

LITHOSTRATIGRAPHIE ET ANALYSE STRUCTURALE. À PROPOS DE LA MISE EN ÉVIDENCE DU CAMBRIEN DANS LA RÉGION DU SEUIL DE L'OUED NAMOUS (SAHARA NORD-OCCIDENTAL)

Philippe LEGRAND*

RÉSUMÉ

Lithostratigraphie et analyse structurale sont indissociables. Ceci s'applique au forage AMg1 (Seuil de l'Oued Namous, Sahara Nord-occidental) où un article récent (Vecoli et *al.*, 2008) fait état de l'intéressante découverte d'acritarches d'âge cambrien, venant confirmer ce qui n'était qu'une hypothèse. Il n'est pas question de remettre en cause ces résultats. Par contre, le Seuil de l'Oued Namous n'appartenant pas au même ensemble structural que les Monts d'Ougarta, la position géographique du forage AMg1 n'autorise pas à y voir un possible complément d'information sur le Cambro-Ordovicien des Monts d'Ougarta ni un lien entre ces Monts d'Ougarta et l'Anti-Atlas oriental dont seul le Cambrien était daté à ce jour. Il n'y a aucune raison et même un risque à utiliser l'échelle lithostratigraphique des Monts d'Ougarta pour décrire ce forage, d'autant qu'il existe une échelle propre à la région du Sahara Nord-occidental. Des problèmes chronostratigraphiques sont ainsi posés sans pouvoir être résolus. Il convient de laisser aux Monts d'Ougarta leur spécificité qui s'est manifestée au cours des temps.

Mots-clefs - Suture panafricaine - Cambrien - Monts d'Ougarta - Seuil de l'Oued Namous

LITHOSTRATIGRAPHY AND STRUCTURAL ANALYSIS. ABOUT THE DISCOVERY OF CAMBRIAN IN THE COUNTRY OF THE OUED NAMOUS THRESHOLD.

ABSTRACT

Lithostratigraphy and structural analysis are indissociable. This applies to the borehole AMg1 (Oued Namous threshold) where a recent paper (Vecoli and *al.*, 2008) informs us of the interesting discovery of acritarchs attributed to Cambrian. The Oued Namous threshold is not a part of the same structural unit as the Ougarta Mountains. The current hypotheses are reminded. The geographical location of the borehole AMg1 is not sufficient in itself for a possible complement to the Cambro-Ordovician of the Ougarta Mountains or a link between the Ougarta Mountains and the Western Anti-Atlas. One cannot apply to this borehole the lithostratigraphy of the Ougarta Mountains. Moreover, there is a lithostratigraphic column proper to the North-Western Sahara. There is a risk to pose chronostratigraphic problems that will be difficult to solve. It is suitable to leave to the Ougarta Mountains their specificity.

Keywords - Pan-African suture - Cambrian - Ougarta Mountains - Oued Namous Threshold.

*Géologue Consultant. 216, cours Général de Gaulle. F33170 Gradignan, France.
- *Manuscrit déposé le 16 Mai 2010, accepté après révision le 28 Décembre 2010.*

ABRIDGED VERSION

Lithostratigraphy and structural analysis are indissociable. This applies to the borehole AMg1 (Oued Namous threshold) where a recent paper (Vecoli *et al.*, 2008) informs us of the interesting discovery of acritarchs attributed to Cambrian. It is out of the question to challenge these results. However, it seems that the structural framework and the geographic location of the AMg1 borehole are not sufficient in themselves for a possible complement to the Cambro-Ordovician of the Ougarta Mountains or a link between the Ougarta Mountains and the Western Anti-Atlas. One cannot apply to the borehole the lithostratigraphy of the Ougarta Mountains unless one wants to create some unnecessary confusion.

THE STRUCTURAL FRAMEWORK (FIGURES 1-2)

The Bechar region and the Ougarta Mountains of Algeria have a complicated structural history largely because their origin going back to the Late Precambrian is poorly known. However, the Ougarta Mountains and their extension to the South have been traditionally interpreted as representing the Late Precambrian suture zone between the West African Craton (WAC) and the Tuareg Shield. For a long time, the boundary of the West African Craton (WAC) and the Tuareg Shield was believed to coincide with the Anti-Atlas Major Fault (AAMF) (Leblanc, 1981). However, a recent model by Ennih and Liégeois (2001) places the Northern boundary of the West African Craton North West of the Ougarta Mountains near the Saoura gravimetric anomaly (Bayer and Lesquer, 1978). This would also place the Ougarta Mountains, interpreted as an aulacogene, directly on the WAC.

As for the regions farther to the East, they would be placed on the Saharan Platform (*sensu stricto*), i.e. an hypothetical extension of the Tuareg Shield under the sedimentary cover.

From a structural point of view, in the Algerian Sahara, one can distinguish several structural features from North to South: **1)** south of the South Atlas Fault, is the end of the Anti-Atlas with the

Maider and the Tafilalt, then the Bou Kaïs, Ben Zireg, and Meksem el Aris outcrops; **2)** the Bechar Basin; **3)** farther South, east of the Anti-Atlas Major Fault (Ennih and Liégeois, 2001), are the Ougarta Mountains terminating on the North-West at the Daoura Massif, the Saoura Trough and the Abadla Basin; **4)** finally, farther East and belonging to the Saharan Platform, is the Meharez Threshold, which is separated from the Oued Namous Threshold by the Beni-Abbès-Tamazaïa Structural Saddle and the Basin of the Great Western Erg (fig. 2).

The borehole El Arich el Megta n°1 (AMg1) is located in the North-Western part of the Saharan Platform on the northern border of the Western Grand Erg in the region known as the Oued Namous Threshold. The borehole was drilled in a structural unit other than the Ougarta Mountains and its substrate depends on a cratonic element other than that proposed in the new model.

THE GEOGRAPHICAL AND STRUCTURAL LOCATION OF THE BOREHOLE AMG1

The borehole El Arich el Megta n°1 (AMg1) is 270 km East of the Ougarta Mountains and, consequently, cannot give any information on the Cambro-Ordovician bordering these mountains from which it is separated by several structural units but only on the Cambro-Ordovician of the northwest corner of the Saharan Platform. The location of the borehole is not between the Ougarta Mountains and the Moroccan Anti-Atlas, their junction being only more or less possible through the Daoura Block in the direction of Tafilalt-Maider as suggested by all authors. To find an element of comparison with the borehole, one must go 170 km to the North at Meksem el Aris. A look at the Cambro-Ordovician stratigraphy of this locality shows that its succession differs sensibly from that of the AMg1 borehole.

THE "CAMBRIAN" OF THE AMG1 BOREHOLE (FIGURE 3)

The lithostratigraphy has been defined for the region under consideration for which AMg1 constitutes the type-section for some stratigraphic units (Compagnies pétrolières, 1964).

