



Volume 18, n°3  
Octobre 2007

# *Bulletin du Service Géologique National*

*Bulletin du Service Géologique National*



ANGCM  
Agence Nationale de la Géologie et du Contrôle Minier

## Ministère de l'Energie et des Mines

AGENCE NATIONALE DE LA GÉOLOGIE ET DU CONTRÔLE MINIER

Val d'Hydra Tour B, Alger.

Président du Conseil d'Administration :

**Mohamed Mouloud BENDALI**

Tél: 021. 48. 85. 16.

Fax: 021. 48. 84. 64.

## Service Géologique National (SGN)

Val d'Hydra Tour B, Alger.

**Administrateur chargé du S.G.N : L'hacène BITAM**

Tél: 021. 48. 83. 60.

**Editions - Fabrication - Secrétariat de rédaction**

Val d'Hydra Tour B, Alger.

## Bibliothèque des Sciences de la Terre (BST)

**Consultation documentaire - Echanges- Dépôt légal**

18A, Avenue Mustapha El Ouali, Alger 16 000

Tél : 021. 74. 08. 65.

## Comité scientifique

**AIFA T.** Laboratoire de Géophysique Interne, Institut de Géologie, *Université de Rennes I* (France).

**AISSA D.E.** Département de Géologie, Faculté des Sciences de la Terre, de la Géographie et de l'Aménagement du Territoire, *Université des Sciences et de la Technologie Houari Boumedienne, Alger*, (Algérie).

**AIT-OUALI R.** Département de Géologie, Faculté des Sciences de la Terre, de la Géographie et de l'Aménagement du Territoire, *Université des Sciences et de la Technologie Houari Boumedienne, Alger*, (Algérie).

**AZZOUNI-SEKKAL A.** Département de Géologie, Faculté des Sciences de la Terre, de la Géographie et de l'Aménagement du Territoire, *Université des Sciences et de la Technologie Houari Boumedienne, Alger*, (Algérie).

**BESSEDIK M.** *Université Hassiba Ben Bouali, Chlef*, (Algérie).

**BOUMENDJEL K.** *Centre de Recherche et Développement Sonatrach, Boumerdès*, (Algérie).

**BIJU-DUVAL B.** Président, *Comité National Français de Géologie*, (France).

**BURG J.P.** Geologisches Institut, *ETH Zentrum, Zurich*, (Suisse).

**CABY R.** Géofluides, Bassins, Eau, *Université de Montpellier II*, (France).

**CHOROWICZ P.** Département de Géotectonique, *Université Pierre et Marie Curie, Paris VI*, (France).

**COLOMBO F.** Departament de Geologia Dinamica, *Universitat de Barcelona*, (Espagne).

**DERCOURT J.** Laboratoire de Stratigraphie, *Université Pierre et Marie Curie, Paris VI*, (France).

**DEJONGHE L.** *Service Géologique de Belgique, Bruxelles*, (Belgique).

**DJEDDI M.** Laboratoire de Physique de la Terre, *Université M'Hamed Bouguera, Boumerdès*, (Algérie).

**DURAND-DELGA M.** *Laboratoire de Géologie, Université Paul Sabatier, Toulouse*, (France).

**FABRE J.** *Le Formier, La Tania 73120 Courchevel*, (France).

**GUERRAK S.** *International Consulting Bureau, Alger*, (Algérie).

**GUIRAUD R.** Laboratoire de Géologie Appliquée et Dynamique, *Université d'Avignon*, (France).

**HERNANDEZ J.** Institut de Minéralogie et de Pétrographie, *Université de Lausanne*, (Suisse).

**ISSAADI A.** Département d'Hydrogéologie, Faculté des Sciences de la Terre, de la Géographie et de l'Aménagement du Territoire, *Université des Sciences et de la Technologie Houari Boumedienne, Alger*, (Algérie).

**KAZI-TANI N.** *Géoressources, Billière, Pau*, (France).

**KIENAST J.R.** Laboratoire de Pétrologie, *Université Pierre et Marie Curie, Paris*, (France).

**KOLLI O.** Département de Géologie, Faculté des Sciences de la Terre, de la Géographie et de l'Aménagement du Territoire, *Université des Sciences et de la Technologie Houari Boumedienne, Alger*, (Algérie).

**MAHDJOUB Y.** Département de Géologie, Faculté des Sciences de la Terre, de la Géographie et de l'Aménagement du Territoire, *Université des Sciences et de la Technologie Houari Boumedienne, Alger*, (Algérie).

**MARIGNAC Ch.** Laboratoire de Géologie, *Ecole des Mines de Nancy*, (France).

**MEGARTSI M.** Département de Géologie, Faculté des Sciences de la Terre, de la Géographie et de l'Aménagement du Territoire, *Université des Sciences et de la Technologie Houari Boumedienne, Alger*, (Algérie).

**NEDJARI A.** Département de Géologie, Faculté des Sciences de la Terre, de la Géographie et de l'Aménagement du Territoire, *Université des Sciences et de la Technologie Houari Boumedienne, Alger*, (Algérie).

**OUABADI A.** Département de Géologie, Faculté des Sciences de la Terre, de la Géographie et de l'Aménagement du Territoire, *Université des Sciences et de la Technologie Houari Boumedienne, Alger*, (Algérie).

**OUZEGANE K.** Département de Géologie, Faculté des Sciences de la Terre, de la Géographie et de l'Aménagement du Territoire, *Université des Sciences et de la Technologie Houari Boumedienne, Alger*, (Algérie).

