

L'INSTITUT D'ARCHITECTURE ET DES SCIENCES DE LA TERRE (IAST), UNIVERSITÉ FERHAT ABBAS, SÉTIF1  
EN COLLABORATION AVEC LE CENTRE DE RECHERCHE EN ASTRONOMIE, ASTROPHYSIQUE ET GÉOPHYSIQUE (CRAAG)



إِنَّا لِلَّهِ وَإِنَّا إِلَيْهِ رَاجِعُونَ

**Le 3<sup>ème</sup> Colloque International  
sur la géologie de la Chaîne des  
Maghrébides et des régions voisines**  
Sétif, du 3 au 5 Décembre 2022

**En hommage aux géologues  
algériens décédés**

# PROCEEDINGS



CIGCM2022

- Informations utiles
- Programme
- Proceedings
- Galerie photos

## Thématiques du colloque :

- Géologie de la chaîne des Maghrébides
- Risques et Géologie de l'Ingénieur
- Ressources hydriques
- Sismicité du domaine des Maghrébides
- Le domaine saharien
- Stratigraphie et paléontologie du domaine des Maghrébides
- Ressources minérales du domaine de l'orogène alpin d'Afrique du Nord
- Le domaine atlasique : stratigraphie et tectonique
- Sismicité et sismotectonique
- Génie Minier et Géologie de l'environnement



## **AVANT PROPOS DU CIGCM2022**

*Pour le Comité d'organisation*

**Pr. Moulley Charaf Chabou**

**L**a 3<sup>ème</sup> édition du colloque international sur la géologie de la chaîne des Maghrébides et des régions voisines (**CIGCM2022**), dans la continuité des 1<sup>ère</sup> et 2<sup>ème</sup> éditions (CIGCM2016 et 2018), se veut un lieu de rencontre, de débat et de discussion sur les dernières avancées de la recherche dans les domaines de la géologie fondamentale, la géologie appliquée et la géophysique de la chaîne des

Maghrébides et des régions voisines. Des conférences plénières sur ces thématiques seront présentées par des spécialistes, et ce rendez-vous sera également l'occasion pour les doctorants de présenter leurs travaux en cours.

19 conférences plénières, 102 communications orales et 145 posters sont prévus, ce qui correspond à un total de 266 résumés acceptés. Ce nombre important de travaux qui seront présentés lors du colloque montre l'intérêt qui est porté sur les thématiques abordées et la dynamique existante au sein des différentes universités et laboratoires de recherche à travers le pays. Le colloque regroupera plus de 250 participants venus de 4 pays : l'Algérie, la Tunisie, l'Égypte et la France.

Nous remercions chaleureusement le Centre de Recherche en Astronomie, Astrophysique et Géophysique (CRAAG), avec à sa tête son directeur Mr Yelles Chaouche Abdelkrim, qui a bien voulu s'associer à l'Université Ferhat Abbas, Sétif 1, dans l'organisation de ce colloque. Nos remerciements sont également adressés à toutes les personnes qui ont contribué à la réussite de cette manifestation scientifique : membres du comité d'organisation et scientifique, et le recteur de l'Université Ferhat Abbas, Sétif 1, le Pr Mohamed El Hadi Latreche, pour son soutien. Deux excursions seront organisées le 3<sup>ème</sup> jour du colloque : l'une vers les sites touristiques de Timgad et d'El Ghoufi, la deuxième sera consacrée à la géologie et les minéralisations du domaine Sud-Sétifien.

Ce colloque sera dédié à la mémoire des géologues algériens décédés où un hommage leur sera rendu à l'ouverture du colloque.

Bienvenu à Sétif et longue vie au CIGCM, qui souffle aujourd'hui sa troisième bougie.



## Comité Scientifique

Issam ABACHA - CRAAG - Sétif - Algérie  
 Fatiha ABBASSENE - USTHB - Alger - Algérie  
 Nachida ABDALLAH - USTHB - Alger - et MESRS - Algérie  
 Abdeslem ABTOU - CRAAG - Alger - Algérie  
 Mohamed ADACI - Université de Tlemcen - Algérie  
 Djamel Eddine AISSA - USTHB - Alger - Algérie  
 Kamel AMRI - USTHB - Alger - Algérie  
 Abdelkrim AYADI - CRAAG - Alger - Algérie  
 Fouzi BELALEM - CRAAG - Alger - Algérie  
 Hamoud BELDJOUDI - CRAAG - Alger - Algérie  
 Djelloul BELHAI - USTHB - Alger - Algérie  
 Chaouki BENABBAS - CRAT - Constantine - Algérie  
 Abderahmane BENDAOU - USTHB - Alger - Algérie  
 Mohamed BENDELLA - Université d'Oran 2 - Algérie  
 Miloud BENHAMOU - Université d'Oran 2 - Algérie  
 Kaddour BENMARCE - Université Ferhat Abbas - Sétif - Algérie  
 Mustapha BENSALAH - Université de Tlemcen - Algérie  
 Madani BENYOUCEF - Université de Mascara - Algérie  
 Hervé BERTRAND - Ecole Normale Supérieure - Lyon - France  
 Mohand BERSI - Université Ferhat Abbas - Sétif - Algérie  
 Mostefa BESSEDIK - Université d'Oran 2 - Algérie  
 Mourad BEZZEGHOUD - Université d'Evora - Portugal  
 Jean-Louis BODINIER - Université de Montpellier 2 - France  
 Youcef BOUHADAD - CGS - Algérie  
 Mohamed Laid BOUKELLOUL - Université d'Annaba  
 Tayeb BOUIMA - Université Ferhat Abbas - Sétif - Algérie  
 Hassina BOUKERBOUT - CRAAG - Alger - Algérie  
 Zouhir BOULEGURAGUER - Université Ferhat Abbas - Sétif - Algérie  
 Ahcène BOUREFIS - Université de Constantine 1 - Algérie  
 Azzedine BOUZENOUNE - Université de Jijel - Algérie  
 Abderazek BOUZID - CRAAG - Alger - Algérie  
 Delphine BOSCH - Université de Montpellier 2 - France  
 Abdelhak BOUTALEB - USTHB - Alger - Algérie  
 Nafaa BRINIS - Université de Batna 2 - Algérie  
 Olivier BRUGUIER - Université de Montpellier 2 - France  
 Moulley Charaf CHABOU - Université Ferhat Abbas - Sétif - Algérie  
 Yasmina CHAID - SAOUDI - Université d'Alger 2 - Algérie  
 Gilles CHAZOT - Université de Bretagne occidentale - France  
 Smaine CHELLAT - Université de Constantine 1 - Algérie  
 Abdelmadjid CHOUABBI - Université d'Annaba - Algérie  
 Michel CORSINI - Université Côte d'Azur - France  
 Abdeslem DEMDOUM - Université Ferhat Abbas - Sétif - Algérie  
 Mohamed el Messaoud DERDER - CRAAG - Algérie - Algérie  
 Fouad DJAIZ - Université de Batna 2 - Algérie  
 Yacine DJEDIAT - USTHB - Alger - Algérie  
 Claudio FACCENNA - Université de Rome - Italie  
 Chemseddine FEHDI - Université de Tébessa - Algérie  
 El Hocine FETTOUS - USTHB - Alger - Algérie  
 Dominique FRIZON DE LAMOTTE - Université de Cergy-Pontoise - France  
 Mohamed GHANMI - Université de Tunis El Manar - Tunisie  
 Mohamed GHARBI - CERTE - Soliman - Tunisie  
 Gaston GODARD - Université de Paris Diderot, IGP - France  
 Messaoud HACINI - Université d'Ouargla - Algérie  
 Riheb HADJI - Université Ferhat Abbas - Sétif - Algérie  
 Rachid HAMDIDOUCHE - USTHB - Alger - Algérie  
 Zakaria HAMIMI - Université de Benha - Egypte  
 Dalila HAMMOR - Université d'Annaba - Algérie  
 Mohamed HAMOUDI - USTHB - Alger - Algérie  
 Mohamed HASSANI - Université Ferhat Abbas - Sétif - Algérie  
 Rafik HEBIB - Ecole Nationale des Travaux Publics - Algérie  
 Fakher JAMOUCI - CERTE - Tunisie

Rabah KECHICHED - Université d'Ouargla - Algérie  
 Fares KESSASRA - Université de Jijel - Algérie  
 Abdelaziz KHERROUBI - CRAAG - Alger - Algérie  
 Omar KIRECHE - Marseille - France  
 Abdelkader KHIARI - Université de Oum El Bouaghi - Algérie  
 Omar KOLLI - USTHB - Alger - Algérie  
 Rabah LAOUAR - Université d'Annaba - Algérie  
 Rémi LEPRETRE - Université de Cergy-Pontoise - France  
 Jean-Paul LIEGEOIS - Musée Royal d'Afrique Centrale - Belgique  
 Sami LOUNIS - Université de Tizi Ouzou - Algérie  
 Djamel MACHANE - CGS - Algérie  
 Mohamed MAHBOUBI - Université d'Oran 2 - Algérie  
 Abdesselam MALEK - Université de Tizi Ouzou - Algérie  
 Saïd MAOUCHE - USTHB - Alger - Algérie  
 Abbas MAROK - Université de Tlemcen - Algérie  
 Ramdane MARM - Université de Constantine 3 - Algérie  
 Andrea MARZOLI - Université de Padova, Italie  
 Mustapha MEGHRAOUI - Université de Strasbourg - France  
 Nacereddine MERABET - CRAAG - Alger - Algérie  
 Abdelghani MERDAS - Université Ferhat Abbas - Sétif - Algérie  
 André MICHARD - Université de Paris Sud - France  
 Ahmed NEDJARI - USTHB - Alger - Algérie  
 Abdelkader OUALI MEHADJI - Université d'Oran 2 - Algérie  
 Malek OULD HAMOU - Ecole Nationale Polytechnique - Alger - Algérie  
 Khadija OUZEGANE - USTHB - Alger - Algérie  
 Zohir RADI - CRAAG - Sétif - Algérie  
 Farhat REKHISS - Ecole Nationale d'Ingénieurs - Sfax - Tunisie  
 François ROURE - IFP Energies nouvelles - France  
 Hakim SAIBI - United Arab Emirates University - Emirats Arabe Unis  
 Sihem SALMI-LAOUAR - Université d'Annaba - Algérie  
 Karel SCHULMANN - Université de Strasbourg - France  
 Karima TAFER - ASGA - Algérie  
 Chrystele VERATI - Université Côte d'Azur - France  
 Abdelkrim YELLES-CHAOUUCHE - CRAAG - Alger - Algérie  
 Dalila ZAGHBIB-TURKI - Université de Tunis El Manar - Tunisie  
 Farid ZAHRI - Université Ferhat Abbas - Sétif - Algérie  
 Karim ZIGHMI - Université Ferhat Abbas - Sétif - Algérie

## Comité d'Organisation

Moulley Charaf CHABOU - UFAS (Président - Directeur de l'IAST)  
 Abdelkrim YELLES-CHAOUUCHE - CRAAG (Co-président - Directeur du CRAAG)  
 Mohamed Yacine LAGHOUCHE - (Chef du département des Sciences de la Terre, IAST)  
 Abdelmounaim ALLICHE - (Secrétaire général de l'IAST)  
 Larbi KHABER - Université Ferhat Abbas - Sétif - Algérie  
 Nadir ALI KHODJA - Université Ferhat Abbas - Sétif - Algérie  
 Aziz BENHAMROUCHE - Université Ferhat Abbas - Sétif - Algérie  
 Ali RAHMANE - Université Ferhat Abbas - Sétif - Algérie  
 Mhamed SEKLAOUI - Université Ferhat Abbas - Sétif - Algérie  
 Mohamed Amokrane BELLOUCHE - Université Ferhat Abbas - Sétif - Algérie  
 Souadnia SABRINA - Université Ferhat Abbas - Sétif - Algérie  
 Mohand BERSI - Université Ferhat Abbas - Sétif - Algérie  
 Mohamed Yacine TEBBOUCHE - Université Ferhat Abbas - Sétif - Algérie  
 Issam ABACHA - CRAAG - Sétif  
 Qualid BOULAHIA - CRAAG - Sétif  
 Ibrahim DJELAOUDJI - Université Ferhat Abbas - Sétif - Algérie  
 Smaine CHAKIR - Aicha DEBABA - Mouna CHAREF - Ouahiba  
 ROUBAH - Hadjer BOUKRAA - Houda MAGHOUCI - Radhia ADOUANE - Université Ferhat Abbas - Sétif - Algérie  
 Lilia BENACHOUR - Université Ferhat Abbas - Sétif - Algérie

# Table des Matières

<b>Hommage aux géologues algériens décédés</b> .....	1-15
--	------

## Conférences plénières d'ouverture

<b>A. Yelles-Chaouche</b> , Recent seismic activity in the Maghrebides chain (2004-2022): Major lessons.....	15
<b>M. Meghraoui</b> , Deformation Active entre les Maghrébides et la plateforme africaine : Contribution du GNSS permanent en Algérie .....	17
<b>A. Michard</b> , unexpected, post-rifting extensional events in the Briançonnais paleomargin of the Western Alps. And what about in the Kabylia and Alboran domains? .....	18
<b>D. Belhai</b> , LES FLYSCHS ALPINS D'AFRIQUE DU NORD : MISE AU POINT .....	20
<b>Abbassene, F</b> , Neogene magmatic activity in the Petite Kabylie (Eastern Maghrebides chain): A review of geochronological and petro-geochemical data.....	21
<b>A. BOUTALEB</b> , SYNTHÈSE SUR LES GISEMENTS DE Pb-Zn DE LA CHAÎNE TELLIEUNE DE L'ALGÉRIE.....	23
<b>AISSA D.E.</b> , Typologie et Hiérarchisation des Minéralisations de Terres Rares en Algérie.....	24
<b>R. Laouar</b> , Les éléments de terres rares dans les phosphates algériens : Bilan et Perspectives.....	26
<b>R. Kechiched</b> , The Tébessa region phosphorites (north-eastern Algeria): grain-size control on rare earth elements plus yttrium distribution, and economic implications.....	27
<b>M. Aichaoui</b> , Imagerie de la lithosphère du nord de l'Algérie par tomographie sismique.....	28
<b>R. Leprêtre</b> , Le Grand Pic de l'Ouarsenis : un exceptionnel exemple de tectonique salifère dans le Tell occidental.....	29
<b>A. Bendaoud</b> , Petrographic, geochemical and geochronology studies of late Hercynian magmatism of the Beni Snous massif (Ghar Rouban North of Algeria) .....	30
<b>A. Arab</b> , The first evidence of Hadean ages in the Hoggar discovered on detrital zircons from the Serouenout metasediments (Central Hoggar, South Algeria) .....	31
<b>MC. Chabou</b> , Les pipes doléritiques CAMP du bassin de Tindouf : état des lieux et perspectives métallogéniques et pétrolières.....	32
<b>A. Nedjari</b> , Le cratère de Talemzane (Maadna, Hassi Delaa, Laghouat) : impact de météorite ou affaissement d'un diapir ? Une contribution. ....	34



<b>M. Boughdiri</b> , Analyse biostratigraphique des calpionelles au passage Jurassique-Crétacé dans le NE Algérien et mise en valeur d'une coupe de référence pour la marge méridionale de la Téthys .....	35
<b>M. Benyoucef</b> , Synthèse des données actuelles sur les vertébrés du "Continental Intercalaire", Algérie.....	36
<b>Y Chaïd-Saoudi</b> , Les vertébrés Pliocènes et Plio-pléistocènes des formations calcaires du bassin constantinois.....	37
<b>M. Bensalah</b> , Taxonomie, paléoécologie et paléobiogéographie des huîtres et plicatulidés du Cénomanién supérieur du sudAlgérien.....	37
<b>N. Benbelkacem</b> , Empirical Calibration laws of earthquake magnitudes in the Tell Atlas of Algeria.....	38
<b>Y. BOUHADAD</b> , Etude de la sismicité récentes dans la région de l'Est algérien: Apport du réseau national d'accélérographes du CGS.....	39
<b>Z. Hamimi</b> , Reappraisal of the Structural Provinces of the Late Neoproterozoic Egyptian Nubian Shield (Northern East African Orogen) .....	40

## **Session orale**

### **S1- Géologie de la chaîne des Maghrébides**

<b>S. Adjiri</b> , Tortonian tectonic markers in the southern edge of the Mitidja basin: Hammam Melouane region.....	41
<b>A. CHABBI</b> , Les signatures tectonique et sédimentaire de l'inversion tectonique tertiaire dans le Tell externe de la chaîne des Maghrebides : cas de Haute Medjerda, Souk Ahras, Algérie orientale.....	43
<b>S. Chouat</b> , Litho-biostratigraphy of the Mid-Eocene "Reineche Limestone" Member (Souar Formation) of northern Tunisia: Paleogeographic implication.....	45
<b>DOUKANI Med Amine</b> , Identification des dépôts liés à un tsunami à partir des analyses taphonomiques des bivalves d'âge Calabrien (Hachacha, bassin de Bas Chélif) .....	46
<b>A. Issaadi</b> , Characterization of the sedimentary structure of the Middle-Chelif Basin, NW of Algeria, using ambient vibration techniques.....	46
<b>A. Elkhazri</b> , Micropaléontologie et biostratigraphie des foraminifères de L'Apto-Albien au Nord-Est de la Tunisie (J. Oust, J.Ammar).....	47
<b>B. MAOUDJ</b> , La mobilité du sel messinien dans l'offshore de la marge algérienne.....	49
<b>Y. Mohammedi</b> , Neotectonic evolution along the borders of Numidic Chain (NE Algeria) .....	49
<b>T. Saad</b> , Tectonic block deformation in NE Maghrebides and Sahara Platform: Insight from GNSS data.....	51

## **2- Risques et Géologie de l'Ingénieur**

<b>A.N. ALLOUACHE</b> , Contribution of numerical simulation on tunnel construction with soft rock mass conditions, case of the tunnel of Djebel Ouahch, (Constantine) .....	52
<b>I. Amri</b> , Effets de la dynamique paysagère amont sur la qualité des eaux en zone humide côtière avale : Cas de la lagune de Ghar el Melah (Tunisie septentrionale) .....	52
<b>BELAROUÏ A</b> , Cartographie de la susceptibilité aux glissements de terrain de la Pénétrante Autoroutière reliant Tizi-Ouzou à l'Autoroute Est-Ouest.....	53
<b>Z. BENGHAZI</b> , Mechanical stabilization of high embankments using shear DSM walls technique.....	54
<b>W. Chettah</b> , Inventory mapping and spatial distribution analysis of landslides induced by the August7, 2020 (Mw= 4.8) Mila earthquake, north-eastern Algeria.....	55
<b>Djediat Y</b> , LE GLISSEMENT DE TERRAIN DE MILA INDUIT PAR LE SEISME DU 7 AOUT 2020 : CAS D'ECOLE D'UNE CINEMATIQUE ATYPIQUE.....	57
<b>A. DJELLALI</b> , Etude de stabilité d'une route renforcée par gabionnage : cas de la RN83 reliant les villes de Hammamet et Bir Mokadem (W. Tébessa) .....	57
<b>M. Filali</b> , Investigation géotechnique et analyse inverse de la stabilité des glissements de terrain de la région d'Alger. ....	59
<b>N. Hallal</b> , Les mouvements gravitaires dans le cadre sismotectonique du nord de l'Algérie : exemples de cas dans les régions de Béjaïa et Mila. ....	61
<b>R Hebib</b> , Analyse des conditions d'effondrement d'une galerie souterraine intertubes par caractérisation géotechnique et modélisation numérique tridimensionnelle .....	62
<b>H. Kebab</b> , Engineering geological and geomechanical characterization of the rock mass along the Texenna tunnel - motorway penetrating of Jijel - El Eulma (NE Algeria) .....	64
<b>D. MACHANE</b> , Bruit sismique, effets de site et risques géologiques dans l'Algérois.....	65
<b>B. Meziani</b> , Cartographie de la sensibilité aux glissements de terrain : cas projet de la ligne ferroviaire double voie électrifiée Thénia-Bouarreridj (du PK107 au PK130, Algérie) .....	67
<b>S. MOKADEM</b> , Les mouvements de terrain dans l'Algérois (nord algérien) : inventaire, classification et analyse des facteurs causatifs.....	69
<b>K. Roumane</b> , Characterization of damages related to probable past earthquakes on archaeological remains on Roman sites (Tell Atlas of Algeria) .....	70
<b>H. Saïdi</b> , Etude de l'état de stabilité de la côte Chaffar-El Mahres (Golfe de Gabes, SE-Tunisie) .....	71
<b>F. Sehili</b> , L'évaluation de la culture du risque en algérie : cas du séisme de mila du 07 aout 2020.....	72



**M.Y. Tebbouche**, Analyse de la directivité du bruit vibratoire ambiant : les différentes approches et leur application dans l'identification des paramètres géométriques.....73

### **3- Ressources hydriques**

**M. ABDESSELAM**, Le Sébaou à la rescousse du Taksebt pour alimenter les wilayas de Tizi-Ouzou, Boumerdes et Alger.....74

**D. Benabbes**, Contamination en composés azotés et phosphatés des eaux de la vallée de la basse vallée de la Soummam (Bejaïa, Nord-est Algérien) .....75

**M. Bersi**, Potentialités en eau des grés numidiens, cas de la région nord sétifienne.....76

**A. Foughalia**, Water assessment of heavy metal pollution from two active and old abandoned quarries in Chekfa-Jijel and Akbou, North East of Algeria.....77

**F. KESSASRA**, Modélisation hydrogéologique de l'aquifère du Complexe Terminal de la région d'Ouargla-Touggourt, Sahara oriental algérien.....78

**Z. Khemissa**, Suivi et impacts des éléments en traces métalliques dans les eaux souterraines et les eaux de surface des plaines côtières de Jijel (nord-est Algérien). .....79

**A. Maou**, Estimation des crues de référence pour les Plans de Prévention du Risque Inondation (PPRI). Cas du bassin versant du Saf Saf, NE algérien.....80

**Z. Nemer**, Groundwater- surface water interaction in eastern Mitidja using electrical resistivity and hydro-chemical analysis. ....81

**M. Zeroual**, Assessing Household Water Consumption Determinants (Sedrata, NE of Algeria) .....82

### **4- Sismicité du domaine des Maghrébides**

**I. Abacha**, Twelve years after the seismic sequences of Beni-Ilmane: Have the investigations uncovered all of the secrets? .....83

**C. Aidi**, The recent seismicity of northern Algeria: the 2006-2020 catalogue.....84

**H. Beldjoudi**, Fault interaction for the Beni-Ilmane (east of Algeria) seismic sequence on May 2010.....86

**H. Bendjama**, Study of the aftershock sequence of El Kantour earthquake (Mw5.3) on November 22, 2020.....87

**O. Boulahia**, The July–August 2020 Earthquake Sequence, Mila, North-East Algeria: Fluid-Driven and Orthogonal Conjugate Faulting Mechanisms..... 88

**R. Kherchouche**, Inferring location, magnitude and hypocentral depth from seismic intensity data of pre-instrumental earthquakes in the North-eastern part of Algeria.....89

**S. T-E. Rahmani**, Time-dependent and spatiotemporal statistical analysis of seismicity: Application on the complete data set of the 2010 Beni-Ilmane earthquake sequence.....90

**El-M. Tikhmarine**, High-precision relocation of the 2010 Beni-Ilmane Earthquake Sequence (Northern Algeria) and source parameters estimation using the Empirical Green's Functions (EGF) .....90

## **5- Domaine Saharien**

**K-E. Aissou**, Variations of the in-situ stress state and its implications for hydrocarbon exploitation in the Hassi Terfa field, Hassi Messaoud, Algeria.....92

**A.El-A. ALOUACHE**, Contribution à l'étude pétrologique, géochimique et isotopique (Sr-Nd) de l'intrusion mafique de Laouni Est (Hoggar central, Algérie) .....93

**K.F.T. Atif**, Evolution des associations à faunes benthiques au cours du Serpukhovien (Carbonifère inférieur) dans le Djebel Arhlal - Bassin de Béchar.....94

**R. Ben El Khaznadj**, Nouvelles données cartographiques et pétrologiques des affleurements volcaniques cénozoïque de la région de la Tazoulet (Egéré-Aleksod, Hoggar central, Algérie) .....95

**F. Besseghier**, Les coraux du Dévonien inférieur à moyen du Mm 30 et Erg El Djemel (Saoura, Ougarta. Algérie) : spécimens d'eau froide et profonde. Un autre type d'édifice de coraux ? ..... 97

**Y. Bouchachi**, Analyse de perturbation de l'état de contrainte par la fracturation hydraulique d'un réservoir d'hydrocarbure : cas du Bassin de l'Ahnet.....98

**K. Boukhalfa**, Dolocrete and charophyte-rich paleosol occurrences in the Upper Barremian Sidi Aich Formation of the northern Chotts range, southern Tunisia: Paleoenvironmental inferences..... 99

**S. Doukkari**, Histoire Paléo à Néoprotérozoïque de terrane de l'Egéré (Hoggar Central, Bouclier Touareg, Algérie), datation U-Pb, trajectoire P-T-t et implication géodynamique. ....100

**F. Djabir**, Résultats préliminaires de l'étude magnétotellurique dans l'anisotropie électrique sous l'unités granulitiques d'In Ouzal, Hoggar occidental, Algérie ..... 101

**Harouz, C**, Pétrographie, minéralogie et modélisation thermodynamique des métapélites à cordiérite-spinelle de la région de Tidjenouine (Hoggar Central) ..... 103

**L. HARROUCHI**, Interpretation of the gravity data of the In Ouzal terrane, southern Algeria using 3D Euler Deconvolution and Improved Tilt Angle ..... 104

**M. KOUSSA**, Possible occurrence of CAMP primitive rocks in the Tindouf basin (southwestern Algeria) ..... 105



**S. MENNAD**, Les ostracodes des dépôts lacustres holocènes de Daeit El Mahouche (Grand Erg Occidental, NW du Sahara Algérien) et reconstitution paléoenvironnementale .....106

**Y. Laichaoui**, New imagery data of the Egéré area (Egéré-Aleksod terrane, Central Hoggar,) basing on airborne geophysics and remote sensing .....107

**M. Tellal**, Le Taourirt de Tessalit : Contexte de mise en place et déformations postérieures (Hoggar central, Algérie)..... 108

**S. Zetoutou**, Les éclogites et leur évolution en amphibolites à grenat de l'Oued Foutes (région de Tahifet, Azrou N'Fad, Hoggar central, Algérie) : Construction de pseudosections dans le système NCKFMASHTO..... 110

## **6- Stratigraphie et paléontologie du domaine des Maghrébides**

**A. Atik**, Asma Bioconstructions coralliennes et faune associée dans les calcaires blancs pliocènes à Neopycnodonte cochlear du Dahra (Algérie). .....111

**Belhadji A**, Bioévénements et environnements précédents la Crise de Salinité Messinienne dans le Dahra oriental (bassin du Chélif, Algérie) .....112

**A. Belkheir**, Fossiliferous concentration levels of uppermost Burdigalian age from the Ouarsenis northwestern margin... 114

**N. Boualem**, Bioévénements et eustatisme marquant le Crétacé (Albien - "Sénonien") de la région de Tiaret (Algérie) : résultats préliminaires. ....115

**I BOUCHEMLA**, Ichnological and sedimentological analysis of the Upper Jurassic Faïdja Formation (northwestern Algeria): palaeoenvironmental and palaeoecological implications.....116

**S. CHELLAT**, Les structures (figures) sédimentaires, genèse et signification. ....117

**M-E-H. Mansouri**, Bioévénements et zonation dans le Miocène supérieur des séries géologiques du versant sud du Dahra à partir des nannoplanctons calcaires (Algérie nord occidentale). ....117

**W. Zache**, Les marnes bleues marines et calcaires lacustres du Dahra central (Algérie) : évidence d'une sédimentation pliocène, à caractère marin et continental : stratigraphie intégrée. .... 118

## **7- Ressources Minérales du domaine Alpin d'Afrique du nord**

**Z. Belhimer**, Quelques indications sur le contexte géologique et la gîtologie des minéralisations ferrifères du Djebel Hadid (Babors orientaux, NE algérien) .....120

**A. BOUCHAIR**, Mineralogy of the ooidal ironstone of Djebel Dahar (Tebessa, northeastern Algeria) .....121

**I. Diab**, Petrology and mineralogy of the sedimentary phosphorites of Ain Dibba and Ain Kissa, Northern Tebessa (NE Algeria) .....123

<b>N. Fodil Cherif</b> , Mineralogical and magnetic properties of iron ore: a case study of Ain Babouche deposit.....	124
<b>H. KHAMMASSI</b> , Caractérisation pétrographique, minéralogique et géochimique des dépôts phosphatés dans la région d'El Kef, Tunisie.....	126
<b>M. Moussaoui</b> , Etude des isotopes du soufre des minéralisations liées aux roches magmatiques d'Ait Dali, Oued Amizour (Nord- Est Algérien) .....	127
<b>A.A. Semchaoui</b> , GISEMENT FILONNIEN DE BARYTINE DE DRAÏSSA (OUGARTA – SW ALGERIE) : GEOLOGIE, MINERALOGIE ET GEOCHIMIE.....	128
<b>S. Souadnia</b> , CARTOGRAPHIE AUTOMATIQUE DES ANOMALIES EN Pb- Zn : APPLICATION SUR DES DONNEES DE PROSPECTION GEOCHIMIQUE-SOL DU GISEMENT D'AIN KAHLA – REGION D'AIN AZEL, SETIF.....	129

## **8- Le domaine Atlasique**

<b>K. Amri</b> , Utilisation des images Landsat dans l'étude structurale des zones arides. Exemples choisis dans le Hoggar, l'Atlas saharien, l'atlas tellien et le bassin de Béchar.....	130
<b>Bousba H.</b> , Les Sebkhass du Sud Constantinois (Algérie Nord-Orientale): Cadre géologique, sédimentaire et structural.....	131
<b>H. Brioua</b> , Caractérisations biostratigraphique et sédimentologique du Paléocène dans l'Atlas saharien oriental (Tébessa, NE Algérien) .....	132
<b>I. Cherif</b> , Paléontologie numérique et apports stratigraphiques: cas de la simulation 2D/3D des calpionelles à la limite Jurassique-Crétacé.....	133
<b>D. Fellah</b> , Petrofacies and diagenesis of the Upper Jurassic dolomites of Jebel Bousdene (Mestaoua Massif, Eastern Algeria) .....	134
<b>H. Metrouni</b> , Les altérations hydrothermales des faciès de l'Aptien et de l'Albien dans le massif de Hameimat nord, Atlas saharien oriental .....	135
<b>A. Salhi</b> , Relation des lits et passées lumachelliques dans le Cénomaniens supérieur-Turonien inférieur du Djebel M'daouer avec la montée du niveau marin (Monts des Ksour, Atlas Saharien Occidental, Algérie). .....	137
<b>H. Sallouhi</b> , Les Dinokystes calcaires et chitinoïdes tithoniens de l'Algérie nord-orientale : première biozonation et corrélations régionales.....	138
<b>N. Sekatni Aich</b> , Second order cycles of the Lower Cretaceous syn-rift sedimentation recorded in the Mecella structure (Northeastern Tunisian Atlas) .....	139

## **9- Le domaine Atlasique**



<b>R. Chimouni</b> , Simulation of synthetic intensity maps using PGV and PGA parameters of some events in Northern Algeria...	141
<b>G. Dabouz</b> , The 2007 Medea seismic sequence, North-Central Algeria: Source parameters, stress tensor, and static stress changes.....	141
<b>O. Haddad</b> , Vs Modèle de la ville de Constantine à partir de HVSR, Inversion de l'Ellipticité de Rayleigh et des Mesures en Réseaux. ....	144
<b>J. Kariche</b> , Role of fluid on earthquake occurrence: Example of Natural and Reservoir Triggered Earthquakes .....	146
<b>H. MOULOUEL</b> , Investigations géologiques et géophysiques des ruptures en surfaces reliées à la faille de Boumerdes dans la région de Corso-Boumerdes.....	147
<b>F. Ousadou</b> , Stress field variations along the Maghreb region derived from inversion of major seismic crisis fault plane solutions.....	148
<b>R. Ouyed</b> , Etat de contrainte par inversion des solutions focales avec utilisation de l'algorithme génétique : Application aux répliques du séisme de Boumerdès du 21 mai 2003. ....	149
<b>K. Roubeche</b> , Local Magnitude Scale Determination for Northern Algeria .....	151

## **10- Génie Minier et Géologie de l'environnement.**

<b>S. AMOURA</b> , Étude des hétérogénéités lithologiques à partir des enregistrements de vitesse à l'aide de la technique EMD-Hölder combinée avec une analyse multifractale.....	152
<b>D. BELLACHE</b> , Stabilization/Solidification of slopes: Evaluation of the mechanical strength .....	153
<b>BOUKELLOUL ML</b> , Étude d'impact de l'exploitation minière souterraine sur l'environnement. Cas des mines d'Algérie.....	154
<b>H. Gadouri</b> , Use of Natural Pozzolana and Polypropylene Fiber as Reinforcement for Suppressing the Swelling of Lime-Stabilised Expansive Clay Soil Artificially Contaminated by Sulfates.....	154
<b>A. Moubyen</b> , Evolution of Elastic modulus of Limestone Specimen Under Uniaxial Cyclic Loading - Unloading.....	157
<b>EI-HOUBAICHE</b> , Confrontation du downhole avec les méthodes basées sur l'analyse de la dispersion des ondes de Rayleigh .....	157
<b>F. Tiour Fahem</b> , Traitement des stériles de la mine de Khanquet par le procédé de la séparation magnétique, Tébessa, Algérie. ....	158

# Sessions Posters.

## 1- Géologie du domaine des Maghrébides.

- O. Abdelmouméne**, Biostratigraphie et paléoenvironnements de la série paléogène inférieur de Ain Ghorab, Souk Ahras, NE Algérien. ....160
- W. Bachaa**, Preliminary results of the geodynamic model of the back-arc Mitidja basin (Tell- Atlas, Algeria) from GPS measurements.....161
- H. BELAIDI**, Pétrographie du massif d'Oued El-Annab et détermination de sa composition minéralogique par les analyses infrarouge  
.....162
- M. BENZINA**, Paleoenvironmental study of the meridional part of the Neogene Tafna Basin based on foraminifera: a case study of Ain Youcef section .....164
- M. CHOUABBI**, Etude géologique et sédimentologique de la série flyshoïde maurétanienne de la région d'Annaba (NE Algérie) : implications sur la paléogéographie de la chaîne des Maghrébides.....164
- DAHMANI S**, La faille de Thénia : trajet, apport de l'imagerie satellitaire et caractérisation des facies associés.....166
- R. Djeddi**, Géométrie et cinématique des accidents bordiers de Djebel Djaffa (Tamlouka, Tell nord oriental, Algérie) ..... 167
- D.Gourari**, Contribution to palaeoclimate reconstruction under the source to sink system of the continental Miocene Conglomerates of the region of Constantine, North Eastern of Algeria. ....169
- S. Guettouche**, Crustal thickness of Guelma basin northeast Algeria from P Receiver Function analysis using short period data. ....171
- I. Hadjaze**, LE PREDORSALIEN EN ALGERIE : CARTOGRAPHIE ET PROBLEMATIQUE.....174
- Tahani Hallek**, Occurrences and origin of oil seeps and new marks of petroleum impregnations in Northwestern Tunisia: Implications from aliphatic biomarkers and statistical modelling .....175
- M.Y. Laghouag**, Nouvelles données minéralogiques et pétro-géochimiques sur le volcanisme ultrapotassique et shoshonitique du Kef Hahouner (Bassin de Constantine, Nord-Est algérien) ..... 176
- A. Lakkaichi**, Pétro-géochimie des microgranodiorites d'Aïn Sedma - Collo (NE Algérien). .... 177
- S. LAMIRI**, Tomography teleseismic of the Eastern Algeria Segment Slab Trace using Rayleigh wave dispersion analysis.....179

<b>A. OUDNI</b> , Caractérisation de la fracturation des Sellaoua « Oum El Bouaghi, NE Algérien » par l'extraction et l'interprétation des linéaments à partir d'images satellites Landsat Oli 8. ....	180
<b>Z. Radi</b> , UPPER MANTLE ANISOTROPY BENEATH NORTHERN ALGERIA FROM SHEAR-WAVE SPLITTING.....	181
<b>N. Rebouh</b> , Hydrothermal alteration mapping and structural features in the Ain Smara basin, Constantine (Northeastern Algeria): contribution of Landsat OLI8 data .....	181
<b>A. RJIBA</b> , Apport de la méthode gravimétrique intégrée dans la modélisation géologique de la région Kalaat Senam et le graben d'Ouled Boughanem.....	183
<b>A. Seffari</b> , "S" type syncollisional granite of Kasimovian age (Upper Carboniferous) from the Cap Bougaroun basement (Collo, Northeastern Algeria): Evidences from petrogeochemistry and U-Pb geochronology .....	184
<b>A. Serkhane</b> , Contribution of Sentinel-2 images and GIS for geological mapping in Ouanougha region (The Bibans, Tellian Atlas, Algeria). ....	185
<b>A. Talantikite</b> , La modélisation de la profondeur de Mohorovicic au Maghreb. ....	185
<b>A. Talhi</b> , Pétro-Géochimie des Ophiolites du massif de Moul Ed Demamene (El Milia- NE Algérie) .....	186
<b>A. Tizeraoui</b> , Analyse néotectonique et cartographie de synthèse du sahel de Koléa.....	188
<b>H. Ymmel</b> , Biostratigraphie et reconstitution paléoenvironnementale de la série pliocène de la région de Koléa (Sahel Ouest Algérois) .....	190
<b>Y.B. El Hadj</b> , Diagenesis and stadial analysis of Jurassic Dolomite: case of South Setifian Shelf (NE Algerian) .....	191
<b>L. Yousnadj</b> , L'Éocène de la dorsale médio-interne du Djurdjura.....	192

## **2- Domaine Saharien**

<b>M. Adaci</b> , Cadre stratigraphique et sédimentologique du Plateau du Tinrhert (SE Algérie) durant le Cénomano-Turonien.....	193
<b>N.ATMANE</b> , Corrélation et synthèse de la cartographie 1/200000 dans les monts d'Ougarta .....	194
<b>M. Ben Abdelkrim</b> , Practical Sequence Stratigraphy of the Lower Devonian series Aoulef-Akabli axe (Ahnet basin, Saharian Platform, Algeria) .....	194
<b>Berrahmane N</b> , Datation U-Pb sur zircon des granitoïdes de la région de Tin Dahar (terrane de Silet, Hoggar occidental)...195	

<b>K. DEBIANE</b> , Caractérisation de la fracturation des réservoirs Cambro-Ordovicien de la région du Tinrhert (bassin d'Illizi, Algérie) .....	196
<b>R. Djefal</b> , Analyse lithostratigraphique et sédimentologique de la série turono-coniacienne du Djebel Tuggurt – Monts de Belezma-Batna- NE Algérie.....	197
<b>S. Doukkari</b> , Datation U-Pb sur zircon de la région de Tidjenouine (terrane de Laouni, Hoggar Central). .....	198
<b>Laichaoui, Y</b> , Airborne geophysics: application to the high pressure metamorphic series mapping (terrane de l'Egéré-Aleksod, Central Hoggar, South Algeria) .....	199
<b>MAOUDJ, B</b> , Apport de l'imagerie satellitaire à la géologie du terrane de Tazat (Hoggar central). .....	200

### **3- Domaine Atlasique**

<b>F.Amara</b> , La prospection paléontologique du gisement phosphaté de Kef Essenoun, Bir El Ater, Tébessa (Algérie) .....	201
<b>E.R. Azouz</b> , Microfaciès et paléoenvironnements du Jurassique supérieur de Dj Bousdene (Massif de Mestaoua, Algérie Orientale) .....	201
<b>A. Bensekhria</b> , Lithostratigraphic evolution and facies analysis of Cenomanian series in the Koubaane site (Aures Basin) .....	203
<b>A. Bensekhria</b> , Analyse et interprétation des structures tectoniques du Bassin des Aurès. ....	204
<b>I. CHOUAF</b> , Les formations carbonatées du massif d'Oum Settas (El Khroub-Constantine). Etude lithologique et biostratigraphiques.....	206
<b>I. EZZINE</b> , O. Massanerh: Une possible structure d'impact météorique en Tunisie Centrale (Région de Makthar); apport de la télédétection. ....	208
<b>M. Gharbi</b> , Mesozoic halokinesis and basement inheritance in the Central Atlas Front of Tunisia.....	209
<b>AF. GHENIM</b> , OVERVIEW OF THE PHOLADOMYID BIVALVES FROM THE UPPER CENOMANIAN OF SOUTHWESTERN ALGERIA .....	210
<b>H. Amokrane</b> , Etude stratigraphique , sédimentologique et paléoenvironnementale des formations quaternaires de la région Ras El Aioun , NE de l'Algérie .....	210
<b>O. Jaziri</b> , Sedimentary environment and organic geochemistry patterns of the Bahloul black shale in the Rihane syncline, Northern Atlas of Tunisia .....	212
<b>S. Mendir</b> , Les échinides du Cénomaniens de Tébessa (Atlas saharien oriental, Algérie); systématique et distribution stratigraphique.....	213

<b>F.Z. Moud</b> , Reconstitution des paléoenvironnements du Crétacé supérieur à partir des foraminifères benthiques : cas de Dj. Tuggert (NE Algérie) .....	214
<b>R. Nahnah</b> , Présence de Frambocythere COLIN, 1980 (ostracode limnique) dans le Thanétien du bassin occidental des Aurès, Algérie. ....	214
<b>S. Nemouchi</b> , Les ostracodes du Coniacien et Santonien de Djebel Boukezez (Bellezma-Batna): systématique et paléoécologie.....	215
<b>A. Rezouk</b> , Analyse morphotectonique de la bordure sud de l'anticlinal de Chott El Hammam (bassin d'El Hodna - Algérie) .....	215
<b>K. Roumane</b> , Sedimentological study of the upper Pleistocene soils of the Aterian site of Oued Djebanna, Southeast Constantine province .....	216
<b>S. Salmi-Laouar</b> , Sclerobiont assemblages on macro-invertebrates from the Cenomanian strata of Djebel Bouarif (Aurès Range, Algeria) .....	217

#### **4- Sismicité et sismotectonique**

<b>M. Abbouda</b> , Déformations néotectoniques et évolution des contraintes dans les formations néogènes du Dahra sud-occidentale. ....	218
<b>D. Ait Benamar</b> , The 17 July 2013 Hammam Melouane earthquake: observations and analysis of geological and seismological data.....	220
<b>I.M. Benbakhti</b> , Identification et caractérisation des structures sismogènes dans le bassin d'Oran (Chélif occidental)...	221
<b>M. Benhachiche</b> , Earthquakes Forecasting in the Ibero-Maghrebian Region using Pattern Informatics and Relative Intensity Methods.....	222
<b>C. BENMANSOUR</b> , Etude comparative entre le facteur d'amplification dynamique des RPA et celui du modèle empirique issu du jeu de données KiK-Net .....	223
<b>N-E-H. BOUDJENANA</b> , Etude de la zone Nord-Est de l'Algérois en termes de directivité par la méthode du bruit vibratoire ambiant.....	224
<b>F. CHAIBEDDRA TANI</b> , Artificial Intelligence Approach to predict a site-specific Empirical Ground Motion for Euro-Mediterranean Regions .....	225
<b>L. CHIBANE</b> , Utilisation du bruit de fond pour le micro-zonage sismique de sites urbains : Cas de la ville D'Alger.....	226
<b>Dib A</b> , Seismicity along the seismogenic zone of the Algarve region (southern Portugal).....	227

<b>T. Dilmi</b> , Source Parameters of the March 18th, 2021 Bejaia Earthquake from Teleseismic Data.....	228
<b>R. DJELID</b> , HVSR and site effects at Aokas plain. ....	230
<b>M. Hamidatou</b> , Analyse de la sismicité du Nord-ouest de l'Algérie à partir des catalogues de l'IGN et de l'ISC, corrélation entre le facteur b de la loi de Gutenberg-Richter et l'Anomalie de Bouguer .....	231
<b>K Kameche</b> , Seismic tomography of the area of Mihoub earthquake (north-central Algeria) sequence on 2016 .....	232
<b>A.S. Kasdi</b> , Earthquakes related Electromagnetic signals, Northern Algeria .....	232
<b>C. LOUNI</b> , LA SEISMICITE ET L'EVOLUTION DU RESEAU HYDROGRAPHIQUE ENTRE LE MASSIF D'ALGER ET LE MONT CHENOUA .....	234
<b>M.A. Melaim Mohamed</b> , Magnetotelluric data acquisition in the Beni Ilmen Active faults zone.....	236
<b>A. Saadi</b> , Site effects investigation in the city of Oran, northwestern Algeria, using ambient vibration data. ....	236
<b>H. Taib</b> , Geomorphic Indicators of Neotectonics from North of Tebessa: A case study Hammamet basin .....	238
<b>M.A.I. Zaoui</b> , Prediction of Ground Motion Parameters using artificial neural network: example of European-Mediterranean regions and the Middle-East (ESM database) .....	239

## **5- Risques et Géologie de l'Ingénieur**

<b>L.T. Abdi</b> , L'utilisation de la télédétection dans l'étude des risques naturels : cas des inondations.....	240
<b>S. W. ASTITE</b> , Impact de l'urbanisation sur les inondations urbaines. Cas du bassin versant de l'Oued Kniss (Nord de l'Algérie). ....	241
<b>H. Baazi</b> , Cartographie des zones inondables par utilisation des SIG dans une zone semi-aride : Application à la ville de Tébessa .....	242
<b>A. BENGUESMIA</b> , Geological Hazards and Site Effects in the Constantine Region .....	242
<b>R. Boudjellal</b> , Application de la Méthode de l'Analyse Multicritère Hiérarchique (AHP) pour la cartographie de la susceptibilité aux mouvements de terrain dans le sous bassin-versant d'Oued Cherf Amont- Guelma (NE Algérie).....	244
<b>N. BOURAGBA</b> , Etude géologique, géotechnique et de stabilité du glissement de terrain du versant Est de la ville de Texenna, wilaya de Jijel. ....	246
<b>N. BOURAGBA</b> , Étude de stabilité d'un glissement de terrain au niveau de la cité 2400 logements AADL à Baba Hassen wilaya d'Alger .....	247



<b>A. Bousseliou</b> , Apport d'un SIG dans l'évaluation de pollution ETM dans la ville de Skikda. Cas de Oued Saf-Saf et Oued Zeramna (Nord-Est de l'Algérie) .....	248
<b>M. Chentout</b> , Caractérisation géologique et géotechnique et étude de stabilité du glissement d'Ighil Bouzel dans la région d'Azazga .....	248
<b>H. Dinar</b> , Développement d'une carte d'érosion à l'aide de SIG, en utilisant la méthode Analytical Hierarchique des Processus (AHP). Cas d'étude Jijel, Nord-Est algérien. ....	249
<b>M. Filali</b> , Use of geographic information system (GIS) for assessing and analyzing the landslide risks in the Algerian Sahel .....	251
<b>A. Gueffaf</b> , Le rôle des facteurs naturels et anthropiques dans l'instabilité des pentes, et la méthode de stabilisation et de préservation. ....	251
<b>Y. Guesmi</b> , Zonage du danger de chutes des blocs le long de la route nationale N°09 reliant Sétif à Bejaia (NE de l'Algérie). ....	252
<b>N-E-H. Gueraidia</b> , Apport de la télédétection (images LANDSAT 8 ETM8) pour une cartographie géotechnique de la région de Souk-Ahras (N.E. Algérie) .....	253
<b>Y. Himrane</b> , Caractérisation géotechnique et stabilité du site 898 logements LSP + 120 logements LPA à Beni Messous-Alger .....	254
<b>F. KHALDAOUI</b> , Statistical analysis of electrical resistivity data: Identification of marine intrusion in the coastal plain of Algiers .....	254
<b>Z. Ladjel</b> , Problème et choix de la méthode d'évaluation de l'aléa chute de blocs Cas du Cap AOKAS wilaya de Bejaia; NE Algérie. ....	255
<b>A. Leghouchi</b> , Dam failure and analyses wave propagation time downstream of the dam using 2D modeling and GIS case study of TAKSEBT dam in ALGERIA .....	256
<b>A. Leghouchi</b> , Modélisation numérique du creusement d'un tunnel à l'aide de code Plaxis 3D (Cas de tunnel routier situé sur la route nationale RN3 reliant Jijel et Bejaïa ) .....	256
<b>M.I. Madoui</b> , Comparison of landslide susceptibility mapping based on FR method and AHP method. Study case : Constantine city. Algeria .....	257
<b>Y. Mansour</b> , Caractérisations géologique et géophysique des instabilités affectant le quartier nord-ouest de Tizi Ouzou .....	259
<b>A. Morsli</b> , Effet des paramètres géotechniques sur la modélisation numérique lors du creusement des tunnels en mine dans les zones urbaines (cas -métro-d 'Alger) .....	260

<b>Y.N. El-H.</b> Rouabhi Analyse des aléas géologiques et géotechniques du site des 517 logements AADL d'Ouled Fayet (Alger) .....	260
<b>Z. Roukh,</b> A multi-method investigation of the slope movements: case study of the Oran Cliff (NW of Algeria). .....	261
<b>S. Gueraidia,</b> Etude des sols affaissables dans la région de Ben Dhahouya- Ghardaia en utilisant la télédétection et le SIG .....	262
<b>M. Sid,</b> ETUDE PAR METHODES GEOPHYSIQUE ET GEOTECHNIQUET D'UN GLISSEMENT DE TERRAIN A AIT YAHIA MOUSSA, Wilaya DE TIZI-OUZOU .....	263
<b>M.Y. Tebbouche,</b> Cartographie de la susceptibilité à la liquéfaction : apport du bruit vibratoire ambiant.....	264

## **6- Ressources Minérales**

<b>O. Benmebarek,</b> Petrographic and mineralogical characteristics of the hydrothermal mineralization (Fe, Zn-Pb, Cu, Ba) in the western part of the Numidic chain (Jijel region-NE Algeria) .....	265
<b>K. BENZEMA,</b> Contribution à l'étude des minéralisations du gisement de Nahda, Laouni, Hoggar Central.....	266
<b>Y. BENZIAR,</b> Contribution à l'étude des minéralisations à métaux rares de la coupole de Tamazaror, Laouni, Hoggar Central .....	267
<b>K. Boubezari,</b> Analyse comparative des caractères pétrographiques, granulométriques et géochimiques des minerais de phosphates beiges et noirs du gisement de Kef es Sennoun (Djebel Onk, Tébessa, Algérie nord orientale).....	269
<b>I CHOUAF,</b> Synthèse géologique sur les minéralisations polymétalliques de la zone de Filfila (NE Skikda) .....	271
<b>N. Hadj Mohamed,</b> Mineralogy, Fluid Inclusions, and Sulfur Isotope studies of Ghar Rouban Barite (Pb-Zn) Deposit, Western Algeria .....	273
<b>F. Halimi,</b> Caractérisation et estimation des ressources du gisement de Chaabet El Hamra (Ain Azel, W. Sétif) à l'aide du coefficient de minéralisation (entre le profil 9 et 14) .....	273
<b>T. Lamri,</b> Etude géochimique du gisement de felsite d'Ain-Barbar (massif de l'Edough, Annaba) .....	274
<b>L. MAAMAR,</b> Caractérisation de différentes catégories de feldspath potassique « Cas du gisement de felsite d'Ain Barbar - Annaba » .....	276
<b>A. Mezerzi,</b> Contribution à l'étude géologique et gîtologique de la minéralisation ferro-cuprifère (Fe-Cu) de Koudiat El Bassour dans la région Sud Sétifienne. ....	277
<b>A. Mezerzi,</b> Contribution à l'Etude Géologique et Gîtologique des minéralisations Polymétalliques (Pb-Zn-Ba et F) d'Ain Kahla- Massif de Hadjer Labiod (Monts du Hodna) .....	279

<b>A. Mezerzi</b> , Contribution à l'étude pétrographique et gîtologique des formations triasiques diapiriques d'El Gouzi (Massif Gouzi-Dabba, Monts du Hodna) .....	281
<b>M.C. Mokhtari</b> , New contribution to the study of the « Taourirt » granites of the Tit-N-Enir and Tin-Ado – Laouni – Central Hoggar massifs .....	282
<b>B. SALHI</b> , Traitement et interprétation géostatistique des données de prospection géochimique de la région de Guelma. ....	284
<b>M. Seklaoui</b> , Typologie des gisements du Carbonate de calcium : Cas de Constantine et de Mascara.....	285
<b>K. Tizi</b> , Les Diatomites du bassin de Bas Chélif : cartographie, analyses structurales et réserves .....	286
<b>M. Tobbal Seghir</b> , Apport de l'imagerie hyperspectrale du capteur Hyperion pour la prospection de la Bentonite dans le NW Algérien (Cas de l'image Path 198/Row 36). ....	288
<b>T. Zerrouki</b> , ETUDE DU GISEMENT DE FER DE TYPE METASOMATOSE DE CHAABET EL BELOUT (AIN ZANA, NE DE L'ALGERIE) .....	289

## **7- Ressources hydriques**

<b>M. AISSAOUI</b> , Etude de vulnérabilité à la pollution agricole des eaux souterraines de la nappe alluviale de Guelma (sous bassin versant de la Moyenne Seybouse) .....	291
<b>A. Ammari</b> , Etude hydrochimique de la qualité des eaux souterraines Région d'El-oued, Sahara septentrional de l'Algérie .....	292
<b>H. Aouati</b> , Evaluation of climate change impact on water resources using statistical approaches in the Setifian High Plains (Northeastern Algeria) .....	293
<b>M. Aoudia</b> , Aquifer characterization using vertical electrical soundings and remote sensing: A case study of the Chott Ech Chergui Basin, Northwest Algeria. ....	294
<b>R. Boudjellal</b> , Utilisation des techniques géo-spatiales pour délimiter les zones à potentialités en eaux souterraines, cas de la moyenne Seybous, Nord-Est Algérie .....	295
<b>B. Boumaza</b> , Evaluation of potentially toxic metals and human health risk assessment in groundwater and surface water in the vicinity of Djebel Onk mining area (Tébessa, eastern Algeria) .....	296
<b>N. CHAFOU</b> , Application of geothermometers on thermal waters of the Intercalary Continental Aquifer. Case study from the Biskra region (South-East Algeria) .....	297

<b>I. Dib</b> , Evaluation de la qualité des eaux souterraines, destinées à la consommation humaine et à l'irrigation, dans la région de Gadaïne-Ain Yaghout (est algérien). .....	297
<b>I. Drid</b> , Evaluation et cartographie de la susceptibilité des terrains à l'érosion hydrique via la méthode LR (régression logistique) dans la région de BBA. ....	299
<b>S. Hadeif</b> , Geo-accumulation index of heavy metals (Pb and Zn) in the sediments of the Wadi Essouk, North-east Algeria .....	300
<b>C. KEBIR</b> , Sécurisation de la ressource en eau au Nord-Centre de l'Algérie à travers les grands ouvrages hydrauliques _ Cas de la région hydrographique Algérois-Hodna-Soummam. ....	300
<b>F. KESSASRA</b> , Identification des formations et structures aquifères à l'aide de la géophysique électrique dans le Complexe Terminal de Hassi R'Mel, Sahara Algérien .....	301
<b>R. SAID</b> , Estimation et répartition de l'infiltration et de la recharge des aquifères dans la plaine du bas Cheliff.....	302

## **8- Géomatériaux et Génie Minier**

<b>R. AMATA</b> , Etude d'un recyclage des rejets miniers dans les conditions du complexe de Djebel Onk- Tébessa.....	304
<b>I. ATTAFI</b> , Caractérisation et choix d'une nouvelle méthode de traitement du minerai de PHOSPHATES DE KEF SENNOUN - TEBESSA-.....	304
<b>O. Ayadi</b> , Effect of urban sewage sludge on the soil cadmium mobility and fixation .....	305
<b>K. BEDRI</b> , Les clés de la gestion de l'exploitation et de la production des agrégats (carrière de Djebel Bourkane wilaya de Boumerdes) .....	306
<b>D. BELLACHE</b> , Analyse physico-chimique des eaux huileuses régénérées par une station de pompage de pétrole .....	306
<b>B. BENAÏSSA</b> , Caractérisation granulo-chimique et minéralogique de la blende issue de la mine de CHAABET EL HAMRA-Sétif .....	307
<b>M. Boukoffa</b> , Caractérisation Minéralogique et Géochimique de l'Argile de la Région de Ez-Zaouia (Aïn Kechera, NE Algérie .....	308
<b>S. Bouziane</b> , Etude de la stabilité des talus de la mine à ciel ouvert de Kef Essnoun (Bir El Ater, Tébessa) .....	310
<b>S. Chaoui</b> , Evolution of the safety factor according to the rate of extraction of zinc ore, case of the underground mine of Chaabet el Hamra, Ain Azel, Sétif -Algeria- .....	311
<b>S. Chaoui</b> , Détermination des paramètres rationnels des travaux de forage et de tir, cas de la carrière de calcaire de Djebel Safia -wilaya de Skikda- .....	311
<b>A. LITIM</b> , Study the distribution of mining waste and tailings by using remote sensing .....	312

<b>Z. MAHFOUD</b> , Evaluation de la pollution engendrée par les anciens travaux d'exploitation minière du gisement de Boudoukha (Pb-Zn-Cu) - NE Algérie. ....	314
<b>C. MENIAI</b> , Revalorisation des rejets miniers des minerais de phosphate. Cas du complexe Minier de Djebel Onk. - Tébessa .....	315
<b>A. Mouerri</b> , Abattage à l'explosif, problèmes et solutions, cas de la carrière ENG d'Ain Touta (Batna) .....	315
<b>S. Salhi</b> , Mineralogy and geochemistry of coal combustion residues, case of Bechar tailings, Southwestern Algeria .....	316
<b>R. Sbaghdi</b> , Effect of the exploitation and treatment of the cinnabar deposit on the soil of the area of the Azzaba mercurial district. ....	318
<b>K. Senouci</b> , Toxic metal pollution of barite mine affected agricultural soils and sediment in Boucaid mining area (Northwestern Algeria) .....	318
<b>I. Slimani</b> , ESSAIS DE VALORISATION DU MINERAI DE FER PAUVRE DE LA MINE D'OUENZA .....	319
<b>R. Tobal</b> , Behavior of swelling soils stabilized by mining wastes .....	320

**HOMMAGE**

**HOMMAGE AUX GÉOLOGUES  
ALGÉRIENS DÉCÉDÉS**



## HOMMAGE AUX 10 GEOLOGUES ALGERIENS DE L'USTHB DECEDES

Par

**Djelloul BELHAI**

Je présente des hommages à 10 géologues algériens connus et reconnus décédés entre 1997 et 2022.

Je commence dans l'ordre de disparition par Mr Gani Rachid décédé en 1997 suite à un accident de voiture en allant à son enseignement à l'université de Tizi Ouzou. Il fut suivi 10 ans plus tard par Mr Mohamed Téfiani en 2007, suivi en 2011 par Mr Bendali Mohamed, ensuite par Mr Djellit Hamou en 2018, suivi par Mr Ait Ouali en 2019 suivi ensuite par Yamina Mahdjoub fin 2019 et ensuite par Amar Moufî début 2020, suivi à la fin 2020 par Mohamed Cherif Toubal et ensuite au début 2022 décéda Rachid Matougui, pour enfin apprendre le décès au Canada de notre ami Aziouz Oubadi en Août 2022.

Un Poster sera présenté où chacun des 10 collègues aura une page d'hommage avec photos



Pierre Vialon (à gauche), Ouabadi Aziouz (au Milieu) et Belhai Djelloul (à droite) dans les Alpes franco-italiennes en septembre 1983.

## HOMMAGE A RACHID GANI

Par Djelloul BELHAI

---

Feu Rachid GANI nous a quittés en 1997 alors qu'il n'avait à peine 40 ans, suite à un accident tragique de voiture alors qu'il se rendait à son cours à l'université de Tizi Ouzou qu'il rejoignit quelques années avant.

Il a fait ses études de graduation à l'USTHB en géologie et obtint en 1982 son DES en géologie structurale. Il s'inscrit en Magister sous la direction du professeur Saadallah sur la structure du socle kabyle de la région de Larbaa Nath Irathen qu'il a soutenu en 1988 en présentant une carte détaillée de cette zone complexe.



Durant les années 1990 et suite aux événements qu'a connus le nord du pays surtout, il réorienta ses recherches sous la direction du feu professeur Yamina Mahdjoub sur la géologie des Eglab où il fit une ou deux missions de terrain.

Sur le plan pédagogique, il fut un très bon pédagogue aussi bien sur le terrain qu'en classe de TP.

Mais la vie est ainsi faite et un matin de 1997, notre ami Rachid se retrouve à l'hôpital suite à un accident tragique qui lui a été fatal et succomba à ses blessures laissant derrière lui une femme et des enfants.



**Que Dieu l'accueille dans son vaste paradis**

## HOMMAGE A MOHAMMED TEFIANI

Par Djelloul BELHAI

Monsieur TEFIANI Mohamed a quitté à jamais sa petite famille et sa grande famille géologique le 30 octobre 2007. Cette famille des géologues qui lui doit beaucoup et qui a été toujours son ancrage.

Monsieur Téfiani peut être considéré comme le pionnier de la géologie algérienne, particulièrement dans sa partie alpine. Natif dans la région tlemcenéenne le 15 décembre 1937, Mohamed Téfiani a grandi à Sidi Belabbes et fit ses études supérieures pendant la révolution algérienne à l'Université de Paris-Sorbonne où il décrocha sa licence en géologie générale. A l'indépendance, il rentre au pays où il devient assistant de géologie.

Sur le plan professionnel, il a pris des responsabilités syndicales et administratives et sur le plan pédagogique, il a assumé des cours, des travaux



pratiques, surtout de cartographie et des stages de terrain pendant les premières années de l'indépendance, alors que l'administration du Département de géologie était sous la direction du feu professeur Jean Fabriès.

Après un diplôme des études supérieures dont le thème du mémoire a été réalisé sur les Corbières (Pyrénées françaises), il s'inscrit en thèse de Doctorat ès Sciences sous la direction du Professeur Michel Durand Delga sous le thème : "*Etude géologique du Sud-Est algérois (région de Bouzegza)*" où très tôt, il réalisa les principaux travaux qui ont fait son nom parmi la pléiade des géologues alpin d'Afrique du Nord.



Sa carrière eut été couronné par sa nomination à la tête de l'Agence nationale de la géologie. Le 15 février 2006, le Premier Ministre français, sur proposition du ministre de l'éducation, de la Recherche et de la Technologie nommait M. Tefiani, à titre étranger, au grade de Chevalier dans l'ordre national des Palmes Académiques. '.

Feu Téfiani a signé plusieurs notes avec des co-auteurs dont la note sur la définition des flyschs maurétanien et massylien parue en 1970 (CRAS); la note sur les olistostromes, parue en 1973 (CRAS); mais sa notoriété, il l'a obtenue en signant seul quatre articles brefs mais précurseurs dont la découverte l'unité de Djebel Zima en 1967 et l'unité de Tamerkenit en 1968.

Monsieur Téfiani s'est occupé pendant les années 1970 de l'administration de la géologie. Il a notamment dirigé l'INPG, le département de géologie d'Alger puis l'IST (USTHB) jusqu'en 1980.

Avec l'avènement de la **Société Géologique d'Algérie (SGA)**, il est devenu le deuxième président (après Safar Zitoun) jusqu'à sa mort.

**Que Dieu l'accueille dans son vaste paradis**

## HOMMAGE A AIT OUALI RACHID

Par Djelloul BELHAI

Feu, Professeur **Rachid Ait Ouali** fait désormais partie des grands géologues stratigraphes algériens qui nous ont quittés, à l'instar de Mr et Mme Ameer, de Mohamed Téfiyani, de Rachid Gani, de Larbi Mekahli, de Hamou Djellit et d'autres moins connus que je ne peux tous citer ici ; qu'ils reposent tous en paix.

Le Professeur Rachid **AIT OUALI** nous a quittés il y a presque 5 mois déjà.

Outre sa famille, Rachid Ait Ouali a été pleuré par des générations de géologues et on continue à le pleurer et à se remémorer le personnage.

Le sérieux de ce personnage, de cet enseignant, des plus compétents en géologie et particulièrement en stratigraphie-sédimentologie en Algérie et au Maghreb reste proverbial.

Rachid Ait Ouali est né à Akbou le 1<sup>er</sup> mai 1949 et mort à Alger (Bab Ezzouar) le 11 mai 2019, ce qui fait une vie pleine de 70 ans révolus et une semaine.

En 1978, il fut recruté à l'IST-USTHB au département de géologie pour devenir enseignant, métier qu'il ne quitta pas jusqu'à sa retraite en septembre 2018.

Rachid inspirait de la confiance, avait du bon sens, le tout est doublé d'une extrême simplicité et de gentillesse.

Rachid Ait Ouali a enseigné à des dizaines de promotions de géologues sortis de l'USTHB. Il était très pédagogue et

dégageait de la confiance et de la compétence. Pour le Jurassique, il était le mieux indiqué, il pouvait dater des terrains grâce à sa connaissance des microfossiles et des faciès. Dans l'Atlas saharien central et occidental, il était aussi le mieux placé.



Spécialiste de l'Atlas saharien, son terrain de prédilection, il passa durant les années 1990 et les années 2000 à la plateforme saharienne. De l'Ougarta, il partit vers l'Est à Zarzaitine, sur les traces de Menchikof et de Flatters.

Il a à son actif des dizaines de publications internationales de renom et surtout des dizaines de doctorats qu'il a dirigés et fait aboutir, sans compter les Magister et des

certaines d'ingénieurs et de masters.

Ait Ouali a une audience nationale, régionale et internationale. Non seulement il va être pleuré en Algérie, mais aussi en Tunisie, au Maroc, en France et ailleurs.

Ait Ouali Rachid constitue à lui seul une école de géologie et de sédimentologie. Ses relations avec les collègues étaient très amicales et rares ceux qui peuvent se plaindre de Rachid Ait Ouali. Il était courtois et très poli.

Il a vécu une vie familiale très calme et ses enfants et sa famille le lui ont bien rendu puisqu'il est décédé entouré d'eux, dans la dignité et le calme comme il l'a toujours été.

**Que Dieu accueille son âme dans son vaste paradis.**





## HOMMAGE A MAHDJOUR YAMINA

Par Djelloul BELHAI

---

Le professeur Yamina Mahdjoub, souvent connu sous le surnom de « Mimiche » est renommée dans le monde de la géologie algérienne et au-delà des frontières par ses travaux et ses élèves.

Née en 1947, à Batna (Aurès), dont la famille a émigré vers Constantine juste avant le déclenchement de la révolution du 1<sup>er</sup> Novembre 1954. Elle a fréquenté les écoles de Constantine (école primaire, lycée), puis l'école normale d'instituteurs et enfin la faculté d'Alger où elle a obtenu sa licence en 1969. Elle a entamé un DEA (diplôme des Etudes Approfondies) sous la direction de Colomb qu'elle a obtenu en 1971. Elle a été recrutée comme assistante à la faculté d'Alger en 1970.

En 1971, elle publia un article cosigné par Colomb et Saadallah sur les gneiss de Sidi Ferruch.

En juin 1987, Olivier Merle est venu en Algérie pour partir avec moi sur le terrain, il fut accueilli par Yamina Mahdjoub, et nous sommes allés au Chenoua, en Grande Kabylie et en Petite Kabylie, séjour qu'Olivier Merle n'a jamais oublié comme il le dit lui-même dans un mot qu'il m'a transmis en apprenant le décès de Mimiche dont voici un extrait « *Que c'est triste*



Elle a participé à la grande publication de 1987, cosignée par les plus éminents structuralistes dans *Journal of Structural Geology* sur les critères de cisaillement (C/S) (*Bulk kinematics from shear zone patterns: some field examples*) aux côtés de Pierre Choukroune, Denis Gapais, Olivier Merle, Peter Cobbold, Didier Marquer...

En 1991, elle a soutenu sa thèse de doctorat d'Etat en géologie structurale dans le domaine profond et c'est la première thèse de doctorat d'Etat en structurale dans ce domaine profond en Algérie sur le massif de Petite Kabylie.

Après sa soutenance de doctorat, elle devint le premier professeur de géologie structurale quelques années plus tard. Elle a consacré toute son énergie et son temps à la formation de Magister et doctorants qui à leur tour deviendront des professeurs.

Yamina Mahdjoub avait ainsi une vie pleine pour la géologie, recherche et encadrement. Son enseignement était axé surtout sur l'analyse de la déformation en utilisant la théorie des tenseurs, domaine qu'elle maîtrisait bien.

Mais, durant les dernières années, elle commença à faiblir, surtout avec des difficultés respiratoires qui l'empêchaient de partir sur le terrain, ensuite de venir à l'université et la dernière année a été particulièrement très difficile pour elle, qui resta immobilisée chez elle.

Madernière visite chez elle était la veille de son décès, où elle souffrait d'une mauvaise respiration, transportée à l'hôpital de Rouiba où elle passa la nuit et a rendu l'âme la matinée du 25 décembre 2020 et fut enterrée dans le cimetière de Rouiba l'après midi-même

Les géologues algériens n'oublieront jamais celle qui a tout consacré pour l'enseignement et la recherche en géologie en Algérie.

**Qu'elle repose en paix dans sa dernière demeure.**

## HOMMAGE A MOULFI AMAR

Par Djelloul BELHAI

---

Notre ami ami Ammar Moufî est décédé le mercredi 6 janvier 2021 des suites d'une brève maladie.

Ammar Moufî, né en 1955 a toujours vécu à Fort de l'eau, amis la plus grande partie de sa vie, il a passé à Bab Ezzouar, université et cité El Djorf, lieu de sa résidence en face de l'université. Ce qui fait, il a passé le plus clair de sa vie autour de cette institution qu'il a toujours respecté et à qui il a tout donné.

Après des études de Licence de géologie, il a fait un DES en géologie, première promotion de cette nouvelle spécialité créée en 1982 pour ensuite devenir enseignant de cette même spécialité et obtint plus tard son Magister. Il a fait partie des cadres les plus actifs de cette spécialité mais aussi des cadres de terrain surtout de Bousâada et même de Tikjda sans compter les stages en mer avec les étudiants de géologie marine. Il était un bon cartographe et c'est pourquoi, il a pendant toute sa carrière d'enseignant pris des TP de cartographie géologique.

Je me rappelle des derniers jours où je l'ai vu, ce fut lors de la recherche d'un respirateur à oxygène que nous avons ensemble cherché pour Feu Yamina Mahdjoub dont il s'est occupé jusqu'à la mort.

Je reprends ici une partie de l'Hommage qui lui a été rendu après son décès dans le Journal Liberté du 08 Janvier 2021 : « Des générations d'étudiantes et d'étudiants de la filière de géologie se rappellent son immense savoir, son expertise, sa rigueur scientifique et sa grande maîtrise pédagogique et technique dans l'encadrement des stages de terrain à Boussaâda, sur le terrain de la géologie du quaternaire dans la wilaya de Tipasa et sur la côte algéroise.

Ammar Moufî fut aussi un "aguellid" et un combattant hors pair au sein du mouvement social animé par la section historique du Cnes-USTHB et le Collectif autonome des enseignantes et enseignants de l'USTHB, pour une Algérie libre, démocratique et sociale, et pour la défense du métier de l'enseignant universitaire, des libertés syndicales, des libertés démocratiques et de la culture amazighe depuis les années 1990 et au sein du mouvement populaire historique du 22 Février 2019 ».



**Que Dieu l'accueille dans son vaste paradis**

## HOMMAGE A TOUBAL AHMED CHERIF

Par Djelloul BELHAI

---

Le 03 décembre 2020 après plusieurs années de lutte contre la maladie, notre ami et collègue Mohamed Cherif Toubal est décédé à l'âge de 69 ans laissant famille et élèves. En effet, M.C. Toubal est né à Guelma en 1951 et a fait son lycée à Annaba où il a obtenu son baccalauréat en 1970 pour rejoindre l'Institut du pétrole, Bucharest en Roumanie et devient Ingénieur d'état, option géologie et géophysique. En 1979, il rejoint la prestigieuse Ecole Nationale Supérieure des Mines de Paris et obtient un autre Diplôme de Géologue, spécialiste en Géotechnique et Géologie de l'Ingénieur. Il étudie aussi à l'Université Pierre et Marie Curie, Paris pour obtenir un Diplôme d'études approfondies en Géologie de l'Ingénieur. En 1983, il obtient son Doctorat 3<sup>ème</sup> cycle en Hydrogéologie puis son doctorat d'état quelques années plus tard, à Université des Sciences et de la Technologie Houari Boumediene d'Alger.



Il a travaillé pendant plusieurs années comme chercheur du CRAAG (CNNAG) puis URG pour rejoindre l'enseignement à l'USTHB où il obtient le grade de professeur d'enseignement supérieur. Durant ces années, il s'est surtout occupé de l'enseignement et d'encadrement de mémoires d'ingénieurs hydrogéologues et aussi des Magister et doctorats

**Mohamed Cherif TOUBAL** est né en 1951 à Guelma. Il a eu son bac en 1970 : Lycée Moubarek El-Mili, Annaba. En 1975, il rejoint

- Mr TOUBAL A. C'était un passionné de sciences, humble et très droit. Il aimait ses étudiants et les poussait toujours à l'excellence. Il enseignait son métier avec amour et dévouement. Il avait un très bon tempérament et était doué d'un grand humour. Tous ceux qui l'ont connu ou côtoyés témoignent de son bel et grand esprit.

M.C. Toubal était directeur de recherche à l'USTHB et Membre fondateur du Conseil de la Société Algérienne des Sciences Géologiques et Membre du Conseil scientifique du Service Géologique de l'Algérie. Expert auprès du H.C.R (UNESCO) pour la mobilisation des ressources hydriques dans les territoires sahraouis. Il était Chef de la Section d'Hydrogéologie en 1999-2003 et Responsable de la Post-Graduation d'Hydrogéologie de la Faculté depuis 1996 jusqu'à 2010.

Il a à son actif une cinquantaine entre publications internationale nationales et communications.

L'université algérienne rend un vibrant hommage à cet homme compétent et aussi discret qu'humble.

**Que Dieu l'accueille dans son vaste paradis.**



## HOMMAGE A MATOUGUI RACHID

Par Djelloul BELHAI

---

Le professeur Rachid MATOUGUI nous a quittés il y a un 10 mois, ce jour de 03/02/22 à la suite d'une maladie qui l'a emporté prématurément. Cette nouvelle nous a attristés.



**Professeur de géologie à la FSTGAT à l'USTHB et directeur du** Laboratoire de Géo-Environnement ; Il fut membre de l'équipe de géologie marine depuis sa création à l'USTHB.

Etudiant en géologie durant les années 1970 et début des années 1980. Après un DES en géologie marine, il s'inscrit en Magister sous la direction de Mr Alloul pour être le premier Magister à soutenir sa thèse en géologie à l'USTHB.

Homme discret mais très efficace, il a piloté des projets de recherche aussi bien en mer qu'à terre, mais sa thèse de doctorat sur la géologie reste la première sur la façade marine en collaboration avec Sonatrach dans le cadre du programme SPIRAL.



**Que notre ami repose en paix et dieu l'accueille dans son vaste paradis**

## HOMMAGE A OUABADI AZIOUZ

Par Djelloul BELHAI

Le 02 Août 2022, au Canada, dans la région de Montréal, nous quitta à jamais, notre grand ami, le professeur Aziouz Ouabadi.

A 69 ans, qu'il n'a pas encore bouclée, il nous quitte sans retour. En effet, il est né le 22 octobre 1953 à Draria, Alger.

Après un DES en géologie structurale à la faculté centrale, il rejoint Bab Ezzouar pour entamer son Magister, première promotion de Magister en Géologie à laquelle j'appartenais moi-même avec d'autres (Feu Gani Rachid, lui aussi parti prématurément, Farida Aït Hamou, Benkerrou Nacer, Belhai Djelloul, Loumi Khaled, Bettahar Abdallah et Bendokha Rachid).

De toute cette équipe Aziouz a soutenu sa thèse de Magister en février 1987, à l'USTHB ce fut la première thèse de Magister en pétrologie, sous la direction du professeur Belkacem Semroud, intitulée "*Etude du complexe magmatique du Nord de la Kabylie de Collo*" Algérie.

Quelques mois après sa thèse, il eut des responsabilités administratives à l'Institut des sciences de la Terre, et vers le début des années 1990, il obtint une bourse d'étude pour entamer son doctorat d'Etat à l'université de Rennes, sous la direction conjointe de Belkacem Semroud et de Serge Fourcade. Lors de mes séjours à Rennes, j'étais en contact permanent avec lui et j'en garde de très bons souvenirs jusqu'en 1994, date à laquelle, il a soutenu sa thèse de **Doctorat d'Etat** à Alger intitulée "*Pétrologie,*

*géochimie et origine des granitoïdes pérallumineux à cordiérite (Cap Bougaroun, Béni-Touffout et Filfila) Algérie nord orientale*".