LITHOSTRATIGRAPHIE ET ANALYSE STRUCTURALE. À PROPOS DE LA MISE EN ÉVIDENCE
DU CAMBRIEN DANS LE RÉGION DU SEUIL DE L'OUED NAMOUS (SAHARA NORD-OCCIDENTAL)

1) The thickness of the Cambro-Ordovician series in AMg1 borehole is of 1.092,00 m, a figure comparable to that at Meksem el Aris (1.110 m) on the Saharan Flexure. It is about half of the 2.150 m of the Cambro-Ordovician Series of the Kheneg et Tlaia section in the Ougarta Mountains. For the strata attributed to the Cambrian, the difference is less important though noticeable (610 m at AMg1 and 800 m at Kheneg et Tlaia).

2) The 2.395,50 m level on the final log has been taken as the basis of the Cambrian and the underlying strata have been attributed to the "Infra-Cambrian" (Intermediate Series). The "Infra-Cambrian" consists of an ensemble of reddish-brown rocks with interspersed conglomerate beds. The 2.395,50 m level has been the object of animated discussions and it is entirely possible that the conglomeratic beds attributed to the "Infra-Cambrian" correspond, in fact, to the basis of the overlying formation or are interbedded in its basal part.

3) Above the 2.395,50 m limit come the formations hypothetically attributed to the Cambrian (Compagnies Pétrolières, 1964). These are:

a) the Hassi Merhimine Sand stone Formation (2.395,50m - 2.018,00m level). Two members are distinguished: a lower one known as the Djorf-Sand-stone (2.395,50m-2.238,50m level) and an upper one called the Hassi Menkel Sand stone (2.238,50m 2.018,00-m level);

b) the El Arich el Megta Sandstone (2.018,00m – 1.789,00m level). The type locality of this formation is the borehole AMg1, where it has been mostly cored. *Skolithos* occurs at several levels, as well as rare inarticulate brachiopods, especially in the upper part, heralding an increasing marine influence.

The use of the lithostratigraphic column for the Ougarta Mountains in the presentation of the palynological results from the borehole AMg1.

As a general rule, long experience has shown that lithostratigraphic columns defined in the field must not be used in describing the lithostratigraphy of boreholes and viceversa, except in the case of very close outcrops, because the physical features

used in the definition of a lithostratigraphic units (geomorphological and sedimentological features on one hand, well logging pictures, mineralogical composition and petrographic texture on the other hand) are usually not the same in defining the top and the bottom of a unit.

Moreover, in the present case, it is difficult to justify the use of a lithostratigraphic column borrowed from another region, i.e. the Ougarta Mountains, and belonging to another structural domain (Gomes Silva *et al.*, 1963; Compagnies Pétrolières, 1964). No reasons for this action are invoked by the authors concerned. The resulting problems are also numerous:

1) The attribution to the Ben Tadjine conglomeratic Beds of strata doubtfully attributed to the Infra-Cambrian results in a correlation based only on the stratigraphic position.

2) From the position of Vecoli and *al.*, (2008) point 0 (this paper), coinciding with depth 2.395,50 m, it appears that, the formation therein named the Sebkh el Melah Formation (= Sebha or Sebkh el Mellah; see the International Stratigraphic Guide, 1994, p. 20) could be the Hassi Merhimine Sandstone Member of the Djorf Sandstone and the formation called the Aïn en Nechea Quartzite by Vecoli and *al.* (2008) in the AMg1 borehole could be the Hassi Menkel Sandstone Member of the Hassi Merhimine Sandstone Formation, plus the Arich el Megta Sandstone Formation (Compagnies pétrolières, 1964). This equivalence is not unusual but it has been proposed in the past in the belief that an important change in facies occurs in the upper part of the sequence (Legrand, 1974, 1985), although an hypothesis to outline a synthesis is not an identity devoid of argument. This seems to be the case here as none of these equivalences has been demonstrated.

3) This approach becomes serious when biostratigraphic data are associated with lithostratigraphic names. If one assumes that one-third of the Djorf sandstone could be Middle Cambrian, based on just one sample, that the Hassi Menkel Sandstone and a part of the El Arich el Megta are Middle Cambrian and the upper part of the El Arich el Megta is Upper Cambrian, one can just say that the supposed Cam-

brian formations of the Ougarta Mountains are supposedly but not demonstrably Cambrian in age. This is not a detail because the Arkosic Sandstone of the Sebkhia el Melah Formation of the Ougarta Mountains is considered to be equivalent to the Upper Precambrian-Lower Cambrian Purple Ahnet Formation, the age of which is based on geochronological data from surface outcrops of Tuareg Shield although it could also be younger. The Arkosic Sandstone is also considered to be equivalent to the Lower Cambrian Formations of the Tafilalt in Morocco (Ouzina section, Anti-Atlas). If care is not taken, one could soon read that the Arkosic Sandstone of the Sebkhia el Melah has been dated Middle Cambrian by palynology, which would be inaccurate in view of its hypothetical lithostratigraphic correlation with the Djorf Sandstone.

4) The presence of Upper Cambrian strata in the Algerian Sahara poses an important paleogeographic problem, due to their paucity in the Moroccan Anti-

Atlas. Their location must also be precisely determined.

5) The differences between the Ordovician Series of the Ougarta Mountains and the Oued Namous Threshold suggest that these regions are stratigraphically distinct, and it is not possible to compensate for the lack of observations in one with data drawn from the other.

The Ougarta Mountains form a particular zone, the individuality of which should be respected. The traces of the suture zone that it covers, although much older, tend to re-appear through the Palaeozoic.

The use of the lithostratigraphy of the Cambro-Ordovician strata of the Ougarta Mountains to describe the borehole AMg1 can lead to negative results in long term by an undue simplification of the problems involved. One has to be careful: errors are difficult to rectify and erase.

Dans l'étude d'une contrée nouvelle, la définition d'une lithostratigraphie propre à la région considérée, constitue la première tâche incombant à des géologues. Ce travail s'exécute concurremment avec la reconnaissance des principaux éléments structuraux qui confère son originalité à cette région. Ces deux domaines, lithostratigraphie et analyse structurale, apparemment éloignés, ne doivent pas être séparés. Faute d'une analyse structurale correcte, une succession lithostratigraphique risque d'être erronée. Réciproquement, l'utilisation adéquate d'une succession lithostratigraphique est limitée à un certain domaine structural pour lequel elle a été construite et son utilisation deviendra dangereuse au-delà.

