

# LES STRUCTURES HERCYNIENNES DANS LA COUVERTURE SÉDIMENTAIRE PALÉOZOÏQUE DE L'AHNET OCCIDENTAL ET DE BLED EL MASS (N.O. DU HOGGAR, ALGÉRIE) : UNE CONSÉQUENCE DU REJEU DES FAILLES PANAFRICAINES.

Hamid HADDOUM\*

## RÉSUMÉ

La plate forme saharienne se caractérise par la juxtaposition de bassins sédimentaires intracratoniques orientés N-S à NO-SE, séparés entre eux par des môles de même orientation (Follet, 1952; Fabre, 1976 et 2005). Nous allons nous intéresser dans cette étude à l'un de ces bassins : le bassin de l'Ahnet-Bled El Mass

Ce bassin se trouve à la jonction de deux ensembles géologiques cratonisés à deux époques différentes, le Craton Ouest Africain stable depuis la fin de l'orogénèse éburnéenne (2000 Ma), et la chaîne mobile du Hoggar, cratonisée à la fin de l'orogénèse panafricaine (525 Ma). Il est limité à l'est par la faille d'échelle lithosphérique de Ers Oum Ellil, et à l'ouest par la suture avec le Craton Ouest Africain.

La série du Paléozoïque, discordante sur un socle panafricain, est pratiquement complète. Cependant, on note d'importantes variations d'épaisseurs et de faciès : ces variations se font généralement de façon progressive du sud vers le nord.

Toutes les données, aussi bien de surface que de sub-surface, convergent vers un seul modèle de déformation à l'Hercynien, et qui s'est déroulé après le dépôt du Moscovien. Il s'agit d'un dispositif transpressif orienté NE-SO à ENE-OSO (Haddoum et al., 2001), caractérisé par la réactivation dans le substratum des grandes failles sub-méridiennes héritées de l'orogénèse panafricaine. Les influences sur la couverture paléozoïque de ces rejeux se matérialisent par la verticalisation des formations à l'aplomb des failles profondes, le développement de « structures en fleur » positives, l'association de failles et de plis en échelons, la disposition en « relais » des failles dans la couverture, la formation de structures en sigmoïdes et circulaires dans les zones d'intense déformation, dans les conditions de l'argilocinèse, la diverticulation des grandes failles (« queue de cheval »), avec création de zones d'effondrement (relais transtensifs) ou d'ensellement (relais transpressifs), l'omniprésence de décollements, notamment dans les alternances bancs compétents-bancs incompétents et enfin le boudinage dans les niveaux compétents.

Les failles normales sont beaucoup plus rares; ce sont des failles d'extrados, ou qui compensent les « structures en fleur »; on note également, là où le Méso-Cénozoïque affleure, des rejeux en failles normales des grandes fractures sub-méridiennes, et l'apparition de failles d'effondrement orientées E-O qui affectent le Tertiaire.

La zone de Bled El Mass est également caractérisée par un grand développement de sills de dolérites qui se mettent en place dans les argiles du Dévonien supérieur (Frasnien-Famennien) et du Carbonifère moyen (Viséen) ; ces dolérites ont été datées du Jurassique (Conrad, 1981 et 1984; Smith et al., 2006). Les sills sont parfois recoupés par des filons de dolérites qui scellent des failles NE-SO.

**Mots-clés** - Ahnet - Bled El Mass - Hercynien - Argilocinèse - Décollements.

\*Laboratoire de Géo-Environnement, FSTGAT/USTHB, BP. N°32, El Alia, Bab Ezzouar, Alger, Algérie.  
haddoum\_hamid@yahoo.fr.

- Manuscrit déposé le 07 Juillet 2008, accepté après révision le 17 Septembre 2008.

**THE HERCYNIAN TECTONIC STRUCTURES IN THE PALAEOZOIC FORMATIONS OF THE AHNET AND BLED EL MASS AREAS (N.W. HOGGAR, CENTRAL SAHARA, ALGERIA).**

**ABSTRACT**

The Ahnet and Bled El Mass Palaeozoic basin belongs to the Algerian Saharan Platform, which extends northwards. It overlies an arm of the Late Paleozoic Pan-African Belt which was developed against the West African Craton, along the Pan-African suture zone. The Paleozoic cover thickens northwards and westwards (Reggane Basin), and corresponds to the Late Cambrian to the Late Carboniferous series. It includes sandstones and shales and few limestones intercalations, both of dominantly marine origin. Some major N-S trending Late Pan-African fault zones were rejuvenated during the Palaeozoic and could influence both the sedimentological and tectonic history. Folding, strike-slip faulting and reverse faulting occurred by latest Palaeozoic, providing structures which can be unconformably sealed by the Mesozoic formations.