**PEUCAT J.J.** Géosciences Rennes, Institut de Géologie, *Université de Rennes I*, (France).

**ROUSSEL J.** Laboratoire de Géophysique et Géodynamique, *Université d'Aix Marseille III*, (France).

**TEFIANI M.** Département de Géologie, Faculté des Sciences de la Terre, de la Géographie et de l'Aménagement du Territoire, *Université des Sciences et de la Technologie Houari Boumedienne, Alger*, (Algérie).

**TOUAHRI B.** *Western Mediterranean Zinc Bejaïa*, (Algérie).

**VILA J.M.** Laboratoire de Pétrophysique et de Tectonique, *Université Paul Sabatier, Toulouse*, (France).



Photo de couverture

Carbonatite bréchique à apatite verte d'Ihouhouène (NW Hoggar)

( Collection K. OUZEGANE )



Volume 18, n°3  
Octobre 2007

# Bulletin du Service Géologique National

## SOMMAIRE

- S. BOUMAZA-BENYAHIA, KH. OUZEGANE ET J.-R. KIENAST** - Minéralogie des carbonatites et des fénites paléoprotérozoïques de la région d'Ihouhaouène (In Ouzzal, Nord Ouest Hoggar, Algérie) : Un exemple de complexe carbonatitique linéaire saturé en silice syngrenulitique..... 233-262
- S.A. KECHID** - Hypothèse d'une accretion éburnéenne et ses implications sur l'origine des kimberlites et élogites sahariennes (Algérie)..... 263-275
- A. SEDDIKI, J.Y. COTTIN, B. MOINE, N. REMACI-BENAOUDA, J. BASCOU, C. RENAC, M. GODARD, V. SAUTTER, M. BOUROT-DENISE, J.P. LORAND ET Dj. BELHAÏ** - Etude de quelques achondrites basaltiques découvertes au Sahara du Sud-Ouest algérien..... 277-295
- B. HENNI ET DJ. E. AÏSSA** - Géologie et géochimie des formations ferrifères de l'Edough (Annaba, NE algérien)..... 297-314
- S. SALMI-LAOUAR, R. LAOUAR, A. J. BOYCE, A. BOUTALEB ET CH. LAMOUREUX**- Premières données isotopiques sur la mer triasique dans l'Atlas saharien oriental (Algérie)..... 315-323
- M. HADJ SASSI, H. ZOUARI, CH. JALLOULI ET MbK. DJEDDI** -Apport de la gravimétrie et de la sismique réflexion à l'étude structurale du bassin de Grombalia (Tunisie nord-orientale) : implications géodynamique et pétrolière..... 325-335

## CONTENTS

- S. BOUMAZA-BENYAHIA, KH. OUZEGANE AND J.-R. KIENAST** - Mineralogy of paleoproterozoic carbonatites and fenites from Ihouhaouene (In ouzzal, North Western Hoggar, Algeria) : an example of syngrenulitic linear saturated carbonatic complex ..... 233-262
- S.A. KECHID** - Hypothesis of an eburnean oceanic accretion and its implications on the origin of saharian kimberlites and eclogites (Algeria)..... 263-275
- A. SEDDIKI, J.Y. COTTIN, B. MOINE, N. REMACI-BENAOUDA, J. BASCOU, C. RENAC, M. GODARD, V. SAUTTER, M. BOUROT-DENISE, J.P. LORAND AND DJ. BELHAÏ** - Study of some basaltic achondrites discovered in Sahara of south-west of Algeria..... 277-295
- B. HENNI AND DJ. E. AÏSSA** - Geology and geochemistry of Edough iron formations (Annaba, NE of Algeria)..... 297-314
- S. SALMI-LAOUAR, R. LAOUAR, A. J. BOYCE, A. BOUTALEB AND CH. LAMOUREUX**- First isotope data on the triassic seawater in the eastern sahara atlas (Algeria)..... 315-323
- M. HADJ SASSI, H. ZOUARI, CH. JALLOULI AND MbK. DJEDDI** - Gravity and seismic contribution to the structural study of Grombalia basin (north-eastern of Tunisia): geodynamic and petroleum implications..... 325-335

## ANGCM

Agence Nationale de la Géologie et du Contrôle Minier

EDITIONS DU SERVICE GEOLOGIQUE NATIONAL

ALGER, 2007

# MINÉRALOGIE DES CARBONATITES ET DES FÉNITES PALÉOPROTÉROZOÏQUES DE LA RÉGION D'HOUHAOUÈNE (IN OUZZAL , NORD OUEST HOGGAR, ALGÉRIE) : UN EXEMPLE DE COMPLEXE CARBONATITIQUE LINÉAIRE SATURÉ EN SILICE SYNGRANULITIQUE.