Durant la décennie noire du terrorisme, le terrain dans la zone tellienne est devenu presque impossible, il réorienta son intérêt pour le Hoggar. il commença ainsi à encadrer des étudiants au Hoggar. Avec des magisters, nous avons pu organiser des stages au Hoggar, il fut toujours présent et enthousiaste. A cette occasion, s'acclimatât avec les terrains protérozoïques du Hoggar et choisit des thématiques, d'abord des mémoires d'ingénieurs, ensuite des Magisters et pour enfin encadrer des doctorats qu'il a mené à terme et avec beaucoup d'enthousiasme.

Après la reprise du terrain des étudiants de graduation, le stage de Annaba avait été choisi pour les 3<sup>ème</sup> années, il fut le chef de stage pendant près de 10 ans. En compagnie de Rabah Laouar, il maintena ce stage avec beaucoup de passion.

Il a été élu président du Conseil scientifique, pendant plusieurs mandats et après le premier mandat de chef de laboratoire LGGIP, dirigé par Melle Ouzegane, il a été choisi pour reprendre sa direction.

En 2010, il devint le doyen de la faculté des sciences de la Terre, Géographie et Aménagement du Territoire (FSTGAT) jusqu'à sa démission en 2018.

Sur le plan scientifique, il a, à son actif une quarantaine de publications internationales et a un H index de plus 15. Ce qui est très rare chez nous. Nous avons ensemble, plusieurs publications internationales, sur le Hoggar ou sur le Nord dont la dernière fut celle en Hommage au professeur Michel Durand Delga.

il fut un membre actif des projets Spiral et où on a étudié la marge algérienne.

On se souviendra longtemps des campements de terrain du Hoggar aussi bien avec les étudiants de Magister ou en équipe de recherche avec le compagnon Rabah Laouar et néanmoins disciple de doctorat de Aziouz, aussi bien au Hoggar central qu'au Hoggar oriental à Djanet et plus au Sud, vers Tiska, Tin Amali, ou dans le Tassili sur le plateau d'Idjabbarène. Des journées et des nuits mémorables.

**Que Dieu l'accueille dans son vaste paradis**



## HOMMAGE A DJELLIT HAMOU

Par Djelloul BELHAI

DJELLIT Hamou est un géologue alpin, spécialiste des Maghrébides. Son parcours est parsemé de stations particulières depuis ses premières études de premier cycle en géologie. Ce parcours a coïncidé avec la montée en puissance de l'école de Durand Delga, particulièrement dans l'Est Algérien.

Djellit Hamou nous a quittés le 22 septembre 2018 à Alger à l'âge de 66 ans.

Natif de Jijel en 1952, il commença ses études de géologie à Constantine durant le début des années 1970. C'est durant ces années que toute l'équipe du feu professeur Durant Delga a découvert les principaux traits de la chaîne des Maghrébides et l'essentiel de la théorie citra-kabyle et « du modèle standard » de la Méditerranée occidentale.

Hamou Djellit a appris les grands traits de la géologie des Maghrébides avec Raoult alors qu'il était encore en licence de géologie à Constantine.

Il a appris à reconnaître et distinguer les séries des flyschs et de la dorsale avec les auteurs mêmes de ces séries sur le terrain de la chaîne numidique.

Après quelques années à Alger, entre études et enseignement au lycée, il décrocha une bourse pour Paris.

La vie étant un grand fleuve qui change de cours et de flux, il changea, comme la vie, d'orientation théorique ! Il fut accueilli par le professeur Andrieu, élève de Mattauer et rival, sur le plan théorique, de l'école dirigée par feu professeur Durand Delga.

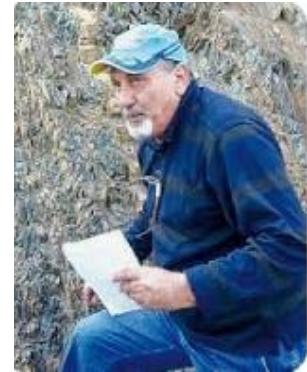
Il prépara une brillante thèse sur le complexe de Texenna (flyschs et socle). Il conforta par ses observations le concept mixte des flyschs qu'il défendit dans tous les forums, séminaires et congrès jusqu'à la fin de sa vie.

Il enseigna à l'USTHB, après son retour de France en 1987, la géologie des Maghrébides, la géologie générale et la tectonique ; il encadra des groupes de terrain à Bousaada, à Tikjda et dans nombreuses contrées d'Algérie. Il encadra plusieurs mémoires d'ingénieurs d'Etat en géologie et de thèse Magister.

En 1994, il opta pour le CRAAG où il fut accueilli par les collègues de géophysique et de néotectonique. Il devint un pilier de la géologie au CRAAG et assumait des responsabilités administratives.



Quant à moi je me réjoui d'avoir été un de ses plus proches amis et à ce titre je garde de nombreux souvenirs de terrain et de voyage avec mon ami Hamou. Nous avons fait partie d'une excursion dans les Cordillères bétiques avec nos amis Saadallah et Ahmed Chalouane, en septembre 1991, avec des souvenirs inoubliables sur le Chenoua en Grand et en P Kabylie avec le PICG.



**Que Dieu l'accueille dans son vaste paradis**



## HOMMAGE A BENDALI MOHAMED MOULOUD

Par Djelloul BELHAI

Mohamed Mouloud Bendali est **né en 1948** est un enfant de Miliana, lieu de culture et de résistance, a obtenu une bourse d'étude à l'université de Saint-Petersbourg (ex. Leningrad) où il obtint avec succès son diplôme d'ingénieur d'état en géologie minière. Il rejoint l'Algérie où il commença sa carrière de géologue à la SONAREM (société Nationale de Recherche minière) et il est affecté au Hoggar il fut le chef de projet du bouclier Touareg pendant plusieurs années. Il recevait tous ceux qui passent dans le Hoggar parmi les universitaires. Les témoignages sont nombreux sur sa bonne humeur et son caractère humble et sa sagesse exemplaire.



Il a participé de façon très active à la cartographie du socle du Hoggar et par la suite il devint un chef très apprécié et



compétent et notamment les responsabilités qu'il a occupées notamment chef géologue, chef de département, membre d'équipes scientifiques, directeur du Service Géologique,



directeur de la Recherche Minière.

Par la suite il occupa des postes très importants au sein de la



structure minière du pays ainsi il devint Sous-directeur et Directeur du



Domaine Minier au Ministère, puis désigné comme Président du Conseil d'Administration de l'ANGCM, en 2005 jusqu'à sa **mort le 8 novembre 2011**.

Avec toutes les responsabilités qu'il occupait, ça ne l'a jamais empêché de partir sur le terrain avec ses collègues et amis géologues qui gardent de lui les plus grands souvenirs d'amitiés et d'amabilité.

**Que Dieu l'accueille dans son vaste paradis**

## HOMMAGE A HARBI ASSIA

Par Djelloul BELHAI

Notre collègue et très chère amie la défunte Assia Harbi est née en 1964 à El Harrouch (Skikda) et décédée en juin 2021 à Alger. Issue d'une famille de militants et révolutionnaire, elle a continué son combat par sa plume et son cerveau dans le domaine scientifique.

Après ses études de géophysique à l'USTHB où elle a obtenu son diplôme d'ingénieure en géophysique, elle continua son doctorat qu'elle obtenu 2006 toujours à l'USTHB (Alger). Par la suite elle s'est tournée vers l'étude détaillée des tremblements de terre historique d'Algérie et aussi de Tunisie.

Elle a consulté de nombreux documents historiques, dont des archives difficiles à résumer et même à lire. Outre les documents retrouvés au



CRAAG où elle a fait toute sa jeune carrière, elle a séjourné à plusieurs reprises à L'École et observatoire des sciences de la terre (EOST) de Strasbourg et a travaillé en collaboration avec notre collègue et ami Mustapha Meghraoui et

d'autres chercheurs de l'EOST pour des travaux sur les archives de Jean Vogt et J-P Rothé et la sismicité historique du Maghreb.

Elle a été nommée comme professeure associée en 2004



au Centre international théorique de physique Abdusalam (ICTP, Trieste, Italie) où elle a dirigé le groupe nord-africain d'études sur les tremblements de terre et les tsunamis (financé par l'UNESCO-ICTP Trieste)

Elle fut choisie également comme vice-présidente de l'Union arabe des géosciences depuis 2016.

Elle a obtenu plusieurs distinctions dont **ICTP Simons Fellow** en 2014 et le **prix Hypatia Science Prize** en 2021.

Récemment, l'Institut national de recherche en astronomie et géophysique du Caire (Égypte) a créé un **prix pour la jeune sismologue du nom d'Assia Harbi**.



**Que Dieu l'accueille dans son vaste paradis**

## HOMMAGE A SEBAI AMAR

Par Moulley Charaf CHABOU

Le professeur Amar SEBAI nous a quitté le vendredi 16 août 2019 à la suite d'une longue maladie. Il a laissé un immense vide parmi sa famille et ceux qui l'ont côtoyé. Amar SEBAI était professeur de Géologie à l'Ecole Nationale Polytechnique d'Alger qu'il a rejoint en 1997 après un bref passage à l'ISFF (Institut de Formation et de Recherche dans les Transports Ferroviaire) de Rouiba. Après des études à l'INH de Boumerdès durant les années 1980, il a poursuivi des études doctorales à l'Université de Nice-Sophia Antipolis et soutenu sa Thèse en 1989 qui portait sur la « Datation  $^{39}\text{Ar}$ - $^{40}\text{Ar}$  du magmatisme lié aux stades précoces de l'ouverture des rifts continentaux : exemples de l'Atlantique Central et de la Mer Rouge ». Amar était le premier spécialiste algérien en géochronologie par la méthode  $^{39}\text{Ar}$ - $^{40}\text{Ar}$  qui commençait à se populariser durant les années 1980 pour devenir l'une des méthodes les plus robustes et fiables en géochronologie. J'ai connu Amar SEBAI à l'Ecole Nationale Polytechnique d'Alger où je l'ai eu en 1997 comme enseignant de géochimie et de géochronologie. Il m'a ensuite encadré en Magister et en Doctorat où j'ai eu à apprécier ses qualités, tant humaine que scientifique. Amar était un homme simple, toujours souriant et un vrai scientifique qui s'investissait pleinement dans tout ce qu'il entreprenait. Il continuait à travailler et partir sur le terrain malgré sa maladie. Il avait pleins de projets pour l'avenir et a participé aux deux colloques internationaux que nous avons organisé à Sétif en 2016 et 2018 (photo ci-après). Quelques mois avant sa mort en 2019, je l'ai rencontré à plusieurs reprises où l'on discutait des projets entamés ensemble, notamment ceux en relation avec le magmatisme dévonien du massif du Chenoua (photo ci-après).

**Que Dieu l'accueille dans son vaste paradis**

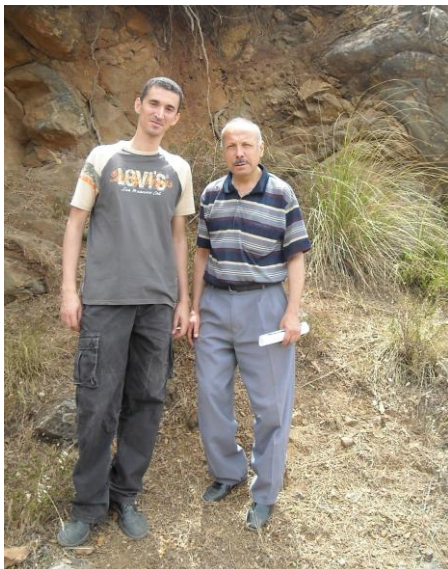


Photo sur le terrain dans le massif du Chenoua en compagnie de feu **Pr Amar Sebai**



Photo du **Pr Amar Sebai** lors du CIGCM2016 à Sétif



## HOMMAGE A YAHIAOUI ABDELOUAHAB

Par Moulley Charaf CHABOU

---

Le professeur Abdelouahab YAHIOAUI nous a quitté il y a moins d'une année, le dimanche 9 janvier 2022. Mr Abdelouahab YAHIAOUI était professeur de géologie à l'Université de Batna 2. Il soutenu une Thèse de Doctorat en 1990 à l'Université Nancy 1 en France intitulée « La partie inférieure de la série marno-calcaire du crétacé supérieur (cénomannien supérieur à coniacien inférieur) entre Batna et El Kantara (Algérie orientale) : stratigraphie, sédimentologie et paléogéographie ».



Il ensuite consacré toute sa vie à l'enseignement et à la recherche en étant l'un des meilleurs spécialistes algériens de la géologie des Aurès.

**Que Dieu l'accueille dans son vaste paradis**



# **CONFÉRENCES PLÉNIÈRES**

## **Recent seismic activity in the Maghrebides chain (2004-2022): Major lessons**

A. Yelles-Chaouche, I. Abacha, H. Beldjoudi, O. Boulahia, C. Aidi, Y. Mohamedi, A. Kherroubi, A. Bougrine, H. Bendjama and A. Chami

*CRAAG Research Center, Bouzareh, 16000 Algiers, Algeria*  
a.yelles@craag.dz

During the last two decades, northern Algeria was hit by several moderate earthquakes with a magnitude equal or greater than 5 (Yelles-Chaouche et al., 2022). They happened in several part of the country from west to east as the Oran events in 2008, the Beni Ilmane sequence of May 2010, the Bejaia sequence of 2012-2103, the 2014 Algiers event, the 2015 Ain Azel (southeast Setif city), the 2016 Mihoub events, the Oued Djer event of January 2018, the Jijel event of July 2019, the Bejaia event of March 2021.

From seismic source parameters, aftershocks analysis, stress inversion, field observations gathered from offshore surveys (seismic lines, bathymetric and geophysical data) and the GNSS Algerian Network, one can depict the following trends of the northern Algerian seismic activity (Abacha, 2015, Bougrine, 2019, Boulahia, 2021).

-First of all, the coastal part of northern Algeria and mainly its eastern part (2/3 of the total seismic events) is the most active region as the main moderate events occurred mostly along the margin or its adjacent neogene basins. The initiation of a young subduction zone along the slope of the margin evidenced by the Spiral Project (Yelles-Chaouche et al., 2010, Hamai et al., 2015), its progressive inversion observed from the Maradja data collected (Yelles-chaouche et al., 2009) and the last GNSS velocity determination through the REGAT project (Yelles-Chaouche et al., 2019, Bougrine et al., 2019), explain now the frequent offshore events as the strongest 2003 Boumerdes event, the 2012-2013 Bejaia sequence, the 2014 Algiers event, the 2019 Djidjelli event and the last 2021 Bejaia event. These strongest offshore earthquakes are considered as potential tsunamigenic events which could impact the Mediterranean western coasts.

-Second, from the recent seismicity location of the several seismogenic faults are now more known affecting the different neogene basins (Mitidja, Constantine or Guelma basins ) or several Tellian Atlas areas (the Babors chain, the Hodna chain or the Saharan Atlas). For instance, complexity of the southern Mitidja fault system was evidenced through occurrence of the Hammam Melouane sequence (2013-2014-2016) or the recent Oued Djer event of January 2018 (Mohammedi et al., 2020). Seismicity around the Lesser Kabylia block was also evidenced.

-Third, the rupture process in many cases indicated a stress transfer between the local fault segments avoiding the occurrence of more important seismic events. This was observed during the Beni Ilmane sequence of 2010 or the Bejaia sequence of 2012-2013

- Fourth, from west to east, the stress pattern and the GNSS field variations indicate a predominant strike slip pattern in the east mostly along the North Constantine fault system whereas the western and central part of Algeria are more marked by pure inversion process.

This recent seismic activity reveals also for the first time and induced event during the 2007 seismic crisis. The data analysis reveals for some events the role of the fluid in the rupture process.

Some moderate events as the August 2020 Mila event has triggered an important landslide which affects a thousand of private houses.

**Keywords:** Northern Algeria, source parameters, stress inversion, GNSS velocity field variation.

## References

Abacha I (2015) Étude de la sismicité de la région Nord-Est de l'Algérie, Thèse de Doctorat, Université Ferhat Abbas-Sétif (Algérie). <http://dSPACE.univ-setif.dz:8888/jspui/handle/123456789/1802>

Bougrine A., Yelles-Chaouche A.K. and E. Calais. Active deformation in Algeria from continuous GPS measurements. *Geoph. Journ. Inter.* (2019).

Boulahia O, Abacha I, Yelles-Chaouche A.K., Bendjama H., Kherroubi A., Mohammedi Y., Aidi C. and A. Chami (2021): Recent Seismic Activity in the Bejaia-Babors Region (Northeastern Algeria): The Case of the 2012–2013 Bejaia Earthquake sequences. *Pure and Applied Geophysics* 178(4), 1253-1279 (2021).

Hamai, L.; Petit, C. ; Abtout, A. ; Yelles-Chaouche, A.K.; Déverchère, J., Klingelhoefer, F. (2015), Flexural behaviour of the north Algerian margin and tectonic implications. *Journ. Geophys. Inter.*, 201, 1426-1436.

Yelles-Chaouche, A.K., Domzig, A., Deverchere, J., Bracene, R., Mercier De Lepinay, B., Strzeczynski, P; Et Al. (2009), Plio-Quaternary reactivation of the Neogene margin off NW Algiers, Algeria: the Khayr-Al-Din bank. *Tectonophysics*, 475, 98-116.

Yelles-Chaouche, A. Boudiaf, R. Bracene, A. Cattaneo, J. Déverchère, V. Gaullier, L. Géli, D. Graindorge, A. Kherroubi, F. Klingelhoefer, B. Mercier de Lépinay, F. Sage, P. Strzeczynski, H. Djellit (2010). From Maradja to Spiral surveys: Recent and active deformation of the Algerian margin and evidence for contractional reactivation. ESC Montpellier 5-6-7 Septembre 2010

Yelles-Chaouche, A.K., Deverchere J and the Spiral Team (2010). Le Projet SPIRAL. Etude de la structure profonde de la Marge Algérienne. Geomag Congress: first Congress of the Maghreb Geology, November 10-12, Tlemcen, Algeria.

Yelles-Chaouche A.K., K. Lammali K., Bellik A., Bougrine A., Mahasas A., Bacha W. et al. (2019), REGAT: A permanent GPS network in Algeria, configuration and first results. *Heliyon. Elsevier Publ.* [Http:// doi.org./10.10.16/](http://doi.org/10.10.16/)

Yelles-Chaouche A.K., C. Aidi, H. Beldjoudi, I. abacha, A. Chami, O. Boulahia, Y. Mohammedi, R. Chimouni, A. Kherroubi, A. Allili and H. Bendjama (2022). The recent seismicity of northern Algeria. The 2006-2020 catalog. *Medi. Geosc. Review.* <https://doi.org/10.1007/23.09.2022>

## Deformation Active entre les Maghrébides et la plateforme africaine : Contribution du GNSS permanent en Algérie

M. Meghraoui<sup>1</sup>, H. Abdellaoui<sup>2</sup>, and T. Saad<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Université de Strasbourg, EOST, Institut Terre et Environnement de Strasbourg,  
UMR 7063, 5 rue Descartes, Strasbourg, France

<sup>2</sup> Institut National de Cartographie et Télédétection, Algiers, Algeria

La cinématique des mouvements tectoniques entre la plate-forme africaine (Sahara) et la ceinture de chevauchement maghrébine est restée inexplorée depuis le début de la géodésie spatiale. Ici, nous utilisons les données des stations GNSS permanentes situées au nord et au sud de la ceinture de chevauchement de l'Atlas en Algérie pour contraindre le raccourcissement et la transpression à la frontière tectonique (Meghraoui and Pondrelli, 2012). Les données GPS permanentes sont obtenues à partir du réseau REGAT du nord de l'Algérie opérationnel depuis 2007 (Bougrine et al., 2019) et du réseau NASA (Nord-Atlas et Sahara) en Algérie opérationnel de 2013 à 2019 (Abdellaoui et al., 2019). La zone de suture de l'Atlas sud constitue la limite entre le domaine du bouclier africain (Sahara) qui est considéré comme un ensemble tectonique continental stable et l'Atlas saharien qui appartient à l'orogénèse alpine. La limite tectonique est marquée par un système de ceinture de pli-failles en échelon de direction E-W à ENE-WSW, avec des formations plio-quaternaires déformées au nord et des unités sédimentaires mésozoïques et tertiaires au sud de la zone de suture. Les données GNSS sont traitées à l'aide de Gamit-GlobK et les résultats montrent des mouvements tectoniques avec une prédominance de 5 à 6 mm/an de vitesses orientées NNW-SSE à NW-SE dans la plate-forme du Sahara par rapport à l'Eurasie fixe (Saad, 2022). Les vitesses GPS 0,5 à 1,0 mm/an documentent la convergence à travers la zone de suture de l'Atlas Sud, en accord avec l'activité sismique modérée mais permanente à la limite tectonique.

**Mots clés :** Tectonique active, plateforme Sahara, réseau GNSS, vitesse de déformation.

### Références

- Abdellaoui, H., et al., 2019, *Nouvelles données des stations permanentes GPS en Algérie sud et nord, rapport d'activité INCT*.
- Bougrine, A., et al., 2019, *Active deformation in Algeria from continuous GPS measurements, Geophys. J. Int.* 217, Issue 1, 572-588.
- Meghraoui, M., and S. Pondrelli, 2012, *Active faulting and transpression tectonics along the plate boundary in North Africa, Ann. Geophys.* 55, no. 5, doi: 10.4401/ag-4970.
- Saad, T., 2022, *Cinématique, tectonique crustale et champ de déformation au Maghreb (Maroc, Algérie, Tunisie, Libye), Rapport Master 2 GDT, EOST-ITES, Université de Strasbourg, 29pp.*

## **UNEXPECTED, post-rifting extensional events in the BRIANÇONNAIS paleomargin of the WESTERN ALPS. And what about in the KABYLIAN and ALBORAN domains?**

A. Michard<sup>1</sup>, O. Saddiqi<sup>2</sup>, M.C. Chabou<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Paris-Saclay University, Paris.

<sup>2</sup> Hassan II University, Casablanca.

<sup>3</sup> Ferhat Abbas University, Setif.

Extensional tectonics occurs in various geodynamic contexts, from rifting (typically pre-orogenic) to syn-orogenic collapse (either supra-subduction or syn-collisional), and was widely studied during the last decades (e.g., Froitzheim et al., 1997; Selverstone, 2005; Mohn et al., 2022; Pye et al., 2022). Here we present for the first time a case of extensional tectonics affecting the lower plate of a subduction zone. This unexpected setting characterizes the Briançonnais passive margin domain of the Western Alps during the Albian-Campanian times (Michard et al., 2022). We further consider the potential occurrence of the Briançonnais-type Cretaceous extension in the West Mediterranean Alpine belts, as all of these belts have broadly the same genealogy (i.e., Pangea breakup, spreading, then closing of the Alpine Tethys or Ligurian-Maghrebien Ocean, between Europe/Iberia and Africa/Adria).

In the French-Italian Alps, the European paleomargin consists of a proximal part extending in the Helvetic/Delphino-Provençal domain, and a distal part formed by the Briançonnais *s. l.* (NW tip of Iberia during the Mesozoic). Most of the Briançonnais was subducted together with oceanic units (ophiolites and metasediments) down to ~100 km depth (Dora-Maira eclogite-coesite facies unit) beneath Adria between ~40-33 Ma (Michard et al., 2022, and references therein). The most proximal, Classical Briançonnais nappes were only moderately subducted, whereas the Acceglio-type and the Prepiemonte-type units further to the east exhibit blueschist-facies metamorphism. The Sinemurian unconformity over the faulted Norian to Hettangian carbonates heralds the main step of the Pangea rifting there. The break-up unconformity is bracketed between Toarcian and Bathonian stages. Extension resumes during Callovian-Oxfordian times. Thin pelagic deposits veil the Briançonnais paleomargin up to Albian-Cenomanian times, which record the beginnings of the Cretaceous extensional faulting. Then, the Turonian-Campanian calcschists show widespread intercalations of micro- or chaotic breccias and turbidites linked to normal faults systems whose escarpments were still preserved during the Eocene flysch sedimentation up to ~45 Ma. *In other words, a new rifting-like event affected the Briançonnais paleomargin when it was about to encroach the subduction zone.* Two different mechanisms (possibly combined) were proposed to explain this extensional event, (i) slab pull increase due to its avalanching in the lower mantle (Capitanio et al., 2009), and/or (ii) curvature of the subduction zone increasing tensile stress in the subducting plate extrados (Mallard et al., 2016). In contrast, the conjugate, Adria margin was affected during the same period by a compressional deformation (Australpine thrusts) followed by extensional deformation in the opposite sense.

Does the Briançonnais case could offer an inspiring example for a new interpretation of the homologous, Maghrebien and Betic paleomargin relics? Such relics of the southern paleomargin of the Iberia-derived "AlKaPeCa" terranes north of the (Ligurian)-Maghrebien Ocean are observed in the Dorsale (Frontal) units of the Peloritani, Kabylia and Alboran domains

(Leprêtre et al., 2018, and references therein). Based on the literature (Vila, 1969; Raoult, 1974; Naak et al., 1989; Naak, 1996) and on unpublished observations (J.P. Bouillin, person. comm., 2022) we notice the occurrence of coarse breccias and conglomerates in the Upper Cretaceous calcschists of the Lesser Kabylia and Djurdjura (Greater Kabylia) External Dorsale units, formerly limited by normal faults from the more proximal Dorsale. Similar breccias occur in the Mauretania Flysch adjacent to the External Dorsale. In the Gibraltar Arc, Cretaceous normal faults affected the External Dorsale units of the Alboran Domain (Mégard, 1969; El Hatimi and Duée, 1989; Olivier, 1990; Jabaloy-Sanchez

et al., 2019). In the easternmost Maghrebides, the Peloritani Dorsale exhibits paleofault scarps that did not experience compressive deformation from Liassic to Eocene times (Bouillin et al., 1999).

Hence, an extensional setting would have prevailed in the Alboran-Kabylia-Peloritani blocks until the late Eocene shortening. However, trying to apply the Briançonnais model to these segments of the Maghrebides and Gibraltar Arc raises a difficulty about the dip of the subduction of the Tethyan lithosphere linked with the convergence of Africa toward Europe and Iberia since ~85 Ma. It is currently admitted that subduction began during the Late Eocene beneath Iberia with a NW-ward dip, being responsible for rifting of these continental blocks off Iberia and back-arc extension of the Mediterranean basins (Molli, 2008; Leprêtre et al., 2018; Aerden et al., 2022). Thus, we must speculate on the possible activity of a SE-dipping subduction zone during the Late Cretaceous along the North African margin. A Subduction Polarity Reversal would have occurred during the Late Eocene, possibly triggered by the collision of a continental allochthon against Africa (cf. South China Sea case; Linang et al., 2022), or by the older age of the oceanic lithosphere close to AlKaPeCa margin. Compression of the North-African margin remained moderate at that time.

To conclude, the Dorsale (Frontal) units of the Maghrebide-Betic belts would deserve renewed study of their Late Cretaceous evolution in the perspective of their extensional deformation, potentially linked to an early, Alpine-type south-dipping subduction zone.

**Keywords:** Extension – Subduction Polarity Reversal – Western Alps – Tethys – Cretaceous.

### References

- Aerden, D.G.A.M., Farrell, T.P. et al., 2022. *Tectonics* 41, e2022TC007366, 1-45.
- Bouillin, J.P., Dumont, T. et al., 1999. *Comptes rendus de l'Académie des sciences* 328 (II), 347-352.
- Capitanio, F.A., Faccenna, C., Funiciello, R., 2009. *Earth and Planetary Science Letters* 285, 210-216.
- El Hatimi, N., Duée, G., 1989. *Comptes rendus de l'Académie des sciences* 308 (II), 1789-1796.
- Froitzheim, N., Conti, P., van Daalen, M., 1997. *Tectonophysics* 280, 267-293.
- Jabaloy Sánchez, A., Martín-Algarra, A. et al., 2019. In : *Geology of Iberia*, Springer Publ., 377-432.
- Leprêtre, R., Frizon de Lamotte, D. et al., 2018. *Earth Sciences Bulletin* 189, 10, 1-35.
- Linang, H.T., Pilia, S. et al., 2022. *Geophysical Research Letters* 49, e2022GL099123, 1-10.
- Mallard, C., Coltice, N. et al., 2016. *Nature*, 535 (7610), 140-143.
- Mégard, F., 1969. *Notes et Mémoires du Service géologique du Maroc* 194, 123-198.
- Michard, A., Schmid, S.M., Lahfid, A. et al., 2022. *Swiss Journal of Geosciences* 115, 19, 1-57.
- Mohn, G., Tugend, J. et al., 2022. In : *Continental Rifted Margins* 1, ISTE Publ., 181-221.
- Molli, G., 2008. *Geological Society, London, Special Publications* 298, 413-442.
- Naak, M., 1996. *Unpubl. PhD thesis, Houari-Boumediene University, Algiers*, 1-285.
- Naak, M., Bouillin, J.P. et al., 1989. *Comptes rendus de l'Académie des sciences* (II), 308, 781-786.
- Olivier Ph., 1990. *Bulletin de la Société géologique de France* (8) 6, 145-154.
- Pye, A.E., Hodges, K.V. et al., 2022. *Tectonics*, in press.
- Raoult, J.F., 1974. *Mémoires de la Société géologique de France* 53, 121, 1-162.

## LES FLYSCHS ALPINS D'AFRIQUE DU NORD : MISE AU POINT

D. Belhai

*Professeur de géologie, Département de géologie, LGGIP, FSTGAT, USTHB, Alger*

*Email : [dbelhai2001@yahoo.fr](mailto:dbelhai2001@yahoo.fr)*

Le terme Flysch ou Flyschen signifie en Allemand « les terres incultivables ». C'est Bernard Studer en 1827 qui employa pour la première fois le terme de flysch pour décrire une formation de grès, gris noirâtre et de schistes d'âge Crétacé supérieur développée dans la vallée de la Simme en Suisse. Ce terme dérive du verbe Flyschen, signifiant « couler » en dialecte local des Alpes suisses du Simmental (ou vallée de la Simme). Ce terme a toujours été utilisé, pour décrire des dépôts régulièrement sujets à des glissements de terrain.

Ce sont des formations sédimentaires détritiques terrigènes, souvent épaisses, liées à un environnement profond, argumenté par la présence d'organismes pélagiques (Calpionelles), et déposées sur des pentes sous-marine.

Les flyschs se déposent dans une zone orogénique aujourd'hui tectonisée et sont souvent impliqués dans d'importantes nappes de charriage. Ils font donc partie intégrante des chaînes de montagne et caractérisent la paléomarge.

En Algérie, c'est dans l'Ouest algérois, qu'en 1925, L. Glangeaud définit la nappe de flysch albo-aptien.

Aujourd'hui, on distingue trois séries de flyschs dits kabyle ou Maghrébins, les flyschs crétacés (maurétanien et massylien) et le flysch numidien (oligo-miocène)

Ces flyschs se présentent sous trois dispositions distinctes : interne (nord kabyle), externe (sous la dorsale, en position infra-kabyle) ou sud kabyle et très externe, sous forme de masses isolées flottant sur le Tell.

Sur le plan paléogéographique, la plupart des auteurs, notamment Durand Delga et ses élèves ont distingué au sein d'un même bassin de sédimentation deux flyschs d'âge crétacé-tertiaire (Bouillin et al. 1970). Un flysch proximal, proche de la dorsale kabyle dit flysch maurétanien défini en Grande Kabylie (Gélard, 1969), et un flysch distal, proche de la marge tellienne appelé flysch massylien défini dans le Nord du Constantinois (Raoult, 1969). L'un et l'autre ont été structurés et charriés lors des phases alpines superposées d'âge respectivement éocène moyen et miocène inférieur.

Nous présentons dans ce travail notre vision basée sur une cartographie du flysch à l'échelle du Tell algérien et paléogéographie inspirée de modélisation analogique au laboratoire.

**Mots clés :** Flyschs maghrébins, maurétanien, massylien, numidien, paléogéographie

---

## **Neogene magmatic activity in the Petite Kabylie (Eastern Maghrebides chain): A review of geochronological and petro-geochemical data**

Abbassene, F.<sup>1</sup>, Ouabadi, A.<sup>1</sup>, Chazot, G.<sup>2</sup>, Bellon, H.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> *Laboratoire de Géodynamique, Géologie de l'ingénieur et Planétologie, FSTGAT-USTHB. Alger 16111, Algérie. (tiha\_abbassene@yahoo.fr)*

<sup>2</sup> *Université de Brest, CNRS, UMR 6538 Géosciences Océan, Institut Universitaire Européen de la Mer (IUEM) Place Nicolas Copernic, 29280 Plouzané, France. (Gilles.Chazot@univ-brest.fr, Herve.Bellon@univ-brest.fr.*

The "Petite-Kabylie" comprises all eastern Algerian coastal magmatic chain outcropping from Jijel (ex. Djidjelli) to the west, up to the plain of Annaba (ex. Bône), to the east. At the western part of this area, the Kabylie of Collo stretches between 6° and 7° E and 36° 30' and 37° 06' N towards Skikda (ex. Philippeville). The eastern part includes the Edough-Cap de Fer areas that cover an area between 7° and 7°50' E and 36° 50' and 37° 04' N.

In the Kabylie de Collo area, Bougarount pluton (> 500 km<sup>3</sup>) represents the largest magmatic body of the 1200 km-long Neogene magmatic belt of Maghrebides. U-Pb datings on zircons and K-Ar ages on whole rocks and separated minerals document its emplacement at 17 Ma within the Lesser Kabylia basement, a major continental block that collided with the African margin during the Neogene. This Upper Burdigalian intrusion is therefore the oldest presently identified K-rich calc-alkaline massif in the whole Maghrebides magmatic lineament and marks the onset of its activity. The Bougaroun peraluminous felsic rocks display a very strong crustal imprint. Associated mafic rocks (enriched gabbros) have preserved the "orogenic" (subduction-related) geochemical signature

of their mantle source. Older depleted gabbros outcropping at Cap Bougaroun proper are devoid of clear subduction-related imprint and yielded Ar-Ar hornblende ages of  $27.0 \pm 3.0$  Ma and  $23.3 \pm 3.2$  Ma. We suggest that they are related to the Upper Oligocene back-arc oceanic crust of the nearby Jijel basin, a dependence from the Algerian basin born during the African (Tethyan) slab rollback. The fact that the Bougaroun pluton intrudes exhumed Kabylia lower crustal units, mantle slices and flysch nappes shows that the Kabylia margin was already stretched and in a post-collisional setting at 17 Ma.

In Cap de Fer and West-Edough area, K-rich calc-alkaline magmatic rocks are exposed over a ~ 150 km<sup>2</sup> area. They include andesitic pyroclastic and lava flows, small dioritic plutons, and large microgranodioritic intrusions that intrude and/or overlie Miocene sediments.

New <sup>40</sup>K-<sup>40</sup>Ar ages obtained on the igneous rocks together with biostratigraphic data obtained on the Miocene marls define three successive magmatic pulses at ~ 16.5, ~ 15, and ~ 13 Ma. An early volcanic event at ~ 16.5 Ma was responsible of emplacement of andesitic lavas and breccia. This early episode was followed at ~ 15 Ma by the intrusion of several dioritic plutons and microgranodioritic laccoliths, marking the peak of magmatic activity, and later (at ~ 13 Ma) by that of a second generation of microgranodiorites (Sidi Sâadi, La Marsa). The occurrence of these three successive igneous pulses is consistent with the biostratigraphic results obtained on the foraminiferal marls intruded by the igneous rocks. These



marls yielded Langhian ages (N8 biozone of Blow) for the Miocene series of Chétaïbi-Cap de Fer and Late Langhian to Serravallian ages (Orbulina-bearing N9–N10 biozones of Blow) for their uppermost levels exposed in La Marsa.

The consistency of biostratigraphic data with the rather wide time span (~ 3.5 m.y.) deduced from K-Ar datings suggests that the latter span is not due to perturbations of the K-Ar clock. According to current cooling models (Annen, 2011), this span is too long to account for the solidification of a single magmatic body with a volume of a few hundred km<sup>3</sup>. Therefore, we assume that this time span is related to a rather long-lasting tectono-magmatic process emplacing successively several magmatic batches (Abbassene et al., 2019).

We suggest that this process was the uprise of hot asthenospheric mantle through the tear generated by the detachment of the oceanic part of the African slab beneath the Algerian margin, resulting in the partial melting of the overlying metasomatized lithospheric mantle of the Kabyliides (Abbassene et al., 2016). The end of magmatic activity was likely related to the postcollisional thermal reequilibration of the upper mantle below the margin.

**Keywords:** Post-collision, calc-alkaline magmas, geochronology, Biochronology, Miocene, Maghrebides Chain.

#### **References**

Abbassene, F., Chazot, G., Bellon, H., Bruguier, O., Ouabadi, A., Maury, R.C., Déverchère, J., Bosch, D., Monié, P., 2016. *Tectonophysics* 674, 114–134

Abbassene, F., Chazot, G., Bellon, H., Maury, R.C., Courme-Rault, M.-D., Ouabadi, A., Coutelle, A., 2019. *Arabian Journal of Geosciences* 12, 22.

Annen, C., 2011. *Tectonophysics* 500, 3–10

---

## **SYNTHÈSE SUR LES GISEMENTS DE Pb-Zn DE LA CHAÎNE TELLIEUNE DE L'ALGÉRIE**

A. BOUTALEB<sup>1</sup>, D-E. AISSA<sup>1</sup>, O. KOLLI<sup>1</sup>, L. SAMI<sup>1et2</sup> et O. HADDOUCHE<sup>3</sup>

<sup>1</sup>*Laboratoire de Métallogénie et de Magmatisme de l'Algérie, USTHB, Alger*

<sup>2</sup>*Département de Géologie, UMMTO, Tizi Ouzou*

<sup>3</sup>*Docteur en Géologie, Canada*

*Abdelhak\_boutaleb@yahoo.fr ; aboutaleb@usthb.dz ; belatoub@gmail.com*

Une tentative de synthèse sur les gisements de Pb-Zn de la chaîne tellienne (gisements non économiques et économiques) est présentée en prenant en compte les caractéristiques géologiques les plus significatives pour une compréhension des processus métallogéniques. L'examen des traits et interprétations génétiques proposés par différents auteurs conduisent à un tableau synthétique comprenant : la localisation stratigraphique, géographique et lithologique des minéraux, les processus (plutonique, volcanique, métamorphique, tectonique et paléogéographique) qui ont contrôlé la formation des gisements, les types de gisements minéraux et leur paragenèse. À la fin de l'étude, des comparaisons provisoires sont effectuées entre quelques gisements du minerai de type « Vallée du Mississippi ou MVT », des aires métallogéniques occidentales et orientales. Ces comparaisons serviront de point de départ pour la prospection d'autres gisements cachés.

**Mots-clés :** Gisements de Pb-Zn - Chaîne tellienne - Processus métallogéniques - Gisements cachés.

## Typologie et Hiérarchisation des Minéralisations de Terres Rares en Algérie

AISSA D.E.<sup>1</sup>, BOUTALEB A.<sup>1</sup>, GROUCENE C.<sup>1</sup>, AMIEUR M.<sup>1,2</sup> et CHERFI Y.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>: *Geology Dept. USTHB, Algiers, 16111 Algeria*, <sup>2</sup>: *CNRT Tamanrasset, Algeria*.

A l'état actuel des travaux géologiques et géochimiques il est difficile de se prononcer sur l'état quantitatif des ressources de Terres Rares (TR) en Algérie. Néanmoins, sur la base de travaux préliminaires, on peut tenter une hiérarchisation des types d'indices de TR en Algérie par ordre d'importance croissant.

**1-** Sous-produit (produit de récupération) : de petites quantités de TR (quelques dizaines à centaines de ppm) peuvent être récupérées comme sous produit à partir de gisements ou formations divers.

1-1 dans les gisements de phosphates de la région de Tébessa (Ferhaoui et al.2022.)

1-2 dans les minéralisations ferrifères de Gara Djebilet (ASGA, 2021)

1-3 dans les séries de Black shales de Fersiga (Hank Basin, SW Algérie) et de Tifrit (Saida, Ouest-algérien) (Barça, 2008)

**2-** Anomalies en TR dans les massifs cristallins du Nord de l'Algérie

2-1. Dans le massif des Beni Snouss (Tlemcen), des anomalies en TR sont associées à la mise en place du granite alcalin hercynien (Hadj Mohamed et al.2021)

2-2. Dans les massifs cristallins de Beni Touffout (El Milia) et de l'Edough (Annaba), des anomalies en TR sont associées aux apatites, pegmatites, et skarns (Aissa et al. 1998; Aissa et al.2000). En effet, dans les skarns de Karezas (Edough) les TR sont renfermées dans les Allanite, Apatite, Sphène et Scheelite. A Bouzizi (Edough), les anomalies de TR sont liées aux skarns et aux aplo-pegmatites. Dans ces dernières roches la diffraction aux Rayons X a dévoilé la présence de Microlite, Pyrochlore et Fluocerite (AISSA, travaux en cours).

**3-** Anomalies substantielles en TR dans les granites alcalins et syénites du Dj Drissa (Eglaab, Craton Ouest Africain). Les granites alcalins et syénites du Dj Drissa datés à 2076 Ma renferment des pyroxènes sodiques qui montrent des textures subsolvus et hypersolvus (Kahoui and Mahdjoub 2004) caractéristiques des granites à Nb-REE.

Des anomalies importantes en TR existent dans la bordure Nord du massif et sont liées aux granites et syénites rouges (ORGM, ASGA, 2021).

**4-** Dans les séries détritiques

4-1. Les formations détritiques de l'Ordovicien de Fougues, Kheneg el Aatene, Djebel Hech et Tabelbala (Ougarta) sont caractérisées par les dépôts terrigènes finement grenus des faciès littoraux. Il s'agit de grès quartzites à micas rutile, tourmaline et zircon. Ce dernier est souvent coloré en rose et indiquerait la présence de TR. Les minéraux porteurs des TR sont la Monazite, le Xenotime et l'Ortite (ORGM; ASGA 2021, GROUCENE C. Thèse de Doctorat en cours)

4-2. Anomalies significatives en TR et Uranium liées au conglomérat de base de la série cambro-ordovicienne du Tahaggart (Amieur 2012; Amieur inédit)

4-3. des anomalies significatives en TR sont aussi rencontrées dans les diverses séries détritiques du mole In Ouzzal (Hoggar occidental) (SONAREM, ASGA, 2021)

**5-** Dans le bouclier du Hoggar (Chaîne Panafricaine)

A l'état actuel des travaux, le Hoggar semble le plus propice en Algérie pour receler des minéralisations à TR d'importance économique. On y distingue les indices suivants

5-1. Indices liés aux carbonatites et syénites du Protérozoïque. Ces roches datées à 2030 Ma affleurent au sein de l'unité granulitique archéenne d'In Ouzal (Hoggar occidental) (SONAREM inédit, Ouzegane et al.1998 ; Cherbal et Aissa 2012 ; Cherbal et al.2019, ASGA, 2021 ; Djeddi et al 2021)

5-2. Indices liés aux granites alcalins protérozoïques et panafricains du Hoggar occidental (Aissa et al.2017; Aissa, 2019 et travaux en cours ; Cherfi Y. Thèse de Doctorat en cours)

5-3. Indices liés aux pegmatites protérozoïques et panafricaines du Hoggar occidental et central (Aissa et al.2017 ; Aissa, 2019 ; Amieur M., Thèse de Doctorat en cours)

5-4. Anomalies importantes en terres rares liées aux phonolites-trachytes cénozoïques du Hoggar central (Ben El Khaznadji et al 2017)

**Mots clés :** Terres Rares, Minéralisation, Magmatisme alcalin, Algérie

## Références

- Aissa D.E.**, Marignac Ch., Cheilletz A., Gasquet D. . -1998 . Geologie et métallogénie sommaire du massif de l'Edough (NE Algerie) .*Mem. Serv. Geol. Algerie* n°9, pp. 7-55, 23 fig., 1tabl., 2 pl.
- Aissa D.E ; Marignac C. ; Kesraoui M & Kehal A. 2000. *Magmatisme peralumineux et métaux rares dans l'Est-algérien- Colloque international Métallogénie 2000- Nancy 6-8 Dec. 2000*, p.34-36
- Aissa D.E. 2019 *Mineral Exploration in Algeria: Current State and Perspectives - 4 th Colloquium of the International Geoscience Programme -IGCP638-Algiers, October 28th- 29 th, 2019*
- Aissa D.E. , Amieur M., Baqui M., Boutaleb A., Cherbal M., Marignac C., Saad W. 2017. *Controls on Gold , Rare Metals, Rare Earth Elements Deposits In The Hoggar , Tuareg Shield (Southern Algeria) – 2<sup>nd</sup> Colloquium of the International Geoscience Program (IGCP 638)*, 7-12 Nov 2017 Casablanca <http://igcp638.univ-rennes1.fr>
- AMIEUR MAMMAR 2012 :*Les minéralisations uranifères du bassin de Tin Seririne (Hoggar)-Thèse de Magister- USTHB , Alger -118 p*
- A.S.G.A. 2021 : *Synthèse sur les Terres Rares en Algérie – Collection Ressources Minérales de l'Algérie, N°3. Editions ASGA , Alger 2021*
- Barça, N. 2008. *Approche géochimique des schistes noirs paléozoïques de la région des Mts de Daïa et de la région des Eglab-Ouallene (Sud algérien) et leur impact métallog*
- Cherbal M., et Aissa D.E. 2012 - *Roches carbonatées particulières de la région d'Amessmessa (Môle d'In Ouzal, Hoggar Occidental) : métacarbonatites ? Col. Internat. sur la Géol. et les Ressources Minérales du Sahara Algérien - Université Kasdi Merbah - Ouargla -Dec.2012. vol.1, [www.univ-ouargla.dz/docs/dep-sem-gs2012](http://www.univ-ouargla.dz/docs/dep-sem-gs2012)*
- Cherbal M., Yonezu K., Aissa D.E., Tindell T., Watanabe K. 2019 : *Metacarbonatite rocks from Amessmessa area (In Ouzal Terrane), Hoggar shield, Algeria- Journal of African Earth Sciences 153 (2019) 268–277*
- Djeddi A, Parat F, Bodinier J-L, Ouzegane K and Dautria J-M 2021 : *The Syenite-Carbonatite Complex of Ihouhaouene (Western Hoggar, Algeria): Interplay Between Alkaline Magma Differentiation and Hybridization of Cumulus Crystal Mushes.-Front. Earth Sci. 8:605116.*
- Ferhaoui S. et al.2022 .*Rare earth elements plus yttrium (REY) in phosphorites from the Tebessa region (Eastern Algeria): Abundance, geochemical distribution through grain size fractions, and economic significance -Journal of Geochemical Exploration 241 (2022) 107058*
- Hadj Mohamed, N., Boutaleb, A., Boni, M. and Aissa, D.E. (2021) *Mineralogy, fluid inclusions, and sulfur isotope studies of Ghar Rouban Barite (Pb-Zn) deposit, Western Algeria.- Arabian J. Geosciences 14, 621 .*
- Kahoui M. and Mahdjoub Y. 2004 : *An Eburnian alkaline-peralkaline magmatism in the Reguibat the Djebel Drissa ring complex (Eglab Shield, Algeria) Journal of African Earth Sciences 39 (2004) 115–122*
- Ouzegane K, Fourcade S, Kienast J, Javoy M. 1988 : *New carbonatite complexes in the Archaean In Ouzal nucleus (Ahaggar, Algeria): Mineralogical and Geochemical data. Contributions to Mineralogy and Petrology 98: 277–292.*

## Les éléments de terres rares dans les phosphates algériens : Bilan et Perspectives

R. Laouar<sup>1</sup>, R. Kechiched<sup>2</sup> et K. Laouar<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Département de Géologie, Université Badji Mokhtar Annaba B.P.12, Annaba, 23000, Algérie, et Laboratoire de Recherche en Géologie. e-mail: kakha83@yahoo.fr et rabahlaouar@yahoo.fr

<sup>2</sup> Laboratoire des Réservoirs Souterrains : Pétroliers, Gaziers et Aquifères, Université Kasdi Merbah Ouargla, 30000, Algérie. e-mail: rabeh21@yahoo.fr

La demande en éléments de terres rares plus yttrium (ETR+Y) ne cesse de s'accroître vu leurs multiples applications dans l'industrie des nouvelles technologies et des énergies vertes. L'extraction des ETR à partir des sources non-conventionnelles, tels que les phosphates sédimentaires, apparaît comme une alternative pour satisfaire la demande en ces éléments.

Ces dernières années, les phosphates algériens ont fait l'objet de plusieurs études : pétrologiques, minéralogiques et géochimiques. Des analyses géochimiques ont été effectuées aussi bien sur roche totale que sur particules séparées provenant des phosphates de Djebel Onk (Kef Essenoun et Bled El Hedba) au Sud de Tébessa ainsi que des occurrences phosphatées, tels que Djebel El Kouif, Djebel Dyr et Tazbant au Nord. Au niveau de Kef Essenoun, les résultats obtenus montrent que la somme des teneurs ( $\Sigma$ ETR) dans la roche totale varient de 160 à 910 ppm (moyenne = 713 ppm). Les concentrations de Yttrium (Y) varient de 40 à 386 ppm (moyenne = 190 ppm). Les particules phosphatées (pellets, coprolithes, glauconites et débris osseux) montrent des  $\Sigma$ ETR variant entre 40 et 1760 ppm, dans lesquelles la glauconite apparaît la plus enrichie, avec  $\Sigma$ ETR = 540 – 1760 ppm. Les glauconites, relativement abondantes à Bled El Hadba sont aussi enrichies en ETR par rapport aux autres particules phosphatées, où les concentrations ( $\Sigma$ ETR) dépassent 2000 ppm (moyenne = 1346 ppm). L'étude des spectres de terres rares normalisés par rapport au PAAS et les anomalies de Ce, Eu et Y ont permis de définir les conditions de mise en place des phosphates. Les conditions post-dépôt (remaniement, diagenèse précoce et glauconitisation) sont à l'origine de l'enrichissement des ETR dans ces phosphates.

Les ETR liées aux phosphates de la région de Tébessa apparaissent prometteuses, vu leur enrichissement en éléments critiques, tels que Nd, Eu, Tb, Dy, Er et Y, par rapport les autres éléments à faible demande. Ces éléments critiques montrent un pourcentage allant de 44 à 65% de l'ensemble des ETR, et ils dépassent même les gisements conventionnels de terres rares type Bayan Obo en Chine. Le défi actuel se situe dans la séparation économique de ces éléments, qui ont des caractéristiques physico-chimiques similaires, d'où la nécessité de recherches multidisciplinaires pour la mise en place d'un procédé économique pour leur récupération, soit à partir des minerais ou même des rejets d'exploitation des phosphates.

**Mots-clés :** Phosphates ; Géochimie ; Glauconite ; Terres Rares ; Yttrium ; Tébessa.

## The Tébessa region phosphorites (north-eastern Algeria): grain-size control on rare earth elements plus yttrium distribution, and economic implications.

R. Kechiched<sup>1\*</sup>, R. Laouar<sup>2</sup>, O. Bruguier<sup>3</sup>, L. Kocsis<sup>4</sup>, R. Sinisi<sup>5</sup>, D. Bosch<sup>3</sup>, G. Mongelli<sup>6</sup>, O. Ameer-zaimche<sup>1</sup>, S. Laouar-Salmi<sup>2</sup>, A. Fougou<sup>7</sup> and S. Ferhaoui<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Laboratoire des Réservoirs Souterrains: Pétroliers, Gaziers et Aquifères, Université de Ouargla, 30000, Algérie

<sup>2</sup> Département de Géologie, Université Badji Mokhtar Annaba B.P.12, Annaba, 23000, Algérie

<sup>3</sup> Géosciences Montpellier, Université de Montpellier, CNRS-UMR 5243, Place E. Bataillon, 34095 Montpellier cedex 5, France

<sup>4</sup> Institute of Earth Surface Dynamics, Faculty of Geosciences and Environment, University of Lausanne, Switzerland

<sup>5</sup> Institute of Methodologies for Environmental Analysis, National Research Council, 85050 Tito Scalco, Italy

<sup>6</sup> Department of Sciences, University of Basilicata, 85100 Potenza, Italy

<sup>7</sup> Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, Université Ziane Achour-Djelfa, Algérie

\* Corresponding author : kechiched.rabah@univ-ouargla.dz / rabeh21@yahoo.fr

Rare Earth Elements plus Yttrium (REY)-bearing sedimentary phosphorites are paramount for both paleo-environment reconstructions and as economic targets. The present study was undertaken to unravel the different parameters promoting REY uptake, fractionation and distribution in many phosphorite deposits from the Tébessa region (Kef Essenoun, Djebel El Kouif). Three types of samples were investigated including whole rock, grain-size classes and separate phosphate particles that were analyzed using ICP-MS and “in situ” LA-ICP-MS techniques. The results show that whole rock-REY contents display remarkable variations in the studied deposits, where the main sub-layer of Kef Essenoun deposit appears to be the most REY enriched (777 – 1211 ppm), compared the other phosphorite deposits in North Africa. The grain size classes (<45 µm, 45-125 µm, 125-250 µm, 250-500 µm and > 500 µm) display REY contents ranging from 308 ppm to 1029 ppm and vary significantly based on their geographical and stratigraphic distribution. While *in-situ* analyses show globally similar REY contents in coprolites and pellets, they provide evidence for REY enhancements in glauconitic particles (up to 1000 ppm). The abundance of glauconitic particles in the main layer of the Kef Essenoun deposit explains the high REY content measured in whole rock analyses. Several geochemical tools, such as redox conditions, diagenesis, weathering, reworking and glauconitization show that REY uptake, fractionation and distribution is mostly controlled by depositional environment, irrespective of grain-size properties. Economically, the outlook coefficient of REY composition ( $C_{outf}$ ) as well as the percentage of critical element in the total REY ( $REY_{def}$ ) point to a more promising source for extracting individual critical REY elements (Nd, Eu, Tb, Dy, Er, Y), even in low P-grade phosphorite ores. Therefore, other studies are recommended to estimate the total REY resources/reserves and assess their spatial distribution in these phosphorite deposits.

**Keywords:** Rare earth elements plus yttrium; Grain-size fractions; Phosphorites;  $C_{outf}$ ; Algeria.

## Imagerie de la lithosphère du nord de l'Algérie par tomographie sismique

M. Aichaoui<sup>1</sup>, A. Abtout<sup>1</sup>, S. Bourouis<sup>1</sup> et B. Bouyahiaoui<sup>1</sup>

<sup>(1)</sup> CRAAG, Route de l'Observatoire Bouzareah, Algiers

L'application d'une tomographie télésismique des ondes de volume au nord de l'Algérie, nous a permis de définir la structure de sa lithosphère et de son manteau supérieur, dans la perspective de contraindre les modèles géodynamiques de la formation de la chaîne des Maghrébides et de la méditerranée occidentale de façon générale. En effet, il est admis, depuis l'avènement de la tectonique des plaques, que le nord de l'Algérie et le méditerrané occidental appartiennent à la même histoire géodynamique. Cette région, située à la jonction de plusieurs domaines est aussi caractérisée par une géologie complexe. Actuellement les études entreprises, axées essentiellement sur des observations de surface ne rendent pas compte de l'agencement des structures géologiques en profondeur. Les études tomographiques entreprises ne concernent actuellement que la méditerranée. Elles ont révélé la présence d'anomalies de vitesse dans la partie sud de la méditerranée occidentale, qui suggèrent l'existence de matière anormalement froide dans l'asthénosphère, interprétée comme la trace de panneaux plongeants subductés. Par contre, par manque de données appropriées, le nord de l'Algérie, reste à ce jour l'une des régions les moins étudiées de la Méditerranée occidentale. Ce qui ne permet pas de contraindre la continuité de ce panneau plongeant sous le nord de l'Algérie.

Au cours des dernières décennies, le réseau sismologique du nord de l'Algérie s'est fortement développé, entraînant une augmentation significative de la quantité et de la qualité de l'information sismologique en Algérie. La disponibilité de ce « Data » et le développement des techniques d'inversions nous a permis d'entamer l'étude de la structure de la lithosphère du nord de l'Algérie, en utilisant une méthode de tomographie télésismique non linéaire. L'approche tomographique utilisée dérive de la méthode ACH avec des améliorations pour le traçage de ray, l'inversion itérative non linéaire et la paramétrisation du modèle. La qualité et les paramètres de l'inversion ont été déduits à partir de modèles synthétiques de type « Damier » et « Spike ». Au total, 29 stations réparties le long de la partie nord de l'Algérie ont été utilisées pour collecter 11018 ondes P à partir de 2847 séismes enregistrés sur une période de dix ans.

Le modèle de vitesse obtenu et représenté sous forme de cartes et de coupes de vitesses sismiques, montre l'agencement des structures de vitesses en profondeur, interprété comme une lithosphère fragmentée en plusieurs panneaux et caractérisée par des déchirures lithosphériques.

**Mots clés :** Imagerie sismique, Tomographie, Modèle de vitesse, Lithosphère, Nord Algérie

## **Le Grand Pic de l'Ouarsenis : un exceptionnel exemple de tectonique salifère dans le Tell occidental**

Zaagane, M.<sup>1</sup>, Leprêtre, R.<sup>2</sup>, Bendella, M.<sup>3</sup>, Refas, S.<sup>1</sup>, Mouassa, S.<sup>1</sup>, Hachemi, C.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Laboratory of Biological systems Researches and Geomatics (LRSBG), Mascara university Mamounia road, PoBOX: 305, Mascara, Algeria 29000

<sup>2</sup>CY Cergy Paris Université, Geosciences Environnement Cergy (GEC), 1 rue Descartes, 95000 Neuville/s/Oise Cedex, France

<sup>3</sup>Mohamed Ben Ahmed University, Oran II, Menaouer Road, Oran, Algeria, 31000

Le Grand Pic de l'Ouarsenis est un objet géologique étonnant dans le massif de l'Ouarsenis, au sein du Tell algérien. Décrit depuis la fin du XIX<sup>ème</sup> siècle, la connaissance de sa stratigraphie a révélé une inversion des âges dans sa partie sommitale, qui représente plus de 700 m de séries renversées à l'horizontale, sur des séries d'âges similaires, en polarité normale juste dessous. Cette seule observation, sur ce qui est actuellement le point culminant du nord de l'Algérie en fait un témoin étonnant des structures profondes du Tell, puisque les terrains affectés remontent jusqu'au Jurassique inférieur, dont les vestiges sont rares dans le Tell.

Dans cette contribution, nous reprenons les diverses études géologiques déjà effectuées sur la région du Grand Pic, pour proposer un modèle d'interprétation de cette zone qui intègre les concepts de tectonique salifère. L'organisation géométrique des structures géologiques du Grand Pic ainsi que les autres massifs associés laissent encore beaucoup d'incertitudes, mais au premier ordre, l'interprétation de l'Ouarsenis comme un "mega-flap" (Giles et al., 2016) semble l'option la plus vraisemblable. Dans le détail, autour du Grand Pic, les études de terrain doivent encore préciser le calendrier de cette halocinèse précoce, car la tectonique tellienne à partir du Miocène inférieur et jusqu'au Tortonien et Plio-Quaternaire a modifié la structure initiale, tout en permettant de la faire affleurer de nos jours.

Cette tectonique salifère n'est pas présente qu'au Grand Pic, mais diverses autres structures dans le Tell occidental semblent avoir été produites par une halocinèse précoce, qu'il reste encore à étudier, à la fois par des études de terrain, mais également à l'aide de données de sub-surface à l'avenir.



## **Petrographic, geochemical and geochronology studies of late Hercynian magmatism of the Beni Snous massif (Ghar Rouban North of Algeria)**

A. Bendaoud<sup>1</sup>, R. Chebli<sup>1</sup>, E. Fettous<sup>1</sup>, R. Aili<sup>1</sup>, F. Chopin<sup>2</sup>, P. Štípská<sup>3</sup> et K. Schulmann<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup>LGGIP, Faculty of Earth Sciences, University of Sciences and Technology Houari Boumediene, BP32, Bab Ezzouar, 16123 Algiers, Algeria

<sup>2</sup>Ecole et Observatoire des Sciences de la Terre, Institut de Physique du Globe – CNRS UMR7516, Université de Strasbourg, 1 rue Blessig, F-67084, Strasbourg Cedex, France

<sup>3</sup>Czech Geological Survey, Klárov 3, CZ-11821 Prague, Czech Republic

The North African Variscan orogeny is initiated during the breakup of the North Gondwana continent in the late Devonian-early Carboniferous. This leads to strong thermal and magmatic activity associated with the opening of intracontinental basins on the margin. This extensive episode is followed by a late Carboniferous-early Permian collision between Gondwana and Laurussia.

The present study focuses on one of the latest magmatic events of this cycle, the Beni Snouss granite, in the Eastern Meseta, extreme west of Algeria.

Despite significant zircon disruption, with both heavy common lead contamination and recent lead loss, geochronological data suggest emplacement at  $264 \pm 1$  Ma. Concordant inherited zircons are also observed at 292 Ma, 328 Ma and 492 Ma. These granites have a crustal signature. They are slightly peraluminous, alkaline-calcic showing a clear affinity with late to post orogenic granites. The presence of quartz-tourmaline enclaves reflects the presence of miarolitic cavities. This shows the superficial crystallization of these granites.

Paleozoic sedimentary rocks (at least Silurian to lower Carboniferous) show contact metamorphism with andalusite schists. The mapping of faults and shear zones, as well as the sigmoidal aspect of the massif, are consistent with a transpression controlled by a dextral sliding fault in the E-W direction, reflecting a NW-SE shortening that may have favored the ascent of the melt.

## The first evidence of Hadean ages in the Hoggar discovered on detrital zircons from the Serouenout metasediments (Central Hoggar, South Algeria)

A. Arab<sup>1,2</sup>, A. Drareni<sup>2</sup>, K. Ouzegane<sup>2</sup>, A. Gärtner<sup>3</sup>, U. Linnemann<sup>3</sup>, S. Doukkari<sup>2,4</sup>, Y. Laichaoui<sup>2</sup> and C. Harouz<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Faculté SNVST, Université Akli Mohand Oulhadj, Bouira 10000, Algeria.

<sup>2</sup>Laboratoire de Géodynamique, Géologie de l'Ingénieur et de Planétologie, FSTGAT-U.S.T.H.B., B.P. 32 El Alia, Dar el Beida, 16111-Alger, Algeria.

<sup>3</sup>Senckenberg Naturhistorische Sammlungen Dresden, Museum für Mineralogie und Geologie, Sektion Geochronologie, GeoPlasma Lab, Königsbrücker Landstr. 159, D-01109 Dresden, Germany.

<sup>4</sup>Département des Sciences de la Nature et de la Vie, Faculté des Sciences, Université Alger 1, Rue Didouche Mourad, Alger, Algeria.

Petrological investigations and U-Pb zircon dating were performed on migmatitic metapelites from the Serouenout terrane, Central Hoggar. These rocks show a granoblastic texture and mainly consisted of garnet, amphibole, biotite, plagioclase and K-feldspar, as well as of titanite, rutile, ilmenite and zircon.

In order to constrain the timing of the migmatitic metamorphism and of the depositional age of the protoliths of the studied metasedimentary rocks, SHRIMP U-Pb dating on zircons was undertaken. The cathodoluminescence (CL) images reveal a clear core-rim internal structure with the presence of irregular-shaped detrital cores and metamorphic overgrowths. The inherited zircon cores are characterized by typical oscillatory zoning related to their magmatic origin and yielded ages ranging from 4.3 Ga to 600 Ma resulted from the recycling of Hadean, Archaean, Paleoproterozoic, Mesoproterozoic and late Neoproterozoic protoliths. The metamorphic zircon grains provided an age of  $640 \pm 5$  Ma which is interpreted as the time of the high-grade granulitic metamorphism featuring this area. The youngest detrital zircon core yielded an age of 798 Ma, which is considered as the maximum depositional age of this sedimentary series.

This contribution represents the first U/Pb dating on detrital zircons from the Serouenout terrane. The obtained geochronological dataset of selected metasediments afford new constraints on the tectono-metamorphic history of this area and their geodynamic implication within the Pan-African orogeny.

**Keywords:** Hoggar, Serouenout terrane, migmatites, zircon U-Pb age, Hadean

## **Les pipes doléritiques CAMP du bassin de Tindouf : état des lieux et perspectives métallogéniques et pétrolières**

MC. Chabou<sup>1</sup>, O. Hachemaoui<sup>1,2</sup>, M. Koussa<sup>3</sup>, M. Bersi<sup>1</sup>, C. Verati<sup>2</sup> et R. Laouar<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Université Ferhat Abbas, Sétif 1, <sup>2</sup>Université Côte d'Azur, Nice, France, <sup>3</sup>Université Badji Mokhtar, Annaba.

Le bassin de Tindouf en Algérie a connu une intense activité magmatique datée de la limite Trias/Jurassique et appartenant à la grande province magmatique de l'Atlantique central (CAMP). Ce magmatisme s'est manifesté dans la région par la mise en place d'immenses sills doléritiques au sein de la couverture paléozoïque du bassin et de longs dykes qui recoupent l'ensemble de cette couverture. Un troisième mode de gisement lié à cette activité magmatique a été signalé depuis longtemps, mais n'a jamais fait l'objet d'études détaillées : il s'agit de cheminées doléritiques ou petits massifs circulaires qui ressemblent à des pipes. Elles sont visibles au cœur des anticlinaux et dômes de la région et recoupent les couches sédimentaires à l'emporte-pièce en digérant partiellement son encaissant. Dans cette communication, nous présentons une synthèse des derniers travaux que nous avons réalisés sur les pipes doléritiques de la CAMP du bassin de Tindouf et les perspectives qui en résultent, notamment d'un point de vue métallogénique et pétrolier. Les études pétrologique et géochimique réalisées sur les dolérites des pipes du bassin de Tindouf ont mis en évidence des particularités qui les distinguent des autres dolérites de la CAMP décrites dans la littérature. Les dolérites des pipes montrent une texture granophyrique riche en quartz, feldspath alcalin et biotites, contrairement aux autres dolérites de la CAMP qui présentent des cortèges minéralogiques beaucoup plus mafiques et anhydres. Par ailleurs, elles se caractérisent par une abondance de sulfures disséminés et de xénolithes de carbonates. D'un point de vue géochimique, les dolérites des pipes montrent une composition évoluée et leurs spectres des terres rares et multiéléments présentent le plus fort enrichissement en REE et autres LILE comparés aux autres dolérites de la CAMP, de fortes anomalies négatives en Ti et Sr, et une forte anomalie positive en Pb. Les diagrammes et modélisations géochimiques indiquent clairement que les magmas des dolérites de pipes représentent les produits évolués de la dernière venue magmatique de la CAMP dans la région (unité récurrente) avec une importante assimilation de l'encaissant. Nous avons daté par la méthode  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  une biotite d'un échantillon de pipe qui a fourni un âge ( $193,7 \pm 3,4$  Ma) beaucoup plus jeune que le pic du magmatisme de la CAMP (autour de 201 Ma), confirmant la mise en place tardive de ces pipes comme suggérée par la géochimie. Des datations supplémentaires sur les pipes du bassin de Tindouf sont en cours pour affiner l'âge de mise en place de ces structures magmatiques dans le bassin Tindouf.

D'un point de vue métallogénique, la mise en place des magmas sous forme de pipes avec une assimilation importante des roches encaissantes, notamment des argiles riches en matière organique du Dévonien supérieur, l'abondance de sulfures disséminés dans les dolérites des pipes indiquant une saturation du magma parent en sulfures, et la présence de corps minéralisés autour des pipes, sont autant d'ingrédients favorables à la concentration de minéralisations riches en platine et autres PGE. Des analyses des teneurs en Pt/Pd d'une vingtaine d'échantillons de dolérites de pipes riches en

sulfures et de corps minéralisés associés sont en cours pour évaluer les potentialités en PGE de ces structures magmatiques.

D'un point de vue pétrolier, nous avons pu clairement identifier les pipes doléritiques sur les sections sismiques du flanc nord du bassin de Tindouf. La signature de ces pipes a été mal interprétée dans les rapports des pétroliers, qui les ont attribués tantôt à des zones bréchiques ou à des failles, tantôt à des défauts dans les sections sismiques. Une interprétation correcte des signatures de pipes sur les sections sismiques réalisées dans le Sahara algérien est désormais possible. Par ailleurs, l'utilisation des sections sismiques pour l'identification de structures de pipes offre d'immenses perspectives dans le domaine métallogénique, et plus précisément dans l'exploration du diamant, étant donné la prédominance de ce mode de gisement dans la mise en place des venues kimberlitiques. Nous montrerons un exemple d'une section sismique réalisée dans le bassin de Reggane montrant clairement une importante structure de pipe qui pourrait représenter une venue kimberlitique, en relation avec la concentration alluvionnaire diamantifère du Djebel Aberraz, située à proximité.

Un deuxième intérêt de l'étude de ces pipes doléritiques du bassin de Tindouf en relation direct avec le système pétrolier de ce bassin est la mise en évidence de la formation de plis (ou dômes) forcés au-dessus des pipes. La mise en place de magmas de pipes à faible profondeur engendre une déformation des couches sédimentaires sus-jacentes à l'origine de la formation de plusieurs dômes (à l'exemple de celui d'Assejmi formé au-dessus du pipe d'Assejmi découvert par notre équipe) et plis (à l'exemple de la structure plissée de Draa el Kelba formée aux dépens du grand pipe localisé au cœur de cette structure). Ceci explique la présence systématique des pipes doléritiques au cœur des structures anticlinales de la région. Or, la plupart des sondages pétroliers réalisés dans le flanc nord du bassin de Tindouf ont été forés au cœur de ces dômes et structures (le dernier forage d'exploration de la SONATRACH, OMLAE-01, a été réalisé à proximité du grand pipe de Draa El Kelba). Le fait que ces structures tectoniques (assimilées à des pièges pétroliers), considérées jusqu'à maintenant comme des structures hercyniennes, sont en réalité des plis et dômes forcés formés au-dessus de pipes doléritiques au début du Jurassique modifie complètement les éléments du système pétrolier du flanc nord du bassin de Tindouf, et explique en partie les résultats négatifs de ces sondages pétroliers. Ces nouvelles données permettront de réorienter l'exploration pétrolière dans la région vers d'autres types de pièges pétroliers (en évitant ces plis et dômes forcés) avec certainement un gain financier important.

Enfin, la mise en place à l'aube de la période Jurassique de ces pipes doléritiques riches en sulfures et carbonates, et les émanations en gaz carbonique et sulfureux associées, pourrait avoir une influence sur l'environnement durant cette période.

**Mots clés :** Bassin de Tindouf – Pipes doléritiques – CAMP – Minéralisation en platine – Plis et dômes forcés – Système pétrolier.

## **Le cratère de Talemzane (Maadna, Hassi Delaa, Laghouat) : impact de météorite ou affaissement d'un diapir ? Une contribution.**

A. Nedjari<sup>1-4</sup>, M. Sadi<sup>1</sup>, A. Serkhane<sup>1-2</sup>, M. Chettih<sup>3</sup>, F. Kassab<sup>1-2</sup>.

1 : Agence du Service Géologique de l'Algérie (ASGA), Lot 11 Décembre 1960 El-Biar Alger-Algérie.

2 : Université des Sciences et Technologies Houari Boumediene (USTHB), Bt. 32, Bab Ezzouar, Alger, Algérie.

3 : Université Amar Telidji, Laghouat, Algérie.

4.CSA : comité de stratigraphie de l'Algérie

La structure de Talemzane, ou de Maadna pour certains, se situe à 120 km au SE de Laghouat. Elle occupe la Daiet éponyme, à 40 km à l'Est de Hassi Delaa. Cette dépression circulaire de 1750 m de diamètre, et de 60 m de profondeur a pour coordonnées géographiques : 33°19' Nord et 04°02' Est. Elle est attribuée par une majorité d'auteurs, à l'impact d'une météorite dont le diamètre avoisinerait les 90 m (Sahoui 2009). Sa morphologie circulaire à bords relevés et un diamètre inférieur à 2 km, en font une structure de type simple.

Dans une autre approche, essentiellement géophysique (sondage, gravimétrie, paléomagnétisme, géoradar, spectrométrie gamma ray) (Lamali et al 2016, 2020, 2022) l'expliquent par l'effondrement d'un diapir.

Pour contribuer au débat, nous l'avons revisitée (2021 et 2022) :

- en affinant les observations de terrain, pour une recherche d'éventuels éléments caractéristiques d'un impact de météorite ;
- par une analyse de la fracturation ;
- par des compléments de laboratoire (pétrographie, analyses chimiques XRF) ;
- par l'analyse et interprétation d'un profil sismique recoupant cette structure réalisée par ALNAFT sur le permis de Ksar El Hirane. Ce profil permettrait de vérifier l'existence ou non d'un diapir effondré sous cette structure. Cette hypothèse (Lamali et al. 2020 et 2022), sera examinée et discutée.

**Keywords** : cratère , météorite, Talemzane

## Analyse biostratigraphique des calpionelles au passage Jurassique-Crétacé dans le NE Algérien et mise en valeur d'une coupe de référence pour la marge méridionale de la Téthys

M. Boughdiri<sup>1</sup>, I. Chérif<sup>1</sup>, R. Touansa<sup>2</sup>, F. Djaiz<sup>2</sup>, H. sallouhi<sup>1</sup>, N. Bahrouni<sup>3</sup> et A. Yahiaoui<sup>2\*</sup>

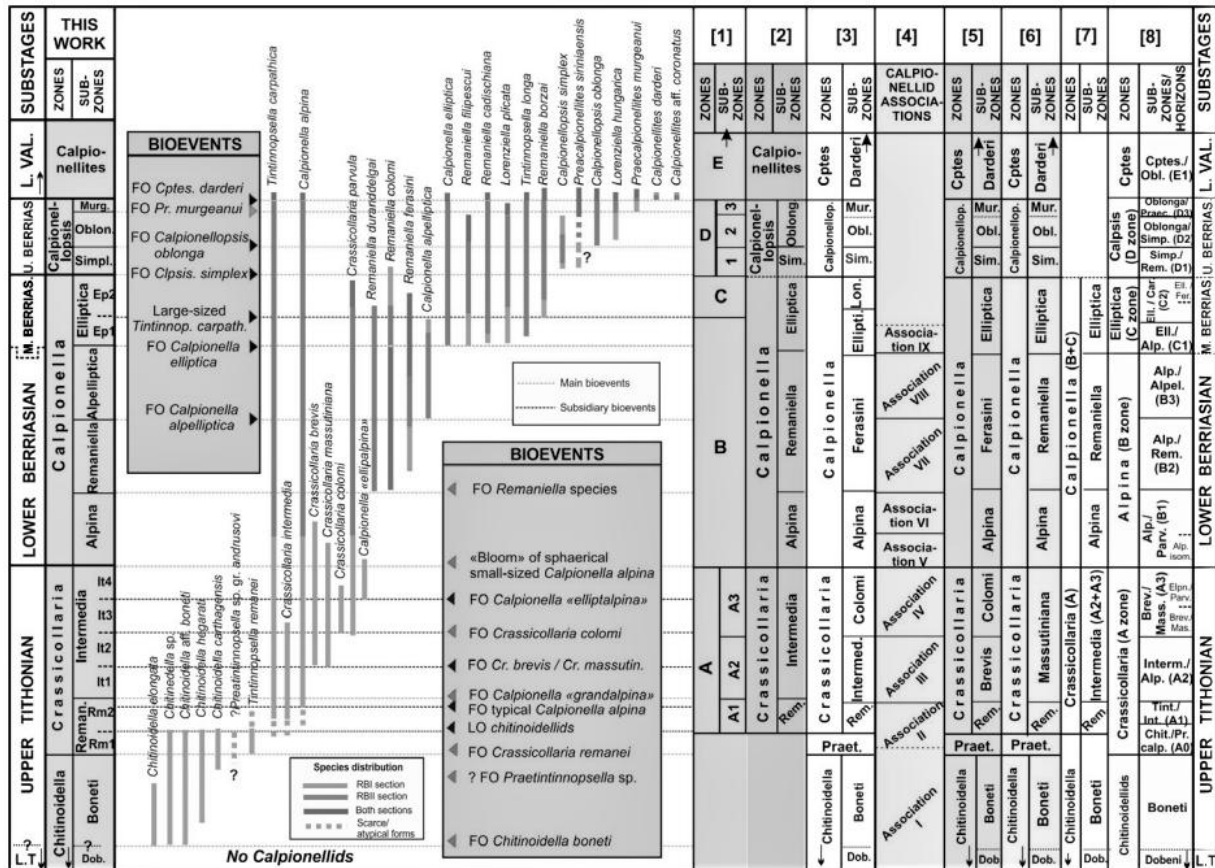
<sup>1</sup>Université de Carthage, faculté des Sciences de Bizerte, département des Sciences de la terre ; 7021 Jerzouna, Tunisie.

