

# **LE VOLCANISME OUGARTIEN (SW-ALGÉRIE); SUBSTRATUM OU MANIFESTATION TARDIVE.**

**Rachid HAMDIDOUCHE\* et Rachid AÏT OUALI\***

## **RÉSUMÉ**

La chaîne de l'Ougarta, située à la jonction entre le craton Ouest africain et le domaine panafricain du Sahara Central, est une suite de plis hercyniens, disposés en quinconce, dont le cœur est parfois occupé par des roches volcaniques. Ces volcanites s'organisent en une série composée de deux formations séparées par un niveau d'altération, un ravinement et un conglomérat.

Il s'agit d'une formation andésitique et basaltique de base surmontée par une formation essentiellement rhyolitique et ignimbritique. Les travaux de Chikhaoui (1974), ceux de Preidel (1985) et Remichi (1987) révèlent que ces roches volcaniques de la formation inférieure, appartiennent à un contexte orogénique de collision et d'arc insulaire pour la formation inférieure.

Leurs âges sont attribués au Précambrien de par leur position sous le Cambrien, daté lui même par sa position sous le Trémadocien daté paléontologiquement.

Actuellement cet âge, anté cambrien, est remis en cause par K. Graine (en cours), travaillant sur les minéralisations de cette région.

La seule datation absolue, par la méthode K/Ar sur argiles de la matrice du conglomérat de Ben Tadjine, a donné un âge de 380 Ma; cet âge correspondrait à un épisode diagénitique lié au réchauffement hercynien (Fabre, 1976; Bonhomme et *al.*, 1996). Nos datations sur ces volcanites confirment un rajeunissement isotopique lié à ce réchauffement.

Seule une datation fiable des deux ensembles résoudrait un problème fondamental de la stratigraphie de cette région d'Algérie et permettrait des corrélations avec les régions voisines notamment l'Anti Atlas, le Hoggar, les Mauritanides entourant le Craton Ouest Africain où les datations radiométriques existent (534 Ma Anti Atlas, 523 Ma Hoggar).

**Mots clés** - Volcanisme - Rhyolites - Andésites - Couverture paléozoïque - Ougarta.

## **THE OUGARTIAN VOLCANISM (SW-ALGERIA): BASEMENT OR LATE MANIFESTATION.**

### **Abstract:**

The Ougarta belt witch is located at the junction between the West African Craton and the Pan-African range is composed of a series of Hercynian folds, the hearth of which consists of volcanic rocks. These rocks are organized as a series composed of two superposed formations separated by an important unconformity materialised by an alteration zone, channeling and conglomerates.

\* Faculté des Sciences de la Terre, de Géographie et d'Aménagement du Territoire. (USTHB). BP. 32, El Alia. 16111. Bab Ezzouar. Alger. Algérie.

E-mail: [rhamdidouche@yahoo.fr](mailto:rhamdidouche@yahoo.fr); [rhamdidouche@usthb.dz](mailto:rhamdidouche@usthb.dz)

- Manuscrit déposé le 29 Janvier 2008, accepté après révision le 18 Octobre 2008

The lower andesitic and basaltic formation is overlaid by the upper rhyolitic and ignimbritic one. Chikhaoui (1974) and ORGM geologists, namely Preidel (1983) reveal that these volcanic rocks belongs to a collisional context.

They are considered as Precambrian in age because of their position underlying the Cambrian which is situated under the Caradocian paleontologically dated.

The only available absolute datation gives a 380 Ma age; this age may correspond to the Hercynian warming up; it is nowadays challenged by K. Graïne who is working on the Ougarta mineralizations.

The only reliable dating of the two formations can resolve a fundamental stratigraphic problem in this region, and allow correlations with the next regions, namely Anti-Atlas, Hoggar, Mauritanids and the other belts surrounding the West African Craton, where radiometric data are available (534 Ma Anti-Atlas, 523 Ma Hoggar).

**Key words** - Volcanism - Rhyolites - Andesites - Palaeozoic-cover - Ougarta.

## I. INTRODUCTION ET PROBLÉMATIQUE

Les Monts de l'Ougarta sont une chaîne à la périphérie Nord du Craton Ouest Africain dans le Sahara Ouest algérien, allongée selon une direction NW-SE. Elle est longue de près de 450 km et large de 120 km.

Elle est bordée au nord, par le vaste plateau crétacé de Kemkem et l'Anti-Atlas (*s.l*) (Choubert, 1952; 1963), à l'ouest par le bassin de Tindouf, à l'est par le Grand Erg Occidental et au sud, elle s'estompe dans le Touat. Elle est formée de deux faisceaux de même orientation; l'un à l'est, celui de la Saoura et l'autre à l'ouest appelé faisceau de la Daoura; les deux sont séparés par la dépression de l'erg Erraoui (fig. 1). cette chaîne se présente sous forme d'une suite de plis anticlinaux et synclinaux disposés en quinconce. Certains de ces anticlinaux présentent en leur centre des roches volcaniques.

Les observations de terrain dans le massif volcanique de Damrane (Remichi, 1987) montrent que ces volcanites se composent d'une formation andésitique et basaltique, surmontée par une formation essentiellement rhyolitique et ignimbritique.

Ce volcanisme fut longtemps considéré d'âge Précambrien (Menchikoff et *al.*, 1952; Donzeau

1971a; Chikhaoui, 1974; Fabre, 1976; Remichi, 1987; Cherfouh et *al.*, 2002) sans que l'on dispose de datations précises. Récemment, des idées nouvelles relatives à l'âge fini-paléozoïque de ces volcanites sont développées.

Depuis 2000, K. Graïne attribue un âge relatif post dévonien à ce magmatisme. Cette hypothèse est motivée par des observations morpho-structurales; l'auteur propose une mise en place intrusive au sein du Paléozoïque après la phase hercynienne, de plissement majeur.

L'étude de tous les affleurements de roches volcaniques à travers la chaîne, a permis de retenir des arguments sédimentaires et structuraux appuyant l'hypothèse d'une mise en place antérieure aux premiers sédiments cambriens.

L'analyse de ces roches par Chikhaoui (1974) et des géologues de SONAREM, en particulier Preidel (1985) et Dostal et *al.*, (2002) a conduit à les situer dans un contexte orogénique de collision pour la formation basale. Cette interprétation est avancée sur la base de la projection sur le diagramme de Gottini et Rittman et de la nature calco-alcaline de ces roches qui se caractérisent par un  $Dx < 24,6$ ; par contre les rhyolites présentent un  $Dx$  de 23,65.

## II. LOCALISATION DES AFFLEUREMENTS ET RELATION AVEC LA COUVERTURE SÉDIMENTAIRE SUS-JACENTE

Les affleurements de volcanites et de socle méta-sédimentaire précambriens sont nombreux et d'accès très facile. Cependant, ceux du faisceau de la Saoura sont moins pénibles à atteindre en raison de la proximité de la route nationale. Il est à noter que pour la totalité des affleurements, les volcanites sont remaniées dans les premiers niveaux sédimentaires paléozoïques. Ceci, peut constituer l'argument fondamental et décisif quant à l'hypothèse de leur mise en place avant le Cambrien. Considérons les affleurements par faisceau à travers la chaîne.