**Soraya BOUMAZA-BENYAHIA\* , Khadidja OUZEGANE\* et Jean-Robert KIENAST\*\***

## RÉSUMÉ

La région d'Ihouhaouène (In Ouzzal, Nord Ouest Hoggar, Algérie) est très originale par la présence de nombreux massifs de carbonatites qui affleurent systématiquement associées à des fénites au contact de granulites. Plus particulièrement, le complexe carbonatitique du centre 3 se distingue des complexes habituellement rencontrés dans le monde, qui sont de type annulaire, par sa forme linéaire en relation avec sa mise en place le long de grandes zones de cisaillement. Ces carbonatites et leurs fénites se caractérisent par l'absence de feldspathoïdes et par l'abondance de wollastonite coexistant avec calcite et quartz ; c'est à dire qu'au contraire des carbonatites décrites dans la littérature internationale, celles-ci sont saturées en silice dans la région d'Ihouhaouène. On peut distinguer divers types de carbonatites par leur mise en place successive ou leur aspect plus ou moins pegmatitique ou bréchique, et deux types de fénites, rouges riches en feldspath potassique et clinopyroxène et blanches riches en wollastonite. Elles sont remarquables par une grande diversité minéralogique marquée par la présence de minéraux comme le clinopyroxène, le feldspath potassique, la calcite, le grenat, la wollastonite, l'apatite, la monazite, l'allanite, l'amphibole, le sphène et le quartz. Les clinopyroxènes sont généralement des diopsides ( $X_{Mg}$  : 0,55 à 0,88) à l'exception des clinopyroxènes des fénites blanches qui sont des hédénbergites ( $X_{Mg}$  : 0,38 à 0,40 ). Autour des clinopyroxènes et des wollastonites se développent des grenats secondaires qui sont principalement des solutions solides entre le grossulaire (20 à 66%) et l'andradite (30 à 80%) dans les brèches feldspathiques et dans les fénites blanches. Les amphiboles qui sont aussi secondaires montrent une grande évolution depuis le pôle pargasite jusqu'à l'actinote en relation avec une baisse de la température au cours de leur cristallisation. Le trait le plus remarquable de ce complexe est la présence de minéraux riches en terres rares comme la monazite (REE de 64 à 67%), l'apatite (REE jusqu'à 9%) et l'allanite (REE de 14 à 25%). Les apatites constituent la phase minérale la plus représentée et la plus diversifiée. Elles sont surtout de couleur rose associées à la calcite et au pyroxène dans les carbonatites bréchiques I. Ce sont les apatites les plus enrichies en terres rares et en silice. Les plus appauvries en ces éléments se développent dans les carbonatites pegmatitiques II

\* Faculté des Sciences de la Terre, de la Géographie et de l'Aménagement du Territoire, U.S.T.H.B., B.P. 32, Dar El Beida 16111, Alger, Algérie.

\*\* Laboratoire de Géosciences Marines, UFR des Sciences Physiques de la Terre, Université Paris 7-Denis Diderot, UMR 7097, I.P.G.P., 4 place Jussieu, tour 14, 5<sup>ème</sup> étage, Paris Cedex 05, France.

- *Manuscrit déposé le 19 Juin 2006, accepté après révision le 06 Septembre 2006.*

caractérisées par leur richesse en micro inclusions de monazites. Des substitutions de type  $P+Ca == REE+Si$  expliquent les teneurs exceptionnellement élevées en terres rares de ces apatites. Les monazites montrent, quant à elles, des substitutions de type  $Si+Th == P+REE$  et du calcium par les terres rares. L'allanite, essentiellement en couronne autour du clinopyroxène et de l'apatite aussi bien dans les carbonatites que dans les fénites, montre une grande variation de sa composition en relation avec la substitution  $Ca == REE+Th$ .

**Mots clefs** - Carbonatite – Fénite – Apatite – Monazite - Terres Rares – Paléoproterozoïque - In Ouzzal - Hoggar.

## **MINERALOGY OF PALEOPROTEROZOIC CARBONATITES AND FENITES FROM IHOUHOUENE (IN OUZZAL, NORTH WESTERN HOGGAR, ALGERIA) : AN EXAMPLE OF SYNGRANULITIC LINEAR SATURATED CARBONATIC COMPLEX**

### **ABSTRACT**

Ihouhouene area (In Ouzzal granulitic terrane, NW Hoggar, Algeria) is exceptional by a numerous carbonatite massifs exposure that are systematically associated to the fenites at their direct contact with the granulites. The special interest of the Ihouhouene fenite-carbonatite complex, and particularly the centre 3, lies in its linear shape instead of usual annular complex founded in continental cratonic regions. Most carbonatites of the world are found in association with feldspathoid-bearing syenite and alkaline ultramafic as well as undersaturated rocks. Carbonatites of our study are linear intrusions along shear zones and are associated with  $SiO_2$ -saturated fenites with particular assemblage as wollastonite-calcite-quartz. In the field a relative chronology comprising several stages can be established for the emplacement of the carbonatite complex. Two carbonatites generations are distinguished, the first generation of carbonatite breccia (with pink apatite) corresponds to the intrusion (width: max 100 m; length: max 500 m) which crosscut or are parallel to the foliation in the white and the red fenite. The second generation of pegmatitic carbonatites intruded the early suite as dykes of smaller size (max width: 3m, max length: 40m). All these rocks, carbonatites as well as fenites show an extreme mineralogical diversity containing clinopyroxene, k. Feldspar, calcite, garnet, wollastonite, apatite, monazite, allanite, amphibole, sphene and minor quartz. Clinopyroxene is generally a diopside ( $X_{Mg}$ : 0.55-0.88) in carbonatites and red fenite while in white fenite it's an heddenbergite ( $X_{Mg}$ : 0.38-0.44). Secondary garnet systematically surrounds clinopyroxene and wollastonite, it's a solid solution between grossular ( $Gro_{20-66}$ ) and andradite ( $Adr_{30-80}$ ) in feldspathic breccia and white fenite. Secondary amphibole also occurs around clinopyroxene and apatite and lies between pargasite and actinolite end member in relation with decreasing temperature during their crystallization. These rocks are characterized by minerals as apatite, monazite and allanite that are very rich in REE and in lesser extent in Th. Substitutions of the type  $P+Ca == REE+Si$  can occur for the exceptionally high rare earth elements of these apatites specially from those of first generation of carbonatites (REE: 9%). They contain many micro inclusions such as monazite (REE: 64-67%) which shows substitutions  $Si+Th == P+REE$  and  $Ca == REE$ . Allanite, a thorium-rich mineral (REE: 14-25%), occurs around clinopyroxene or apatite, the variability of elements is explained by  $Ca == REE+Th$  substitution.