<sup>2</sup>Université Batna2, Institut des Sciences de la Terre et de l'Univers, Batna (Algérie).

<sup>3</sup>Office national des Mines, La Charguia, Tunisie.

\*décédé

L'analyse, banc par banc, de six coupes levées dans les confins algéro-tunisiens (Monts de Bellezma-Batna-Aïn Yaghout et Aurès en Algérie et au NW de Tunisie) a permis, pour la première fois, d'établir une charte biozonale des calpionelles à l'échelle régionale qui cadre avec les références admises pour le domaine téthysien.



**Fig. 1.** Répartition des calpionelles et biozonation du passage Jurassique-Crétacé du NE Algérien: corrélations avec des zonations méditerranéennes

Outre les zones classiques reconnues ; huit horizons, dont deux de la sous zone à Remanei, quatre de la zone à Intermedia et deux de la sous-zone à Elliptica, ont été nouvellement intégrés sur la base de bioévénements caractéristiques.

Le site du Ravin bleu des Monts de Batna (NE Algérie) est proposé comme un stratotype régional pour l'intervalle Jurassique-Crétacé au Maghreb. La répartition des faciès tithono-valanginiennes dans les confins algéro-tunisiens et les corrélations des coupes représentatives ont permis d'approcher un cadre géodynamique régional remis dans son contexte téthysien. Ce même cadre géodynamique est également appréhendé comme la province sud du « berceau » biogéographique de l'évolution des faunes de calpionelles. La répartition globale de ces faunes a permis de dégager l'importance indiscutable de la tectonique globale et son incidence sur la profondeur, la paléocirculation océanique et la température sur la dynamique des populations. Dans ce cadre, deux voies possibles de flux ont été proposées, conduisant à une dynamique péri-gondwanienne de ces faunes plutôt qu'une mobilité E-W, comme antérieurement admis par les auteurs.

**Mots clés :** Biostratigraphie, Calpionelles, Jurassique-Crétacé, Stratotype, NE Algérie.

---

## Synthèse des données actuelles sur les vertébrés du "Continental Intercalaire", Algérie

M. Benyoucef

Faculté des Sciences de Nature et de la Vie, Université de Mustapha Stambouli de Mascara, Algérie. E-Mail:  
benyoucefmada@gmail.com

La présente communication fournit un historique des découvertes et travaux concernant les vertébrés fossiles de la partie supérieure de la série dite "Continental Intercalaire" qui affleurent dans l'Atlas saharien occidental et dans le Sahara. La liste faunique des vertébrés est réactualisée et des perspectives paléoécologiques et biostratigraphiques sont offertes par les nouvelles collections. Le cadre paléo-environnemental des sites à vertébrés a été précisé grâce à la sédimentologie des faciès.

**Mots clés:** "Continental Intercalaire", Cénomaniens, vertébrés, diversité, environnements sédimentaires.

---



## Les vertébrés Pliocènes et Plio-pléistocènes des formations calcaires du bassin constantinois.

Y Chaïd-Saoudi<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Institut d'Archéologie, Université d'Alger2. Laboratoire de Géodynamique des Bassins Sédimentaires et des Orogènes, FSGAT/USTHB.

Email : [yasmina.chaid@univ-alger2.dz](mailto:yasmina.chaid@univ-alger2.dz)

En raison de son caractère marin transgressif, le Pliocène est en général pauvrement représenté en vertébrés notamment dans les bassins sédimentaires du Nord algérien, à l'exception de sa partie terminale. Les formations calcaires du bassin constantinois en ont livré, cependant, un certain nombre réparti essentiellement dans les locus de Chaabet el Matagna (Miocène supérieur), l'Aïn El Bey (Pliocène), Aïn Jourdel, Aïn el Hadj Baba (Plio-Pléistocène) et Mansourah (Pléistocène inférieur). Dans ce papier, nous révisons, en premier lieu, le matériel osseux anciennement récolté et hébergé au MNHN Paris puis nous faisons état de celui récemment découvert à Aïn el Bey. La survivance de l'espèce du miocène supérieur *H.sitifense* à la base de la série de l'Aïn el Bey, témoigne d'un changement progressif, peu abrupt. Elle est suivie de l'apparition d'*E.libycum* du Pliocène supérieur puis du genre *Equus* dans les niveaux du Pléistocène inférieur. L'étude de ces espèces offrent des indications morphométriques, biostratigraphiques et paléoécologiques et permet de mieux documenter le Pliocène et ses discontinuités Mio-Pliocène et Plio-Pléistocène.

**Mots-clefs:** Pliocène. Algérie orientale. Paléontologie. Equidés. Hipparions. Limites stratigraphiques.

---

## Taxonomie, paléoécologie et paléobiogéographie des huîtres et plicatulidés du Cénomanien supérieur du sud algérien

M. Bensalah<sup>a</sup>, M. Benyoucef<sup>b</sup>, A.F. Ghenim<sup>a</sup>, M. Adaci<sup>a</sup>, M. Lassad Guendouz<sup>a</sup> et D. Zaoui<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Research Laboratory n°25, Earth and Universe Sciences, Abou-Bekr Belkaid University, Tlemcen, Algeria

<sup>b</sup>Faculty of Nature and Life Sciences, University Mustapha Stambouli of Mascara, Mascara, Algeria

L'investigation paléontologique de quatre coupes lithostratigraphiques qui documentent le Cénomanien supérieur de la plateforme carbonatée peu profonds de trois domaines paléogéographiques du sud algérien (Atlas saharien occidentale, bassin du Guir, hamadas du Tinrhert et du Tademaït) a conduit à la collection d'important assemblage de bivalves à des fins taxonomiques. Un premier inventaire des huîtres et des plicatulidés du Cénomanien supérieur du sud de l'Algérie est désormais disponible et se compose de 15 taxons répartis comme suit : *Lopha syphax*, Ostreidae gen. et sp. indet., *Curvostrea rouvillei*, Flemingostreidae gen. et sp. indet., *Costagyra olisiponensis*, *Amphidonta obliquata*, *Ceratostreon flabellatum*, *Ilymatogyra africana*, *Rhynchostreon suborbiculatum*, *Gyrostrea delectrei*, *Gyrostrea* sp. indet., *Pycnodonte (Phygraea) vesicularis vesiculosa*, *Plicatula (Plicatula.) auressensis*, *Plicatula (Plicatula) batnensis* et *Chondrodonta?* sp. indet.

Cette première analyse taxonomique met en évidence trois composantes paléogéographiques principales au sein de ces assemblages d'huîtres et de plicatuloïdes : taxons endémiques méditerranéens, Téthys-atlantiques et cosmopolites.

Sur le plan taphonomique, les taxons d'huîtres constituent, sur le terrain, cinq types de faciès à huîtres. Ils présentent aussi des perforations (*Entobia*, *Gastrochaenolites* et *Oichnus*, et *épibiontes*) et des organismes encroûtants (huîtres juvéniles, tubes de serpulidés et bryozoaires de type béréncien).

En outre, la détermination paléo-biogéographique des bivalves confirme les échanges fauniques le long de la marge sud-téthysienne depuis le Maroc à l'Ouest jusqu'à Oman à l'Est et avec l'Atlantique via le passage transsaharien (connexion liée à l'élévation générale du niveau marin pendant le Cénomani supérieur - Turonien).

**Mots clés :** Ostreoidae; Plicatuloidea; systématique; taphonomie; ichtnologie

---

## Empirical Calibration laws of earthquake magnitudes in the Tell Atlas of Algeria

N. Benbelkacem<sup>(1,2)</sup>, F. Ousadou<sup>(3)</sup> et A. Ayadi<sup>(3)</sup>

(1) *Institut de Physique du Globe de Paris (IPGP), Paris France*

(2) *FSTGAT Université des Sciences et de la Technologie Houari Boumediene (USTHB); Algiers; Algeria*

(3) *Centre de Recherche en Astronomie Astrophysique et Géophysique (CRAAG); Algiers; Algeria*

The Northern Algeria experienced many strong earthquakes induced by the convergence between the African and the Eurasian plates. The Algerian seismological catalogue contains data composed mainly by maximum intensity IO, for historical seismicity and for mostly pre-instrumental earthquakes era, and duration magnitude Md for most of the instrumental seismicity. This study aim to homogenize and achieve the completeness of the Algerian seismic catalog by determining empirical relations converting Md and IO to Mw, Ms, mb.

To compute the relationship between intensity and magnitudes we adopted Orthogonal regression applied to our dataset. The seismic parameters (IO & Md) calculated by the seismological service of the "Centre de Recherche en Astronomie Astrophysique et Géophysique" (CRAAG) were thus converted using the magnitudes calculated by international seismological agencies (ISC-IDC, ETHZ). This lead us to build a homogeneous database with respect to Mw and complete the database with the other magnitudes (Ms, mb) especially for historical earthquakes. This will be useful for earthquake engineering to better assess the seismic hazard within the Tell Atlas (Algeria) where several urbanized large cities are under the threat of future strong earthquake as it is the case for Algiers-capital city. The recent urban development in countries with catalogues limited primarily to macroseismic data increased the need for useable relations to convert epicentral intensities to instrumental magnitude mb, Ms or Mw.

**Keywords:** Algeria, intensity-magnitude, linear regression , orthogonal regression, earthquake catalogue.

---

## **Etude de la sismicité récentes dans la région de l'Est algérien: Apport du réseau national d'accélérographes du CGS**

Y. BOUHADAD <sup>1</sup>, A. BENFEDDA <sup>1</sup>, D. HADDOUCHE <sup>1</sup> et A. SLIMANI <sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Centre National de recherche Appliquée en Génie parasismique (CGS), 1 Rue Kaddour Rahim, H. Dey Alger*

La région de l'est algérien a été secouée par une série de secousses sismiques modérées à faibles durant la période entre juillet et novembre 2020. Trois secousses ont particulièrement été ressenties, à savoir, le séisme du 17 juillet 2020 à 08h24mn (UTC) de magnitude  $M_w = 4.6$ , le séisme de Mila du 7 août 2020 à 06h15mn de magnitude  $M_w = 4.8$  ainsi que le séisme de Skikda du 22 novembre 2020 à 3h52mn (UTC) de magnitude  $M_w=4.8$ . Ces secousses sismiques ont été enregistrées par plusieurs stations des réseaux sismologiques nationaux et internationaux.

Le réseau national d'accélérographes du CGS est composé de 158 stations numériques opérationnelles installées à travers le nord de l'Algérie. Les premières acquisitions datent de 1983 (il s'agit d'un premier lot de d'accélérographes analogique de type SMA-1 appelés maintenant à être réformés avec l'abandon de la technologie analogique). Actuellement, des accélérographes numériques (SSA-1, Etna, Etna-2) sont exploités pour l'enregistrement des mouvements forts lors des secousses sismiques. Ce réseau, a été acquis dans un premier temps pour permettre la constitution d'une banque de données accélérométriques nécessaire pour les études du génie parasismique. Depuis quelque temps les données du réseau sont également exploités pour les études de sismologie dont plusieurs travaux déjà publiés sur les séismes survenus dans les région d'Alger et.

Les séismes de Mila du 17 juillet 2020 ( $M_w 4.6$ ) et du 07 août 2020 ( $M_w 4.8$ ) ainsi que le séisme d'El Harrouch (Wilaya de Skikda) du 22 novembre 2020 ( $M_w 4.8$ ) ont été enregistrés par plusieurs stations du réseau national. Les enregistrements accéléroétriques sont utilisés dans ce travail pour déterminer les paramètres sismologiques (magnitude du moment, moment sismique, hypocentres, solutions focales) pour chacun de ces séismes. Les solutions focales obtenues pour les trois séismes correspondent à des décrochements purs où les plans nodaux sont orientés NE-SO et NE-SE. Les trois séismes sont superficiels et les épicentres sont localisés sur le trait structural nord constantinois qui s'étend de Guelma jusqu'à Mila.

En outre, les accélérations maximales enregistrées lors de la secousse du 07 août 2020 au niveau de la station de Béni-Haroun, installée en champ libre près du barrage, sont de 243.3 cm/s<sup>2</sup>, 238,8 cm/s<sup>2</sup>, 243,7 cm/s<sup>2</sup> dans les directions, respectivement, E-W, N-S et verticale. Ces valeurs élevées s'expliquent par la proximité et le caractère superficiel de l'épicentre.

**Mots-clés :** Séismes, accélérographes, paramètres de sources, accélérations, Est algérien.

## **Reappraisal of the Structural Provinces of the Late Neoproterozoic Egyptian Nubian Shield (Northern East African Orogen)**

Z. Hamimi

*Department of Geology, Faculty of Science, Benha University, 13518, Egypt*

The East African Orogen (EAO) comprises the high-grade Mozambique Belt (MB) to the south and the low-grade Arabian-Nubian Shield (ANS) to the north. The ANS, the upper crustal equivalent of the MB, consists of a mosaic of tectonic (tectonostratigraphic) terranes, separated along ophiolite-decorated megashears. The Eastern Desert tectonic terrane (Gerf or Aswan terrane) of Egypt, recently known as Late Neoproterozoic Egyptian Nubian Shield (ENS) shows most of the essential features of the Midyan terranes in Western Arabia. A general agreement that the ENS includes three structural provinces; southern compressional province (CP), central wrench province (WP) and northern extensional province (EP). Lithological units outcropping at both CP and WP are mainly gneisses (locally migmatized), gneissose granitoids, ophiolitic mélange, and arc assemblages. In the EP, the dominant units are granitoids, Dokhan Volcanics and the post amalgamation volcanosedimentary sequence (Hammamat Group). The eye-catching structural elements in the CP are SW- (to S-) propagated thrusting and thrust-related structures. Complete thrust duplex systems are observed elsewhere, particularly in the vicinity of the Allaqi-Heiani Belt, part of the major Yanbo -Onib-Sol-Hamid-Gerf-Allaqi-Heiani Suture Zone. The WP exhibits NW- (to WNW-) oriented Najd-related shearing and cogenetic structural elements (e.g gneissic domes and positive flower structures). Although the dominant tectonic regime prevailing at the EP is extensional as documented by several lines of evidence (such as E-W trending dyke swarms, E- to ENE- trending tensile fractures, and the emplacement of the voluminous granitoids and bimodal Dokhan Volcanics), gradations from transpression to extension can easily be detected in this province. However, characterization of the ENS structural provinces will be the subject matter of detailed discussion.

# **SESSIONS ORALES**

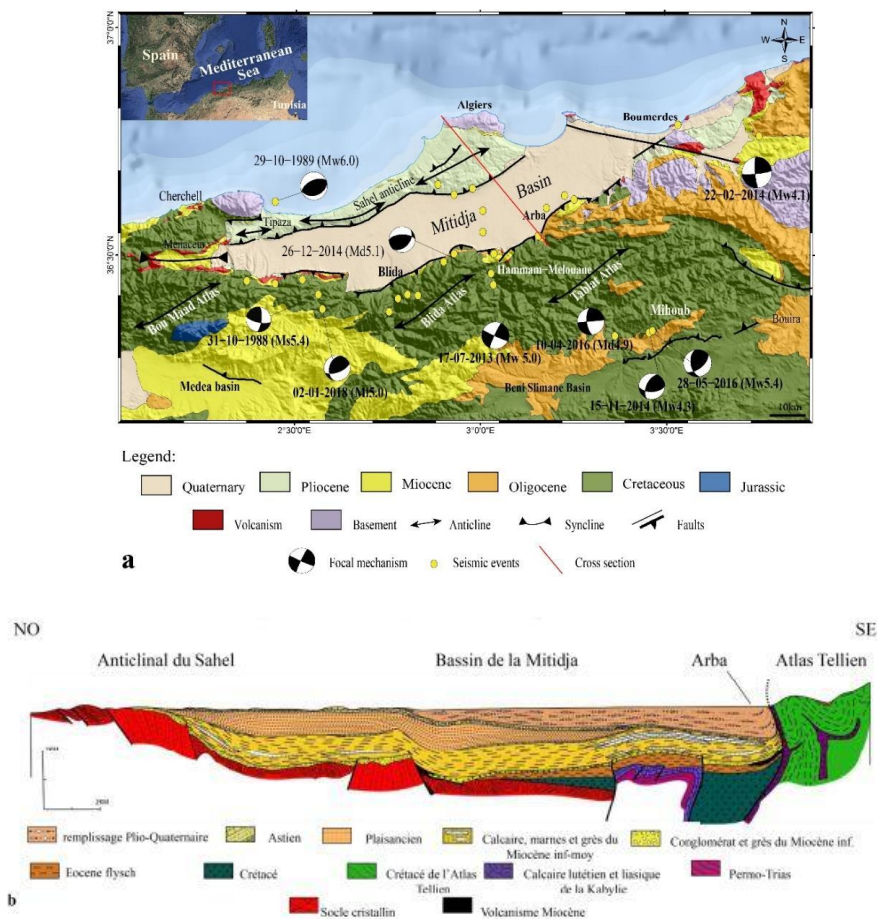
## **SESSION 1 - GÉOLOGIE DE LA CHAÎNE DES MAGHRÉBIDES.**

## Tortonian tectonic markers in the southern edge of the Mitidja basin: Hammam Melouane region

S. Adjiri<sup>1,2</sup>, M. Naak<sup>2</sup> et A. Yelles-Chaouche<sup>1</sup>

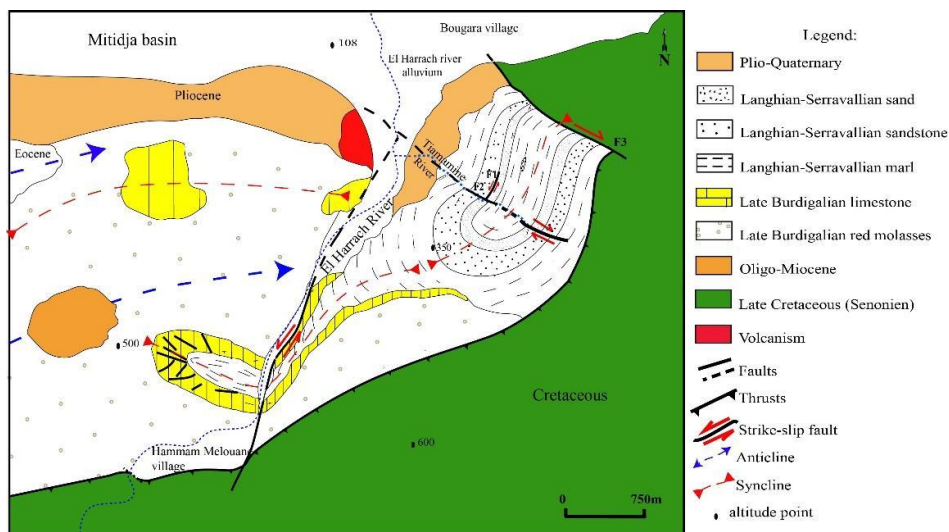
<sup>1</sup>Centre de Recherche en Astronomie Astrophysique et Géophysique (CRAAG), <sup>2</sup>Université des Sciences et de la Technologie Houari Boumediene (USTHB)

The final stage of the Alpine collision (Early to Middle Miocene) responsible for the structuration of tellien atlas and the nappes movements was followed by numerous tectonic phases. The Alpine orogeny underwent local extension to form longitudinal collapse structures, subparallel to the orogen and the Mediterranean coast (M. Durand Delga and J.M. Fontboté, 1980, G. Thomas, 1985). The Mitidja basin, located in north-central Algeria, is one of these structures, which cover a large geographical area and hides the structural contact between the internal-external and flysch zones of the Maghrebide mountain belts (fig. 1, a). The sedimentary filling of this basin is represented by a Miocene-Pliocene-Quaternary deposits (L. Glangeaud et al., 1952), whose whole is being unconformable on top of the older (fig. 1, b).



**Figure 1.** Geological map of the Mitidja basin and its surroundings, according to the geological map of Algeria (500 000e scale) drawn up by J. Flandrin, 1951 superimposed on a DEM background, with the main folds axes. The fault segments plotted are taken from A. Yelles-Chaouche et al. 2018 map. b: geological cross section of the Mitidja basin from the Bouzareah massif to the Tell Atlas, according to L. Glangeaud et al., 1952.

This extensional tectonic initiated in the Early Miocene (Upper Burdigalian) was overprinted by another phases, essentially of a compressive nature. The most crucial compressive regime is the Tortonian period, which give approximately the actual shape to the geological structures of Maghrebide domain M. Durand Delga and J.M. Fontboté, 1980. The Mitidja basin show a clear evidence of the Tortonian phase, especially belong the southern edge. Detailed structural analysis on the Hammam Melouane region, one of the best-investigated sites on the southern edge, reveal clear markers of this phase. The first step of the Compressive regime is characterized by folding deformation highlighted by kilometeric folds. In the second step the cretaceous substratum over thrust the Miocene deposits through kilometeric-scale thrust faults. In the third step, the compressive stress creates a strike-slip faults network, with a NE-SW trending sinistral faults, and an E-W trending dextral faults. This tectonic is under the control of a transpression regime that succeeds the previous Burdigalian-Serravalian tectonic regime. The results of the stress tensor inversion (Win-Tensor program by D. Delvaux 1993) indicate a NNW-SSE direction for the compressive stress regime of the Tortonian phase. We summarize the results of mapping, field measurements, analysis and interpretation of structural data collected from the Hammam Melouane area in a structural model (fig. 2).



**Figure 2.** Structural model of the Hammam Melouane region

The Plio-Quaternary tectonic events overprint the Tortonian deformed structures and give the actual shape to the Maghrebide domain.

**Keywords:** Mitidja basin – Tortonian phase – deformation – compressive regime

## References

- Delvaux D (1993) *The TENSOR program for paleostress reconstruction : examples from the East African and the Baikal rift zones*. Terra abstract. Abstract supplement, no. 1, to Terra Nova 5, 216
- Durand-Delga, M., and Fontboté, J.M. (1980), *Le cadre structural de la Méditerranée occidentale*, in *Géologie des chaînes alpines issues de la Téthys*, edited by J. Aubouin, J. Debeltmas, M. Latreille, Colloque no 5, 26e Congrès géologique international, Paris, in: *Mém. BRGM*, pp. 67-85.
- Glangeaud L, Aymé A, Caire A, Mattauer M, Muraour P (1952) *Histoire géologique de la province d'Alger*, XIXe Congr. Géol. Inter., Alger, Monogr. Région., 1ere sér., Algérie, n° 25
- Thomas G (1985) *Géodynamique des bassins intramontagneux: le bassin du bas Chelif occidental (Algérie) durant le Mio-Plioquaternaire* Thèse Sci., Univ. Pau, 594 p



## Les signatures tectonique et sédimentaire de l'inversion tectonique tertiaire dans le Tell externe de la chaîne des Maghrebides : cas de Haute Medjerda, Souk Ahras, Algérie orientale

A. CHABBI<sup>1,2</sup>, A. CHARMITI<sup>3</sup>, S. BRUSSET<sup>4</sup> et A. CHOUABBI<sup>2</sup>

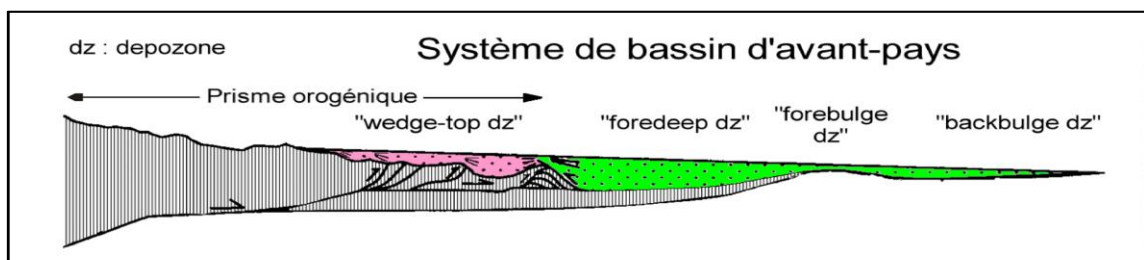
<sup>1</sup>Université Mohamed Cherif Messaadia Souk Ahras, Algérie.

<sup>2</sup>LGRN UBMA, Sidi Amar Annaba, Algérie.

<sup>3</sup>Laboratoire de Georesources, Centre de recherché et technique des eaux, Borj Cedria, Tunisie.

<sup>4</sup>Geosciences Environnement Toulouse, Université Toulouse III, Paul Sabatier, Toulouse, France.

La structure montagneuse du nord algérien ou chaîne tellienne fait partie de la dite chaîne des Maghrébides. Une succession de reliefs montagneux qui débutent au détroit de Gibraltar au Maroc à l'ouest jusqu'au Calabre en Italie à l'est. Cette structure a entrepris son développement avec le cycle alpin qui a connu deux principales périodes : (1) une période d'ouverture et installation de la Téthys entre la plaque eurasiatique et la plaque africaine. Elle commençait au Trias et s'est terminée au Crétacé supérieur. Durant cette phase s'est individualisé trois domaines à sédimentation contrastée : domaine interne au nord, domaine des flyschs au centre et domaine externe au sud. (2) une période de fermeture (ou inversion tectonique) du Crétacé supérieur à ce jour. Les sédiments de cette période sont diversifiés et fortement déformés. Ils sont caractérisés par la présence des discordances angulaires, des variations de faciès et dominés par des structures plissées, de chevauchements. L'inversion tectonique est due à l'engagement de la plaque africaine sous la plaque eurasiatique, puis une collision entre les deux plaques et la fermeture de la Téthys (Roure et al. 2012). Durant cette période la marge africaine a fonctionné comme un système de bassin d'avant-pays au sens Decelles et Giles (1996) comprend quatre sous bassins correspondent à des sous-bassins (fig. 1) : wedge-top, foredeep, forebulge et backbulge depozones (Brusset 1999).



**Figure 1.** schéma montrant un système de bassin d'avant-pays (De Celles and Giles 1996)

Ce modèle a montré son efficacité dans la reconstitution de bassins à des stades clés de l'évolution de la chaîne et une façon satisfaisante d'illustrer la dynamique du bassin et de la chaîne (Brusset 1999). Dans cette perspective, notre travail vise à expliquer la dynamique du bassin Tellien durant la période Paléocène-Eocène à partir de l'étude des affleurements de la région de Souk Ahras NE algérien (fig.2).



**Figure 2.** Situation de la région d'étude (rectangle rouge)

Les formations de la période Paléocène-Eocène de la région de Souk Ahras peuvent être divisées en trois types d'affleurements. (1) Au nord d'Oued Medjerda, des affleurements en structures plissées et écaillées. Ils s'étendent depuis El Koutz au NO de la ville de Souk Ahras à Ain Zana au NE en passant par la fameuse structure écaillée d'Ouled Driss. Il s'agit d'un faciès profond à globigérines, représentés par des marnes noires paléocènes, surmontées par une barre de calcaires noirs (Yprésien) surplombées par des marnes noires à boules jaunes (Lutétien-Priabonien). (2) Les affleurements de djebel Dekma et djebel Boukebch au sud de la ville de Souk Ahras. Ils sont en structure anticlinale de direction NE-SO, constitués essentiellement de marnes pélagiques noires paléocènes (à foraminifères benthiques et planctoniques) surmontés par un faciès à nummulites, représenté par des calcaires à grosses nummulites d'âge Yprésien-Lutétien et se terminent par des marnes riches en fossiles de bivalves caractérisant un milieu de dépôt néritique. (3) plus au sud un faciès littoral dans le synclinale de Merahna-Taoura, les affleurements sont formés de marnes noires du paléocène (similaires aux marnes paléocènes déjà décrites). Elles sont surmontées par des conglomérats, grès, glauconies et calcaires tendres de l'Eocène.

**Mots clés :** chaîne des Maghrebides – bassin d'avant-pays – Souk Ahras

## Références

Brusset S (1999) *dynamique des bassins d'avant-pays : signatures tectoniques et sédimentaires de l'évolution de chaînes de montagnes (Exemples de la chaîne de Taiwan et de la chaîne des Maghrébides-Bétides)*. Doctorat, Université Paul Sabatier Toulouse III

Chabbi A, Chouabbi A, Chermiti A, et al (2016) *La mise en évidence d'une nappe de charriage en structure imbriquée: Cas de la nappe tellienne d'Ouled Driss, Souk-Ahras, Algérie. Courrier du savoir 21:149-156*

De Celles PG, Giles KA (1996) *Foreland basin systems. Basin Research 8:105-123*

Roure F, Casero P, Addoum B (2012) *Alpine inversion of the North African margin and delamination of its continental lithosphere: inversion of the North African margin. Tectonics 31:n/a-n/a. <https://doi.org/10.1029/2011TC002989>*

## **Litho-biostratigraphy of the Mid-Eocene “Reineche Limestone” Member (Souar Formation) of northern Tunisia: Paleogeographic implication**

S. Chouat<sup>1</sup>, M. Boughdiri<sup>1</sup>\*, K. Boukhalifa<sup>1</sup>, R. Alouani<sup>1</sup>

<sup>1</sup>University of Carthage, Faculty of Sciences of Bizerte, 7021 Zarzouna, Tunisia

The Mid-Eocene “Reineche Limestone” lithostratigraphic unit and their coeval deposits from northern Tunisia show a wide range of lithofacies developed in a progressive shallow-marine carbonate platform contemporaneous with the Mid-Eocene global transgressive event that is well documented in the circum-Tethyan domains. The “Reineche Limestone” is regarded as a thick nummulite-rich accumulation which is often good hydrocarbon reservoirs. However, their coeval deposits, particularly in northwestern Tunisia, are not well-understood, and their facies, depositional settings, as well as paleogeographic restitution are still under discussion. The present paper is deduced to a deep investigation of the “Reineche Limestone” in its type locality outcrop (Damous section) from northeastern Tunisia as well as their coeval deposits outcropping in northwestern Tunisia throughout three well-exposed successions, described for the first time, at Sidi N'sir, Djebba and Oued Hassene localities. Based mainly on fossil assemblages (principally larger benthic foraminifera), and rock texture and fabric, eight micro-biofacies (Mf1 to Mf8) have been recognized indicating a depositional spectrum ranging from “shoal” inner ramp to outer ramp depositional settings.

In northeastern Tunisia, the Bartonian “Reineche Limestone” of Damous outcrop consists of 20m thick fossiliferous muddy-limestone hosted larger benthic foraminifera-dominated assemblages (Orthophragminids, Nummulitids, Alveolinids) associated with planktic and small benthic foraminifera, miliolids, gastropods, algae and echinids. Larger benthic foraminifera-dominated assemblages suggest a progressive marine ramp under essentially oligotrophic conditions.

In counterpart, the Bartonian coeval deposits cropping out throughout the northwestern Tunisia, are represented by relatively thin (0.6-4m) bioclastic limestone intervals recorded in Sidi N'sir, Djebba and Oued Hassen sections which display a remarkable facies variability and include two distinct lithofacies: i) bioclastic limestone and ii) phosphorite-rich limestone. The bioclastic limestone is dominated by larger benthic foraminiferal assemblages (Orthophragminids, Nummulitids) associated with ostracods, echinids, and small benthic foraminifers which is broadly resemble to “Reineche limestone” depositional conditions. While the phosphorite-rich limestone is constituted mainly of peloids, bone fragments and lithoclasts components. Nummulitids, planktic foraminifers, small benthic foraminifers, echinids, oyster shell and brachiopod fragments, and fine siliciclastic are also present, which, in turn, suggest that the paleoenvironmental conditions during formation of the phosphorites varied from oxic-suboxic to anoxic during microbial decomposition of organic compounds and/or bacterial reduction of sulfate. The decreased larger benthic foraminiferal abundance as well as the noticeable quartzose terrigenous fraction are consistent with deposition of the phosphorites in a shallow marine environment, most likely a middle ramp setting. The Mid-Eocene phosphorite-rich limestone of northwestern Tunisia reflects the array of processes controlling phosphatic sediment production and accumulation during the latest episode of the Paleogene phosphatogenesis described for the first time in the south-Tethyan margin.

**Keywords:** Mid-Eocene - Phosphorite - larger benthic foraminifera - paleoenvironmental evolution - northern Tunisia.

## **Identification des dépôts liés à un tsunami à partir des analyses taphonomiques des bivalves d'âge Calabrien (Hachacha, bassin de Bas Chélif)**

DOUKANI Med Amine\*, SATOUR Linda\*, BELKEBIR Lahcene\*, BESSEDIK Mostefa\*, MANSOURI M\* et TEDJEDDINE Hassane\*.

\* Laboratoire de Paléontologie Stratigraphie et Paléoenvironnements, FSTU, Univ Oran 2 Mohamed Ben Ahmed.B.p.1524 El M'Naouer, 31000. Oran, Algérie

La présente étude a pour but d'établir une analyse taphonomique exhaustive des bivalves contenus dans la dalle calabrienne du site de Port de Menard (région de Hachacha, wilaya de Mostaganem). En effet, les grès coquilliers attribués au Pléistocène surmontent en discordance angulaire les assises du Pliocène supérieur de la Molasse des Hachacha.

L'approche biostatigraphique basée sur les nannofossiles calcaires a permis de préciser la présence en abondance du genre *Gephyrocapsa*, qui indique la zone NN19. Par ailleurs, l'étude systématique de la malacofaune appartenant à la dalle calabrienne a révélé la présence du Glycymeriidae *Glycymeris bimculata* et le Cardiidae *Acanthocardia paucicostata*, avec la dominance du premier taxon.

L'analyse taphonomique de ces deux bivalves, a permis de conclure que ce niveau fossilifère (*Glycymeris* & *Acanthocardia*) correspond à un dépôt lié au vague de tsunami, qui s'est mis en place au cours du Calabrien.

**Mots clés :** *Glycymeris*, Calabrien, bassin de Bas Chélif, Taphonomie, Tsunami.

---

## **Characterization of the sedimentary structure of the Middle-Chelif Basin, NW of Algeria, using ambient vibration techniques**

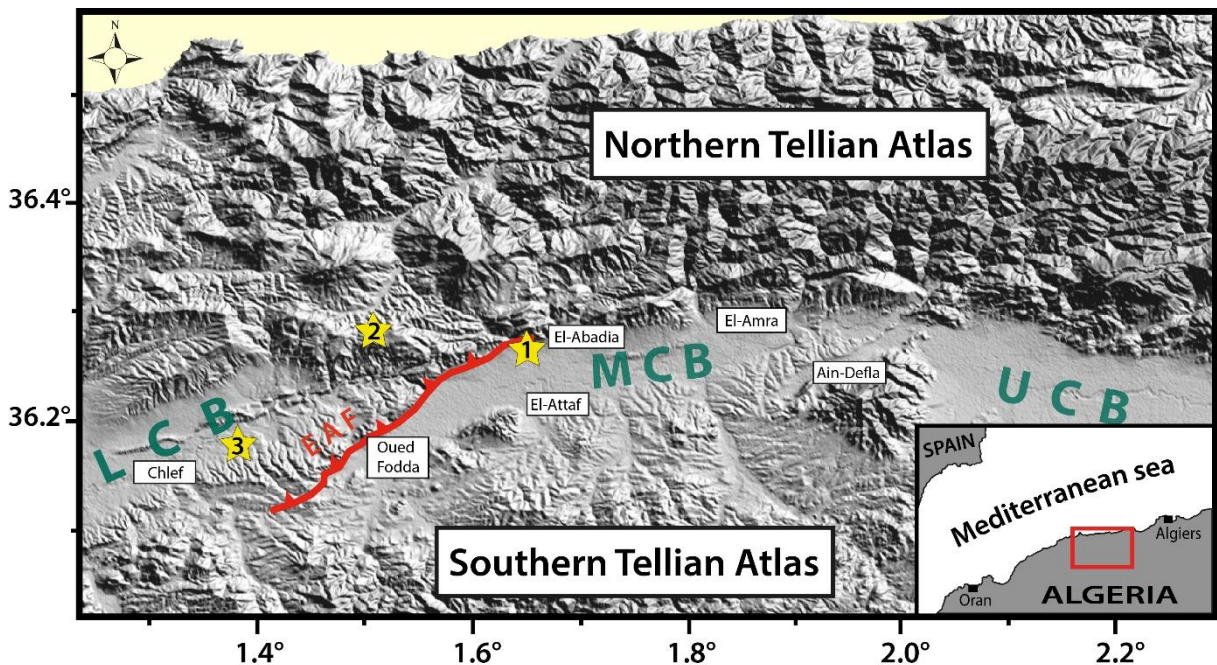
A. Issaadi <sup>1,2</sup>, F. Semmane <sup>1</sup>, A. Yelles-Chaouche <sup>1</sup>, J.J. Galiana-Merino <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Centre de recherche en Astronomie Astrophysique et Géophysique (CRAAG)

<sup>2</sup> University of Alicante, Spain

A site effect investigation is carried out in the Middle-Chelif Basin, in the northwestern part of Algeria (Figure 1). A region of moderate-to-high seismic activity, mainly related to the collision between the African and Eurasian plates. The present study contributes to the seismic hazard assessment in northern Algeria, by providing the necessary subsoil characteristics. Single station and array-based techniques have been applied on ambient vibration recordings at 250 sites in the Middle-Chelif Basin, to retrieve the soil resonance frequencies with the corresponding amplitudes, and the dispersion curves of Rayleigh waves. Also, the liquefaction potential has been investigated for the cities of El-Attaf, El-Abadia, and Ain-Defla. The resonance frequencies vary between 0.75 and 12 Hz. The maximum observed amplitude is 6.2. The inversion of the obtained data allowed calculating the shear-wave velocity models at each recording site. The results are presented

in 2D velocity models. Vs30 variation map, along with soil classifications are provided for the three cities under study. Finally, a bedrock model is proposed.



**Figure 1.** Location of the study area. The numbered yellow stars correspond to the epicenters of the major earthquakes in the area: (1) the 1934 Carnot ( $I_0 = IX$ ) earthquake, (2) the 1954 Orléansville ( $M_s 6.7$ ) earthquake, and (3) the 1980 El-Asnam earthquake ( $M_w 7.2$ ). EAF = El-Asnam fault trace; UCB = Upper-Chelif Basin; MCB = Middle-Chelif Basin; LCB = Lower-Chelif Basin.

**Keywords:** Middle-Chelif Basin, Ambient vibrations, single-station, array techniques, soil classification

## Micropaléontologie et biostratigraphie des foraminifères de L’Apto-Albien au Nord-Est de la Tunisie (J. Oust, J. Ammar)

<sup>1</sup>A. Elkhazri & <sup>1</sup>M. Boughdiri

<sup>1</sup>Université de carthage, Faculté des Sciences de Bizerte, Département des Sciences de la Terre, 7021, Zarzouna, Bizerte, Tunisia.

Au Jebel Oust (Douar Ben Nsib, NE Tunisie), les séries de l’Aptien inférieur sont représentées par des alternances marno-calcaires grises à noires (40 m d’épaisseur). Ces alternances contiennent des foraminifères benthiques et planctoniques représentées par: *Praehedbergella sigali*, *P. primare*, *Gorbachikella kugleiri*, *G. anteroapertura*, *G. grandiapertura*. Celles-ci sont associées à un benthos varié (notamment *Lenticulinanodosa*) avec une abondance de radiolaires représentés par des variétés de Spumellaires et Nassellaires. Cette microfaune variée permet d’attribuer un âge Aptien inférieur pour ces niveaux de la formation M’Cherga du NE de la Tunisie. La zone à Cabri fait défaut dans ce secteur et l’évènement OAE 1a n’est pas exprimé.



Les premières apparitions des marqueurs stratigraphiques *Rotalipora appenninica* et *Ticinella primula* indiquent un âge Albien supérieur. Ces séries albiennes de la formation Fahdène (20 m) reposent en discordance sur l'Aptien inférieur et sont caractérisés par des alternances de marnes et d'argiles avec intercalations de calcaires noirs d'épaisseur décimétrique.

Au Jebel Ammar (coupe Oued Bakkar), la série aptienne est plus développée, débutant par des niveaux carbonatés noirs en plaquettes, riches en matière organique. Les foraminifères s'y raréfient et sont essentiellement représentés par du plancton à loges radialement allongées (*Praehedbergella*, *Pseudochackoina* et *Leupoldina*), associées au groupe *blowigottisi-duboisii* et le genre *Praehedbergella* dont *P. sigali*, *P. aptiana*, *P. primare*. Ces niveaux carbonatés datés de la partie supérieure de l'Aptien inférieur montrent des pics successifs de radiolaires associés à *Leupoldina*. L'apparition de *Leupoldina cabri* est marquée par un pourcentage élevé (gisement de *Leupoldina*) qui témoigne de conditions environnantes dysaérobiques et l'espèce-indice définit une zone à extension totale. L'analyse du carbone organique total (COT) et des isotopes du carbone ( $\delta^{13}\text{C}$ ) de l'Aptien a confirmé l'existence de l'événement anoxique océanique « OAE 1a ». L'Aptien moyen à supérieur est caractérisé par une sédimentation essentiellement argileuse avec des passées marno-calcaires. Cet intervalle est subdivisé en six zones d'intervalles correspondant aux zones à *Praehedbergella luterbacheri*, *Globigerinelloides ferreolensis*, *G. algerianus*, *Hedbergella trochoidea*, *Planomalina cheniourensis* et *Ticinella eubejaouaensis*. Le passage Gargasien-Clansayésien est défini par la première apparition de *Ticinella eubejaouaensis*.

Dans cette localité, l'Albien supérieur (Zone à *Appenninica*) vient en discordance sur l'Aptien supérieur (Zone à *eubejaouaensis*). Une lacune de la partie supérieure du Clansayésien et de l'Albien inférieur et moyen est mise en évidence au Jebel Ammar. L'absence de cet intervalle peut être expliqué par le contrôle de l'accident hérité majeur de Sidi Thabet mais aussi par le rôle de Trias qui tronque les séries dans ce secteur. Toutefois au Jebel Oust, la lacune est plus importante avec la zone à *Appenninica* qui surmonte la zone à *Blowii*, et les zones connues du sommet de l'Aptien inférieur, Gargasien inférieur à moyen, Clansayésien, Albien inférieur et moyen sont absents. Ce hiatus peut être inféodé au contrôle synsédimentaire de l'accident de Zaghuan.

Cette étude comparative entre les deux bassins (J. Ammar/J. Oust), telle que fondée sur une analyse quantitative de l'ensemble des espèces planctoniques et benthiques, prouve que l'Aptien est plus épais au J. Ammar, caractérisé par des biozones plus complètes et riches en foraminifères planctoniques et benthiques avec un événement anoxique 'OAE 1a' plus exprimé. Ces résultats sont comparés aussi bien à l'échelle régionale de la Tunisie qu'à une échelle plus étendue impliquant d'autres localités des marges de la Téthys.

**Mots-clés :** Limite Aptien-Albien, Foraminifères, J. Oust, J. Ammar, Tunisie nord-orientale.

## La mobilité du sel messinien dans l'offshore de la marge algérienne

MAOUDJ, B<sup>1</sup>., SAHOUI, R<sup>1</sup>., BRACENE, R<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> Laboratoire De Géodynamique, Géologie De L'ingénieur Et De Planétologie, Faculté des Sciences de la Terre, de Géographie et de l'Aménagement du Territoire, Université des Sciences et de la Technologie Houari Boumediene, BP32, El Alia 1600 Alger, Algérie.

<sup>2</sup> Cadre supérieur à la SONATRACH-BOUMERDES (en retraite).

Le bassin Algéro-provençal ainsi que l'ensemble de la méditerranée occidentale possède une couverture sédimentaire remarquable par l'existence d'une épaisse série évaporitique. Parmi ces évaporites, le sel messinien (principalement de l'halite), déposé pendant la crise de salinité messinienne, est mobile. L'interprétation de sections sismiques recueillies lors des campagnes océanographiques MARADJA (2003) et SPIRAL (2009) a permis de constater que le mécanisme de cette mobilité est typique d'un glissement-étalement gravitaire le long d'une pente d'un matériel ductile (le sel) sous une couverture plus rigide avec le développement de différentes structures salifères évoluant du continent vers le large. Autrement dit, des structures extensives en amont, des diapirs perçants dans la partie médiane et des structures compressives en aval de la pente, un phénomène observé dans plusieurs parties du monde. Le mécanisme ainsi que la chronologie (Messinien Terminal-Pliocène) de la mobilité du sel messinien laissent penser que la morphologie complexe et les événements géodynamiques (le soulèvement du substratum?) de la marge algérienne en sont les principaux suspects.

**Mots clés :** Tectonique salifère, Sel messinien, marge algérienne, Diapirs.

---

## Neotectonic evolution along the borders of Numidic Chain (NE Algeria)

Y. Mohammedi<sup>1,2</sup>, A. Yelles-Chaouche<sup>1</sup>, S. Adjiri<sup>1</sup>, N. Hallal<sup>1</sup> and H. Djellit<sup>1</sup>

<sup>1</sup>CRAAG, Bouzareah, Algiers <sup>2</sup>FSTGAT-USTHB Bab Ezzouar, Algiers.

The actual stress regime in Tell Atlas in northeastern Algeria indicates predominant transcurrent tectonics materialized by reactivation of EW and NW-SE dextral right-lateral and NNE-SSW to NE-SW left-lateral strike-slip faults (Bendjama et al., 2021; Boulahia et al., 2021; Soumaya et al., 2018). The geologic records, however, show that this regime has been changing during the last 15 Ma (Upper Burdigalian; Guiraud, 1977). The active deformation in this area is a result of a superposition of multiple tectonic regimes that have affected this area. The borders of the Lesser kabylian block (namely the Numidic Chain) between El Aouana and Guelma give us a valuable opportunity to illustrate this deformation history through field observations and seismotectonic records. Our analysis along with the previous studies allow us to decipher 04 tectonic events between the Middle Miocene to the present: (1) The Middle Miocene to Upper Miocene extension ( $\varphi_1$ ); (2) The Late Miocene to Pliocene compression/transpression ( $\varphi_2$ ); (3) The Pliocene to Lower Quaternary extension ( $\varphi_3$ ); and (4) The actual transpression ( $\varphi_4$ ).



During the first stage ( $\varphi_1$ ) the borders of this chain have been reactivated into normal faults with different orientations (NW-SE, EW, NE-SW, NS). This led to the installation of the Post thrust sheet basins (Jijel Basin, Constantine Basin, Guelma Basin...). This tectonic activity is contemporaneous with magmatic activity occurring mainly along the mega-shear zones (Kef Hahouner Lamproites, El Milia Granite, El Aouana andesites). By the end of the Miocene, the regime had changed drastically to be compressive and, in some areas, transpressive ( $\varphi_2$ ). This event seems to have an important role as it leads to the inversion of the previous structures into major E-W to NE-SW trending thrusts and folds along the boundaries of the Numidic Chain. Along the western border of the chain, this event led to the reactivation of the southern kabyle front in the Texenna area and to the development of NW-SE dextral strike-slip fault in the El Aouana area. Along the north Constantine fault, deformation seems to be controlled by transpressional tectonics rather than pure compression. In the late Pliocene and early Quaternary, a less important extensional event occurred ( $\varphi_3$ ). This tectonic event would be responsible for the installation of the Tebessa graben and many depressions in northeast Algeria. Aris et al. (1998) consider a longer time frame for this event (Upper Miocene to Quaternary). However, along the boundaries of the Numidic chain this event seems to be localized in time and led to the reactivation of NNW-SSW to NS faults. The present stress regime ( $\varphi_4$ ) appears to have begun during the Quaternary; it leads to the actual seismotectonic setting of this region. However, observations along North Constantine and Ain Smara faults show that long-term deformation during the Quaternary is transpressional as many evidence of reverse faulting affecting the Upper Quaternary has been found along these active faults.

**Keywords :** Neotectonic evolution- Numidic Chain -Transpression - Active deformation.

## References

- Aris, Y., Emmanuel Coiffait, P., & Guiraud, M. 1998. *Tectonophysics*, 290(1-2), 59-85.
- Bendjama, H., Yelles-Chaouche, A., Boulahia, O., Abacha, I., Mohammedi, Y., Beldjoudi, H., Rahmani, S. T.-E., & Belheouane, O., 2021. *Geosciences Journal*, 25(5), 697-713.
- Boulahia, O., Abacha, I., Yelles-Chaouche, A., Bendjama, H., Kherroubi, A., Mohammedi, Y., Aidi, C., & Chami, A., 2021. *Pure and Applied Geophysics*, 178(4), 1253-1279.
- Guiraud, R., 1977. *Bulletin de La Societe Geologique de France*, S7-XIX(3), 645-650.
- Soumaya, A., ben Ayed, N., Rajabi, M., Meghraoui, M., Delvaux, D., Kadri, A., Ziegler, M., Maouche, S., & Braham, A., 2018. *Tectonics*, 37(9), 3148-3173.

## **Tectonic block deformation in NE Maghrebides and Sahara Platform: Insight from GNSS data**

T. Saad <sup>1</sup>, H. Abdellaoui <sup>2</sup> and M. Meghraoui <sup>1</sup>

<sup>1</sup>EOST - ITES (UMR 7063), University of Strasbourg, France

<sup>2</sup>Institut National de Cartographie et Télédétection, Hussein-Dey, Algeria

This study consists in the analysis of the active deformation of the Maghreb region using new GPS data in Algeria, associated with the seismotectonic characteristics along the Africa (Nubia) - Eurasia plate boundary. For this study, I had access to RINEX data from 6 GPS stations, 3 of which (DZAL, DZOR, DZCO) are located in the Tell Atlas in Algeria, and 3 stations on the Saharan platform (TIND, BECH, OGLA). The new GPS data are combined with the measurements made by Bougrine et al. (2019) in Algeria, and by Bahrouni et al. (2020) in Tunisia, following the ITRF 2014. The time series of the stations obtained using Gamit-GlobK show a stability of the signal and indicate a correct alignment of the positions for the two components "easting" and "northing". The NE Maghrebides and Sahara platform are subdivided in tectonic blocks according to the structural geology background and active tectonics (Meghraoui and Pondrelli, 2012). The results found show GPS velocities of 1 to 5 mm/yr and NNW to NW-SE direction, in agreement with shortening rates obtained from active tectonic and seismotectonic studies. Using the TDEFNODE modelling, our study shows a consistent correlation between GPS results and shortening of tectonic blocks. It also confirms the oblique ~NW and 3-5 mm/yr convergence, with counterclockwise deformation from east to west (from Tunisia to Morocco), of Nubia relative to Eurasia in the western Mediterranean.

**Keywords:** GNSS, Active Faulting, Tectonic Block, Seismotectonics, Modelling,

### **References**

N. Bahrouni, F. Masson, M. Meghraoui, M. Saleh, R. Maamri, F. Dhaha, M. Arfaoui, 2020, Active tectonics and GPS data analysis of the Maghrebian thrust belt and Africa-Eurasia plate convergence in Tunisia, *Tectonophysics* 785, <https://doi.org/10.1016/j.tecto.2020.228440>.

Bougrine, A., A. Yelles-Chaouche, E. Calais, 2019, Active deformation in Algeria from continuous GPS measurements, *Geophys. J. Int.* 217 (1), 572-588, <https://doi.org/10.1093/gji/ggz035>

M. Meghraoui, S. Pondrelli, 2012, Active faulting and transpression tectonics along the plate boundary in North Africa, *Ann. eophys.*, 55 (5) (1), [10.4401/ag-4970](https://doi.org/10.4401/ag-4970)

# **SESSIONS ORALES**

**SESSION 2+9- RISQUES ET GÉOLOGIE DE  
L'INGÉNIEUR.**

## **Contribution of numerical simulation on tunnel construction with soft rock mass conditions, case of the tunnel of Djebel Ouahch, (Constantine)**

A.N. ALLOUACHE

*National higher school of mines and metallurgy, Amar Laaskri , Annaba.*

The underground constructions have known several developments during the past century, weather in the urban utility than in the industrial fields. Proceeding to the excavation needs many factors to be taken into account, feasibility study, impact, costs and rock mass conditions...etc.

The rock mass response varies in accordance with its own characteristics, determining this way the nearest quality that fits to this one.

The response of a rock mass to stress due to tunnel excavation depends essentially on the geological characteristics, tunnel cross-sections geometry and its position within the massif. The major stakes at this point is to ensure its stability by controlling or reducing, to an acceptable degree, the deformations caused by the excavation during construction phase. This communication aims to put in evidence the contribution of numerical modelling in the tunnel constructions. To do so, a real case of tunnel construction has been taken as reference, case of Djebel Ouahch, Constantine. This work will treat a parametric study which will take into consideration many parameters on the tunnel behaviour such as surrounding soil characteristics, tunnel depth, and tunnel shape cross-sections. The analysis is performed using plaxis 2D TUNNEL, calculation code with Hoek-Brown criterion model for intact rocks behaviour. These outcomes can help to understand the influence of various factors which control the stability of a tunnel in poor rock characteristics.

**Keywords:** Tunnels, stress, numerical modelling, stability, soil characteristics.

---

## **Effets de la dynamique paysagère amont sur la qualité des eaux en zone humide côtière avale : Cas de la lagune de Ghar el Melah (Tunisie septentrionale)**

I. Amri<sup>1</sup> et M. LABIADH<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Département des sciences de la terre. Faculté des sciences de Bizerte. Tunisie

Les changements spatiaux et temporels de la couverture terrestre des zones en amont ont des impacts directs sur la qualité des eaux dans les zones humides côtières en aval.

Dans la présente étude, on a mis en place une étude pluridisciplinaire, basée sur la télédétection, l'analyse de données géospatiales et les mesures in situ pour le suivi d'une zone humide côtière à l'extrême nord tunisien : la lagune de Ghar el Melah.

On a étudié la configuration spatio-temporelle des utilisations des terres dans le bassin versant de la lagune et examiné comment les schémas spatiaux des utilisations des terres urbaines, agricoles et forestières mesurés étaient liés ou non à la qualité de l'eau du système lagunaire.

Pour ce faire, des données de télédétection optique à moyenne et haute résolutions spatiales (Landsat, SPOT et Sentinel 2) et des données d'échantillonnage sur le terrain ont été analysées.

Les résultats indiquent que la qualité de l'eau lagunaire est étroitement associée à la fois aux modes d'utilisation des terres et aux configurations des zones urbaines, des zones agricoles hétérogènes et légèrement des zones forestières. La qualité de l'eau est plus susceptible de se dégrader lorsqu'il y a une grande interspersion de divers types d'utilisation des terres à lesquelles s'ajoutent les changements climatiques. Ceci peut s'avérer utile pour la planification et la gestion des activités dans la zone côtière en question.

**Mots clés:** Télédétection, données géospatiales, Qualité d'eau, Lagune de Ghar el Melah.

---

## **Cartographie de la susceptibilité aux glissements de terrain de la Pénétrante Autoroutière reliant Tizi-Ouzou à l'Autoroute Est-Ouest**

BELAROUÏ A<sup>1</sup>, GOUMRASA A<sup>2</sup>, AIT CHEKDID M<sup>2</sup> et YAHIAOUI M<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Laboratoire Géo-environnement FSTGAT USTHB Bab-Ezzouar Alger

<sup>2</sup>Laboratoire de Géomorphologie et Géorisques.

Dans cette étude, nous avons évalué la susceptibilité aux glissements de terrain de la pénétrante autoroutière reliant Tizi-Ouzou à l'autoroute Est-ouest au niveau de Djebahia sur 48 km, en utilisant une approche d'analyse décisionnelle multicritère. Diverses données provenant de différentes sources ont été traitées dans un environnement SIG et huit facteurs de conditionnement des glissements de terrain ont été pris en compte : lithologie, précipitations, pente, densité de drainage, densité de linéament, NDVI, distances aux ruisseaux, et l'altimétrie. Chacun des facteurs conditionnant a été sélectionné, reclassé, et classé en fonction de son influence sur les glissements de terrain. Deux méthodes GIS-MCDA populaires, à savoir AHP et WLC, ont été utilisées pour pondérer l'influence et combiner les facteurs sélectionnés, et construire le modèle d'évaluation des glissements de terrain. Ensuite, les indices de susceptibilité aux glissements de terrain ont été calculés et utilisés pour produire une carte de susceptibilité aux glissements de terrain de la zone d'étude. Enfin, une analyse spatiale a été effectuée pour évaluer la susceptibilité de la pénétrante autoroutière aux glissements de terrain. Les résultats montrent que 20,46 % de la pénétrante est très sensible aux aléas de glissement de terrain, la combinaison de la carte obtenue avec le chaînage routier a permis de délimiter des segments très sensibles aux aléas de glissements de terrain par points kilométriques.

Ce travail retrace la méthodologie employée dans le but de réaliser une carte de susceptibilité aux glissements de terrain comprenant quatre niveaux : très faible, faible, modéré et élevé. La carte proposée sera très utile aux constructeurs, planificateurs, chercheurs et ingénieurs dans l'avenir, les aidants à prendre les décisions idoines.

**Keywords :** glissement de terrain, pénétrante autoroutière Tizi-Ouzou, SIG-MCDA. AHP. WLC

## **Mechanical stabilization of high embankments using shear DSM walls technique**

Z. BENGHAZI<sup>1</sup>, A. BENYOUCEF<sup>2</sup>, I. BENCHALIA<sup>3</sup>

<sup>1</sup> *Environment Laboratory, Department of Mining and Geotechnology, Mining Institute, Larbi Tebessi University – Tebessa, Algeria*

<sup>2,3</sup> *Department of Mining and Geotechnology, Mining Institute, Larbi Tebessi University – Tebessa, Algeria*

This work falls within the framework of ground mechanical stabilization when building embankments for transportation use, on soft ground, or even for high embankments. The construction of shear walls with Deep Soil Mixing (DSM) is an efficient and economical solution to ensure embankment stability.

The study case chosen for this work is the bypass road's embankment of Tebessa city, built on soft soil. The maximum vertical displacement value was obtained by numerical modelling of the highest embankment (10 m). The DSM shear wall was dimensioned and modelled to estimate the embankment's enhancement in stability and displacement reduction. The DSM physicommechanical properties were obtained from the laboratory test result.

The results show that DSM shear walls present an efficient solution to improve stability and reduce vertical displacement under high embankments.

**Keywords:** Ground stabilization – Embankments – Soft soil – Shear wall – Deep soil mixing

### **References**

*Le Kouby, A., Reiffsteck, P., Mosadegh, A., Tacita, J.-L., 2013, Etude paramétrique en laboratoire du matériau Deep Soil-Mixing, Proceedings of the 18<sup>th</sup> International Conference on Soil Mechanics and Geotechnical Engineering, Paris, 2605-2606.*

*Federal Highway Administration Design Manual, 2013, Deep Mixing for Embankment and Foundation Support, Report Number : FHWA-HRT-13-046, USA.*

*Muttuvel, T., Iyathurai, S., Ameratunga, J., Soft Clay Engineering and Ground Improvement, CRC Press, 1<sup>st</sup> Edition, 2021.*

## Inventory mapping and spatial distribution analysis of landslides induced by the August 7, 2020 (Mw= 4.8) Mila earthquake, north-eastern Algeria

W. Chettah<sup>1</sup>, H. Bourenane<sup>2</sup>, Y. Bouhadad<sup>2</sup>, N. Slimani<sup>2</sup>, A. Serkhane<sup>3</sup> and R. Hadji<sup>4</sup>

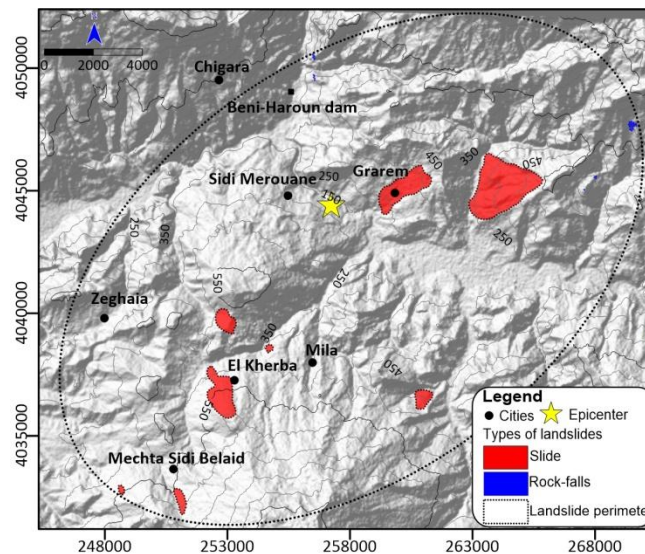
<sup>1</sup>Laboratory of Geology and Environment, University of Constantine 1, Algeria

<sup>2</sup>National Center of Applied Research in Earthquakes Engineering (CGS), Algeria

<sup>3</sup>Algerian Geological Agency Survey (ASGA), Algeria

<sup>4</sup>Laboratory of Applied Research in Engineering Geology, Geotechnics, Water Sciences, and Environment, Setif 1 University, Algeria

On August 7, 2020, a relatively moderate earthquake (Mw = 4.8) struck the Mila region (NE-Algeria) at 06h15mn (UTC). Despite its small size, the earthquake triggered many coseismic landslides of various types, including slides, rock falls, debris falls, and deep-seated landslides. The purpose of the current study is to establish a detailed inventory map of landslides triggered by this event and to investigate the spatial distribution of landslide occurrence locations and their influencing factors that provide evidence for the identification of the seismogenic fault for the Mila event. The detailed inventory map of coseismic landslides is prepared based on field investigations coupled with visual interpretation of Sentinel-1A InSAR satellite images taken before and after the main shock. The landslides covered a total area of 9.60 km<sup>2</sup> and were focused on an elliptical area of 354 km<sup>2</sup>, dominated by large-scale slides, rock falls, and debris falls (Fig. 1).

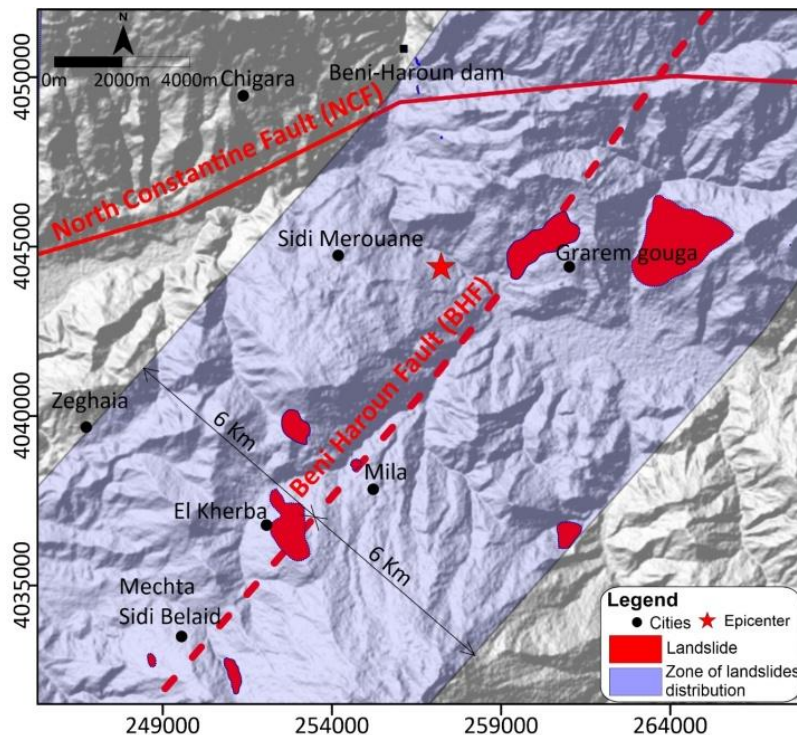


**Figure 1.** Inventory map of landslides triggered by the Mila earthquake on the digital elevation model (DEM)

Then the spatial correlation of landslides with their possible influence factors (such as lithology, elevation, slope angle, slope aspect, distance from the epicenter, distance from the fault, and peak ground acceleration PGA) is analyzed statistically using the landslide area (LA), landslide number density (LND), and landslide area percentage (LAP) under GIS. The results show that the largest LND and the highest LA, LAP are at 400 m–600 m of elevation, in PGA of 0.04–0.07g, and in marl clays and lacustrine limestones of the Mio-Pliocene. The LA, LAP, and LND have negative correlations with the slope angles, where the values decrease with the increasing slope angle. Statistics also indicate that the mapped landslides are distributed mostly in the N, NE, and NW directions, roughly parallel to the Beni Haroune supposed active fault (BHF). The



LAP and LND values decrease with the increasing distances to the epicenter and the active fault. The obtained results indicate that landslides induced by strike-slip fault earthquakes are distributed similarly within a distance of 6 km on both sides of the faults, as observed in various research worldwide (**Fig. 2**). Additionally, the affected area by landslides in relation to the earthquake magnitude is larger than that produced by other similar events of similar magnitudes worldwide. This study provides an exhaustive understanding of the genesis of coseismic landslides as well as useful scientific information for landslide hazard and risk mitigation.



**Figure 2.** Spatial distribution patterns of landslides similarly on the on either side of the seismogenic fault.

**Keywords :** coseismic landslide - inventory mapping - spatial distribution- strike-slip fault- remote sensing.

## References

Coiffait, P.-E (1992) : *Un bassin post-nappe dans son cadre structural, exemple du bassin de Constantine (Algérie orientale)*. Thèse doctorat sc. Univ. Nancy, 502 p.

Bourenane H, Meziani AA, Ait Benamar D (2021b) Application of GIS-based statistical modeling for landslide susceptibility mapping in the city of Azazga, Northern Algeria. *Bull Eng Geol Environ* (2021). <https://doi.org/10.1007/s10064-021-02386-0>

Hadji R, Chouabi A, Gadri L, Raïs K, Hamed Y, Boumazbeur A (2016) Application of linear indexing model and GIS techniques for the slope movement susceptibility modeling in Boussemam upstream basin, Northeast Algeria, *Arabian Journal of Geosciences* 9:192.

## **LE GLISSEMENT DE TERRAIN DE MILA INDUIT PAR LE SEISME DU 7 AOUT 2020 : CAS D'ECOLE D'UNE CINEMATIQUE ATYPIQUE**

Djediat Y.<sup>1</sup>, Boughacha M. S.<sup>2</sup>, Ouyed M.<sup>2</sup>

\* Laboratoire de Géodynamique des Bassins Sédimentaires et des Orogènes, FSTGAT, USTHB

\*\* Laboratoire de Géophysique, FSTGAT, USTHB

La colline d'El Kherba, située à 16 km de Hamala (Wilaya de Mila, Algérie), a joué le rôle d'amplificateur de mouvement sismique. De par sa nature argilo-marneuse, de la charge supportée (bâti) et de sa pente assez raide, elle a été le théâtre d'un glissement de terrain concomitant d'une réplique du même jour à 11h TU (M= 4.5). Ce mouvement gravitaire impliquant la base de la colline a engendré un déplacement de terrains bâtis vers le Nord avec une rotation horaire de l'ensemble de la masse glissée. La cicatrice d'arrachement principale de cette dernière est située au voisinage du château d'eau (6.24°, 36.43°) en amont côté sud, et le bourrelet de pied au niveau de la Cité 240 Logements en aval côté nord. L'aire concernée par le sinistre totalise un périmètre de 6700 m et une surface avoisinant 1.7 km<sup>2</sup>. Les surfaces de ruptures principales d'ordre métriques, à l'affleurement, ont montré des stries et des changements de pentes indicateurs de mouvements complexes atypiques non observés auparavant en Algérie. La rotation de la masse glissée a engendré une déformation en bourrelet latéral côté est de la zone sinistrée en lieu et place d'une cicatrice latérale observée généralement dans les mouvements gravitaires de masses instables

**Mots clés :** Séismes, Mouvements de terrain, Néotectonique

---

## **Etude de stabilité d'une route renforcée par gabionnage : cas de la RN83 reliant les villes de Hammamet et Bir Mokadem (W. Tébessa)**

A. DJELLALI<sup>1</sup>, Z. BENGHAZI<sup>1</sup>, R. TOBAL<sup>1</sup>, R. BOUFARAH<sup>2</sup> et M. DJELLALI<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Laboratoire environnement, Institut des mines, Université Larbi Tébessi, Tébessa, Algérie

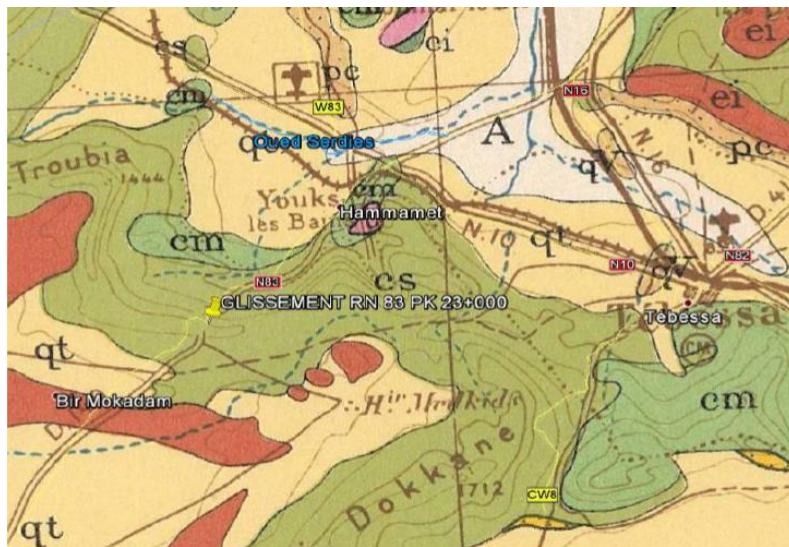
<sup>2</sup>Laboratoire de génie civil, Département de génie civil, Université Larbi Tébessi, Tébessa Algérie

<sup>3</sup>Département des sciences de la terre et de l'univers, Université Larbi Tébessi, Tébessa, Algérie.

Email : adel.djellali@univ-tebessa.dz

Les mouvements de terrain sont des phénomènes naturels qui peuvent être de grandes ampleurs, et qui provoquent des dégâts considérables ; dans certains cas, ils peuvent causer des pertes en vies humaines. Ce présent travail consiste à faire une étude de glissement et de renforcement d'un talus au niveau de la RN 83 reliant les deux villes : Hammamet et Bir Mokadem dans la wilaya de Tébessa, Algérie (Fig. 1). Le site est composé d'un remblai constitué d'encroustement calcaire (tuf), d'une couche de calcaire qui repose sur des argiles marneuses qui sont en contact avec l'eau. Après modélisation par le code de calcul Plaxis 8.2, on a constaté que l'ensemble du modèle est instable, et le coefficient de sécurité n'a pas été amélioré après renforcement par gabionnage. La pose du gabionnage n'a pas augmenté la stabilité de la structure de

chaussé puisque le foyer de déformation se localise au niveau de la couche marneuse qui est en contact avec l'eau qui favorise le glissement de l'ensemble du talus.



**Figure 1.** Carte géologique au 1 / 500 000 de la zone d'étude.



**Figure 2.** État de la chaussée dégradée

La structure de chaussée sélectionnée pour cette étude est illustrée par la figure 2. Cette structure a subi plusieurs déformations, notamment des fissures longitudinales et des tassements des côtés de l'oued causés par un glissement du talus.

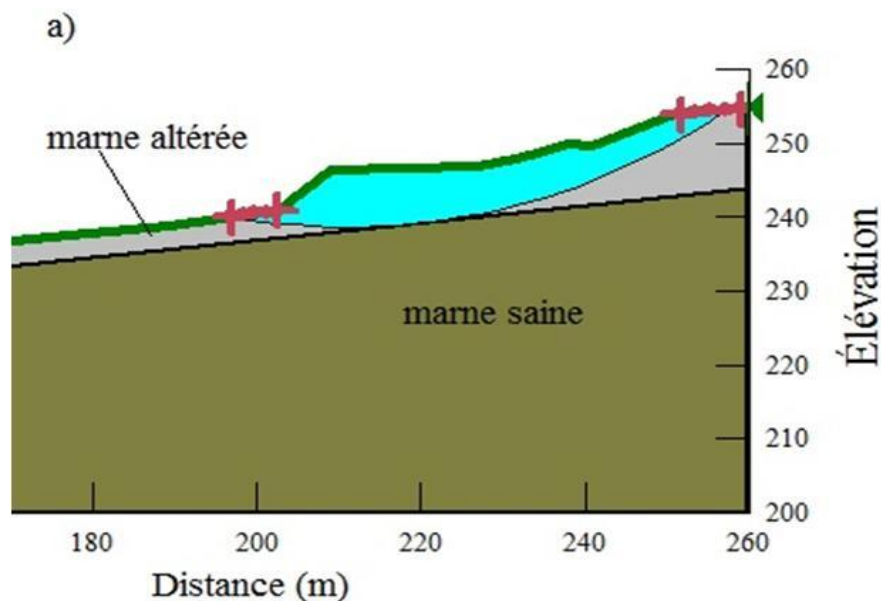
**Mots clés :** Stabilité – Modélisation numérique – Glissement – Chaussée – Plaxis.

## Investigation géotechnique et analyse inverse de la stabilité des glissements de terrain de la région d'Alger.

M. Filali<sup>1</sup>, A. Nechnech<sup>2</sup>, J. De Rosa<sup>3</sup>

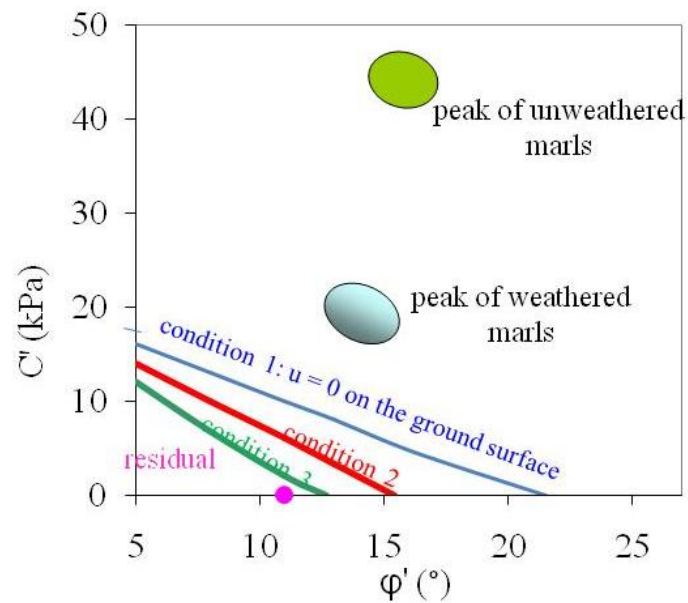
<sup>1</sup>Université Djilali Bounaama de khemis Miliana <sup>2</sup>Université des sciences et technologie Houari Boumediène <sup>3</sup> School of Engineering University of Basilicata

Les glissements de terrains sont considérés comme l'un des risques naturels les plus destructeurs à travers le monde, provoquant le décès de plusieurs milliers de personnes et causant des dommages importants aux infrastructures, habitations, ressources naturelles, etc., avec des conséquences socio-économiques parfois dramatiques, dont l'évaluation précise reste difficile. Par conséquent, l'identification des zones sujettes aux glissements de terrain est essentielle pour une planification stratégique plus sûre des futures activités de développement. Le but de cette étude est de présenter les résultats d'analyses des mouvements de sol du Sahel d'Alger où de nombreux glissements de terrain ont eu lieu dans les marnes plaisanciennes. En particulier, après des périodes pluviométriques. Les caractéristiques physico-mécaniques des sols obtenus ont été analysées pour identifier les processus de ces glissements de terrain. Les résultats des tests de laboratoire fournissant la distribution granulométrique, les limites d'Atterberg, la teneur en eau et la résistance au cisaillement ont été analysés afin d'évaluer leur implication dans les instabilités de pentes. En revanche, près de la surface jusqu'à une profondeur d'environ 8m, les formations sont souvent altérées et présentent des paramètres de résistance au cisaillement plus faibles, à comparer avec les couches sous-jacentes de marnes saines. L'analyse inverse de stabilité basée sur la méthode d'équilibre limite (MEL) de Morgenstern-Price effectuée l'aide du module SLOPE/W et combiné à SEEP/W basé sur la méthode des éléments finis (fig.1), a permis de montrer que les conditions critiques peuvent être atteintes en présence de précipitations intenses.



**Figure 1.** Modèle pour l'analyse de stabilité et surface de glissement critique

En effet, les paramètres de cisaillements obtenus sont intermédiaires entre les paramètres de résistance de cisaillement maximales et résiduels (fig.2), montrant une influence significative des pressions interstitielles sur la stabilité des pentes, suggérant que les sols altérés sont sujets à des processus d'instabilité dus à l'effet de longues périodes de pluies.