The Ahnet and Bled el Mass domains are good examples to observe the relationships between a relatively rigid Pan-African basement and a «plastic» cover during the Hercynian event: ENE-WSW transpressive deformation provokes the remobilization of the Panafrican faults in the basement, and involves the decollement of the Palaeozoic cover and its flattening.

These processes appear by formation of NW-SE folds at the first time, which are re-oriented and parallelized with the sub-meridian faults in the last time, associated to intra bedded shear-zones. Flanks and periclinal closures react differently: the flanks are very upright again, the beds are thinned down, stretched and boudinated, corresponding to the manifestations on the surface of the deep faults; the periclinal closures are generally of quadrangular forms in which the beds are also verticalized, appear to correspond to the south and the north limits of the blocks, and react in overlapping structures.

The circular structures are frequent in this part of Central Sahara; they are due to the rolling up of the Paleozoic cover above the deep faults; this phenomenon is facilitated by the presence of competent and incompetent alternating beds. They can be initiated between «en echelon faults» with the appearance of compressive zones (reverse faults), which provokes the remobilization of the clays to the upper.

As well as in the Ahnet or in the Bled el Mass, the Silurian or the Famennian clays take place in the middle of these structures, and show verticalized beds and disharmonic folds. They correspond to the flow of incompetent formations to the upper in argilokinesis conditions, and which slip on to a rigid basement.

The Hercynian deformations that we described in the Ahnet and Bled El Mass basin can be correlated with approximately synchronous deformations registered northwestward and westward along the margins of the West African Craton. These deformations include the polyphase folding and local thrusting of the large Ougarta-Saoura-Bechar range.

It appears that all the Palaeozoic basins located along the West African peri-cratonic suture were inverted during the Carboniferous-Early Permian times. This was also the time of the deformations described in the Ahnet and Bled El Mass basin. We show in this study that far-field deformation affected the whole West African intra-plate domain. The distal compressional/transpressive structures of the Ahnet and Bled El Mass basin are located about 2000/2500 km to the East of the contemporaneous Mauritanide-Zemmour thrust front (Haddoum *et al.*, 2001).

**Key-words** - Ahnet - Bled El Mass - Hercynian - Argilokinesis - Decollement.

# **DISTRIBUTION DES FILONS DE DOLÉRITE D'APRÈS LES INTERPRÉTATIONS GÉOLOGIQUES DE DONNÉES AÉRO- MAGNÉTIQUES ET LEUR SIGNIFICATION GÉODYNAMIQUE (BURKINA FASO, CRATON OUEST AFRICAIN).**

---

**Urbain WENMENGA\*, Mohamed KECIR\*\* et Pascal AFFATON\*\*\***

---

## **RÉSUMÉ**

Les fractures et filons de dolérite forment au Burkina Faso d'après leurs signatures aéromagnétiques, un réseau tectonique dense affectant les ceintures de roches vertes birimiennes et les granitoïdes paléoproterozoïques associés ainsi que leur couverture sédimentaire néoproterozoïque à paléozoïque. L'analyse statistique de ces signatures met en évidence à travers les diagrammes de rose, trois directions majeures, WNW-ESE, ENE-WSW, NE-SW pour les filons de dolérite, les deux dernières coïncidant avec les principales orientations des fractures. Les filons méridiens sont moins fréquents que les fractures d'orientation équivalente. Les orientations NE-SW sont majoritairement associées aux filons de la couverture sédimentaire et marquent la déformation régionale des ceintures birimiennes, ce qui suppose un possible remplissage de magma doléritique des fractures post éburnéennes probablement réactivées au cours d'épisodes tectoniques ultérieurs. Les rares données radiométriques (K/Ar) de sills de la couverture sédimentaire ( $250 \pm 13$ Ma) et de dykes injectés dans le socle birimien (1814 Ma), suggèrent leur mise en place au cours de deux venues doléritiques majeures en relation d'une part, avec les distensions tardi à post-éburnéennes et d'autre part avec le pré-rifting océanique atlantique. Les corrélations pétrologiques avec les systèmes filoniens de la sous région Ouest africaine, n'excluent pas que les événements distensifs kibariens au mésoproterozoïque et éventuellement néoproterozoïque ou pré-panafricain soient marqués par des émissions doléritiques au Burkina Faso, à l'instar du Craton Ouest-Africain.