**Keywords** - Carbonatite - Fenite - Apatite - Monazite - Rare Earth Elements - Paleoproterozoic - In Ouzzal - Hoggar

# **HYPOTHÈSE D'UNE ACCRÉTION OCÉANIQUE ÉBURNÉENNE ET SES IMPLICATIONS SUR L'ORIGINE DES KIMBERLITES ET ÉCLOGITES SAHARIENNES (ALGÉRIE)**

Sid Ali KECHID\*

## **RÉSUMÉ**

L'hypothèse d'un épisode particulier d'accrétion océanique à l'Eburnéen est une contribution au débat actuel concernant l'origine des kimberlites (ou diamants détritiques) et des éclogites (ou grenats détritiques) sahariens. Cette hypothèse, qui est inscrite dans un cadre global de l'histoire du Bouclier targui, vient en réponse au problème relatif à l'épaississement lithosphérique, imposé en tant que condition préalable à la genèse des kimberlites, et à celui relatif à la multiplication des plans de subductions, supposés à l'origine des éclogites « panafricaines », des modèles récents.

Un modèle de subduction à angle faible, par imbrication d'une lithosphère océanique, selon des processus comparables à ceux décrits sous le craton sud-africain du Kaapvaal, permet de bien représenter un épaississement de la lithosphère saharienne contemporain de l'orogénèse éburnéenne, dont les racines seraient préservées dans les zones orientales, éloignées de la suture actuelle, ainsi que le mode de mise en place d'éclogites rétrogrades dont les protolithes seraient des metabasites panafricaines et/ou éburnéennes. Le démantèlement de kimberlites et d'éclogites anté-panafricaines constituerait la source des minéraux détritiques retrouvés en nombre dans les alluvions sahariens (diamants, grenats, Mg-ilménite, chromite). Ce modèle peut également rendre compte de l'importante extension horizontale d'une déformation éburnéenne homogène, observée sur une grande superficie du Hoggar.

**Mots clés** - Accrétion océanique – Eburnéen – Kimberlites – Eclogites.

## **HYPOTHESIS OF AN EBURNEAN OCEANIC ACCRETION AND ITS IMPLICATIONS ON THE ORIGIN OF SAHARIAN KIMBERLITES AND ECLOGITES (ALGERIA)**

### **ABSTRACT**

The hypothesis of a peculiar episode of an Eburnean oceanic accretion is a contribution to the present debate concerning the origin of Saharian kimberlites (or detrital diamonds) and eclogites (or detrital garnets). This hypothesis, which is inscribed in a global context of the Targui shield history, is a response to the problem of lithospheric thickening, imposed as previous condition for kimberlites genesis, and of repeated subductions, supposed in the begening of «Panafrican» eclogites formation, of recent models.

A low-angle subduction model by lateral imbrications of an oceanic lithosphere, during Eburnean orogeny, by comparable processes to those described under the south-african Kaapvaal craton, could be useful for representing a thickening of the Saharian lithosphere, whose roots would be conserved in eastern zones, far from the today suture, as well as the origin of retrogressed eclogites

\*Laboratoire de métallogénie et magmatisme de l'Algérie. FSTGAT-USTHB, BP 32, El Alia 16111, Alger, Algérie.  
E-mail: kechidsa3@yahoo.fr

- *Manuscrit déposé le 15 Janvier 2007, accepté après révision le 07 Mars 2007.*

whose protoliths would be metabasites of Panafrican and / or Eburnean ages. The break up of earlier Panafrican kimberlites and eclogites can account for the source of the numerous detrital minerals found in saharian quaternary alluvions deposits (diamond, garnet, Mg-ilmenite, chromite). This model can also account for the important horizontal extension of a homogeneous eburnean deformation, observed in a large area of the Hoggar.

**Key words** - Oceanic accretion – Eburnean – Kimberlites – Eclogites.

# ÉTUDE DE QUELQUES ACHONDRITES BASALTIQUES DÉCOUVERTES AU SAHARA DU SUD-OUEST ALGÉRIEN

Abdelmadjid SEDDIKI\*, Jean Yves COTTIN\*\*, Bertrand MOINE\*\*, Nacera REMACI-BENAOUDA\*,  
Jerôme BASCOU\*\*, Christophe RENAC\*\*, Marguerite GODARD\*\*\*, Violaine SAUTTER\*\*\*\*,  
Michèle BOUROT-DENISE\*\*\*\*, Jean Pierre LORAND\*\*\*\* et Djelloul BELHAÏ\*\*\*\*\*.