**Figure 2.** Courbes représentant les couples cohésion -angle de frottement ( $c'$ -  $\varphi'$ ) fournissant SF = 1 pour les trois conditions et les aires des couples  $c'$  et  $\varphi'$  ainsi que l'angle de frottement résiduel ( $\varphi' r$ ) obtenues expérimentalement pour les sols considérés

**Keywords :** glissements de terrains -Slope/W - paramètres de cisaillement



## **Les mouvements gravitaires dans le cadre sismotectonique du nord de l'Algérie : exemples de cas dans les régions de Béjaïa et Mila.**

N. Hallal <sup>\*1</sup>, A. Yelles-Chaouche <sup>1</sup>, M. Hamidatou <sup>1</sup>, L. Hamai <sup>1</sup> et A. Lamali <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Centre de Recherche en Astronomie Astrophysique et Géophysique, Route de l'Observatoire, BP 63, Alger Algérie. E-mail \* :

[n.hallal@craag.dz](mailto:n.hallal@craag.dz); [geoaokas@yahoo.fr](mailto:geoaokas@yahoo.fr)

Les mouvements gravitaires sont généralement cartographiables sur terrain sur la base des marqueurs bien définis. Ils ont une tendance d'être déclenchés par l'interaction d'un ou plusieurs facteurs actifs telles que les secousses sismiques ou les périodes de forte précipitation. Cependant, une meilleure évaluation de ces facteurs reste toujours douteuse en raison du manque de preuves observationnelles concluantes. Dans le nord de l'Algérie, nous avons utilisé les données de la sismicité historique et récente, et l'inventaire des grands glissements anciens et récents pour évaluer une telle relation entre les facteurs et les mouvements de terrain. Sur cette base, la coïncidence temporelle et spatiale des preuves tectonique et sismique montre que des séismes majeurs en relation avec la tectonique active sont à l'origine de déclenchement et la répartition spatiale de ces grands glissements de terrain. D'autres mouvements gravitaires sont probablement déclenchés après une série de séismes modérés à forts qui a progressivement affaibli des versants vers l'état critique. L'analyse de ces résultats montre le rôle direct et indirect de la sismicité dans le déclenchement des mouvements gravitaires dans la partie Nord Algérienne. Une telle analyse d'ensembles de données sismique et de tectonique active en relation avec la grandeur des mouvements gravitaires permettra d'améliorer notre compréhension sur les facteurs de déclenchement des mouvements catastrophiques.

**Mots clés.** Mouvements gravitaires, Facteurs, Sismicité, Tectonique.

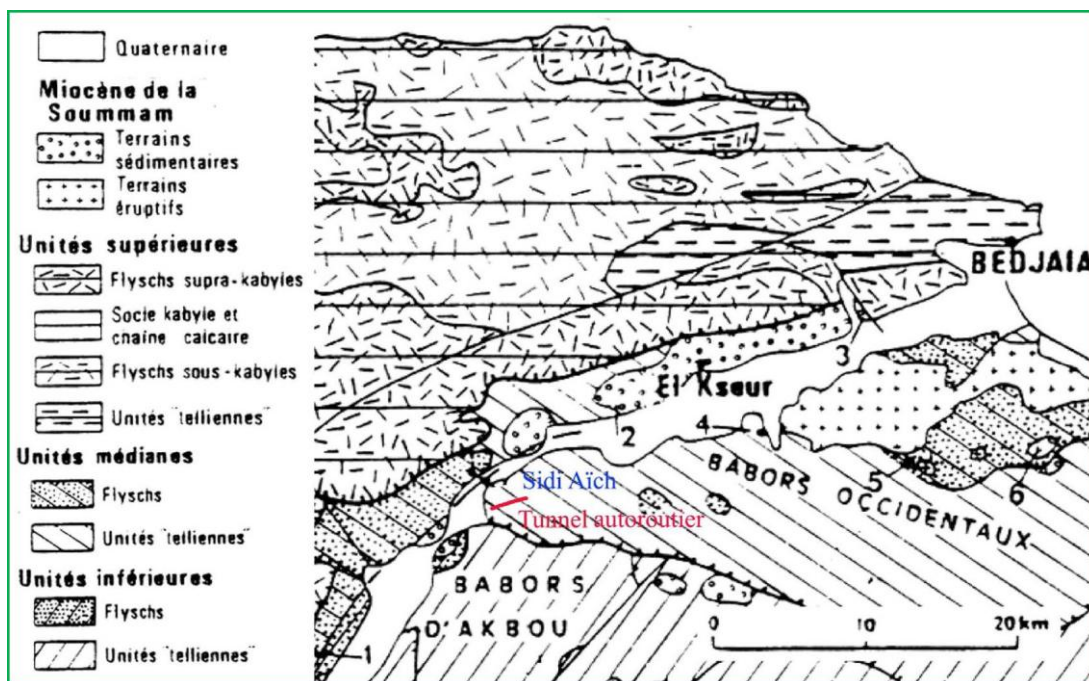
## Analyse des conditions d’effondrement d’une galerie souterraine intertubes par caractérisation géotechnique et modélisation numérique tridimensionnelle

R Hebib

*Laboratoire de Travaux Publics, d’ingénierie de Transport et d’Environnement LTPiTE. École Nationale Supérieure des Travaux Publics. Alger. Algérie.*

La survenue d’accidents géotechniques, lors de la construction des ouvrages souterrains, est une situation très fréquente. Cela est lié aux conditions de réalisation, mais aussi aux grandes incertitudes qui accompagnent les études pour ce type de projet.

Cette étude permet de présenter l’analyse d’un cas d’effondrement d’une galerie intertubes, survenu au niveau du tunnel autoroutier de Sidi Aïch. Les terrains traversés sont constitués par des pélites marneuses et schisteuses du Crétacé supérieur, appartenant au Babors occidentaux (figure 1). La reconnaissance géotechnique a révélé la présence de trois niveaux géomécaniques, à savoir : - des terrains décomposés sur une profondeur de 5 m ; - des pélites marneuses très altérées et très fracturées sur une profondeur de 20 m ; - et enfin des pélites marneuses moyennement altérées et très fracturées représentant le substratum rocheux.



**Figure 1.** Contexte géologique de la zone d’étude (Courme-Rault et Coutelle 1982).

Après l’identification du scénario géotechnique, ce dernier a été modélisé, en trois dimensions, avec le logiciel de calcul aux éléments finis, MIDAS GTS NX. Le phasage de creusement du tunnel et de la galerie a également été modélisé, ainsi que les soutènements installés.

Les calculs effectués ont révélé, au niveau du terrain, des valeurs élevées de la déformation (figure 2), et une grande



concentration des contraintes dans la zone de la clé de voûte de la connexion tunnel-galerie, par rapport à celles obtenues dans les sections courantes du tunnel et de la galerie.

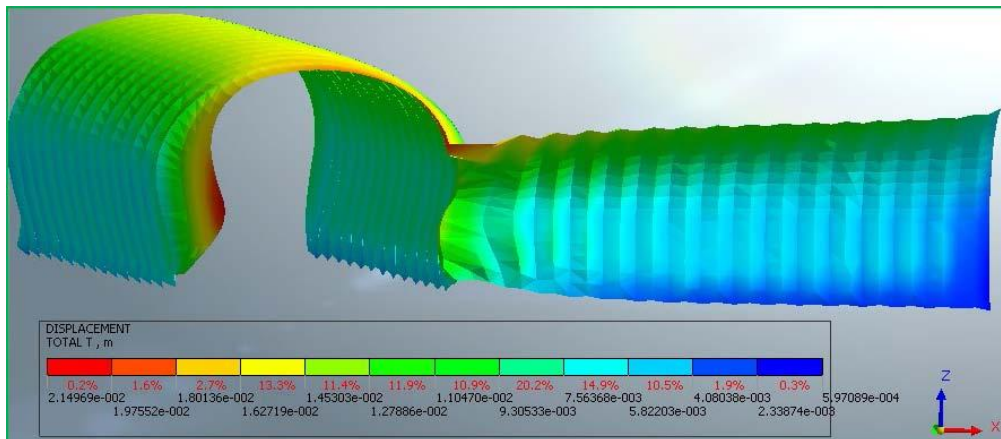


Figure 2. Répartition de la déformation totale au niveau de l'ouvrage.

Aussi, au niveau des soutènements installés, des efforts de traction sont apparus dans la clé de voûte de cette connexion (figure 3), alors que dans les sections courantes, tous les efforts normaux sont de type compression. Pour les moments fléchissants et les efforts tranchants, les valeurs sont beaucoup plus importantes (jusqu'à 15 fois) dans cette connexion, par rapport aux sections courantes.

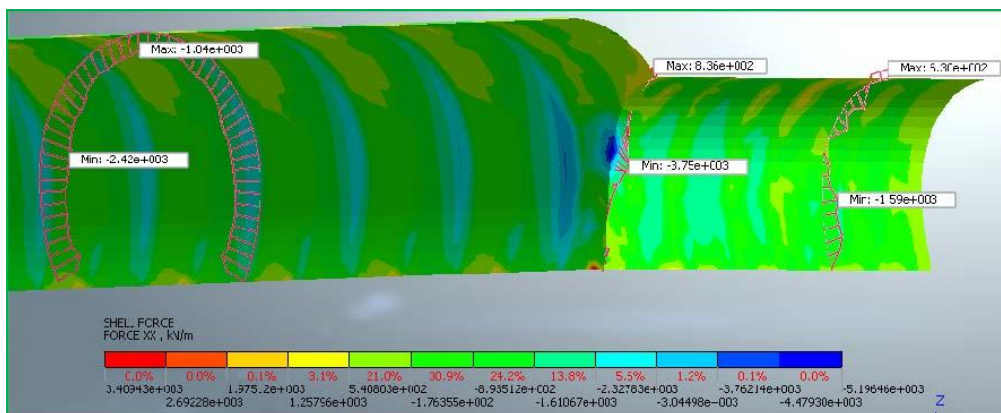


Figure 3. Développement de l'effort normal dans différentes sections de l'ouvrage.

Enfin, les résultats obtenus justifient bien la nécessité de prévoir des renforcements additionnels au niveau de la connexion, et sans les modélisations numériques tridimensionnelles, ces renforcements ne peuvent pas être estimés de manière qui se rapproche de la réalité.

**Mots clés :** Géologie, géotechnique, Tunnel, effondrement, déformation, contrainte

### Références

Courme-Rault, M.-D., Coutelle, A., 1982. Le Miocène de la Soumman (Algérie) : précisions sur l'âge de ses niveaux de base, existence d'un cycle inférieur Anté-nappes sud-telliennes, corrélations. *Géologie Méditerranéenne*, 9 (2), 99-107.

## Engineering geological and geomechanical characterization of the rock mass along the Texenna tunnel - motorway penetrating of Jijel - El Eulma (NE Algeria)

H. Kebab <sup>1</sup>, A. Baghdad <sup>1</sup> et A. Boumezbeur <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Geological Engineering Laboratory, Department of Earth Sciences and the Universe, Faculty of Natural and Life Sciences, University of Mohamed Seddik Ben Yahia, Campus central, BP 98, 18000, Jijel, Algeria (kebab\_hamza@yahoo.fr)

<sup>2</sup>Laboratoire Environnement Sédimentaire, Ressources Minérales Et Hydriques de l'Algérie Nord Orientale, Department of Earth Sciences and Universe, Faculty of Sciences, Larbi Tebessi University, Tébessa, Algeria

In Algeria, road traffic is concentrated in the North, representing more than 80% of the country's total road traffic. For this reason, the East-West highway was built to facility fluidity between the different economic poles and junction between the major urban centres. The highway was linked with the different poles, towns and urban centres by penetrating motorways. In this context, the Jijel penetrating motorway was proposed to connect the port of DjenDjen to the East-West highway at the level of the city of El - Eulma. at the level of the southwest of the city of Texanna (Jijel) this penetrating motorway crosses a region characterized by rugged relief which prevents its continuity on the surface. This difficulty is solved by the construction of a tunnel. The objective of this work is to carry out a geological and geomechanical characterization of the rock mass along the tunnel.

The Texenna tunnel is a twin-tube with a length of approximately 1.9 km. its axis follows a straight alignment in the NW-SE direction over approximately 1170 m, a curve of 100 m toward left, and over approximately 660 m in a substantially E-W direction. The geological study showed that the entire tunnel was excavated in the great depth up to 180 m, in a rock mass type flysch massylian, more particularly in the schistose-sandstone level of Albo-Aptian (Djellit, 1987). The discontinuities study was carried out according ISRM standards (ISRM, 1981). The rock mass is cut by five dominant families of discontinuities (84/210, 66/187, 70/92, 85/310 and 85/130). The Rock mass quality is poor to very poor according to the both systems RMR<sub>90</sub> (Bieniawski, 1989) and Q (Barton et al., 1974), and fair to poor according the GSI system (Hoek et al., 1998). The analysis of the rock mass mechanical strength and deformability was carried out by the failure criterion of Hoek & Brown version 2002 (Hoek et al., 2002) using the RocLab software.

The results obtained in this work allowed us to note the particularity of rock mass type flysch, and which can be classified in the category of weak rock masses. This type of rock mass can cause severe deformations during excavation.

**Keywords:** Flysch, Tunnel, Rock mass, Jijel, highway

### Reference

- Barton, N., Lien, R., & Lunde, J. (1974). Engineering classification of rock masses for the design of tunnel support. *Rock mechanics*, 6(4), 189- 236.
- Bieniawski, Z. T. (1989). *Engineering rock mass classifications: A complete manual for engineers and geologists in mining, civil, and petroleum engineering*. John Wiley & Sons. h
- Djellit, H. (1987). *Évolution tectono-métamorphique du socle kabyle et polarité de mise en place des nappes de flysch en Petite Kabylie occidentale (Algérie)*. Paris 11.
- Hoek, E., Carranza-Torres, C., & Corkum, B. (2002). Hoek-Brown failure criterion-2002 edition. *Proceedings of NARMS-Tac*, 1(1), 267-273.

## Bruit sismique, effets de site et risques géologiques dans l'Algérois

D. MACHANE<sup>1</sup>, M.Y. TEBBOUCHE<sup>2</sup>, R. BENSALÉM<sup>1</sup>, E. OUBAICHE<sup>1</sup>, A. BOUCHELOUH<sup>1</sup> et H. MOULOUEL<sup>1</sup>

<sup>1</sup> CGS Centre National de Recherche Appliquée en Génie Parasismique

<sup>2</sup> Institut d'Architecture et des Sciences de la Terre (IAST), UFAS

Le présent travail porte sur l'Analyse des ruptures par faille et/ou glissement de terrain ainsi que les amplifications des couches superficielles par méthodes géophysiques passives (Hillers Campillo 2016 ; Panzera et al. 2013 and 2017), où seront abordées les réponses sismiques des sols dans la région d'Alger et ses environs.

La réponse sismique au niveau de la zone fracturée de (faille Sud Mitidja) est bien distincte.

En effet, les courbes H/V dans les zones de déformation de faille sont perturbées (fig. 1). Cette perturbation est liée à la diffraction des ondes enregistrées dans la zone de broyage de la faille. La comparaison des courbes H/V dans ces zones broyées et dans les zones non perturbées (terrains géologiques non fracturés) nous a permis de localiser le tracé exact des failles.

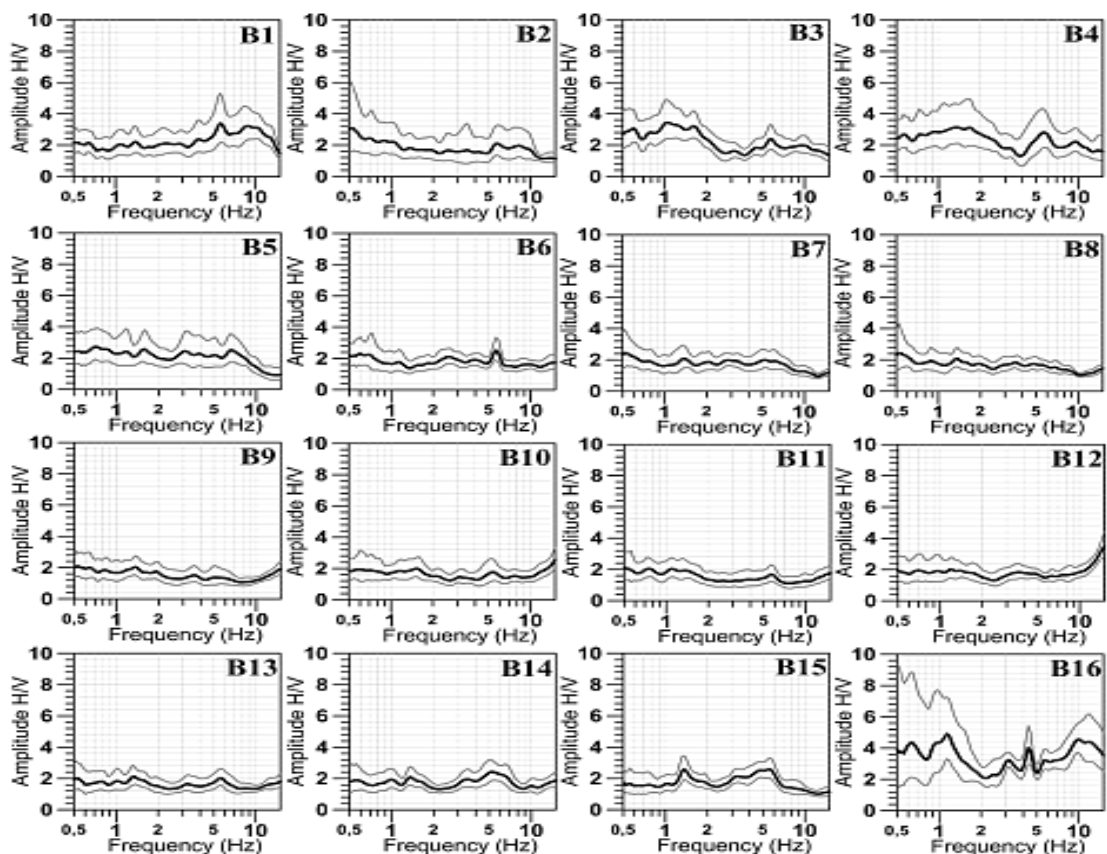


Figure 1.

Les zones ruptures peuvent être d'origine tectonique ou gravitaire, engendrent des zones de déformation ou de remaniement de matériau. L'une des conséquences directes de ces ruptures sur les formations géologiques est la perte de leurs caractéristiques physiques (Densité, Teneur en eau, Degré de saturation, Perméabilité) et mécaniques (Vitesses de propagation des ondes, Cohésion, Compacité). Ces zones de déformations évoluent avec le temps, à travers parfois la compaction et le tassement des matériaux remaniés (pour les cas de glissement de terrain) et le colmatage et la cimentation des fractures par les recristallisations causées par la circulation des fluides au niveau des zones fracturées.

Les profils H/V bruit de fond réalisés sur les grandes failles actives de l'Algérois, ont donné des résultats satisfaisants.

Les ruptures par glissement de terrain ont pu être mises en évidence par les méthodes de Bruit vibratoire ambiant, cependant, la réponse sismique dépend fortement de l'ampleur et l'intensité du glissement de terrain ainsi que de sa fraîcheur.

**Keywords :** 1 Amplification - 2 Instabilité - 3 Fréquence - 4 Faille - 5 Risques

## References

Hillers G. and Campillo M. 2016. *Fault zone reverberations from cross-correlations of earthquake waveforms and seismic noise* *Geophys. J. Int.* 204, 1503–1517.

Panzeri, G. Lombardo, S. D'Amico and Galea P., 2013. *Speedy Techniques to Evaluate Seismic Site Effects in Particular Geomorphologic Conditions: Faults, Cavities, Landslides and Topographic Irregularities*. <http://dx.doi.org/10.5772/55439>.

Panzeri F. Halldorsson B. Vogfjörð K. 2017. *Directional effects of tectonic fractures on ground motion site amplification from earthquake and ambient noise data: A case study in South Iceland*. *Soil Dynamics and Earthquake Engineering* 97 (2017) 143–154

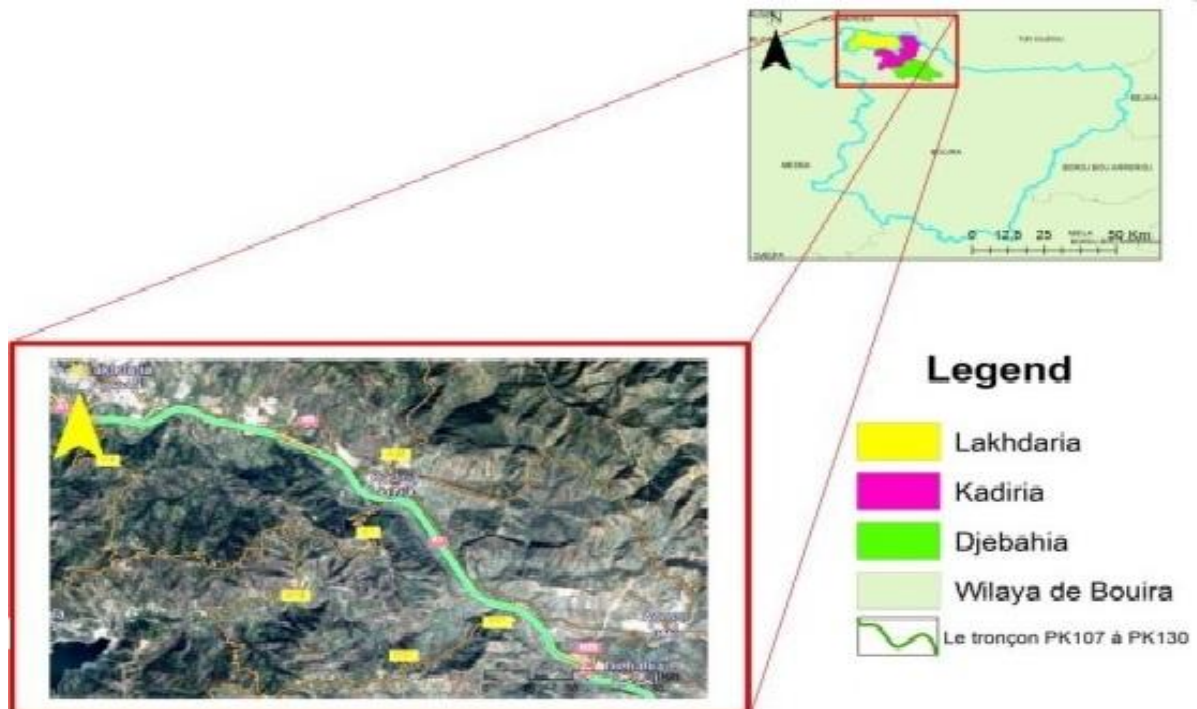
## Cartographie de la sensibilité aux glissements de terrain : cas projet de la ligne ferroviaire double voie électrifiée Thénia-Bouarreridj (du PK107 au PK130, Algérie)

B. Meziani<sup>1,2</sup>, H. Gadouri<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Département des Sciences de la Terre, Faculté des Sciences Naturelles et des Sciences du Vivant et de la Terre, Université de Djilali Bounaama, Route Theniet El-Had 44225, Khemis-Miliana, Algérie

<sup>2</sup> Laboratoire de Production Agricole et Valorisation Durable des Ressources Naturelles PRAVDURN

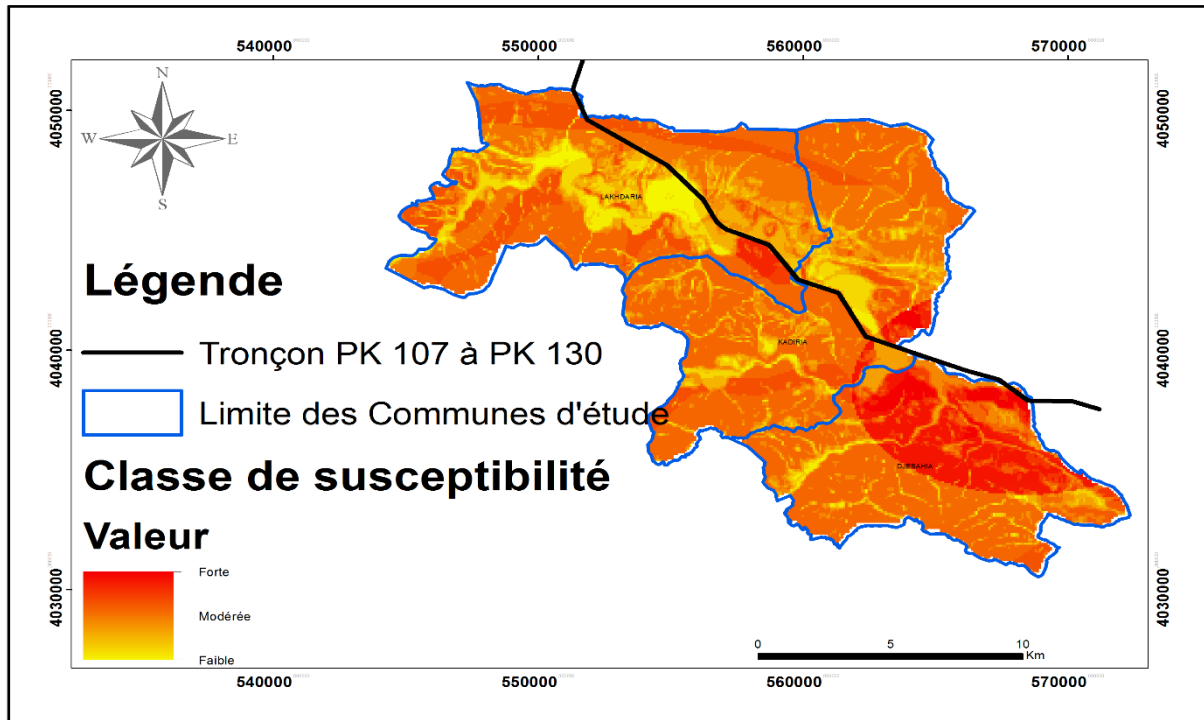
L'aléa lié aux glissements de terrain, présente l'un des phénomènes qui constitue un grand danger sur les villes de Bouira et sur tout dans la région de Djebahia est ses environs (Meziani 2018). Cette recherche précise une procédure pour évaluer et cartographier la susceptibilité liée aux glissements de terrain dans un tronçon d'un projet qui passe sur les communes de Lakhdaria, Kadiria, et Djebahia dans cette wilaya (Figure 1). La méthodologie suivie consiste en la production des cartes des facteurs (géologie, pente, précipitation) par l'utilisation d'un système d'informations géographiques SIG avec logiciel Arc GI 10.8 et par l'application de la méthode qualitative direct. Ces cartes sont par la suite combinées pour produire une carte d'aléa glissement de terrain, qui constituera un outil important pour l'aménagement du territoire et la gestion des risques permettant de définir et d'identifier les zones de susceptibilité aux glissements de terrain (Mezhoud et Benazzouz, 2018). Notre résultat montre qu'existent trois classes distinctes de la susceptibilité le long du tronçon d'étude point kilométrique 107 à 130.



**Figure 1.** Carte de localisation de la région d'étude et le tronçon Pk107 à PK130



La carte de susceptibilité est obtenue par la superposition des cartes thématiques et la somme des valeurs informatives de chaque paramètre. En mode vectoriel, chaque polygone de thème possède une valeur informative et le résultat de la somme des valeurs informatives des différents polygones issus de la superposition quantifie à susceptibilité au glissement pour chaque zone du terrain d'étude.



**Figure 2.** Carte de la susceptibilité au glissement de terrain de la région d'étude (Djebahia, Kadiria et Lakhdarria)

Les résultats de la carte de susceptibilité au glissement de terrain de la région d'étude nous ont montré que se suit (i) Faible susceptibilité représenté dans des quelques zones par rapport au surface total de la région environ de 30% ;(ii) Moyenne susceptibilité représentée dans la majorité de la région d'étude environ de 50 % et (iii) Forte susceptibilité est représentée au milieu et dans la partie Sud-Ouest de la zone d'étude environ de 20 %.

**Mots clés :** Glissement de terrain – Cartographie – Susceptibilité – Système d'informations géographiques SIG – Djebahia

## Références

Meziani, B (2018). *Apport de l'imagerie Géophysique à l'étude de quelques cas en Algérie d'instabilités gravitationnaires ou de zones humides.* Thèse doctorat. Université des Sciences et de la Technologie Houari Boumediene.

Mezhoud, L., Benazzouz, M. T, 2018. *Evaluation de la susceptibilité à l'aléa « glissement de terrain » par l'utilisation de l'outil SIG : Application à la ville de Constantine (Algérie).* Sciences & Technologie. D, Sciences de la terre, 91-103.

## **Les mouvements de terrain dans l'Algérois (nord algérien) : inventaire, classification et analyse des facteurs causatifs**

S. MOKADEM, G. CHEILK LOUNIS

*Laboratoire de Géodynamique, Géologie de l'Ingénieur et Planétologie (LGGIP), FSTGAT, USTHB, Alger, Algérie*

La ville d'Alger connaît depuis ces dernières décennies un accroissement rapide de la population qui se traduit par un développement important d'urbanisation. Cependant, cette croissance urbaine pose de nombreux problèmes, surtout dans l'aménagement du territoire et le choix des espaces urbaines qui se sont restreints au cours du temps.

Le tissu urbain s'étend de plus en plus sur les terrains vallonnés du Sahel d'Alger, qui sont fréquemment exposés aux mouvements de terrain (Derriche et Cheikh Lounis 2004).

Ces phénomènes peuvent avoir des conséquences directes sur les constructions urbaines et les infrastructures, ils engendrent d'énormes pertes économiques surtout au niveau des travaux de remise en état des routes.

Ces zones d'expansion urbaines sont souvent le siège de mouvements de terrain, qui se manifestent essentiellement sous plusieurs formes telle que les éboulements, les glissements de terrain. Ces phénomènes sont le résultat de l'interaction de plusieurs facteurs liés à la nature lithologique des terrains, à l'aspect morphologique des versants, au contexte sismique, et aux conditions hydro-climatologiques. En revanche, des instabilités d'origine anthropique sont fréquemment observées sur le terrain.

L'objectif de ce travail, qui se base sur l'inventaire et l'observation des mouvements de terrain, est de pouvoir déterminer et analyser les différents facteurs qui contribuent au déclenchement des instabilités dans l'Algérois. Cependant, cette étude consiste à déterminer un zoning basé sur la susceptibilité des secteurs aux mouvements de terrain en utilisant le système d'information géographique (SIG), par conséquent, ce zoning peut être appliqué à la planification de futures constructions et au choix de zones souhaitables pour le développement des nouvelles infrastructures.

**Mots clés :** SIG – Mouvements de terrain – Alger – Facteurs causatifs.

### **References**

Derriche, Z., Cheikh Lounis, G., 2004. Geotechnical characteristics of the Plaisancian marls of Algiers. *Bull Eng Geol Environ.* 63: 367-378. <https://doi.org/10.1007/s10064-004-0246-5>



## **Characterization of damages related to probable past earthquakes on archaeological remains on Roman sites (Tell Atlas of Algeria)**

K. Roumane<sup>1</sup> and A. Ayadi<sup>2</sup>

1. Archeological institute, Algiers2 University.

2. Research center of Astronomy, Astrophysics and Geophysics. Algiers,

Northern Algeria is known to be a seismically active area. The Algerian seismic catalogue shows that this region has experienced countless important seismic events from ancient times to the present. In particular, the Tell Atlas experienced during its history many disastrous earthquakes and its impacts are graven on landscape and archaeological monuments. Several observations of deformation were observed on different sites similar to those described by Stiros (1995, 1996) or Rodrigues-Pascua et al. (2011).

The seismological catalogue of Algeria exhibits significant lack for the period before 1365. Some attempts led to retrieve ancient earthquakes evidenced by historical documents and achieves. Archaeoseismology allows a study of earthquakes that have affected archaeological sites, based on the analysis of damage observed on remains. In this study we have focused on the Antiquity period that include Roman, Vandal and Byzantine period from B.C 146 to A.D. 533. This will contribute significantly to the understanding of seismic hazard of the Tell Atlas (northern Algeria) region known as one of the most active areas in the Mediterranean basin.

**Keywords:** Archaeoseismology, Tell Atlas, Roman period, earthquake

### **References**

Stiros, S. C., 1995. Archaeological evidence of antiseismic construction in antiquity. *Annali di geophysica*, XXXVIII (N° 5-6), 725-36.

Stiros, S. C. 1996. Identification of earthquakes from archaeological data: methodology, criteria and Limitations. *Fitch Laboratory Occasional Paper 7*. In: Stiros, S., Jones, R. (Eds.), *Archaeoseismology*. British School at Athens, , 129-152.

Rodriguez-Pascua, M. A., Perez-Lopez, R., Gines-Robles, J. M., Silva, P. G., Garduno-Monroy, V. H. & Reicherter, K. 2011. A comprehensive classification of Earthquake Archaeological Effects (EAE) in archaeoseismology: Application to ancient remains of Roman and Mesoamerican cultures. *Quaternary International* 242, 20-30.

## **Etude de l'état de stabilité de la côte Chaffar-El Mahres (Golfe de Gabes, SE-Tunisie)**

H. Saïdi<sup>1</sup>, R. Attia<sup>1</sup> et H. Ben Moussa<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Laboratoire L3G (Géodynamique, Géo-numérique et Géo-matériaux), Département de Géologie, Faculté des Sciences de Tunis, Université Tunis El Manar, Tunisie

<sup>2</sup>Office de Topographie et de Cadastre, Tunis, Tunisie

L'état de stabilité de la côte Chaffar - El Mahres (Golfe de Gabès, SE-Tunisie) a été déterminé en étudiant l'évolution du trait de côte entre 2000 et 2022. Les différentes positions du trait de côte ont été repérées sur des images satellitaires de Google Earth (2000, 2010 et 2022). L'évolution diachronique (m/an) a été estimée à l'aide de l'extension Digital Shoreline Analysis System du logiciel Arc GIS.

Les résultats montrent une érosion le long de la zone d'étude, entre 2000 et 2010. La perte des sédiments s'est accélérée entre 2010 et 2022 particulièrement au niveau de la côte de Chaffar.

Cet état de démaigrissement peut être expliqué par l'extension des urbanisations balnéaires qui ont détruit les dunes bordières et ont diminué la quantité des sédiments entrant en échange avec ceux du haut de plage, de l'estran et de la plage sous-marine.

L'engraissement a été limité à la flèche sableuse partant de l'Oued Chaffar vers le Sud-Ouest grâce aux courants de dérive littorale.

L'état général de l'érosion est dû aussi aux effets des houles dominantes, des courants littoraux et de la marée ainsi qu'à l'effet de l'augmentation du niveau de la mer qui s'est accélérée à partir de l'an 2000.

**Mots clés :** Etat de stabilité ; Trait de côte ; Erosion ; Chaffar ; El Mahres ; Golfe de Gabès, Tunisie

## L'ÉVALUATION DE LA CULTURE DU RISQUE EN ALGÉRIE : CAS DU SÉISME DE MILA DU 07 AOUT 2020

F. Sehili<sup>1</sup> et L. M. Sehili<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Farida Sehili Laboratory PUVIT, Institut d'architecture et des sciences de la terre, Ferhat Abbas University Setif1, P.O. Box 19000, City, Setif El bez;

<sup>2</sup> Lina Mebaraka Sehili University of Bucharest, Faculty of Geology and Geophysics, 90, Panduri Street, Sector 5, 050663, Bucharest, Romania;

La croissance de l'urbanisation des populations humaines sur des sites fragiles provoque l'augmentation statistique des risques sismiques. Seule une meilleure adaptation de l'architecture et des comportements parvient à limiter le nombre des victimes. La vulnérabilité sismique est déterminée par l'aléa sismique, l'état des bâtiments et la préparation de la population. La préparation d'une population au risque sismique dépend de sa connaissance du phénomène, de sa perception du danger et de l'identification de ressources. Les études de la connaissance et des comportements sismiques autour de la Méditerranée sont nombreuses (Lutoff 2000 ; Cartier 2004; Colbeau-Justin 2004 ; Colbeau-Justin 2004 ; Bertran Rojo 2014). Cette recherche tente d'expliquer les causes de la catastrophe sismique qui a frappé la ville de Mila le 7 août 2020. L'analyse de la culture du risque est basée sur la méthode DYFI combinée avec le modèle d'enquête qui a été utilisé à Beyrouth. Les résultats ont été très intéressants d'abord, sur l'échelle d'intensité où la population a été estimée que cet événement était fort par rapport à l'estimation de l'USGS, et deuxièmement, les résultats ont également montré que la population n'est pas préparée à un futur tremblement de terre malgré ses effets de faible magnitude sur le quartier de Khirbet. Il faut noter que l'effet du site a joué un rôle très important dans cette crise. Par conséquent, cette enquête pourrait apporter une nouvelle façon de comprendre le risque sismique en Algérie.

**Keywords :** Risque sismique, vulnérabilité, culture du risque, DYFI méthode, Mila.

### References

Atkinson, G. M., and D. J. Wald (2007). "Did You Feel It?" intensity data: A surprisingly good measure of earthquake ground motion. *Seismological Research Letters*, 78, 362-368.

Colbeau-Justin, Ludvina. 2004. « The earthquake of January 2001 : Strengths and weaknesses in social response, Natural Hazards in el Salvador. » 2004.

Lutoff, Céline Barrère. 2000. « Le Système urbain niçois face à un séisme : méthode d'analyse des enjeux et des dysfonctionnements potentiels ». Chambéry. <http://www.theses.fr/2000CHAM1006>.

## **Analyse de la directivité du bruit vibratoire ambiant : les différentes approches et leur application dans l'identification des paramètres géométriques**

M.Y. Tebbouche<sup>1</sup>, A.A. Meziani<sup>2,3</sup>, D. Machane<sup>2</sup>, Z. Nemer<sup>4</sup>

<sup>1</sup>*Département des sciences de la Terre, Institut d'architecture et des sciences de la Terre, Université Ferhat Abbas 1.*

<sup>2</sup>*CGS - Centre national de recherche appliquée en génie parasismique.*

<sup>3</sup>*Faculté des Sciences de la Terre et de l'Univers, Université d'Oran 2.*

<sup>4</sup>*Faculté des Sciences de la Terre, de Géographie et de l'Aménagement du Territoire, Université des Sciences et de la Technologie Houari Boumediene.*

La directivité du bruit vibratoire ambiant ou Effet de résonance directionnelle est un phénomène qui a été observé dans divers contextes géologiques. Son exploitation permet d'identifier les géométries des zones étudiées.

En effet, dans le cas des glissements de terrain, le traitement du bruit vibratoire ambiant par la technique HVSR (horizontal to vertical spectral ratio) a montré que les zones instables ont une réponse différente de celle obtenue dans les zones stables. Les zones instables sont caractérisées par une polarisation horizontale, où le mouvement du sol peut être amplifié dans une direction marquée par un pic maximal. Cette directivité est influencée par des facteurs géologiques et topographiques qui polarisent le mouvement du sol dans une direction principale.

Dans le cas des failles, la déformation de ces zones conduit à une amplification des mouvements vibratoires. Plusieurs études ont montré la présence d'une polarisation horizontale du mouvement du sol à proximité de ces dernières, et qui ne coïncide pas avec la direction des structures tectoniques. Analyser la polarisation, revient à calculer le rapport spectral des signaux du bruit vibratoire ambiant selon une rotation du plan horizontal.

Dans ce travail, la technique des rapports H/V directionnel a été utilisée pour le cas d'un glissement de terrain (Mila, Algérie). Pour le cas des failles, deux autres approches ont été utilisées et qui ont permis de surpasser le problème d'incertitude, donnant parfois des résultats non informatifs.

Les résultats obtenus ont montré que lorsque la directivité du bruit vibratoire ambiant est déterminée avec précision, ce paramètre pourrait être utilisé comme un outil de localisation des zones de déformations de failles, ainsi que dans la délimitation des zones instables et l'orientation des futures campagnes de reconnaissances géotechniques.

**Mots-clés :** Directivité – Effet de résonance directionnelle – HVSR – bruit vibratoire ambiant – Polarisation.

# **SESSIONS ORALES**

## **SESSION 3 - RESSOURCES HYDRIQUES.**

## **Le Sébaou à la rescousse du Taksebt pour alimenter les wilayas de Tizi-Ouzou, Boumerdes et Alger**

M. ABDESSELAM<sup>1</sup>, R. SAID<sup>2</sup> et C. AIGOUN<sup>1</sup>

<sup>1</sup>UMMTO, <sup>2</sup> Univ. Khemis Miliana

Le barrage de Taksebt, sur le cours de l'Aïssi, fait partie du système de transfert d'eau Tizi-Ouzou-Boumerdes-Alger. Sa capacité de stockage est de 171 millions de m<sup>3</sup>. Les volumes régularisables sont compris en 125 et 145 millions de m<sup>3</sup> par an. Depuis 3 ans les volumes retenus sont inférieurs à 70 millions de m<sup>3</sup>. En été 2021 ils n'étaient plus que 5 Hm<sup>3</sup> d'eau, ce qui est insuffisant pour satisfaire la demande en AEP.

En aval du Barrage, à moins de 6 km, coule le principal oued du pays, le Sébaou . Son bassin versant, à hauteur de la station hydrométrique du Béloua (1000 km<sup>2</sup>) est deux fois plus grand que celui du Taksebt (500km<sup>2</sup>). Les débits y sont évalués au moins au double de ceux transitant par le barrage.

Au cours de l'année hydrologique 2021/2022, nous avons mesuré plus de 400 millions de m<sup>3</sup> au Beloua alors que le Taksebt n'à reçu que 110 millions de m<sup>3</sup>. Les répartitions altitudinales, dans le bassin versant du Sébaou, et les quantités de pluies qu'il a reçu dans sa partie Nord, expliquent cette forte proportion. Les volumes sont, cette année, 3 à 4 fois supérieurs à ceux apportés par l'Aïssi.

Cette proximité et l'importance des écoulements, plaident pour la dérivation d'une partie des eaux du Sébaou vers le Taksebt pour palier aux manques d'eau pour répondre aux besoins de la population de ces trois wilaya citées.

Cette dérivation consiste en une digue-seuil submersible, en cours de réalisation, qui dirige les écoulements à travers un simple canal vers un bassin où les eaux sont pompées vers le barrage de Taksebt.

Nous avons relevé des écoulements similaires dans l'oued El Harrach, qui finissent pratiquement en totalité en mer comme au Sébaou.

**Mots clés :** Sébaou, Taksebt, barrage, transfert, digue-seuil

## **Contamination en composés azotés et phosphatés des eaux de la vallée de la basse vallée de la Soummam (Bejaïa, Nord-est Algérien)**

D. Benabbes\*, F. Kessasra<sup>(1,2)</sup> et A. Foughalia<sup>1</sup>

*1Laboratoire de Génie Géologique (LGG), Equipe 3 "Géologie", Université de Jijel, Campus central, BP 98, 18 000 Jijel, Algérie*

*2Département des Sciences de la Terre et de l'Univers, Université de Jijel, BP 98, 18 000 Jijel, Algérie*

*\*Mail : [benabesdounyazed@hotmail.fr](mailto:benabesdounyazed@hotmail.fr)*

La contamination des eaux par les composés azotés et phosphatés est une préoccupation majeure. Ce problème est connu dans les bassins-versants méditerranéens fortement anthropisés, à l'instar des bassins-versants algériens. La vallée de la Soummam connaît une multiplication des cas de contamination de ses eaux. La présente étude vise à déterminer les concentrations des composés azotés et phosphatés dans les eaux de surface et souterraines en période d'étiage en septembre 2019. Quatre stations dans les eaux de surface et onze ouvrages captant les eaux souterraines ont fait l'objet de cette campagne. Les résultats obtenus montrent que les eaux de surface sont caractérisées par un pH relativement neutre, une minéralisation jugée assez forte dont la moyenne est de 11 227,5 µS/cm et des concentrations en nitrates et phosphates assez faibles, dont les moyennes sont respectivement de l'ordre de 1,15 mg/l et 0,08 mg/l. Par contre des concentrations en nitrites et ammonium sont relativement élevées, dont les pics ont été enregistrés respectivement à 1,31 mg/l et 2,16 mg/l. Ces derniers dépassent les normes d'irrigation de la FAO. Pour les eaux souterraines, l'ammonium dépasse le seuil autorisé par la norme algérienne avec le pic de concentration est de l'ordre de 0,95 mg/l. En revanche, les nitrates, les nitrites et les phosphates se montrent assez faibles dont les valeurs maximales respectivement de l'ordre de 48,43 mg/l, 0,13 mg/l et 0,27 mg/l. La détérioration de la qualité des eaux de la Soummam est probablement liée à la présence des rejets d'eau domestique et industrielle.

**Mots-clés :** Contamination de l'eau, composés azotés et phosphatés, activités anthropique, vallée de la Soummam, Algérie.



## Potentialités en eau des grès numidiens, cas de la région nord sétifienne

M. Bersi <sup>1,2</sup>, R. Hebib <sup>3</sup>, O. Hachemaoui <sup>1,2</sup>, H. Ayad <sup>1</sup> et R. Cheniti <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Département des sciences de la Terre, Université Ferhat Abbas, Sétif 1, Campus El Bez 1900, Sétif.

<sup>2</sup> Unité de recherches en matériaux émergents, université Ferhat Abbas, Sétif 1.

<sup>3</sup> Laboratoire Travaux Publics Ingénierie de transport et Environnement, ENSTP Kouba, Alger.

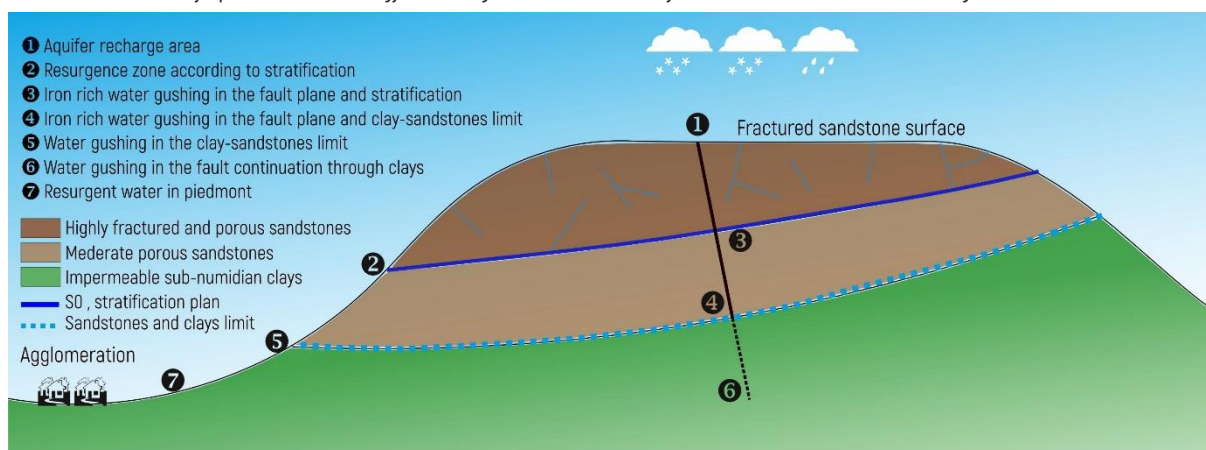
La Willaya de Sétif a connu ses dernières années des perturbations dans le programme d'approvisionnement en eau potable de ses localités. La source principale d'alimentation étant les barrages de Ain Zada et de Mahouane, ces deux derniers ne répondent pas efficacement à la forte demande, notamment en périodes de sécheresse.

Les grès numidiens appartenant au domaine des flysches de la chaîne des maghrébides peuvent constituer une source d'approvisionnement pour les localités au voisinage de ces formations. Ces formations gréseuses sont connues par leurs capacités à stocker de l'eau formant ainsi de grands réservoirs.

Dans ce travail, nous allons présenter quelques résultats de l'étude des potentialités en eau des grès numidiens dans le Nord de Sétif, il s'agit de la région de Megriss et de Beni Aziz. Plusieurs missions de terrain ont été effectuées dans les deux régions afin de cartographier les formations gréseuses en se basant sur la taille des bancs, le pendage, la fracturation, la porosité et la présence d'eau. Ainsi, 127 points d'eau ont été inventoriés dans les deux régions et une base de données comportant le nom, les coordonnées, le débit et d'autres informations a été élaborée.

Deux types d'échantillons ont été récoltés pour des analyses au laboratoire, des échantillons de roche pour évaluer la porosité de ces grès et des échantillons d'eau pour des analyses hydrochimique pour déterminer la qualité des eaux des différents points d'eau. L'hydrochimie a montré que ces eaux sont de très bonne qualité et elles répondent aux normes de potabilité. L'analyse pétrographique a montré que les grès présentent deux types de porosité, une de fissure et l'autre d'interstices, cette dernière diminue en allant vers la profondeur jusqu'à ce que la porosité devienne très faible au contact avec les argiles sous-Numidiennes.

Les débits des sources étudiés sont variables, parfois très importants pour alimenter des douars et être utilisés en agriculture, le sens d'écoulements de l'eau est conditionné par la pente et par la direction de la fissuration. Les sources se montrent dans les zones de faille, de contact avec les argiles sous-numidiennes et suivant les surfaces stratigraphiques.



**Figure 1.** Modèle de résurgence des eaux des grès numidiens de Djebel Megriss.

En termes de cette étude, nous avons constaté que les potentialités en eau de ces formations sont importantes, plusieurs localités peuvent être alimentés par ces eaux. Nous avons prouvé que les eaux des grès numidiens sont des eaux de bonne qualité et qu'elles sont loin de toutes sources de pollution de part leur position stratigraphique au top de la série numidienne.

**Mots clés :** Flysch numidien – Grès numidiens – ressources en eau – Djebel Megriss – Beni Aziz –

## Water assessment of heavy metal pollution from two active and old abandoned quarries in Chekfa-Jijel and Akbou, North East of Algeria

Foughalia ,A<sup>1\*</sup>; Kessasra ,F<sup>1,2</sup>; Benabbes,D<sup>1</sup>, Aliliche,L<sup>2</sup>;Guerdouh ,S<sup>2</sup>;

<sup>1</sup> Laboratory of Geological Engineering (LGG), Team 3 "Geology", University of Jijel, Central Campus, BP 98, 18 000 Jijel, Algeria

<sup>2</sup> Department of Earth and Universe Sciences, University of Jijel, Central Campus, BP 98, 18 000 Jijel, Algeria

E-mail: [foughaliaamel@gmail.com](mailto:foughaliaamel@gmail.com)

Mining and quarrying industries represent one of the oldest and the most important human activities but they affect largely the environment quality. The aim of this comparative study is to define the impact produced by an extractive industry on surface and ground water. Two quarries located in the North-East of Algeria, the old abandoned quarry is located in Akbou (Bejaia), and Chekfa aggregate quarries in Jijel are investigated.

The assessment of the physico-chemical parameters and heavy metals contents in water samples located near this extractive industry, are used to compare the negative effect between the two quarries. Seventy-eight samples were collected including 32 surface water and groundwater, at different parts of study areas. They have been monitored on 2019-2021 during the four seasons

In old quarry of Akbou, water present an alkaline pH, high conductivity and high levels of calcium and chloride about 1510,21 and 8875 mg/l respectively, they exceed the required standards. Mean values of heavy metals classified as

Zn>Pb>Fe>Cd>Cu>Ni and reveal low-level of Fe, Cu and Ni measured respectively at 130, 14,41 and 24,06 µg/l. However, zinc, lead and cadmium concentrations show a peak respectively at 9581, 318 and 24µg/l. Chekfa quarry present an alkaline pH and low conductivity. Average values classified as Zn>Pb>Fe>Cd>Cu. The average of Fe, Cu measured respectively at 137 and 6µg/l. However, Zn, Pb and Cd were detected respectively at 14935, 313 and 6 µg/l. In the both quarries; concentration of zinc, cadmium and lead in water largely exceeded European and WHO guidelines.

Significant variations in chemical composition indicate the combined effect of extractive industry with geological environment and exploitation period. The accumulated levels of heavy metals could therefore be firstly of geogenic origin than anthropogenic factors.

**Keywords:** quarries, Assessment, water, heavy metals, Algeria

---

## **Modélisation hydrogéologique de l'aquifère du Complexe Terminal de la région d'Ouargla-Tougourt, Sahara oriental algérien**

F. KESSASRA<sup>(1,2,3)</sup>, A. KENIOUA<sup>(2)</sup>, M. DOUDOU<sup>(2)</sup> et M. MESBAH<sup>(3)</sup>

<sup>1</sup> Laboratoire de Génie Géologique (LGG), Equipe 3 "Géologie", Université de Jijel, Campus central, BP 98, 18 000 Jijel, Algérie

<sup>2</sup> Département des Sciences de la Terre et de l'Univers, Université de Jijel, BP 98, 18 000 Jijel, Algérie

<sup>3</sup> Département de Géologie, Faculté des Sciences de la Terre, de Géographie et d'Aménagement du Territoire, Université des Sciences et de la Technologie Houari Boumediène (USTHB), BP 32 El Alia, Alger, Algérie

Mail : fareskessasra@yahoo.fr

Ouargla fait partie du bassin du Sahara septentrional, elle est soumise à un climat hyper aride, exprimé par une forte température dont la moyenne annuelle est estimée à 23.8°C et de faibles précipitations de 33.4 mm/an. Géologiquement, la zone d'étude fait partie du Bas Sahara, elle est caractérisée par un remplissage sédimentaire constitué d'une alternance de terrains perméables et imperméables allant du précambrien au quaternaire. Les ressources en eaux sont assurées par deux systèmes aquifères à savoir la nappe du Continental Intercalaire (CI) et la nappe du Complexe Terminal (CT). La nappe du Complexe Terminal a une profondeur comprise entre 100 et 600 m, regroupe les aquifères du Mio-Pliocène, de l'Eocène et du Sénonien carbonaté. L'écoulement de cette nappe est de direction SW-NE. Notre modèle hydrogéologique est construit avec les éléments lithologiques, géométriques et hydrodynamiques connus. Ce modèle a été établi entre les limites qui s'étendent d'Oued M'ya au Sud jusqu'à Touggourt au Nord, calé en régime permanent puis simulé en régime transitoire. Les simulations de pompage ont montré que la zone aval représentée par la ville de Touggourt est la zone la plus sensible au pompage, l'effet induit est remarquable avec des rabattements de 3.3 à 4.4 m. Au centre de la zone modélisée, la région d'Ouargla est représentée par le forage GLO-101. Il est de loin le moins sensible aux pompages en régime transitoire avec un rabattement de 2 m environ. Dans la partie amont, la zone possède de bonnes caractéristiques géométriques et hydrodynamiques. Les perméabilités jouent un rôle déterminant dans le renouvellement des stocks de l'aquifère et la disponibilité des réserves d'eau. Les rabattements sont compris entre 2.2 et 3.19 m. On admet que la confrontation des résultats des calculs aux observations permet de déceler des incohérences et des aspects incomplets.

Afin de mieux simuler les pompages en régime transitoire avec de véritables scénarios tendanciels englobant la totalité des prélèvements, une étude devrait suivre dans ce sens.

**Mots-clés:** Hydrogéologie, Modélisation numérique, Complexe Terminal, Ouargla, Algérie

---

## **Suivi et impacts des éléments en traces métalliques dans les eaux souterraines et les eaux de surface des plaines côtières de Jijel (nord-est Algérien).**

Z. Khemissa<sup>1</sup>, F. Kessasra<sup>1,2</sup>, M. Khelifa<sup>2</sup>, I. Retima<sup>2</sup> et D. Benabbes<sup>1</sup>.

*1 Laboratoire de Génie Géologique (LGG), université de Jijel, Equipe 3 Géologie, Campus de Jijel, BP 98, Jijel-ville, Algérie.*

*[Khemissa.zineb@hotmail.com](mailto:Khemissa.zineb@hotmail.com)*

*2 Département des Sciences de la Terre et de l'Univers, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, Université de Jijel, Campus de Jijel, BP 98, Jijel-ville, Algérie.*

Le développement socio-économique, la croissance démographique, les activités de la zone industrielle d'Ouled Saleh, l'utilisation non-rationnelle des engrais et l'élevage intensif contribuent à la dégradation de la qualité des ressources en eaux dans les plaines côtières de Jijel. Ou la vallée de Djen Djen fait partie de ces plaines, elle située dans le Nord-est Algérien et occupe la partie aval de leurs bassins versants constituée par des alluvions Quaternaires et forme des nappes libres et parfois semi-captives, caractérisée par une agriculture intensive qui occupe des proportions de terrain croissantes. Cela provoque une utilisation non-rationnelle des engrais et des pesticides chimiques. Afin de suivre la qualité des eaux souterraines et de surface de Djen Djen deux campagnes d'échantillonnage ont été effectuées en basses et hautes eaux ; le dosage chimique des composées azotées (nitrates, nitrites et ammonium) de 32 échantillons a été effectuée au laboratoire par spectrophotométrie et 8 échantillons ont été analysée par spectrophotométrie d'absorption atomique pour détecter les teneurs des éléments en traces métalliques (fer, plomb et cadmium). Les résultats obtenus pour les composées azotées montrent que 16 échantillons parmi l'ensemble ont des concentrations en nitrates assez élevées en hautes eaux par rapport aux basses eaux qui dépasse largement la norme OMS de potabilité fixée à 50 mg/l, elles atteignent 358.39 mg/l. De même pour les nitrites et l'ammonium ou les mêmes échantillons ont des teneurs qui dépassent les normes OMS de potabilité fixée à 0.2 mg/l pour les nitrites et 0.5 mg/l pour l'ammonium. Le dosage par spectrophotométrie d'absorption atomique montre des concentrations assez élevées aux norme OMS de potabilité. On dénote des concentrations en plomb comprises entre 384 et 812 µg/l et dépasse largement la norme fixée à 10 µg/l. De l'autre côté le cadmium aussi montre des concentrations varient entre 31 et 120 µg/l qui dépassent la norme à 3 µg/l. Tandis que le fer montre des concentrations plus ou moins faible qui correspond aux normes fixées à 0.5 et 50 mg/l. La présence des éléments en traces métalliques dans les eaux de la vallée de Djen Djen est due probablement a des origines géogènes plus l'apport des facteurs anthropiques tels que la présence des carburants déversés, le trafic routier et la poussière peuvent favorise l'accumulation de ces éléments dans l'eau et le sol. De point de vue hydro-chimique la vallée de Djen Djen est caractérisée par une agriculture intensive qui occupe des proportions de terrain croissantes. Cela

provoque une utilisation non-rationnelle des engrais et des pesticides chimiques, tels que l' NPK qu'est l'intrant chimique le plus dominant avec des quantités croissantes au cours des années, varie de 3238 kg en 2014 jusqu'à attendre une hausse de 26 843.2 kg en 2020.

**Mots clés :** Eléments en traces métalliques- Composés azotés- Ressources en eaux- Vallée de Djen Djen- Algérie.

---

## **Estimation des crues de référence pour les Plans de Prévention du Risque Inondation (PPRI). Cas du bassin versant du Saf Saf, NE algérien.**

A. Maou<sup>1</sup> & S. Souadnia<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Laboratoire de Géologie, Université Badji Mokhtar, Annaba, E-mail : [amelmaou@gmail.com](mailto:amelmaou@gmail.com) / [souadniageo@yahoo.fr](mailto:souadniageo@yahoo.fr)

Dans le bassin de l'oued Saf Saf, les inondations, liées aux intempéries, constituent le risque naturel le plus redouté par les riverains. Les dommages y inhérents deviennent de plus en plus insupportables tant sur le plan humain que matériel. Au fil des années, les pouvoirs publics ont tenté des aménagements à caractère structurel pour la protection des enjeux dans les communes les plus vulnérables. Néanmoins, les dommages occasionnés par les intempéries de Novembre 2004 et Février 2011 ont fait apparaître les défaillances des techniques mises en œuvre et ont, par conséquent, remis en question l'efficacité et le bien-fondé de ces mesures.

L'étude fréquentielle, l'analyse de corrélation par la méthode des moindres carrés des pluies et des débits extrêmes enregistrés à la station de Khémakhem et le traitement des crues exceptionnelles ont permis de développer quelques modèles empiriques pour extrapoler les résultants du calcul des crues de projet (crues ; décennale, cinquantennale et centennale) aux bassins dépourvus de tout équipement hydrométrique, et de définir les crues de référence pour l'élaboration des plans de prévention du risque inondation (PPRI) pour les communes les plus vulnérables dans la zone d'étude.

Les résultats obtenus indiquent les zones inondables, avec un risque d'inondations très élevé se produisant principalement dans les basses terres à proximité du réseau de drainage. Ces résultats peuvent alimenter un modèle hydraulique des écoulements à ciel ouvert permettant de fournir, pour tout profil, la largeur de la zone submergée, les cotes de submersion, la répartition des débits et des vitesses d'écoulement, Informations requises pour la cartographie du risque inondation telle que définie dans les PPRI. Les documents ainsi élaborés, constituant une servitude d'utilité publique, permettent de répondre à la fois, à l'exigence de protection et de prévention et à la préservation des enjeux dans les plaines d'inondation dans le cadre du développement durable.

**Mots clés:** Bassin du Saf Saf, risque d'inondation, crue de référence, PPRI.

## **Groundwater- surface water interaction in eastern Mitidja using electrical resistivity and hydro-chemical analysis.**

Z. Nemer<sup>1</sup>, F. Khaldaoui<sup>1</sup>, M.Y. Tebbouche<sup>2</sup>, D. Akziz<sup>3</sup>, H. Belaroui<sup>4</sup>, Z. Benaissa<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Geophysics laboratory-Faculty of Earth sciences, Geography and Territorial Planning-University of Sciences and Technology Houari Boumediene USTHB.*

<sup>2</sup>*Earth sciences department- University of Ferhat Abbas Setif*

<sup>3</sup>*Geomorphology and Georisks laboratory- Faculty of Earth sciences, Geography and Territorial Planning-University of Sciences and Technology Houari Boumediene USTHB.*

<sup>4</sup>*Geo-environment laboratory- Faculty of Earth sciences, Geography and Territorial Planning-University of Sciences and Technology Houari Boumediene USTHB.*

Surface water and groundwater are, contrary to popular belief, in constant interaction. An assessment of these interactions is necessary to manage the different concerns related to water quantity and quality. This evaluation can be difficult and complex, and a broad range of methods can be used (Binley, 2015). Some of these methods include conventional approaches such as water chemistry or other infrequently used methods such as temperature monitoring. In addition, geophysical and remote sensing technologies such as electromagnetics, seismic, electrical resistivity, or satellite imagery can be used in these studies. Indeed, these techniques permit the mapping of variations in different parameters including groundwater salinity or soil moisture that may be a secondary indicator of groundwater flow (Park et al., 2016). They can also be used to identify geologic features that control infiltration flow (Brodie et al., 2007).

In this study, we attempt to identify areas along a river bank that favor surface water-groundwater interaction. This is particularly important given the contamination of the wadi in question and the potential for irreversible pollution from any increased interaction caused by overexploitation. To evaluate this particular risk, the conductivity and electrical resistivity using electromagnetic (EM31) and electrical (ERT) methods were used. The studied river is the Wadi el Hamiz, one of the most polluted rivers of the Eastern Mitidja plain, enclosing one of the main aquifers that supply the country's capital.

The preliminary results highlighted areas with high infiltration risk. The results were used to orient the hydrochemical analysis that identified the impact of these infiltrations on the groundwater resources of the study area.

**Keywords:** Surface water- Groundwater- Hydro-geophysics-Pollution-Electrical resistivity.

### **References**

- Binley, A. (2015). Tools and Techniques: Electrical Methods. *Treatise on Geophysics: Second Edition*, 11, 233-259. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-53802-4.00192-5>
- Brodie, R. S., Sundaram, B., Tottenham, R., & Hostetler, S. (2007). An overview of tools for assessing groundwater-surface water connectivity. April. <http://www.affashop.gov.au/product.asp?prodid=13674>
- Park, S. G., Shin, S. W., Lee, D. K., Kim, C. R., & Son, J. S. (2016). Relationship between electrical resistivity and physical properties of rocks. 22nd European Meeting of Environmental and Engineering Geophysics, Near Surface Geoscience 2016. <https://doi.org/10.3997/2214-4609.201602101>

## Assessing Household Water Consumption Determinants (Sedrata, NE of Algeria)

M. Zeroual<sup>(1)</sup>, A. boustila<sup>(2)</sup>, A. hani<sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup>University of Badji Mokhtar, Faculty of Earth Sciences, Laboratory of water resource and sustainable development, Annaba, Algeria

<sup>(2)</sup>Ecole Nationale Supérieure des Mines et Métallurgie (ENSMM), Annaba

The scarcity of water resources against growing demand for fresh water are the major problems encountered in semi-arid cities planning. To solve such problem, a study defining the major factors affecting water use becomes a necessity.

Several approaches could be adopted for assessing such phenomenon, but with the large dataset and parameters to be considered, the use of modern techniques represents the optimum method. The present paper discusses the application of two Machine Learning algorithms: Artificial Neural Networks (ANNs) and Adaptive Neuro Fuzzy Inference System (ANFIS). The initial database was built based on socio-economic parameters: Number of female (**FEM**), monthly income (**INC**), two age categories of people (Children under 8 years old (**AG1**) and residents have age between 15 to 35 (**AG3**)), three categories of education level (primary school level (**PRS**), high school level (**HGS**) & university level (**UNIV**)) and car numbers (**CARN**), for more than 300 households from a semi-arid area (Sedrata, NE Algeria).

With regards to domestic water use forecasting, this paper demonstrates that ANNs can be trained to predict water consumption and to determine the most appropriate determinants of water use. Based on initial experimentation, ANFIS and ANNs were found to be the most effective methods. The results point out that the correlation of coefficient of ANNs for training, testing and validation phases are about **0.99**.

**Key words:** Artificial Neural Networks, Adaptive Neuro Fuzzy Inference System, Determinants of household water use, Socio-economic parameters, Water consumption.

### References

FIELDING K.S., RUSSELL S., SPINKS A., MANKAD A. 2012. Determinants of household water conservation: The role of demographic, infrastructure, behavior and psychosocial variables. *Water Resources Research*. Vol. 48. DOI 10.1029/2012 WR012398.

TIWARI M., ADAMOWSKI J., ADAMOWSKI K. 2016. Water demand forecasting using extreme learning machines. *Journal of Water and Land Development*. No. 28 p. 37-52. DOI 10.1515/jwld-2016-000.



# **SESSIONS ORALES**

## **SESSION 4 - SISMICITÉ DU DOMAINE DES MAGHRÉBIDES.**

## **Twelve years after the seismic sequences of Beni-Ilmane: Have the investigations uncovered all of the secrets?**

I. Abacha<sup>1</sup>, O. Boulahia<sup>1</sup>, A. Yelles-Chaouache<sup>1</sup>, H. Bendjama<sup>1</sup>, S. T. Rahmani<sup>1</sup>, E. Tikhamarine<sup>2</sup> and K. Roubeche<sup>1</sup>

<sup>(1)</sup>CRAAG, Centre de Recherche en Astronomie Astrophysique et Géophysique ; Route de l'Observatoire B.P. 63 Alger Algérie

<sup>(2)</sup>University Ferhat Abbas of Setif, Algeria

The goal of this overview here in Setif was to provide professionals from various disciplines of the earth sciences an opportunity to describe and discuss the findings published in the twelve years following the 2010 Beni-Ilmane earthquake sequence. We recall that this earthquake sequence generated three ( $M_w \geq 5.2$ ) mainshocks and a significant number of aftershocks that occurred in the southern Tellian Atlas in the Beni-Ilmane district approximately 200 km southeast of Algiers. Until now, scientific works have focused on three major axes: fault geometry (Yelles-Chaouache et al. 2014; Beldjoudi et al. 2016), local seismic tomography (Abacha et al. 2014), spectral source parameters (Abacha et al. 2019), and statistical characteristics (Hamdache et al. 2017). All the previous studies were performed based on a dataset of 1403 events recorded over the first two weeks of activity (May 14-31, 2010). The entire aftershock activity was recorded over 4 months (May 14 to August 31, 2010), which leads to a large number of events. Therefore, how will the combined dataset improve earlier seismotectonic, tomographic, source parameter, and statistical models? So, we applied a relative method to relocate 2297 events based on the multiplets' identification and a newly developed local 1D model. The highlighted fault patterns were more resolved (More details in a separate presentation). Then, we updated the 3D Vp and Vs models and outlined the Vp/Vs spatiotemporal variations within the Beni-Ilmane crust. Two main P-wave low-velocity patterns correspond to fault alignments underlined by geological studies: the NE-SW thrust fault located at the foot of Djebel Choukchot and the NNW-SSE oriented Samma strike-slip corridor. The former crosscuts the two P-wave high-velocity anomalies of the Kef Ouagnane and Kef Kherrat summits of the Choukchot Mountains. The third high-velocity anomaly represents the Jebel Affroun Mountain in the sub-Bibanic domain. Two high-Vp/Vs ratio patterns were revealed in the central aftershock part and along the NE-SW Ouanougha syncline, which constitutes a fluid reservoir and a fluid-saturated fault zone filled after aftershock activity. The 4D Vp/Vs models monitored fluid migration, and the modeled pore-pressure diffusion revealed that earthquake rupture along an ~N-S blind strike-slip fault fractured the closed reservoir and released high-pressure fluids, provoking a notable and long-lasting aftershock sequence. Our study underlines that local earthquake tomography (LET) can provide useful insights into the upward migration of fluids from a compartmentalized hydrocarbon reservoir. However, the LET wasn't able to enhance the resolution in depth. For this reason, we have performed a magnetotelluric campaign (the preliminary results will be shown in the poster session).

Finally, the LET findings were supported by a statistical analysis using stationary and non-stationary ETAS models, which shows that the underlying triggering process is a mix of driven forces, starting first with tectonic discharge and then fluid-

driven mechanisms. A most likely scenario is that mainshocks broke a sealed reservoir allowing a subsequent intrusion of high-pressurized fluids from depth. The events clusters were able to trigger fluid upward migration through a fractured crustal area observed after the first mainshock and significantly increased after the third mainshock (More details in a separate presentation).

**Keywords :** Beni-Ilmane ; multiplets identification ; LET; 4D Vp/Vs ratio ; pore-pressure diffusion ; ETAS model

## References

Abacha I, Koulakov I, Semmane F et al (2014) Seismic Tomography of the area of the 2010 Beni-Ilmane Earthquake Sequence, North-Central Algeria. *Springerplus*, 3(1):1-10.

Abacha I, Boulahia O, Yelles-Chaouche A, Semmane F, Beldjoudi H and Bendjama H (2019) The 2010 Beni-Ilmane, Algeria, Earthquake Sequence: Statistical Analysis, Source Parameters, and Scaling Relationships. *Journal of Seismology*, 23(1):181-193.

Beldjoudi H, Delouis B, Djellit H, Yelles-Chaouche AK, Gharbi S and Abacha I (2016) The Beni-Ilmane (Algeria) seismic sequence of May 2010: seismic sources and stress tensor calculations. *Tectonophysics* 670:101-114. <https://doi.org/10.1016/j.tecto.2015.12.021>.

Hamdache M, Pelaez JA, Gospodinov D, Henares J (2017) Statistical features of the 2010 Beni-Ilmane, Algeria, aftershock sequence. *Pure Appl Geophys* 175:773-792. <https://doi.org/10.1007/s00024-017-1708-6>.

Yelles-Chaouche AK, Abacha I, Semmane F, Beldjoudi H and Djellit H (2014) The Beni-Ilmane (north-central Algeria) earthquake sequence of May 2010. *Pure and Applied Geophysics*, 171(7):1283-1298.

---

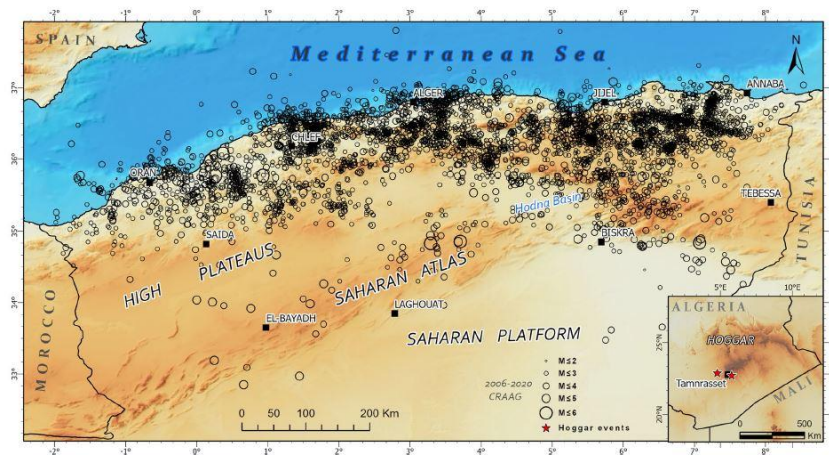
## The recent seismicity of northern Algeria: the 2006-2020 catalogue

C. Aidi<sup>1</sup>, A. Yelles-Chaouch<sup>1</sup>, H. Beldjoudi<sup>1</sup>, I. Abacha<sup>1</sup>, A. Cham<sup>1</sup>, O. Boulahia<sup>2</sup>, Y. Mohamdi<sup>1</sup>, R. Chimouni<sup>1</sup>, A. Kherroubi<sup>1</sup>, A. Alili<sup>1</sup> et H. Bendjama<sup>1</sup>

<sup>1</sup>CRAAG, Centre de Recherche en Astronomie Astrophysique et Géophysique

The main challenge for the evaluation of seismic risk of the seismic-prone countries like Algeria, is to own the more completed and consistent seismicity catalogue for a better seismic hazard assessment. To reach this goal, the collection of the maximum historical and instrumental seismic events is required to reflect the more realistic view of the seismicity of a country. Several efforts were made in the past to compile historical data relative to earthquakes and their parameters (Harbi et al., 2019 and references therein). This led to publication and improvement of many seismicity catalogs since the 1900s (Rothe, 1950; Grandjean, 1954; Benouar, 1994; Ayadi and Bezzeghoud, 2020). However, these catalogues suffer from the incompleteness and inaccuracy of their seismic data because of scarcity of reliable sources. In this paper we compile the most recent, complete and accurate catalogue of northern Algeria between 2006 and 2020. This catalogue is issued from data collection of the new Algerian Seismic Network. The catalogue includes 4858 events filtered from a total of 9000 recorded events. Dependent events (ie. Foreschoks and Afterschoks) were removed using the declustering process as well anthropic events. In the catalogue, each event is represented by its parameters. This new catalogue indicates that 2/3 of

the recent seismic activity is concentrated in the central and eastern parts of the country (Figure 1). In comparison, the western region remains quieter with few events recorded but recorded the largest (Mw 7.1) El Asnam seismic event in 1980. The recent activity reported in the catalogue allowed the identification new seismogenic zones previously poorly known. The recently collected seismic data permit a more accurate epicentral zones of many historical events reported in previous catalogues.



**Figure 1.** The distribution of seismicity in northern Algeria from 2006 to 2020.

**Keywords:** Algeria · Instrumental earthquake catalogue - ADSN seismic network · Earthquakes- Seismic parameters- Seismogenic zones.

## References

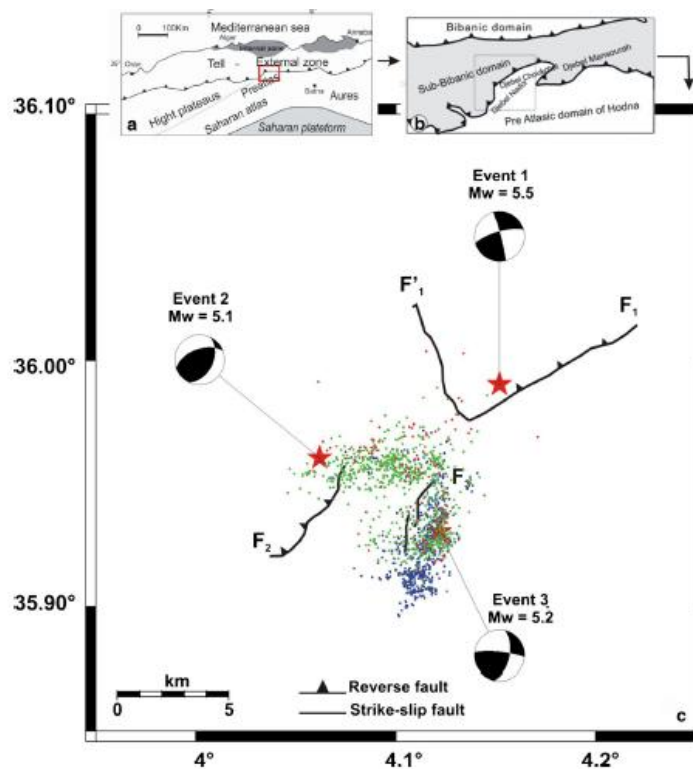
- Ayadi, A., & Bezzeghoud, M. (2015). Seismicity of Algeria from 1365 to 2013: Maximum observed intensity map (MOI2014). *Seismological Research Letters*, 86(1), 236-244.
- Benouar, *Annali di Geofisica*, 1994
- Harbi A, Sebaï A, Boughacha MS (2019) A glimpse at the history of seismology in Algeria. In: Springer Geology. Springer, p341-379.
- Rothé JP (1950) Les séismes de Kherrata et la séismicité de l'Algérie, *Bull. Serv. Cart. Geol. Algérie*, 4<sup>ème</sup> série, Géophysique, N. 3
- Grandjean A (1954) Séismes d'Algérie de 1940 à 1950 inclus, *Ann. Inst. Phys. Globe, Strasbourg*, 3<sup>ème</sup> partie, Géophysique, IVI,83 (Le Puy).