**Mots clés** - Fractures - Filons - Dolérite - Aéromagnétique - Rosace - Chronologie - Age - Distension.

## **DISTRIBUTION OF DOLERITE VEINS ACCORDING TO GEOLOGICAL INTERPRETATIONS OF AEROMAGNETIC DATA AND THEIR GEODYNAMIC SIGNIFICANCE (BURKINA FASO, WEST-AFRICAN CRATON).**

### **ABSTRACT**

Geological interpretations of aeromagnetic signatures of fractures and dolerite veins in Burkina Faso, show that these structures form a dense network which affect Birimian greenstone belts and associated Palaeoproterozoic granitoids as well as their Neoproterozoic to Palaeozoic sedimentary cover. Statistical analysis of these structures using rose diagrams, highlight three major WNW-ESE, ENE-WSW, NE-SW trends with the two latter coinciding with the main aeromagnetic fractures orientations. Meridian veins are less frequent than fractures of similar direction. NE-SW orientations are mainly associated with veins of sedimentary cover and correspond to the major regional deformation trend of Birimian belts. This suggests a possible doleritic magma filling of post Eburnean fractures, probably reactivated during subsequent tectonic episodes. The rare (K/Ar) radiometric data of sills in the sedimentary cover ( $250 \pm 13$  Ma) and the dolerite dyke (1814 Ma) in the Palaeoproterozoic basement, suggest their emplacement during two major doleritic inflows, on the one hand with the late to post- Eburnean distensions and on the other hand with Atlantic oceanic pre- rifting. Petrologic correlations with veins swarms of West African bordering countries, don't exclude that the Kibarian and possibly Neoproterozoic or pre- Panafrican distensional events, may be marked by doleritic emissions in Burkina Faso as in the West African craton.

**Key words** - Fractures - Veins - Dolerite - Aeromagnetic - Rose diagram - Chronology - Age-Distension.

# **NOUVELLES DONNÉES SUR LES CARACTÈRES DYNAMIQUES ET GÉOCHIMIQUES DU VOLCANISME ALCALIN MIO-PLIO-QUATERNAIRE DE L'ORANIE (ALGÉRIE NORD-OCCIDENTALE).**

**Rachid BENDOUKHA\*, M'Hamed MEGARTSI\*\*, Jean Yves COTTIN\*\*\*  
et Mohamed TABELIOUNA \***

---

## **RÉSUMÉ**

L'Oranie Nord-Occidentale a été le siège d'importantes manifestations volcaniques de nature alcaline et d'âge mio-plio-quadernaire. Pour le volcanisme alcalin plio-quadernaire, les dépôts pyroclastiques dessinent des structures morphologiques variées : des cônes stromboliens, des anneaux de tufs de diamètre kilométrique ainsi que des maars. L'activité éruptive alcaline d'Oranie se caractérise par un changement de type de dynamisme. Les émissions volcaniques se sont effectuées à des âges variés à la faveur de trois types de dynamisme : effusif, strombolien et phréatomagmatique.

Les éruptions effusives datées du Miocène se sont produites uniquement à l'Ouest de l'Oranie plus particulièrement en rive gauche de la Basse Tafna et sur le flanc Sud du Djebel Fillaoucène.

L'activité strombolienne plio-quadernaire caractérise tous les secteurs d'étude alors que celle de type phréatomagmatique s'est localisée seulement dans les complexes volcaniques de la Basse Tafna et d'Aïn Témouchent.

La géochimie de l'ensemble des produits volcaniques, révèle une série alcaline sodique différenciée : des basanites pour les coulées miocènes de la rive gauche de la Basse Tafna et du flanc Sud du Djebel Fillaoucène, des basaltes et des trachy-basaltes pour les laves plio-quadernaires du Djebel Fillaoucène, des basanites et des hawaïites pour les roches des Souhalia, des micro-basaltes, des basaltes et des hawaïites pour la Basse Tafna et enfin des basaltes, des basanites et des hawaïites pour le massif d'Aïn Témouchent. Cette série atteint le terme de phonotéphrite dans le massif de la Basse Tafna. Cette différenciation résulte en grande partie de processus de cristallisation fractionnée d'une série alcaline sodique.