### 1. Les affleurements du faisceau de la Daoura

Dans cette partie de la structure ougartienne, les affleurements sont au nombre de six et la relation entre les roches volcaniques et la couverture sédimentaire sus jacente est très claire, au moins pour les rhyolites, dans au moins cinq d'entre eux. En effet, à Gara Tebib un conglomérat à éléments de rhyolites et ignimbrites est visible sous les arkoses de la Sabkhet El Mellah. Ce conglomérat est désagrégé et les éléments sont semblables et identiques à ceux des autres conglomérats de la chaîne. Dans cette région de la chaîne, l'épaisseur du conglomérat est très variable et passe de quelques centimètres sur le flanc Est du massif de Daïssa à 500 m à l'Ouest de Guelb Berrezok.

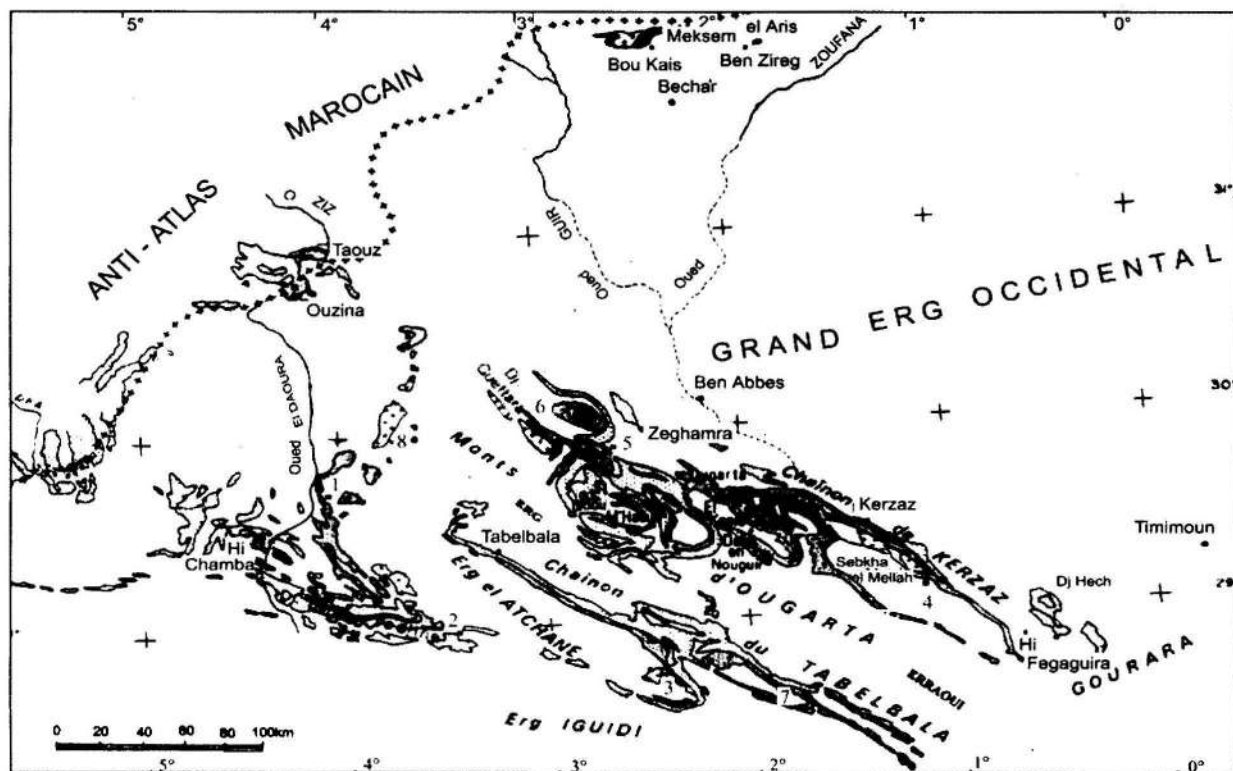


Fig. 1 - Esquisse de la chaîne de l'Ougarta montrant les grands ensembles géologiques et la situation des affleurements des séries volcaniques.

*Geological sketch and geographic situation of the Ougarta mountains showing the great geological units and the location of the volcanic formations.*

1. Daïssa (*Daïssa*); 2. Pointe Est de Ben Tadjine (*Pointe Est of Ben Tadjine*); 3. Guelb Berrezok (*Guelb Berrezok*); 4. Sebkhath El Mellah (*Sebkhath El Mellah*); 5. Bou Kbaïssset (*Bou Kbaïssset*); 6. Bet Touaris (*Bet Touaris*); 7. Guettara (*Guettara*); 8. Col Robert (*Col Robert*).

### **1.1. L'affleurement de Guelb Berrezok**

Le conglomérat y affleure sur une dizaine de mètres. Il repose directement sur les rhyolites sous-jacentes. Il est de couleur sombre, et de ce fait, facile à distinguer des autres faciès sédimentaires et volcaniques. Les roches volcaniques de ce gisement sont traversées par des dykes de dolérites jurassiques (fig.2 (4)).

Par dessus le conglomérat viennent les grès, ravinants, attribués au Cambrien. Ces derniers remanient les rhyolites sous-jacentes dont les éléments sont usés et de taille centimétrique.

### **1.2. La Gara Tebib**

Nous avons observé un conglomérat à éléments de rhyolites et d'ignimbrites essentiellement. Ce dernier, est complètement désagrégé et apparaît comme un reg (Donzeau, 1971a). Aït Kaci Ahmed (1990) décrivant le conglomérat ailleurs à travers la chaîne, l'avait considéré comme un équivalent de l'affleurement de Ben Tadjine.

### **1.3. La pointe de Ben Tadjine**

Cet affleurement a donné son nom à la formation à travers les Monts d'Ougarta. Cet affleurement est le plus important de toute la région. En effet, on peut l'observer sur plus de 200 m d'épaisseur. Sa partie basale n'est pas visible, par contre sa partie supérieure et sommitale est plus riche en éléments de rhyolites (pl. I a, b, c et d) et le passage vers la formation gréseuse attribuée au Cambrien, est très net. Le niveau de passage vers les grès est un intervalle conglomératique altéré de 50 cm environ, caractérisé par une couleur claire. Ce dernier est déjà signalé par (Bouima et Mekkaoui, 2001, 2003; Bouima et Mezghache, 2006) où ils avaient décrit des dreikanTERS.

### **1.4. Saheb El Rhsal**

L'affleurement du conglomérat de passage entre le substratum et la couverture sédimentaire paléozoïque est réduit et s'observe à l'ouest du massif volcanique de Oued Damrane sur lequel il repose directement (fig.2 (5)). Il est constitué d'éléments de rhyolites, d'andésites et de quartzites essentiellement. La morphologie et la taille des éléments sont variables (pl. II c).

Les sondages montrent que ce conglomérat débute par une brèche à éléments volcaniques surmontée par un micro conglomérat, d'argiles rouges, puis, par des grès et des silts et se termine par des conglomérats (ss) de 400 m d'épaisseur (Bouima, 1986).

### **1.5. Djebel Daïssa**

Sur le flanc NE du massif volcanique de Daïssa, apparaît sous les arkoses attribuées au Cambrien, un conglomérat à éléments de rhyolites et d'ignimbrites qui repose sur les rhyolites. Il est d'épaisseur métrique et marque le passage vers les grès cambriens. Les éléments sont de morphologie sphérique et cimentés par une matrice gréseuse identique à celle des arkoses de Sebkhha El Melah. L'accès vers le flanc ouest de ce massif étant très difficile, le conglomérat n'y est donc pas décrit (fig.2 (6)).