Un article publié en 2008 (Vecoli et *al.*, 2008) dont nous n'avons eu connaissance que tardivement illustre ce point de vue. Il fait part de l'intéressante découverte d'acritarches, attribués au Cambrien dans le forage d'AMg1 (seuil de l'Oued Namous), venant confirmer une attribution (Rapport de fin de forage de AMg1) qui restait purement hypothétique. Nous ne sommes

pas compétent pour discuter la valeur biostratigraphique de cette découverte, mais c'est sur sa présentation que nous aimerions attirer l'attention. En effet, nous ne pensons pas que le cadre structural et la situation géographique du forage AMg1 permettent de voir dans ce forage un possible complément d'information sur le Cambro-Ordovicien des Monts d'Ougarta ou un lien entre ces Monts d'Ougarta et l'Anti-Atlas oriental, ni autorisent dans l'état actuel des connaissances, à utiliser dans ce forage, la même lithostratigraphie que dans les Monts d'Ougarta, au risque de quelques erreurs.

I. LE CADRE STRUCTURAL (FIGURES 1-2)

Situées en Algérie, les régions de Béchar et des Mont d'Ougarta ont une histoire structurale compliquée, encore mal connue, en grande partie du fait que leur origine remonte au moins au Cambrien terminal. Cependant, les Monts d'Ougarta et leur continuation vers le sud ont été considérés traditionnellement comme la zone de suture au Précambrien terminal entre le Craton

LITHOSTRATIGRAPHIE ET ANALYSE STRUCTURALE. À PROPOS DE LA MISE EN ÉVIDENCE DU CAMBRIEN DANS LE RÉGION DU SEUIL DE L'OUED NAMOUS (SAHARA NORD-OCCIDENTAL)

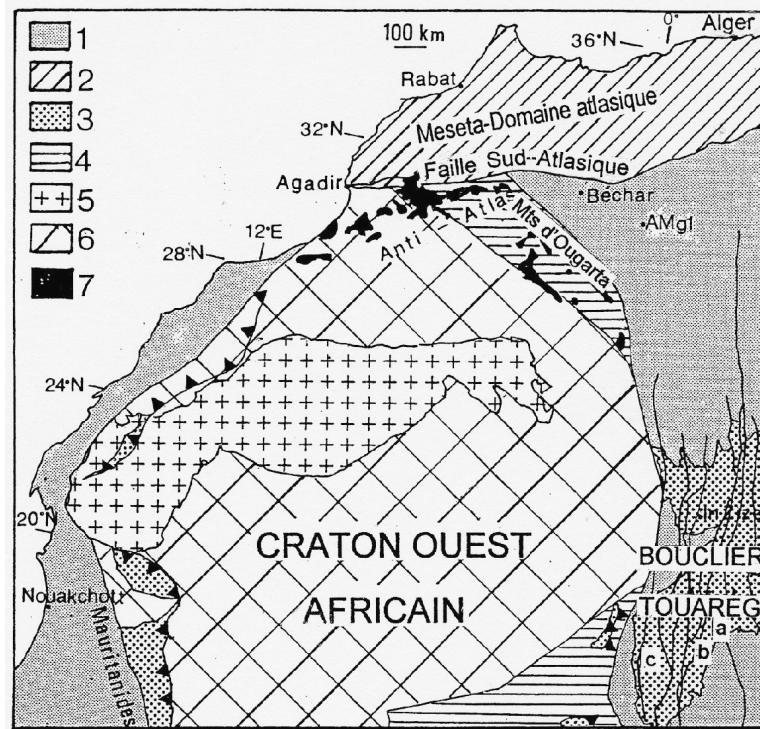


Fig. 1 - Carte de position du Craton Ouest Africain, des Monts d'Ougarta, de la Plateforme Saharienne et du Bouclier Touareg.

Sketch map of the West African Craton, the Ougarta Mountains, the Saharan Platform and the Touareg Shield.

1) - Phanérozoïque peu ou pas déformé (*Undeformed or gently deformed Phanerozoic beds*); 2) - Chaînes Varisque et Alpine (*Variscan and Alpine belts*); 3) - Chaîne panafricaine et "molasses" (*Pan-African belt and "molasses"*); 4) - Aulacogène d'âge Néoprotérozoïque (*Lower Neoproterozoic aulacogen*); 5) - Bouclier Reguibat (*Reguibat Shield*); 6) - Craton Ouest Africain (*West African Craton*); 7.) Affleurements précambriens de l'Anti Atlas et des Monts d'Ougarta (*Precambrian outcrops of the Anti-Atlas and the Ougarta Mountains*). Localités (*Localities*) : a : Tin Srir (*Tin Srir*); b : N'Eridjane (*N'Eridjane*); c : Adrar des Iforas (*Adrar des Iforas*). Carte établie principalement d'après la carte S.N.E.D. (Fabre, 1978), Bayer et Lesquer, 1978 ; Ennih et Liégeois, 2001 et des levés personnels (*Map chiefly drawn after the S.N.E.D. map (Fabre, 1978), Bayer and Lesquer, 1978; Ennih and Liégeois, 2001 and private survey*).

Ouest Africain (West African Craton : WAC) et le Bouclier Touareg. Jusqu'à une date récente, on a supposé que la limite entre le Craton Ouest Africain et le Bouclier Touareg coïncidait avec la Faille Majeure de l'Anti-Atlas (Anti-Atlas major Fault : AAMF) (Leblanc, 1981). Mais un récent modèle (Ennih et Liégeois, 2001, 2008; Fabre, 2005) a proposé de placer la limite septentrionale du West African Craton au Nord-Ouest des Monts d'Ougarta, près de l'Anomalie gravimétrique de la Saoura (Bayer et Lesquer,

1978), plaçant ainsi les Monts d'Ougarta considérés alors comme un aulacogène à cette époque directement au contact du WAC. Par contre, toutes les régions qui sont plus à l'est, devraient être placées sur la Plate-forme saharienne (sensu stricto), c'est à dire une hypothétique extension du Bouclier Touareg sous une couverture sédimentaire. L'ancien tracé de la suture, s'appuyant en particulier sur des arguments géochimiques, conserve toutefois encore ses partisans (Caby, 2010) et quelle que soit la réalité, cela ne fait

que souligner la spécificité des Monts d'Ougarta.

D'un point de vue structural, on peut distinguer dans ces régions du nord au sud :

- 1) au sud de la faille Sud-Atlasique, la terminaison orientale de l'Anti-Atlas avec le Tafilalt et le Maider, puis les affleurements du Bou Kaïs, de Ben Zireg et du Meksem el Aris;
- 2) le bassin de Béchar;
- 3) plus au sud, à l'est de la Faille Majeure Anti-Atlasique (Ennih et Liégeois, 2001, 2008), les Monts d'Ougarta se terminant au nord-ouest par le massif de la Daoura, le Sillon de la Saoura et le Bassin d'Abadla;
- 4) enfin vers l'est et appartenant à la Plate-forme saharienne, le Seuil du Méharez séparé du Seuil de l'Oued Namous par l'ensellement Beni-Abbès-Tamazāïa et le bassin du Grand Erg Occidental.