Les concentrations en terres rares ainsi que l'allure des spectres, révèlent en revanche un caractère transitionnel pour les basaltes miocènes provenant de la rive gauche de la Basse Tafna et du flanc Sud du Djebel Fillaoucène. L'anomalie positive en niobium qui caractérise les spectres de terres rares des coulées miocènes et plio-quadernaires, traduit un caractère alcalin pour les basaltes de l'Oranie Nord-Occidentale. Le parallélisme des spectres de terres rares obtenus dans les coulées plio-quadernaires montre un co-génitisme entre les laves alcalines de l'Oranie de

---

\* Fac. Sc.Terre, de Géographie et d'Aménagement du Territoire, Univ.Oran, BP. 1524-Oran-Algérie.

\*\* Fac. Sc.Terre, de Géographie et d'Aménagement du Territoire, USTHB, Alger, BP. 32 El-Alia-Alger.

\*\*\* Laboratoire de Géologie-Pétrologie-Géochimie, 23, Avenue du Dr Paul Michelon, 42023 Saint Etienne France  
- *Manuscrit déposé le 19 Novembre 2006, accepté après révision le 11 Juin 2008.*

cette période. En revanche, le rapport Nb/La met en évidence une source enrichie pour les basaltes transitionnels et une autre pour ceux du Plio-Quaternaire.

Le rapport Nb/Th révèle une même source profonde pour les deux magmas issus d'une zone mantellique enrichie de type « **diapir asthénosphérique intracontinental** ». Le passage depuis la source des basaltes transitionnels vers ceux du Plio-Quaternaire est continu.

La néotectonique régionale post-collisionnelle, associée à des environnements paléogéographiques particuliers au cours du Mio-Plio-Quaternaire, semble avoir joué un rôle essentiel dans les conditions de mise en place des émissions volcaniques alcalines d'Oranie.

**Mots clés** - Volcanisme alcalin - Transitionnel - Dynamisme effusif - Strombolien-Phréatomagmatisme - Cristallisation fractionnée - Source mantellique - Diapir asthénosphérique- Oranie.

## **NEW DATA ON THE DYNAMIC AND GEOCHEMICAL CHARACTERS OF THE MIO-PLIO-QUATERNARY ALKALINE VOLCANISM OF THE ORANIE (NORTH-WESTERN ALGERIA).**

### **ABSTRACT**

The North-Western Oranie was affected by an important alkaline volcanic event in the Mio-Plio-Quaternary age. A Plio-Quaternary alkaline activity is characterized by pyroclastic deposits with various morphological structures: strombolian cones, cones or rings of tuffs of kilometeric diameter and also maars. The alkaline eruptive activity of the Oranie is characterized by a change of the type of dynamism. The volcanic emissions, activated at different ages, show three types of dynamism: extrusive, strombolian and phreatomagmatic.

The extrusive eruptions dated from the Miocene occurred only in the West of the Oranie more particularly in the left band of the Lower Tafna and in the southern side of Djebel Fillaoucene.

The Plio-Quaternary strombolian activity characterized all the sectors of this study area. The phreatomagmatic type was located only in the volcanic complexes of the Lower Tafna and Ain Temouchent.

The geochemistry of the whole volcanic products reveals a differentiated sodic alkaline series for the Miocene lavas (Lower Tafna and Southern of Djebel Fillaoucene). The differentiated terms, phono-tephrite, was localized in the massif of the Lower Tafna.

This differentiation results from a fractional crystallization process of a sodic alkaline series. The spectrum of the Rare Earth Elements concentrations reveals a transitional character of the Miocene basaltic lavas of the left band of the Lower Tafna and the southern side of Djebel Fillaoucene. The positive anomaly of niobium in the spectrum indicates an alkaline character of the basalts. The parallelism of the spectrum of the Plio-Quaternary lavas shows a cogenitism of the alkaline lavas in the Oranie. The Nb/La ratio shows an enriched spring for the transitional and Plio-Quaternary basalts. The Nb/Th ratio reveals the same spring for the two magmas resulting from a mantellic zone, showing an «intracontinental asthenospheric diapir» model.