Il apparaît à travers les affleurements recensés et visités du faisceau de la Daoura que les arkoses de la Sebkhha El Mellah attribuées au Cambrien, reposent sur un substratum volcanique. Le remaniement systématique des rhyolites dans les arkoses cambriennes définit la relation stratigraphique relative entre un substratum volcanique et une couverture sédimentaire cambrienne. Un conglomérat remaniant outre ces volcanites, d'autres éléments de formations encore plus anciennes (quartzites, granites...), souligne le passage vers le Paléozoïque.



## 2. Le faisceau de la Saoura

Nous avons observé trois affleurements. Il en existe d'autres où le conglomérat de passage vers les grès paléozoïques est décrit par nos prédécesseurs. Ces zones sont la Sebkha El Melah, Djebel Bou Kbaïssset, Col Robert et Guettara. Un autre pointement de rhyolites existe à Oued Ayerssane dans la région de Bou M'Haoud, où la relation avec la couverture paléozoïque est masquée par des atterrissements superficiels.

### 2.1. La Sebkha El Melah

Dans cette localité, on remarque l'absence totale de la formation rhyolitique et ignimbritique.

Entre les flyschs précambriens injectés de basaltes et la couverture sédimentaire susjacentes Arbey et Caby (1966) décrivent une surface d'érosion couverte de galets éolisés (*dreikanter*) (fig. 2. (1)) à la base des arkoses de Sebkha El Melah. Les coupes que nous avons effectuées se situent dans la partie ouest de la région. Dans cette zone, les dépôts fluviaux du Cambrien reposent directement sur le substratum flyschöide. Les premiers dépôts remanient les siltites et les grès fins du substratum. Ces débris soulignent les stratifications obliques.

A quelques kilomètres à l'ouest de la côte 15, les géologues de la SONAREM (1985) signalent un conglomérat épais de sept (07) mètres environ, à éléments de basaltes, de quartzites et de tuffs, dont le diamètre varie de 01 à 10 cm. Il repose sur des volcanites stratifiées comparables à la «série verte» décrite par R. Caby (1983) dans le socle précambrien de l'Ahnet ainsi qu'à Bled El Mass.

### 2.2. Le Djebel Bou Kbaïssset

Très souvent, la zone de passage des rhyolites vers les sédiments cambriens dans le massif de

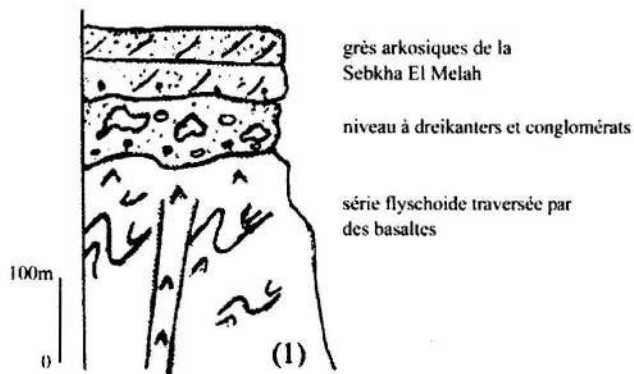
Bou Kbaïssset n'est pas visible. Cependant les différents géologues ont décrit une paléo-surface irrégulière de base, qui avait modelé le massif volcanique. Ils ont également constaté deux faits importants. Le premier résulte du fait que les mesures des paléo-courants montrent des divergences autour du massif; le second est le développement d'un profil d'altération assez important qui affecte les rhyolites (Fabre et *al.*, 1988). Les géologues de l'ex SONAREM (Preidel, 1985) ont signalé un conglomérat de 16 m d'épaisseur sur le flanc sud-ouest de la structure. Sur le flanc ouest de la structure nous avons, à la faveur d'un petit cours d'eau, observé les premiers bancs gréseux qui reposent et remanient les volcanites (pl. II a et b). Une surface irrégulière soulignée par une ferruginisation importante sépare les niveaux gréseux qui remanient des «copeaux» de rhyolites (fig. 2. (2)). Les galets remaniés sont de différentes tailles mais ils dépassent rarement quelques centimètres. La ferruginisation est très développée et affecte les rhyolites sur un profil de plusieurs décimètres d'épaisseur.

### 2.3. Le Djebel Bet Touaris

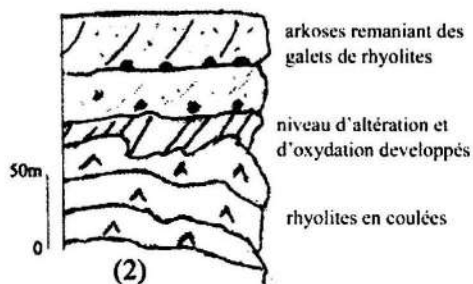
Le Djebel Bet Touaris est le prolongement nord-ouest du Bou Kbaïssset. Il présente les mêmes directions de fracturations. Sur son flanc est, une butte sombre fait le lien entre les sédiments gréseux et les volcanites. Le conglomérat y est très peu épais et d'extension réduite. Les éléments sont centimétriques et arrondis; ils sont liés par une matrice grossière de couleur sombre et ferrugineuse (fig.2. (3)).

### 2.4. Le col Robert

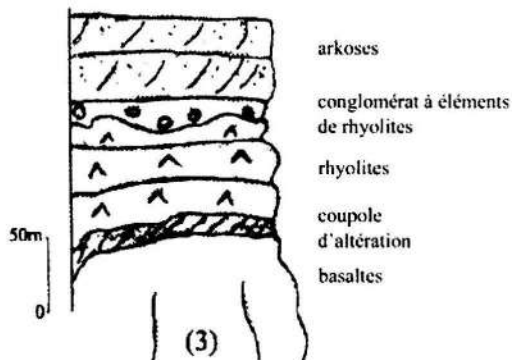
Dans cette région, le Paléozoïque (arkoses de la Sebkha El Melah) repose sur les andésites du substratum par un conglomérat d'épaisseur métrique renfermant des *draikanter* (Bouima et Mezgheche, 2006).



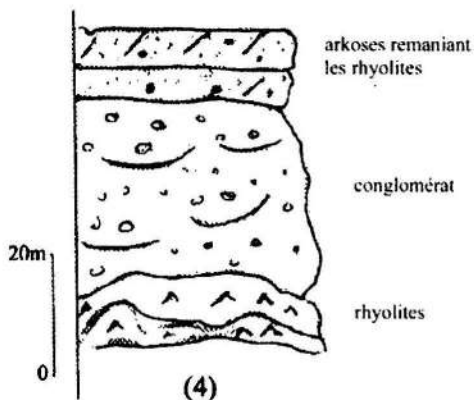
**Relation entre le Substratum volcanique et la couverture paléozoïque à Sebkhah El Melah**



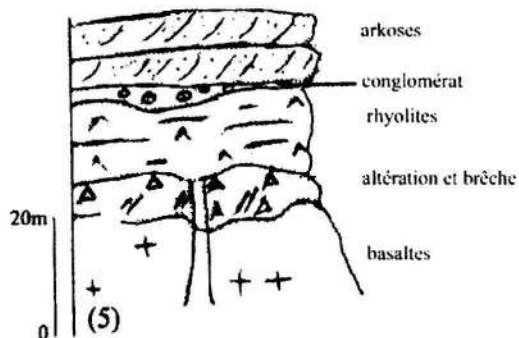
**Relation entre les rhyolites et les arkoses de la Sebkhah El Melah à Dj. Bou Kbaïsset**