## RÉSUMÉ

Quelques météorites ont été découvertes dans le Sahara du Sud-Ouest algérien, près de la région de Tindouf. Elles sont de plusieurs types, allant des achondrites à des chondrites ordinaires. Nous développons dans cet article l'étude de quelques achondrites HED (Howardite-Eucrite-Diogénite) d'origine présumée de l'astéroïde 4Vesta. Parmi ces HED, ont été décrites : (i) une eucrite polymicte NWA2268 finement bréchique, constituée essentiellement de fragments de roches basaltiques et de minéraux (plagioclase, pyroxène, spinelle, silice et fer métal), (ii) une eucrite monomictite NWA4269 bréchique finement grenue avec des plages millimétriques de métal. La roche présente deux zones distinctes, une grossière, à reliques de texture ophitique formée de plagioclases et de pigeonite démixée et l'autre plus fine à texture granoblastique fine à plagioclases, pigeonite, augite, orthopyroxène, silice (quartz  $\alpha$ ), fer métal (Ni% < 0.1), troïlite, spinelle et phosphates, (iii) une howardite NWA2251 constituée par une matrice bréchique contenant des fragments de basalte eucritique et des fragments diogénitiques ; ces derniers représentent plus de 30% du volume total de la roche, (iv) une diogénite NWA4255, constituée essentiellement de cristaux centimétriques d'orthopyroxène. C'est une orthopyroxénite, composée en phase mineure par du spinelle chromifère et de la troïlite. Ces quatre types de météorites présentent des affinités minéralogiques et géochimiques, mais aussi des rapports isotopiques d'oxygène similaires. Ces roches nouvelles sont donc interprétées comme appartenant au groupe des HED attribué à l'astéroïde 4VESTA. L'eucrite monomictite NWA4269 fait exception par son rapport isotopique d'oxygène différent de celui du groupe des HED, cette différence peut s'expliquer soit par son appartenance à un corps parent différent de 4Vesta, soit par des compositions hétérogènes au sein même de cet astéroïde.

**Mots clés** - Sahara - Météorites - Achondrites basaltiques - Eucrite polymicte - Eucrite monomictite - Diogénite - Howardite - 4Vesta - NWA2268 - NWA4269 - NWA2251 - NWA4255.

## STUDY OF SOME BASALTIC ACHONDRITES DISCOVERED IN SAHARA OF SOUTH WEST OF ALGERIA

### ABSTRACT

Some meteorites were discovered in the Sahara, at southwest of Algeria, close to the region of Tindouf. These are several types from achondrites to ordinary chondrites. We develop in this work a study of some HED achondrites (Howardite-Eucrite-Diogenite) presumably originated from 4Vesta

\*Laboratoire de Magmatisme et Synthèse Géodynamique des Bassins Algériens, Université d'Oran Es-senia, BP. 1524, Oran 31000. Algérie. \*abdelmadjid\_seddiki@yahoo.fr

\*\*Laboratoire de Pétrologie-Géochimie, Université Jean Monnet, 23 Rue Paul Michelon, Saint-Etienne 42023 cedex2. France.

\*\*\*Université Montpellier II, Place Eugène Bataillon. 34095 Montpellier cedex5. France.

\*\*\*\*Laboratoire de Minéralogie, Muséum National d'Histoire Naturelle, 61 Rue Buffon ; Paris 75005. France.

\*\*\*\*\*Université des Sciences et de Technologie Houari Boumediene, BP. 32 El Alia, Bab Ezzouar. Alger 16111. Algérie.

- *Manuscrit déposé le 09 Septembre 2006, accepté après révision le 03 Mars 2007.*

A. SEDDIKI, J.Y. COTTIN, B. MOINE, N. REMACI-BENAOUDA, J. BASCOU, C. RENAC, M. GODARD, V.SAUTTER,  
M. BOUROT-DENISE, J.P. LORAND ET DJ. BELHAÏ

asteroid. Among these HED, were described: (i) a polymict eucrite NWA2268 finely brecciated constituted by clasts of basaltic rocks and minerals (plagioclase, pyroxene, spinel, silica and iron metal); (ii) a monomict eucrite NWA4269 finely brecciated with millimetric metal grains. This meteorite presents two distinct zones, a coarse-grained with relict ophitic texture formed by plagioclase and exolved pigeonite. The second zone is fine-grained with granoblastic texture constituted by plagioclase, pigeonite, augite, orthopyroxene, silica (quartz  $\alpha$ ), iron metal ( $Ni\% < 0.1$ ), troilite, spinel and phosphates; (iii) a howardite NWA2251 constituted by a brecciated matrix containing basaltic clasts and diagenetic clasts; this latter represent more than 30% of the whole rock; (iv) a diogenite NWA4255, constituted predominantly by centimetric crystals of orthopyroxene. This is an orthopyroxenite that contains in minor phase, spinel and troilite. These four types of meteorites have mineralogical and geochemical affinities, but also similar oxygen isotopic compositions. These meteorites are interpreted as belonging to the HED group attributed to the 4Vesta asteroid. The monomict eucrite NWA4269 does exception by its different oxygen isotopic ratio. This difference can be explained either by an other origin than 4VESTA or by a heterogenous isotopic composition of this asteroid.

**Keywords** - Sahara - Meteorites - Basaltic achondrites - Polymict eucrite - Monomict eucrite - Diogenite - Howardite - 4Vesta - NWA2268 - NWA4269 - NWA2251 - NWA4255.