## Fault interaction for the Beni-Ilmane (east of Algeria) seismic sequence on May 2010

H. Beldjoudi<sup>1</sup>, A. Yelles-Chaouche<sup>1</sup>, G. Dabouz<sup>1</sup>, T. Dilmi<sup>1</sup>, K. Kameche<sup>1</sup>, A. Kherroubi<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Centre de Recherche en Astronomie Astrophysique et Géophysique

This work is aimed at understanding the interaction between faults of three moderate events of the seismic sequence which occurred on May 2010 in the region of Beni-Ilmane which belongs to the Hodna-Biban domain (east of Algeria)(Figure 1).



**Figure 1:** **a** Location of the epicentral area at a regional scale, **b** location of the epicentral area at a local scale, and **c** seismotectonic map of the epicentral area. Stars show the location of the main events and their relative focal mechanisms. Red dots are aftershocks for the first period (May 14–16), green dots are aftershocks for the second period (May 16–23), and blue dots are aftershocks for the third period (May 23–31). F1, F1', and F2 are the identified faults close to the location of the main event.

This seismic sequence occurred on a complex faulted fold located in the Biban region in the southern part of the Tellian Atlas. The first shock occurred on May 14, 2010, at 12:29GMT (Mw = 5.5) either on a dextral plane oriented [Strike, Dip, Rake: 254°, 74°, 175°] or on a sinistral plane oriented [Strike, Dip, Rake: 345, 85, 16]. Based on the stress change modeling, the fault plane with [Strike, Dip, Rake: 254°, 74°, 175°] is the one played for the first shock and starting the seismic sequence. I have also shown that the plane of the second shock which occurred on May 16 at 06:52GMT (Mw = 5.1) oriented [Strike,

Dip, Rake: 250°, 55°, 120°] is loaded by the first shock (Coulomb stress changes = 0.19 bar). The third shock occurred on May 23 at 13:28 GMT (M<sub>w</sub> = 5.2) with plane oriented [Strike, Dip, Rake: 12°, 57°, 12°] was loaded by the two previous shocks (Coulomb stress changes = 0.04 bar). I have correlated aftershocks occurred during this seismic sequence with Coulomb stress changes modeling taking into account the contribution of the regional stress tensor shows that the greatest number of aftershocks is located in positive areas of total Coulomb stress changes with a percentage that exceeds 65%. The best results are obtained for thrust optimal planes oriented NE-SW (Beldjoudi 2020).

**Keywords:** Coulomb stress change . Focalmechanism . Beni-Ilmane . Algeria . Regional stress

## References

Beldjoudi H., 2020., *Fault interaction for the Beni-Ilmane (east of Algeria) seismic sequence on May 2010*, *Arabian Journal of Geosciences* (2020) 13:959, doi:10.1007/s12517-020-05968-6.

---

## Study of the aftershock sequence of El Kantour earthquake (M<sub>w</sub>5.3) on November 22, 2020

H. Bendjama, O. Boulahia, I. Abacha, A. Yelles-Chaouche, S.T.E Rahmani et K. Roubeche

*Research Center in Astronomy, Astrophysics and Geophysics, CRAAG, Route de l'Observatoire BP 63 Bouzareah, Algiers.*

An earthquake occurred on November 22, 2020 at 3:53 am local time in the region of El Kantour (Skikda), and was felt throughout northeastern Algeria. The duration magnitude estimated by the CRAAG M<sub>r</sub>5.0 places this earthquake as the most important ever to occur in the region during the instrumental era. Due to its size, this event constitutes an opportunity to deepen the knowledge of the study region's seismotectonics after the March 5, 2017 earthquake (M<sub>w</sub>4.7), which was examined in depth in a previous study. The temporary network of six deployed stations recorded 607 aftershocks. Several methods were used for the analysis of the mainshock and associated aftershocks, such as relative relocation, seismic moment tensor, focal mechanisms, principal stress tensor, statistical laws, and Coulomb stress variation modeling (CFF). The waveform inversion gave an M<sub>0</sub> = 10.36 x 10<sup>16</sup> N.m (M<sub>w</sub>5.3). The depth was estimated to be 9.8 km. The focal mechanism shows a right-lateral strike-slip on an E-W plane and left-lateral on the N-S plane. The Omori-Utsu law shows a mainshock-aftershock type activity. The computed orientations of the main stress field coincide with the trend of Eurasian-Nubian tectonic plate convergence. Preliminary localization results showed that the source of the 2020 sequence is a right-lateral strike-slip fault oriented E-W and located at the southern foot of Jebel Toumiète. The Coulomb stress variation demonstrated that the aftershocks were ruptured on small segments belonging to the Mcid Aïcha-Debbagh fault that were clearly in a critical rupture state loaded by the regional stress. Therefore, the rupture is governed by the regional stress field.

**Keywords:** Mcid Aïcha-Debbagh fault, relative relocation, waveforms, focal mechanisms, Omori-Utsu, CFF

## References

Bendjama, H. et al. (2021). The march 2017 earthquake sequence along the E-W-trending Mcid Aïcha-Debbagh fault, northeast algeria. *Geosciences Journal*, 25(5):697–713.

Yagi, Y. et Nishimura, N. (2011). Stress tensor and fault plane solutions for a population of earthquakes. *Bulletion of IISEE*, 45(1) :133–138.

King, G. C. et al. (1994). Static stress changes and the triggering of earthquakes. *Bulletin of the Seismological Society of America*, 84(3) :935–953

---

## The July–August 2020 Earthquake Sequence, Mila, North-East Algeria: Fluid-Driven and Orthogonal Conjugate Faulting Mechanisms

O. Boulahia, I. Abacha, A. Yelles-Chaouache, H. Bendjama, S.T-E Rahmani, F. Semmane, K. Roubeche et C. Aidi

*Research Center in Astronomy, Astrophysics and Geophysics, CRAAG, Route de l'Observatoire BP 63 Bouzareah, Algiers.*

The 2020 Mila earthquake sequence that took place in northeastern Algeria is being investigated to reveal the faulting and seismicity properties of the activated area. From July–August 2020, we register a sequence without a single mainshock among the three recorded, the first shock on July 17, 2020, at 8 h 12 m (UTC) of a Mw 4.8, the second shock on August 7, 2020, at 6 h 15 m (UTC) of a Mw 5.0, and the third shock on August 7, 2020, at 11 h 13 m (UTC) of a Mw 4.5. We use an Empirical Green's Function (EGF) method to derive the Relative Source Time Functions (RSTF's) and high-resolution relocation using cross-correlation time delay to identify active structures, analyze the spatiotemporal behavior, and understand the mechanics of the sequence. The initial aftershock cloud was successfully divided into two densely concentrated spatial clusters of highly correlated events. We show that the rupture process had a strong directivity toward the southeast for the Mw 4.8 first shock and toward the northeast for the Mw 5.0 second shock. We relocate over 981 events from the sequence, with structures matching moment tensor solutions and focal mechanisms indicating predominantly right- and left-lateral strike-slip ruptures. The results reveal orthogonal conjugate fault structures trending ~N65W and dipping 80°SW, and trending ~N28E, and dipping 70°NW. The earthquakes evolved in two phases, with a spatiotemporal migration of epicenters from the NW-SE fault plane to the NE-SW fault at a rate consistent with pore fluid diffusion. In terms of hazard, the conjugate faulting, fault complexity, and fluid implication are valuable for understanding seismic swarms and estimating the potential for hazard in other regions of northern Algeria.

**Keywords:** Mila seismic sequence, cross-correlation, relocation, source parameter, empirical green function, fluid driven, spatiotemporal migration.

### REFERENCES :

BOULAHIA, O. (2022). Identification, caractérisation et interaction des sources sismiques : Implication sur des séquences d'évènements sismiques de la période 2010-2021 dans le Nord-Est Algérien. Thèse de Doctorat, UFAS1. <http://dspace.univ-setif.dz:8888/jspui/handle/123456789/3956>.

BOUROUIS, S. et CORNET, F. H. (2009). Microseismic activity and fluid fault interactions : some results from the Corinth Rift Laboratory (CRL), Greece. *Geophysical Journal International*, 178(1) :561–580.

FREMONT, M. J. et MALONE, S. D. (1987). High precision relative locations of earthquakes at mount st. helens, washington. *Journal of Geophysical Research : Solid Earth*, 92(B10) :10223–10236.



## Inferring location, magnitude and hypocentral depth from seismic intensity data of pre-instrumental earthquakes in the North-eastern part of Algeria

R. Kherchouche<sup>1\*</sup>, A. Sebai<sup>1</sup>, Y. Rouchiche<sup>1</sup> and Mohand Bersi<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Centre de Recherche en Astronomie, Astrophysique et Géophysique, BP. 63, Bouzaréah, 16340, Algiers, Algeria. (<https://www.craag.dz>)

<sup>2</sup>Ferhat Abbas University, Setif 1, Institute of Architecture and Earth Sciences, Department of Earth Sciences, Campus El-Bez, 19000, Sétif, Algeria

The reliable investigation of the historical seismicity of a region is a crucial task for the seismic risk analysis and the hazard assessment. The study of available documents (press archives, reports, previous works, documentary data, etc), done by Harbi et al. (2003), reports few devastating earthquakes as the December 17, 1850 Héliopolis earthquake ( $M_s = 4.2$ ,  $I_0 = VI$  EMS), the August 22, 1856 Djidjelli earthquake ( $M_s = 5.7$ ,  $I_0 = VIII$  EMS), and the December 3, 1885 M'sila earthquake ( $M_s = 5.9$ ,  $I_0 = IX$  EMS) (where EMS is the European Macroseismic Scale).

In this work, we are retrieving the location, the magnitude and the focal depth of the historical earthquakes, that occurred in the North-eastern part of Algeria, from seismic intensity data. To determine the focal depth of the pre-instrumental events, we used a methodology based on the attenuation equation developed by Radò Kövesligethy (1906). To determine the location and the intensity magnitude of the pre-instrumental events, we analysed a total of 1169 intensity observations for 14 "training-set" recorded and located events, occurred between 1949 and 2003 (Harbi et al., 2003). The intensity magnitude  $M_{si}$  is determined from the mean of the attenuation relation  $M_{si} = [EMS_i + 0.6445 + (0.0271 * \Delta_i)] / 1.3468$  (see (William H, Bakun, 1999), (Hinzen and Oemisch, 2001)), on a 51 x 51 trial epicenters grid with 5 km grid spacing, where  $\Delta_i$  is the distance in kilometer between the  $EMS_i$  observations and the trial epicenter. Using the obtained attenuation relation, we derive the location and intensity magnitude  $M_{si}$  for a test-set of 19 earthquakes from the Algerian catalogue (Harbi et al. 2003) occurred between 1847 and 1980, by adapting and calibrating the method proposed by (Bakun and Wentworth, 1997). We bounded also the epicentral region of each event by contours of rms [ $M_{si}$ ] with 60%, 70%, 80% and 90% confidence-level for location.

**Keywords:** Algeria, earthquake catalogue, historical seismicity, macroseismic parameters, seismic intensity data.

### References

- Bakun, W. H. (1999). Seismic activity of the San Francisco Bay region. *Bulletin of the Seismological Society of America*, 89(3), 764-784.
- Harbi, A., Benouar, D., & Benhallou, H. (2003). Re-appraisal of seismicity and seismotectonics in the north-eastern Algeria Part I: Review of historical seismicity. *Journal of Seismology*, 7(1), 115-136.
- Hinzen, K. G., & Oemisch, M. (2001). Location and magnitude from seismic intensity data of recent and historic earthquakes in the northern Rhine area, Central Europe. *Bulletin of the Seismological Society of America*, 91(1), 40-56.
- Kövesligethy, R.: 1906, A makroszeizmikus rengések feldolgozása, *Math. és Természettudományi Értesítő* 24, 349-368.

## **Time-dependent and spatiotemporal statistical analysis of seismicity: Application on the complete data set of the 2010 Beni-Ilmane earthquake sequence**

S. T-E. Rahmani<sup>1</sup>, I. Abacha<sup>1</sup>, O. Boulahia<sup>1</sup>, A. Yelles-Chaouche<sup>1</sup>, C.C. Martin<sup>2</sup> and K. Roubache<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Research Center in Astronomy, Astrophysics and Geophysics (CRAAG),*

<sup>2</sup>*ESCET Area de Geologia, Universidad Rey Juan Carlos (URJC), C/Tulipan s/n, Mostoles, 28933 Madrid, Spain*

Northeastern Algeria is known by its high seismic activity as reflected by several hundreds of events occurring every year. Recently, this area has been the seat of several seismic sequences such as the 2010 Beni-Ilmane earthquake sequence and the 2012–2013 Bejaia earthquake sequences. On the other hand, it is also observed that the seismic activity of this part of Algeria is dominated by swarms, with high concentrations in time and space, from a few days to several months, ranging from a few kilometers to ten kilometers, and sometimes showing a migration of several kilometers in several weeks. The statistical study of the Beni-Ilmane seismic sequence, using the stationary and non-stationary ETAS model, has shown that the seismicity triggered by the May 14, 2010 earthquake of magnitude 5.4 is probably related to an aseismic forcing. Indeed, the results obtained by the non-stationary ETAS model seem to indicate 3 different periods. The first period contains 37% independent events and 63% aftershock, which is generally observed in the case of a mainshock aftershock seismic activity with a constant background rate. The second period contains 51% of background events, the majority of which are concentrated before the earthquake of May 23, 2010 of magnitude 5.3 and just after the latter with a very intense background rate. Finally, the last period shows a return to normal activity with aftershock events and a constant background rate.

**Keywords:** Beni-Ilmane earthquake sequence; spatial analysis; statistical seismology; ETAS model

---

## **High-precision relocation of the 2010 Beni-Ilmane Earthquake Sequence (Northern Algeria) and source parameters estimation using the Empirical Green's Functions (EGF)**

El-M. Tikhamarine<sup>1</sup>, O. Boulahia<sup>2</sup>, I. Abacha<sup>2</sup>, A. Yelles-Chaouche<sup>2</sup>, K. Roubache<sup>2</sup>, H. Bendjama<sup>2</sup>, S. Taki-Eddine Rahmani<sup>2</sup> and F. Semmane<sup>2</sup>

<sup>(1)</sup>*University Ferhat Abbas of Setif, Algeria*

<sup>(2)</sup>*Center of Research in Astronomy, Astrophysics, and Geophysics, CRAAG, Route de l'Observatoire BP 63 Bouzaréah, Algiers, Algeria*

The 2010 Beni-Ilmane seismic sequence (Northern Algeria) marked by the occurrence of the three main shocks and by a significant number of aftershocks, is considered as the most intense sequences that have occurred in Northern Algeria during the last decades.

The search for new techniques to improve earthquake location has been motivated by the need to overcome the obstacles that prevent accurate earthquake location and to advance the understanding of the seismic phenomenon in general. A significant step in this direction has been the development of location and relocation techniques along side with error estimation. The observation of microseismicity, in active areas, shows the existence of earthquakes with identical waveforms. They are called doublets, triplets, or multiplets if there are more than two earthquakes, in other words, these are predictable events. Seismic multiplets are close in space but not necessarily in time. Several studies showed that the resemblance of the waveforms leads us to confirm that the events have the same focal mechanisms, therefore they were originated by the same asperity and that the seismic waves have traveled the same path.

The present research is based on three (03) major pillars. Firstly, we estimate a new minimum 1D velocity model for the Beni-Ilman region and its surroundings, using the approach of Kissling et al. 1995 by simultaneously inverting for P-wave velocities with hypocenters location and station corrections. This algorithm tends to solve the coupled hypocenter-velocity problem by a linearized inversion in a least square sense.

The concept of the minimum 1D velocity model is to estimate the seismic waves velocity distribution in the sub-surface (crust), therefore it provides a framework to compute initial hypocenter locations. The seismic travel-time problem is a nonlinear problem of seismic velocity model along the ray path and the earthquake locations.

Secondly, events relocation based on multiplets identification is performed using the double difference (DD) earthquake location algorithm. The absolute locations in the initial catalog have been improved by the use of a new velocity model and the location error estimation, nevertheless There are still, significant uncertainties in the relative locations of the hypocentres, essentially with the occurrence of an important number of events, which make it difficult to distinguish details within the sequence, such as the existence of subclusters. In order to further constrain the hypocentral locations, we have applied a double-difference relocation procedure using the HypoDD algorithm (Waldhauser & Ellsworth 2000), incorporating both catalog and cross-correlation differential travel time data.

Finally, and based on the multiplet analysis we estimated the source parameters of the 20th largest aftershocks ( $M_0 \geq 3.5$ ) using the empirical Green's functions (EGFs) method. This method is currently considered to be, the most accurate approach to estimated earthquake source parameters, because it does not depend on seismic attenuation or site effects, which affects the corner frequency estimation.

**Keywords:** Beni-Ilmane sequence, minimum 1D velocity model; multiplets identification, EGFs method

# **SESSIONS ORALES**

**SESSION 5+11 - DOMAINE SAHARIEN.**

## Variations of the in-situ stress state and its implications for hydrocarbon exploitation in the Hassi Terfa field, Hassi Messaoud, Algeria

K-E. Aissou <sup>a\*</sup> & K. Amri <sup>a</sup>

<sup>a</sup> LGGIP, FSTGAT, U.S.T.H.B, B.P. 32 El Alia, Dar EL Beida, 16111, Algiers, Algeria.

\*Corresponding author, Tel: +213 553855321; e-mail: [aissoukamreddine@gmail.com](mailto:aissoukamreddine@gmail.com) (Aissou, K)

Understanding the present-day stress field and its variations is critical for hydrocarbon exploitation. These variations have significant implications for borehole stability, hydraulic stimulation, and fault reactivation. In this study, a new geomechanical model is developed to determine the orientation and magnitude of the contemporary stress of the Hassi Terfa field, using geophysical logs to understand the origin of the spatial variability of the stress state. Interpretation of wellbore breakouts from acoustic image logs gives a mean maximum horizontal stress ( $S_{Hmax}$ ) orientation of N110° ( $\pm 8,5^\circ$ ), consistent with the Africa-Eurasia plate motion, which imposes the largest stress source as first-order. However, our analysis reveals local stress perturbations near faults. This implies that the stress field in the Hassi Terfa is superimposed by a third-order source of stress. Our model presents variations in stress magnitude with depth interpreted to be lithology-dependent, acting as a natural stress barrier to fracture propagation. We proposed a new approach to quantify these variations from the stress index regime ( $R'$ ) using the magnitude of the principal stress components. The results reveal different layer-to-layer faulting regimes. These variations will limit the upward propagation of the hydraulic fracture to the overlying formation, enabling it to access a larger reservoir volume and improve production. Broadly, a strike-slip with a slight normal component regime is interpreted in the study area from wellbore measurements. We constructed the first quantitative stress map using the relative stress magnitude parameter ( $A\varphi$ ) to illustrate the lateral variation of the stress regime throughout the Saharan platform. The results show a consistent strike-slip to normal/strike-slip regime with uniform  $S_{Hmax}$  orientation. This map will help operators achieve optimum well direction and optimize hydraulic stimulations. Our results have significant implications for hydrocarbon development in the Saharan platform.

**Keywords:** Saharan platform, Geomechanical modeling, Local stress field, Stress variation, Hydraulic fracturing.

## **Contribution à l'étude pétrologique, géochimique et isotopique (Sr-Nd) de l'intrusion mafique de Laouni Est (Hoggar central, Algérie)**

A.EI-A. ALOUACHE<sup>1,2</sup>, N. REMACI-BENAOUDA<sup>1,3</sup> et J.Y. COTTIN<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Laboratoire « Géoressources, environnement et risques naturels », FSTU, Université d'Oran 2, Mohamed Ben Ahmed, Oran, Algérie.  
([ahmedamine1985@yahoo.fr](mailto:ahmedamine1985@yahoo.fr))

<sup>2</sup>Département des sciences de la Terre, Centre universitaire Ali Kafi de Tindouf

<sup>3</sup>Département des sciences de la Terre, FSTU, Université d'Oran 2, Mohamed Ben Ahmed, Oran, Algérie. ([nbremaci@gmail.com](mailto:nbremaci@gmail.com))

<sup>4</sup>Département de Géologie, Université J. Monnet, 23 rue du Dr P. Michelon, 42023 Saint-Etienne, France

Situé dans le terrane Laouni, du métacraton LATEA, l'intrusion mafique Laouni Est (IMLE) étudiée fait partie des intrusions "ultramafiques-mafiques" connues dans cette région. Elle forme un complexe stratifié allongé grossièrement N-S parallèle aux grands accidents sub-méridiens qui affectent l'ensemble du Hoggar.

D'un point de vue géochronologique, par la méthode LA-ICP-MS, une datation U-Pb in situ sur zircons dans un gabbro de l'IMLE, a donné un âge de 631 Ma, correspondant à l'âge de cristallisation et de mise en place de cette intrusion. Initialement considéré comme tardi-panafricain, ce nouvel âge démontre le rattachement de cet épisode magmatique basique à l'événement précoce de l'orogène panafricain, Ediacarien inférieur tout comme les granites associés. Ce complexe mafique est intrusif dans les granites migmatitiques éburnéens.

L'IMLE est constituée de cumulats troctolitiques et gabbroïques, dont l'étude microscopique laisse apparaître une paragenèse minérale constituée de plagioclase, d'olivine, de clinopyroxène, d'orthopyroxène et d'oxydes ferro-titanés. Les troctolites présentent des textures de méso- à adcumulat avec un plagioclase (An77-58) en lattes montrant une orientation préférentielle et des indices de croissance adcumulat, une olivine de forme globuleuse (Fo80-76). Le clinopyroxène (Wo47-29 En56-42 Fs14-8) et l'orthopyroxène (En80-72) parfois poecilites, affichent un statut intercumulus.

Les gabbros à olivine, à texture de méso- à orthocumulat, présentent une paragenèse cumulus à plagioclase de composition An72-51, à clinopyroxène (Wo48-26 En57-40 Fs17-8) et à olivine moins magnésienne (Fo79-70) très corrodée et souvent entourée d'une frange d'orthopyroxène (En78-72). Ce dernier constitue avec le clinopyroxène tardif et les oxydes ferro-titanés le matériel intercumulus.

Les litages modal et cryptique permettent de ressortir cinq unités cycliques, la base de chacune se matérialise sur le plan modal par des cumulats riches en olivine (troctolite et gabbro riche en olivine) et sur le plan cryptique par des inversions des paramètres minérales (Fo, An, XMgcp et En) vers des valeurs plus primitives. Ces inversions s'expliquent par des injections de magma primitif saturé en plagioclase et olivine, le mixing entre ce magma et le magma résiduel durant l'alimentation se manifeste par: (i) la coexistence dans le même échantillon de deux populations de plagioclase, l'une à cœur complexe et résorbé contenant des zones plus calciques et espacées mais optiquement continues et l'autre à cœur simple, (ii) des plagioclases montrant des zonations normale, inverse et oscillatoire avec fluctuation entre cœur et bordure atteignant 9 % d'anorthite, (iii) la coexistence de deux populations de clinopyroxène différentes par leurs teneur en Mg, Al,

Ti et Cr, (iv) des inversions graduelles figurant dans le litage cryptique et qui aboutissent à des compositions plus primitives.

Ces plutonites basiques montrent des rapports  $Mg\#$  ( $100 Mg/(Mg + Fe^{2+})$ ) oscillant entre 81 et 78 pour les troctolites et 79 à 71 pour les gabbros à olivine. Leurs spectres de Terres Rares sont peu fractionnés pouvant indiquer une source mantellique de type péridotite à spinelle. En plus de ces caractères, l'enrichissement en LILE et les anomalies négatives non négligeables en HFSE tradiraient une affinité de tholéiites continentales pour le magma parental.

Les rapports isotopiques Sri se situent entre 0.7038-7053 et du  $\epsilon Nd = +5.15$  à  $+1.08$ . Les nouvelles données de  $\epsilon Hf(t)$  sur zircon montrent des valeurs négatives allant de  $-5.55$  à  $-4.99$ . Ces caractéristiques permettent de proposer, pour le magma parental de l'IMLE un composant mantellique type depleted mantle et une contamination par la croûte continentale non négligeable.

**Mots clés:** Hoggar central, Laouni, intrusion mafique, Ediacarien inférieur, isotopes.

---

## **Evolution des associations à faunes benthiques au cours du Serpukhovien (Carbonifère inférieur) dans le Djebel Arhlal - Bassin de Béchar**

K.F.T. Atif<sup>1</sup>, F. Besseghier<sup>1</sup>, M. Aïmouch<sup>1</sup> et H. Rechidi<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Laboratoire de Paléontologie Stratigraphie et Paléoenvironnement, université d'Oran2, Mohamed Ben Ahmed BP 1015, El-M'naouer 31000 (Algérie). kftatif@gmail.com*

L'interaction entre l'environnement – la nature des dépôts et le contenu en faunes benthiques est bien mis en évidence à l'issue d'une analyse de la formation serpukhovienne (Carbonifère inférieur) de Djenien dans le bassin de Béchar où le Djebel Arhlal constitue un parfait exemple.

La succession constitue une épaisseur d'environ 175m, dans laquelle s'individualise un membre inférieur de Hid El Kef et un membre supérieur de Djenien s.s. Le Membre de Hid El Kef est composé par une alternance marnes jaunes à passées gréseuses et de calcaires crinoïdiques à brachiopodes de milieu de plate-forme médiane. Il s'agit d'une biodolomicrosparite de texture grainstone qui évolue vers une biomicrite de texture packstone. Le contenu organogène nous a permis d'individualiser deux associations à faunes benthiques (AFB1-AFB2) dominées d'abord par des crinoïdes puis devenant progressivement plus diversifiées, particulièrement dans les niveaux calcaires, à dominance multiple à crinoïdes, brachiopodes et polypiers solitaires associés accessoirement à des foraminifères et des algues.

Le membre de Djenien permet d'individualiser trois unités : anté-récifale, récifale et post-récifale de milieu de plate-forme médiane. Les calcaires à entroques de l'unité anté-récifale correspondent à leur base à une biomicrosparite à oolithes puis passent à des biosparites à micrite de texture packstone. Les associations définies dans ces niveaux montrent une superposition d'une association AFB3 très appauvrie qui évolue vers une association AFB4 dont les représentants sont plus diversifiés et plus abondants, à dominance de brachiopodes, de bivalves, de polypiers solitaires et de crinoïdes. L'ensemble



s'achève par des biointramicroparite de texture packstone au niveau desquelles on note une diminution très significative du contenu fossilifère. Ce dernier permet de reconnaître la réapparition de l'association AFB3. La succession évolue vers une installation progressive d'un biostrome correspondant à l'unité récifale. Cette dernière, constituée essentiellement de polypiers coloniaux hermatypiques permet de reconnaître deux associations AFB5 – AFB6. Cette activité récifale s'estompe par l'arrivée des dépôts marneux situés à la base de l'unité post-récifale. Cet événement est traduit par un brusque appauvrissement du contenu fossilifère (AFB7- AFB8) qui coïncide avec l'arrivée des dépôts détritiques mais aussi avec des conditions d'hypersalinité attestées par la présence exclusive des brachiopodes du genre *Composita* et également une forte dolomitisation (dolomicroparite). Ces conditions semblent se rétablir vers les niveaux sommitaux qui permettent ainsi le renouvellement progressif de la faune benthique (AFB9) d'un environnement de plate-forme interne distale à médiane.

**Mots clés :** Bassin de Béchar – Serpukhovien – Faunes benthiques – Environnements

## Références

K.F.T. Atif, M. Aretz, M. Legrand-Blain, A. Bouzid and M. Aimouche (2016) – *Brachiopods and rugose corals in an upper Serpukhovian (Mississippian) biostrome : preliminary results from the Djebel Arhlal (Béchar Basin, Algeria)*. *Boletín Geológico y Minero*, 127 (2/3) : 345-360

E. Flügel (2004) – *Microfaciès of Carbonate Rocks : analysis, interpretation and application*. Springer-Verlag, Berlin

---

## Nouvelles données cartographiques et pétrologiques des affleurements volcaniques cénozoïque de la région de la Tazoulet (Egéré-Aleksod, Hoggar central, Algérie)

R. Ben El Khaznadji<sup>1,2</sup>, M. Benamar<sup>1</sup>, C. Bouabdallah<sup>1</sup>, K. Amri<sup>1,3</sup>, S. Djemai<sup>1,3</sup> et A. Bendaoud<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup> Université des sciences et technologie Houari Boumediene, BP 32, El Alia Bab Ezzouar 16111 Alger,

<sup>2</sup> Laboratoire Métallogénie et Magmatisme de l'Algérie (LMMA), USTHB, Alger, Algérie

<sup>3</sup> Laboratoire de Géodynamique, Géologie de l'Ingénieur et Planétologie, FSTGAT – USTHB, Alger,

Le Hoggar est connu pour être le siège d'une très importante activité magmatique du Miocène au Quaternaire au cours de laquelle se sont mis en place d'importants volumes de laves mafiques et felsiques de nature tholéitique, alcaline à hyperalcaline. (Ben El Khaznadji et al., 2017)

Ce travail rapporte pour la première fois la nature volcanologique, pétrographique et minéralogique des laves extrusives, pour la plupart jamais cartographiées; dans la région de la Tazoulet aux confins du dôme de l'Aokassit, à l'est de la région volcanique de Tazrouk (Ben El Khaznadji, 2020).

Les dernières observations et échantillons récoltés sur le terrain, nous permettent d'apporter de nouvelles données sur la nature des affleurements volcaniques cénozoïques, et les différentes relations lithostructurales avec l'encaissant gneissique hautement métamorphique du Protérozoïque (Bertrand, 1974) et les minéralisations associées, essentiellement manganésifères.

Pour la première fois, la nature des affleurements volcaniques a été distinguée dans cette partie de l'Aleksod, qui est essentiellement rhyolitique à trachytique hyperalcaline, plus rarement phonolitique. Le volcanisme mafique, sporadique, est représenté par des basaltes évolués (mugéarites, benmoreites) et quelques rares basanites. Ces nouvelles données pétrographiques ont permis de compléter qualitativement et quantitativement la cartographie de l'Aleksod sur le volet volcanique.

Les études pétrographiques et minéralogiques basées sur les données et analyses EDX révèlent, dans les trachytes, et selon les faciès, des phénocristaux et microlites correspondant à de la sanidine potassique à sodi-potassique, du pyroxène (augite aegyryne), de la biotite, du zircon, de la titanomagnétite, de la phillipsite, de la cancrinite, de l'aenigmatite et d'autres minéraux riches en manganèse. D'autres faciès trachytiques montrent une association minéralogique avec la biotite et l'amphibole (ferrokaersutite ou richterite) mais ils sont essentiellement à cpx + oligoclase + fayalite. De telles associations sont souvent associés à des fluides hyperalcalins. Certains trachytes sont associés à une minéralisation Mn-K de type cryptomélane très étendue en surface. L'apatite est présente dans les laves trachytiques les plus septentrionales avec sanidine + cpx ( $Wo_{45}En_{34}Fs_{21}$ ) + minéraux Fe-Ti. Dans les phonolites à sodalite, néphéline et rarement leucite, on trouve des phénocristaux de sanidine, d'augite aegyrynique (souvent poecilitique), et d'analcime. Les rhyolites présentent souvent de grands cristaux de quartz et sont régulièrement associées à des trachytes. Les basanites comprennent de l'olivine corrodée primitive, du diopside, du labrador, de l'andésine, de l'ilménite et de la titanomagnétite.

L'étude lithostructurale de terrain a montré des cisaillements transverses NO-SE sénestres associés localement à des cisaillements dextres NE-SO. Les contraintes compressives observées sur certains systèmes plissés dans la région Nord Tazoulet sont globalement ouest-est. L'étude d'un pli synforme d'axe vertical NE-SO (pli déversé SE) confirme sa relation au décrochement sénestre observé localement sur le terrain et régionalement par la cartographie. L'alignement des extrusions volcaniques sur des axes NE-SO à parfois E-O démontre l'étroite relation entre les zones de cisaillements et le volcanisme cénozoïque. Cet alignement est parallèle au couloir de cisaillement de l'Oued Amded, où se mettent en place les districts volcaniques cénozoïque du Hoggar.

**Keywords:** Hoggar – Aleksod – Volcanisme - Hyperalcalin - Tazoulet .

#### **References:**

Ben El Khaznadj, R., Azzouni-Sekkal, A., Benhallou, A., Liégeois, J-P., Bonin, B. 2017. *Journal of African Earth Sciences* 127: 222-34.

Ben El Khaznadj, R. 2020. *Thèse de Doctorat en Sciences, USTHB-FSTGAT, Alger, 452pp.*

Bertrand, J. (1974). *Thèse d'Etat. CNRS Paris. 350 p.*

## **Les coraux du Dévonien inférieur à moyen du Mm 30 et Erg El Djemel (Saoura, Ougarta. Algérie) : spécimens d'eau froide et profonde. Un autre type d'édifice de coraux ?**

F. Besseghier<sup>1</sup>, K. F. T. Atif<sup>1</sup>, and M. Aïmouch<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Laboratoire de Paléontologie Stratigraphie et Paléoenvironnement, Université d'Oran2, Mohamed Ben Ahmed BP 1015, El-M'naouer 31000 (Algérie).

[fatimabesseghier@gmail.com](mailto:fatimabesseghier@gmail.com)

Dans la partie nord occidentale de la plateforme saharienne, les anthozoaires du Dévonien sont représentés, dans les sédiments de la Saoura, par un grand nombre d'individus appartenant à plusieurs familles.

Leur parfaite conservation a permis de mettre en évidence les détails des structures et des caractères calicinaux encore non signalés dans d'autres régions.

Deux principaux groupes de coraux sont présents et en abondance. Au total 67 espèces et variétés d'anthozoaires ont été reconnues et étudiées par Le Maître, 1952 et les résultats obtenus (Besseghier, 2014) sur les coraux du F.B.V. de deux secteurs (Km 30 et Erg el Djemel) ont permis d'identifier 34 espèces d'Anthozoaires dont huit (08) en nomenclature ouverte. Ces taxons sont représentés par 20 genres, regroupés en 12 familles et 3 ordres sous deux classes : Les Rugosa et les Tabulata

Les Tabulata (tabulés), abondants, représentés par *Favosites*, *Cleistopora*, *Crenulipora*, *Striatopora* forment des amas discontinus dans les bancs, alors que les *Praemichelinia* qui tiennent une place prépondérante comme constructeurs dans les colonies massives peuvent atteindre un mètre de diamètre. Par ailleurs, les *Parastriatopora cantabrica*, *Crenulipora difformis*, abondants en individus, prolifèrent beaucoup mieux dans le FBV de la Saoura au « Km 30 ». Ces espèces semblent être caractéristiques des environnements froids et profonds dans le Dévonien de la chaîne Cantabrique (Espagne) et les Rugosa solitaires tels que la famille de laccophyllide qui tolère les environnements anaérobiques.

Aussi, ceux de petite taille, coniques sans disséminations, correspondant à une faune caractéristique d'une eau profonde, aphotique et anaérobique (Sando, 1981, Berkowski, 2008).

La coexistence des Rugosa solitaires, petits, coniques, sans disséminations, la famille de laccophyllide et les Tabulata branchus et massifs (*Crenulipora difformis*, *Parastriatopora cantabrica*, *Parastriatopora annulata-floralis*), associés à la faunes benthiques de brachiopodes, de crinoïdes, de trilobites, avec des coquilles de goniatites et d'orthocères ainsi que l'absence de figures d'érosion (de vagues ou de tempêtes) nous permet de suggérer, au niveau majeur FBV, un environnement pouvant dépasser les 100 m, profond et/ ou d'eau froide.

**Mots clés :** Km 30, Erg el Djemel, Dévonien, Anthozoaires, Eau-froide.

## Références

Berkowski B. (2008) – *Emsian deep-water Rugosa assemblages of Hamar Laghdad (Devonian, Anti-Atlas, Morocco)*. *Palaeontographica, Abteilung A* 284, p. 17-68.

Besseghier F. (2014) – *Systématique et paléocéologie des Rugosa et Tabulata (Anthozoaires) du niveau à faune benthique variée du « Km 30 » et d'Erg el Djemel (Saoura-Ougarta, Algérie)*. *Mém. Magis.Univ. Oran*, p190, Fig.18, pl.23.

SANDO W. J. (1981) – *The paleoecology of Mississippian corals in the western conterminous United States*. *Acta Palaeontologica Polonica*, 25, p. 619-631.

---

## Analyse de perturbation de l'état de contrainte par la fracturation hydraulique d'un réservoir d'hydrocarbure : cas du Bassin de l'Ahnet

Y. Bouchachi<sup>1</sup>, S. Boukhallat<sup>2</sup>, S. Bourouis<sup>3</sup> et A. Boudella<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Laboratoire de Géophysique, Département de Géophysique, Faculté des Sciences de la Terre, de la Géographie et de l'Aménagement du territoire, Université des Sciences et de la Technologie Houari Boumediène, B.P. 32 El Alia, 16111, Bab Ezzouar, Alger, Algérie.

<sup>2</sup> SONATRACH, Djenane El Malik Hydra, 16035, Alger, Algérie

<sup>3</sup> Centre de Recherche en Astronomie, Astrophysique et Géophysique, BP. 63, Bouzaréah, 16340, Alger, Algérie

Les réserves en hydrocarbures, à travers le monde et en Algérie, ne permettent pas de maintenir à long terme le niveau de production actuel. Pour soutenir une production élevée des hydrocarbures, la fracturation hydraulique est devenue un moyen incontournable. En effet, l'injection du fluide permet d'augmenter la perméabilité, ce qui se traduit par une perturbation du milieu induisant, parfois, de la micro-sismicité.

Dans ce travail, nous analysons le risque de la perturbation de l'état de contraintes in-situ, qui pourrait induire une micro-sismicité, due à la fracturation hydraulique d'un réservoir non conventionnel dans le Bassin de l'Ahnet au Sud-Ouest de l'Algérie. Pour se faire, nous nous basons sur l'approche de la théorie du frottement. Dans le Bassin de l'Ahnet, nous avons établi deux polygones de contraintes locales dans deux unités géologiques superposées, l'une en surpression et l'autre non pressurisée. Les résultats montrent que les niveaux non pressurisés (champ de contrainte normal) ne présentent pas un risque de réactivation des failles majeurs, alors que dans les niveaux pressurisés, le champ de contrainte pourrait être perturbé avec l'augmentation de la pression des pores due à l'injection des fluides.

**Mots clés :** Etat de contrainte, réservoir non conventionnelles, bassin de l'Ahnet, fracturation hydraulique.

---

## **Dolocrete and charophyte-rich paleosol occurrences in the Upper Barremian Sidi Aich Formation of the northern Chotts range, southern Tunisia: Paleoenvironmental inferences**

K. Boukhalfa<sup>1,2,\*</sup> et M. Soussi<sup>2</sup>

<sup>1</sup> *University of Carthage, Faculty of Sciences of Bizerte, 7021 Zarzouna, Tunisia*

<sup>2</sup> *University of Tunis El Manar, Faculty of Sciences of Tunis, 1092 Tunis, Tunisia*

\* *Corresponding author: [boukhalfa2008@gmail.com](mailto:boukhalfa2008@gmail.com)*

A detailed outcrop analysis is completed on the Upper Barremian Sidi Aich Formation of the northern Chotts range, southern Tunisia, building on our previous works.

Several thin reddish dolomite-cemented horizons have been investigated within the complex paralic sandstone-dominated succession of the Zimlet El Beidha anticlinal structure well exposed in a laterally continuous outcrop. Their morphological peculiarities, petrographical and mineralogical composition, and charophyte content indicate that these levels represent dolocrete and paleosol rocks formed during subaerial exposure episodes. The major studied red beds comprise detrital grains inherited from the host or parent sediment and authigenic minerals precipitated during the dolocretization processes. These features indicate that the dolocretes originated from the parent sandstones, which are partially or completely cemented and/or replaced by terrestrial phreatic dolomite and formed under the influence of both groundwater activity and pedogenic processes. These dolocrete horizons have been formed during episodes of subaerial exposure in repeated processes of drying and wetting either due to fluctuations of the groundwater table or climate change from semi-arid to semi-humid conditions during Barremian time. As a consequence of previous and present results, the taphonomic and palaeoecological characterization of charophyte-rich facies gives new clues for the palaeoenvironmental interpretation of the Sidi Aich Formation of the Chotts domain.

**Keywords:** Dolocrete-Paleosol, Charophytes, Lower Cretaceous, Sidi Aich Formation, southern Tunisia.

---

## **Histoire Paléo à Néoprotérozoïque de terrane de l'Egéré (Hoggar Central, Bouclier Touareg, Algérie), datation U-Pb, trajectoire P-T-t et implication géodynamique.**

S. Doukkari<sup>1,2</sup>, K. Ouzegane<sup>1</sup>, A. Arab<sup>1,3</sup>, JP. Liégeois<sup>4</sup>, J-R. Kiénast<sup>5</sup>, A. Gärtner<sup>6</sup>, U. Linnemann<sup>6</sup>, N. Berrahmane<sup>1</sup>, Y. Laichaoui<sup>1</sup> et C. Harouz<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Laboratoire de Géodynamique, Géologie de l'Ingénieur et de Planétologie, FSTGAT-U.S.T.H.B., B.P. 32 El Alia, Dar el Beida, 16111-Algiers, Algeria.

<sup>2</sup>Département des Sciences de la Nature et de la Vie, Faculté des Sciences, Université Alger 1, Rue Didouche Mourad, Alger, Algeria.

<sup>3</sup>Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et des Sciences de la Terre, Université de Bouira (UAMOB), Bouira, Algeria.

<sup>4</sup>Geodynamics and Mineral Resources, Royal Museum for Central Africa, B-3080 Tervuren Belgium

<sup>5</sup>IPGP, 1 rue Jussieu, 75238-Paris Cedex 05, France.

<sup>6</sup>Senckenberg Naturhistorische Sammlungen Dresden, Museum für Mineralogie und Geologie, Sektion Geochronologie, GeoPlasma Lab, Königsbrücker Landstr. 159, D-01109 Dresden, Germany.

Le terrane d'Egéré (Hoggar central, Sud algérien) est composé d'un Groupe d'Arechchoum orthogneissique et d'un Supergroupe métasédimentaire d'Egéré (subdivisé en groupes d'Egéré inférieur et d'Egéré supérieur). Nous montrons ici que (1) le Groupe d'Arechchoum est un grand système volcanique felsique alcalin d'âge sidérien (environ 2,3 Ga) qui a été intrudé par des métagabbro à grenat rhyaciens (environ 2,2 Ga) et des métarhyolites stathériens (environ 1,75 Ga). (2) Le Groupe de l'Egéré inférieur est constitué de marbres et de quartzites interstratifiés avec un grand volume de magmatisme bimodal au cours du Rhyacien (c. 2,2 Ga) et de l'Orosirien (c. 2,0 Ga). L'épisode rhyacien est marqué par des roches magmatiques felsiques (maintenant des orthogneiss sans grenat) et des basaltes à haute teneur en Fe (maintenant des éclogite) avec une affinité E-MORB. L'épisode Orosirien associe des magmas mafiques différenciés dérivés du manteau (amphibolites sans grenat) et des magmas granitiques dérivés de la croûte (orthogneiss à biotite et grenat). (3) Le Groupe de l'Egéré supérieur est constitué de paragneiss, de métaquartzite et de marbre déposés après 1,7 Ga. Au cours du Calymmien, l'intrusion de dykes mafiques (maintenant des éclogites dans la série de l'Egéré supérieure) avec la signature chimique E-MORB indique un nouvel événement d'extension à c. 1,56 Ga. Cela signifie qu'un important événement Calymmien s'est produit dans le Bouclier Touareg, ce qui est une nouvelle majeure et inattendue.

L'orogénèse panafricaine dans le terrane d'Egéré se manifeste par un métamorphisme régional de haute pression jusqu'à des conditions du faciès éclogite dans le Supergroupe d'Egéré et de caractère barrovien dans le Groupe d'Arechchoum. Tous les zircons panafricains (souvent sous forme de bordures) sont métamorphiques ( $Th/U < 0,05$ ) et allant de c. 675 Ma à 580 Ma. Le pic de pression au faciès éclogite dans le supergroupe d'Egéré a été daté à c. 675 Ma ( $M1 = 20 \pm 1$  kbar et  $650 \pm 50$  °C), suivi d'une décompression associée à une augmentation de la température post-pic à c. 655-645 Ma ( $M2 = 14 \pm 1$  kbar et  $800 \pm 50$  °C). Le cheminement se termine par une décompression entre c. 630 Ma à 580 Ma (de  $M2$  à  $M3 = 8,0 \pm 1$  kbar et  $690 \pm 50$  °C puis  $M4 = 6 \pm 1$  kbar et  $610 \pm 50$  °C). Le modèle géodynamique que nous proposons met en jeu le craton relictuel archéen d'Amador, sur lequel s'est développé l'Arechchoum au Sidérien et le long duquel se sont déposés les sédiments de la marge passive d'Egéré entre le Rhyacien-Orosirien (Egéré inférieure) et le Sténien (Egéré supérieure). Lors de l'orogénèse panafricaine, le terrane d'Egéré-Aleksod était encore à l'arrière mais sa marge continentale occidentale a

cependant été subductée (vers 680-660 Ma) puis exhumée (vers 655- 630 Ma). Enfin, l'Egéré-Aleksod a été incorporé dans la migration générale du Bouclier Touareg vers le Nord (vers 630-580 Ma).

**Mots clés :** Egéré, Panafricain, Hoggar central.

## Résultats préliminaires de l'étude magnétotellurique dans l'anisotropie électrique sous l'unités granulitiques d'In Ouzzal, Hoggar occidental, Algérie

F. Djabir <sup>\*1</sup>, A. Bouzid <sup>2</sup>, A. Deramchi <sup>2</sup>, N. Akacem <sup>2</sup> et A. Abtout <sup>2</sup>

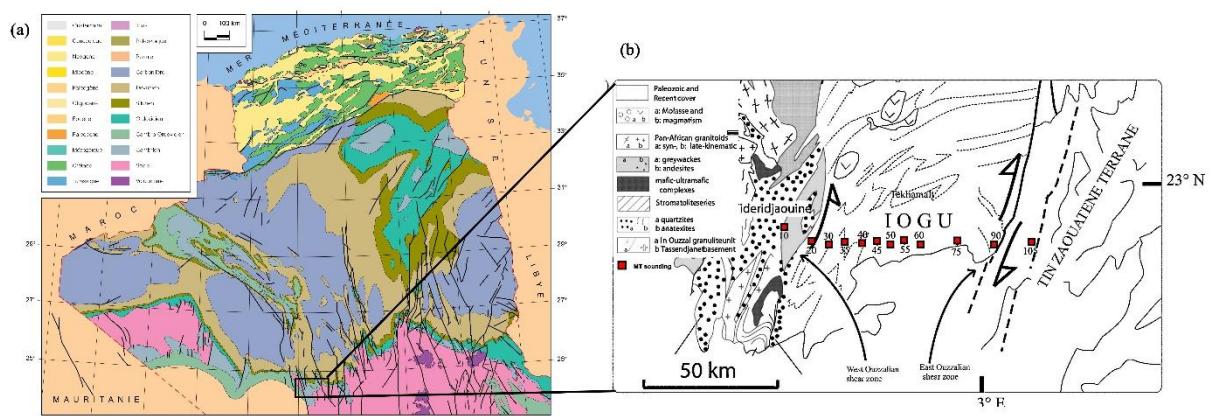
<sup>1</sup>Département de physique, UNIVERSITÉ FERHAT ABBAS 1, Sétif, Algérie

<sup>2</sup> CRAAG, BP 63, Route de l'Observatoire, Algiers 16340, Algeria

[foudilidjabir@gmail.com](mailto:foudilidjabir@gmail.com)

La méthode magnétotellurique (MT) est une technique électromagnétique (EM) qui consiste à mesurer simultanément deux composantes orthogonales du champ électrique et trois composantes cartésiennes du champ magnétique. Les outils de modélisation et d'inversion de la résistivité dans les milieux isotropes sont les techniques les plus utilisées pour interpréter les données MT. Récemment, l'anisotropie de la distribution géoélectrique a été prise en compte dans les approches d'inversion, car elle peut générer des artefacts dans les inversions isotropes et induire en erreur d'interprétation.

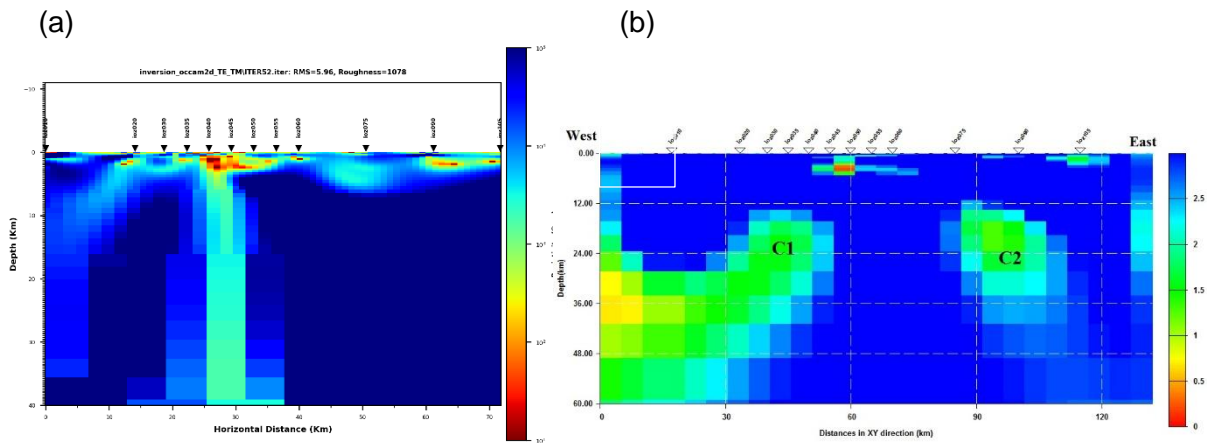
L'Unité Granulitique d'In Ouzzal (IOGU) est un terrane archéen/paléoproterozoïque situé dans la partie nord-ouest du Bouclier touareg, dans le sud de l'Algérie (Figure 1). Dans cette étude, un levé magnétotellurique (MT) composé de 12 sites a été réalisé dans le terrane d'In Ouzzal le long d'un profil Est-Ouest d'environ une centaine de kilomètres. L'objectif principal de cette étude est d'établir la structure géoélectrique et d'évaluer l'anisotropie électrique de la lithosphère sous l'In Ouzzal.



**Figure 1.** Localisation de la région d'In Ouzzal (panneau de gauche). Répartition des stations MT, représentés par des carrés, sur la carte géologique simplifiée (panneau de droite).

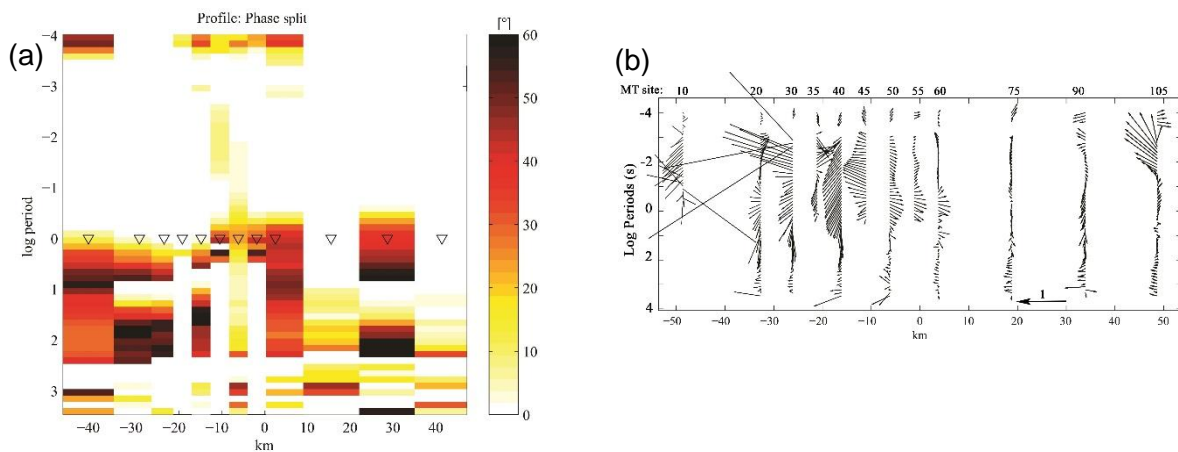


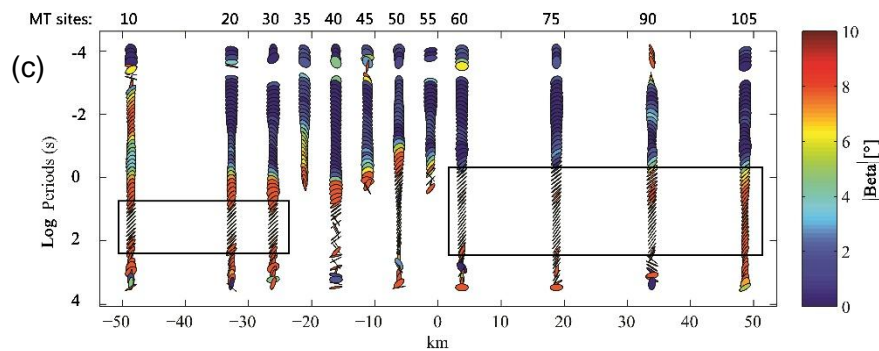
Il est bien connu que l'anisotropie électrique peut avoir une influence significative sur les réponses MT et peut créer des artefacts dans les inversions isotropes. Ce résultat est montré par les valeurs élevées de la moyenne quadratique (RMS) du Misfit (Figure 2).



**Figure 2.** (a) Un modèle 2-D de la résistivité est obtenu par l'inversion de RMS= 5.9. (b) Coupe verticale déduite du modèle 3D optimal, le long de notre profil de RMS= 4.1. Les triangles inversés font référence aux emplacements des stations MT.

Pour évaluer la présence d'anisotropie, nous avons utilisé la coïncidence entre le déphasage et les petits vecteurs d'induction, et avec la corrélation à la pseudo-section des ellipses (Figure 3). Le déphasage est la différence entre les phases du tenseur des composantes anti-diagonales ( $\Delta\phi = \phi_{xy} - \phi_{yx}$ ), et est produite par le changement de conductivité à l'interface entre les couches isotrope et anisotrope [3]. Les vecteurs d'induction réelles sont présentés sur la figure 3a ; ils ont tracé en utilisant la convention de Parkinson [4]. De plus, les vecteurs d'induction peuvent être influencés par l'anisotropie électrique [4].





**Figure 3.** (a) Pseudo-section de déphasage. (b) Pseudo-section des vecteurs d'induction tracées suivant la convention de Parkinson. (c) Pseudo-section des ellipses du tenseur de phase. La couleur utilisée pour remplir les ellipses représente l'indicateur bêta de dimensionnalité 3D [2]. Les rectangles noirs indiquent des zones potentiellement anisotropes.

La combinaison entre le déphasage et les vecteurs d'induction révèle deux zones d'anisotropie électrique au niveau du manteau lithosphérique, à l'Est ainsi qu'à l'Ouest du profil.

**Mots clés :** Magnétotellurique- Résistivité anisotropie - 2D et 3D inversions isotropies

## Références

- Cagniard, L., 1953. BASIC THEORY OF THE MAGNETO-TELLURIC METHOD OF GEOPHYSICAL PROSPECTING. *GEOPHYSICS* 18, 605-635.
- Caldwell, T.G., Bibby, H.M., Brown, C.: The magnetotelluric phase tensor. *Geophys. J. Int.* 158(2), 457-469 (2004).
- Heise, W., Caldwell, T.G., Bibby, H.M. & Brown, C.: Anisotropy and phase splits in magnetotellurics. *Phys. Earth planet. Inter.*, 158(2-4), 107-121 (2006).
- Parkinson, W.D.: The influence of continents and oceans on geomagnetic variations, *Geophys. J.R. astr. Soc.*, **6**, 411-449 (1962).

## Pétrographie, minéralogie et modélisation thermodynamique des métapélites à cordiérite-spinelle de la région de Tidjenouine (Hoggar Central)

Harouz, C., Ouzegane, Kh., Doukkari, S., Arab, A., Bendaoud, A., Laichaoui, Y.

Laboratoire de géodynamique, géologie de l'ingénieur et de planétologie, FSTGAT, USTHB

La région de Tidjenouine dans le terrane de Laoui (Hoggar central) est remarquable par la présence de granulites bien préservées. On peut y définir un ensemble d'orthoigneiss migmatitiques associé à des métasédiments, comme des quartzites, des métapélites et des marbres. Les métapélites migmatitiques montrent des paragenèses parfaitement adaptées pour reconstituer le cheminement *P-T* de ces granulites appartenant à la croûte continentale profonde. Elles présentent des minéralogies et des textures souvent complexes caractérisées par des variations chimiques illustrées par de nombreux assemblages distincts à l'échelle de la lame mince.

L'étude se focalise sur les métapélites à cordiérite-spinelle et a pour but une description pétrologique et minéralogique, couplée à une modélisation thermodynamique dans un système complexe (MnNCFMASTHO : MnO-Na<sub>2</sub>O-CaO-FeO-MgO-

$Al_2O_3-SiO_2-TiO_2-H_2O-Fe_2O_3$ ). Ces métapélites montrent la succession de deux paragenèses, une première, précoce, composée de grenat, biotite, sillimanite, quartz et de plagioclase. Une seconde est représentée par de petits cristaux de grenats et de biotites auxquels s'ajoutent des symplectites à cordiérite-spinelle associé au feldspath potassique ou à une association de quartz, plagioclase et feldspath potassique qui représente le leucosome. Ces dernières symplectites à cordiérite-feldspath potassique et des gouttelettes de quartz intimement associées à la cordiérite peuvent témoigner de la déstabilisation de l'osumilite. Adjerid et al. (2013) ont décrit l'osumilite dans les granulites de très hautes températures (930-980°C à 8-9 Kbar) à Tekhamalt (terrane de l'In Ouzzal, NO Hoggar), leurs produits de déstabilisation sont des symplectites à cordiérite-feldspath-potassique-quartz et orthopyroxène. Des investigations plus poussées sont en cours.

Les analyses microsondes révèlent que le grenat est un almandin riche en pyrope (13 à 23 mol%) présentant une zonation bien conservée et nette, ce qui a permis d'affiner l'estimation des conditions  $P-T$  les plus précoces.

Une évolution  $P-T$  horaire est démontrée suite aux résultats obtenus. En effet, le calcul de pseudosections et des isoplèthes utilisant les compositions des phases de la paragenèse primaire (grenat et biotite) en présence de quartz a permis d'estimer un pic en pression à  $10 \pm 0.5$  kbar avec des températures de  $680 \pm 50^\circ C$ . La seconde paragenèse, quant à elle, s'est développée suite aux réactions  $Gt+Bt+Sill+Qtz \rightarrow Sp+Cd+Ksp$ ,  $Gt+Sill \rightarrow Cd+Sp$  et  $Bi+Sill \rightarrow Cd+Sp+Ksp$  et s'est réalisée dans des conditions de  $6 \pm 0.5$  kbar et  $830 \pm 50^\circ C$ .

**Mots clés :** Métapélite, modélisation thermodynamique, textures réactionnelles, Hoggar.

### Référence

Adjerid, Z., Godard, G., Ouzegane, K. & Kienast, J-R. Multistage evolution of unusual osunilite-bearing assemblages preserved in ultrahigh-temperature granulites from In Ouzzal (Hoggar, Algeria). (2013). *Journal of Metamorphic Geology* 31, 505-524

---

## Interpretation of the gravity data of the In Ouzzal terrane, southern Algeria using 3D Euler Deconvolution and Improved Tilt Angle

L. HARROUCHI

Geophysics Laboratory , FSTGAT/USTHB, Algiers,16111, Algeria  
Sahara Geology Laboratory, Kasdi Merbah University, Ouargla,30000, Algeria

The In Ouzzal terrane belongs to the Hoggar shield located in southern Algeria. The geological history of the study area remained undiscovered completely, although previous geophysical and geological works. In order to carry new readings about the geodynamic evolution of the In Ouzzal region, in this paper, we interpreted the gravity data of the study area using 3D Euler Deconvolution (ED) and Improved Tilt Angle (ITA) methods. The ED method has been applied to real gravity data, to locate the gravity sources in the Ouzzal landscape, and to estimate their depths using a Structural Index (SI) of SI

= 0, a moving Window Size (WS) of  $11 \times 11$  (grid points) cells and a tolerance of 15%. The analysis of Energy Spectrum (ES) allowed the identification of three cut off frequencies related to the change of spectrum slope; the first one is characterized by short-wavelength: Depth (Z) < 2.65 km, the second one is characterized by a middle-wavelength:  $2.65 \text{ km} < \text{Depth (Z)} < 7.14 \text{ km}$ , and the last one is characterized by long-wavelength: Depth (Z) > 7.14 km. The depths deduced by the Euler's solutions, is close to the results of the Energy Spectrum inversion. The outcomes of this work indicate that, the deepest Euler solutions corresponds to the East-West Shear zone. These latter are vertical according to ITA method.

**Keywords:** In Ouzzal terrane, Bouguer anomaly, gravity data, 3D Euler Deconvolution, Improved Tilt Angle and Energy Spectrum.

---

## Possible occurrence of CAMP primitive rocks in the Tindouf basin (southwestern Algeria)

M. KOUSSA<sup>1,2</sup>, M.C. CHABOU<sup>3,4</sup>, R. LAOUAR<sup>1,2</sup>, M. BERSI<sup>3,4</sup>, O. HACHEMAOUI<sup>3,4,5</sup> and C. VERATI<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Department of Geology, Badji Mokhtar University, Annaba, B.P. 12, Annaba, 23000, Algeria. <sup>2</sup>Geology Research Laboratory, Badji Mokhtar University, Annaba, B.P. 12, Annaba, 23000, Algeria. <sup>3</sup>Department of Earth Sciences, Institute of Architecture and Earth Sciences, Ferhat Abbas University, Setif 1, Campus El Bez, Setif 19137, Algeria. <sup>4</sup>Emerging Materials Research Unit, Ferhat Abbas University, Setif 1, Campus El Bez, Setif, 19137, Algeria. <sup>5</sup>UMR Geoazur, Côte d'Azur University, Côte d'Azur Observatory, 250 rue Albert Einstein, Sophia Antipolis, France.

Primitive mafic rocks are of primary importance to constraint mantle source compositions and to modeling magma evolution processes. These rocks are thought to be generated by partial melting of a mantle source without modification by crystal fractionation, contamination or accumulation. Primitive mafic rocks are characterized by high MgO (or Mg#), Ni, Cr and Co contents. However, these values should be considered with caution as they can also represent cumulates of mafic minerals such as olivine and pyroxene. Range expected for magmas in equilibrium with their mantle source are: MgO : 10-15 wt%, Ni : 200-500 ppm and Co : 50-70 ppm (Merle et al., 2014).

In some Large Igneous Province, primitive rocks are very scarce such as in the case of the Central Atlantic Magmatic Province (CAMP), where they represent 2-3% of the several hundreds of CAMP analyzed rocks (Marzoli et al., 2018). In southwestern Algeria, intrusive CAMP magmatism extends into the main sedimentary basins of the area, occurring as sills, dykes and scarce pipes within Neoproterozoic to Paleozoic strata of the Tindouf, Reggane and Hank basins (Chabou et al., 2010). In the northern flank of the Tindouf basin, these rocks were recently studied in detail using remote sensing techniques, geochemistry and geochronology (Chabou et al., 2010; Bersi et al., 2021; Hachemaoui et al., 2022). These studies in particular emphasized the possible existence of CAMP sill located within the Hassi Mahmoud anticline, displaying primary magma characteristics. The primitive geochemical composition of this sill has never been observed before among CAMP tholeiites of Northwest Africa. However, this conclusion was done on the basis of geochemical analysis of two samples. In this study, we have undertaken systematic sampling of the Hassi Mahmoud sill which extends some 25 km long and 3 km wide, intruding the Famennian shales of the Hassi Mahmoud anticline. In addition, we have sampled a few-meter-wide doleritic

dyke that crosscuts the area. The first part of this study presents the results of remote sensing techniques [band ratios, color composites and principal component analysis (PCA)] applied to Landsat 8 OLI images of the Hassi Mahmoud area. These results show that the spectral response of Hassi Mahmoud sill is quite different from that of other CAMP sills of the northern flank of the Tindouf basin. Furthermore, natural color image of the sill highlights their dark green to black color, which is characteristics of highly mafic rocks. In the second part of this study, we investigated the mafic rocks of Hassi Mahmoud sill by petrography observation. These rocks consist of coarse-grained dolerites, displaying ophitic texture with poikilitic clinopyroxene including laths of plagioclase. In addition, these dolerites are rich in olivine, in contrast to other CAMP dolerites of the northern flank of the Tindouf basin, which are rather poor in this mineral. Furthermore, the abundance of olivine phenocrysts in Hassi Mahmoud dolerites is in accordance with their primitive nature. Geochemical and mineralogical studies of about fifteen doleritic samples, representative of the whole Hassi Mahmoud sill and dyke outcrops, are in progress.

**Keywords:** CAMP - Tindouf basin - Hassi Mahmoud sill - Primitive mafic rocks - Petrographic analyses.

**References:**

- Bersi, M., Chabou, M.C., Saibi, H., Hachemaoui, O., Kherchouche, R., 2021. <https://doi.org/10.1016/j.lithos.2020.105870>  
Chabou, M.C., Bertrand, H., Sebaï, A., 2010. <https://doi.org/10.1016/j.jafrearsci.2010.02.009>.  
Hachemaoui, O., Chabou, M.C., Verati, C., Bersi, M. (2022). <https://doi.org/10.1016/j.gr.2022.04.009>  
Marzoli, A., Callegaro, S., Dal Corso, J., Davies, J.H.F.L., Chiaradia, M., Youbi, N., Bertrand, H., Reisberg, L., Merle, R., Jourdan, F., 2018. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-68009-5\\_4](https://doi.org/10.1007/978-3-319-68009-5_4)

---

## **Les ostracodes des dépôts lacustres holocènes de Daeit El Mahouche (Grand Erg Occidental, NW du Sahara Algérien) et reconstitution paléoenvironnementale**

MENNAD S.<sup>a</sup>, MANSOUR B.<sup>a</sup>, BACHIRI N.<sup>a</sup>, YAHIAOUI S.<sup>a</sup> & MAHBOUBI M.<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Laboratoire de Paléontologie Stratigraphique et Paléoenvironnement, Université d'Oran 2, BP 1015, El M'Naouer, Oran. E-mail : [sassiy2@gmail.com](mailto:sassiy2@gmail.com)

Une des buttes témoins des dépôts lacustres holocènes (inférieur et moyenne) de la dépression interdunaire de Daeit El Mahouche (bordure Nord-Ouest du Grand Erg Occidental) a fait l'objet d'une étude lithologique et micropaléontologique (ostracodes).

Cette butte témoins d'épaisseur dépassant les 2 m, repose sur des sables jaunes grésifiés et constituée globalement de trois (03) ensembles : 1) des calcaires beiges (30 cm) riches en gastéropodes (*Hydrobia*) passant à des calcaires argileux verdâtres (10cm) et renfermant quelques coquilles de bivalves (*Cerastoderma*) ; 2) calcaires beiges à *Hydrobia* surmontés par des calcaires argileux grisâtres (15cm d'épaisseur) riches en coquilles de *Cerastoderma* ; 3) le tout est couronné par un troisième ensemble de 25 cm de calcaires blanchâtres diatomiques et de calcaires argileux à *Cerastoderma*.

L'analyse micropaléontologique a révélée 10 espèces d'ostracodes réunies en 8 genres et 02 espèces de foraminifères. L'étude quantitative et qualitative des ostracodes a mis en évidence trois assemblages : un assemblage de

forme d'eau douce à oligosaline (*Darwinula stevensoni* (Brady & Robertson, 1870), *Paralimnocythere psammophila* (Flössner, 1965)); un assemblage d'eau oligosaline à mésosaline (*Limnocythere inopinata* (Baird, 1843), *Cypridopsis vidua* (O.E MÜLLER, 1776), *Candona neglecta* Sars, 1887, *Candona angulata* Müller, 1900, *Heterocypris salina* (Brady, 1868), *Pseudocandona albicans* (Brady, 1864) ) et un assemblage Eusaline à Hypersaline (*Loxococoncha elliptica* Brady, 1868), associé aux foraminifères de même affinité écologique (*Ammonia tepida* et *Trichohyalus aquayol*).

Il est à noter que ces assemblages sont le plus souvent associés à *Cyprideis torosa* étant la seule espèce d'ostracode euryhaline.

De bas en haut de la butte témoins, les trois assemblages suggèrent un milieu de sédimentation peu profond à tranche d'eau évoluant en trois épisodes lacustres distincts. Chaque épisode comprend trois stades successifs :

- stade de mise en place du lac caractérisée par des espèces dominantes d'eau douce à oligosaline ;
- stade plus ou moins saline, caractérisée par un changement du milieu lacustre en faveur des espèces d'eau mésosaline ;
- une troisième stade qui est marquée par un assèchement du milieu qui sera à l'origine du développement des espèces d'eau hypersaline,

**Mots Clés :** Grand Erg Occidental, Daeit El Mahouche, lithologie, ostracodes, paléoenvironnement.

---

## **New imagery data of the Egéré area (Egéré-Aleksod terrane, Central Hoggar,) basing on airborne geophysics and remote sensing**

Laichaoui, Y<sup>1</sup>, Ouzegane, K<sup>1</sup> Amara, M<sup>1</sup>, Hamoudi, M<sup>1</sup>, Araïbia, K<sup>2</sup>, K<sup>1</sup>. Arab, A.<sup>3</sup>, Doukkari, S.<sup>4</sup>, Harouz, C.<sup>1</sup> & Benrrahmane, N.<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>FSTGAT-U.S.T.H.B., B.P. 32 El Alia, Dar el Beida, 16111-Algiers, Algeria.

<sup>2</sup>Universidade Federal de Minas Gerais, Programa de Pós-graduação em Geologia, Instituto de Geociências, Departamento de Geologia, CPMTG-IGC.

<sup>3</sup>Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et des Sciences de la Terre, Université de Bouira (UAMOB), Bouira, Algeria.

<sup>4</sup>Département des Sciences de la Nature et de la Vie, Faculté des Sciences, Université Alger 1, Rue Didouche Mourad, Alger, Algeria.

\*Corresponding author: [laichaouiyasser@gmail.com](mailto:laichaouiyasser@gmail.com)

The Egéré domain is in the northern part of the Egere-Aleksod terrane (Central Hoggar, southern Algeria). This region is mainly characterised by three units, the lower migmatitic unit of the Arechchoum consisting of garnet-bearing migmatites, the lower Egéré and the upper Egéré meta-sedimentary units, which has reached eclogite-facies conditions.

This work, which is mainly based on remote sensing data as; satellite imagery, i.e. Landsat-8, Aster, Sentinel 2A, airborne geophysics as gamma-ray spectrometry and aeromagnetic data. The geological map (scale 1:200,000) of the Egéré domain (Duplan 1978) has been used as data set frame. Remote sensing imagery and airborne geophysical data allowed an improved discrimination lithology and led to establish a more accurate and assessed synthetic geological map of the area. Gamma ray spectrometry data has highlighted different types of rocks according to their spectroscopic signatures.

Magnetic data enabled us to report and define the principal strikes of major lithospheric shear-zones. The analysis of processed satellite imagery data constitutes a privileged tool in digital geological mapping, to discriminate the diversity of lithologies as various metamorphic series and preserved eclogites and other geological structures. Geophysical data processing and even various textural and spectral digital image enhancement such as PCA, MNF as well as Band Ratios, combined with previous work have allowed us to come with a new assessed and more accurate representation of the outcrop lithologies, generated directional filters combined with field measures and magnetic data edged to highlighted fault relationship lineament. Therefore, the sensors used have shown great potential for mapping and lithological discrimination.

**Key words:** Remote sensing, Egéré, geophysics, spectral radiometry, magnetic.

---

## **Le Taourirt de Tessalit : Contexte de mise en place et déformations postérieures (Hoggar central, Algérie)**

M. Tellal, B. Gebache et El-H. Fettous

*LGGIP-FSTGAT-USTHB*

Le bouclier Touareg, large domaine d'environ 1000 km, situé entre le craton Ouest-africain et le métacraton Saharien, s'est édifié principalement durant l'orogénèse panafricaine ( $600 \pm 30$  Ma). Le Hoggar, avec une superficie de plus de 550 000 km<sup>2</sup>, occupe à lui seul la majeure partie du bouclier Touareg, et constitue la partie centrale de la chaîne panafricaine trans-saharienne. Ce bouclier montre une succession longitudinale de terranes juvéniles océaniques néoprotérozoïques et de terranes archéens et protérozoïques remobilisés pendant l'orogénèse panafricaine.

Le terrane de Laouni fait partie de l'ensemble LATEA au Hoggar central, qui est situé à l'Est de l'accident lithosphérique transcontinental du méridien 4°50' qui constitue le prolongement nord du linéament transbrésilien-faille de Kandi. Ce terrane est composé de gneiss migmatitiques, associés à des lentilles de metabasites et de métasédiments protérozoïques. L'ensemble de ces formations est affecté par deux principaux métamorphismes, de haute pression panafricaine, et l'autre de haute température et à pression variable d'âge encore controversé, paléoprotérozoïque, et panafricain. Ce terrane est intrudé par un important magmatisme néoprotérozoïque (650-580 Ma) calco-alcalin pré à syn-collisionnel, et post-collisionnel hautement potassique et alcali-calcique tardif (580-525 Ma), mais aussi par des intrusions granitiques post-orogéniques alcalines à hyperalcalines de type "Taourirt", mises en place entre 584 Ma et 525 Ma.

Les granites Taourirts du Hoggar se répartissent en trois provinces (Azzouni-Sekkal et al., 2003), les Taourirts de Silet, les Taourirts de Tamanrasset et les Taourirts de Laouni, dont fait partie le massif de Tessalit.

Le massif granitique de Tessalit, en forme d'une poire à grand axe orienté NNE-SSW, occupant environ 14 km<sup>2</sup> de surface, est constitué de deux massifs de taille inégale, séparés par un accident de direction Est-Ouest, avec une partie au Nord



complètement arasée. Il affleure dans un encaissant granitoïde d'âge néoproterozoïque (entre 598 et 591 Ma) associé à un leucogranite ( $595 \pm 3$  Ma), intrudé dans un encaissant migmatitique à protolithe paléoproterozoïque ( $2.16 \text{ Ga} \pm 11 \text{ Ma}$ ), fortement remobilisé au cours de la période édiacarienne, vers  $577 \pm 11$  Ma.

L'analyse pétrographique du massif de Tessalit et de son encaissant immédiat, en intégrant les données de Boissonnas (1974), a montré trois principaux faciès qui sont le faciès à amphibole-biotite, le faciès à biotite et le faciès à deux micas.

L'analyse des déformations, ductiles et cassantes, ayant pour objectifs, de définir le contexte de mise en place à la fin de l'orogénèse panafricaine dans le bouclier Touareg ainsi que les déformations postérieures, retrace trois stades de déformation :

Le premier stade est extensif et affecte l'encaissant granitique néoproterozoïque (600-595 Ma) et son encaissant gneissique migmatitique. Il est marqué par une foliation subhorizontale à faiblement pentée et portant une linéation d'étirement de direction NE-SW, associée à un réseau de cisaillements normaux de direction NW-SE traduisant un raccourcissement vertical. Cette extension synchrone à la mise en place des granitoïdes calco alcalins hautement potassiques de Laouni, largement décrite vers l'Est datée de 600 à 580 Ma.

Le deuxième stade, transpressif, synchrone à post mise en place du granite de Tessalit, réactivant localement les structures extensives de l'encaissant, est contrôlé par le fonctionnement d'un réseau combinant les failles décrochevauchantes dextres de directions Est-Ouest et NE-SW et sénestres de directions NW-SW et Nord-Sud. Ce système transpressif est compatible avec un raccourcissement horizontal de direction ENE-WSW et qui a engendré localement des mouvements coséismiques fossilisés par des pseudotachylites. Le massif de Tessalit est allongé parallèlement à la direction NNE-SSW du deuxième stade transpressif. Sa mise en place serait contrôlée par la rotation horaire du bloc sud, situé entre l'accident décrochant NW-SE, correspondant à la bordure nord du granite de Tessalit, et l'accident Nord-Sud décrochant sénestre, correspondant à la bordure est du granite de Tessalit. Cette rotation a engendré une zone d'ouverture qui est utilisée pour l'ascension verticale et l'expansion latérale des magmas du granite de Tessalit. L'effet du bombement sur l'encaissant est marqué par un réchauffement et une compression centrifuge qui a donné naissance à la ceinture des structures ductiles autour du granite. La déformation dans cette ceinture, à taux de déformation élevée, se concentre dans une foliation, plissée ou à organisation lenticulaire, et dans un réseau de cisaillements de direction NE-SW, NNE-SSW, Est-Ouest et Nord-Sud. Notons que ces structures changent d'attitude pour épouser la trace cartographique de l'interface du granite de Tessalit.