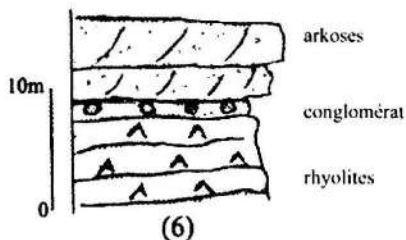
**Relation entre le substratum volcanique, basaltique et rhyolitique à Bet Touaris**



**Les arkoses de la sebkhah El Melah remaniant des galets de rhyolites à Guelb Berrezok**



**coupe schématique montrant la relation entre les rhyolites et le Paléozoïque à Damrane**



**coupe schématique montrant la relation entre les arkoses paléozoïques et les rhyolites à Daïssa**

**Fig.2 - Relation entre le substratum volcanique et la couverture paléozoïque sus-jacente dans les différents massifs volcaniques de l'Ougarta. L'épaisseur des conglomérats est exagérée.**

**Relationship between the volcanic substratum and the overlying Palaeozoic cover in the different volcanic blocks of the Ougarta.**

On retiendra de cet inventaire, que le plan stratigraphique relatif à la position des volcanites sous le Cambrien, daté par sa position sous le Trémadocien daté paléontologiquement (Gomez-Silva *et al.*, 1963; Poueyto, 1952) milite pour un âge au moins cambrien inférieur ou peut-être plus ancien. Cette idée est renforcée par le remaniement de ces rhyolites dans les sédiments anté ordoviciens.

Le remaniement systématique des rhyolites et des ignimbrites dans des conglomérats cantonnés dans des grabens (Ben Tadjine) ou de simples « paléocreux », surtout dans le faisceau de la Daoura (Aït Kaci Ahmed, 1990), est un argument de plus pour un âge plus ancien de ces roches volcaniques.

Ceci, n'est cependant pas suffisant pour rejeter l'existence de plusieurs épisodes volcaniques dans cette région. La formation basaltique est clairement plus ancienne que la formation rhyolitique qui la surmonte.

Il est évidemment clair, que seules des datations radiométriques sur des monozircons, détermineront définitivement l'âge de ces roches et leur mode de mise en place.

### III. LES DONNÉES STRUCTURALES

Un argument structural milite également, en faveur d'un âge plus ancien des rhyolites par rapport aux sédiments gréseux. Le pendage des coulées rhyolitiques ou des nappes ignimbritiques est le même que celui des bancs gréseux. Ce qui signifierait que les deux ensembles ont subi la même histoire tectonique.

D'autre part, les andésites montrent un système de diaclases différent de celui des rhyolites. En effet, les directions de diaclases sont orientées N 010° à 020° dans la formation andésitique. Cette même direction a été retrouvée par Cabyl (1972) dans la chaîne pharusienne.

Une autre direction de clivage à N 070° - 080° correspond aux directions majeures de l'Anti-Atlas. Cette série volcanique montre aussi des directions de moindre importance d'âge hercynien.

La formation rhyolitique montre des clivages de direction N110 - 130° qui sont des directions hercyniennes; cette direction peut de ce fait, être considérée comme un événement post-orogénique.

L'étude et l'interprétation des levés aéromagnétiques permettent de mieux comprendre cette structure

Les coulées de rhyolites montrent des pendages plus accentués vers l'est (40° - 45°) que vers l'ouest, sur le flanc ouest (10° - 15°) à Damrane et Bou Kbaïssset.

Les rhyolites présentent une extension de 80 x 20 km et le pendage des coulées varie entre l'horizontalité et 30° à 40° à Daïssa. Elles sont affectées par deux systèmes de fractures : le premier orienté N 050° - 080° est dextre, ancien et apparaît aussi sur les cartes magnétiques, le second orienté N 110° - 120° (NW - SE), affecte également le Paléozoïque, donc plus récent (hercynien ?). De façon très claire, le soubassement rhyolitique présente un système de fracturation différent de celui de la couverture paléozoïque.

### IV. LES DONNÉES SEDIMENTOLOGIQUES

L'analyse des directions de courants, des arkoses de la Sebkhah El Melah, montre une divergence autour des massifs (Fabre *et al.*, 1988), en particulier à Bou Kbaïssset, avant de s'uniformiser en haut de la série. Ceci est un argument de l'existence d'une paléo-topographie au moment du dépôt de ces arkoses.

Fabre *et al.* (1988) signalent également qu'un profil d'altération épais d'une dizaine de mètres



s'est développé sur les rhyolites de la structure de Bou Kbaïssat.

Un autre fait important vient conforter cette hypothèse; il n'existe pas de métamorphisme de contact entre le complexe volcanique et l'ensemble sédimentaire paléozoïque sus-jacent (fig. 3). Les éléments de volcanites remaniés dans les premiers niveaux gréseux montrent des contours nets (fig.3).

L'étude de la typologie des zircons réalisée par Bouïma (1986), a montré que ces derniers sont plus nombreux et peu usés sur le flanc nord-est du synclinal de Ben Tadjine et montreraient des affinités certaines avec ceux du massif volcanique de Damrane. Le flanc sud-ouest en est pauvre et les grains de zircon sont très usés en raison du trajet plus long subi par ces minéraux. Il conclut que ceux du flanc nord-est proviendraient du massif de Damrane et que ceux du flanc sud-ouest viendraient du massif des Eglab. Ceci montre que le massif de Damrane constituait un relief et une source pour les sédiments paléozoïques sus-jacents.

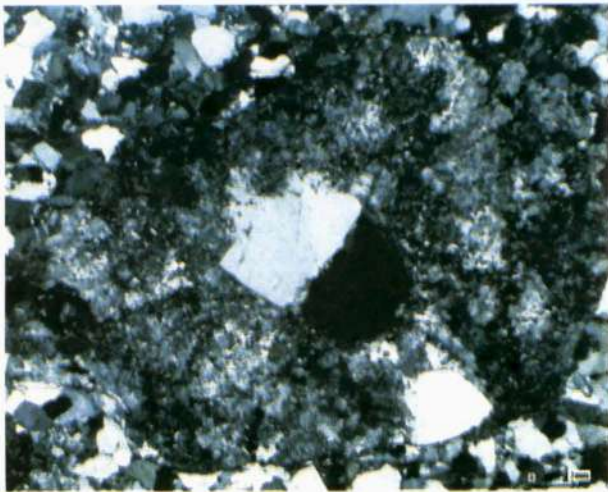


Fig. 3 - Microphotographie d'un galet de rhyolites remanié dans les grès cambriens dans la région de Bou Kbaïssat.

*Microphotography of a rhyolitic pebble reworked in the Cambrian sandstone in Bou Kbaïssat area.*

## V. LES DATATIONS

Des échantillons ont été prélevés dans trois massifs différents pour datation. Ils sont répartis comme suit : Djebel Bou Kbaïssat; 3 échantillons BK. 1, 2 et 3; le Bet Touaris; 03 échantillons BT. 1, 2 et 3.