The passage from the source of transitional basalts towards those of the Plio-Quaternary type is continuous.

NOUVELLES DONNÉES SUR LES CARACTÈRES DYNAMIQUES ET GÉOCHIMIQUES DU VOLCANISME  
ALCALIN MIO-PLIO-QUATÉNAIRE DE L'ORANIE (ALGÉRIE NORD-OCCIDENTALE).

The regional post-collisionnel neotectonic associated with a paleogeographic environment, during the Mio-Plio-Quaternary seems to have an essential role in the setting up of the alkaline volcanic emissions of the Oranie.

**Key-words** - Alkaline volcanism - Transitional - Extrusive dynamism - Strombolian-Phreatomagmatism - Fractionnal cristallization - Mantle source - Intra-continental asthenopheric diapir - Oranie

# LES PÉLITES DES MONTS DE L'OUGARTA (ALGÉRIE): NOUVEL ASSEMBLAGE DES FORMATIONS DU PROTÉROZOÏQUE SUPÉRIEUR.

Tayeb BOUIMA\* et Hocine ZITOUNI\*

## RÉSUMÉ

Il s'agit d'une formation volcano-sédimentaire d'épaisseur totale voisine de 12000m, représentée par des pélites pourpres abondantes, finement litées qui s'alternent avec des dépôts fins : grauwackes; siltites finement rubanés; schistes; tufs riches en éléments volcaniques acides. Elles sont à Djebel Ben Tadjine et à Damrane de couleur rouge abondante à micro rides de courant au Sud et de couleur verte abondante avec des slumps au Nord.

À la pointe de Ben Tadjine, ces pélites affleurent sur une épaisseur de 1500m environ, elles sont structurées en monoclinale de direction N080°-50° à 80°N.

Avec les conglomérats rouges de Ben Tadjine plissés selon la direction N160° - 20° à 50°N, ces pélites montrent un contact tectonique sublatitudinal. Les deux formations sont ravinées et surmontées en discordance angulaire par la couverture paléozoïque sub-tabulaire.

Affleurant d'une manière discontinue et rare, ces pélites sont rouges au Sud et vertes au Nord du massif de Damrane. Elles se présentent sous forme de lits centimétriques encaissés dans des produits gypseux de sebkha contemporaine au Quaternaire et plissés selon deux directions N080°-15°N et N120°-85°S.

Les pélites qui semblent être intercalées avec les calcaires de Hassi Khataam sont surmontées en discordance angulaire à Damrane par la série volcanique «Damrane-Guettera» de faible pendage sud. Cette dernière est contemporaine aux conglomérats de Ben Tadjine et à la série «carbonatée à stromatolites colléniiformes de Guettera».

La structuration sub parallèle de ces pélites et leur relation géométrique avec les différentes formations anté-couvertures paléozoïques de l'Ougarta, ainsi que leur lithologie identique, permettent :

- de mettre en parallèle tous ces faciès avec les flyschs de sebkha El Melah et de Kahal Tabelbala, et les englober en une seule série développée sous une faible tranche d'eau relativement plus épaisse au nord qu'au sud dans les monts d'Ougarta;
- de distinguer deux structures pour les pélites d'orientation N080° et N120° analogues à celles des pélites du Méso-Protérozoïque d'Imiter dans l'anti-Atlas marocain;
- de distinguer pour ces formations anté paléozoïques deux ensembles structuraux panafricains: un socle essentiellement pélitique et une couverture molassique essentiellement conglomératique et volcanique.

**Mots clés** - Algérie - Ougarta - Pélites néoprotérozoïques - Ensemble structural - Socle - Molasse-Panafricain.

\* Département des Sciences de la Terre; Faculté des Sciences; Université Ferhat Abbas; 19000; Sétif – Algérie.  
- Manuscrit déposé le 17 Novembre 2007, accepté après révision le 17 Septembre 2008.