Le forage El Arich el Megta n°1 (AMg1) fut implanté dans la partie nord-ouest de la Plate-forme saharienne, sur le rebord septentrional du Grand Erg Occidental et plus précisément dans la région désignée comme le Seuil de l'Oued Namous. Comme on le voit, il appartient à une autre unité structurale que les Monts d'Ougarta et son substratum cratonique ne serait pas le même dans le nouveau modèle proposé.

II. LA SITUATION GÉOGRAPHIQUE DE AMG1 (FIGURE 2)

Le forage El Arich el Megta n°1 (AMg1), fut foré par la Société des Pétroles de Valence (Sahara) (S.S.R.P.) de Novembre 1959 à Mai 1960. Il avait comme premier objectif les formations du Cambro-Ordovicien, tandis que les précédents forages dans la région avaient eu pour objectif les formations du Siluro-Dévonien. Ce

forage est situé 270 km à l'est des Monts d'Ougarta et par conséquent ne peut fournir d'information sur le Cambro-Ordovicien bordant ces montagnes dont il est séparé par plusieurs unités structurales (voir ci-dessus), mais seulement sur le Cambro-Ordovicien de la bordure nord-ouest de la Plate-forme saharienne. Ce forage ne peut être regardé comme un trait d'union ainsi qu'il a été écrit entre les Monts d'Ougarta et l'Anti-Atlas Marocain, la jonction étant plus ou moins possible seulement au travers du Massif de la Daoura (Tadout el Berhil) en direction du Tafilalt-Maider comme suggéré par tous les auteurs (Destombes, 1963; Donzeau et Zellouf, 1973; Zellouf, 1987). Pour trouver un élément de comparaison avec ce forage, on doit regarder vers le Meksem el Aris, 170 km au nord (si on exclut la possibilité d'un déplacement latéral le long de la Flexure Saharienne qui reste hypothétique). Un bref examen de la coupe en cette localité, montre que la succession cambro-ordovicienne y est totalement différente.

III. LE CAMBRIEN D'AMG1 (FIGURE 3)

Une lithostratigraphie a été établie pour la région considérée et pour laquelle AMg1 constitue la section-type de certaines unités stratigraphiques de subsurface (Compagnies pétrolières, 1964). Si, à cette époque, il fut jugé nécessaire de définir une nomenclature propre à la région, ce fut précisément parce qu'aucune autre nomenclature stratigraphique ne semblait y être adaptée. Sans entrer dans le détail, en particulier au niveau pétrographique, on doit souligner quelques points.

1) L'épaisseur de la série cambro-ordovicienne à AMg1 atteint 1092 m, valeur comparable à ce qu'elle est au Meksem el Aris (1110 m) sur la Flexure Saharienne mais cette valeur reste douteuse du fait des failles. Elle est moitié moins que dans la coupe du Kheneg et Tlaia dans le nord des Monts d'Ougarta (2150m). Au niveau

LITHOSTRATIGRAPHIE ET ANALYSE STRUCTURALE. À PROPOS DE LA MISE EN ÉVIDENCE DU CAMBRIEN DANS LE RÉGION DU SEUIL DE L'OUED NAMOUS (SAHARA NORD-OCCIDENTAL)

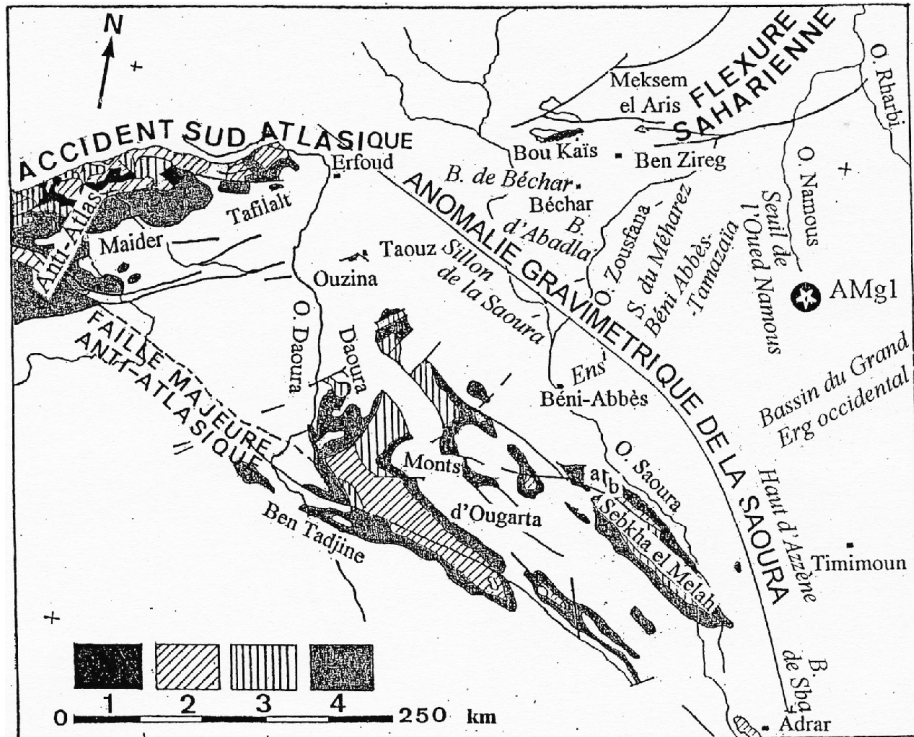


Fig. 2 - Carte de position de l'Anti-Atlas oriental, de la région de Béchar, des Monts d'Ougarta et du Sahara Nord-Ouest. Seuls les affleurements du Précambrien supérieur et du Cambrien sont figurés :

Sketch map of the Eastern Anti-Atlas, the Bechar area, the Ougarta Mountains and the North Western Sahara. Only Upper Precambrian and Cambrian outcrops are figured

1- Granite de l'Anti Atlas oriental (*Eastern Anti-Atlas granite*); 2 - Protérozoïque supérieur (*Upper Proterozoic*); 3 - Formation volcano-clastique tardive (*Late volcano-clastic Formation*); 4- Cambrien (*Cambrian*). En italique, noms des principales structures mises en évidence par sismique et forage (*In italics, the names of the main structures found by seismic survey and drilling*). Sections (*Sections*): a : Aïn ed Dhob (*Aïn ed Dhob*); b : Aïn en Néchea (*Aïn en Nechea*). Carte établie principalement d'après Fabre, 1978; Bayer and Lesquer, 1978; Ennih et Liégeois, 2001 et des levés personnels (*Map chiefly drawn after Fabre, 1978; Bayer and Lesquer, 1978; Ennih and Liégeois, 2001 and private survey*).

des couches attribuées au Cambrien, la différence est moins importante quoique sensible (610 m à AMg1 contre 800 m au Kheneg et Tlaia). Ces différences soulignent qu'il s'agit de bassins différents dont l'histoire n'est pas forcément semblable.