Les datations sont réalisées par la méthode K/Ar par le professeur H. Bellon de l'université de Bretagne en France. Chaque âge isotopique résulte de la moyenne de deux analyses totalement indépendantes de deux lots de grains réalisés à partir de la même roche, c'est à dire deux extractions de l'argon sous vide par chauffage haute fréquence de l'échantillon, deux attaques chimiques pour la détermination du potassium.

### Djebel Bou Kbaïssat

BK1:  $289,1 \pm 8,4$  Ma avec  $K_2O$  de 5,35% (Permien inférieur)  
 BK2:  $272,1 \pm 6,3$  Ma avec  $K_2O$  de 5,12% (Permien supérieur)  
 BK3:  $267 \pm 6,2$  Ma avec  $K_2O$  de 4,82% (Permien supérieur)

### Djebel Bet Touaris

BT1:  $310,7 \pm 11,1$  Ma avec  $K_2O$  de 5,34% (Moscovien-Carbonifère sup.)  
 BT2:  $292,1 \pm 6,5$  Ma avec  $K_2O$  de 5,12% (fin du Carbonifère)  
 BT3:  $263,6 \pm 9,6$  Ma avec  $K_2O$  de 5,78% (Permien inférieur)

Il apparaît que les âges obtenus ne concordent pas avec la lithostratigraphie de terrain. Ils traduisent un important événement thermique varisque ou tardi-hercynien cohérent avec la mise en place d'un hydrothermalisme du même âge.

Il faut signaler que les datations radio chronologiques des rhyolites de Jbel Boho (Anti-Atlas central), occupant la même position strati-



graphique, sous le Cambrien daté, ont donné un âge de  $534 \pm 10$  Ma (Ducrot et Lancelot, 1977). D'autres datations, récemment établies sur des niveaux de cendres volcaniques de la Série lie de vin à Tiout par Landing et *al.*, (1998) ont donné un âge de  $522 \pm 2$  Ma. Les rhyolites et les ignimbrites d'In Ziz, dans la chaîne panafricaine trans-saharienne sont datées à 525 Ma (Chikhaoui, 1981).

## VI. PÉTROGENÈSE

Bien que le nombre d'échantillons étudiés soit petit, il permet néanmoins une approche pétrogénitique. En effet, douze (12) échantillons ont été analysés par la mission Preidel (1985) de l'ORGM (ex - SONAREM). La projection des résultats sur le diagramme AFM montre que la majeure partie des roches se retrouvent dans le champ des séries calco-alcalines.

La fonction de Lemaitre (1969) situe, selon la valeur de  $Dx$ , la série dans les champs calco-alcalins ou alcalins. Si  $Dx$  est supérieur à 24.6, la série est considérée comme alcaline, s'il est inférieur, la série est dite calco-alcaline.  $Dx$  est calculé selon la formule suivante :

$$Dx = 0.346 SiO_2 + 0.511 TiO_2 - 0.273 Al_2O_3 - 0.213 Fe_2O_3 - 0.155 (MnO + FeO) + 0.001 MgO - 0.356 CaO + 0.386 Na_2O + 0.446 K_2O.$$

Dans le cas des roches de la chaîne d'Ougarta,  $Dx$  est inférieur à 24.6 pour tous les types de roches rencontrés. Ceci indique une fois de plus que ces roches sont affiliées à des séries calco-alcalines.

Les roches volcaniques de l'Ougarta ont donné les résultats suivants:

- les basaltes: 08.12 – 12.30 avec une moyenne de 10.40;
- les andésites: 01.43 – 9.31 avec une moyenne de 06.36;

- les épidotites: 04.90 – 13.67 avec une moyenne de 08.09;

- les rhyolites: 22.51 – 26.65 avec une moyenne de 23.65.

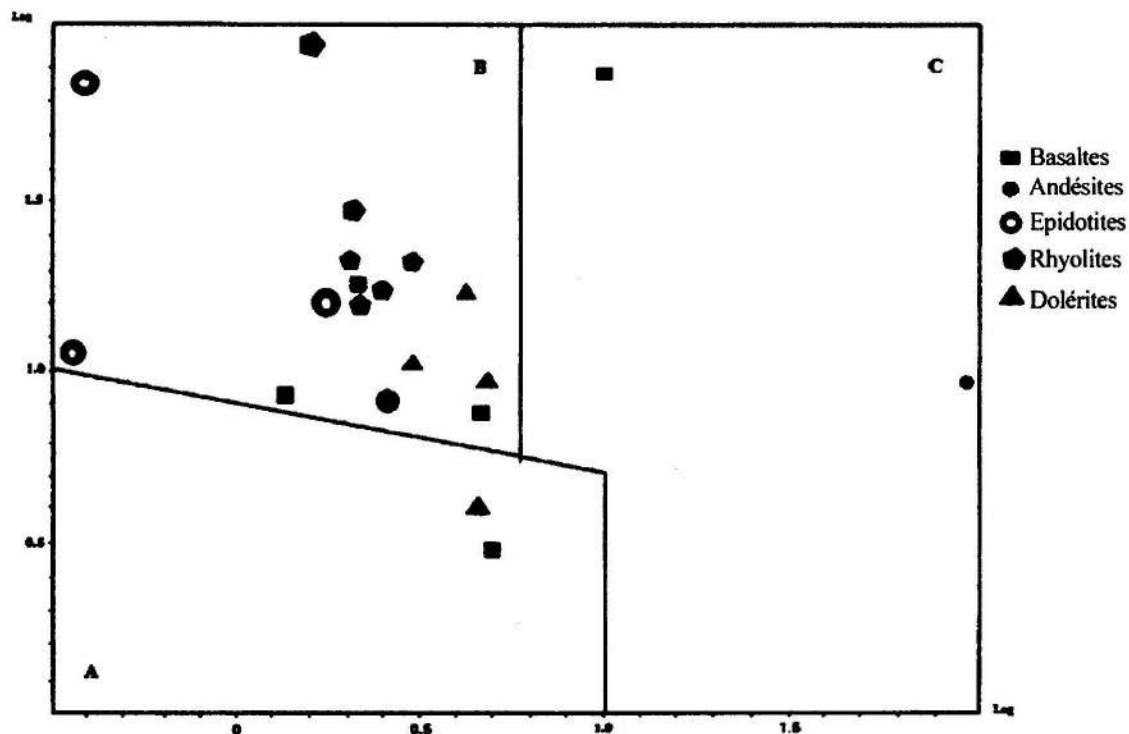
L'indice de RITTMAN, calculé selon la formule suivante :  $\sigma = (K_2O + Na_2O)/SiO_2 + 43$ , et celui de GOTTINI, calculé selon la formule suivante :  $\tau = (Al_2O_3 - Na_2O)/TiO_2$ , montrent que la plus part des roches se projettent dans le champ **laves des chaînes orogéniques et des arcs insulaires**. Ceci est au moins valable et perceptible pour les roches volcaniques du socle de la Sebkhia El Melah et les andésites du Damrane. Il en est autrement pour les rhyolites et les ignimbrites de la série sus-jacente. En effet, les aspects structuraux et morphologiques témoignent d'une mise en place ultérieure et ceci malgré les similitudes géochimiques. Ces résultats confortent largement ceux obtenus par Bouima (1986) et Remichi (1987).