## **THE PELITES OF THE OUGARTA RANGES (ALGERIA): THE NEW UPPER PROTEROZOIC FORMATIONS ASSEMBLAGE.**

### **ABSTRACT**

The Ougarta Neoproterozoic volcano-sedimentary formation reaches a total thickness of about to 12000 m and consists of widespread finely bedded purple pelites with interbedded fine-grained deposits: greywackes, ribbon siltstones, schists and acid volcanic tuffs. In the southern Djebel Ben Tadjine and Damrane areas, pelites are of reddish color showing symmetric current-ripple, whereas in the north, they are of green color and exhibits slump structures.

At the eastern end of the Djebel Ben Tadjine, these pelites are 1500 m thick, and form monoclinial beds oriented  $N080^{\circ}-50^{\circ}$  to  $80^{\circ}N$ . They are in tectonic contact with the Ben Tadjine folded red conglomerates (oriented  $N160^{\circ}-20^{\circ}$  to  $50^{\circ}N$ ). These formations are gullied and are overlain with an angular unconformity by the sub-horizontal Palaeozoic cover.

In the Damrane area, the pelites outcrops are scarce and consist of centimetric layers embedded in recent gypsiferous products of the Sebkh. They are folded in two directions:  $N080^{\circ}-15^{\circ}N$  and  $N120^{\circ}-85^{\circ}S$ .

In Damrane, the pelites seem intercalated with Hassi Khataam limestones and are overlain with an angular unconformity by the weak dip (to south) «Demrane-Guettara» volcanic series. This series is contemporary with the Ben Tadjine conglomerates and with the «Carbonated *Collenia stromatolites*» series of Guettara.

Structuration and identical lithology of the pelites, and their geometrical relation with the Pre-Palaeozoic cover of the Ougarta, allows:

- To include all these facies with the Sebkh El Melah and Kahal Tabelbala flyschs in only one series deposited in a shallow marine water environment relatively thicker in the north than in the south of the Ougarta ranges.
- To distinguish two structural trends oriented  $N80^{\circ}$  and  $N120^{\circ}$  in the pelites formation, which are similar to those of the Imiter Meso-Proterozoic pelites located in the Moroccan Anti-Atlas.
- To distinguish in the Pre-Palaeozoic cover formations two Pan-African structural suit : (1) pelitic basement rocks; and (2) conglomeratic and volcanic molassic cover.

**Key words** - Algeria - Ougarta - Neoproterozoic pelites - Structural package - Basement - Molasse - Pan-African.

# **LES MANIFESTATIONS DE LA NÉOTECTONIQUE ET LEUR IMPLICATION DANS L'ÉVOLUTION GÉOMORPHOLOGIQUE PENDANT LE PLIO- QUATERNAIRE DANS LA RÉGION DES NEMEMCHAS-TÉBESSA (EST – ALGÉRIEN).**

**Mahdi Kalla\* et Hadda Dridi\***

---

## **RESUMÉ**

Nos recherches géomorphologiques menées dans le massif des Nememchas et les monts de Tébessa ont relevé une morphogenèse intense tout le long du Plio - Quaternaire. Cette morphogenèse a été guidée à la fois par les variations climatiques et une mobilité structurale persistante. Les indices de cette évolution où se conjuguent climat et tectonique apparaissent d'une part, à travers des déformations très nettes sur le terrain tant sur le plan des formes que des formations, et d'autre part sur l'évolution géomorphologique générale de la région. En effet, le décryptage des paysages et des modelés montre clairement que les mouvements récents ont guidé d'une manière très nette l'évolution du réseau hydrographique et du même coup toute la morphogenèse associée. Cette évolution de la morphogenèse qui s'est effectuée dans des conditions particulières apparaît surtout dans les formes d'ablations étagées, ainsi que, les formes construites et leur articulation dans l'espace et le temps. Par ailleurs, la persistance de ces mouvements jusqu'à une époque très récente, laisse envisager la possibilité d'une instabilité actuelle. A ce titre, nous avons relevé de nombreux indices de terrain qui convergent dans cette direction. Ce qui à notre avis place la région des Nememchas – Tébessa parmi les plus vulnérables aux risques sismiques.