Le troisième stade, est marqué principalement par un réseau de failles décrochantes, conjuguées, dextres de direction NE-SW et sénestres de direction NW-SE, donnant un découpage régional losangique et compatible avec un raccourcissement Est-Ouest.

**Mots clés :** Tessalit, Taourirt, Magmatisme panafricain, Laouni, Hoggar central.

## Références

---

## **Les éclogites et leur évolution en amphibolites à grenat de l'Oued Foutes (région de Tahifet, Azrou N'Fad, Hoggar central, Algérie) : Construction de pseudosections dans le système NCKFMASHTO**

Zetoutou Souad<sup>1</sup>, Ouzegane Khadidja<sup>1</sup>, Doukkari Sidali<sup>1</sup>, Bouras Meriem<sup>2</sup>, Chenoun Loubna<sup>2</sup> Adjerid Zouhir<sup>1-3</sup>

<sup>(1)</sup>Lab. de Géodynamique, Géologie de l'Ingénieur et de Planétologie (LGGIP), FSTGAT-U.S.T.H.B., B.P. 32 El Alia, Dar el Beida, 16111 Alger, Algérie.

<sup>(2)</sup>FSTGAT-USTHB, B.P.32 El Alia, Dar el Beida, 16111 Alger, Algérie.

<sup>(3)</sup>Ecole Normale Supérieure, Département des Sciences Naturelles, B.P. 92, Vieux Kouba, Alger, 16050, Algérie.

L'un des buts fondamentaux de la géologie est de comprendre l'évolution géodynamique des terrains métamorphiques en particulier de haute pression, montrant des gradients géothermiques anormaux.

Ce travail porte sur les éclogites et leur équivalent rétro-morphique, les amphibolites à grenat de l'Oued Foutes (région de Tahifet, Terrane d'Azrou N'Fad, Hoggar central). Elles affleurent en lentilles intercalées dans des marbres, métapélites et quartzites. L'étude pétrologique du cœur de ces lentilles montre une paragenèse primaire (de haute pression) caractérisée par un assemblage à clinopyroxène primaire (17,23% en molécule jadéitique, diopside très magnésien), grenat (très riche en pyrope 44,33%), rutile, amphibole et quartz. Suite à la décompression, une paragenèse secondaire est apparue au détriment de l'association éclogitique avec des couronnes à amphiboles en gros cristaux et plagioclases autour des grenats à la bordure des lentilles (Zetoutou *et al*, 2004).

La modélisation thermodynamique utilisant le logiciel THERMOCALC version 3.45 nous a permis de retracer le cheminement *P-T* suivi par ces roches de haute pression. Le pic du métamorphisme, représenté par la paragenèse à clinopyroxène primaire, grenat, amphibole, quartz et rutile, est estimé à 21,5kbar et 700°C grâce aux isoplèthes des clinopyroxènes (le pic métamorphique estimé pour le clinopyroxène est de 22 kbar à 690°C et celui estimé pour le grenat est à 21kbar et 710°C). Ce stade est suivi par une décompression isothermale vers les conditions de 9,3kbar et 690°C estimée en utilisant les isoplèthes du plagioclase (les conditions estimées sont à 9,2 kbar, 710°C) et de l'amphibole (9,8 kbar, 660°C). Cette décompression est témoin d'une exhumation syn-orogénique depuis une profondeur d'au moins 70km jusqu'à 40km à une température quasi constante de l'ordre de 700°C.

**Mots clés :** Eclogites- pseudosections -isoplèthes- décompression.

### **Références**

Zetoutou, *Set al* (2004). Azrou N'Fad (Central Hoggar, Algeria) one of the deepest terranes of LATEA: arguments based on *P-T* evolution in eclogite. *Journal of African Earth Sciences* (39)193p-200p.

# **SESSIONS ORALES**

## **SESSION 6 - STRATIGRAPHIE ET PALÉONTOLOGIE DU DOMAINE DES MAGHRÉBIDES.**

## **Bioconstructions coralliennes et faune associée dans les calcaires blancs pliocènes à Neopycnodonte cochlear du Dahra (Algérie).**

A. Atik Asma<sup>(1)</sup>, M. Bessedik<sup>(1)</sup>, L. Belkebir<sup>(1)</sup>, M.E.H. Mansouri<sup>(1)</sup>, A. Belkhir<sup>(1)</sup>, M.K. Osman<sup>(1)</sup>, J.P. Saint Martin<sup>(2)</sup> et C. Chaix<sup>(2)</sup>

(1) Laboratoire de Paléontologie Stratigraphique et Paléoenvironnement, FSTU, Université d'Oran 2 Mohamed Ben Ahmed, BP 1051, 31 000, Oran El M'Naouer (Algérie).

(2) UMR 7207 CR2P, MNHN-CNRS-SU, Muséum National d'Histoire Naturelle, Département Origines et Evolution, 8 rue Buffon, 75005 Paris, France.

Après la crise de salinité messénienne, la restauration des conditions marines sur le massif du Dahra a commencé au Pliocène avec une importante sédimentation de marnes bleues, généralement détritiques à la base, enregistrée dans des zones assez profondes. A l'inverse, d'autres secteurs à haut fond verront le développement de plateformes carbonatées (Brive, 1897 ; Perrodon, 1957), matérialisées par des calcaires blancs lenticulaires à *Neopycnodonte cochlear* (Brive, *ibid.*) ou à algues (*Lithotamnium* : Perrodon, *op. cit.*), devenant marneux par endroit. Ces auteurs y notent la présence de scaphopodes, d'échinodermes, d'ostréidés, entre autres.

La prospection systématique d'affleurements situés sur le massif du Dahra a permis d'obtenir des données paléontologiques et stratigraphiques nouvelles sur ces calcaires blancs. Discordants sur les terrains messiniens, ces dépôts présentent d'épaisses (plus de 30 m) alternances de bancs calcaires blancs et de calcaires marneux.

L'ensemble est caractérisé par une biodiversité importante de macrofaune composée essentiellement de polypiers solitaires, de scaphopodes (*Dentalium* sp.), de pectinidés, d'ostréidés dont *Neopycnodonte cochlear* (Brive, *op.cit* ; Perrodon, *op. cit.*), *Natica* sp., *Turritella* sp., et une population (monospécifique) abondante de brachiopodes attribuables à l'espèce *Megerlia truncata* signalée pour la première fois dans le Pliocène du Dahra. Certains bancs calcaires sont formés d'amas lenticulaires de scléactiniaires évoluant, par endroit, vers des constructions corallifères à *Dendrophyllia* sp. et un assemblage de polypiérites de cf. *Cladocora* cf. *caespitosa*, cf. *Desmophyllum* sp. L'espèce *D. cristagalli* a été récoltée sur le prolongement occidental des bancs calcaires blancs. Ce faciès a livré des foraminifères associés à du nannoplancton calcaire.

L'âge de ces bioconstructions est livré par la présence, dès la base des calcaires blancs, de *Globorotalia margaritae* (biozone N18 p.p. : Mazzola 1971 ; Belkebir et Anglada, 1985), associée à *Reticulofenestra cisnerosii* marqueur de la biozone NN12.

Le calibrage entre ces deux marqueurs permet de retenir un âge correspondant à la base des calcaires blancs (Zancléen basal, i.e. : FO de *G. margaritae* à 5,08 Ma et LO de *R. cisnerosii* à 5.119 Ma soit la biozone NN12 supérieure). Sur leur prolongement occidental (24 km plus loin), ces calcaires blancs ont livré, dès la base, *Globorotalia puncticulata* associée à *Discoaster asymmetricus* (Osman et al., 2021) correspondant respectivement aux biozones N19 et NN14/15 à NN16 ? L'intervalle compris entre 4,04 Ma (FO de *D. asymmetricus*) et 3,60 Ma (LO de *G. puncticulata* en absence de *G. crassaformis*) constitue l'âge calibré pour la

limite supérieure des calcaires blancs. Par conséquent, l'installation de ces bioconstructions aurait commencé légèrement avant 5,119 Ma et a disparu un peu avant 3,60 Ma, soit une durée du phénomène de 1,50 Ma environ.

Ces bioconstructions, mises en évidence dans les calcaires blancs à *N. cochlear* du massif du Dahra, sont exceptionnelles d'abord pour leur localisation géographique en Afrique du Nord et notamment en Algérie et ensuite pour leur âge pliocène inférieur. En effet, la présence de tels sclératiniaires en Méditerranée est souvent mentionnée au Pliocène supérieur et au nord de cet espace (Espagne et Italie : Aguirre et Jiménez, 1998 ; Vertino et al., 2014) voire au Zancéen terminal (Spadini, 2019) où les genres *Dendrophyllia* et *Cladocora* sont bien authentifiés (Espagne).

Les espèces appartenant à ces taxons sont généralement coloniaux (Laborel, 1988 ; Zibrowius, 1980 ; Jiménez et al. 2016) vivant actuellement en Méditerranée (comme *Cladocora caespitosa*) à de faibles profondeurs, d'autres sont solitaires (*Desmophyllum* : Altuna et Polisenno, 2019) et peu profonds. L'abondance de *Megerlia truncata* (brachiopode) peut indiquer des profondeurs allant jusqu'à 100 m voire plus (Emig, 1988) ; son abondance alternée entre les bancs coralliens peut signifier une certaine variation de la profondeur pendant la période pliocène, oscillations qui seraient liées probablement aux réajustements de la marge et les reliefs côtiers. De même, l'espèce *N. cochlear* peut affectionner ce type de profondeur (50 m environ) dans des eaux tempérées à faible turbidité (Ben Moussa, 1994).

**Mots clés :** Calcaires blancs à *N. cochlear* - bioconstructions coralliennes - faune associée - Pliocène inférieur - Dahra (Algérie).

### Références

- Osman et al. (2021) - *Arabian Journal of Geosciences*  
Perrodon. (1957) - *Bull. Serv. Géol. Algérie*, 12, 323 p.  
Spadini V. (2019) - *Atti Soc. Tosc. Sci. Nat., Mem., Serie A*, 126: 75-94.

---

## Bioévénements et environnements précédents la Crise de Salinité Messinienne dans le Dahra oriental (bassin du Chélif, Algérie)

Belhadji A.<sup>1</sup>, Belkebir L.<sup>1</sup>, Saint Martin J.-P.<sup>2</sup> Bartolini A.<sup>2</sup> et Bessedik M.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Laboratoire de Paléontologie Stratigraphique et Paléoenvironnements, Université d'Oran 2 - BP 1015 Oran El Mnaouer, 31000 Oran, Algeria, [ahmedbelhadji2010@gmail.com](mailto:ahmedbelhadji2010@gmail.com)*

<sup>2</sup> *UMR 7207 CR2P MNHN-Sorbonne Université-CNRS, Muséum National d'Histoire Naturelle, Département Origines et Evolution, 8 rue Buffon, Paris, France [jpsmart@mnhn.fr](mailto:jpsmart@mnhn.fr)*

Le plateau d'Ain Merane (Dahra oriental) présente une sédimentation messinienne, constituée par une alternance de marne et diatomite, des marnes brunâtres, une alternance de marne et calcaire et des gypses sélénites. Une discordance de ravinement a été mise en évidence à la base des marnes brunâtres.

L'analyse des résidus de lavage de ces sédiments a révélé la présence de dix bio-événements successifs de foraminifères planctoniques (Belhadji, 2021) : (1 et 2) FO et LO *Globorotalia nicolae*, (3) FO *Neogloboquadrina atlantica*, (4) FAO *Globigerina praecalida*, (5) LCO *Globorotalia miotumida* gr., (6) FAO *Turborotalita multiloba*, (7) S/D *Neogloboquadrina acostaensis*, (8) LO *Nq*

*atlantica*, (9) FSI *Nq acostaensis* et (10) SSI *Neoglobobadrina acostaensis*. Calibrés par l'astrochronologie à l'échelle de la Méditerranée, cette succession permet d'attribuer l'alternance marno-diatomitique (partie supérieure) et les marnes brunâtres au Messinien, dans un intervalle de temps compris entre 6.83 et 6.08 Ma, ce qui peut conférer à la discordance située à la base des marnes brunâtres un âge compris entre 6,51 et 6,41 Ma (*i.e.* LRO de *Gl. miotumida* gr. et FAI de *T. multiloba*). Par ailleurs, ces bio-événements sont corrélables avec ceux plus à l'Ouest dans le Dahra sud-occidental (Benzina *et al.*, 2019) avec notamment les bio-marqueurs *Gl. nicolae* (FO et LO), *Globigerinella siphonifera* influx (*Gn praecalida*, FAO) et *Gl. miotumida* gr. (LO) alors que les autres bio-événements (6 à 10) semblent être absents au Dahra Occidental. À l'échelle régionale, ces mêmes bio-événements sont également connus en Méditerranée en Espagne, en Italie et en Grèce. La discordance (base des marnes brunâtres) pourrait correspondre à la limite stratigraphique entre les membres inférieur et supérieur et à la discordance régionale de Martin et Braga (1996).

Au niveau paléoenvironnementale, les foraminifères benthiques montrent une réduction drastique de leurs assemblages. Ils passent d'un assemblage riche et diversifié caractérisant un milieu marin ouvert, dans la partie basale de la série, à un assemblage très pauvre formés presque exclusivement par des formes endobenthiques (*Bulimina aculeata* gr. et *Brizalina dilatata* gr.) et quelques formes néritiques épibenthiques (*Elphidium* spp., *Ammonia tepida*, *Hanzawaia boueana*, *Valvulineria bradyana*), témoins d'un milieu marin à fort stress dans les niveaux pré-gypseux. Les indices paléocéologiques traduisent une réduction bathymétrique, bathyal à circalittoral, un appauvrissement en oxygène d'eau profonde et des fluctuations importantes de la salinité. Ces phénomènes supposent une stratification de la colonne d'eau, probablement liée à des apports d'eau continentale, riches en matière organique. Ces changements environnementaux se manifestent par deux pulsations régressives. La première, caractérisant l'alternance marno-diatomitique, est marquée à sa base par un appauvrissement de la microfaune benthique vers 7.17 Ma qui peut être expliqué par une fermeture partielle du Corridor rifain (Seidenkrantz *et al.*, 2000). La seconde, mis en évidence dans ce travail, est repérée au sein des marnes brunâtres, l'alternance marno-calcaire et les gypses. Son démarrage est situé dans l'intervalle 6.51 et 6.41 Ma.

**Mots Clés :** Messinien, Dahra, bio-événements, environnements, corrélation.

**FO** = FIRST Occurrence; **FCO** = First Common Occurrence; **LO** = Last Occurrence; **FCO**= First Common Occurrence; **FAO** = First Abundant Occurrence ; **LCO** = Last Common Occurrence; **S/D** = Changement d'enroulement Sénestre à Dextre ; FSI= First Sinistral Influx, SSI = Second Sinistral Influx.

## Références

- Belhadji A. (2021) - *La sédimentation du Miocène supérieur au Pliocène des monts du Dahra (exemples de Djebel Diss et du Plateau d'Ain Merane) : aspects litho-stratigraphiques et micropaléontologiques*. Thèse de Doct.Sci. (inédit), Université d'Oran 2, 253 p.
- Benzina M, Hebib H & Bensalah M (2019) *New insights in late Miocene lower Chelif basin biostratigraphy based on planktonic foraminifera (Algeria)*. *Rev. Micropal.*, 62:9-24.
- Martin, J. M. & Braga J. C. (1996) - *Tectonic signals in the Messinian stratigraphy of the Sorbas basin (Almeria, SE Spain)*. In: Friend, P.F., Dabrio, C.J. (Eds.), *Tertiary Basins of Spain, the Stratigraphic Record of Crustal Kinematics*. Cambridge University Press, 387-391.
- Seidenkrantz M.-S., Kouwenhoven T.J., Jorissen F.J., Shackleton N.J. & van Der Zwaan G.J., (2000) - *Benthic foraminifera as indicators of changing Mediterranean-Atlantic water exchange in the late Miocene*. *Mar. Geol.* 163, 387-407.

## Fossiliferous concentration levels of uppermost Burdigalian age from the Ouarsenis northwestern margin

A. Belkheir, M. Bessedik, L. Belkebir, M.E.H. Mansouri, A. Atik and M.K. Osman

Laboratoire de Paléontologie Stratigraphique et Paléoenvironnement, Faculté des Sciences de la Terre et de l'Univers, Université d'Oran 2, BP 1015 El M'Naouer 31 000 Oran, Algérie.

Of Lower Miocene age, the lower detrital unit described in the Oued Rhiou - Ammi Moussa sector (Perrodon, 1957; Neurdin-Trescartes, 1992; Bessedik *et al.*, 2002) is characterized by three different levels of fossiliferous concentration, located in its lower part. They are part from the first 120 m of Sidi A.E.K Nakhla South section (Neurdin-trescartes, *op.cit.*),

Scattered in the basal marls as cluster shape, the first concentration level (0.3 to 0.8m) contains diversified macrofauna (oystreids, pectenids, Turritella, burrows, solitary and branched scleratinians). All these elements are associated to glauconious grains and gathered by yellowish matrix; this concentration is described in Taberket section (Neurdin-trescartes, *op.cit.*) beneath the volcano-sedimentary deposit; the polyp cluster shapes are considered as a patch reef (Neurdin-Trescartes, *op. cit.*).

The second fossiliferous concentration (0.6m), capping a conglomeratic deposit, contains (exclusively) a population of *Amphiope* sp. and *Scutella* sp., which appeared in previous sedimentation but less abundant, sandy marls crown this concentration.

The third fossiliferous concentration (0.4 to 0.6m) showed in calcareous banks contains a high presence of oystreids, pectenids and Turritella, this bank end with a ferruginous carpet.

The occurrence of *Globigerinoides sicanus* (FO 16, 27 Ma) without presence of the preorbulins in all marly sedimentation would indicate the N7 (upper part) and N8 biozones. The later bioevent (*G. sicanus*) associated with the *Sphenolithus heteromorphus* (FO-LO: 17, 75 - 13, 53 Ma) and *Helicosphaera ampliaperta* (FO-LO: 20, 43 - 14, 86 Ma) calcareous nannofossil attribute these sediments to the NN4 biozone. Therefore, these biostratigraphic data allow to further restrict (calibrate) this time interval from 16 to 16.27 Ma (biozonation calibration: Berggren *et al.*, 1995; Backman *et al.*, 2012), *i.e.* a duration of 270 ka for this sedimentary complex.

These fossiliferous concentrations and their alternating sedimentary facies (Neurdin-Trescartes, 1995; Bessedik *et al.*, 2002) suggest clear evidence of a paleoenvironmental evolution in the upper Burdigalian, which begins with a deep to shallow marine environment tending towards a marine littoral environment or even deltaic spreading, recorded on the northwest margin of Ouarsenis massif.

**Keywords:** fossiliferous concentrations, uppermost Burdigalian, planktonic Foraminifera, calcareous nannofossils, Ouarsenis NW margin.

### References :

Backman J. *et al.* (2012) - *Newsletters on Stratigraphy*, pp. 1-24.



Bessedik M. *et al.* (2002) - *Mém.Serv.Géol.Alg.* n° 11, pp. 167-186.

Berggren *et al.* (1995) - *SEPM Special. Publication*, n° 54.

NeurdinTrescartes J. (1992) - *Thèse Doct. Etat*, Univ. Pau et Pays de l'Adour, 1, 332 p.

NeurdinTrescartes J. (1995) - *Géol Médit.*, 22, pp. 61-71.

Perrodon A. (1957) - *Bull.Serv.Géol.Algérie*, 12, 323 p.

## **Bioévénements et eustatisme marquant le Crétacé (Albien - "Sénonien") de la région de Tiaret (Algérie) : résultats préliminaires.**

N. Boualem<sup>1</sup> et M. Benhamou<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Laboratoire de Géodynamique des Bassins et Bilan Sédimentaire, Département des Sciences de la Terre, FSTU, Université d'Oran-2, Ahmed Ben Mohamed, Mail : [boualem.noureddine@hotmail.fr](mailto:boualem.noureddine@hotmail.fr)

Les changements environnementaux du Crétacé se manifestent dans plusieurs événements biologiques et sédimentaires. Ceux-ci constituent un jalon important quant à qui ont été utilisés comme outils importants pour l'analyse des bassins, l'interprétation en matière de stratigraphie séquentielle et les corrélations globales. Parmi ces événements, nous citons entre autres : (i) l'événement à *Mortoniceras* de l'Albien supérieur, (ii) les niveaux anoxiques du Cénomanién supérieur, (iii) le niveau à micro-filaments de la limite CTB, (iv) les niveaux à inocérames du Coniacien? et (v) les dépôts évaporitiques du "Sénonien" qui sont jusqu'ici mal connus dans notre secteur d'étude.

Cette étude présente les premières archives bio-sédimentaire détaillées en provenance du nord-ouest algérien. Le bioévénement de *Mortoniceras* est composé d'une série de marnes bleutées et de calcaire-marneux (mudstone à wackestone) avec des concentrations biogènes autochtones. Dans la zone d'étude (Mcharref, Plateau de Sersou occidental), le bioévénement présente une répartition géographique assez limitée dû à un seuil tectonique avec une épaisseur comprise entre 20 et 25 m. Outre la présence des huîtres et d'échinides en abondance, des céphalopodes y sont présents avec des *Mortoniceratinae*, notamment : *Elobiceras* (*Craginites*) sp. aff. *newtoni* SPATH, 1925 de la zone *Mortoniceras* (*Mortoniceras pricei* (Spath, 1922), *Mortoniceras* (*Mortoniceras*) *inflatum* (J. Sowerby, 1818), *Goodhalites* sp. de la zone à *pricei* jusqu'à la zone à *perinflatum*. Les *Mortoniceras* en représentent plus de 50% de ce matériel.

Les niveaux anoxiques du CTB sont enregistrés au sommet de la "Formation de Cheurfa" (coupe de Sidi Ouadah), où le faciès montre des mudstones en alternances avec des marnes azoïques, succédant un membre fossilifère (membre III) de la Formation. Au-dessus, se met en place un niveau oolithique redressé à *Diplocraterion* indiquant un changement important limité dans le temps et dans l'espace. Dans la coupe de T'malhet (Bassin de Louhou), des micro-filaments marquent la limite CTB dans un faciès de calcaires très riche en huîtres.

Les niveaux à inocérames sont mis en évidence pour la première fois dans le Crétacé de la région, il s'agit des *Actinoceramus* sp. observées en trois niveaux au sommet de la "Formation de Freau" du Djebel El Assa (coupe de KhalouetSbaâ).

Avant la transgression du "Sénonien" (matérialisée par les "Marnes de Mellakou" et les "Dolomies de Ledjdar"), qui marque ainsi la fin du Crétacé, une série de gypse est observée dans plusieurs endroits vers le Sud, notamment à Ledjdar et Djebel Sid El Abed de Sougueur où elle est plus développée, avec des bancs massifs de gypse surmontés par une succession de moindre importance de

grès et d'argiles. L'évènement évaporitique est dû à l'installation de plusieurs petits lagons dans une ambiance climatique chaude et aride suite à une courte régression de la mer.

Ces événements (biologique et sédimentaire) tracent l'évolution eustatique du bassin alpin pendant le Crétacé enregistrant ainsi une mégaséquence T-R ponctuée par des saccades du niveau marin relatif. Cette variation ponctuelle s'observe clairement lors des changements environnementaux et écologiques au sein des faciès associés.

**Mots clés :** Crétacé, Evènement, *Mortoniceras*, Eustatisme, Faciès, Environnement.

---

## **Ichnological and sedimentological analysis of the Upper Jurassic Faïdja Formation (northwestern Algeria): palaeoenvironmental and palaeoecological implications**

I BOUCHEMLA

*Faculty of Natural and Life Sciences, University of Mustapha Stambouli-Mascara, 29000, Mascara, Algeria, bouchemlaimad@gmail.com*

The Faïdja Formation displays mixed siliciclastic-carbonate deposits distributed in three members, which are organised from bottom to top as follows: the Clayey Sandstone Faïdja Member; the Clayey Limestone Bel Aoura Member and the Sandy Claystone Douaouda Member. Sedimentological data indicate the evolution of a subsiding marine environment from the shelf edge to the lower shoreface, sporadically dominated by storms. Ichnological analysis reveals the occurrence of abundant and diverse invertebrate trace fossils, grouped in four ichnoassociations. Ichnoassociation -A- coincides with the lowermost part of the Clayey Sandstone Faïdja Member; it is distinguished by a combination of pre-graphoglyptids and post-depositional traces, ascribed to the distal *Cruziana* ichnofacies transitional to the *Nereites* ichnofacies, which indicates a lower offshore zone to shelf edge environment characterised by a low-oxygenated period (anoxic event), frequent storm events and nutrient frequency. Ichnoassociation -B- occupies the middle and upper parts of the Clayey Sandstone Faïdja Member, it is characterised by an abundance of post-depositional traces, corresponding to the archetypal *Cruziana* ichnofacies that indicates a lower to transitional offshore environment with short phases of low hydrodynamic energy. Ichnoassociation -C- corresponds to the Clayey Limestone Bel Aoura Member that coincides with a drastic facial change and depositional conditions; this association documents a proximal *Cruziana* ichnofacies, and indicates an upper to transitional offshore zone as a depositional environment. Finally, ichnoassociation -D- coincides with the Sandy Claystone Douaouda Member; it is ascribed to the proximal *Cruziana* ichnofacies, indicating a lower shoreface environment. The combined sedimentological and ichnological data indicates a relatively subsiding platform with shallowing upwards corresponding to distal, archetypal and proximal *Cruziana* ichnofacies, respectively.

**Keywords:** Pre-Atlas domain – Kimmeridgian – ichnoassociation – *Cruziana* ichnofacies – shelf zone.

---

## **Les structures (figures) sédimentaires, genèse et signification.**

S. CHELLAT

Laboratoire de géologie et environnement, Université Constantine 1.

[smaine.chellat@gmail.com](mailto:smaine.chellat@gmail.com)

Lors du cycle sédimentaire ou postpositionnel, les dépôts sédimentaires tels : les sables, silts, argiles, boues de calcaire présentent certaines structures dues à l'érosion, transport et dépôt de sédiment, des facteurs liés essentiellement à la dynamique du fluide de transport. D'autres facteurs qui influent sur les sédiments sont liés à l'activité microbienne ou à des organismes fousseurs. Ces structures sédimentaires se développent du bas régime jusqu'au haut régime, sous les courants unidirectionnels et les courants oscillatoires. De comprendre cette dynamique, il suffit de déterminer la composante essentielle de force qui agit sur les grains détritiques. De déterminer les caractéristiques physiques des grains.

Le fluide contrôle ces structures dans le temps et dans l'espace avant leurs diagénèses, dans un régime aquatique continentale ou marin rentre un autre facteur c'est l'indice d'éroussé des grains qui caractérisent ce genre de milieu. Le milieu éolien est marqué par ces belles structures, généralement semi-consolidées, des grains arrondis, présentant des traces de choc de différentes tailles.

Malgré que ces structures sédimentaires soient importantes dans la détermination du paléoenvironnement ou paléogéographie, mais elles restent limitées et liées à la géochimie des dépôts qui montre la nature chimique des grains et les phases de liaisons.

**Mots clés :** Structure, Dépôt, Détritique, Fluide, Paléoenvironnement.

---

## **Bioévénements et zonation dans le Miocène supérieur des séries géologiques du versant sud du Dahra à partir des nannoplanctons calcaires (Algérie nord occidentale).**

M-E-H. Mansouri (\*), M. Bessedik, A. Atik et A. Belkhir

Laboratoire de Paléontologie Stratigraphique et Paléoenvironnement, Faculté des Sciences de la Terre et de l'Univers, Université d'Oran 2, B.P. 1015 El M'naouer 31000 Oran, Algérie.

Le versant sud occidental du Dahra offre de nombreux affleurements propices pour l'étude de la série géologique miocène (Tortonien et Messinien) qui est bien connue par de nombreux auteurs (Anderson, 1936 ; SNRépal, 1952 ; Perrodon, 1957 ; Mazzola, 1971 ; Belhadji *et al.*, 2008, entre autres). Elle présente à la base des marnes rouges conglomératiques, des marnes bleues, des diatomites et des gypses au sommet.

Soumis à l'analyse des nannofossiles calcaires, les dépôts marneux et diatomitiques ont révélé la présence d'une cinquantaine d'espèces. Les bioévénements de la première présence (FO) de *Discoaster loeblichii* et *D. neoerectus*, récoltées dans les marnes bleues ont permis de caractériser les sous-zones NN10a et NN10b. Les espèces (FO) *Discoaster quinquaramus* et *Discoaster surculus* indiquent la base de la zone NN11 dont la limite inférieure (NN11a) est estimée à **8,2 Ma** en Méditerranée (Backman *et al.*, 2012). Ces derniers auteurs datent le bioévénement de l'espèce (FO) *Amaurolithus primus* de **7,39 Ma**, permettant ainsi d'individualiser la base de la sous-zone NN11b. Ainsi, la limite Tortonien - Messinien est repérée, au sein de cette sous-zone, par *Amaurolithus delicatus* (FO) et/ou *Reticulofenestra rotaria* (FO).

L'extension totale du bioévénement *Amaurolithus amplificus*, récoltée dans la formation des marnes diatomitiques, a permis de bien caler la sous-zone NN11c, entre **6,82** et **5,98 Ma**, et de dater la limite entre les sous-zones NN11c / NN11d de **5,98 Ma** (Backman *et al.*, *ibid.*).

Ces résultats biostratigraphiques et la corrélation de plusieurs coupes étudiées dans ces secteurs ont permis de mettre en évidence l'existence de deux bassins sédimentaires, ayant évolué au cours du Miocène supérieur, séparément ou conjointement ou en relai suivant des axes NE/SW (Mansouri, 2021). Cette évolution a décrit une inversion topographique évidente ayant affecté le massif du Dahra. Elle reflète l'activité tectonique, survenue au cours de la période couvrant le Tortonien et le Messinien, en plusieurs phases importantes. Par ailleurs, les résultats biostratigraphiques ont révélé une diachronie de la sédimentation diatomitique, longtemps considérée comme messinienne. Elle est tantôt tortonienne, tantôt messinienne, en relation étroite avec la configuration des bassins en place, leur géométrie et le fonctionnement de leurs courants marins.

**Mots clés** : Nannofossiles calcaires, bioévénements, zonation, massif du Dahra, Algérie.

### Références

- Anderson R.W. (1936). *Mem. Geol. Soc. Amer.*, New York, 450 p.  
Backman *et al.* (2012). *Newsletters on Stratigraphy* 47(2), 221-244.  
Belhadji *et al.* (2008). *Geodiversitas* 30 (1) : 79-96.  
Mansouri M.E.H. (2021). *Thèse de Doct. Sci.*, Université d'Oran 2, 206 p.  
Mazzola G. (1971). *Planktonic conf., Proc.*, 2, 2, pp. 787 - 805.  
Perrodon A. (1957). *Bull. Serv. Carte géol. Algérie*. 12, 328 p.  
SNRépal. (1952). *Publ. 19<sup>ème</sup> Congr. Géol. Inter.*, Alger, Monogr. région., 1<sup>ère</sup> s., 16, 56 p.

## Les marnes bleues marines et calcaires lacustres du Dahra central (Algérie) : évidence d'une sédimentation pliocène, à caractère marin et continental : stratigraphie intégrée.

W. Zache, M. Bessedik, M. Mansouri et L. Belkebir

*Laboratoire de Paléontologie Stratigraphique et Paléoenvironnement, Faculté des Sciences de la Terre et de l'Univers, Université d'Oran 2, B.P 1015 El M'naouer 31000 Oran, Algérie.*

Dans le secteur de l'agglomération d'Ouled Lakhdar, situé sur la terminaison sud de la dépression d'El Ardja el Hamra, se développe une série sédimentaire pliocène formée de **marnes bleues**, de **calcaires biodétritiques**, de **conglomérats**, de **grès micacés** et des **calcaires lacustres** à planorbes et Lymnées, coiffés par une surface de ravinement sur laquelle s'étendent des **marnes sableuses**.

Inséparables des diatomites, les grès micacés sont, selon Brive (1897), attribués au «Sahélien inférieur» tout comme les calcaires lacustres. La contemporanéité, par passage latéral, de ces derniers avec les diatomites y est bien précisée (Brive, *ibid*). En revanche, Anderson (1936) a rattaché les diatomites au Miocène terminal et les calcaires lacustres au Pliocène. Les affleurements de l'épisode lacustre observés à l'oued Tansert semblent être contemporains voire postérieurs aux diatomites messiniennes (Bessedik *et al.*, 2019).

L'analyse des marnes bleues et des calcaires biodétritiques (base) a révélé la succession de *G. margaritae* et *G. puncticulata* marqueurs du cycle pliocène inférieur (biozones N18 *pp.* et N19 : Zancéen). Les marnes sableuses postérieures aux calcaires lacustres ont livré l'espèce *G. bononiensis*, rattachée au Zancéen terminal voire l'extrême base du Piacenzien. Soumis à l'analyse des nanofossiles calcaires, les mêmes prélèvements utilisés pour les foraminifères ont confirmé cette attribution avec la succession : *Reticulofenestra cisnerosii* et *Helicosphaera sellii*, attribuables au Zancéen (biozones NN12b et NN13 partie supérieure). Ces bio-datations sont tout-à-fait conformes à ceux obtenues par les foraminifères planctoniques.

Ce cadre biochronologique, établie et bien étalonné pour la première fois dans ce secteur, permet de caler l'âge des grès calcaires biodétritiques, des conglomérats, des grès micacés et des calcaires lacustres des Ouled Lakhadar, entre les biozones à *Globorotalia puncticulata* et à *Globorotalia bononiensis* (N19 et N20), correspondant à un intervalle de temps compris entre **4,52** et **3,57** Ma (soit une durée de 950 Ka). Pendant ce laps de temps, s'installe une dynamique sédimentaire marine évoluant vers un environnement continental fluvio-lacustre au Zancéen terminal. La restauration des conditions marines, réalisée avec les marnes sableuses rattachées au Zancéen terminal voire à l'extrême base du Piacenzien, constitue un scellement stratigraphique important de la sédimentation continentale (lacustre) du Dahra central.

Cette sédimentation est comparable à celle que l'on connaît dans le bassin de Sorbas (Espagne) où la position de la formation continentale de Zorreras en présente de fortes similitudes ; en revanche, les marnes sableuses fini-zancéennes des Ouled Lakhadar (Dahra central) constitue un repère stratigraphique important de l'achèvement, au moins localement, de cette sédimentation continentale.

**Mots-clés** : Marnes bleues, calcaires lacustres à planorbes, sédimentation marin-continental, Pliocène, Dahra central, Algérie.

## Références

Anderson R.VV. (1936) - *Geology in the coastal Atlas of western Algeria*. *Geol Soc Am Memoir* 4, 450 p.

Bessedik *et al.* (2019) - *The Tansert lacustrine limestones (Central Dahra, Algeria): Messinian stratigraphic and paleogeographic context*. RCMNS Interim Colloquium "Continental-marine interactions during the Neogene in the Mediterranean area". Granada, Spain, 9-12 September, p. 13.

Brive A. (1897) - *La carte géologique de Renault au 1/50 000è, Feuille n°104 et notice explicative*. Edition du Service géographique de l'Armée.

# **SESSIONS ORALES**

## **SESSION 7 - RESSOURCES MINÉRALES DU DOMAINE DE L'OROGÈNE ALPIN D'AFRIQUE DU NORD.**

## **Quelques indications sur le contexte géologique et la gîtologie des minéralisations ferrifères du Djebel Hadid (Babors orientaux, NE algérien)**

Z. Belhimer<sup>1</sup>, A. Bouzenoune<sup>1</sup>, A. Bouchair<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Laboratoire de Génie Géologique (LGG), Université Mohamed Seddik BenYahia de Jijel, Algérie.

[belhimerzbr@gmail.com](mailto:belhimerzbr@gmail.com)

Le Djebel Hadid, situé à une trentaine de kilomètres au SW de la ville de Jijel, est l'un des massifs carbonatés jurassiques minéralisés de la chaîne des Babors dans le NE algérien. D'orientation NW-SE, il est extrudé au sein de la couverture sédimentaire crétacée. Ce Djebel qui appartient à l'unité du Brek des Babors orientaux, partie intégrante du domaine tellien de la chaîne des Maghrébides, recèle des minéralisations ferrifères qui n'ont pas fait l'objet d'études antérieures.

L'ossature du Djebel Hadid est formée par des roches carbonatées d'âge Jurassique (Lias inférieur et moyen) intensément fracturé et plissé recouvertes par les formations schisteuses du Crétacé inférieur. Ces dernières, discordantes sur les formations liasiques, montrent un contact souvent stratigraphique souligné par des conglomérats de base remaniant de nombreux débris des roches liasiques. La discordance et la lacune stratigraphique du Jurassique moyen et supérieur témoignent de l'intensité des déformations tectoniques qu'a connues cette région des Babors orientaux pendant les temps précédant le Crétacé. Ces déformations ont induit des paléoreliefs formés par les formations jurassiques qui ont par la suite été sujets à une intense érosion ayant atteint les termes liasiques. Ce massif constitue une écaille délimitée par un contact tectonique basal souligné par les marnes et argiles gypseuses du Trias. Au vu de l'intensité des déformations de ces temps éocrétaqués, décrites particulièrement dans les Babors (Obert, 1981) et dans l'Ouest de la chaîne numidique (Durand Delga, 1955), il est évidemment légitime de se poser la question sur les éventuelles relations entre ces événements tectoniques et les processus minéralisateurs à l'origine des minéralisations de cette région des Babors orientaux.

Dans la zone des Babors orientaux, il existe en effet un grand nombre d'indices minéralisés, le plus souvent ferrifères et cuprifères et rarement à Pb et Zn. De la barytine est souvent associée aux minéralisations ferrifères. Ces dernières sont les plus nombreuses et sont dans la plupart des cas encaissées dans les formations carbonatées du Lias, à l'image de celles du Djebel Hadid.

Les minéralisations ferrifères de Djebel Hadid sont encaissées dans des dolomies massives, bréchiques et intensément fracturées du Lias. Elles présentent une multitude de morphologies des corps minéralisés : amas, filonnets, veinules, placages et fentes. L'étude métallographique a montré que la minéralisation est essentiellement oxydée, elle est représentée principalement par l'hématite et les limonites. L'hématite représente le minéral le plus abondant. Elle se présente sous forme de plages à texture squelettique et en petits grains subautomorphes disséminés dans l'encaissant. Les limonites, moins abondantes que l'hématite, se présentent sous forme de plages qui contiennent parfois des reliques d'hématite indiquant la transformation d'hématite en limonite. Cette minéralisation est associée à une gangue



principalement calcitique se présentant en remplissage des fissures sous forme de cristaux xénomorphes et de cristaux subautomorphes entourant des rhomboèdres.

L'examen macroscopique et microscopique des relations mutuelles entre les différentes phases minérales constitutives de ces minéralisations montre les observations suivantes : (1) l'existence des reliques parfois de forme rhomboédrique (carbonates de fer ?) au sein des plages d'hématite, (2) le pseudomorphisme, partiel ou totale de ces rhomboèdres par l'hématite, (3) la présence des caries à la périphérie des reliques (caries texture). L'ensemble de ces observations traduisent un processus d'oxydation supergène ayant abouti à la formation des oxydes de fer à partir d'un minerai « protore » représenté par des carbonates de fer. Des filons à sidérite encaissés dans les marnes argileuses du Crétacé supérieur sont d'ailleurs signalés à quelques kilomètres au Sud du Djebel Hadid (Obert, 1981). Ce type de transition entre un minerai « protore » de nature carbonatée et un minerai oxydé toujours situé au-dessus du niveau hydrostatique, est caractéristique des gisements de fer hydrothermaux en substitution des roches carbonatées. Il a bien été décrit dans les gîtes ferrifères de la région de Tébessa et à Sidi Marouf dans la partie occidentale de la chaîne numidique (Boudraa et al., 2022).

**Mots-clés :** Babors, Lias, minéralisations ferrifères, hématite, oxydation.

### Références

Boudraa Y. ; Bouzenoune A. ; Chine S.A., 2022. *Géologie des minéralisations ferrifères de Chaabat El Guerz (Extrémité occidentale du massif de Sidi Marouf, Jijel, Algérie nord-orientale). The 1<sup>st</sup> International virtual conference on Climate Change, Geosciences and Sustainable Development (1st I2CGSD 2022), Abbes Laghrour University, Khenchela, Algeria (Abstract).*

Durand Delga M. 1955. *Etude géologique de l'Ouest de la chaîne numidique. Thèse ès-Sciences, Paris, France et Bull. Serv. Carte géol. Algérie, 2<sup>e</sup> série, n°24, 533 p.*

Obert D. 1981. *Etude géologique des Babors orientaux (Domaine tellien, Algérie). Thèse ès-Sciences, Paris, France, 635 p.*

## Mineralogy of the ooidal ironstone of Djebel Dahar (Tebessa, northeastern Algeria)

A. BOUCHAIR<sup>1</sup>, A. BOUZENOUNE<sup>1</sup>, Y. Mahamdioua<sup>1</sup>, Y. Kemel<sup>1</sup>, Z. BELHIMER<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Geological Engineering Laboratory (LGG), University of Mohamed Seddik BenYahia, Jijel, Algeria

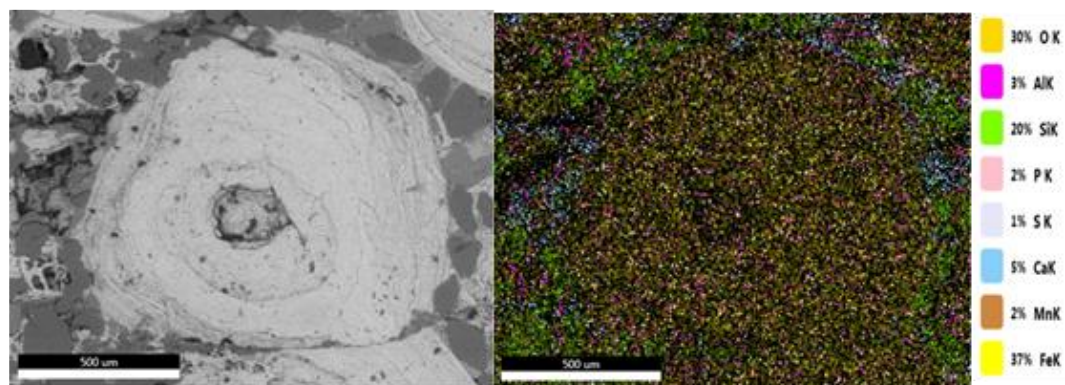
The Djebel Dahar Ironstone (DDIS) ore deposit is located in the northeast of Algeria; it is a part of the Eastern Saharan Atlas, in the South West of the Ain Babouche syncline.

The lithological formations of DDIS started from the upper Cretaceous to the Miocene, most of these formations are marl and limestones. The ooidal iron ore appears in the Eocene formations, which consist of marls and green clays with oysters with intercalations of marl-limestone and ooidal iron ore and ending with levels containing layers of well-bedded gypsum. These ironstones are in the form of levels of centimeter to decimeter thickness often grouped in layers of about ten meters thick intercalated in ferruginous marls of the Lutetian age (Vila, 1997).

The Light microscopy shows that ooidal iron ore is composed mainly by oolites that contains a nucleus (quartz, shell fragment and broken oolite), surrounded by one or more concentric envelopes of a variety mineralogical composition (carbonate, clay, phosphate, ferriferous...).

The most frequent mineral grains are represented by quartz, essentially of detrital origin. Grains of phosphates and glauconite are also present but in much smaller quantities. Quartz grains sometimes occupy the space between the oolites and their abundance sometimes reaches a point where they manage to form a ferruginous sandstone that can be described as "sandstone ore". More rarely, quartz grains are grouped together in the form of polycrystalline fragments and sometimes they appear with rounded shapes and larger dimensions.

SEM with Edax microanalyses is used to confirm the microscopic observations of the thin sections, a cartography of the dispersion of some chemical elements made it possible to illustrate the spatial distribution of these elements and to identify the nature of some of components.



**Figure 1.** SEM cartography of the dispersion of some chemical elements.

In oolites and granules there is a high concentration of iron, we assume that the nucleus is composed with iron and the cortex with alternating goethite envelopes and iron hydroxide envelopes.

The high concentration of the Si element in the matrix phase confirms the presence of quartz. The dispersion of the elements Ca, Si and Al indicates the presence of a clay matrix. Other elements such as Mn, Cu, P, S present random dispersions not corresponding to any particular concentration zone and which therefore does not make it possible to determine the nature of the minerals which are responsible for them.

**Keywords:** Ironstone - Ooidal - Iron ore - Goethite - Eocene.

## References

Vila, J.M., 1997. Carte géologique de l'Algérie à 1/50 000, feuille n°265, Ain Telidjène avec notice explicative. Publ. Serv. Carte géol. Algérie.

## **Petrology and mineralogy of the sedimentary phosphorites of Ain Dibba and Ain Kissa, Northern Tebessa (NE Algeria)**

I. Diab<sup>1</sup>, R. Laouar<sup>1</sup>, A. Degaichia<sup>2</sup> and S. Bouhlel<sup>3</sup>

<sup>1</sup> *Département de Géologie, Laboratoire de Recherche en Géologie, Faculté des Sciences de la Terre, Université Badji Mokhtar Annaba. 23000 Annaba, Algérie*

<sup>2</sup> *Department des Sciences de la Terre et de l'Univers, Laboratoire de recherche : Environnement sédimentaire, ressources minérales et hydriques de l'Algérie orientale, Université Larbi Tébessa, 12000 Tébessa, Algérie*

<sup>3</sup> *Department of Geology, Faculty of Sciences of Tunis, El Manar University, 2092 Tunis, Tunisia*

Phosphorite deposits have been extensively studied during the last two decades because of their economic importance. In Algeria, the giant Djebel Onk deposit, in the southern basin of the Tebessa region, now under exploitation, is one example of these deposits. However, in the northern basin minor deposits were identified, but not well studied.

This work provides, for the first time, preliminary petrological and mineralogical studies on the Late Paleocene to Early Eocene marine phosphorites of Ain Dibba and Ain Kissa. The results will help to assess their environmental deposition, as well as their economic importance. Field observations show that the Ain Dibba phosphorite layer, of 80 cm thick, is interlayered within metric-thick levels of marls and cherty limestone and dolostone. The Ain Kissa phosphorites (40 to 60 cm thick) are, however, divided into lower, middle and upper layers. These are interlayered within decimeter-thick levels of marls, cherty limestone and dolostone.

Phosphorites samples were prepared and examined using transmitted and reflected light optical microscope, The mineralogical composition was further determined using X-Ray powder diffraction (XRPD) at the University of El Manar (Tunisia).

Results of the petrographic investigations show that the phosphorites are composed of phosphatic particles (50 to 75% volume of total rock), such as pel-lets, coprolites, fish bones, shark teeth and pseudo-oolite grains which display polished and smooth surfaces. Non-phosphatic grains (2 to 6 %) are composed mostly of detrital quartz, gypsum and glauconite. The phosphatic particles were cemented mainly by carbonate and/or silicic material at Ain Kissa, whereas clayey, glauconitic and calcitic matrix dominate at Ain Dibba phosphorites. Pseudo-oolithic phosphatic grains are composed of quartz or bone fragments that are covered by thin concentric phosphatic material. XRD analyses indicate that carbonate fluorapatite is the main mineral. Carbonates (calcite, dolomite), Silica (quartz, opal) and Gypsum, heulandite represent the matrix and cement of phosphatic particles.

Petrographic observations argue for remobilization from the original depositional environment. The presence of glauconite suggests an evolution of depositional environment conditions, from relatively deep to shallow, oxygenated environment.

**Keywords :** Phosphorites, Paleocene-Eocene, Ain Dibba, Ain Kissa, Tébessa.

## Mineralogical and magnetic properties of iron ore: a case study of Ain Babouche deposit

N. Fodil Cherif<sup>1\*</sup>, A. Fares<sup>1</sup>, J. Nait Abdallah<sup>1</sup>, S. Zemmache<sup>1</sup>, S. Belmiri<sup>1</sup>, S. Djema<sup>1</sup>, A. Fodil<sup>1</sup>, S. Hazam<sup>1</sup> and W. Tebib<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Centre de Recherche Scientifique et Technique en Analyses physico-Chimiques (CRAPC). B.P. 384, Zone Industrielle Bou-Ismaïl. RP 42004 Bou-Ismaïl, Tipaza. Algeria.

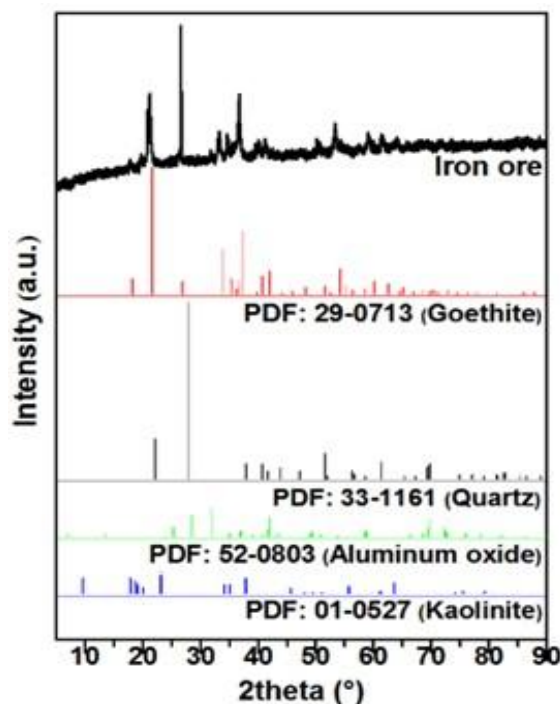
<sup>2</sup>Materials Physico-Chemistry Laboratory (LPCM), Physics Department, Science and Technology Faculty, Eltarf University, P.B. 73, 36000, Eltarf, Algeria.

The present scientific work has a dual goal. First of all, we would like to present the latest progress that have been done on the database "RefMin" (figure 1). Indeed, designed by the Scientific and Technical Research Center in Physico-Chemical Analyses (CRAPC), RefMin is a digital tool that enables students, lecturers, professors, scientists, and researchers to carry out some of their projects and scientific works easily by having a free access to various physicochemical data analysis regarding minerals collected from several Algerian deposits. Besides, this project named "Référentiel national des richesses minières", with a socio-economic impact is funded by the Algerian Directorate-General for Scientific Research and Technological Development (DGRSDT).



**Figure 1.** Database logo.

Secondly, within this work we will provide a detailed study of the mineralogical and magnetic properties of an Algerian iron-based mineral, rich in goethite. The studied sample was obtained directly from an iron-ore deposit located at 21 kilometers southwest of the Algerian town of Chrea (province of Tebessa). For that purpose, structural, magnetic, and morphological properties of the prepared iron ore were investigated using several physicochemical methods such as X-ray diffraction (XRD), X-ray fluorescence spectroscopy (XRF), scanning electron microscopy (SEM), and vibrating sample magnetometry (VSM).



**Figure 2.** X-ray diffraction pattern of iron ore from Ain Babouche deposit.

As results, the XRD pattern revealed that the sample contains mainly goethite (58.3 %), quartz (25.2 %), alumina (8.3 %), and finally kaolinite (8.2 %). Interestingly, the mesoporous nature of the iron ore sample with rod-like shaped particles (SEM analysis) in accordance with the crystal morphology of goethite has also been highlighted. The X-ray fluorescence data indicated that the sample was relatively rich in iron (37 %) with a significant amount of Si (13.68 %) and Al (5.34%) as the minor constituents. Besides, the analysis revealed the presence of small amounts of impurities such as titanium, silicon, calcium, and phosphorus as well. However, the other trace elements (TE) contents were detected in extremely low quantities. Finally, the room temperature magnetization (M) of iron ore as function of the applied field (H) showed a paramagnetic behavior.

**Keywords:** iron ore deposit – Ain Babouche – Algeria- magnetic properties – XRD.

## References

- Bowles, J.F.W., 2021. *Hydroxides in Encyclopedia of Geology (Second Edition)* 442-451.  
 Santos, L.D., Brandao, P.R.G., Sampaio, D.A., 2005. *Mining, Metallurgy & Exploration* 22, 116-120.  
 France, D.E., Oldfield, F., 2000. *Journal of Geophysical Research*, 105, 2781-2795.

## **Caractérisation pétrographique, minéralogique et géochimique des dépôts phosphatés dans la région d'El Kef, Tunisie**

H. KHAMMASS<sup>1</sup>, A. OUNIS<sup>1</sup> et Y. SELMANI<sup>2</sup>

1 : Laboratoire des Ressources Minérales et Environnement, Département de Géologie, Faculté des Sciences de Tunis, Université de Tunis El Manar, Tunisie

2 : Office National des Mines, La Charguia, Tunisie

L'Afrique du Nord et le Moyen-Orient renferment des dépôts de phosphates de qualité commerciale exploitables. En Tunisie, la région d'El Kef comprend plusieurs gisements de phosphates sédimentaires. Ces dépôts, d'origine marine, se sont formés au cours du Paléocène Supérieur – Eocène Inferieur dans les régions de Sra Quartane (Dj. Ayata, Dj. Goraia, Kef Ez Zarga, Dj Gonara...), de Kalaat Es Senane (Bir El Afou, Kef Ed Debba, Bou Kechrid, Kef Er Rebiba, Mahjouba, Zebbouzi...) et de Tajerouine (Salsala, Kef Es Slougi, Dj El Houdh...) et à Kalaat Khasba.

Cette étude est une contribution à la caractérisation pétrographique, minéralogique et géochimique des dépôts phosphatés dans quatre secteurs phosphatés différents : Sra Ouertane, Goraia, Bir El Afou et Er Rebiba. La caractérisation minéralogique et pétrographique montre la présence d'une association minérale quasiment stable constituée par : la francolite, le quartz, la calcite et des argiles avec des pourcentages qui varient d'un secteur à un autre et d'une couche phosphatée à une autre. Du point de vue géochimique, les éléments majeurs sont présents avec des pourcentages variables d'une couche à une autre. Les teneurs en P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> varient de 2.97% à 28.82%. Les teneurs en MgO et en SiO<sub>2</sub> peuvent atteindre respectivement 6.3% dans le gisement de Bir El Afou et 35.26% dans le secteur de Sra Quartane. Les éléments traces analysés peuvent être subdivisés en quatre groupes : le 1<sup>er</sup> groupe où les teneurs maximales sont supérieures à 300 ppm constitué par le Cr et le Ba ; un deuxième groupe constitué par les éléments tels que le Zn, le Ti et le V avec des concentrations d'environ 200 ppm ; le troisième ensemble regroupe les éléments comme Cd, Cu, Li, Mn, Mo, Ni et Th où les concentrations maximales varient de 10 à 200 ppm ; et un dernier groupe où les teneurs maximales sont inférieures à 10 ppm comme l'As, le Co et le Pb.

Dans les régions étudiées, la série phosphatée a montré une silicification abondante et très diversifiée. La silice se présente généralement sous deux formes : silice ou quartz détritiques. L'origine de cette silice peut être chimique par précipitation directe dans les porosités et les fissures des roches carbonatées suite à une circulation d'eau chargée en silicium ou déritique par lessivage des minéraux silicatés présents sur le continent.

**Mots clés:** Phosphate, Apatite, Silice, Sra Quartane, Kalaat Es Senane.

## **Etude des isotopes du soufre des minéralisations liées aux roches magmatiques d'Ait Dali, Oued Amizour (Nord- Est Algérien)**

M. Moussaoui<sup>1</sup>, A. Lekoui<sup>1</sup>, R. Laouar<sup>2</sup>,

<sup>1</sup>*Département des Sciences de la Terre et de l'Univers, Université Mohamed Seddik Ben Yahia, 18000 Jijel, Laboratoire de génie géologique Jijel, Algeria*

<sup>2</sup>*Département de Géologie, Faculté des Sciences de la Terre, Université Badji-Mokhtar Annaba, B.P. 12, 23000 Annaba, Algeria*

Les roches magmatiques d'Oued Amizour ont été mises en place au sein de la chaîne des Maghrébides durant le Miocène. Les granitoïdes du secteur d'Ait Dali qui est l'un des secteurs miniers appartenant au massif d'Oued Amizour, sont affectées par une intense altération hydrothermale ; elle s'exprime essentiellement par une silicification, chloritisation, séricitisation, carbonatation et kaolinisation.

La minéralisation est principalement sulfurée et est constituée essentiellement par de la pyrite, de la galène, et de la sphalérite. Cette minéralisation présente différentes textures : massive, collomorphe et disséminée, mais parfois veinulée, Elle est portée par une gangue à quartz, calcite, chlorite et séricite.

Une analyse isotopique du soufre des sulfures (pyrite et galène) récupérée le long d'un sondage type a été effectuée au SUERC, Glasgow, Scotland. Les valeurs de  $\delta^{34}\text{S}$  obtenues sur le soufre de ces sulfures varient entre -3,3 et +3,0 ‰ (n = 16, moyenne = +0,04‰). Ces valeurs représentent une source mantellique du soufre et, donc, un fluide minéralisateur hydrothermal d'origine profonde. Deux valeurs obtenues sur pyrite ont donné des valeurs un peu plus négatives, -5,1 et -6,1‰, ce qui suggère une contribution minimale d'un soufre crustal.

La composition isotopique du soufre des sulfures associés aux roches ignées d'Ait-Dali est similaire à celle rapportée sur les sulfures associés aux roches magmatiques avoisinantes d'Oued Amizour (gisement de Zn-Pb), du massif de Chetaibi-Cap de Fer et du massif de l'Edough. Ceci milite aussi pour une source profonde pour les venues magmatiques dans ces régions.

**Mots clés :** Magmatisme ; Minéralisation polymétallique ; Altération hydrothermale ; Isotope du soufre, Ait-Dali.



## **GISEMENT FILONNIEN DE BARYTINE DE DRAÏSSA (OUGARTA – SW ALGERIE) : GEOLOGIE, MINERALOGIE ET GEOCHIMIE**

A.A. Semchaoui<sup>(1)</sup> et T. Zerrouki<sup>(2)</sup>

<sup>1</sup>Laboratoire de métallogénie – FSTGAT- USTHB

<sup>2</sup>Université de Djilali Bounaama -Khemis Miliana

La région de Draïssa est située au SW de l'Algérie. Elle est connue comme le principal gisement de barytine d'intérêt économique de la chaîne de l'Ougarta. Ce champ minier appartient au faisceau de la Daoura et qui correspond à un anticlinal s'allongeant selon une orientation globale NW-SE sur une longueur de 18 Km. Cette structure englobe deux principaux secteurs géologiques, celui de Draïssa au SW et de Hassi Boulaadam dans la partie NE. Elle représente la dernière boutonnière dans la direction NW de la chaîne de l'Ougarta. Cet anticlinal est représenté dans son sœur par des formations volcaniques et volcano-sédimentaires d'âge néoproterozoïque surmontées en discordance par les formations détritiques du Cambrien et du Crétacé-Néogène (Donzeau 1971).

L'association minérale de cette minéralisation est composée principalement par de la barytine et du quartz avec des sulfures de cuivre, de plomb et de zinc représentés respectivement par la paragenèse primaire suivante : chalcocite, chalcopyrite, galène et sphalérite.

La morphologie du corps minéralisé correspond à des caisses filoniennes d'épaisseur qui peuvent atteindre 4 m et dont la longueur est plurikilométrique (7 Km). La direction globale des filons est NE-SW à E-W avec un pendage sub-vertical. Elles développent une texture variée : massive, rubanée et bréchique.

Les échantillons de minerai de barytine sont caractérisés par une faible teneur en terres rares ; qui varie entre 9 et 50 ppm et par des anomalies positives en Eu (2-2.15ppm) et en Y (1,2-1,11 ppm). Cela signifie que cette barytine résulterait éventuellement d'un mélange d'une source d'eau des saumures évaporitiques (en se basant sur le faible ratio de Ce/La, l'anomalie négative de Ce et la forme des spectres en V), associé avec un fluide hydrothermal (argumenté par : la faible concentration des REE dans la barytine, la présence de minéraux sulfureux négligeables représentés par la galène et la teneur en Sr dans la barytine) (Chen et al, 2006) qui sont contrôlés par le circuit convectif lié probablement à une source thermique potentielle pour les fluides basinaux (Margoum et al, 2015).

A ce stade d'étude et en l'absence de données et de datation isotopique, on ne peut donner un âge précis de la mise en place de cette minéralisation de Draïssa. Cependant, les arguments basés sur les observations de terrain nous ont permis de proposer un âge tardi- Hercynien de la mise en place de la minéralisation de Draïssa, éventuellement après le soulèvement de l'Ougarta (Dévonien-Permien) et avant le Crétacé, car ce dernier n'encaisse pas les filons de barytine.

**Mots clé :** Ougarta, Daoura, Draïssa, Barytine, REE.

## Références

Chen D, Tang K, Li F, Zheng H (2006) A simple aqueous mineralization process to synthesize tetragonal molybdate microcrystallites. *Crystal growth & design*, 6(1), 247-252

Donzeau M (1971) *Etude structurale dans le Paléozoïque des Monts d'Ougarta*. Thèse 3<sup>ème</sup> cycle Fac Sci Orsay France

Margoum D, Bouabdellah M, Klügel A, Banks D, Castorina F, Cuney M, Jébrak M, Bozkaya G (2015) Pangea rifting and onward pre-Central Atlantic opening as the main ore-forming processes for the genesis of the Aouli REE-rich fluorite-barite vein system, upper Moulouya District, Morocco. *J Afr Earth Sci* 108(2015):22-39

## CARTOGRAPHIE AUTOMATIQUE DES ANOMALIES EN Pb- Zn : APPLICATION SUR DES DONNEES DE PROSPECTION GEOCHIMIQUE-SOL DU GISEMENT D'AIN KAHLA - REGION D'AIN AZEL, SETIF

S. Souadnia<sup>1</sup>, A. Maou<sup>1</sup>, A. Boudries<sup>2</sup>, F. Halimi<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Département des Sciences de la Terre - Institut d'Architecture et des Sciences de la Terre - Université Ferhat Abbas - Sétif1 ; 19000 - Algérie. Laboratoire de recherche géologique - Annaba.

<sup>2</sup>Département des Sciences Agronomiques, Faculté des Sciences, Université de Skikda

<sup>3</sup>Département de Géologie - Faculté des Sciences de la Terre - Université Badji Mokhtar - Annaba

Le gisement d'Ain Kahla est situé à une dizaine de kilomètres à l'Ouest d'Ain Azel, il fait partie de la zone externe autochtone de la Ceinture des Maghrebides.

Du point de vue structural, le gisement est plus ou moins simple, c'est un anticlinal en dôme, à direction subaltitudinale cependant le territoire du gisement se trouve dans une zone de tectonique cassante assez intense.

La minéralisation du gisement d'Ain Kahla est constituée de sept corps minéralisés plombo-zincifère encaissés essentiellement dans les formations carbonatées (dolomies, calcaires dolomitiques) du Lias moyen-supérieur et du Dogger. Les principaux minéraux sont la galène, la sphalérite, et la barytine. Les minéraux accessoires sont représentés par la pyrite, la marcassite, l'antimonite, la sidérose et la glauconite, tandis que les minéraux d'oxydations sont constitués de la smithsonite, la césurite, l'hématite, l'hydroxyde de fer et de manganèse.

L'étude statistique et géostatistique sur les éléments chimiques de Pb et Zn a permis de déterminer et localiser les principales anomalies géochimiques de ces éléments. La cartographie automatique des teneurs krigées en Pb et Zn montrent que le gisement d'Ain Kahla se subdivise en trois secteurs. Sur la base de cette étude, un complément de prospection détaillé est recommandé.

**Mots clés :** Ain Kahla- Zinc-plomb, Variogramme, krigeage ordinaire, Cartographie

# **SESSIONS ORALES**

## **SESSION 8 - LE DOMAINE ATLASIQUE**

## Utilisation des images Landsat dans l'étude structurale des zones arides. Exemples choisis dans le Hoggar, l'Atlas saharien, l'atlas tellien et le bassin de Béchar

K. Amri<sup>1</sup>, I. Benbakhti<sup>1</sup> et S. Chabane<sup>2</sup>

1. FSTGAT/USTHB ; 2. ASGA

En zones arides, les images satellitales Landsat 7 ETM+ et Landsat 8 OLI sont d'un apport indéniable dans toute étude lithostructurale, elles restent complémentaires d'une bonne étude de terrain et permettent l'accès à l'information dans des zones inaccessibles.

Dans les régions choisies pour cette étude à savoir, le Hoggar central), l'Atlas Saharien central ou encore le bassin de Béchar, plusieurs zones de cisaillement, parfois longues de plusieurs dizaines de kilomètres sont ainsi observées.

Afin de les caractériser, différents traitements sur les images satellites (Fig. 1), ont été effectués: Filtres directionnels, des compositions colorées des néobandes obtenues de l'analyse en composantes principales et des rapports de bandes, nous ont permis d'étudier les structures associées aux cisaillements de ces régions.

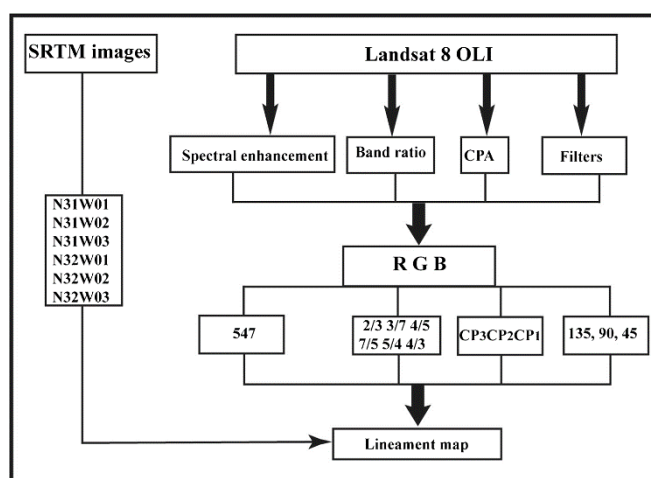


Fig. 1. Exemple de traitements utilisés pour une étude lithostructurale.

Dans toutes les régions d'étude les zones de cisaillement plurikilométriques ont été bien mises en évidence, à l'exemple de la région de Tahifet dans le Hoggar, plus particulièrement dans la région de Tahifet où deux grands cisaillements subméridiens sont mis en évidence, ou encore dans la région d'El Ahmar dans le bassin de Béchar où les indicateurs de l'orogénèse alpine sont clairement définis. Pour l'Atlas tellien (bassin de Guelma), et malgré le couvert végétal important, les traitements utilisés nous ont donné de bons résultats.

La géométrie et la cinématique de ces zones de cisaillement est clairement mise en évidence, par les différents traitements, et restent en corrélation avec les données de terrain.

**Mots clés :** Landsat, Cisaillements, Atlas saharien, Senestre, Transpression

**Références :**

Amri K (2011). Thèse de Doctorat FSTGAT/USTHB 260p

Amri, K, Mahdjoub, Y et Guergour L. (2011), Arabian Journal of geosciences.

Chabane S, Amri K et Hamdidouche R. (2019) Arabian Journal Of Geosciences

---

## **Les Sebkhass du Sud Constantinois (Algérie Nord-Orientale): Cadre géologique, sédimentaire et structural**

Bousba H.<sup>1</sup>, Marmi R.<sup>1</sup>, Bouziane H.<sup>1</sup> et Boufaa K.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Laboratoire de Géologie et Environnement, Université de Constantine 1, Route Ain El Bey Zouaghi Slimane Constantine 25 000, Algerie.

<sup>2</sup> Laboratoire de Génie Géologique, Université de Jijel, Cité Ouled Aissa 18 000, Algeria

[hadjer.bousba@doc.umc.edu.dz](mailto:hadjer.bousba@doc.umc.edu.dz)

La région d'étude appartient au domaine pré-atlasique de l'avant-pays de la chaîne alpine d'Algérie orientale. Les Sebkhass constituent des dépressions endoréiques encaissées dans des formations géologiques essentiellement mésozoïques.

Le travail de recherche réalisé sur la zone des Sebkhass du Sud Constantinois a pour objectifs : l'étude sédimentaire des formations géologiques encaissantes ainsi que la caractérisation du contenu minéralogique et chimique de ces sebkhass.

La méthode d'étude entreprise est fondée sur des travaux de terrain (levés de coupes géologiques, mesures sur les structures sédimentaires et les microstructures tectoniques, creusement de tranchées, échantillonnage,...).

L'analyse structurale a permis de définir les événements tectoniques ayant affecté la zone en question. Elle a mis en évidence la relation entre, d'une part la tectonique et d'autre part, la mise en place de ces bassins continentaux.

La détermination des minéraux argileux a été réalisée à l'aide de la diffraction des R-X et de l'analyse au M.E.B. L'Analyse par spectrométrie de masse couplée à un plasma inductif (ICP-MS) est utilisée pour le dosage des éléments dans les argiles et les roches.

La calcimétrie a permis de déterminer le taux de CaCO<sub>3</sub> dans les argiles et qui est globalement stable, avoisinant les 20%.

Des indices de changements paléo-climatiques sont révélés par des indices antagonistes tels : présence de kaolinite/chlorite, Ostracodes/Characées, la présence de « Varves » répétitives et des fentes de dessiccation.

**Mots clés :** Bassins continentaux, calcimétrie, changements paléo-climatiques, chaîne Alpine, sebkhas, sud Constantinois, ICP-MS, R-X.

---

## Caractérisations biostratigraphique et sédimentologique du Paléocène dans l'Atlas saharien oriental (Tébessa, NE Algérien)

H. Brioua<sup>1</sup>, M. Tlili<sup>1</sup> et O. Mebarki<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Laboratoire de Géodynamique et Ressources Naturelles (L.G.R.N.), UBM Sidi Amar- Annaba, Algérie

L'étude biostratigraphique de la série paléocène qui affleure dans le synclinal de Djebel Dyr (NE de la ville de Tébessa), nous a permis d'identifier, pour la première fois, plusieurs biozones de foraminifères planctoniques, dans une série à dominante marneuse et glauconieuse avec des intercalations calcaires biomicritiques. Cette série correspond à la Formation d'El Haria. Elle a révélée la présence simultanée de plusieurs taxons de foraminifères planctoniques appartenant à des biozones différentes, une première association, qui indique le Paléocène inférieur *Parasubbotina pseudobulloides*, *Subbotina triloculinoïdes* et *Globoconusa daubjergensis*, ainsi qu'à des *Globotruncanidae* du Crétacé terminal, une zone (P4) avec *M. angulata*, *Planorotalites pseudomenardi* et *P. chapmani*. La partie sommitale de la série du Paléocène supérieur, contient le microfossile *Morozovella velascoensis* de zone (P5).

L'analyse sédimentologique des principaux faciès rencontrés dans la série étudiée permet le découpage du Paléocène en plusieurs séquences de troisième ordre et qui constituent la partie rétrogradante d'un cycle de second ordre, évoluant en milieu marin distal évoluant vers des milieux de moins en moins profonds, riches en glauconie phosphate, et carbonates siliceux et fossilifères.

**Mots clés :** Biostratigraphie, Sédimentologie, Phosphate, Paléocène, Tébessa.

---

## Paléontologie numérique et apports stratigraphiques: cas de la simulation 2D/3D des calpionelles à la limite Jurassique-Crétacé

<sup>1</sup>I. Cherif, <sup>1</sup>M. Boughdiri et <sup>1</sup>H. Sallouhi

<sup>1</sup>Université de Carthage, faculté des Sciences de Bizerte, Département des Sciences de la Terre ; 7021 Jerzouna, Tunisie.

Les calpionelles sont des protozoaires fini-jurassiques-éocrétacés, généralement connus dans les domaines pélagiques de la Téthys et les provinces paléobiogéographiques apparentées. Leur abondance et leur évolution rapide en font d'excellents marqueurs biochronologiques au voisinage de la limite Jurassique-Crétacé.

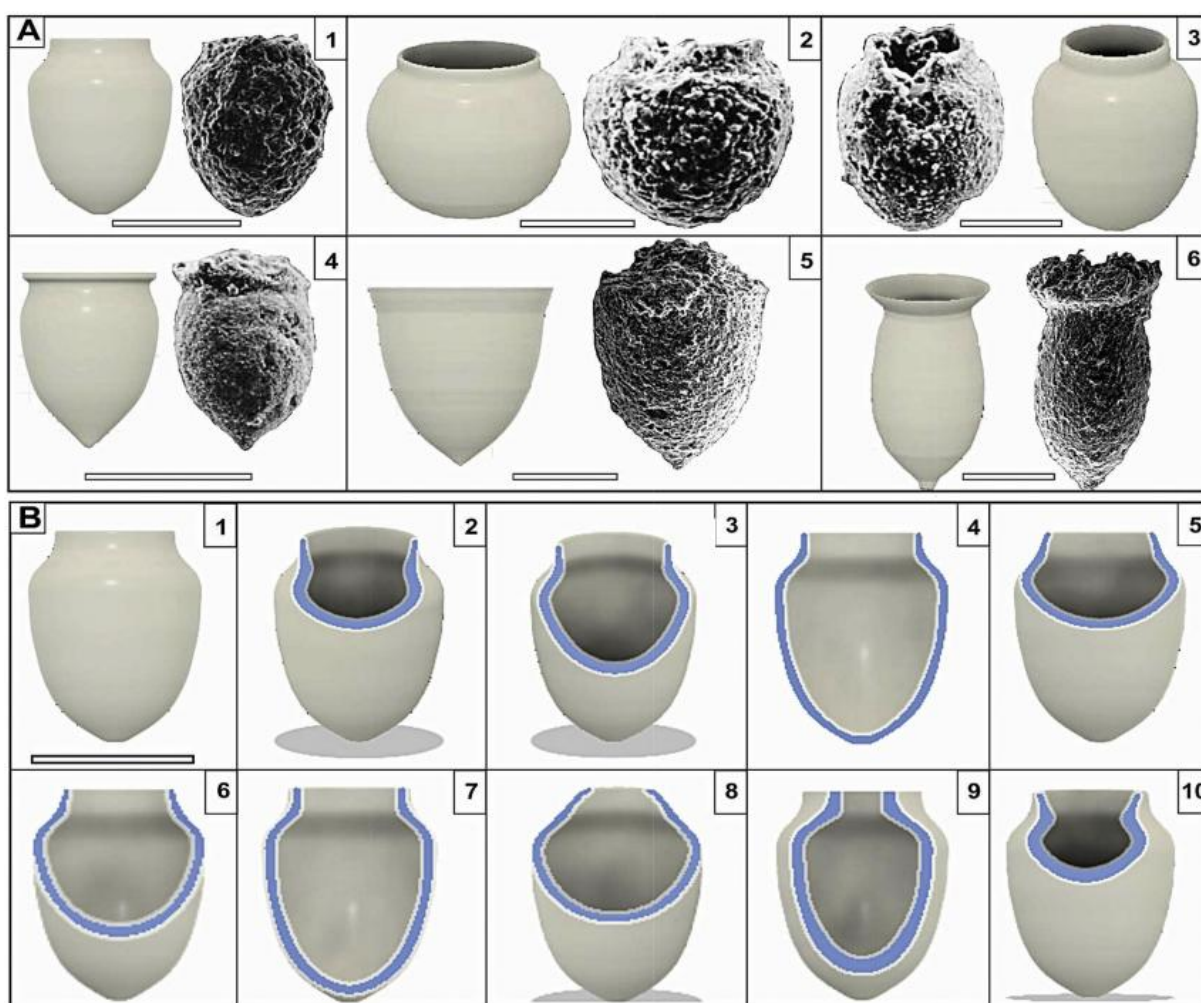


Fig. 1. Reconstitution 3D de tests de calpionelles et restauration de leurs sections.

Souvent étudiées en lame mince, des tentatives de leur extraction chimique à partir de la matrice carbonatée sont très rares et leurs morphologies 3D disponibles sont très limitées. Leurs sections étant souvent orientées au hasard,



leur interprétation taxinomique conduit à des variations apparentes parmi les individus examinés et leur taxonomie, phylogénie et biozonations associées demeurent toujours l'objet d'avis divergents parmi les spécialistes.

Une nouvelle méthode numérique basée sur le logiciel « Fusion 360 » est présentée ici ayant pour objectif la modélisation numérique des calpionelles. La reconstitution assistée par ordinateur des modèles 3D des calpionelles et la restauration de leurs sections permet une approximation rapide et objective de leur morphologie conduisant à des améliorations significatives des études taxonomiques de ces biomarqueurs.

Les conceptions 3D et les sections ainsi restaurées peuvent être définies (et stockées) dans des systèmes de coordonnées cartésiennes qui respectent les proportions naturelles des tests étudiés. Cela conduit à une paléontologie systématique plus objective de ces biomarqueurs, un guide préliminaire pour la mise à jour des relations phylétiques et des chartes biozonales mieux fondées.