# GÉOLOGIE ET GÉOCHIMIE DES FORMATIONS FERRIFÈRES DE L'EDOUGH (ANNABA, NE ALGÉRIEN).

Bachir HENNI\* et Djamel Eddine AÏSSA\*\*

## RÉSUMÉ

Les minéralisations à magnétite  $\pm$ hématite du massif de l'Edough, connues jusqu'à l'heure actuelle, ceinturent la partie méridionale de ce dernier. Les corps minéralisés, montrent une continuité à l'échelle régionale. Ils se présentent sous forme de couches ferrifères stratiformes plus ou moins lenticulaires de composition générale calcitique et calco-silicatée encaissés dans des micaschistes à Staurotide-Grenat (Disthène) au voisinage de marbres. Les minéraux précoces sont affectés par un métamorphisme Mn+2 se traduisant à l'affleurement par la présence d'une linéation N130-N140 sur la surface des corps minéralisés et en lame mince par une foliation concordante aux schistes encaissants. L'interprétation des analyses des éléments majeurs et en trace des échantillons montre que les minéralisations ont une origine métasédimentaire (volcano-sédimentaire) et correspondent à un mélange suivant des proportions variables entre un pôle carbonato-ferrifère  $\pm$ siliceux d'origine chimique et un pôle pélitique d'origine détritique ; ou un pôle carbonato-ferrifère et un pôle volcano-sédimentaire. Ces résultats ont une incidence positive pour la mise en évidence de nouveaux gisements.

**Mots clés** - Magnétite - Edough - Métamorphisme - Métasédimentaire - Formations ferrifères.

## GEOLOGY AND GEOCHEMISTRY OF EDOUGH IRON FORMATIONS (ANNABA, NE OF ALGERIA).

### ABSTRACT

The Edough magnétite  $\pm$ hematite ore deposits surround the southern area of this massif. The ore bodies which display a regional continuity appear as iron lenticular stratiform layers with a calcitic or calc-silicate global composition, and are hosted by Garnet-Staurolite (Kyanite) micaschists close to marbles. The early minerals are affected by Mn+2 metamorphism expressed by a N130-140 lineation on the surface of ore bodies, and a concordant foliation with hosting micaschists observing in thin sections. The geochemical data show that iron deposits are of metasedimentary origin (or volcano-sedimentary), and correspond to a mixing, in variable proportions, of a chemical iron-calcic pole with a pelitic detrital pole; or an iron-calcic pole with a volcano-sedimentary pole. These results have a positive effect for prospecting a new ore deposits.

**Keywords** - Magnetite - Edough - Metamorphism - Metasedimentary - Iron formations.

\*Département des Sciences Naturelles. Ecole Normale Supérieure B.P. 92 Kouba 16050 Alger-Algérie

\*\*Département de Géologie Minière. F.S.T.G.A.T (U.S.T.H.B) B.P. 32 El Alia 16111 Alger-Algérie.

- *Manuscrit déposé le 09 Février 2006, accepté après révision le 21 Janvier 2007.*

# PREMIÈRES DONNÉES ISOTOPIQUES SUR LA MER TRIASIQUE DANS L'ATLAS SAHARIEN ORIENTAL (ALGÉRIE).

Sihem SALMI-LAOUAR\*, Rabah LAOUAR\*, Adrian J. BOYCE\*\*,  
Abdelhak BOUTALEB\*\*\* et Christian LAMOUROUX\*\*\*\*

## RÉSUMÉ

L'Atlas saharien du Nord-Est algérien est caractérisé par l'affleurement de roches triasiques qui recoupent les séries carbonatées, marneuses et gréseuses du Crétacé et du Tertiaire. Ces appareils triasiques sont riches en matériel évaporitique, tel que le gypse, les dolomies et les argiles gypsifères. La quantité appréciable des sulfates dans ces roches a incité beaucoup de géologues à penser qu'ils sont à l'origine du dépôt des minéralisations sulfurées aux alentours de la majorité des ces appareils. Dans cette étude, l'analyse isotopique du soufre du gypse triasique a un double objectif: (1) déterminer la composition isotopique du Trias et donc des eaux de la mer triasique et (2) évaluer la contribution du Trias comme étant un réservoir potentiel du soufre pour les gîtes à Pb-Zn-Ba-F.

Les analyses isotopiques du soufre du gypse triasique ont donné des valeurs très proches de  $\delta^{34}\text{S}$ , comprises entre +13,4 à +16,0‰, avec une moyenne de +14,9‰, (n=17), à travers l'Atlas saharien oriental. Ces valeurs sont comparables à celles obtenues sur les sulfates triasiques des régions du bassin méditerranéen et aussi semblables à celles des eaux de la mer triasique dans le monde. D'autre part, les données isotopiques du soufre des sulfures associés à ces appareils évaporitiques sont comprises entre -2,2 et +10,4‰. La réduction thermochimique des sulfates dissous dans les saumures est le processus plausible du dépôt des minéralisations sulfurées. Les sulfates résiduels dans le fluide qui sont logiquement enrichis en isotope lourd, formeront la barytine avec des  $\delta^{34}\text{S}$  qui oscillent entre +18 et +24‰.

**Mots clés** - Atlas saharien oriental - Trias - Evaporites - Gisements péridiapiriques - Isotopes du soufre.

---

\* Département de Géologie, Université Badji Mokhtar Annaba, B.P. 12, 23000 Annaba.

E-mail: tlaouar@yahoo.fr

\*\* Isotope Geosciences Unit, S.U.E.R.C., EastKilbride, Glasgow G75 0QF, Scotland.

\*\*\*Département de Géologie, FSTGAT/U.S.T.H.B., BP. 32, El Alia, Bab Ezzouar, 16111 - Alger.

\*\*\*\*UMR 8110 Processus et Bilans des Domaines Sédimentaires, U.S.T. Lille, 59655 Villeneuve d'Ascq Cédex France.