## VII. DISCUSSION

### a) Sur l'âge de la mise en place des volcanites

K. Graine (2001), K. Graine et Mekkaoui (2003) pensent que le volcanisme dans la chaîne d'Ou-garta est post-ordovicien. Cette hypothèse est motivée par des observations morphologique, structurale et pétrographique entre les volcanites et les sédiments sus-jacents dans la boutonnière de Bou Kbaïssset. Ils suggèrent une mise en place par des extrusions qui remanient les sédiments. Les brèches localisées à l'interface seraient des enclaves ou des arrachements de blocs de quartzites et d'arkoses.

L'aspect compact des quartzites et des arkoses serait le fruit d'un hydrothermalisme intense qui aurait modifié la nature de la matrice. La morphologie arrondie des éléments des quartzites est interprétée comme le résultat du phénomène d'attrition au cours des remontées magmatiques.



$$G = \frac{(K_2O + Na_2O)^2}{SiO_2 - 43} \quad \text{Indice de RITTMAN} \quad T = \frac{Al_2O_3 - Na_2O}{TiO_2} \quad \text{Indice de GOTTINI}$$

- A - Laves des zones non-orogéniques  
 B - Laves des chaînes orogéniques et des arcs insulaires  
 C - Dérivés alcalins

**Fig. 4** - Diagramme montrant la projection des roches magmatiques de l'Ougarta sur le diagramme de GOTTINI et RITTMAN, 1969 (*in* Preidel, 1985).

**Diagram showing the magmatic rocks projection on the GOTTINI and RITTMAN system, 1969 (after Preidel, 1985)**

Les auteurs déduisent que le conglomérat localisé à la base de la couverture paléozoïque serait exclusivement d'origine volcanique et il est au moins post-cambrien.

Il apparaît que d'une part, les âges des volcanites obtenus (263,6-310,7 Ma) confirment l'âge post-dévonien avancé par Graine (2001). D'autre part, plusieurs arguments sont en faveur d'un âge anté-couverture paléozoïque, en l'occurrence :

- l'aspect compact des quartzites et des arkoses qui serait le fruit d'un hydrothermalisme intense hercynien responsable d'un important évènement thermique conformément à l'interprétation des âges (380 Ma) obtenues sur les argiles de la matrice des conglomérats de Ben Tadjine par (Fabre, 1976; Bonhomme et *al.*, 1996), qui correspondrait pour ces auteurs à un épisode diagénitique lié à ce réchauffement hercynien;

- la corrélation des volcanites de l'Ougarta avec les rhyolites de Jbel Boho (Anti-Atlas Central), d'âge  $534 \pm 10$  Ma (Ducrot et Lancelot, 1977) et avec la Série lie de vin à Tiout d'âge  $522 \pm 2$  Ma. (Landing *et al.*, 1998; Leblanc, 1976, 1981; Leblanc et Lancelot, 1980);

- Le remaniement de ces volcanites dans les conglomérats de Ben Tadjine et dans les arkoses de la Sebkhia El Melah.

Seules des datations fiables sur les zircons des volcanites de l'Ougarta résoudre le problème fondamental de la stratigraphie de cette région d'Algérie et permettraient une meilleure corrélation avec les régions voisines, notamment l'Anti-Atlas, le Hoggar, les Mauritanides entourant le Craton Ouest Africain.

### b) Sur les conditions de la mise en place

La mise en place de ces roches volcaniques est problématique. Il n'a pas été reconnu d'appareils volcaniques proprement dits, mis à part celui de Guettara où le soupçon est permis.

L'étendue des coulées des rhyolites et leur parfaite planiété à l'origine, car actuellement elles présentent le même pendage que les formations sédimentaires sus-jacentes, et l'uniformité des horizons d'altération, militerait pour une mise en place par un système fissural. L'appartenance de ces roches à des systèmes orogéniques et d'arcs insulaires ne correspond pas exactement à notre point de vue quant au mode de leur mise en place.

Les roches sont à mettre en relation avec le rifting tardi-panafricain. Nous pensons que les chambres magmatiques qui se sont formées lors de la collision, et la pseudo-subduction qui en est résultée, se sont « libérées » après ablation du relief et l'érosion qui avait aplani la plate forme saharienne et inversé la direction des contraintes.

Les affinités structurales le confirment (mêmes pendages au moins pour les coulées de basaltes).

Les diagrammes AFM indiquent bien que les roches volcaniques de la chaîne de l'Ougarta se projettent dans le domaine calco-alcalin. L'étude récente réalisée par Cherfouh *et al.* (2001) sur les roches volcaniques de la Sebkhia El Melah prouvent que ces dernières se sont mises en place en domaine anorogénique.

Cherfouh (2001), en se basant sur des résultats géochimiques, conclut à un magmatisme à la limite des tholéites d'arc insulaire et les basaltes calco-alcalins mis en place en domaine continental. Sa mise en place s'est effectuée par fractionnement d'une série magmatique d'origine mantellique avec une faible contamination par la croûte continentale (absence de grenat et de sillimanite). Sa mise en place était guidée par le rejeu dextre des accidents de socle orientés NW-SE.

Pour Dostal *et al.* (2002), le magmatisme de Sebkhia El Mellah d'affinité shoshonitique serait mis en place en contexte d'arrière arc. Il faut rappeler que dans cette région, la série rhyolitique n'est pas représentée.

L'indice de RITTMAN, calculé selon la formule suivante  $\sigma = (K_2O + Na_2O)/SiO_2 + 43$ , et celui de GOTTINI, calculé selon la formule suivante,  $\tau = (Al_2O_3 - Na_2O)/TiO_2$ , montrent que la plupart des roches se projettent dans le champ **laves des chaînes orogéniques et des arcs insulaires**. Ceci est au moins valable et perceptible concernant les roches volcaniques du socle de la Sebkhia El Melah et les andésites du Damrane. Il en est autrement pour les rhyolites et les ignimbrites de la série sus-jacente. En effet, les aspects structuraux et morphologiques témoignent d'une mise en place ultérieure et ceci malgré les similitudes géochimiques. Ces résultats confortent largement

ceux obtenus par Remichi (1987) et Bouima (1986).

### VIII. CONCLUSION

Cette étude a montré que sur le plan stratigraphique (stratigraphie relative) la position des volcanites sous le Cambrien daté, milite pour un âge, au moins cambrien inférieur pour les rhyolites ou peut-être plus ancien pour les andésites et les basaltes du Damrane et de la Sebkha El Melah. Cette conclusion est aussi renforcée par le remaniement de ces volcanites dans les sédiments paléozoïques anté ordoviciens.

Le remaniement systématique de ces volcanites sous forme de conglomérats cantonnés dans des grabens et dans les creux paléo-topographiques, surtout dans le faisceau de la Daoura, est un argument de plus pour un âge plus ancien de ces roches volcaniques.

Il est clair, que seules les datations radiométriques détermineraient l'âge exact de ces roches et mettraient un terme définitif au problème et à toute spéculation et résoudrait les questions en suspens relatives à la géodynamique, de la région.

Chikhaoui (1974, 1981), Destombes (1963); Caby (1972) et Mentchikoff (1947 et 1957), les considèrent infra cambriennes ou précambriennes supérieur. Des ressemblances existent entre les volcanites de l'Anti-Atlas et les rhyolites de la série pourprée du Hoggar. Cependant, les âges obtenus au sud et à l'ouest, sont du Précambrien supérieur ou terminal (560 – 520 Ma). Les âges obtenus dans l'Ougarta par la méthode K/Ar sont nettement inférieurs – 290 à 380 Ma. Ils correspondent en réalité à des rajeunissements et homogénéisation isotopique liée aux événements tectoniques et métamorphiques du cycle hercynien.