Outre l'analyse des calpionelles prises comme exemples ici, la méthodologie proposée peut générer d'autres idées et outils numériques pour les micropaléontologues oeuvrant en section sur lames minces, menant à des nouvelles tendances dans les études taxonomiques des descripteurs utilisés.

**Mots clés:** Paléontologie numérique – Simulation – Calpionelles – Jurassique-Crétacé – Stratigraphie- Phylogénie.

## **Petrofacies and diagenesis of the Upper Jurassic dolomites of Jebel Bousdene (Mestaoua Massif, Eastern Algeria)**

D. Fellah<sup>1</sup>, YB. El hadj<sup>2</sup> & ER. Azouz<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> *University of Batna 2*

The Upper Jurassic dolomites of Jebel Bousdene (Eastern Algeria) were classified as planar (idiotopic) dolomites and non-planar (xenotopic) dolomites depending on the nature of crystal boundaries (crystal boundary shape) and crystal size distribution.

The planar textures are further subdivided as planar-e (euhedral rhombs), planar-s (subhedral to anhedral rhombs), and planar void-filling. The non-planar dolomite crystals have curved lobate, serrated, indistinct, or otherwise irregular intercrystalline boundaries and they commonly have undulatory extinction in cross-polarized light. A specific dolomites type we found in the study region is the Saddle or baroque dolomites (a non-planar dolomites cement) which has formed under deep burial or hydrothermal conditions, characterized by curved crystal faces, a cloudy appearance, and undulose extinction.

From a diagenetic point of view, the petrographic analysis of the study area reveals that the facies are affected by dolomitization and dedolomitization in early and late diagenesis. Due to the different diagenetic environments and under many conditions in which dolomites are usually formed, we proposed a hypothetical model of dolomitization of the study region.

**Keywords:** Dolomites, Eastern Algeria, Upper Jurassic, Petrofacies, Dolomitization, Model.

### References:

Scholle, P.A. & Ulmer-Scholle, D.S. 2003. A color guide to the petrography of carbonate Rocks: Grains, textures, porosity, diagenesis. *AAPG Memoir 77*.

Sibley, D.F. & Gregg, J.M. 1987. Classification of dolomite rock textures. *J. Sedim. Petrol.*

Youcef Brahim, E. 2018. Thèse de doctorat sédimentation sous contrôle tectonique de la plate-forme sud-sétifienne : cas des séries méridionales (région de Merouana, Algérie orientale). Thèse de doctorat. Université des Frères Mentouri Constantine, p 82-86.

## Les altérations hydrothermales des faciès de l'Aptien et de l'Albien dans le massif de Hameimat nord, Atlas saharien oriental

H. Metrouni <sup>1,2</sup>, R. Laouar <sup>2</sup> et R. Zedam <sup>3</sup>

<sup>1</sup>Laboratoire de Recherche en Géologie, Université Badji-Mokhtar Annaba, Annaba, Algeria,

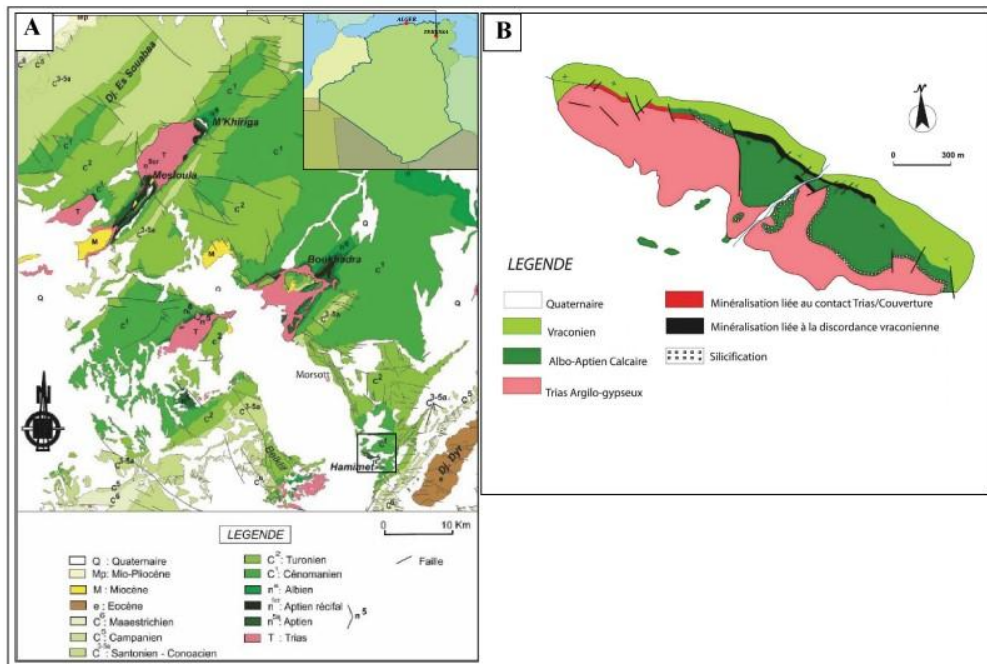
<sup>2</sup>Département de Géologie, Faculté des Sciences de la Terre, Université Badji-Mokhtar Annaba, B.P. 12, 23000 Annaba, Algeria,

<sup>3</sup>Département de Géologie. Université Larbi Ben M'hidi, F.S.T.A, Route de Constantine, 04000, Oum El Bouaghi. Algérie,

Le massif de Hameimat est localisé à environ de 17 Km au Nord de la ville de Tebessa (Sami 2011). Il fait partie de l'Atlas saharien oriental algérien. Les formations sédimentaires anciennes qui affleurent sont d'âges triasiques, surmontées par des formations crétacées (Figure 1). Ces dernières se présentent par des calcaires dolomitiques en bancs métriques, de calcaires marneux, de marnes et de grès. Le Trias évaporitique affleure à la surface suite aux mouvements halocinétiques qui ont contribué à la structure anticlinale à flanc nord verticalisé, voire renversé. Cette structure est affectée par un ensemble de failles de direction N140°-N160° (Sami 2011), ainsi que par une intense altération hydrothermale.

Une étude pétrographique détaillée sur les faciès altérés a été réalisée afin d'identifier et de caractériser ces altérations hydrothermales. Les données pétrographiques montrent l'existence d'une phase de dolomitisation, d'ankérisation, de silicification et de calcitisation. La dolomitisation est souvent marquée par un ciment clair dolosparitique dans lesquels les cristaux sont fins (>20 µm), résultant de la recristallisation de la matrice micritique (dolomicrite). Généralement, elle

est suivie par une phase d'ankéritisation. Ceci, indique un remplacement partiel de la dolomite par l'ankérite. La silicification se développe largement dans la zone d'étude et se manifeste sous forme de cristaux automorphes à sub-automorphes, disséminés dans la calcite micritique (Cal I). Elle se traduit aussi par du quartz sous forme des cristaux interstitiels (Qtz II). La calcitisation est visible par le remplissage des fragments intra-clastiques et des tests de bioclastes par la calcite (Cal II).



**Figure 1. A :** Extrait de la carte géologique de Tébessa montrant la zone d'étude (Sami, 2012) ; **B :** Carte géologique du massif de Hameimat nord (Sami 2011).

La paragenèse minérale du massif de Hameimat nord a commencée par le dépôt de la matrice micritique (Cal I) et qui a été remplacée ultérieurement par la dolomite (Dol I), ainsi que le dépôt du quartz (Qtz I). Ensuite, la silicification est marquée par le dépôt du quartz (Qtz II), le dépôt successif des minéraux de la fluorine I, de la barytine I et de la calcite (Cal II). Ceci est suivi par le remplissage des fractures par la barytine II et la fluorine II. La phase épigénétique se termine par le dépôt de la calcite tardive, de la pyrite, de la sphalérite et de la galène. L'altération supergène est marquée par la transformation de la galène en césurite, du cuivre gris en malachite et en azurite et le dépôt des oxydes de fer (Laouar et al. 2016).

**Tableau 01** : La succession paragenétique des minéraux dans le massif de Hameimat nord

Minéraux	Phase diagenétique	Phase épigénétique			Altération supergène
	Cal I	Cal II		Cal III	
Calcite	Cal I			Cal III	
Dolomite		Dol I			
Quartz	Qtz I	Qtz II			
Ankérite		Ank			
Fluorine		Flt I	Flt II		
Barytine		Brt I	Brt II		
Pyrite				Py	
Sphalérite				Sp	
Galène				Gn	
Cérusite					—
Malachite					—
Azurite					—
Oxydes de fer					—

**Mots clés** : Dolosparite, Altérations hydrothermales, Dolomitisation, Silicification, Hameimat nord

### Références

Laouar R, Salmi-Laouar S, Sami L, Boyce A, Kollli O, Boutaleb A, Fallick AE (2016) Fluid inclusion and stable isotope studies of the Mesloulé Pb-Zn-Ba ore deposit, NE Algeria: characteristics and origin of the mineralizing fluids. *J Afr Earth Sci* 121:119-135.

Sami L (2011) Caractérisation géochimique des minéralisations à Pb-Zn, F, Ba, Cu, Fe et Hg des confins Algéro-tunisiens. *Alger*.

## Relation des lits et passées lumachelliques dans le Cénomanién supérieur-Turonien inférieur du Djebel M'daouer avec la montée du niveau marin (Monts des Ksour, Atlas Saharien Occidental, Algérie).

A. Salhi et M. Benhamou

Laboratoire de Géodynamique des Bassins et Bilan Sédimentaires (GéBaBiSé), Département de Géologie, Faculté des Sciences de la Terre et de l'Univers, Université Oran 2.

La série du Cénomanién supérieur du Djebel M'daouer appartenant au Monts des Ksour est formé essentiellement de Marnes à passées gypseuses reconnus comme « Formation de M'daouer » qui est superposée par une barre carbonatée d'âge Cénomano-Turonien "la Formation de Ghoundjaïa". L'ensemble forme une séquence de dépôt de 3<sup>ème</sup> ordre composé à sa base par un intervalle transgressif (IT) marneux (m) qui évolue vers un prisme de haut niveau marin (PHN) à dominante carbonatée (m). Au sein de cette barre carbonatée, on peut décortiquer plusieurs paraséquences emboîtées

attribuées à des variations eustatiques de 4-5<sup>ème</sup> ordre. La première observation dégagée issue de l'analyse séquentielle sur cette série sédimentaire révèle une association systématique entre les lits lumachelliques et les surfaces d'inondation (Si) rencontrées à différents niveaux de la séquence de dépôt. Les niveaux lumachelliques apparaissent dans quatre positions stratigraphiques différentes dans les niveaux carbonatés, sauf le premier est dans un niveau marneux. L'intervalle transgressif (sous le niveau lumachellique) est marqué par un paquet métrique de strates amalgamées de graintones et de packstones constitués, à côté des lamellibranches, par des gastéropodes et parfois des ammonites. La limite supérieure (au-dessus du niveau lumachellique) est par contre caractérisée par des plaquettes de carbonates parfois à joints marneux. Le premier niveau à extension latérale importante, est chapeauté le plus souvent par une surface durcie à oxydes de Fer. Dans ce niveau les structures de dissolution - recristallisation et de remplacement sont fréquentes. Ces horizons sont attribués à des surfaces d'inondation. La surface d'inondation maximale est corrélée avec le niveau marneux basal vers la fin de la « Formation de M'daouer ». Il faut noter que les niveaux lumachelliques positionnés à la base de la paraséquence du PHN, sont intercalés dans des faciès de shoreface inférieur sous influence de tempêtes. Les bancs sont amalgamés, d'épaisseur décimétrique comprenant des tests cassés, mal classés et emballés dans une matrice marneuse. Ces niveaux résiduels de tempêtes constituent des surfaces d'inondation mineures. En contrepartie, les lits lumachelliques de texture grainstones et de packstone rencontrés aux sommets de la majorité des paraséquences, reposent par une surface d'érosion basale au-dessus des dépôts de shoreface supérieur. L'aspect amalgamé des lits lumachelliques ainsi que l'absence de la fraction argileuse, indique des périodes de remaniement qui vont marquer l'arrêt de la progradation des dépôts de plage et le retour aux conditions de sédimentation profonde.

**Mots clés :** Amalgamé; Cenomanian; Ghoundjaïa; Ksour; M'daouer.

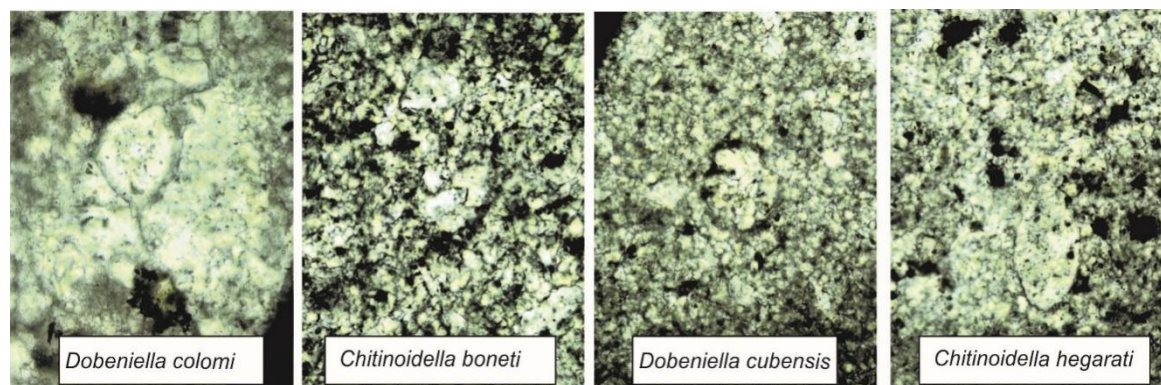
---

## **Les Dinokystes calcaires et chitinoïdes tithoniens de l'Algérie nord-orientale : première biozonation et corrélations régionales**

H. Sallouhi, M. Boughdiri et I. Cherif

*<sup>1</sup>Université de Carthage, Faculté des Sciences de Bizerte, Département des Sciences de la Terre ; 7021 Jerzouna, Tunisie.*

L'analyse biostratigraphique de trois coupes géologiques levées, banc par banc, dans le NE algérien (la coupe du Ravin Bleu dans les Monts de Batna ; la coupe de Djebel Toumbaït dans les Mont d'Aïn Yaghout et la coupe de Djebel Azreg), a permis d'identifier de nouvelles faunes de chitinoïdes qui ont servi de base pour l'établissement de la limite entre les deux sous-étages du Tithonien. Dans le même intervalle, des dinokystes calcaires sont également décrits pour la première fois dont la charte régionale a été corrélée avec celles des chitinoïdes et des ammonites.



**Fig. 1.** Espèces de chitinoïdelles identifiées dans le NE algérien.

Les corrélations des coupes nord-est algériennes avec celles de Tunisie ont dégagé des analogies frappantes permettant l'identification de niveaux repères précieux qui pourraient aboutir à une révision lithostratigraphique événementielle des équivalents latéraux algériens. Un cadre géodynamique régional transfrontalier est alors proposé.

**Mots clés :** Chitinoidella – Tithonien – NE Algérie – taxinomie – corrélations

## **Second order cycles of the Lower Cretaceous syn-rift sedimentation recorded in the Mecella structure (Northeastern Tunisian Atlas)**

N. Sekatni Aich<sup>1</sup> et M. Gharbi<sup>2</sup>

<sup>1</sup>AnTeSaPer, Faculty of Arts and Humanities of Sousse, Department of Geography, University of Sousse, 4029 Sousse Ryadh, Tunisia.

<sup>2</sup> Water Research and Technologies Center, Geo-Resources Laboratory, Borj-Cedria, Soliman, Tunisia

Second-order cycles applied to the lower Cretaceous series recorded in the Mecella structure allow us to justify the syn-rift sedimentation recording in the extensive regime (Sekatni Aich and Gharbi, 2019). The Upper Valanginian to Barremian series fits well into the standard sequential model type progradation-retrogradation/progradation ( $P_1$ -R/ $P_2$ ) of Souquet et al. 1997. The syn-rift prograding phase  $P_1$  is dated from upper Valanginian. The lower boundary is related to normal faulting associated with early salt ridge rising which is responsible of the Tithonian reef uplifting. During this syn-rift time, thick siliciclastic slope deposits containing turbidites, slides, slumps and conglomerates are hosted in hemipelagic sediments. This prograding phase ends with the maximum regression represented by a sandy limestone banc.

The post-rift retrograding/prograding stage (R/ $P_2$ ) dated upper Valanginian to Hauterivian is marked by mixed carbonate and siliciclastic deposits. This series is interspersed by flood surfaces rich in the concentration of ammonites, glauconites and phosphates with the installation of a condensed carbonate platform. The Barremian is part of a new cycle which is only represented by the retrograding phase R in condensed and very shallow platform facies.

**Keywords:** Lower Cretaceous, Second order cycles, syn-rift sedimentation, Mecella structure, Tunisia

## References

Sekatni Aich N, Gharbi M., 2019, in M. Boughdiri et al. (eds.), *Paleobiodiversity and Tectono-Sedimentary Records in the Mediterranean Tethys and Related Eastern Areas, Advances in Science, Technology & Innovation*, [https://doi.org/10.1007/978-3-030-01452-0\\_61](https://doi.org/10.1007/978-3-030-01452-0_61), 255-257

Souquet P., Peybernes B., Saadi J., Ben Youssef M., Ghanmi M., Zarbout M., Chikhaoui M., Kamoun F., 1997, *Bull. Soc. Géol. France*, t. 168, n 3, 373-386

---



# **SESSIONS ORALES**

## **SESSION 10 - SISMICITÉ ET SISMOTECTONIQUE**

## **Simulation of synthetic intensity maps using PGV and PGA parameters of some events in Northern Algeria**

R. Chimouni<sup>1</sup>, A. Saadi<sup>1,2</sup>, O. Haddad<sup>1,2</sup>, A. Issaadi<sup>1,2</sup>, A. Chami<sup>1</sup>, B. Melouk<sup>1,2</sup> et C. Aidi<sup>1</sup>

*1 Centre de Recherche en Astronomie, Astrophysique et Géophysique (CRAAG), 16340, Algiers, Algeria*

*2 University Institute of Physics Applied to Sciences and Technologies, University of Alicante, Crta . San Vicente Del Raspeig, s/n, 03080, Alicante, Spain*

In this study, we generated synthetic intensity maps for some moderate events in northern Algeria, derived from synthetic PGV and PGA maps. Our approach consists of simulating synthetic seismograms using a point source simulation with Qseis code and mapping the Peak Ground Velocity and Acceleration, then generating the corresponding synthetic intensity map using several empirical laws. A large number of empirical laws relating ground motion parameters (PGA, PGV and PGD) to macroseismic intensity exist throughout the world; unfortunately, few are relevant to Algeria. As result, we tested a number of laws that appear to be applicable to our study region based on the architecture of the cities and the tectonics of the studied regions. Those laws are expressed in MMI (Modified Mercalli Intensity) or MCS (Mercalli-Cancani-Sieberg) scales, contrary to the EMS-98 (European Macroseismic Scale) scale used in Algeria; however, these laws are still usable and comparable to the EMS-89 scale in the intensity interval [I - X]. The source parameters used in this work were taken from published scientific papers and recent waveform inversions. A set of seismic stations was used to calibrate our parameters (velocity model, source parameters, sampling frequency... etc.). So far, the obtained synthetic intensities are in good agreement with the inhabitants' testimonies (online survey) and the official CRAAG's survey.

**Key words:** Ground motion, PGV, PGA, macroseismic intensity, focal mechanism.

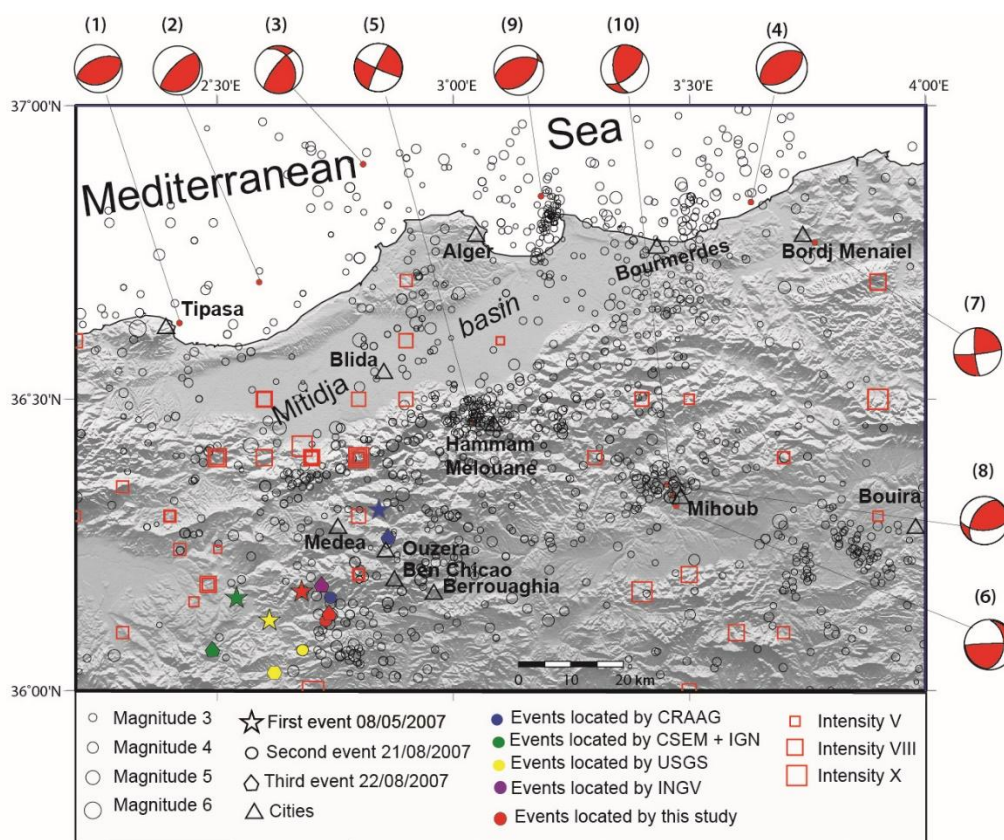
---

## **The 2007 Medea seismic sequence, North-Central Algeria: Source parameters, stress tensor, and static stress changes**

G. Dabouz<sup>(1)</sup>, H Beldjoudi<sup>(1)</sup>, A. Yelles-Chaouche<sup>(1)</sup>, T.Dilmi<sup>(1)</sup> et K.Kameche<sup>(1)</sup>.

<sup>(1)</sup> *Centre de Recherche en Astronomie, Astrophysique et Géophysique*

Dense seismic networks provide the opportunity to better understand seismogenic processes in tectonically active regions. The Algerian Digital Seismic Network was strengthened following the 10 October 1980 Ms7.3 El Asnam and 21 May 2003 Mw6.8 Bournardes earthquakes, such that the source parameters of small to moderate-magnitude earthquakes in northern Algeria can now be recorded. Here we examine the 2007 seismic sequence recorded in the Medea region (north-central part of Algeria).



**Figure 1.** Historical and instrumental seismicity in the Medea region from 1825 to 2017 (Mokrane et al.1994; Yelles-Chaouche et al. 2022). Red open squares show historic earthquakes. Black open circles show instrumental seismicity. Red stars show main events. Black open triangles represent cities and villages. Green, yellow, purple and bleu circles are locations of the main events given by international seismologic centers. The focal mechanisms of significant earthquakes in the region are numbered: (1) 29 September 1989  $M_w6.0$  Mont-Chenoua (Tipasa) Earthquake (Bounif et al. 2003); (2) 02 September 1990  $M_w4.7$  Tipaza Earthquake (Sebaï and Ouahmed 1997); (3) 04 September 1996  $M_w5.6$  Ain Benian Earthquake (Sebaï and Ouahmed 1997); (4) 21 May 2003  $M_w6.8$  Boumerdes-Zemmouri Earthquake (Ayadi et al. 2003; Bounif et al. 2004); (5) 17 July 2013  $M_w5.0$  Hammam-Melouane Earthquake (Yelles-Chaouche et al. 2017); (6) 23 May 2013  $M_w4.2$  Mihoub Earthquake (Khelif et al. 2018); (7) 22 February 2014  $M_w4.1$  Bordj Menaïel Earthquake (Semmane et al. 2015); (8) 15 November 2014  $M_w4.3$  Mihoub Earthquake (Semmane et al. 2017); (9) 01 August 2014  $M_w5.7$  Algiers Bay Earthquake (Beldjoudi 2017); (10) 28 May 2016  $M_w5.4$  Mihoub Earthquake (Khelif et al. 2018).

We calculate the seismic sources of three moderate events that occurred between May and August 2007 using near-field waveform modeling, and obtain moment magnitudes of 4.4, 4.1, and 4.6, with faults plane oriented  $N63^\circ E$ ,  $N15^\circ E$  and  $N219^\circ E$ , respectively. We use displacement spectra to estimate the corner frequency  $f_c$  and spectral flat level then use these to recalculate the seismic moment and moment magnitude. The stress tensor obtained by inverting 13

focal mechanisms from events near the 2007 sequence exhibits a well-constrained compressional axis with a subhorizontal N335°E-trending  $\sigma_1$  axis (plunge 7°). We calculate the static stress changes to understand the correlation between these three events. The results indicate an interaction between coseismic faulting related to these events during the earthquake sequence. We conclude that these events likely occurred on the unstudied extensions of mapped faults, and that the epicentral area has therefore moderate seismogenic potential.

**Key words:** Waveform modeling, source parameters, Medea seismicity, Algeria, Tellian Atlas.

## Références

Abacha, I., Boulahia, O., Yelles-Chaouche, A., Semmane, F., Beldjoudi, H., & Bendjama, H. (2018). The 2010 Beni-Ilmane, Algeria, earthquake sequence: statistical analysis, source parameters, and scaling relationships. *Journal of Seismology*, 23(1), 181-193.

Beldjoudi, H. (2017). Modélisation de la source des séismes par inversion des données sismologiques et géodésiques: application aux séismes du Nord de l'Algérie.

Calais, E., DeMets, C., & Nocquet, J.-M. (2003). Evidence for a post-3.16-Ma change in Nubia-Eurasia-North America plate motions? *Earth and Planetary Science Letters*, 216(1-2), 81-92.

Delouis, B. (2014). FMNEAR: Determination of focal mechanism and first estimate of rupture directivity using near-source records and a linear distribution of point sources. *Bulletin of the Seismological Society of America*, 104(3), 1479-1500.

Delouis, B., Pardo, M., Legrand, D., & Monfret, T. (2009). The  $M_w$  7.7 Tocopilla earthquake of 14 November 2007 at the southern edge of the northern Chile seismic gap: Rupture in the deep part of the coupled plate interface. *Bulletin of the Seismological Society of America*, 99(1), 87-94.

---

## V<sub>s</sub> Modèle de la ville de Constantine à partir de HVSR, Inversion de l'Ellipticité de Rayleigh et des Mesures en Réseaux.

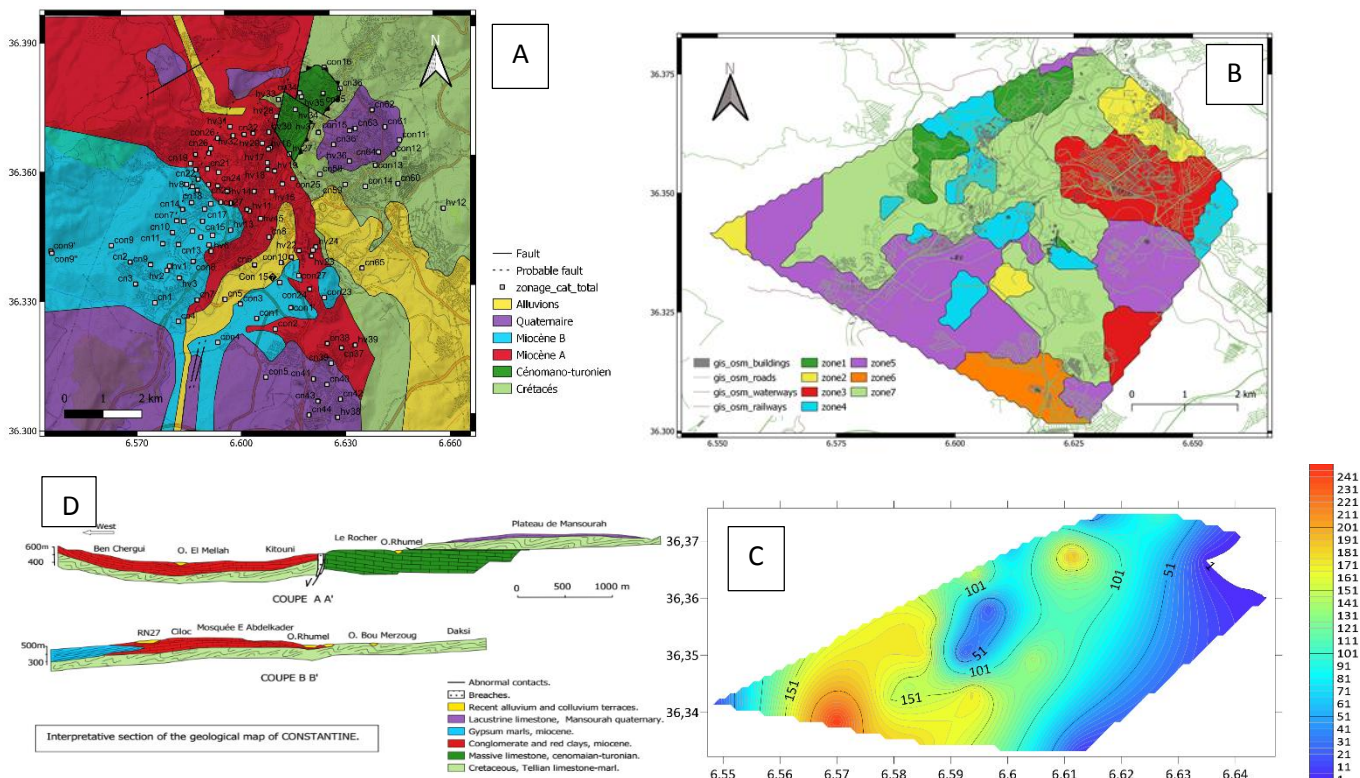
O. Haddad <sup>1,2</sup>, A. Yelles-Chaouche <sup>1</sup>, J.J. Galiana-Merino <sup>2,3</sup> et F. Semmane <sup>1</sup>

<sup>1</sup>Centre de Recherche en Astronomie, Astrophysique et Géophysique

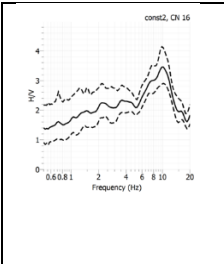
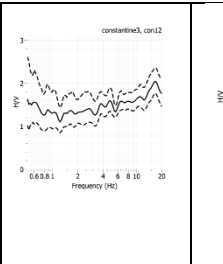
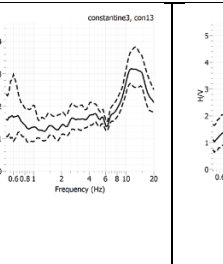
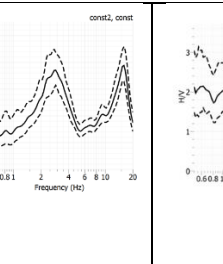
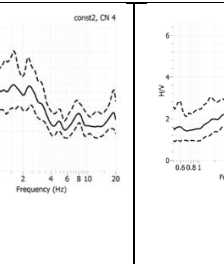
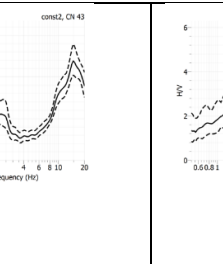
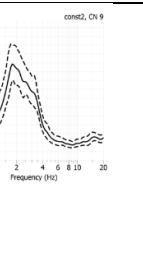
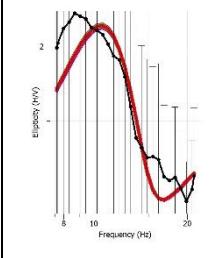
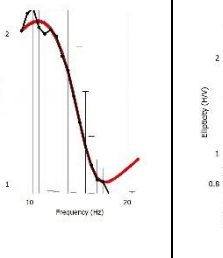
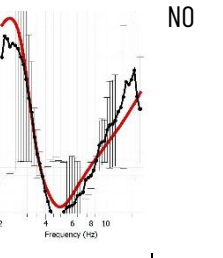
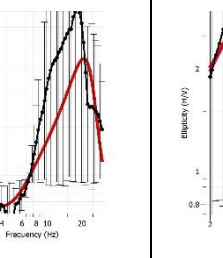
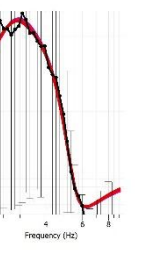
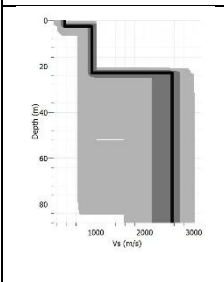
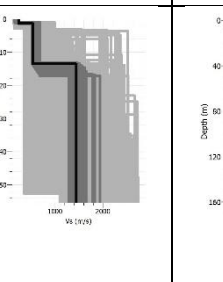
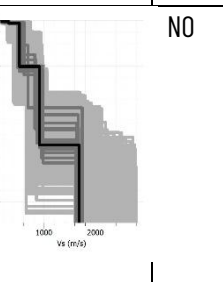
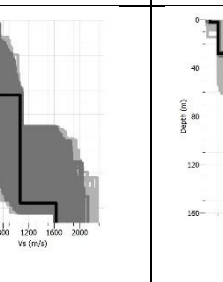
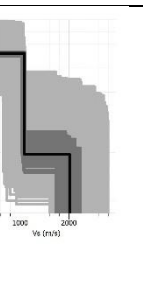
<sup>2</sup>University Institute of Physics Applied to Sciences and Technologies, University of Alicante, Spain

<sup>3</sup>Departement of Physics, Systems Engineering and Signal Theory, University of Alicante, Spain

Un séisme de magnitude Ms =6.0 (CSEM, CRAAG) s'est produit à Constantine (Algérie) le 27 octobre 1985, cet événement sismique est le plus fort dans la région depuis la crise sismique de l'ASNAM en octobre 1980, la plupart des activités sismiques dans la région sont principalement causes par la même faille, c'est pourquoi nous avons opté pour un microzonage sismique. Nous avons utilisé 140 points de mesures du bruit ambiant et des méthodes en réseaux dans la ville (fig1), après avoir pris en compte les conditions du projet SEISAME, nous avons fait un zonage sismique sur 7 zones montrées sur le (tableau 1), et afin de faire une bonne inversion nous avons extrait l'ellipticité de Rayleigh en utilisant le code raydec. La fréquence de résonance varie entre 2 Hz et 6 Hz avec une amplitude de 2 et 16, la profondeur du bedrock est entre 1m jusqu'à 280m.





						
<b>Z1</b> : This zone has one peak higher than 9 Hz (between 9-15 Hz). The set of points is less than in "Miocene_One_Peak_1"	<b>Z2</b> : cretaceous deposits of this zone is characterized by a flat curve	<b>Z3</b> : in cretaceous deposits are characterized by a peak identified in the high-frequency range, between 12-20 Hz	<b>Z4</b> : this zone of the Miocene deposit has two clear peaks, the first, in general, is less than 6 Hz, and the second peak is higher than 8 Hz	<b>Z5</b> : In this zone, the HV curve is unclear or characterized by a large broad curve, mostly in Miocene-B deposit its measurements	<b>Z6</b> : a small area characterized by an HV curve with two peaks, different from the "Miocene_Two_Peaks" zone, on subsurface geology covered by Quaternary deposits	<b>Z7</b> : The measurement points of this zone have one clear peak less than 6 Hz (between 1.5-6 Hz)
	NO			NO		
	NO			NO		

**Tableau 1.** Les étapes de traitements et classifications

**Keywords:** HVSR, Ellipticity, seismology, Rayleigh wave, RyDec

## Références

- [1] M. Hobiger, P. Bergamo, W. Imperatori, F. Panzera, A. Marriots Lontsi, V. Perron, C. Michel, J. Burjáněk, and D. Fäh (2021). Site Characterization of Swiss Strong-Motion Stations : The Benefit of Advanced Processing Algorithms, Bull. Seismol. Soc. Am., DOI : 10.1785/0120200316
- [2] Yildirim, Aydin et al. Corneal collagen CXL for ectasia after laser in situ keratomileusis: Long-term results. Journal of Cataract & Refractive Surgery. 2010, Vol. 40 ;1591-1599

## **Role of fluid on earthquake occurrence: Example of Natural and Reservoir Triggered Earthquakes**

J. Kariche<sup>1</sup> & M. Meghraoui<sup>2</sup>

<sup>1</sup>FSTGAT, USTHB, Alger

<sup>2</sup>EOST - ITES, Université de Strasbourg

This paper focuses on the role of fluids during recent earthquake sequences of Northern Algeria and the East African Rift system: the May-July 1990 Sudan earthquake sequence, the 1980-2003 El Asnam-Zemmouri (Algeria) earthquake sequence and the 2020 Mila (Algeria, Mw4.9) earthquake sequences. We observe the relationship between the stress transfer caused by mainshock fault ruptures and the post-seismic deformation controlled by the aftershock distribution. Based on other case studies, our hypothesis is that all seismic sequences are apparently controlled by the increase in pore fluid pressure caused by co-seismic phase and fluid drained short-term post-seismic response. The poroelastic properties of any seismogenic zone appear to depend on the undrained and drained fluid conditions. For the 2020 Mila (Algeria) sequence, the pore-fluid pressure changes modeling results show causality between the fluctuation of the Beni-Haroun Dam due to the water load and the delayed triggered seismicity that occurred in the Hamala region. Also, the stress change modeling scenarios show that the Mw 4.9 Hamala mainshock increases stress nearby the Beni Haroun Dam consequently creating a sort of "Boomerang effect" between the reservoir and the seismic zones. The El Asnam - Zemmouri case study shows the long term (>20 years) stress transfer accompanied by poroelastic crustal deformation. The 1990 Sudan seismic sequence indicates a remarkable stress transfer associated with fault slip and segmentation. Modeling the stress change and fault interaction under pore-fluid stimulus may contribute to a better constraint of the seismic hazard assessment and risk mitigation.

**Keywords:** Coulomb stress change, Neotectonics, Elasticity, Poroelasticity.

---



## Investigations géologiques et géophysiques des ruptures en surfaces liées à la faille de Boumerdes dans la région de Corso-Boumerdes

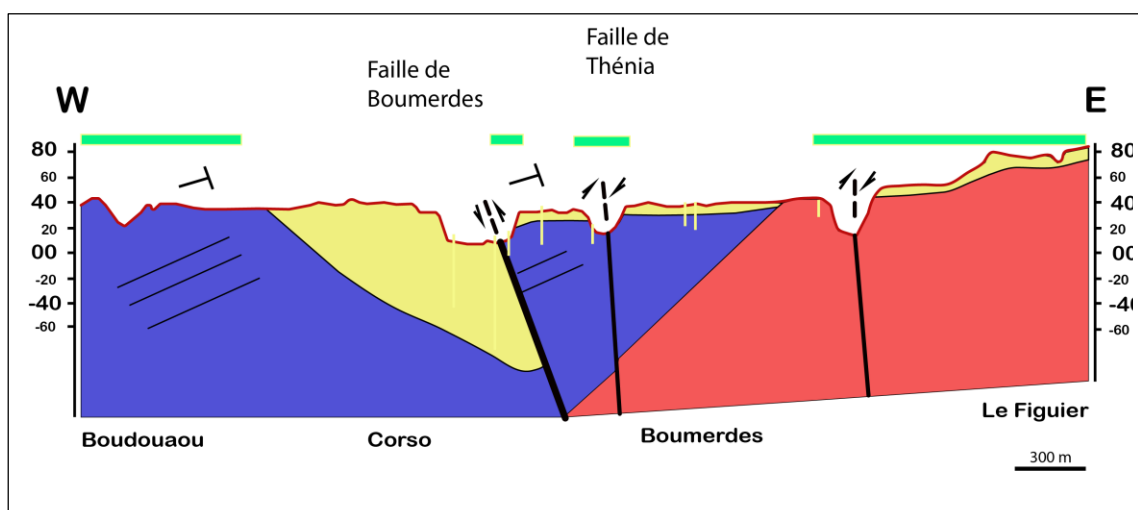
H. MOULOUEL<sup>1</sup>, D. MACHANE<sup>1</sup>, M.Y. TEBBOUCHE<sup>2</sup>, R. BENSALÉM<sup>1</sup>, EI-H. OUBAICHE<sup>1</sup>, A. BOUCHELOUH<sup>1</sup>

<sup>1</sup> CGS Centre National de Recherche Appliquée en Génie Parasismique

<sup>2</sup> Département des Sciences de la Terre, Institut d'Architecture et des Sciences de la Terre (IAST), UFAS

Le présent travail s'intéresse de près à la région de Corso-Boumerdes. Cette dernière est considérée comme une zone de transition entre la terminaison Est du bassin de la Mitidja continental, caractérisé par des faciès de comblement néogènes et les premiers chaînons du socle kabyle, la transition se fait essentiellement par la faille de Thénia (Moulouel et al. 2017) de direction N120° qui affleure de Cap Matifou jusqu'à Isser, mais aussi par la faille de Boumerdes qui était inconnue avant le séisme de 2003 (Meghraoui et al. 2003). Cette faille de direction Nord-Est a été localisée au large de Dellys et Zemmouri et Censée affecter le continent vers le Sud-Est, entre Boumerdes et Corso.

L'intégration et la valorisation d'un maximum de données géologiques et géophysiques permet aujourd'hui de proposer un modèle géologique en coupe et en carte montrant la signature géomorphologique ainsi que la structure géologique en coupe (jusqu'à 50 m de profondeur) de la faille de Boumerdes. L'interprétation des données indique, en effet, un certain dynamisme tectonique récent caractérisant cette zone de transition. Des vallées fortement incisées, un escarpement comblé par des dépôts marins et des déformations observées dans les marnes plaisanciennes représentent, entre autres, quelques évidences attestant du passage de cette faille active sur le continent.



**Figure 1.** Coupe géologique 0 - 50 m de profondeur passant par la région de Boumerdes - Corso et représentant la structure globale de la faille de Boumerdes.

**Mots clés :** Faille de Boumerdes -Ruptures en surfaces - Boumerdes - Géomorphologie -Risques

## Références

Meghraoui, M., Maoouche, S., Chemaa, B., Cakir, Z., Aoudia, A., Harbi, A., et al. (2004). Coastal uplift and thrust faulting associated with the Mw = 6.8 Zemmouri (Algeria) earthquake of 21 May 2003. *Geophysical Research Letters*, 31(L19605), 4. doi:10.1029/2004GL020466.

Moulouel H, Bensalem R, Machane D, Bendaoud A, Gharbi S, Oubaiche EH, Ousalem H, Skendri W (2016) High resistant sand injected marland low resistant damaged marl to locate and characterize the Thenia fault zone in Boumerdes City (North-Central Algeria). *Pure Appl Geophys.* doi:10.1007/s00024-016-1400-2.

## Stress field variations along the Maghreb region derived from inversion of major seismic crisis fault plane solutions

F. Ousadou and A. Ayadi

*Centre de Recherche en Astronomie Astrophysique et Géophysique (CRAAG), Bouzareah, 16340 Alger, Algérie*

This study is devoted to the analysis of the stress state along the Maghreb region based on the inversion of focal solutions. We have inverted the main shock and aftershock focal mechanisms of the strongest seismic events that occurred in five seismogenic zones, from west to east: Al Hoceima (2004), Cheliff (1980), Tipasa-Chenoua (1989), Zemmouri (2003) and Constantine (1985). Most of the focal mechanisms of the aftershock sequences have been constructed within this study. Compressive stress regime is observed in the central part of Algeria between Cheliff and Zemmouri. On both edges of the Maghreb region, the stress regime becomes strike-slip in the Constantine region and in the Moroccan Rift. These different regimes seem to be linked to the free-edge effect (Ionian slab subduction) and to the dynamics of the Alboran Sea in the eastern and western parts of the study area respectively. The  $\sigma_1$  directions experience an anticlockwise rotation of about 20° from eastern to central Algeria. We observe that the direction of  $\sigma_1$  and the direction of convergence are the closest in central Algeria, where the collision is not perturbed by edge effect.

**Keywords:** Stress tensor. Focal mechanism inversion. Compressive regime. Tectonic deformation. Ibero-Maghreb region

## References

Hardebeck J. L. & Hauksson E. (2001). Stress orientation obtained from earthquake focal mechanisms: what are appropriate uncertainty estimate. *Bull. Seism. Soc. Am.*, 91, 2, 250-262.

Michael, A. J. (1984). Determination of stress from slip data: Faults and folds. *J. Geophys. Res.*, 89(B13):11,517-11,526.

Ousadou F., Dorbath L., Ayadi A., Dorbath C., Gharbi S., 2014. Stress field variations along the Maghreb region derived from inversion of major seismic crisis fault plane solutions. *Tectonophysics* 632 (2014) 261-280. DOI: 10.1016/j. tecto.2014.06.017.

## **Etat de contrainte par inversion des solutions focales avec utilisation de l'algorithme génétique : Application aux répliques du séisme de Boumerdès du 21 mai 2003.**

R. Ouyed et M.S. Boughacha

*Laboratoire de Géophysique, Faculté des Sciences de la Terre, de la Géographie et de l'Aménagement du Territoire, Université des Sciences et de la Technologie Houari Boumediene, Bab Ezzouar, Alger.*

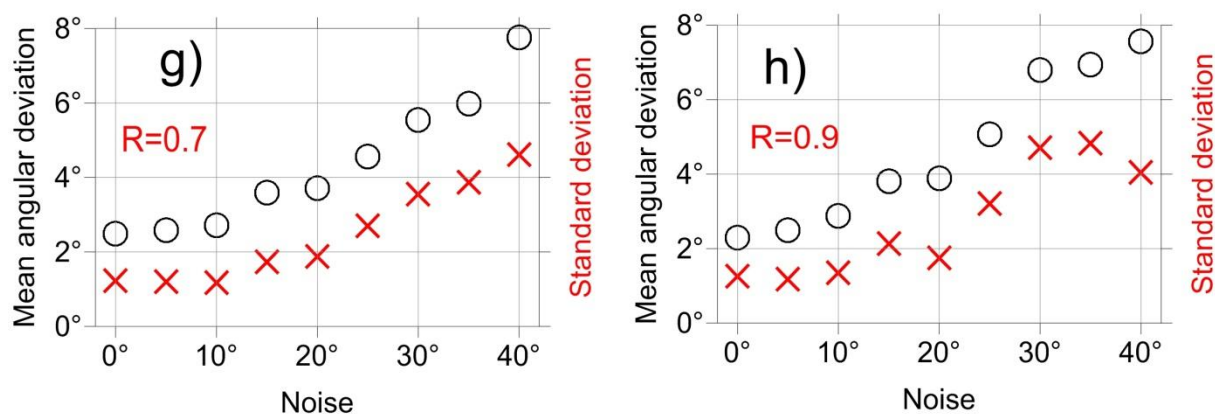
Dans ce travail, nous proposons de déterminer l'état de contrainte à partir des mécanismes au foyer des répliques sismiques. La première étape consiste à générer une collection de solutions focales synthétiques à partir de plans de failles tirés au hasard et remplissant en même temps les deux conditions de la plus petite déviation angulaire et de la plus grande instabilité, pour un tenseur de contraintes uniforme (direction des contraintes principales et rapport de forme R). Cette base de données synthétiques est ensuite inversée pour obtenir l'état des contraintes en utilisant un processus itératif qui choisit à chaque fois les plans de faille par l'algorithme génétique qui prend en compte les étapes suivantes :

- a) **Evaluation** : Effectuer l'inversion pour chaque individu et faire la somme des déviations angulaires pour chaque individu. Classer les individus en fonction de leurs scores du meilleur score au plus faible.
- b) **Sélection** : Il paraît plus intéressant dans notre cas d'utiliser la sélection par tournoi avec remise pour une plus grande diversité. On tire deux individus au hasard avec remise (seront réutilisés dans les prochains tirages) et on sélectionne le meilleur parmi les deux. On refait jusqu'à obtenir  $n_{ind}/2$ , dans ce cas 50 individus sélectionnés. Eliminer les individus sélectionnés qui se répètent.
- c) **Croisement** : La population sélectionnée est divisée en deux (25 et 25). On forme des couples provenant de chaque sous-population et on effectue le croisement avec une probabilité qui doit être supérieure à 0.5. Donc, il s'agira de tirer au hasard un individu dans la sous-population 1 et dans la sous-population 2, puis tirer au hasard la possibilité de croisement entre les deux individus avec une probabilité supérieure à 0.5 (par exemple 0.7). Faire suffisamment de tirages jusqu'à obtenir  $n_{ind}/2$  fils (ici 50). Dans ce cas, on peut utiliser les points de croisement (par exemple 2) qui sont également tirés au hasard sur les individus.
- d) **Mutation** : La mutation se fait sur un gène d'un individu pris au hasard avec une probabilité de 0.01 à 0.001 (par exemple 0.005).
- e) **Itérations** : Refaire l'opération 10 fois.

La deuxième étape est l'analyse des résultats de l'inversion en faisant varier le rapport de forme R, le coefficient de friction  $\mu$  et le niveau de bruit imposé aux plans de faille synthétiques. La figure 1 montre comment la déviation angulaire moyenne

augmente avec le niveau de bruit. Cette déviation est de  $2^\circ$  pour un niveau de bruit nul et peut atteindre  $8^\circ$  pour un niveau de bruit de  $40^\circ$ .

Dans une troisième étape, nous avons effectué une application à la séquence de répliques du séisme de Boumerdès du 21 mai 2003 au cours de laquelle nous avons calculé la direction des trois contraintes principales et du rapport de forme R.



**Figure 1 :** Déviation angulaire moyenne de la direction des contraintes principales (Mean angular deviation) en fonction du bruit (Noise) pour deux valeurs du rapport de forme  $R=0.7$  et  $0.9$ .

Les résultats obtenus en sélectionnant le plan de faille par l'algorithme génétique donne de meilleurs résultats que ceux obtenus avec d'autres méthodes itératives utilisées par différents auteurs, entre autres ; Vavryčuk (2014, 2015) et Martínez-Garzón et al. (2016).

**Mots clés :** Mécanismes au foyer, Algorithme génétique, Etat des contraintes, Séisme de Boumerdès.

## Références

Martínez-Garzón, P., Ben-Zion, Y., Abolfathian, N., Kwiątek, G. & Bohnhoff, M., 2016. A refined methodology for stress inversions of earthquake focal mechanisms, *J. geophys. Res. Solid Earth*, 121, 8666– 8687. <https://doi.org/10.1002/2016JB013493>.

Vavryčuk, V. (2014), Iterative joint inversion for stress and fault orientations from focal mechanisms, *Geophys. J. Int.*, 199(1), 69–77, doi:10.1093/gji/ggu224.

Vavryčuk, V. (2015), Earthquake mechanisms and stress field, in *Encyclopedia of Earthquake Engineering*, edited by M. Beer et al., pp. 728–746, Springer, Berlin Heidelberg.

## Local Magnitude Scale Determination for Northern Algeria

K. Roubeche<sup>1</sup>, F. Semmane<sup>1</sup>, I. Abacha<sup>1</sup>, O. Boulahia<sup>1</sup>, A. Yelles-Chaouche<sup>1</sup>, S. T-E. Rahmani<sup>1</sup> and El-M. Tikhamarine<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Research Center in Astronomy, Astrophysics and Geophysics (CRAAG),

<sup>2</sup>University Ferhat Abbas of Setif, Algeria

Tectonically, Algeria is located at the border between the two plates Africa and Eurasia. This is why it is considered as one of the most seismically active countries in the western Mediterranean. The Research Center in Astronomy, Astrophysics, and Geophysics (CRAAG) records and processes data on earthquakes occurring particularly in Algeria. To be able to compare earthquakes that occur in the world, each earthquake must have a magnitude. The shaking caused by an earthquake is felt differently, depending on where you are on the surface of the earth. Many phenomena make the ground motion different from one point to another, we cite as examples, the complexity of the rupture on the fault plane, the effect of distance, the type of soil, and many other factors. The magnitude of an earthquake is related to its size and its strength. The most commonly used magnitude scale in the world is the Local Magnitude scale (ML) which is calculated using seismograms. There are other magnitude scales, such as Body Wave Magnitude (mb), Surface Wave Magnitude (Ms), Duration Magnitude (Md), Wave Energy Magnitude (Me), and moment magnitude (Mw). Until now, an unpublished scale was used to estimate the local magnitude and duration magnitude in Algeria. About fifteen years of numerical data recorded by the CRAAG network from 2007 to now constitute an important and sufficient database for elaborating a new and more constraining formula to calculate the local magnitude, particularly for the existing background seismicity in the north of Algeria. The magnitude of moderate and strong earthquakes is calculated using other types of magnitudes. In this study, we will propose, using linear regression analysis, a local magnitude formula suitable for application in northern Algeria. We then derive the duration magnitude scale from the linear regression between the newly developed local magnitude and the duration of the corresponding seismic signal. Finally, the magnitude estimates from the Algerian instrumental catalog will be updated.

**Keywords :** Algerian catalogue ; CRAAG Network ; MI

# **SESSIONS ORALES**

## **SESSION 12 - GÉNIE MINIER ET GÉOLOGIE DE L'ENVIRONNEMENT.**

## Étude des hétérogénéités lithologiques à partir des enregistrements de vitesse à l'aide de la technique EMD-Hölder combinée avec une analyse multifractale.

S. AMOURA<sup>1</sup>, S. GACI<sup>2</sup>, S. BARBOSA<sup>3</sup> et M. A. BOUNIF<sup>4</sup>

<sup>(1)</sup> Laboratoire de la géophysique appliquée, FSTGAT/USTHB, Algérie. <sup>(2)</sup> Département de la géophysique, IAP Bomerdes, Algérie.

<sup>(3)</sup> Département de science de la terre, FCT/ NOVA, Portugal. <sup>(4)</sup> Laboratoire de la géophysique appliquée, FSTGAT/USTHB, Algérie.

[amourasaliha18@hotmail.com](mailto:amourasaliha18@hotmail.com)

A l'instar de beaucoup de signaux naturels, les données de diagraphie sont le principal support des informations pétrophysiques dans l'ingénierie pétrolière, elles ont une composante déterministe et une composante stochastique bruitée. Les méthodes conventionnelles de débruitage dépendent de divers paramètres de filtrage, qui augmentent la possibilité d'erreur et de perte d'informations utiles dans le signal.

Cette étude fournit une méthode bien contrôlée pour réduire le bruit, basée sur la décomposition empirique modale (EMD) et l'analyse de régularité indexée par l'exposant de Hölder (en bref, EMD-Hölder). Tout d'abord, les signaux de vitesse sont traités comme des signaux bruités et décomposés en fonctions modales intrinsèques (IMF), pour les oscillations rapides aux oscillations lentes via EMD. Puis l'exposant de régularité est calculé pour chaque IMF en utilisant l'algorithme de Wavelet leaders (WL).

L'exposant de Hölder ( $h$ ) est l'un des meilleurs paramètres pour quantifier la singularité, où la valeur de l'exposant de Hölder  $h = 0,5$  caractérise le bruit blanc du signal analysé, et toute valeur  $h$  calculée à partir d'une fonction modale intrinsèque IMF inférieure ou égale à un seuil spécifique prédéfini. Cette fonction IMF est considérée comme bruit, et à écarter lors de la reconstruction du nouveau signal débruité.

Pour déterminer les propriétés multifractales des vitesses des ondes P et S, notées respectivement  $V_p$  et  $V_s$ , une analyse multifractale a été effectuée en utilisant l'algorithme de Wavelet leaders (WL). Les paramètres multifractaux estimés sont : l'exposant d'échelle  $\tau(q)$ , le spectre multifractal  $D(h)$ , la force de singularité ( $h$ ), et la dimension de Hausdorff ( $D$ ). Sont utilisés pour quantifier la non-stationnarité et la non-linéarité de la vitesse, et pour établir une relation possible entre les paramètres multifractaux et le type de lithologie (grès et argile). Il est montré que la largeur des spectres multifractaux ( $\Delta h$ ) estimée à partir des logs de puits peut être utilisée comme un indicateur lithologique des formations géologiques étudiées.

**Mots clé:** Signaux de vitesse, décomposition modale empirique, Wavelet leader, débruitage, Spectre multifractale.



## Stabilization/Solidification of slops: Evaluation of the mechanical strength

D. BELLACHE<sup>1,2,\*</sup>, K. MOUSSACEB<sup>2</sup>, M. CHERIBET DROUICHE<sup>2</sup>, L. CHAABANE<sup>2,3</sup> and R. SAHNOUNE<sup>2</sup>,

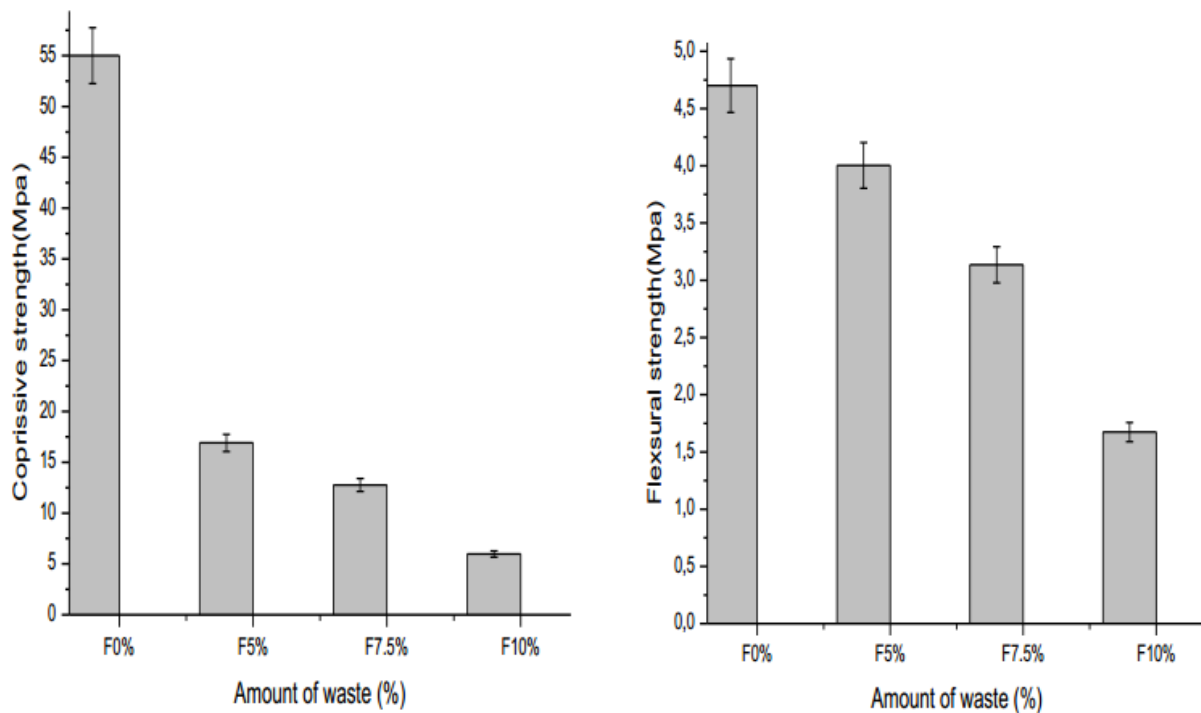
<sup>1</sup>: Département de génie des procédés, faculté des sciences et science appliquées, Université Akli Mohand Oulhadj - Bouira, 10000 Bouira, Algérie.

<sup>2</sup>: Laboratoire de Technologie des Matériaux et de Génie des Procédés (LTMGP), Faculté de Technologie, Université A/MIRA Bejaïa, Route Targa-Ouzemour, 06000 Bejaïa, Algérie.

<sup>3</sup>: Département de génie chimique, faculté de génie des procédés. Université de Constantine 3, Salah Boubnider. 25000 Constantine Algérie.

\*E-mail : d.bellache@univ-bouira.dz

Petrol industries activities produce a large amount of oily sludge, which is commonly known as slops. Slops is a major concern in oily waste management. This slop contains high concentration of hazardous pollutants such as hydrocarbon and heavy metals. These pollutants cause adverse effect to the human health and environment. Currently, the available sanitary landfills are reaching the maximum capacity which could not with hold the increasing waste production. Further, there is a lack of information regarding solidification and stabilization (S/S) treatment towards slops in Algeria. In this research, using Ordinary Portland cement (OPC) as binder and slops as substituted, attempt has been made to produce stabilized blocks. The variables include amount of slops (5%, 7% and 10%) with a water to cement ratio (W/C) of 0.5. In this work, strength development of stabilized blocks is discussed. These blocks could be used as potential building material such as paving block, brick and filler material.



**Figure 1.** Evolution of mechanical strengths of mortars according to sludge content.

**Keywords:** Slops, Stabilization/Solidification, mechanical strength.

## Étude d'impact de l'exploitation minière souterraine sur l'environnement. Cas des mines d'Algérie

BOUKELLOUL ML<sup>1</sup> & FELLOUH N<sup>1</sup>,

<sup>1</sup>Laboratoire de valorization des ressources minières et environnement, Université ,Baoji Mokhtar BP12, 23000, Annaba, Algeria

L'**exploitation minière** a des effets néfastes sur l'environnement en provoquant une perte de biodiversité, l'érosion des sols et la contamination des eaux de surface, des eaux souterraines, des sols. Selon leur nature, les anciennes exploitations minières et celles en activité peuvent générer d'autres **risques majeurs** tels que : Les **affaissements** et les **effondrements**. Ces effets peuvent causer la mort des mineurs, l'arrêt total de la production. Si des mesures de sécurité et de technologie ne sont pas prise à temps, à cet effet l'environnement sera affecté.

L'objectif principal de ce travail de recherche est de proposer un système rationnel d'exploitation pour le cas des mines d'Algérie avec un facteur de sécurité global acceptable.

**Mots clés** : Mines d'Algérie, Modélisation numérique, Logiciel Phase 2, Environnement

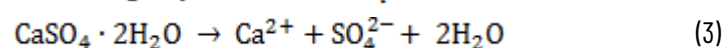
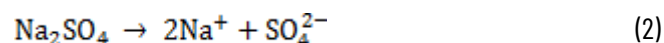
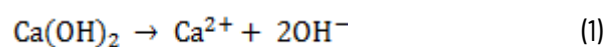
## Use of Natural Pozzolana and Polypropylene Fiber as Reinforcement for Suppressing the Swelling of Lime-Stabilised Expansive Clay Soil Artificially Contaminated by Sulfates

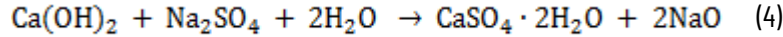
H. Gadouri Hamid<sup>1</sup> et B. Meziani<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Earth Sciences Department, Khemis Miliana University, Road Theniet El-Had 44225, Khemis-Miliana, Algeria

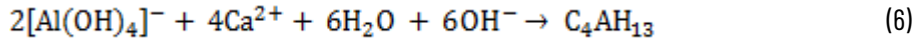
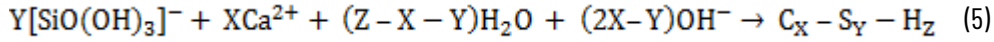
The present experimental study aims to assess the swelling behaviour of using natural pozzolana (NP) and polypropylene fiber (PF) as reinforcement in lime-stabilised expansive grey clay soil (GS) artificially contaminated by sulfates. However, the main components of the studied GS are the montmorillonite, quartz, illite, kaolinite and calcite clay minerals.

Chemically, the dissolution of both sodium and calcium sulfate in the presence of water produce calcium and sodium cations, shown as Eqs. 2 and 3. According to Roy (1986), the reaction between sodium sulfate and lime in the presence of water leads to the formation of NaOH, which develops a higher alkaline solution as compared to that developed by the Ca(OH)<sub>2</sub>, shown as Eq. 4.

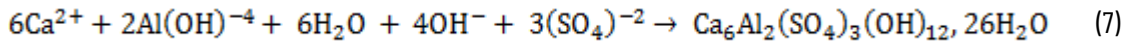




The contact of water with hydrated lime increased the pH value of the solution (Eq. 1). The acceleration of pozzolanic reactions rate leads to the acceleration of NP dissolution, which form monosilicates  $[\text{SiO(OH)}_3]^-$  and aluminates  $[\text{Al(OH)}_4]^-$  compounds, as shown in Figure 1. According to Shi and Day (2000), when calcium cations ( $\text{Ca}^{2+}$ ) contact these compounds, the adhesion materials such as C–S–H and C–A–H can be formed as follows (Eqs. 5 and 6):

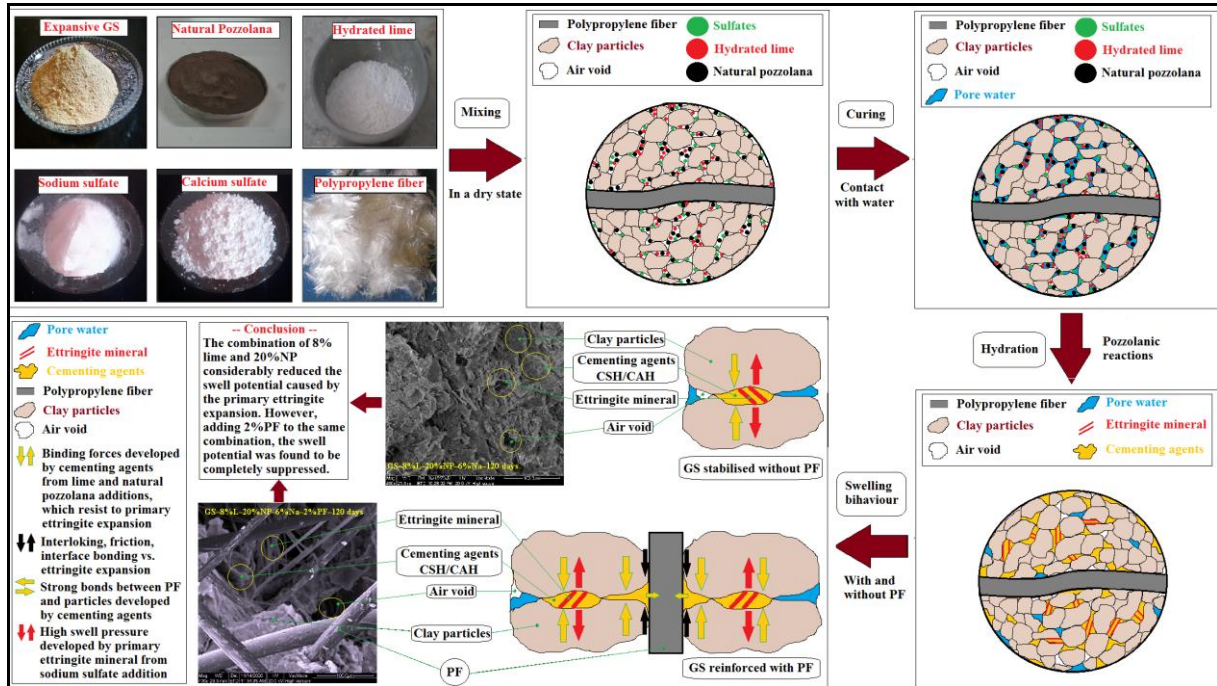


The role of these compounds in the GS–lime–NP mixture is to produce a layer of stable protective film that envelops and binds the soil particles together and improving the compactness of the soil. Moreover, in the presence of water, the reaction between sodium sulfate and GS–lime or GS–lime–NP mixtures leads to the formation of NaOH, which develops a higher alkaline solution as compared with that of the  $\text{Ca(OH)}_2$ . In fact, a high pH developed by NaOH produced a large amount of  $\text{SiO}_2$  and  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , which react with the remaining lime to form high cementitious products amount responsible on the increase of the soil strength and the decrease in the swell potential at early stage. However, the dissolution of sodium and calcium sulfates menials (as shown in Eqs. 2 and 3), increased the  $\text{SO}_4^{2-}$  ions and then leads to the formation of ettringite (Eq. 7) and Figure 1:



At an early stage, the effect of the primary ettringite on the GS–lime–NP– $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  mixture is to absorb a large quantity of water molecules, which are responsible on the lower swell potential. However, for a longer curing period and for the GS–lime mixture containing 4 and 6% sodium sulfate, the swell potential was significantly increased due to the formation of an expansive ettringite mineral (Gadouri et al., 2019).

As the PF content and cementing agents' increases, the physical interaction between the PF and soil particles increases leading to increase the surface friction between them and consequently the reduction in the swell potential was done. However, the increase in the swell potential beyond 2%PF content can be explained by the abundant amount of PF adhered to each other to form lumps, causes degree of interlocking and friction between PF and soil particles reduced, and hence increases the swell potential. However, the adverse effect of sodium sulfate on the lime-stabilised GS can be entirely suppressed when using the combination 2%PF+20%NP as an optimum treatment.



**Figure 1.** Swelling suppression using the combination of NP and PF as reinforcement in lime-stabilised GS artificially contaminated by sodium and calcium sulfates

**Keywords :** Expansive grey clay soil – Additives – Swelling – Microstructure and Mineralogy – Reinforcement.

## References

- Gadouri, H., Harichane, K., Ghrici, M., 2019. Effect of sulphates and curing period on stress-strain curves and failure modes of soil-lime-natural pozzolana mixtures. *Marine Georesources & Geotechnology*, 37(9), 1130–1148.
- Roy, D.M., 1986. Mechanisms of Cement Paste Degradation due to Chemical and Physical Factor. In *8th Int. Cong. on the Chemistry of Cement*, 1, 362–380.
- Shi, C., Day, R.L., 2000. Pozzolan reaction in the presence of chemical activators Part I. Reaction kinetics. *Cement and Concrete Research*, 30(1), 51–58.

## **Evolution of Elastic modulus of Limestone Specimen Under Uniaxial Cyclic Loading - Unloading**

A. Moubyen<sup>1</sup> and S. Bensehamdi<sup>1</sup>

<sup>1</sup>National Higher School of Mining and Metallurgy, Amar Laskri, Annaba, Algérie

The low frequency cyclic loading-unloading stress applied to the rock masses nearby haulage road in mines or fluid flow in pressure tunnels of hydropower plant. necessitates that stress history must be taken into account when evaluating the stability of rock structures, such as open pit mines slopes, underground mining pillars or tunnels. The mechanical behaviour of rocks subjected to this type of loading requires detailed experimental investigations. The aim of this study is to investigate the effect of cyclic loading on the mechanical properties of the intact rock. A serie of uniaxial compressive loading-unloading tests was elaborated. Stress-strain curves was obtained under constant frequency and Amplitude. The analysis of the collected data allowed to calculate the loading and unloading modulus of each cycle. Results indicates that : (1) the loading and unloading elastic modulus increase with the increase of the number of cycles , (2) the rock specimen exhibit a strengthening behaviour under the cyclic loading-unloading. (3) a non-coincidence of the stress-strain curve of each cycle is noted because of the irreversible deformations after each loading.

**Mots clés :** Rock failure - cyclic load - elastic Modulus- loading-unloading

---

## **Confrontation du downhole avec les méthodes basées sur l'analyse de la dispersion des ondes de Rayleigh**

EI-HOUBAICHE, R. BENSLEM, A. BOUCHELOUH, D. MACHANE et H. MOULOUEL

*CGS Centre National de Recherche Appliquée en Génie Parasismique*

Un des problèmes dans les études de microzonage sismique est d'évaluer les effets de site lithologique dus au piégeage des ondes sismiques dans les formations géologiques meubles entre le rocher sismique sous-jacent et la surface libre. L'évaluation de ces effets de site par modélisation numérique nécessite la connaissance du profil de vitesse des ondes de cisaillement des formations géologiques suscitées.

Le présent travail porte sur l'analyse et la comparaison entre les profils de vitesse obtenus par le downhole et l'inversion de la dispersion des ondes de Rayleigh issue de l'analyse en réseau du bruit vibratoire ambiant (eg. Capon, 1969 ; Lacoss et al., 1969 ; Wathelet et al., 2008) et le MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves). Cette analyse est basée sur les

résultats obtenus par des réseaux de bruit vibratoire ambiant et des MASW réalisés à l'emplacement de 5 downholes localisés dans une zone située entre 20 et 25km à l'est d'Alger.

L'analyse et la comparaison entre les profils de vitesse obtenus par le downhole et l'inversion de la dispersion des ondes de Rayleigh montrent des écarts importants lorsqu'il y a une inversion de vitesse qui se traduit par une confusion de mode de la dispersion des ondes de Rayleigh, cet écart est beaucoup moins important sur la vitesse moyenne VS30 en présence du MASW. Il est donc recommandé pour la classification des sites selon le règlement parasismique d'utiliser la combinaison réseau bruit vibratoire et MASW lorsque les conditions le permettent. Néanmoins l'utilisation du MASW reste suffisante pour la classification des sites et beaucoup moins coûteuse que le downhole.

**Mots clés :** effet de site – vitesse des ondes de cisaillement – Réseau – MASW – downhole.

## Références

Capon, J. (1969). *High-resolution frequency-wavenumber spectrum analysis. Proceedings of the IEEE, 57(8), 1408-1418.*

Lacoss R. T., E. J. Kelly et T. M. Nafi, 1969. *Estimation of seismic noise structure using arrays. Geophysics, 34-1, 21-38.*

WATHELET, Marc, JONGMANS, Denis, OHRNBERGER, Matthias, et al. *Array performances for ambient vibrations on a shallow structure and consequences over V s inversion. Journal of Seismology, 2008, vol. 12, no 1, p. 1-19.*

---

## Traitement des stériles de la mine de Khanguet par le procédé de la séparation magnétique, Tébessa, Algérie.

F. Tiour Fahem<sup>1</sup>, A. Idres Abdelaziz<sup>2</sup> et M. Ould Hamou<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Laboratoire Génie Minier, département de génie minier. Ecole Nationale Polytechnique Alger- Algérie.

<sup>2</sup>Laboratoire de Valorisation des Ressources Minières et Environnement, département des mines.  
Université BADJI Mokhtar Annaba – Algérie.

L'activité minière en Algérie est un secteur économique important, elle regroupe les activités d'exploitation des mines et le traitement des minerais. Parmi les minerais exploités à grande échelle, le minerai de fer est devenu une matière première importante au développement de plusieurs secteurs économiques. Cette activité entraîne d'une part, l'épuisement des réserves riches en fer, d'autre part, génère des stériles qui présentent une perte économique et un problème environnemental.

A cet effet, l'enrichissement des stériles est nécessaire afin de répondre aux besoins des industries sidérurgiques. L'objectif de ce travail repose sur l'étude de la faisabilité et de l'efficacité du procédé de la séparation magnétique à haute intensité pour le traitement des stériles de la mine de Khanguet. Afin de procéder à l'enrichissement des stériles

de la mine, un prélèvement de plusieurs échantillons sur site a été réalisé, suivi d'une analyse minéralogique (MEB) et physico-chimique (FRX et DRX).

La technique de la séparation magnétique vise généralement à séparer les minéraux ferromagnétiques des paramagnétiques et diamagnétiques avec différentes intensités de champ magnétique, le comportement des minéraux dans un champ magnétique réside dans la susceptibilité magnétique du matériau à séparer. La faisabilité de ce procédé est possible et efficace, la teneur en hématite ( $Fe_2O_3$ ) dans le concentré a atteint 66,41 %.

**Mots clés :** Mine de Khanguet ; Stériles ; Séparation magnétique ; Susceptibilité magnétique.

---



# **SESSIONS POSTERS**

## **SESSION 1 : GÉOLOGIE DU DOMAINE DES MAGRÉBIDES**

## **Biostratigraphie et paléoenvironnements de la série paléogène inférieur de Ain Ghorab, Souk Ahras, NE Algérien.**

O. Abdelmouméne<sup>1</sup>, M. Tlili<sup>1</sup>, R. Laouar<sup>2</sup>.

<sup>1</sup>Laboratoire de Géodynamique et Ressources Naturelles (LGRN), UBM Sidi Amar-Annaba, Algérie.

<sup>2</sup>Département de Géologie, Université Badji Mokhtar Annaba B.P.12, Annaba 23000, Algeria.

La région de Ain Ghorab (Souk Ahras), de par sa position structurale, appartient à la chaîne tellienne du Nord Est Algérien. Elle se situe au Nord de la ville de Souk Ahras.

Durant le Paléogène inférieur, la série marno-carbonatée d'Ain Ghorab, s'est déposée dans un domaine marin profond anoxique, favorisant le dépôt des sédiments très riches en matière organique, glauconie, phosphate et chert. Cette sédimentation très particulière est en relation avec le phénomène du PETM qui s'est manifesté durant le passage Paléocène- Eocène.

Sur le plan biostratigraphique, ce travail apporte des précisions sur la série étudiée. Ces précisions confirment l'âge Paléocène terminal- Yprésien de cet ensemble.

Les faciès rencontrés correspondent à des calcaires gris foncé, riches en matière organique, très légèrement gréseux et glauconieux à la base, renfermant des dents de poissons et des éléments phosphatées. C'est la Formation Metlaoui sous son faciès «bassin» à Globigérines : Formation Bou d'âge Yprésien.