2) La profondeur 2.395,50 m sur le log final est indiquée comme base du Cambrien et les terrains au-dessous ont été attribués à "l'Infra-Cambrien" (appelé aussi "Séries Intermédiaires"). Il s'agit d'un ensemble de roches brun-rouge avec des

passées conglomératiques à galets de roches cristallines et éruptives qui peuvent atteindre 8 cm de long et d'une matrice d'argiles et de grès fins anguleux argilo-carbonatés et ferrugineux.

Cependant, il doit être souligné que cette limite de 2.395,50 m fut l'objet de discussions animées et qu'il est parfaitement possible que ces conglomérats jusqu'ici attribués à l'Infra-Cambrien, appartiennent en fait à la base de la formation sus-jacente ou soient interstratifiés dans sa partie inférieure.

3) Au-dessus viennent donc les formations attribuées de façon hypothétique au Cambrien, à savoir (Compagnies Pétrolières, 1964):

- la Formation des Grès de Hassi Merhimine (2.395,50m - 2.018,00m). C'est un puissant ensemble de grès parfois quartzitique de granulométrie souvent grossière, s'affinant un peu au sommet, remarquablement feldspathique sur toute sa hauteur. On y distingue deux membres : le membre inférieur des Grès de Djorf (2395,50 m-2.238,50 m) et le membre supérieur des Grès de Hassi Menkel (2.238,50 m-2018 m). Les Grès de Djorf de couleur mauve à la partie inférieure sont fins à grossiers, parfois microconglomératiques, très feldspathiques, localement carbonatés à intercalations d'argiles grises silteuses et micacées. La partie inférieure de ces grès est parfois rapportée aux conglomérats de base qu'ils surmontent. Dans la partie supérieure, ces Grès de Djorf sont verts, leur ciment est alors

très feldspathique et très chloriteux. Les Grès de Hassi Menkel qui viennent au-dessus sont gris-clair à gris-vert, leur base est marquée par un mince conglomérat. Ils sont assez semblables mais de granulométrie plus élevée, les intercalations argileuses sont plus fines et plus rares;

- la Formation des Grès d'El Arich el Megta (2.018 m-1.789 m). Le forage AMg1 est la localité type de cette formation où elle a été en grande partie carottée. Ce sont des grès gris clair fins, moyens à grossiers, à grains anguleux à subarrondis, souvent feldspathiques. Les passées d'argiles silteuses et micacées, noires, brunes ou vert pâle sont beaucoup plus nombreuses et développées que dans la Formation d'Hassi Merhimine. Plusieurs niveaux à *Skolithos* sont observés ainsi que la très rare présence de Brachiopodes inarticulés, dans la partie supérieure, traduisant une influence marine grandissante.

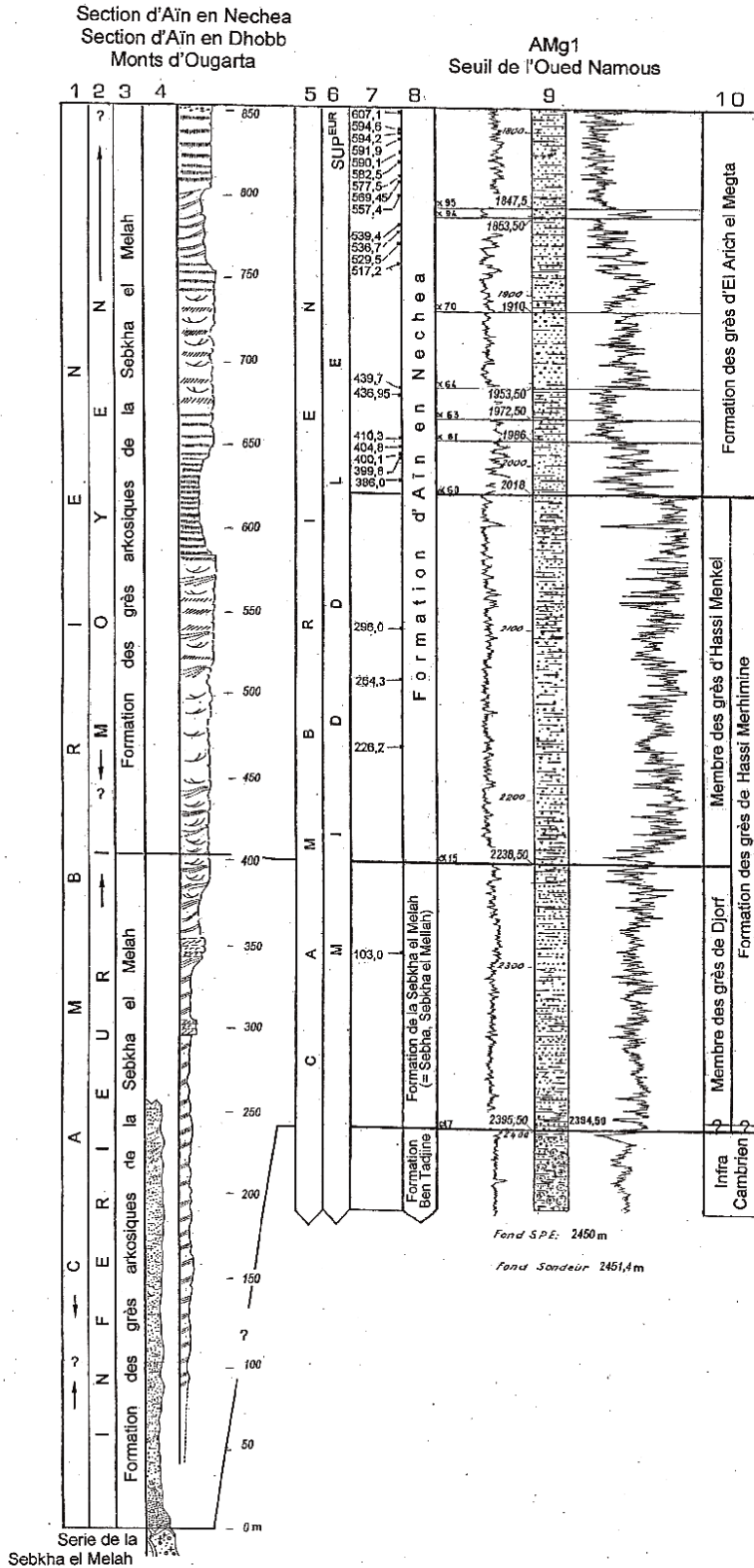
Fig. 3 - Schéma illustrant le problème posé par l'usage de la lithostratigraphie des Monts d'Ougarta dans la région du seuil de l'Oued Namous.