- *Manuscrit déposé le 31 Janvier 2007, accepté après révision le 08 Avril 2007.*

## FIRST ISOTOPE DATA ON THE TRIASSIC SEAWATER IN THE EASTERN SAHARA ATLAS (ALGERIA)

### ABSTRACT

The Saharan Atlas of north-east Algeria is characterized by the outcrop of Triassic evaporitic rocks that were intruded into carbonaceous, marly and sandstone rocks of the Cretaceous and Tertiary. These Triassic bodies are composed mainly of gypsum, dolomites and gypsum-rich clays. The large quantities of sulphates in these rocks incite many authors to attribute the origin of base-metal ore deposits to the Triassic formation. In this study, sulphur isotope analyses of the Triassic gypsum are used to: (1) determine the sulphur isotopic signature of the Triassic and hence the seawater sulphate of that period, and (2) assess the contribution of such sulphates as a potential sulphur reservoir to the deposition of Pb-Zn-Ba-F ores.

Gypsum of the Triassic formation shows a narrow range of  $\delta^{34}\text{S}$  values, between +13.4 and +16.0‰: mean =  $+14.9 \pm 0.3\text{‰}$  (n=17), throughout the northeastern Saharan Atlas. These data are comparable to those of the Triassic sulphates of the Mediterranean regions and also similar to those of the Triassic seawater sulphates throughout the world. On the other hand, Pb-Zn mineralization yielded also a narrow range of  $\delta^{34}\text{S}$  values, between -2.2 and +10.4‰, indicating a common source of sulphur derived most likely from the Triassic sulphates through hydrothermal processes. We suggest that  $\text{SO}_4^-$  leached from the Triassic masses was partly thermochemically reduced to  $\text{H}_2\text{S}$  and that the remaining  $\text{SO}_4^-$  was enriched in  $^{34}\text{S}$ , resulting in relatively high  $\delta^{34}\text{S}$  values. This is reflected in the barite  $\delta^{34}\text{S}$  values which range between +18 and +24‰.

**Keywords** - North-eastern Saharan Atlas - Triassic - Evaporites - Peridiapiric ore deposits - Sulphur isotopes.

# APPORT DE LA GRAVIMÉTRIE ET DE LA SISMIQUE RÉFLEXION À L'ÉTUDE STRUCTURALE DU BASSIN DE GROMBALIA (TUNISIE NORD-ORIENTALE) : IMPLICATIONS GÉODYNAMIQUE ET PÉTROLIÈRE.

Mohamed HADJ SASSI\* et \*\*, Hédi ZOUARI\*\*, Chokri JALLOULI\*  
et Mabrouk DJEDDI\*\*\*

## RÉSUMÉ

L'application des techniques géophysiques intégrées à une étude géologique de terrain a permis de mieux comprendre la structuration et le calendrier géodynamique du bassin de Grombalia (Tunisie Nord Orientale) depuis le Miocène supérieur. Des anomalies gravimétriques négatives résiduelles qui peuvent atteindre -20 mGal sont reconnues. L'interprétation des profils de sismique réflexion traversant le bassin de Grombalia permet de déduire que ces anomalies gravimétriques correspondent en fait, à un épaissement de la série mio-plio-quadernaire voire plus ancienne ayant été mise en place sous l'effet de jeu polyphasé des failles en fleur enracinées. La magnitude du gradient horizontal de l'anomalie gravimétrique a permis de reconnaître des linéaments dans les bordures de bassin qui correspondent à des réseaux de failles observées dans les sections sismiques. Des jeux à composantes normales d'âge Miocène supérieur et des jeux à composante inverse affectant le Pliocène sont observés sur certaines failles en subsurface et sur le terrain traduisant une inversion structurale. L'analyse structurale à partir des mesures microtectoniques montre que le bassin de Grombalia est guidé au Miocène supérieur par un premier régime tectonique transtensif dont la contrainte maximale  $\sigma_1$  est N141 et au Plio-quadernaire inférieur par un deuxième régime tectonique compressif dont la contrainte maximale est 1: N026.

La reconnaissance de telles structures tectoniques et de leur évolution permet de contribuer à mieux identifier des pièges pétroliers potentiels dans les bordures des dépôts-centres.

**Mots clés** - Bassin de Grombalia - Structure en fleur négative - Graben - Analyse microtectonique- Gravimétrie - Sismique réflexion - Tunisie nord orientale.

---

\*Département de Géologie, Faculté des Sciences de Tunis, Campus Universitaire, 1060, Tunis, Tunisie.

\*\*Laboratoire de Géoressources, Centre de Recherches et Technologies des Eaux, B.P. 273, 8020 Soliman, Tunisie.

\*\*\*Laboratoire de Physique de la Terre, FHC, Université M'Hamed Bougarra, Boumerdes, Algérie.

- *Manuscrit déposé le 11 Juin 2006, accepté après révision le 01 Octobre 2006.*

## **GRAVITY AND SEISMIC CONTRIBUTION TO THE STRUCTURAL STUDY OF GROMBALIA BASIN (NORTH-EASTERN TUNISIA): GEODYNAMIC AND PETROLEUM IMPLICATIONS.**

### **ABSTRACT**

Geophysical data integrated with geological field investigation are used to better precise the structure and the geodynamical evolution of Grombalia basin (Tunisia North Eastern) since upper Miocene. Residual negative gravity anomalies which can reach -20 mGal are recognized. The interpretation of seismic sections crossing the Grombalia basin shows that these gravity anomalies correspond in fact to a thickening of the Mio-Plio-Quaternary deposits and probably so older. This subsidence has been the result of deep flower faults polyphase play. The horizontal gradient gravity anomaly allows us to define the basin edges of which correspond to faults system confirmed by the seismic analysis. During Upper Miocene, several strike-slip faults have played with normal components. Some of them are reactivated with reverse component affecting Pliocene. These movements, observed on both field and subsurface data, represent a late cenozoic tectonic inversion. The first movement at the Upper Miocene corresponds to transtensional phase characterized by a compressional stress with principal axe 1 oriented N141. The second one is related to compressional phase in the Pliocene to Lower Quaternary interval with principal axe 1: N026.