**Mots clés** - Néotectonique - Morphogenèse - Nememchas - Est algérien - Sismotectonique - Risque.

## **MANIFESTATIONS OF THE NEOTECTONICS AND THEIR INVOLVEMENT IN THE GEOMORPHOLOGICAL EVOLUTION DURING THE PLIO-QUATERNARY IN THE REGION OF NEMEMCHAS-TEBESSA (EASTERN – ALGERIA).**

## **ABSTRACT**

Our geomorphological research conducted in the solid mass of Nememchas and the mounts of Tébessa raised an intense morphogenesis all along the Plio-Quaternary. This morphogenesis was guided at the same time by both the climatic variations and a persistent structural mobility. The indices of this evolution where climate and tectonics are combined appear on the one hand through very clear deformations on the ground as well on the plan of the forms or of formations, and the other hand on the general geomorphological evolution of the

---

\* Laboratoire Risques Naturels et Aménagement du Territoire (LRNAT). Département des Sciences de la Terre, Faculté des Sciences, Université de Batna, Algérie. m\_kalla1@yahoo.fr

- *Manuscrit déposé le 14 Novembre 2007, accepté après révision le 11 Novembre 2008.*

area. Indeed the deciphering of the landscapes and modelled the show clearly that the recent movements guided in a very clear way the evolution of the hydrographic network and at the same time all the associated morphogenesis. This evolution of the morphogenesis which was conducted under particular conditions appears especially in form of ablations terraced rows as well as the built forms and their articulation in space and time. In addition, the persistence of these movements up to a very recent time, lets to consider the possibility of a current instability. For this reason we have plotted many ground indices which converge in this direction. Which in our opinion places the area of Nememchas - Tébessa forcing among most vulnerable to the natural hazards.

**Key words** - Neotectonic - Morphogenesis - Nememchas - Eastern Algeria - Seismotectonic - Risk.

# 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 diagénétique 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.

# ÉTUDE DES PROPRIÉTÉS MAGNÉTIQUES DU REMPLISSAGE DE LA GROTTÉ DE SANTA LUCIA SUPÉRIEURE (TOIRANO, LIGURIE, ITALIE).

Abderrezak DJERRAB\*, Ian HEDLEY\*\* et Henry de LUMLEY\*\*\*

## RÉSUMÉ

La grotte de Santa-Lucia supérieure, située en Ligurie italienne, présente dans l'ensemble un dépôt relativement homogène. Les variations de valeurs de la susceptibilité magnétique, enregistrées dans les différents niveaux stratigraphiques, montrent une bonne corrélation avec les résultats des analyses sédimentologique, faunique et palynologique.

Les résultats obtenus ont cependant, permis d'individualiser plusieurs couches de propriétés magnétiques différentes. C'est dans la partie supérieure du remplissage, qu'ont été enregistrées les plus fortes valeurs des paramètres magnétiques ( $\chi_{bf}$ ,  $ARI_s$ ), celles-ci étant le résultat de l'abondance de grains magnétiques d'origine secondaire et de taille très fine (grains superparamagnétiques). En effet, de tels grains présentent de fortes valeurs de  $\chi_{bf}$  et de faibles valeurs du rapport  $ARI_s/\chi_{bf}$ . Au contraire, les plus faibles valeurs sont liées à la dominance de grains magnétiques d'origine détritique et présentent un fort champ coercitif (hématite, goethite, pyrrhotite et magnétite).

**Mots-clés** - Grotte de Santa-Lucia supérieure - Quaternaire - Susceptibilité magnétique - Magnétite-Maghémite - Hématite.

## MAGNETIC PROPERTIES OF UPPER SANTA-LUCIA CAVE INFILL (TOIRANO, LIGURIA, ITALY).

### ABSTRACT

The upper cave of Santa-Lucia (Liguria, Italy) consists in general of a relatively homogeneous deposit. The variation of the magnetic susceptibility in the different stratigraphic layers shows a good correlation with the results of the sedimentological, faunal, and palynological analyses.

The magnetic measurements reveal however several layers with different magnetic properties.

In the upper part of the deposit high values of the magnetic parameters ( $\chi_{if}$ , SIRM) are observed; these are the result of abundant fine ferromagnetic minerals probably of secondary origin. In fact, these grains show high values of  $\chi_{if}$  and low of  $ARI_s/\chi_{if}$  ratios. Conversely low values are associated with the predominance of magnetic detrital grains and showing a high coercive field (haematite, goethite, pyrrhotite and magnetite).