Les âges radiométriques obtenus militent plus pour une mise en place plus récente. Cependant ces résultats peuvent avoir plusieurs interprétations.

L'âge tout au plus cambrien de ce magmatisme bimodal, semble exclure une mise en place beaucoup plus récente, alors que tous nos résultats semblent converger vers l'existence d'une remobilisation suffisante pour que tous les chronomètres soient rajeunis. Il y a deux solutions pour expliquer cela et une troisième qui reprend les deux premières ensemble:

1. Remobilisation thermique, mais il faut encore trouver les preuves minéralogiques dans les laves, mais aussi dans l'encaissant au-dessous, latéralement et au-dessus des volcanites.

2. Remobilisation chimique, potassique, par développement de séricite, lors d'un événement hercynien plus discret paléo-thermal et plus jeune que 260 Ma, et peut être beaucoup plus jeune. Fabre aurait observé de la séricite associée à de la schistosité contre une faille, dans le Silurien de Tabelbella (com. Orale).

3. La troisième solution est une combinaison des deux premières et dont l'âge serait plus récent que 260 Ma.

Il est aussi possible que nous soyons en présence de plusieurs épisodes volcaniques.

L'absence d'appareils volcaniques et la plénitude des coulées de rhyolites permettent de soupçonner une mise en place par un système fissural.

### BIBLIOGRAPHIE

- AÏT KACI AHMED, A. 1990. Evolution litho-stratigraphique et sédimentologique des Monts d'Ougarta pendant le Cambrien (Sahara algérien nord occidental). *Th. 3<sup>ème</sup> cycle IST (USTHB) Alger.*



- ARBEY, F. ET CABY, R. 1966.** Présence de dreikanter à la base du Cambrien de Sebkhâ El Melah. Remarque sur la discordance du Paléozoïque et sur l'âge du sous-bassement, dans la région des Monts d'Ougarta (Sahara algérien), *C. R. Soc. Géol., Fr.*, 2, pp. 63-64.
- BONHOMME, M.G., FABRE, J. ET KADDOUR, M. 1996.** Datations K-Ar d'événements varisques dans le Cambrien de l'Ougarta (Sahara occidental algérien). In *Géodynamique du Craton Ouest Africain central et oriental : héritage et évolution post-pan-africain; Mém. du Serv. Géol. de l'Algérie*. pp. 117-125.
- BOUIMA, T. 1986.** Le gîte de Rahmani (monts d'Ougarta, Algérie) : Sédimentologie du Cambrien inférieur et étude des minéralisations stratiformes cuprifères associées. Mise en évidence d'un processus de remobilisation de type Roll. *Thèse Doct. Ing. Université Paris XI-Orsay*; 211p.
- BOUIMA, T. ET MEKKAOU, A. 2001.** Mise en évidence de nouveaux éléments en faveur d'un âge protérozoïque des conglomérats de Ben Tadjine (Monts de l'Ougarta, Algérie). *Résumé du 11<sup>ème</sup> Sémin. Nat. des Sci. de la Terre, Tlemcen*, 28-30/10/01.
- BOUIMA, T. ET MEKKAOU, A. 2003.** Nouveaux éléments en faveur d'un âge protérozoïque des conglomérats de Ben Tadjine (Monts d'Ougarta, Algérie). *Bull. Serv. Géol. Algérie*. vol. 14, n°2, pp. 139-148.
- BOUIMA, T. ET MEZGHECHE, H. 2006.** Nouveaux éléments en faveur d'une désertification anté-couverture paléozoïque dans les monts d'Ougarta (Algérie). *Mém. Serv. Géol. Nat.* n° 13. pp. 139-143, 3fig.
- CABY, R. 1972.** Les complexes précambriens du Nord de l'Adrar des Iforas: leurs relations chronologiques et structurales et leur place dans la chaîne panafricaine du Sahara central. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences, Paris*, 277. pp. 2301-2304.
- CABY, R. 1983.** Les molasses panafricaines en Afrique occidentale : synthèse des données stratigraphiques, paléontologiques et géochronologiques. *Coll. « Les bassins sédimentaires en Afrique occidentale »*. Marseille.
- CHERFOUH, E. H. 2001.** Etude de la Série calcaro-plutonique de la boutonnière anticlinale de Sebkhâ El Melah (Chaîne d'Ougarta, SW Algérie). Pétro. Min. Géoch., et contexte géodynamique de mise en place. *Thèse Magistère, FSTGAT/USTHB, Alger*. 155p.
- CHERFOUH, E. H., OUABADI, A. ET LOUNI-HACINI, A. 2002.** Pétrographie, minéralogie et géochimie de la série volcano-plutonique de la boutonnière anticlinale de la Sebkhâ El Melah (chaînes de l'Ougarta, SW Algérie). *Bull. du Ser. Géol. de l'Algérie*, vol. 13, n° 2, pp. 153-184, 19 fig., 7 tabl.
- CHIKHAOUI, M. ET DONZEAU, M. 1972.** Le passage Précambrien-Cambrien dans les monts d'Ougarta : Le conglomérat du Djebel Ben Tadjine (Saoura, Sahara algérien nord-occidental). *Bull. Soc. Hist. Nat. Afr., Alger*, 63, (1/2), pp. 51-62.
- CHIKHAOUI, M. 1974.** Les ignimbrites et roches basiques associées du Précambrien supérieur des Monts d'Ougarta (Saoura). *Doct. 3<sup>ème</sup> cycle Fac. des Sciences, Alger*.
- CHIKHAOUI, M. 1981.** Les roches volcaniques du Protérozoïque supérieur de la chaîne pan-africaine dans le N-W de l'Afrique (Hoggar, Anti Atlas, Adrar des Iforas) : Caractérisation géochimique et minéralogique, Implications Géodynamiques. *Th. Doct. es Sci. Université des Sci. et Tech. du Languedoc*. 156 p. 34 fig.
- CHOUBERT, G. 1952.** Histoire géologique du domaine de l'Anti-Atlas du Maroc. *Notes Mém. Serv. Géol. Maroc*, vol. 100. pp. 75-194.
- CHOUBERT, G. 1963.** Histoire géologique du Précambrien de l'Anti-Atlas. *Notes Mém. Serv. Géol. Maroc*, vol. 162, 352 p.
- DESTOMBES, J. 1963.** Le Cambrien et la base de l'Ordovicien dans la partie orientale et méridionale du Tafilalt (Maroc). *Bull. Soc. Géol. France.*, 7. sér. 6, pp. 938-945.
- DONZEAU, M. 1971a.** Etude structurale dans le Paléozoïque des monts d'Ougarta (Sahara occidental algérien). *Doct. 3<sup>ème</sup> cycle. Fac. Sci. Orsay, Univ. Paris Sud*.