We note also that the identification and the comprehension of the deep structuring of Grombalia basin and their evolution contribute to better understand the hydrocarbon potential associated with the depocenters edges.

**Key words** - Grombalia basin - Negative flower structure - Graben - Microtectonic analyses- Gravity - Seismic section - North Eastern Tunisia.

# Note aux auteurs

## 1. Généralités

Les manuscrits et les correspondances doivent être adressés à Monsieur Le Directeur du Service Géologique National / ANGCM, Ministère de l'Energie et des Mines, Val d'Hydra Tour B Alger, Algérie.

### *Le Bulletin*

Les articles destinés à une publication dans le Bulletin doivent être inédits ou de synthèse. Ils peuvent être rédigés en français ou en anglais.

Les manuscrits sont envoyés en triple exemplaires (figures et tableaux inclus). L'article doit être saisi en double interligne (y compris la bibliographie) avec une marge de 2,5 cm sur tous les côtés sans surcharge ni rature, sur du papier de format A4 (21 cm x 29,7cm).

Sont admis tous les articles en Sciences de la Terre relatifs à l'Algérie, aux régions du Bassin Méditerranéen et à l'Afrique, ainsi que tous les articles portant sur des sujets d'ordre général.

Tous les articles doivent comporter en français et en anglais des mots clés, un titre et un résumé.

Le résumé en anglais devra être plus substantiel dans le cas d'un article en français et inversement.

Une version abrégée en anglais (Abridged English Version) est également exigée pour les notes rédigées en français et inversement.

Chaque article sera soumis à un comité de lecture et ne sera publié qu'après son accord.

### *Les Mémoires*

Pour une publication dans la série des Mémoires, le texte et les planches originaux du manuscrit sont exigés. Le Service Géologique National se réserve le droit de publier les Mémoires sous leur forme originale ou par composition.

## 2. Texte

La première page de l'article doit contenir le titre, le nom de l'auteur et son adresse professionnelle.

Le texte doit être subdivisé en chapitres et sous-chapitres.

L'emploi de chiffres ou de lettres pour une meilleure compréhension de la hiérarchie des sous-titres est recommandé.

Les remerciements suivent le texte de l'article.

Les notes infrapaginales dans le texte ne sont pas admises.

La légende des figures en français et en anglais (numérotées en chiffres arabes) et des tableaux (en chiffres romains) sera placée à la fin du manuscrit. Seul le numéro des figures et des planches figurera au verso de celles-ci.

La pagination se fera à partir de la première page. Les auteurs sont priés d'adresser au SGN une copie de leur note sur CD en précisant le logiciel utilisé.

## 3. Références

Les références bibliographiques seront réunies à la fin du texte et seront classées par ordre alphabétique.

Pour se référer à un ouvrage, il y a lieu d'indiquer le nom de l'auteur suivi de l'initiale du prénom et d'un point.

la date de publication, le titre d'édition et le nombre de pages.

**Leeder, M.R. 1985.** Sedimentology. *George Allen & Unwin*, London, 344 p.

Pour un article dans une revue :

**Selley, R.C.1970.** Studies of sequences in sediments using a sample mathematical device. *Quarterly Journal of the Geological Society of London*, 125, 557-581.

Pour un article dans un ouvrage :

**Heckel, P.H. and Witzke, B.W. 1979.** Devonian World palaeogeography determined from distribution of carbonates and related lithic palaeoclimatic indicators.

In : House, M.R., Scrutton, C.H. and Bassett, M.S. (Editors). The Devonian system. *Special paper in palaeontology*, 23, 99-123.

**Odin, G.S. 1985.** Remarks and numerical scale of Ordovician to Devonian times. In : Smelling, N.J.(Editor). The chronology of the geological record. *Geological Society of London, Memoir* 10, 93-98.

Le titre des revues doit être indiqué sans abréviations.

## 4. Illustrations

Les originaux de toutes les illustrations sont exigés et peuvent être remis sur papier ou en format numérique.

Les originaux sur papier doivent respecter les normes suivantes :

- Les dimensions maximales admises sont 17,2 cm x 25 cm pour les Mémoires et 16 cm x 21 cm pour le Bulletin.

- Les photos doivent être réalisées sur papier brillant noir et blanc ou couleur.

- Les planches sont montées séparément et les différentes parties des photos sont classées a, b, c...

- Les schémas doivent être faits sur papier calque ou papier transparent à l'encre de chine de bonne qualité et comporter une échelle graphique métrique.

- Les lettres et les chiffres ne doivent pas être inférieurs à un millimètre de hauteur après réduction. Ne seront publiées que les illustrations bien nettes et qui respectent l'échelle. Sur la marge gauche du manuscrit indiquer la position souhaitée des figures et tableaux.

Les originaux en format numérique doivent être montés séparément du texte. Ils doivent respecter les exigences suivantes :

- Format JPEG.

- Résolution à 300 DPI.

## 5. Tirés-à-part

Vingt cinq (25) exemplaires sont remis gratuitement aux auteurs. Des exemplaires supplémentaires, à titre onéreux, peuvent être obtenus sur demande.