration adjacent to a granitic intrusion, Harz Mountain. *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie*, Abhandlungen, 2, 84-90.
- Königshof P. 2003. Conodont deformation patterns and textural alteration in Paleozoic conodonts : examples from Germany and France. *Senckenbergiana Lethaea*, 83 (1/2), 149-156.
- Lagarde J.L. & Choukroune P. 1982. Cisaillement ductile et granitoïdes syntectoniques : l'exemple du massif hercynien des Jebilet (Maroc). *Bulletin de La Société Géologique de France*, t XXIV. 2, 389-395.
- Lahfid A., Saddiqi O., Goffé B. *et al.* 2005. Première occurrence du staurotite dans le massif hercynien des Jebilet (Meseta marocaine): signification régionale. *Colloque International 3MA*, Agadir, Abstract, p53.
- Moret L. 1931. Recherches dans l'Atlas de Marrakech. *Notes & Mémoires du Service Géologique du Maroc*, 262p.
- Ouanaimi H. 2011. Nouveaux guides géologiques et miniers du Maroc. Haut Atlas de Marrakech, circuit Guéliz-Ourika. *Notes & Mémoires du Service Géologique du Maroc*, 557, 91-108.
- Ouanaimi H. & Ait Taher M. 2011. Les collines de Guéliz-Koudiat Lâabid (Marrakech) : un musée géologique à préserver. *First international Conference Arabian and African Geoparks*, El Jadida, p147.
- Pieztner H., Vahl, J., Werner H. *et al.* 1968. Zur chemischen Zusammensetzung und Mikromorphologie der conodonten. *Paleontographica*, Stuttgart, 128, 4-6, 115-152.
- Rat P. & Amiot M. 1979. Dispositifs sédimentaires crinoïdiques dans le «Calcaire à entroques» de Bourgogne (Bajocien moyen). *Association des Sédimentologues Français, Spéciale. Publication*, 1, 85-97.
- Rejebian V.A., Harris A.G. & Huebner J.S. 1987. Conodont color and textural alteration: an index to regional metamorphism, contact metamorphism, and hydrothermal alteration. *Geological Society of America Bulletin*, Tulsa, 99, 471-179.
- Sannemann D. 1955. Oberdevonische Conodonten (to Iialpha). *Senckenbergiana lethaea*, 36, 123-156.
- Spalletta C., Perri M. C., Over DJ. *et al.* 2017. Famennian (Upper Devonian) conodont zonation : revised global standard. *Bulletin of Geosciences*, 92, 1, 31-57.
- Ziegler W. 1962. Taxionomie und Phylogenie Oberdevonischer Conodonten und ihre stratigraphische Bedeutung. *Hessischen Landesamtes für Bodenforschung*, Abhandlungen, 38, 166p.

Manuscrit reçu le 31/03/2017

Version révisée acceptée le 13/12/2017

Version finale reçue le 27/12/2017

Mise en ligne le 28/12/2017