- DOSTAL, J., CABY, R., KEPPIE, J.D. AND MAZA, M. 2002.** Neoproterozoic magmatism in South-western Algeria (Sebkhah El Melah inlier): a northerly extension of the Trans-Saharan orogen. *Journal of African Earth Sciences*, 35 (2002), pp. 213–225
- DUCROT, J. ET LANCELOT, J.R. 1977.** Problème de la limite Précambrien–Cambrien : étude radiochronologique par la méthode U–Pb sur zircons du volcan du Jbel Boho (Anti-Atlas marocain), *Can. J. Earth Sci.* 12, pp. 2771–2777.
- FABRE, J. 1976.** Introduction à la géologie du Sahara algérien. *S.N.E.D Alger. Algérie.*
- FABRE, J., AÏT KACI AHMED, A., BOUIMA, T., MOUSSINE-POUCHKINE, A. 1988.** le cycle mollassique dans le rameau trans saharien de la chaîne pan africaine. *Journal of African Earth Sciences*. vol. 7. n° 1. pp. 41–55.
- GOMEZ-SILVA, M., PACARD, M. ET WEIL, F. 1963.** Contribution à l'étude du Cambro-Ordovicien des chaînes d'Ougarta. *Bull. Soc. Géol. France*. n°7. pp. 133–141.
- GRAÏNE-TAZROUT, KH. 2001.** La minéralisation de manganèse en relation avec le centre émissif du djebel Bou Kbaïssset (Monts d'Ougarta, sud-ouest algérien). Résumé du 11<sup>ème</sup> Sémin. *Nati. des Sci. de la Terre, Tlemcen*, 28–30/10/01.
- GRAÏNE-TAZROUT, KH. ET MEKKAOUI, A. 2003.** Nature et origine des conglomérats de « Ben Tadjine » (monts d'Ougarta, sud –ouest algérien) : conséquences sur l'existence du « Cambrien ». *Recueil des résumés du 2<sup>ème</sup> Sém. Nat. de Strat., Beni Abbès* du 7 au 10 Déc. 2003. pp. 93–96.
- GRAÏNE-TAZROUT, KH., MEKKAOUI, A. ET MARIGNAC, CH. 2006.** Nature volcanique des « conglomérats » des Djebels Ben Tadjine et Bou Kbaïssset (Monts d'Ougarta, SW algérien) : conséquence sur l'existence d'un conglomérat de base du Cambrien dans ces régions. *Mem. n° 13 du SGA*. pp. 124–138.
- LANDING, E., BOWRING, S.A., DAVIDEK, K.L., WESTROP, S.R., GEYER, G. AND HELDMAIER, W. 1998.** Duration of the Early Cambrian: U–Pb ages of volcanic from Avalon and Gondwana. *Canadian Journal of Earth Sciences*, 35, pp. 329–338.
- LEBLANC, M. 1976.** Ophiolites précambriennes et grès arséniés de Cobalt (Bou Azzer, Maroc). *Thèse Université, Paris VI, France*, 329 p.
- LEBLANC, M. ET LANCELOT, J.R., 1980.** Interprétation géodynamique du domaine pan africain (Précambrien terminal) de l'Anti-Atlas (Maroc) à partir de données géologiques et géochronologiques. *Canadian Journal of Earth Science*, 17, pp. 142–155.
- LEBLANC, M. 1981.** The Late Proterozoic ophiolites of Bou Azzer (Morocco): evidence for Pan-African plate-tectonics. In: Kroner, A. (Ed.), *Precambrian Plate Tectonics. Elsevier, Amsterdam*, pp.435–451.
- MENCHIKOFF, N. 1949.** Quelques traits de l'histoire géologique du Sahara occidental. *Ann. Hubert et Haug*, 7, (livre. Jub. Charles Jacob), pp. 303–325. Paris.
- MENCHIKOFF, N., ALIMEN, H., LE MAÎTRE, D., PETTER, G. ET POUYETO, A. 1952.** Les chaînes d'Ougarta et de la Saoura. 19<sup>ème</sup> cong. *Géol. Intern.*, Alger 1952, Mongr. Région, 1<sup>ère</sup> Série, Algérie, n° 15.
- MENCHIKOFF, N. 1957.** De l'Infracambrien au Sahara. *Colloque CNRS. LXXVI*. Paris. pp. 169–172
- POUYETO, L. 1952.** Contribution à l'étude des terrains paléozoïques de la basse Saoura (Sahara occidental). *C. R. Somm. Soc. Géol. Fr.*, 10. pp. 156–157.
- PREIDEL, 1985.** Etude géologique et géochimique du massif de Damrane, Ougarta. *Ex - SONAREM. Rapport interne.*
- REMICHI, L. 1987.** Etude géologique du Précambrien du Damrane (Chaîne d'Ougarta). Le volcanisme et les minéralisations associées. *Th. Doct-Ing. Paris VI*. n° de réf. 87/26.

## **Planches**

**Planche I**

**A.** Vue d'ensemble du conglomérat de Ben Tadjine. Le massif fait 100 m environ. Noter les stratifications internes légèrement obliques de la formation.

***A global view of Ben Tadjine conglomerate. The measurement of the bloc is about 100 m. it shows oblic stratifications.***

**B.** Brèche volcanique de la formation andésitique montrant une fracturation à N 045 qui affecte aussi le conglomérat mais pas les grès cambriens sus jacents.

***Volcanic breccia of the andesitic formation showing the N045 fracturing which affects also the conglomerate but never the Cambrian sandstones.***

**C.** Vue du massif volcanique montrant la rythmicité des dépôts. On peut remarquer la base ravinante soulignées par de gros blocs des rythmes.

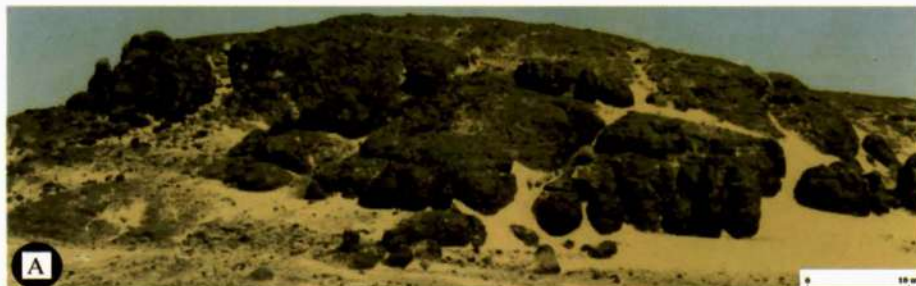
***A general view of the conglomerate bloc showing a rhythmicity of the deposits. Note that the ravinated base is underlined by the boulders, of rythms.***

**D.** Détail de la photographie précédente.

***Details of the previous picture.***



## LE VOLCANISME OUGARTIEN (SW - ALGÉRIE); SUBSTRATUM OU MANIFESTATION TARDIVE



**Planche II.**

- A.** Surface d'altération des rhyolites caractérisée par une accumulation d'oxydes limitant à la base les grès cambriens.

***Rhyolite alteration surface characterized by an important accumulation of oxides. It limits the base of the Cambrian sandstones.***

- B.** Photographie montrant les premiers bancs de grès remaniant des galets de rhyolites (flèche).

***Photography showing a remanied pebbles in the first banks of the Cambrian sandstones.***

- C.** Bloc de granite de grande taille au milieu de galets de rhyolites, de basaltes, de quartzites essentiellement.

***Granite block within mainly rhyolitic, basaltic and quartzitic pebbles.***



LE VOLCANISME OUGARTIEN (SW - ALGÉRIE); SUBSTRATUM OU MANIFESTATION TARDIVE