**Key words** - Santa-Lucia upper cave - Quaternary - Magnetic susceptibility - Magnetite - Maghemite-Hematite.

\* Centre Universitaire de Tébessa, Institut des Sciences de la Terre, Route de Constantine 12002-Tébessa. et UMR 5590 du CNRS, CERP de Tautavel, Université de Perpignan, France. Courriel : [djerrab@yahoo.fr](mailto:djerrab@yahoo.fr)

\*\* Université de Genève, Département de Minéralogie, 13 rue des Maraîchers, 1205 Genève, Suisse. Courriel : [ian.hedley@bluewin.ch](mailto:ian.hedley@bluewin.ch)

\*\*\* Laboratoire de Préhistoire du Muséum National d'Histoire Naturelle, UMR 6569, Institut de Paléontologie Humaine, 1 rue René Panhard, 75013 Paris.

- Manuscrit déposé le 20 Février 2006, accepté après révision le 06 Septembre 2008.

# **LE SÉISME ( $M_w = 5$ ) DE LAALAM (KABYLIE, ALGÉRIE) DU 20 MARS 2006 : PROSPECTIONS GÉOLOGIQUES ET GÉOPHYSIQUES (BRUIT VIBRATOIRE AMBIANT) ET CORRÉLATIONS AVEC LES DOMMAGES.**

**Djamel MACHANE\*, Bertrand GUILLIER\*\*, Jean-Luc CHATELAIN\*\*, Jean-Pierre BOUILLIN\*\*, Hamid HADDOUM\*\*\*, Mehdi Amine GUEMACHE\*\*\*\*, Souad ZETOUTOU\*, Sahra AOURARI\*, Leila DJADIA \*\*\*\* et Zaki BENELHADJ\*\***

---

## **RÉSUMÉ**

Les investigations géologiques et géophysiques (H/V-bruit de fond) réalisées dans le village de Laalam (wilaya de Béjaïa) au lendemain du séisme de Laalam du 20 mars 2006 ( $M_w=5.0$ , USGS) ont permis de démontrer l'absence d'effets de site en relation avec les dégâts observés sur les constructions. Les dégâts et les pertes humaines (4 morts, 68 blessés) s'expliquent par la vulnérabilité du bâti et la proximité de l'épicentre, soit directement (secousses sismiques), soit indirectement, par les effets induits. Les effets induits se sont manifestés par des fissures au niveau des sols et des routes, des chutes de blocs et un glissement de terrain réactivé par le séisme. Toutefois, les fissures n'expriment pas en surface la faille ayant engendré le séisme, en raison de la magnitude modérée du séisme. Cette étude conforte l'importance qui doit être accordée aux études sur les effets induits par les séismes modérés, et pose le problème important, des dommages que continuent de causer même les séismes faibles à modérés se produisant en Algérie, de la mise en évidence et de la cartographie des failles aveugles.

**Mots clés** - Séisme de Laalam - Effets de site - H/V - Bruit de fond - Effets induits - Faille aveugle - Algérie.

D. MACHANE, B. GUILLIER, J.-L. CHATELAIN, J.-P. BOUILLIN, H. HADDOUM, M. A. GUEMACHE, S. ZETOUTOU,  
S. AOURARI, L. DJADIA. ET Z. BENELHADJ

**THE 20 MARCH 2006 EARTHQUAKE OF LAALAM (KABYLIA,  
ALGERIA) ( $M_w=5$ ): GEOLOGICAL AND GEOPHYSICAL  
PROSPECTIONS (AMBIENT VIBRATION NOISE) AND  
CORRELATIONS WITH DAMAGES.**

**ABSTRACT**

Geological and geophysical (ambient vibrations) prospections conducted after the moderate Laalam earthquake ( $M_w = 5$ , USGS), demonstrate that structure destructions following this event are not related to site effects. Nevertheless, damages and human losses (4 dead, 68 injured) may be explained by vulnerable habitations and the epicenter proximity, either directly (ground shaking) or indirectly, by induced effects. Induced effects are constituted of soil and road cracks, rock falls, and a landslide reactivated by the earthquake. However, the surficial cracks are not expressing the fault on the surface, because of the moderate magnitude of the event. This study is comforting the need of moderate earthquake induced effects and raises the important problem of damages caused by low to moderate earthquakes in Algeria and buried fault location and mapping.

**Key words** - Laalam earthquake - Site effects - H/V - Ambient vibrations - Induced effects - Buried fault - Algeria.