Sketch illustrating the problems posed by the use of the Ougarta Mountains lithostratigraphy in the Oued Namous threshold.

Section d'Aïn en Néchea (*Aïn en Nechea section*). 1-2- Chronostratigraphie généralement acceptée. Les Grès arkosiques de la Sebkh el Melah sont considérés comme Cambrien inférieur sur la base de la ressemblance de faciès avec le Cambrien inférieur de l'Anti-Atlas Marocain (Section d'Ouzina) et sur l'âge géochronologique de la Série pourprée du Bouclier Touareg. La base du Cambrien a été changée depuis cette époque (Brasier *et al.*, 1994) (**Generally accepted chronostratigraphy. Arkosic Sandstones of the Sebkh el Melah Formation are dated as Lower Cambrian based on the similarity in facies of the Lower Cambrian of the Moroccan Anti-Atlas (Ouzina Section) and on geochronologic data of the Purple Series of the Tuareg Shield. The base of Cambrian has changed since this time (Brasier and al., 1994)**); 3- Lithostratigraphie des Monts d'Ougarta (Gomes Silva *et al.*, 1963) (**Lithostratigraphic column of the Ougarta Mountains (Gomez Silva and al., 1963)**); 4- Lithologie très schématique de la section d'Aïn en Néchea (Levé EURAFREP, non publié, 1962) complété à la base par la section d'Aïn ed Dhob (Levé PREPA, non publié, 1962, modifié), toutes deux sur la bordure de la Sebkh el Melah (**Very schematic lithologic log of the Aïn en Nechea Section (EURAFREP Survey, unpublished, 1962) completed at the base by the Aïn ed Dhob section (PREPA Survey, unpublished, 1962 modified), both on the border of the Sebkh el Melah**).

Forage AMg1 (*Borehole AMg1*). 5-6- Chronostratigraphie par palynologie d'après Vecoli *et al.*, 2008 (**Chronostratigraphy by palynology after Vecoli and al., 2008**); 7- Position des échantillons palynologiques. Le niveau 0 est à la profondeur 2395,50 (**Levels of the palynological samples. The level 0 is at the depth 2395,50**); 8- Lithostratigraphie des Monts d'Ougarta appliquée au forage AMg1 par Vecoli *et al.*, 2008 (**Lithostratigraphic column of Ougarta Mountains as applied to the borehole AMg1 by Vecoli and al., 2008**); 9 - Colonne lithologique et diagraphies (Gamma-Ray-Neutron) du forage AMg1 (Log de fin de forage S.S.R.P.) (**Lithologic column and diagraphies (Gamma-Ray-Neutron) of borehole AMg1 (S.S.R.P. Final Survey)**); 10 - Colonne lithostratigraphique du Sahara Nord-Ouest (Compagnies pétrolières, 1964) (**Lithostratigraphic column of North Western Sahara (Compagnies pétrolières, 1964)**).

LITHOSTRATIGRAPHIE ET ANALYSE STRUCTURALE. À PROPOS DE LA MISE EN ÉVIDENCE DU CAMBRIEN DANS LE RÉGION DU SEUIL DE L'OUED NAMOUS (SAHARA NORD-OCCIDENTAL)



IV. UTILISATION DE LA COLONNE LITHOLOGIQUE DES MONTS D'OUGARTA DANS LA PRÉSENTATION DES RÉSULTATS PALYNOLOGIQUES OBTENUS À AMG1 (FIGURE 3).

D'une façon générale, l'usage d'une colonne lithostratigraphique définie sur le terrain, doit toujours être évité dans la description d'un forage et vice-versa, excepté dans le cas d'affleurements très voisins, parce que les caractères physiques utilisés dans la définition de l'unité lithostratigraphique (caractères géomorphologiques et sédimentologiques d'une part, diagraphies, composition minéralogique et pétrographie d'autre part) ne sont pas souvent les mêmes pour définir la base et le sommet d'une unité. Des différences dans la situation paléogéographique, telles que le bord ou le centre d'un bassin ou des situations structurales anormales qui auront été précisément à l'origine de l'implantation d'un forage, peuvent être la cause d'assimilations erronées. L'Ordovicien du Sahara algérien avec des équivalences inexactes entre les classiques unités de terrain II et III (B.R.P. et *al.*, 1959; Borocco et Nyssen, 1959) et les unités de subsurface II et III des forages du Tinrhert à l'autre extrémité du Sahara est un bon exemple des complications auxquelles une assimilation erronée peut conduire : ainsi, il y a aujourd'hui deux unités III au Sahara algérien.

Dans le cas présent, en outre, on ne voit pas l'intérêt d'utiliser une colonne lithostratigraphique empruntée à une autre région, en l'occurrence celle des Monts d'Ougarta (Gomes Silva et *al.*, 1963; Compagnies Pétrolières, 1964) appartenant à un autre domaine structural. Aucune raison n'est apportée par les auteurs. Les problèmes ainsi posés sont nombreux :

- l'attribution aux "Ben Tadjine Beds" des couches conglomératiques supposées d'âge infracambrien, dont on a vu qu'il pouvait être sujet à discussion, introduit une corrélation seulement

justifiée par la position stratigraphique. Rappelons qu'il existe présentement une forte divergence de vue sur l'âge (Précambrien ou Carbonifère ?), l'origine et le mode de dépôt de ces conglomérats dans les Monts d'Ougarta (Bouima et Mezghache, 2002; Graïne-Tazrout et Mekkaoui, 2003; Graïne-Tazrout et *al.*, 2006; Hamdidouche et *al.*, 2006; Hamdidouche et Aït Ouali, 2009; Bouima et Zitouni, 2009) ce qui suggère que toute référence au conglomérat de Ben Tadjine devrait être évitée pour un temps.

- La position du point 0 dans l'article de Vecoli et *al.*, coïncide avec la profondeur 2.395,50 m. A partir de là, il apparaît que ce qui est appelé "Formation de la Sebket el Melah" (= Sebha ou Sebka el Mellah, d'après l'International Stratigraphic Guide, 1994, p.20, un nom repris à plusieurs reprises avec une orthographe différente de celle de sa source géographique, devra néanmoins être conservé, donc en l'occurrence Sebka el Melah est le nom à utiliser) par Vecoli et *al.*, est en fait le membre des Grès de Djorf de la Formation des Grès de Hassi Merhimine; et que ce qui est appelé Quartzite d'Aïn en Nechea par Vecoli et *al.*, correspond au membre supérieur des grès de Hassi Menkel de la Formation des Grès de Hassi Merhimine augmenté de la Formation des grès d'El Arich el Megta. (Compagnies pétrolières, 1964). Cette correspondance n'a rien de choquant et a été imaginée dans le passé en supposant un important changement de faciès dans la partie supérieure (Legrand, 1974, 1985) mais ce qui n'était qu'une hypothèse pour tenter une synthèse ne devrait pas être transformé en une identité sans qu'aucune preuve ne soit avancée. D'ailleurs, au niveau des faciès, des difficultés apparaissent. Par exemple, il y a un changement de faciès dans les Monts d'Ougarta, du nord-est au sud-ouest, au sein même de la Formation des Quartzites d'Aïn en Nechea.

- Cela devient encore plus délicat quand on affecte ces données d'une charge biostratigraphique. Si l'on peut dire aujourd'hui que les Grès de Djorf pourraient être d'âge cambrien moyen

(un seul échantillon), que les Grès de Hassi Menkel et une partie des Grès d'El Arich el Megta seraient du cambrien moyen tandis que le sommet des Grès d'El Arich el Megta pourrait être cambrien supérieur, par contre, on peut juste dire que les formations supposées cambriennes des Monts d'Ougarta restent supposées cambriennes. Il ne s'agit pas là d'un point de détail. En effet, comme il a été évoqué ci-dessus, l'histoire géologique des monts d'Ougarta est l'objet d'hypothèses sensiblement opposées qu'il ne s'agit pas d'obscurcir davantage. La Formation des Grès arkosiques de la Sebkhah el Melah, est regardée comme équivalente des Séries pourprées de l'Ahnnet et du Bled el Mass (Caby, 1967) et considérée de ce fait comme d'âge précambrien terminal - cambrien inférieur, voire cambrien moyen d'après la géochronologie (Caby, 1967; Allègre et Caby, 1972; Paquette et *al.*, 1998). La stratigraphie du Cambrien étant en pleine évolution (Brasier et *al.*, 1994; Landing et *al.*, 2007), il est difficile d'être plus précis aujourd'hui. Cette formation est regardée également comme équivalente des Formations du Cambrien inférieur du Tafilalt (Anti-Atlas Marocain, Destombes, 1963). Or, si l'on n'y prend pas garde, on lira demain que la Formation des Grès arkosiques de la Sebkhah el Melah est datée par palynologie du Cambrien moyen, ce qui sera inexact puisque cet âge sera seulement le résultat d'une corrélation lithostratigraphique hypothétique et peut-être fautive. Enfin, l'existence de Cambrien supérieur ou terminal au Sahara algérien pose un important problème paléogéographique (Legrand, 2002) vu sa rareté dans l'Anti-Atlas marocain (Destombes et Feist, 1987) et sa localisation doit rester précise si l'on veut faire progresser la question.

D'ailleurs, au-dessus, les différences entre les séries ordoviciennes des Monts d'Ougarta et du Seuil de l'Oued Namous, soulignent que les régions sont différentes et qu'on ne peut remplacer des lacunes d'observations dans les premiers par les données du second. Les Monts d'Ougarta

constituent une zone particulière dont l'individualité doit être respectée. Les traces du fait qu'il s'agit d'une zone de suture, par la suite cachée, ont perduré. Ce n'est pas par hasard, par exemple, que la transgression du "Caradocien" reconnue dans les Monts d'Ougarta va se retrouver précisément dans l'Adrar des Iforas (Gatinskiy et *al.*, 1966; Legrand, 1995).

L'utilisation de la lithostratigraphie du Cambro-Ordovicien des Monts d'Ougarta pour décrire le forage de AMg1 ne peut que jeter la confusion ou avoir pour effet de gommer des problèmes en fait non résolus.

Remerciements : Nous remercions le Professeur J. Fabre pour ses informations sur l'évolution des idées concernant la suture panafricaine et le Docteur R. Caby qui nous a communiqué des publications en cours de parution et aidé à préciser les différentes interprétations concernant la suture panafricaine. Nos remerciements vont également à l'ultime "reviewer". Le Dr. J. Riva est remercié pour avoir corrigé les premières versions des parties en anglais.

BIBLIOGRAPHIE

- ALLÈGRE, J. ET CABY, R. 1972.** Chronologie absolue du Précambrien de l'Ahaggar occidental. *Comptes rendus de l'Académie des Sciences, Paris*, 275, D, pp. 2095-2098.
- BAYER, R. ET LESQUER, A. 1978.** Les anomalies gravimétriques de la bordure orientale du Craton Ouest Africain : géométrie d'une suture panafricaine. *Bulletin de la Société géologique de France*, 20, pp. 863-876.
- BOROCO, J. ET NYSSSEN, R. 1959.** Nouvelles observations sur les « Grès inférieurs » cambro-ordoviciens du Tassili interne (Nord-Hoggar). *Bulletin de la Société géologique de France*, (7), 1, pp. 197-206.
- BOUIMA, T. ET MEZGHACHE, H. 2002.** Les formations « infracambriennes » des monts de l'Ougarta (Algérie) et leur corrélation avec celles de l'Anti-Atlas central (Maroc). *Mémoires du Service Géologique de l'Algérie*, 11, pp. 33-44.

- BOUIMA, T. ET ZITOUNI, H. 2009.** Les pélites des Monts de l'Ougarta (Algérie) : nouvel assemblage des Formations du Protérozoïque supérieur. *Bulletin du Service Géologique National, Algérie*, 20, (3), pp. 297-305.
- BRASIER, M.D., COWIE, J. AND TAYLOR, M. 1994.** Decision on the Precambrian-Cambrian boundary. *Episodes*, 17, pp. 95-100.
- B.R.P., C.E.P., C.F.P.A., C.P.A., C.R.E.P.S., I.F.P., S.E.R.E.P.T. ET REPAL, S.N. 1959.** Contribution à l'étude du Cambrien et de l'Ordovicien du Sahara. *Compte rendu sommaire des séances de la Société géologique de France*, pp. 194-195.
- CABY, R. 1967.** Existence du Cambrien à faciès continental (« Série pourrée », « Nigritien ») et importance du volcanisme et du magmatisme de cet âge au Sahara central (Algérie). *Comptes rendus de l'Académie des Sciences, Paris*, 294, pp. 1386-1389.
- CABY, R. 2010.** Les Séries volcano-sédimentaires orogéniques néoproterozoïques de la Basse-Saoura (Algérie) : Signification géodynamique dans la chaîne pan-africaine. *Bull. Serv. Géol. National, Algérie*, vol. 21, n°3, pp. 257-284..
- COMPAGNIES PÉTROLIÈRES, 1964.** Essai de Nomenclature lithostratigraphique du Cambro-Ordovicien saharien. *Mém. h.s. de la Société géologique de France*, 54 p.
- DESTOMBES, J. 1963.** Le Cambrien et la base de l'Ordovicien dans la partie orientale et méridionale du Tafilalt (Maroc). *Bulletin de la Société géologique de France*, (7), V, pp. 938-945.
- DESTOMBES, J. ET FEIST, R. 1987.** Découverte du Cambrien supérieur en Afrique (Anti-Atlas central, Maroc). *Comptes rendus de l'Académie des Sciences, Paris*, 304, pp. 719-724.
- DONZEAU, M. ET ZELLOUF, K. 1973.** La jonction Ougarta-Anti-Atlas : structure de la région de Tadaout el Berhil (Sahara occidental algérien). *Bull. de la Société d'Histoire Naturelle de l'Afrique du Nord*, 64, (3-4), pp. 171-183.
- ENNIH, N. AND LIÉGEOIS, J.-P. 2001.** The Moroccan Anti-Atlas : The West African Craton passive margin with limited Pan-African activity. Implications for the Northern limit of the craton. *Precambrian Research*, 112, pp. 289-302.
- ENNIH, N. AND LIÉGEOIS, J.-P. 2008.** The boundaries of the West African Craton, with special reference to the Moroccan Anti-Atlas belt. In : Ennih N. and Liégeois J-P.(eds) :The boundaries of the West African Craton. *Geological Society, London*, special publication, 297, pp. 1-18.
- FABRE, J. 1978.** Carte géologique du Nord Ouest de l'Afrique. *Société Nationale d'Éditions et de Diffusion (SNED), Alger*.
- FABRE, J. 2005.** Géologie du Sahara occidental et central. *Musée royal de l'Afrique centrale, Tervuren*, 2005, 572 p.
- GATINSKY, Y.G., KLOTCHKO, V.P., ROZMAN, K.S. AND TROFIMOV, D.M. 1966.** Hovye dannye po stratigrafii paleozoyskikh otlojeniy yujnoy Sakhary. *Doklady Akademii Nauk S.S.S.R. Geologiya*, 170, (5), pp. 1154-1157
- GOMES-SILVA, M., PACAUD, M. ET WIEL, F. 1963.** Contribution à l'étude du Cambro-Ordovicien des chaînes d'Ougarta. *Bulletin de la Société géologique de France*, (7), V, pp. 134-141.
- GRAÏNE-TAZROUT, KH. AND MEKKAOUI, A. 2003.** Nature et origine volcanique des conglomérats de "Ben Tadjine" (Monts d'Ougarta, sud-ouest algérien) : conséquence sur l'existence du Cambrien. *Deuxième Séminaire National de Stratigraphie, Béni Abbès*, pp. 93-96.
- GRAÏNE-TAZROUT, KH., MEKKAOUI, A. ET MARIIGNAC, CH. 2006.** Nature volcanique des conglomérats des Djebels Ben Tadjine et Bou Kbaïset-Monts d'Ougarta, SW algérien : conséquence sur l'existence d'un conglomérat de base du Cambrien dans ces régions. *Mémoire n°13 du Service Géologique National, Algérie*, pp. 124-138.

LITHOSTRATIGRAPHIE ET ANALYSE STRUCTURALE. À PROPOS DE LA MISE EN ÉVIDENCE
DU CAMBRIEN DANS LE RÉGION DU SEUIL DE L'OUED NAMOUS (SAHARA NORD-OCCIDENTAL)

- HAMDIDOUCHE, R., AIT OUALI, R. ET NEDJARI, A. 2006.** L'âge relatif du volcanisme de la chaîne de l'Ougarta (SW Algérie). Antériorité-postériorité par rapport à la série sédimentaire paléozoïque. *XII^{ème} Séminaire National des Sciences de la Terre. Oran*, p.13.
- HAMDIDOUCHE, R. ET AÏT OUALI, R. 2009.** Le volcanisme ougartien (SW-Algérie); substratum ou manifestation tardive. *Bulletin du Service Géologique National, Algérie*, 20, 3, pp. 321-339.
- INTERNATIONAL STRATIGRAPHIC GUIDE, 1994.** The Geological Society of America, 2d edit. 214 p.
- LANDING, E., PENG, S., BABCOCK, L.E., GEYER, G. AND MOCZYDLOWSKA-VIDAL, M. 2007.** Global Standard names for the Lowermost Cambrian Series and Stage. *Episodes*, 30, pp. 287-289.
- LEBLANC, M. 1981.** Ophiolites précambriennes et gîtes arséniés de cobalt (Bou-Azzer, Maroc) *Notes et Mémoires du Service Géologique du Maroc*, 280, 306 p.
- LEGRAND, PH. 1974.** Essai sur la paléogéographie de l'Ordovicien au Sahara algérien. *Compagnie Française des Pétroles, Notes et Mémoires*, 11, pp. 121-138.
- LEGRAND, PH. 1985.** Lower Palaeozoic Rocks of Algeria. *In* : Holland C.H. (ed.) : Lower Palaeozoic of North-Western and West Central Africa. *Lower Palaeozoic of the World*, 3, pp. 5-89. John Wiley and Sons
- LEGRAND, PH. 1995.** Evidence and concerns with regard to the Late Ordovician glaciation in North Africa, *in* : Cooper J.D., Droser M.L., Finney S.C. (eds) Ordovician Odyssey : Short papers for the Seventh International Symposium on the Ordovician System, Pacific Sect. *S.E.P.M.*, 77, pp. 165-169.
- LEGRAND, PH. 2002.** La limite Cambrien-Ordovicien: définition, application au Sahara algérien. *Mémoires du Service géologique de l'Algérie*, 11, pp. 45-59
- PAQUETTE, J.-L., CABY, R., DJOUADI, M.T. AND BOUCHE, J.L., 1998.** U-Pb dating of the end of the Pan-African Orogeny in the Tuareg Shield : the post-collisional syn-shear Tioueine Pluton (Western Hoggar, Algeria). *Lithos*, 45 (1998), pp. 245-253.
- S.S.R.P. 1960.** Rapport de fin de forage de AMg1-Buts et résultats essentiels, 17 p.
- VECOLI, M., VIDET, B. AND PARIS, F. 2008.** First biostratigraphic (palynological) dating of Middle and Late Cambrian strata in the subsurface of North Western Algeria, North Africa : implications for regional stratigraphy. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 149, pp. 57-62.
- ZELLOUF, K. 1987.** Les nappes d'altérites du Secteur d'Oglat-Beraber : témoins de la dynamique qui a marqué le Sahara Nord-occidental depuis le Précambrien. *Thèse 3^{ème} Cycle. Université de Pau et des Pays de l'Adour*, 238p.