L'analyse sédimentologique des principaux faciès et de leurs constituants, permet le découpage de cette série en plusieurs séquences de dépôt. Ces séquences constituent la partie rétrogradante d'un cycle de second ordre, évoluant dans un milieu marin distal anoxique, et s'achevant vers des milieux de moins en moins profonds. Ces derniers sont riches en carbonates siliceux et en fossiles de plate-forme carbonatée.

**Mots clés :** Paléogène, Biostratigraphie, Formation Metlaoui, Séquence, Chaîne tellienne.

## **Preliminary results of the geodynamic model of the back-arc Mitidja basin (Tell- Atlas, Algeria) from GPS measurements**

W. Bacha<sup>a,b</sup>, H. Beldjoudi<sup>a</sup>, A. YELLES-CAOUCHE<sup>a</sup>, F. Masson<sup>c</sup>, A. Bellik<sup>a</sup>, L. Hamai<sup>a</sup>, H. Ait Amir<sup>a</sup>, F. Ouzzani<sup>a</sup> and M. Othman<sup>a</sup>.

<sup>a</sup> Centre de Recherche en Astronomie, Astrophysique et Géophysique, CRAAG, BP 63 Bouzareah, 16340 Algiers, Algeria. <sup>b</sup> University of Tlemcen. <sup>c</sup> IPGS, CNRS/University of Strasbourg, France. .  
(E-mail : bachawahab21@gmail.com)

We present and discuss the first preliminary results of recorded Global Positioning System (GPS) measurements operated from 14 stations located at different positions in and around the West Mitidja Basin (WMB). This study region is situated in the northern part of the Tellien Atlas that surround Algiers capital of Algeria. Our aim is to determine the temporal evolution of active deformations and thus to better understand the active tectonics that characterize this region.

Here, a semi-permanent network has been built at several locations in the Mitidja Basin, and several measurement campaigns have been conducted. A first campaign was carried out from June to December 2007; followed by a second one in December 2009, and then a third campaign from May to August 2010.

The GPS velocity field obtained shows a very marked displacement located in the eastern part of the WMB, and average homogeneous movements at the Mitidja basin sites. We also compared site velocities on two profiles P1 and P2 to estimate the differential block motion on either side of the faults and calculate the slip velocity of the faults. To estimate these velocities, we calculate the difference between the velocities at GPS stations on either side of the fault and assume that the fault has a single main structure (when in fact it is composed of complex structures).

These preliminary results agree with geological estimates and contribute to the new kinematic description of the active deformation in The Mitidja Basin. Although this study provides new guidelines to update and improve seismic hazard assessment, more dense geodetic measurements need to be collected and analyzed to improve these results.

**Keywords:** Global Positioning System, Mitidja Basin, Active faults, Horizontal velocity field

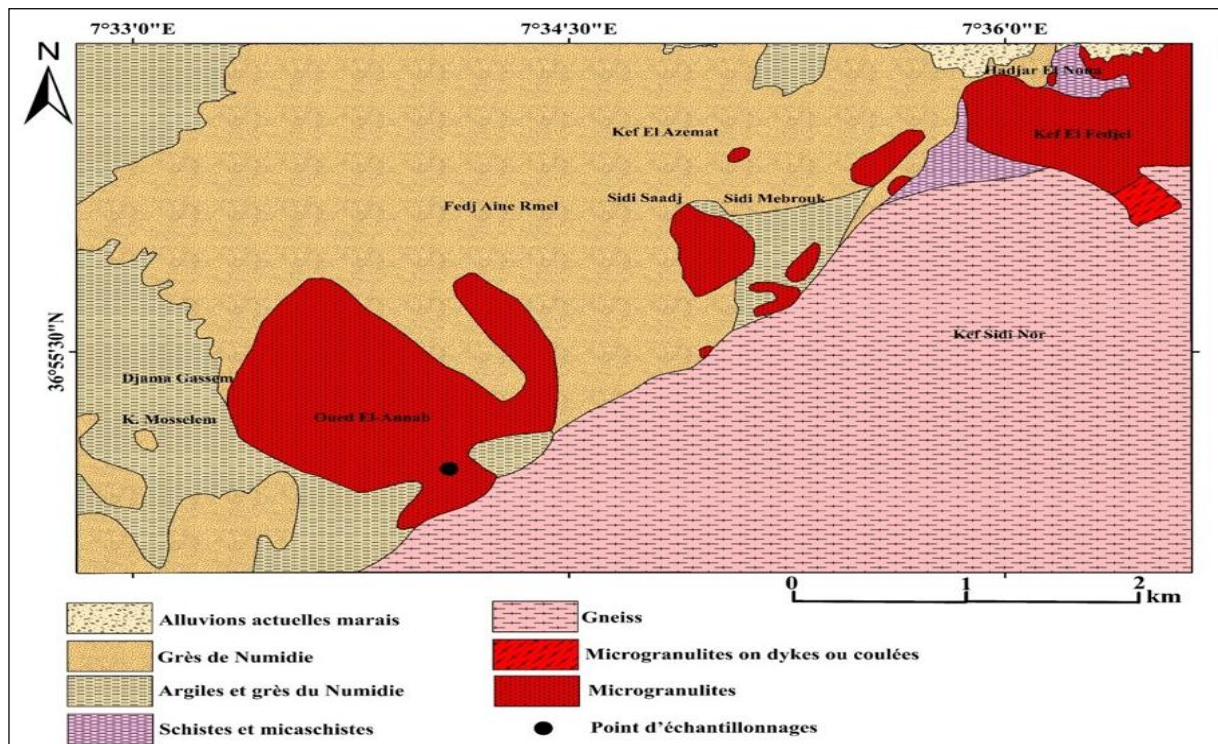
## Pétrographie du massif d'Oued El-Annab et détermination de sa composition minéralogique par les analyses infrarouge

H. BELAIDI<sup>1</sup>, S. KITOUNI<sup>2</sup> et S. CHELLAT<sup>1</sup>

(1) Laboratoire de Géologie et Environnement, Université de Constantine 1, Route Ain El Bey Zouaghi Slimane Constantine 25 000, Algeria. E-mail : [hassnibelaidi@gmail.com](mailto:hassnibelaidi@gmail.com) et [smaine.chellat@gmail.com](mailto:smaine.chellat@gmail.com)

(2) Département de génie des procédés, Faculté de génie des procédés. Université de Salah Boubnider Constantine 3, Algeria. E-mail : [souad0714@gmail.com](mailto:souad0714@gmail.com)

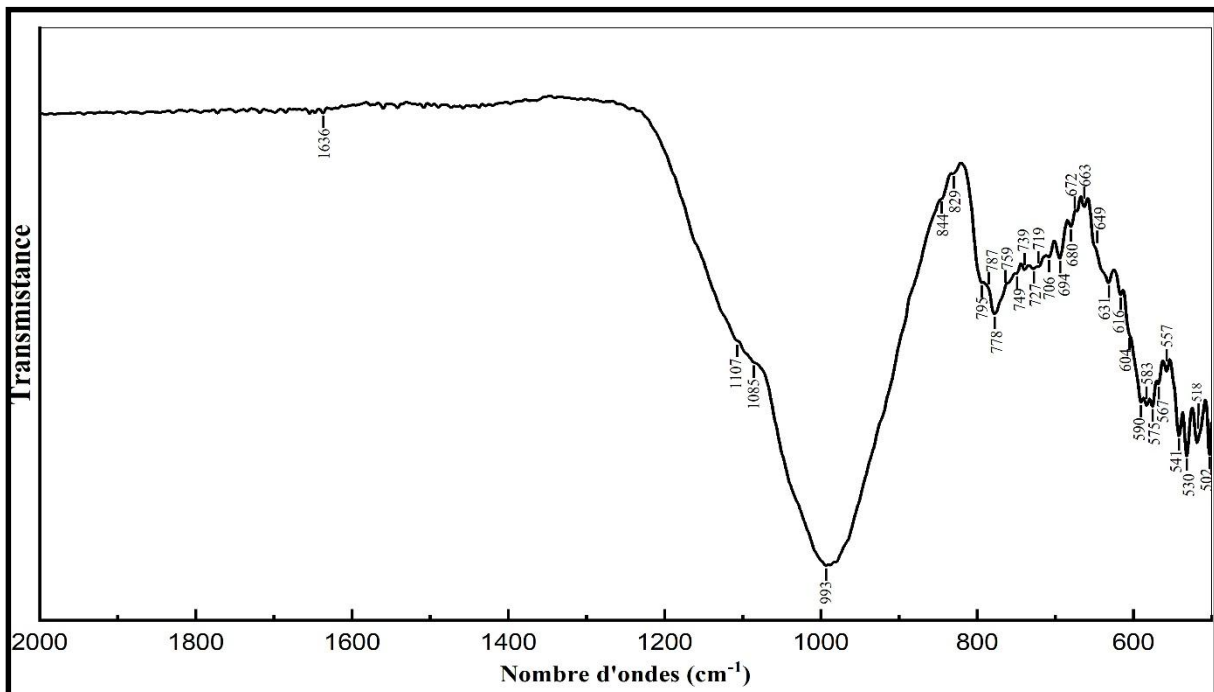
Le massif d'Oued El-Annab fait partie des roches magmatiques calco-alkalines riches en K d'âge Miocène. L'ensemble de ces massifs exposés sur une superficie d'environ 150 km<sup>2</sup> dans le cap de fer et Edough sur le long de la côte méditerranéenne nord-est de l'Algérie. Ils sont résultat d'une activité magmatique tertiaire. Ces événements magmatiques liés à la formation des Maghrébides dans le nord de l'Algérie. Ces massifs se composent de diorites, de gabbros mineurs, de microgranodiorites, de microdiorites et d'andésites qui empiètent sur le sous-sol d'Edough, les flyschs numidiens et kabyliens, et les dépôts sédimentaires du miocène (Ahmed-Said et al., 1993 ; Laouar et al., 2005). Au niveau du massif, ils existent des terrains métamorphiques trop larges, principalement fait de gneiss, est en contact avec le massif sur son côté oriental. Au nord, à l'ouest et au sud du massif se trouvent les terres numidiennes, composées de grès et d'argile.



**Figure 1.** Carte géologique d'Oued El-Annab (zone délimitée par le rectangle) montrant l'emplacement du massif magmatique d'Oued El-Annab (Jaeob, 1905).

L'étude pétrographique montre que le massif d'Oued El-Annab est constitué de roches microgranitiques à texture microlitique composées principalement de de ~50% de feldspath, ~30% de biotite et ~15% de quartz comme minéraux essentiels avec la calcite comme minéral secondaire et les oxydes de fer comme minéraux accessoires.

La spectroscopie infrarouge confirme les résultats pétrographiques et montre que les trois minéraux apparaissent entre le pic 500 et 1500  $\text{cm}^{-1}$  (figure 2). Les minéraux secondaires l'hématite, la calcite et les minéraux argileux apparaissent après le pic 1000  $\text{cm}^{-1}$  mais avec des faibles pics. Les bandes de séparation dans la région de 1800 à 500  $\text{cm}^{-1}$  y compris 530, 541, 583, 590, 672, 727, 749, 759 et 993  $\text{cm}^{-1}$  pour les plagioclases et 567, 739 et 778 pour l'orthoclase. Les spectres de transmission de la biotite appariant aux 518, 557, 616, 631, 680, 706, 795, 829 et 3792  $\text{cm}^{-1}$ . Le quartz est moins abondant que les feldspaths et la biotite est apparait seulement aux 993 et 1085  $\text{cm}^{-1}$ . Les minéraux argileux sont également apparus avec de faibles pics où les pics 787, 604, 2363, 3457, 3622, 3650, 3663 et 3692  $\text{cm}^{-1}$  représentent la kaolinite, l'illite et la smectite. La calcite apparait aussi avec de faibles pics 575 et 719  $\text{cm}^{-1}$  et l'hématite avec des pics 1636  $\text{cm}^{-1}$ .



**Figure 2.** La spectroscopie infrarouge du massif d'Oued El-Annab

**Mot clés :** Oued El-Annab – Pétrographie - Infrarouge - Les Maghrébides - Magmatisme.

### Références

- Ahmed-Said, Y., Leake, B.-E., Rogers, G. 1993. The petrology, geochemistry and petrogenesis of the Edough igneous rocks, Annaba, NE Algeria. *J Afr Earth Sci* 17:111-12.
- Laouar, R., Boyce A.-J., Arafa, M., Ouabadi, A., Fallick, A.-E., 2005. Petrological, geochemical, and stable isotope constraints on the genesis of the Miocene igneous rocks of Chetaibi and Cap de Fer (NE Algeria). *J Afr Earth Sci* 41:445-465.
- Jaeob, M. 1905. carte géologique 1/50000 de BONE BUGEAUD. Services géologiques de l'Algérie.

## **Paleoenvironmental study of the meridional part of the Neogene Tafna Basin based on foraminifera: a case study of Ain Youcef section**

M. BENZINA<sup>1,2,\*</sup>, A.E. M DRAOUI<sup>2</sup>, H. HEBIB<sup>3</sup> and M. BENSALAH<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Laboratoire de Recherche n°25 « PRHPM-LECT », Université de Tlemcen, B.P. 119, 13000 Tlemcen, Algeria.

<sup>2</sup> Département des Sciences de la Terre et de l'Univers, Université kasdi Marbeh Ouargla, BP BP 511, Route de Ghardaïa, Ouargla 30000. Algeria.

<sup>3</sup> Laboratoire de Paléontologie, Stratigraphique et Paléoenvironnement, Université Mohamed Ben Ahmed d'Oran 2, BP 1015, El Mnaouar, 31000 Oran, Algeria

The Ain Youcef section, which is the subject of this study, is located on the southern margin of the Tafna basin belonging to the northwestern Algerian Neogene basins. The study of benthic foraminifera allows us to reconstruct its paleoenvironmental evolution of the upper Miocene deposit. The bottom part of the section is about eight meters of bluish marl rich in microfauna mainly the genus *Ammomia* referring to a shallow marine environment. The middle part is an interval of yellowish to brownish sandy beds that contains some small centimetric passages of marls. This latter is devoid of microfauna except the sample number six that indicating a sudden deeping of the environment materialized by the distinct values of the pelagism and richness indices. The upper part is a greenish marly interval which is rich in microfauna mainly the genus *Ammomia* referring to a shallow marine environment as well.

**Keywords:** Tafna basin, benthic foraminifera, paleoenvironmental evolution, shallow marine.

---

## **Etude géologique et sédimentologique de la série flyshoïde maurétanienne de la région d'Annaba (NE Algérie) : implication sur la paléogéographie de la chaîne des Maghrébides**

M. CHOUABBI\* et M. TLILI\*

\*Laboratoire Géodynamique et Ressources Naturelles -LGRN-Faculté des sciences de la Terre, Université BADJI Mokhtar BP. 12, 2300 Annaba, Algérie.

E-mail : [meysouchouabbi23@gmail.com](mailto:meysouchouabbi23@gmail.com)

La chaîne des Maghrébides comporte dans ses divers tronçons, sur plus de 2 000Km entre Gibraltar et la Calabre, une bande, essentiellement orientée est-ouest de flyschs allochtones d'âge Crétacé-Paléogène. Ces flyschs s'enfoncent au nord sous les unités internes de la chaîne des Maghrébides. Avant leurs séparations lors des phases miocènes, ces unités constituaient un domaine unique (ALKAPECA). Ces flysch se sont accumulés dans un bassin dont la formation, amorcée dès le Lias, assurait la liaison entre la marge africaine au sud et le socle interne au Nord.

La zone d'étude fait partie de la chaîne des Maghrébides d'Algérie Nord-orientale. Les deux sites qui ont fait l'objet

de ce travail, se situent dans la région de Chetaibi au Nord, et la région d'Ain Berda au Sud (wilaya d'Annaba).

Les observations réalisées sur le terrain révèlent que les formations étudiées font partie du domaine des flyschs, notamment la série maurétanienne (flysch de Penthièvre).

Les sédiments détritiques se sont déposés sur un substratum Jurassique de nature variée. On distingue classiquement deux grands ensembles parmi ces flyschs : un ensemble nord (Maurétanien), et un ensemble Sud (Massylien). Notre étude concerne la puissante série turbiditique du Maurétanien, affleurant dans la région d'Annaba. Le matériel déritique de ces flyschs Maurétaniens provient de l'érosion des socles et du démantèlement de la plate-forme calcaire du domaine interne (Nord) de la future chaîne des Maghrébides

L'analyse pétrographique et sédimentologique montrent qu'il s'agit de faciès de type flysch. Les formations se sont déposées dans un milieu marin profond, au-delà du talus de la plate-forme calcaire du domaine interne. La prédominance des faciès flyschoides indique que ces dépôts se sont mis en place sous l'action des courants de turbidité.

Plusieurs faciès turbiditiques peuvent être distingués, du plus proximal vers le plus distal : brèches et conglomérats, microbrèches, grès appartenant à plusieurs variétés et enfin des pélites versicolores.

La paléogéographie du flysch maurétanien de Penthièvre durant le Crétacé-Paléogène s'est déroulée en trois étapes :

- Phase d'installation d'une plate-forme profonde (pré-flyschs).
- Le contexte tectonique distensif qui a commencé à se manifester à partir du Crétacé inférieur, par une grande instabilité, matérialisée par des fluctuations eustatiques, des érosions, des variations brusques d'épaisseur et une différenciation plus marquée des aires de sédimentation.
- A partir de l'Eocène, des contraintes tectoniques compressives commencent à se manifester, matérialisées par des décharges chaotiques et conglomératiques, suivi d'une période d'accalmie à sédimentation argileuse, avant d'assister à l'arrivée des immenses décharges gréseuses d'âge Oligo-Miocène.

**Mots Clés :** Faciès, Sédimentologie, Paléogéographie, Flysch Mauritanien, Algérie Orientale.



## **La faille de Thénia : trajet, apport de l'imagerie satellitaire et caractérisation des facies associés**

DAHMANI S<sup>1</sup>, DEBIANE K<sup>2</sup>, ZERAGUI S<sup>3</sup>, LOUCIF M<sup>3</sup> et FERKADJI N<sup>3</sup>

1. Laboratoire de Géodynamique, Géologie de l'Ingénieur et de Planétologie, FSTGAT/USTHB, BP. 32 El Alia, Dar el Beida, 16111-Alger, Algérie.

2. Laboratoire de Recherche ressources minérales et énergétique, FHC, Université M'Hamed Bougara, Boumerdes, Avenue de l'indépendance, 35000 Algérie.

3. FSTGAT/USTHB, BP. 32 El Alia, Dar el Beida, 16111-Alger, Algérie.

La faille de Thénia, bien que sa présence soit désormais incontestable dans la ville de « Thénia » et ses alentours proches, n'est pas encore bien connue concernant l'évolution de son trajet. Malgré le nombre considérable d'études faites sur cette faille, la représentation de cette faille sur les cartes de la région varie d'un document à l'autre.

L'objectif de cette étude est de proposer un schéma réaliste de cette faille en se basant sur plusieurs aspects afin d'offrir des résultats précis et cohérents reflétant la réalité des choses.

L'analyse de l'imagerie satellite est devenu un outil primordial dans l'identification des structures géologiques. L'utilisation des images Landsat 8 (OLI/TIRCI) nous a permis via plusieurs filtrages (Rapports de bandes, ACP, Filtrés directionnels ...) d'avoir une meilleure appréhension du comportement de cette faille vis-à-vis de sa direction et de son cheminement le long de la région Est Algéroise. Le traitement nous a également offert une très bonne discrimination des différentes formations géologiques caractérisant cette zone, ce qui nous a permis de mieux préciser les contours de ces formations sur la carte géologique.

Les études sur le terrain seront d'un appui supplémentaire pour l'identification des structures engendrées par la faille, qui se traduisent par la présence d'une brèche traversant la région sur plusieurs kilomètres accompagnée par plusieurs marqueurs de déformations représentés par des cassures ou des plissements à des échelles variées.

**Mots clés :** faille, Thénia, imagerie satellite, Landsat

## **Géométrie et cinématique des accidents bordiers de Djebel Djaffa (Tamlouka, Tell nord oriental, Algérie)**

R. Djeddi<sup>1,2</sup>, M. Aggachi<sup>1</sup>, B.A. Hassani<sup>1</sup>, A. Serkhane<sup>1,2</sup>, M. Sadi<sup>1</sup> et Y. Rabah<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Agence du Service Géologique de l'Algérie <sup>2</sup> Faculté des Sciences de la Terre, de Géographie et de l'Aménagement du Territoire /USTHB

La région de Tamlouka est située dans le sud-est constantinois qui fait partie du domaine externe de la chaîne des Maghrébides. Cette région, regroupe à la fois plusieurs ensembles géologiques qui s'empilent de haut en bas et du nord vers le sud (Vila 1977). Il s'agit des flyschs numidiens, des unités telliennes, de la nappe néritique à l'ouest, de l'unité intermédiaire allochtone de Djebel Djaffa et des écailles de Sellaoua (Fig.1).

La cartographie détaillée et l'étude structurale de Djebel Djaffa ont permis de montrer qu'il se caractérise par une structure en fleur positif, formée d'un anticlinorium coffré, couché vers le SE et montrant par endroit, des couches renversées dans le flanc NW. Elles permettent aussi de percevoir que cette structure est bordée par des accidents polyphasés.

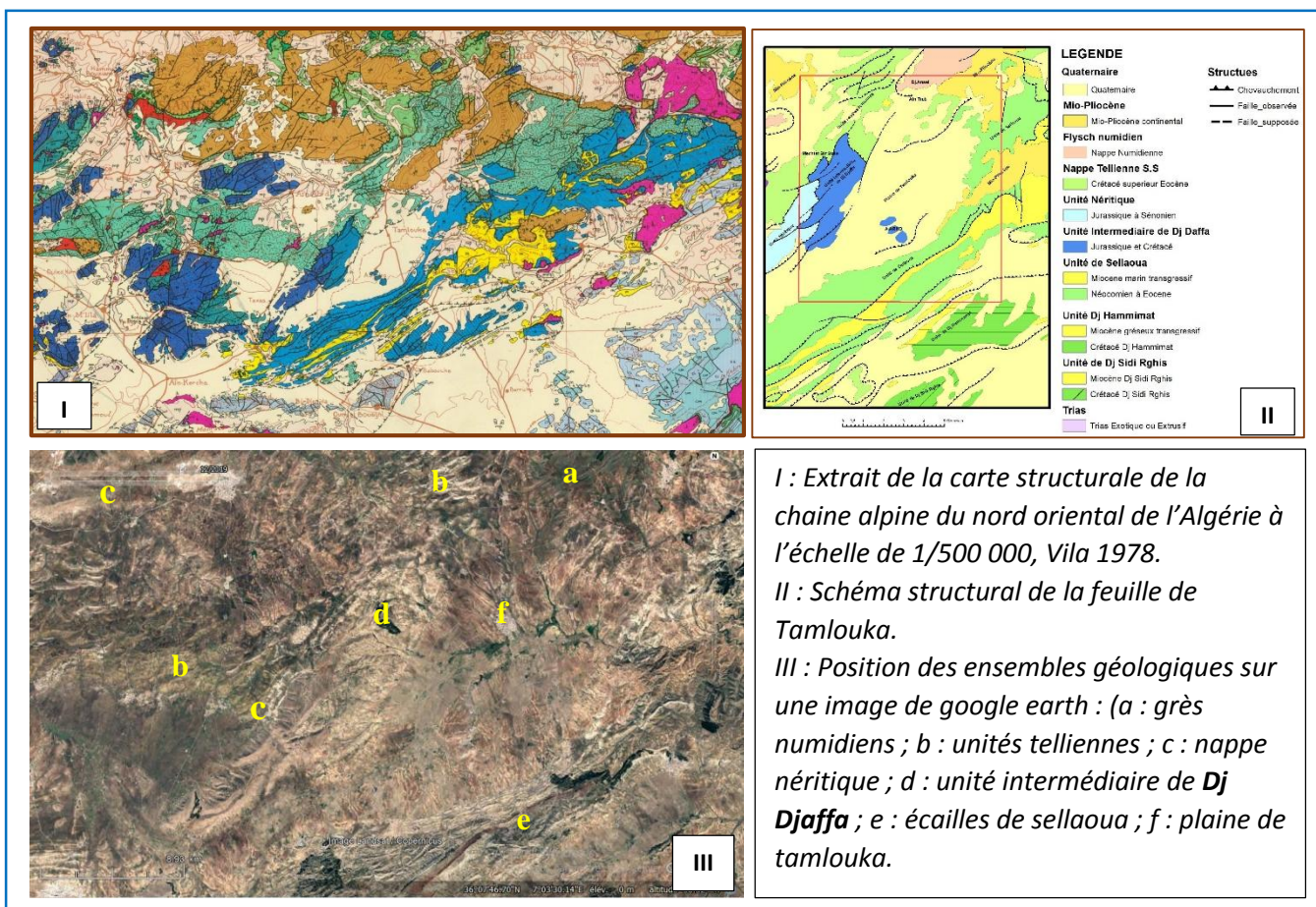
L'analyse de la géométrie et la cinématique de ces accidents montre que le front de charriage permettant le chevauchement des unités telliennes et de la nappe néritique sur Djebel Djaffa, est affecté par une tectonique transpressive postérieure à la mise en place des nappes de charriage.

Également, l'analyse des accidents situés à la limite sud de djebel djaffa, montre que la faille inverse permettant le chevauchement de djebel Djaffa sur le synclinal de la plaine de Tamlouka, est affectée par une tectonique postérieure plus complexe.

En outre, certains de ces accidents, montrant un jeu senestre plus ancien, repris par le mouvement transpressif dextre.

Les éléments structuraux observés sur le terrain, mettent en évidence une tectonique polyphasée ayant affectée djebel Djaffa et la région de Tamlouka en générale. Il s'agit de :

- la phase alpine compressive, d'âge Miocène inférieur-moyen responsable de la mise en place des nappes de charriages (Vila 1977, 1980)
- D'une phase transtensive permettant l'ouverture du bassin néogène de Tamlouka
- Et d'une phase transpressive postérieure liée probablement à la tectonique active (Plio-quadernaire) affectant la méditerranée et la chaîne des Maghrébides (Meghraoui et al., 2012).
-



**Figure 1 :** Illustration montrant le contexte géologique et les ensembles géologiques de la région de Tamlouka

**Mots-clés:** Djebel Djaffa, Tamlouka, unité intermédiaire, nappe néritique, nappe tellienne, phase alpine, transpression, tectonique active.

**Références :**

Meghraoui . M et Pondrelli. S. 2012.Active faulting and transpression tectonics along the plate boundary in North Africa. *Annals of Geophysics, INGV, , 55 (5), pp. 955-967.*

Vila J.M, 1977. *Notice explicative de la carte géologique au 1/200.000e de Constantine. Sonatrach. Alger. 17p.*

Vila J.M. 1980. *La chaîne alpine d'Algérie orientale et des confins algéro-tunisiens. Thèse de de doctorat ès sciences naturelles. UPMC. 665p.*

Vila J.M. 1978. *Carte structurale au 1/500 000 de la chaîne alpine d'Algérie orientale et des confins algéro-tunisiens. CNRS, BEICIP.*

## **Contribution to palaeoclimate reconstruction under the source to sink system of the continental Miocene Conglomerates of the region of Constantine, North Eastern of Algeria.**

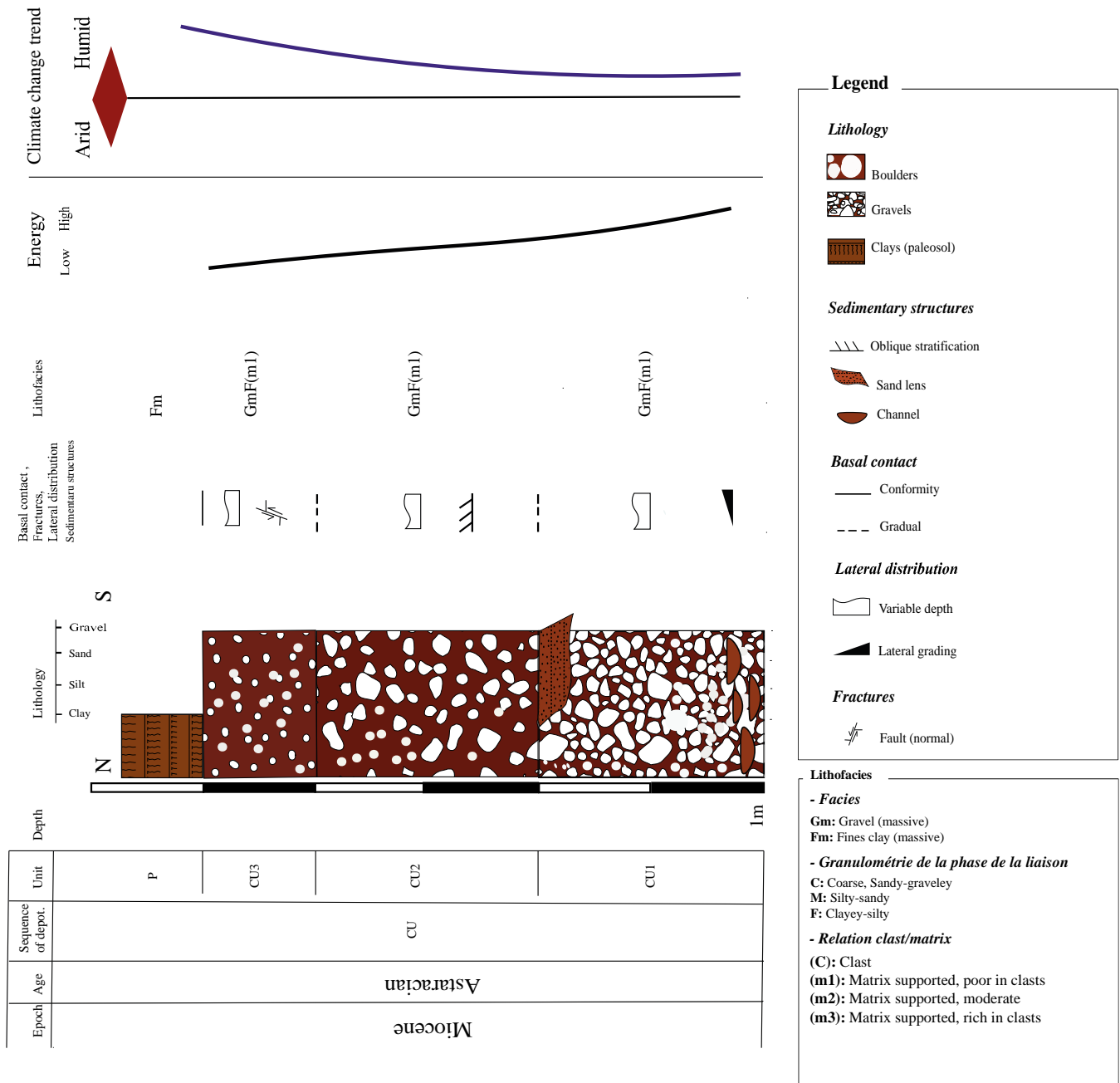
D.Gourari<sup>1</sup> et N.Rabahi<sup>1</sup>

*1. Laboratory: Mobilization and water resources management (MGRE) Department of Geology, Institute of Earth sciences and Universe, University of Batna2 \_ Mostafa Ben Boulaid.*

Fluvial sediments can be preserved in areas of strong subsidence and accumulation such as the proximal periphery of expanding oceans and also in intra-mountainous watersheds bordered by faults, the latter corresponding to our case study which belongs to Mediterranean Neogene regions.

Under the guidance of the sedimentary dynamics of the source to sink system, the lithological, sedimentological and morphoscopical characteristics of a geological cross-section of the continental Miocene Conglomerates of Mentouri University are identified. These approaches allowed us to highlight that this outcrop is characterized by a single depositional sequence of sandstone gravels with a supported clayey to sandy matrix (Gms), subdivided into three units with a negative grain size that finning upwards in each unit. This depositional sequence exhibits lateral variation, lenticular structures, and oblique stratification. Two different transport phases have been reconstructed; the first is eolian due to the abundance of round, matted quartz grains that are definitively eolian sedimentary records, allowing us to assume that this is the first phase; the second phase is fluvial where these conglomerates are deposited in a decreasing negative graded bedding.

For the paleoclimate, it can be seen that the climate is probably subhumid throughout the whole depositional period because of the particles size indicators that confirms a seasonal homogeneous climate begins with a period of flooding that extends over time and decreases in intensity.



**Figure 1.** The climate change trend throughout the sequence of deposition.

**Keywords:** Miocene Conglomerates, Constantine, Source-to-sink, paleoenvironment, paleoclimate.

**References**

Bougdal, R., BELHAI, D., (2002). *Etude des glissements de la ville de Constantine : géologie de la ville de Constantine et ses alentours*, ARCADIS.

Coiffait, P.-E., (1992). *Un bassin post-nappe dans son cadre structural : l'exemple du bassin de Constantine (Algérie Nord Orientale)*, Thèse de doctorat.

Miall, A.-D., (1981). *Analysis of Fluvial Depositional Systems*, AAPG. Fall Education Conference, Calgary, 1981. 3-76p.

## **Crustal thickness of Guelma basin northeast Algeria from P Receiver Function analysis using short period data.**

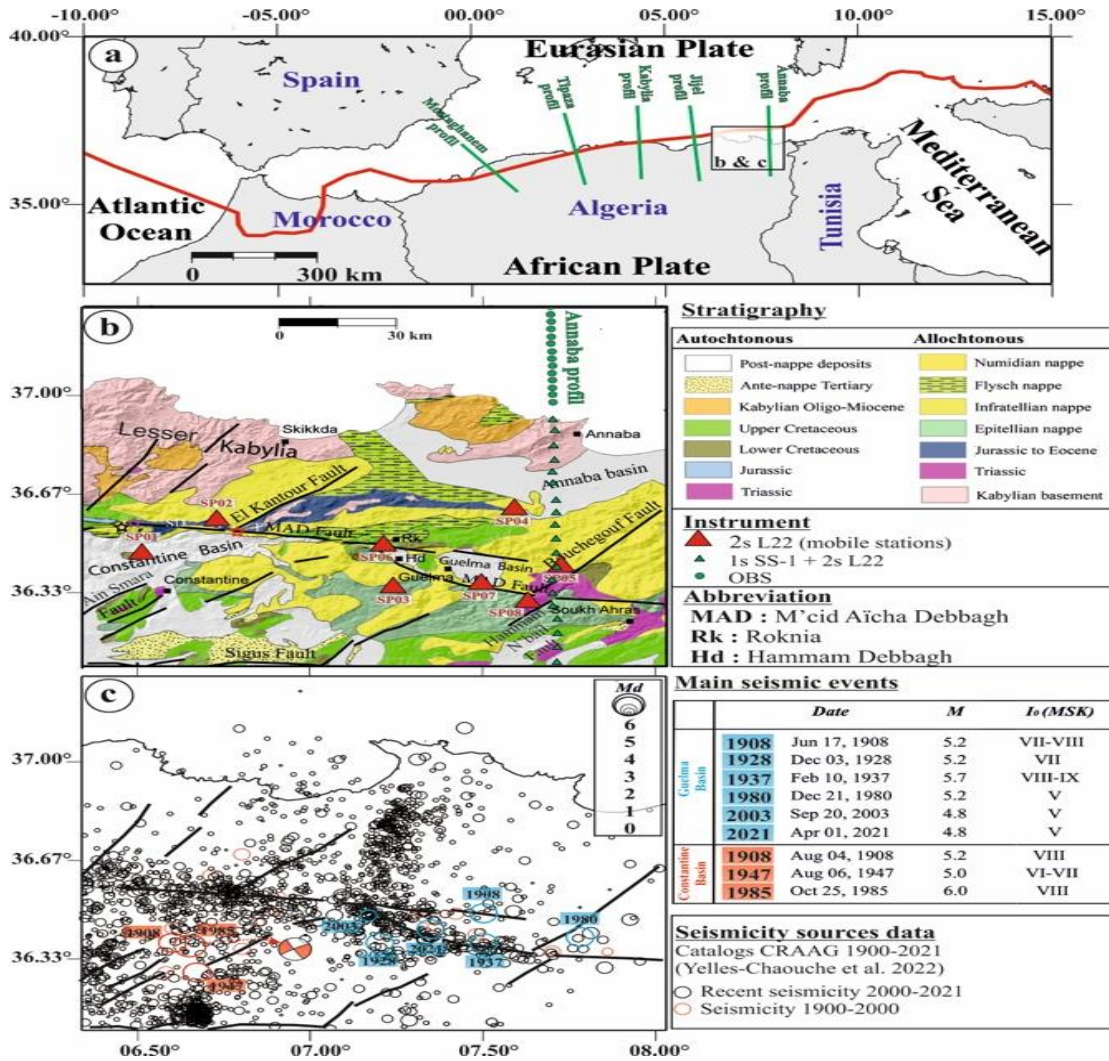
S. Guettouche<sup>(1,2)</sup>, A. Yelles Chaouche<sup>(1)</sup>, M. Djezzar<sup>(2)</sup>, H. Beljoudi<sup>(1)</sup>, H. Bendjama<sup>(1)</sup>, Z. Radi<sup>(1)</sup>, O. Boulahia<sup>(1)</sup> and I. Abacha<sup>(1)</sup>

*1 Centre de Recherche en Astronomie, Astrophysique et Géophysique*

*2 Laboratoire Physique Énergétique Université frères Mentouri Constantine 1*

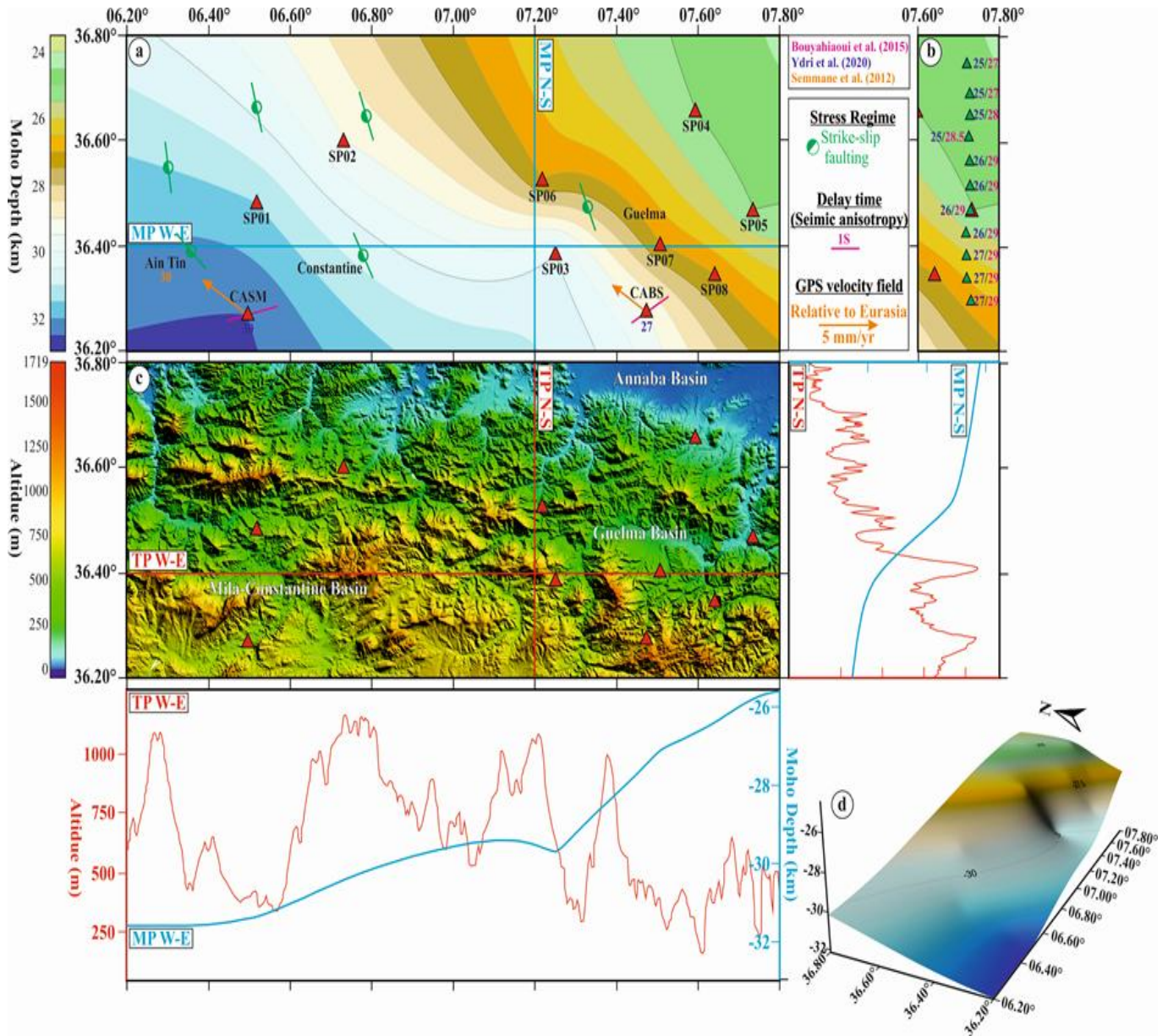
The study of crustal structure across the region of northern Algeria is still a topical subject as it is located at the boundary between the African and Eurasian tectonic plates. This boundary appears as a zone of diffuse deformation exhibiting a complex geodynamic evolution where multiple orogenic systems interfere in time and space (Figure 1a). This led to the existence of a heterogeneous stress field and active tectonic regime. The aim of the present study is to provide more information about Moho depth geometry over the seismogenic pull - a part Guelma basin in North East of Algeria. This region is known as one of the seismically active areas of north-eastern Algeria and the presence of geothermal springs. Our approach is based on P Receiver Function analysis using teleseismic data recorded by eight temporary short period three component stations for the first time in Algeria. The Guelma basin is located at the eastern end of the Mcid Aicha Debagh (MAD) E-W trending dextral strike slip fault (Figure 1b and 1c). Processing data methodology was the same as described by (Yuan et al., 1997). The Receiver Functions are retrieved by applying time domain deconvolution. We used two methods to retrieve Moho depth beneath each station: H-k stacking method and iterative inversion of Receiver Functions. Our results show that the Moho depth varies from 25 km at station SP04 and SP05 near Annaba region to about 30 km at stations SP03 in Sellaoua Announa region and SP01 in Beni Hmidane region. The obtained results from both methods are closer and are in good agreement with previous studies in that region using different geophysical methods (wide angle refraction, Rayleigh waves dispersion or gravimetry ( Figure 2b). Plotting results with focal mechanisms (FMS) orientations and anisotropy directions (Figure 2c) allows us to better understand the geodynamic beneath northeastern Algeria. Where the NW-SE FMS P-axis and NW-SE SHmax orientations are perpendicular to the anisotropy directions (NE-SW). These results are in agreement with the regional interpretation on stress patterns over the Maghreb region revealing that the upper mantle flow pattern under the Eastern Tell was perpendicular to SHmax and generated by the eastward rollback motion of the Calabrian slab. From this, we can conclude that the NE-SW depth variation indicates the mantle flow direction. For station (SP08), the  $V_p/V_s$  value of 1.82 indicates the presence of filled fluids which is coherent with the presence of geothermal springs in that region with a deep circulation of the surface water along the existing system faults, which is heated and returns back to the surface as steam and/or hot water.





**Figure 1:** (a) Location of study area in north Algeria and Eurasian African tectonic plates. (b) Geologic map of study area including main active faults (thick black lines) with location of stations network used in the present study and Annaba region wide angle profile. (c) Seismic events detected in the region with main largest earthquakes (in red from 1900 to 2000 while black from 2000 to 2018)





**Figure 2** (a) Moho depth map in our study area obtained from PRF analysis in km. GPS velocity field (orange arrows). Stress symbols (in green) represented the SHmax orientations. Fast orientation of seismic anisotropy. MP N-S: Moho Profile North-South; MP E-W: Moho Profile East-West. (b) The reference values from previous studies along of Annaba profile at stations 6-16 (gravimetry study (blue); wide angle refraction study (magenta)) (c) The topographic relief is extracted from ETOPO1 1-min global relief ([www.ngdc.noaa.gov](http://www.ngdc.noaa.gov)). TP N-S Topo Profile North-South and TP E-W Topo Profile East-West. (d) 3D representation of the Moho Depth.

**Keywords:** Guelma Basin, Northeast Algeria, P Receiver Function, Moho depth, H-k stacking method.

**References:**

Yuan, X., Ni, J., Kind, R., Mechie, J., and Sandvol, E. 1997. *J Geophys Res* 102 (27): 491-500.

## LE PREDORSALIEN EN ALGERIE : CARTOGRAPHIE ET PROBLEMATIQUE

*I. Hadjaze<sup>1</sup>, N. Defafia<sup>2</sup>, D. Belhai<sup>1</sup> et L. Belkhdja<sup>1</sup>*  
*1- FSTGAT/USTHB ; 2- Université Larbi Tébessi (Tébessa)*

Le prédorsalien est une notion introduite par Durand Delga en (1973) pour désigner une formation déposée entre la dorsale la plus externe et le flysch le plus interne. Les formations prédorsaliennes ont été découvertes au Maroc dans le Rif interne et pour certains auteurs elles font la jonction entre le flysch maurétanien et le dorsale externe (Durand Delga et son équipe) alors que pour l'équipe de Duée (1982), El Hatimi (1988), El Kadiri (1984), dans le Rif, la limite entre le domaine interne et le domaine des flyschs est soulignée par une formation marno-gréseuse à Klippes sédimentaires. Celles-ci sont constituées par des séries du Jurassique et du Crétacé. Leur remaniement est particulièrement intense lors de l'Aquitano-Burdigalien. La situation actuelle résulte d'une évolution tectonique ultérieure combinant mouvements tangentiels et coulissages. Pour l'équipe de Duée, elles font la jonction avec le flysch massylien, mais pour Durand Delga, elles sont la continuité de la dorsale vers la pente en relation latérale avec le flysch maurétanien.

En Algérie ce que nous considérons comme étant du Prédorsalien, sont des blocs de dorsale resédimentés dans l'Oligo-miocène couverture de la dorsale sous forme d'olistostrome.

Pour notre part, nous avons entamé notre travail sur les blocs exotiques de type dorsale kabyle à Jurassique très chargé en radiolarites retrouvés resédimenté dans les formations gréséo-micacées et à matrice argileuse (olistostrome) au Sud du Chenoua, déjà décrit par Belhai (1996), et d'autres situés au sud de la dorsale de Ténès.

Le travail que nous avons réalisé consiste en une description, une cartographie détaillée et des lavages pour dater avec précision la matrice de l'olistostrome, à l'instar de ce qui a été réalisé dans le Rif marocain.

Les analyses au laboratoire nous orientent vers un âge Miocène inférieur et en relation avec le flysch maurétanien.

**Mots clés :** Prédorsalien, Chenoua, Dorsale kabyle, flyschs

## **Occurrences and origin of oil seeps and new marks of petroleum impregnations in Northwestern Tunisia: Implications from aliphatic biomarkers and statistical modelling**

Tahani Hallek<sup>1</sup> and Mabrouk Montacer<sup>1</sup>

*<sup>1</sup>Research Laboratory Geosystems, Georesources and Geoenvironments, Faculty of Science of Gabes, Gabes, Tunisia*

Northwestern part is the tectonically impacted region in Tunisia, showing numerous hydrocarbon seeps. The aim of this study is to find a genetic connection between these oil seeps and the potential source rocks in the region. Here we report the organic geochemical data of eighteen oil seeps samples and four source rocks (M'Cherga, Fahdene, Bahloul, and BouDabbous) using aliphatic biomarkers evaluated by GC-MS. Terpanes, hopanes, and steranes biomarkers were identified and statistical analysis was performed to establish oil-oil and oil-source rock correlations. The studied source rocks are derived from a marine environment of deposition, under suboxic conditions, with some traces of continental input for M'Cherga Formation. These source rocks are mature and have entered the oil window, according to C<sub>27</sub> 18-22,29,30-trisnorhopane (Ts) and C<sub>27</sub> 17-22,29,30-trisnorhopane (Tm) biomarkers. About oil seeps, geochemical data suggest that the majority of samples were deposited in an open marine environment, with the exception of four samples that had some continental marks. These latest oil seeps samples have a distinctive lithology (marl) that sets them apart from the rest (carbonate). Statistical study of oil-oil and oil-source rock correlations reveals the existence of two classes of oil seeps. The first included samples that had a positive correlation with BouDabbous black shales having a marine origin and a carbonate lithology. The second is due to M'Cherga source rock and consists of oil seeps with terrestrial traces and a marl trend lithology. The studied oil seeps have no relationship with the Fahdene and Bahloul source rocks. Besides the presence of two generations of hydrocarbon spills in northwestern Tunisia (Lower Cretaceous/ Ypresian), there are two types of hydrocarbon spills based on their relationship to tectonic deformations (oil seeps) and outcropping mature source rocks (oil impregnations).

**Keywords :** Oil seep – Impregnation – Source rock – Biomarker – Statistic – Northwestern Tunisia.

## **Nouvelles données minéralogiques et pétro-géochimiques sur le volcanisme ultrapotassique et shoshonitique du Kef Hahouner (Bassin de Constantine, Nord-Est algérien)**

M.Y. Laghouag<sup>1</sup>, M.C. Chabou<sup>1</sup>, G. Godard<sup>2</sup>, C. Garrido<sup>3</sup> et R. Laouar<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Université Ferhat Abbas, Sétif 1, <sup>2</sup>IPGP, Paris (France), <sup>3</sup>Université de Grenade (Espagne), <sup>4</sup>Université Badji Mokhtar, Annaba.

Dans cette communication, nous présentons les observations de terrain et de nouvelles données minéralogiques, pétrologiques et géochimiques sur les roches ultrapotassiques et shoshonites associées qui affleurent au pied du massif de Kef Hahouner dans le Nord constantinois. Nous discuterons du contexte géodynamique de mise en place de ces roches dans le cadre de la formation de la chaîne des Maghrébides d'Afrique du Nord.

Nos investigations sur le terrain indiquent qu'il existe deux types de mode de gisement pour le volcanisme du Kef Hahouner : en coulées au sein des sédiments du Miocène du bassin de Constantine, et sous forme de dômes alignés selon une direction NW-SW de part et d'autre de Oued Oum Tourba.

D'un point de vue pétrographique et minéralogique, on distingue trois groupes de roches : (i) le premier groupe affleure à la base de la coulée volcanique et se compose de roches massives, denses et sombre présentant une texture microlithique porphyrique, avec des phénocristaux d'olivine baignant au milieu d'une mésostase composée de sanidine, plagioclase, clinopyroxène, phlogopite, spinelles chromifère et titanifère ainsi que de chromite pure en inclusion au sein de l'olivine, ilmenite et apatite. (ii) les roches grises du second groupe affleurent au sommet de la coulée volcanique et montrent une structure vésiculaire, parsemées de vésicules ovales remplies par de la calcite. La texture de la roche est intersertale porphyrique avec de grosses lattes de plagioclases baignant au milieu d'une mésostase composée de sanidine, clinopyroxène, ilmenite et apatite. (iii) le troisième groupe concerne les roches prélevées des dômes volcaniques. Elles sont tantôt massives, tantôt vésiculaires avec une abondance de phénocristaux d'olivines et de lattes de plagioclases au milieu d'une mésostase composée de sanidine, clinopyroxène, orthopyroxène, chromite, ilmenite et apatite. Ce groupe est très riche en phlogopite et contient des xénolithes de quartzite, corindon, silicates d'alumine et spinelle alumineux.

D'un point de vue géochimique, on distingue deux groupes géochimiquement distincts : (i) le premier correspond aux roches de la base de la coulée volcanique. Il s'agit de roches ultrapotassiques ( $K_2O/Na_2O > 2$  ;  $K_2O > 3\%$  and  $MgO > 3\%$ ) qui se rapprochent de la composition des lamproïtes. (ii) le deuxième groupe correspond aux roches du sommet de la coulée volcanique et des dômes qui montrent une composition géochimique ( $K_2O/Na_2O$ : 0.71-0.87 à 51 %  $SiO_2$ ;  $Na_2O + K_2O$ : 4.98-6.85 wt%; faibles teneurs en  $TiO_2$ ; fortes teneurs en  $Al_2O_3$ ) typique de shoshonite.

La séquence volcanique qui affleure au Kef Hahouner est donc composée de roches ultrapotassiques d'affinité lamproïtique à la base associées à des shoshonites.

La mise en place tardive de ces roches au Tortonien serait liée à un mouvement extensive du grand accident lithosphérique du Kef-Hahouner-Djebel Debar faisant suite à la compression tortonienne et l'exhumation du socle de Petite Kabylie (Recanati et al., 2019). Les conglomérats du Miocène à la base de la première coulée volcanique du Kef Hahouner qui contient divers éléments de la chaîne des Maghrébides seraient les témoins de l'érosion de la chaîne. La formation du bassin de Constantine, limitée au Nord par le grand accident du Kef-Hahouner-Djebel Debar, serait également liée à ce mouvement extensive à l'origine de la remontée du magma ultrapotassique et shoshonitique du Kef Hahouner.

**Mots clés :** Ultrapotassique – Shoshonites – Kef Hahouner – Bassin de Constantine.

**Références :**

Recanati et al. (2019). A Tortonian onset for the Algerian margin inversion: Evidence from low-temperature thermochronology. *Terra Nova*, Wiley-Blackwell, 2019, 31 (1), pp.39-48. ff10.1111/ter.12367ff.

## Pétero-géochimie des microgranodiorites d'Aïn Sedma - Collo (NE Algérien).

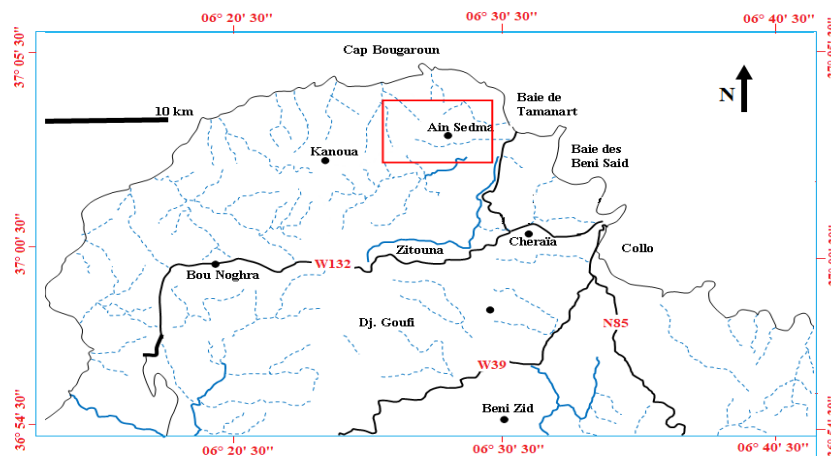
A. Lakkaichi<sup>1</sup>, L. Bouabssa<sup>2</sup> et Z. Boulguereguer<sup>3</sup>.

<sup>1</sup> Département des études de base, Faculté des sciences de la nature et de la vie Université Ferhat Abbas, Sétif. lak\_geologue@yahoo.fr. <sup>2</sup>

Département de Géologie, Faculté des Sciences de la Terre Université Badji Mokhtar, Annaba. lakhdar.bouabssa@univ-annaba.org.

<sup>3</sup> Département des études de base, Faculté des sciences de la nature et de la vie Université Ferhat Abbas, Sétif boulgueraquer@yahoo.fr

L'objectif visé par ce travail, est de définir les principales caractéristiques pétero- géochimiques et typologiques des microgranodiorites d'Aïn Sedma "NE algérien". Cette dernière est située à 11 km au Nord-Ouest de la ville de Collo (fig.1). Elle est caractérisée par un contexte géologique représentatif du magmatisme calclo-alcalin de la petite Kabylie, présenté principalement par des roches intermédiaires et felsiques (microdiorites, granites, microgranites, et rhyolites).

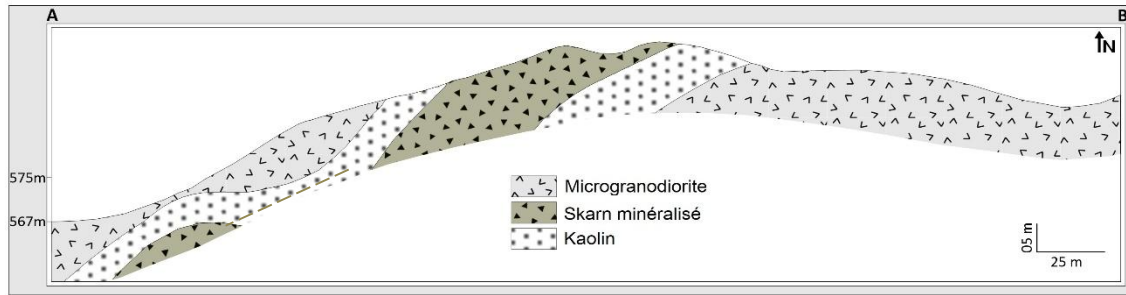


**Figure1.** Situation géographique de la région d'Aïn Sedma

Dans la région d'Aïn Sedma les microgranodiorites affleurent principalement dans la partie NE, sous forme d'une masse très puissante allongée (N-S) et intercalée par des skarns minéralisés et des formations de type arène kaolinique (altération supergène du socle et des granitoïdes associés). Ces microgranodiorites montrent l'aspect d'une roche



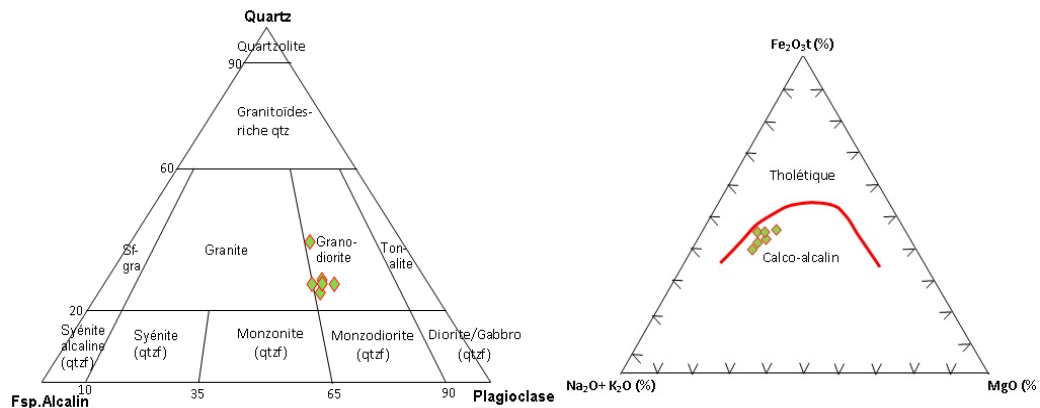
microgrenue, de teinte bleu grisâtre, renfermant de nombreuses enclaves vert sombre, de tailles centimétriques à décimétriques.



**Figure 2.** Coupe géologique simplifiée montrant la disposition des microgranodiorites d'Aïn Sedma. (Lakkaichi. Cette étude).

Au microscope, ces roches montrent une composition minéralogique assez constante, avec des phénocristaux de plagioclases zonés ( $An_{45-50}$ ), d'amphiboles vert sombre en lattes automorphes à subautomorphes (primaire), fortement altérée en chlorite et même en épidote, des pyroxènes en reliques associées des amphiboles, d'orthose, biotite et rarement du quartz dans une matrice microcristalline avec des tailles et pourcentages variables.

La géochimie des éléments majeurs des microgranodiorites d'Aïn Sedma et leurs projections sur les différents diagrammes de typologie et de corrélation montrent que ces roches ont une composition chimique intermédiaire, avec des teneurs en  $SiO_2$  (% pds) comprises entre 59 et 66. Ils appartiennent à la série calco- alcaline sodique avec un rapport moyen ( $Na_2O/K_2O = 1,19$ ) et montrent un caractère péralumineux calcique ( $A/CNK > 1,02$ ).



**Figure3.** Représentation des microgranodiorites d'Aïn Sedma dans le diagramme de nomenclature Q-A-P Streckeisen (1976) et le diagramme AFM (Irvine et Baragar 1971)

**Mots Clés:** microgranodiorites-skarns-Aïn Sedma-NE Algérie-pétrologie-géochimie.

**Bibliographie.**

Abbassene, F., 2016. Contraintes chronologiques et pétro-géochimiques du magmatisme sur l'évolution pré- et post-collisionnelle de la marge algérienne : Secteur de la Petite Kabylie. Thèse Doctorat Université De Bretagne Occidentale.361p.

Bouftouha, Y ; 2000.Caractères Pétrographiques, Minéralogiques et Géochimique du skarn de la mine de fer d'Ain-Sedma Kabylie de Collo - N.E algérien, Bulletin du Service Géologique d'Algérie, Volume 11, N° 2.

Lakkaichi, A ; 2018. Le volcanisme rhyolitique de la région de Collo -NE Algérie : (Typologie, Pétrologie, géochimie et cadre géodynamique). Thèse doctorat, université de Badji Mokhtar Annaba, 121 p.

## Tomography teleseismic of the Eastern Algeria Segment Slab Trace using Rayleigh wave dispersion analysis

S. LAMIRI<sup>1</sup>, Z. RADI<sup>2</sup>, A. YELLES-CHAOUICHE<sup>2</sup> and K. LAYADI<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Ferhat Abbas University, Setif 1, faculty of science <sup>2</sup> Center for Research in Astronomy, Astrophysics and Geophysics (CRAAG), Observatory Route, BP 63 Bouzaréah, Alger, Algeria

Northern Algeria is located on the African tectonic plate's northwestern continental margin, where it converges with the Eurasia plate, as confirmed by numerous geological and geophysical studies. The rate of this convergence varies from west to east, from ~5 mm/y at the longitude of Algiers to 8 mm/y near Tunisia (Nocquet, 2012). It has undergone several tectonic phases, the most important being convergence in the Cenozoic. Previous studies on the geodynamic of the western Mediterranean indicate the presence of slab segments beneath North African margin using different approaches (Fichtner and Villaseñor, 2015, Spakman and Wortel., 2004). The aim of the present study is to demonstrate the existence of one piece of slab and describe it in the upper mantle one of these segments located in the upper mantle northeastern Algeria coast zone, so-called Eastern African Slab Segment (EASS). We based in our analysis on teleseismic data recorded by a dense and local seismic network of Broadband stations of Algerian Digital Seismic Network (ADSN) deployed in this region showing magnitude > 5 earthquakes and the epicentrale distance > 10°. From our dataset, we extracted the Raleigh wave dispersion curve using two stations technique for an inversion process in order to find the best fit in term of a 2D shear wave velocity structure with depth of the crust and upper mantle beneath this region. We found the inter-station fundamental Rayleigh wave phase velocities of the considered profiles between two stations. The S-wave velocity structure is estimated from the inversion of phase velocities of Rayleigh wave curves and seismic anisotropy obtained from SKS shear wave splitting technique. In this study, we present the tomographic maps of S-wave velocity anomalies with depth. The results confirm the existing of the EASS.

**Keywords:** Rayleigh wave, Phase velocity, S-wave velocity structure, Tomography, NE Algeria.

### References.

- Radi, Z., Yelles-Chaouche, A., 2022. Shear velocity structure beneath Northern Algeria from Rayleigh wave analysis *J African Earth Sci.* 186 (2022) 104446.
- Radi et al., 2015. Seismic anisotropy of northeastern Algeria from shear wavesplitting analysis. *Phys. Earth Planet. Inter.* 248, 73–82.
- Corchete, V., 2012. Shear wave velocity structure of South America from Rayleigh wave analysis. *Terra Nova* 24, 87–104.
- Hermann, R-B; 2013. *Computer programs in seismology: Surface waves, receiver function and crustal structure*, St. Louis University, St. Louis, Mo.
- Nocquet, J. M. (2012). Present-day kinematics of the Mediterranean: A comprehensive overview of GPS results. *Tectonophysics*, 579, 220–242.
- Fichtner, A., & Villaseñor, A. (2015). Crust and upper mantle of the western Mediterranean—Constraints from full-waveform inversion. *Earth and Planetary Science Letters*, 428, 52–62.
- Spakman, W., & Wortel, R. (2004). A tomographic view on western Mediterranean geodynamics. In *The TRANSMED atlas. The Mediterranean region from crust to mantle* (pp. 31–52). Springer, Berlin, Heidelberg.



## **Caractérisation de la fracturation des Sellaoua « Oum El Bouaghi, NE Algérien » par l'extraction et l'interprétation des linéaments à partir d'images satellites Landsat Oli 8.**

A. OUDNI, H. DINAR ,N. Rebouh, A. KHIARI

*Laboratoire des ressources Naturelles et Aménagement des Milieux Sensibles,  
Oum El Bouaghi /Algérie (LRNAMS).*

La croûte terrestre est affectée par une multitude des fractures de toutes les tailles et à toutes les profondeurs. Leur longueur varie du centimètre à des milliers de kilomètres. Les fractures et les failles ont une influence prépondérante sur la modification des propriétés mécaniques des roches.

Elles s'organisent dans une région donnée en différentes familles, individuelles ou organisées en réseaux conjugués ou anastomosés.

En Algérie, l'étude géologique de certains bassins situés au Nord-est reste indispensable pour les replacer dans le contexte géologique régional des Maghrébides. Dans ce contexte, le Sillon des Sellaoua constitue un domaine appartenant aux zones externes allochtones (Blayac, 1912; .. David, 1956 ; , Voute. 1967 ; Villa ; 1980).

Les Sellaoua montrent une structuration en écaillés, caractérisée par une tectonique combinant une déformation plicative et des réseaux de failles, joints et fractures qui s'entrecroisent. Néanmoins, les Sellaoua restent encore une zone avec beaucoup d'ambiguïtés sur le plan géologique et plus particulièrement sur le plan structural.

Vu l'importance de la caractérisation de la fracturation des massifs rocheux, le présent travail a pour but d'analyser le réseau de fracturation des Sellaoua, par l'extraction des différents linéaments puis l'identification des familles dominantes et leur orientations principales. On se base sur l'analyse spectrale d'images satellitaires (**Landsat-oli 8**) réalisée avec le logiciel **ENVI 5.2**, le logiciel **Geomatca** et le système d'information géographique (**ArcGIS**).

**Mots clés :** Maghrébides, unités des Sellaoua, linéaments, réseau de fractures.

### **Références**

Bodin, J. et Razack, M. (1999). *L'analyse d'images appliquée au traitement automatique de champs de fractures. Propriétés géométriques et lois d'échelles. Bulletin de la société géologique de France, tome 170, n°4, p. 579-593.*

Darcel, C. (2002). *Corrélations dans les réseaux de fractures : caractérisation et conséquences sur les propriétés hydrauliques. Thèse de doctorat, Université Rennes 1, Rennes, France, 223 p.*

Yésou, H., Besnus, Y., Rolet, J. et Pion, J.-C. (1993). *Comparaison et évaluation des données SPOT, ERS-1, Seasat, Landsat et des données combinées lors d'études de géologie structurale. In 8e congrès de l'Association Québécoise de Télédétection, 16ème Symp. Télédétection, Sherbrooke, pp. 521-526.*

## UPPER MANTLE ANISOTROPY BENEATH NORTHERN ALGERIA FROM SHEAR-WAVE SPLITTING

Z. Radi , A. Yelles Chaouche and S. Guttouche.

*Center of Research in Astronomy Astrophysics and Geophysics, POB 63 Observatory Road, Algiers Algeria*

Northern Algeria is a large region in the north-western of Africa, lying on the collision boundary between the African and Eurasian plates. Few studies on Lithosphere and Mantle deformation have been conducted in this region. To better understand the seismic anisotropy patterns beneath this area, we used data from 17 broadband stations installed in Tellian and the Saharan atlases using the SKS shear wave splitting method by processing hundreds of teleseismic events. To estimate the seismic anisotropy, two parameters were calculated, the fast polarization direction and the delay time for each station-event pair. The results show that the seismic anisotropy can be described by two main orientations, ENE-WSW follows the general trend of the Saharan Atlas, particularly in the central and western parts, and ESE-WNW follows the Hodna Mountains in south-eastern Algeria.

Our results show that the anisotropy can be explained by single and heterogeneity in the anisotropic structure, where the measurements are very scattered, and the delay time and fast direction changed with the events backazimuth. In the ABSD, CBBR and CDCN stations, which lie in the arc between the Sahara Atlas and the Aurès Mountains, the origin hypothesis of the seismic anisotropy can be linked to the existence of a detached slab. Moreover, in ABZH, OKGL and EARB stations located in the Kabylide and Western regions, it can be associated with the Gibraltar slab. Both slabs sinking in the African margin mantle were previously imaged by seismic tomography. For the remaining stations, the single-layer best explains the observed seismic anisotropy from their regular fast polarization direction. The comparison of the obtained fast directions with GPS measurements shows that anisotropy fast axes are nearly perpendicular to the convergence direction between the African and Eurasia plates.

**Keywords:** shear wave splitting; SKS shear wave; seismic anisotropy; geodynamic; slab; northern Algeria.

---

## Hydrothermal alteration mapping and structural features in the Ain Smara basin, Constantine (Northeastern Algeria): contribution of Landsat OLI8 data

N. Rebouh<sup>1</sup>, A. Oudni<sup>2</sup>, A. Khiari<sup>2</sup>

*<sup>1</sup>Eastern Iron Mines Company, Boukhadra iron mine*

*<sup>2</sup>Laboratory of Natural Resources and Management of Sensitive Environments, Department of Geology, Faculty of Earth Sciences and Architecture, Larbi Ben M'hidi University, Oum El Bouaghi, Algeria*

The geological study of specific basins located in the East of Algeria seems essential in the regional geological context; thus, within the framework of the Maghrebides geology, several authors have carried out geological investigations about these basins among which post-orogenic and post-alpine restructuring has seen the establishment of systems of large

fault zones whose geometrical and geo-kinematic parameters are far from being known. The Ain Smara basin is an example of structures which seem to evolve in a still active tectonic corridor and interconnected with seismic faults. The main problem of this research would be to make a detailed mapping of the main faults or fault zones and the hydrothermal alteration zones of each structural relief. The description of the different types of mineralization associated with this alteration, fluid fillings and faults will improve knowledge of the mineralogical richness of the Constantine region and the Ain Smara basin in particular. Our study area is characterized by a hydrothermal aspect, whose springs were scattered all over the place, which may be at the origin of a part of the mineralization in the Constantine region such as the geological deposits of lead, zinc, and onyx. Remote sensing seems to be a reliable source of data on the one hand and also to map the hydrothermal formations in the finding basin on the other hand. The drawing up of the lineament map using remote sensing and the overlay with the actual fault map show that the areas with a high density of faults and lineaments are the ones that experience the most considerable hydrothermal alteration. the results of this study are summarized as follows The lineaments in our case of study are grouped into four orientations as follows: North East-South West, East -West, North West-South East, North-South. The predominant direction corresponds to the active fault direction of Ain Smara and Chettaba. The average NE-SW and E-W directions indicate the neotectonic structures of the Tellian atlas, finally the N-S direction is largely met in Ain Smara basin.

Most of the mineralization in the study area is located along faults, which have played a very important role in establishing the main deposits in this region. To confirm the results obtained by remote sensing, we collected samples at several locations in the study area Fig. 12. The large and deep faults of the massifs of limestone are the carriers for polymetallic mineralization. The main minerals found in our study area are: (Carbonate minerals, Ferrous minerals (zinc and lead), Iron oxide and hydroxide). X-ray diffraction analyzes were carried out on red body samples taken from the Djebel Felten fault and another body close to gypsum, these analyzes showed that the red body contains hematite, the calcite, quartz and also gypsum, on the other hand the other sample contains calcite, gypsum and quartz. In the chemical analyses, good mineralization contents were achieved at the level of Djebel Zouaoui and of the southwestern part of Djebel Felten on ferruginous bodies, the results going up to 6.5% of Pb and 18 % Zn, Zn, and Pb mineralization are similar to that of the Djebel Felten deposit with a grade of 0.7% Pb and 3.75% Zn. Results at the Djebel Karkara area in a formation of aragonite calcite and iron oxide with sometimes galena gave an order of 5.25% Pb and 3.35% Zn. In Djebel Ferikta the content is lower, 0.60% of Pb and 2.75 of Zn, and among the highest contents that of the sample of Djebel Ouled Sellam.

In this study, we show a good correlation between the faults and the arrangement of alteration zones. It was noted that there have been no comprehensive studies of remote sensing methods for the identification of minerals in hydrothermal alteration; the main objectives of this study are the following:

– Map hydrothermal alteration zones and minerals using band ratio and principal component analysis (PCA).

– Generate a correlation map between faults, hydrothermal alteration zones, mineralization, and promising mineralization zones.

– Verify remote sensing results by solid fieldwork and also chemical laboratory analyses.

**Keywords:** Remote sensing. Ain Smara. Lineament. Hydrothermal alteration. Mineralization

---

## **Apport de la méthode gravimétrique intégrée dans la modélisation géologique de la région Kalaat Senam et le graben d'Ouled Boughanem**

A. RJIBA<sup>1</sup> & M. GHANMI<sup>1</sup>

*Université de Tunis El Manar, Faculté des sciences de Tunis, LR01ES06 Ressources Minérales et Environnement, 2092, Tunis, Tunisie*

*E-mail: amira.rjiba2@gmail.com ; ghanmi.mohamed@gmail.com*

Cette zone d'étude est considérée comme une zone clé pour les ressources hydrogéologiques, pétrolières et minières.

Cette étude basée sur l'analyse des données gravimétriques a pour but d'améliorer la connaissance des structures du NW de la Tunisie. La carte de l'anomalie résiduelle a d'abord été calculée à partir de la carte d'anomalie de Bouguer en enlevant un gradient régional. La résiduelle calculée fournit des informations tel que les différentes structures présentés dans le domaine d'étude et nous donne aussi des informations sur la variation de la densité dans les grabens d'Ouled Boughanem et Kalaa Khesba. Une approche plus avancée "Filtre Gaussien" a été intégrée dans le but de montrer que la méthode gravimétrique peut être une innovation et une solution peu coûteuse pour (i) produire une image fine de la géométrie du sous-sol et (ii) identifier de nouveaux prospects pour offrir une opportunité d'exploration future.

Afin de mettre en évidence les différentes structures géologiques (failles, etc.) dans le secteur d'étude, différentes techniques tel que gradient horizontal, TILT, Déconvolution d'Euler...) ont été appliquées à la carte gravimétrique du NW de la Tunisie. Les résultats obtenus de ces différentes cartes interprétées ont permis de dresser une carte structurale synthétique présentant le système de failles responsable de la structuration de la zone d'étude. La majorité de ces failles sont de direction NW-SE, NNW-SSE à NS et NE-SW à EW qui ont eu un rôle majeur dans la genèse des plis et l'ouverture des fossés d'effondrement de direction NW-SE.

Cette carte constitue un document très utile pour orienter les recherches pétrolières, minières et hydrogéologiques futures.

**Mots clés :** Centre Ouest Tunisie, Graben, Gravimétrie, Ressources

## **"S" type syncollisional granite of Kasimovian age (Upper Carboniferous) from the Cap Bougaroun basement (Collo, Northeastern Algeria): Evidences from petrogeochemistry and U-Pb geochronology**

A. Seffari<sup>1,2</sup>, N. Abdallah<sup>1</sup>, Olivier Bruguier<sup>3</sup>, D. Bosch<sup>3</sup>, A. Afalfiz<sup>1</sup>, A. Yelles-Chaouche<sup>2</sup>, A. Lekoui<sup>4</sup>, H. Ymmal<sup>2</sup>, R. Laouar<sup>5</sup>, A. Ouabadi<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Laboratoire de Géodynamique Géologie de l'Ingénieur et Planétologie. Faculty of Earth Sciences, Geography and Country Planning FSTAGT/USTHB, Algeria.*

<sup>2</sup> *Center of Research in Astronomy, Astrophysics, and Geophysics (C.R.A.A.G.), BP 63, 16340 Bouzaréah, Algiers, Algeria.*

<sup>3</sup> *Géosciences Montpellier, Université de Montpellier, CNRS, Place E. Bataillon, 34 095 Montpellier, France.*

<sup>4</sup> *Laboratoire de génie géologique. Département des Sciences de la Terre et de l'Univers, Université Mohamed Seddik Ben Yahia, Jijel, Algeria.*

<sup>5</sup> *Département de géologie, FST, Université Badji Mokhtar Annaba, B.P. 12, 23000, Annaba, Algeria*

In the North Eastern of Algeria, metamorphic basements outcrop as a relic assigning the end of Paleozoic history, and are distributed along coastal area from Jijel to the west, Collo until Skikda to the east. The associated granite represents an important part of their lower unit. The granites of the Cap Bougaroun basement (Collo) are studied in order to shed the light on their petrographical, geochemical and geochronological characteristics. These granites are cordierite and sillimanite – rich rocks and vary in their composition from monzogranites to syenogranites. The geochemistry of these granites indicates that they are of S-type exhibiting a peraluminous character with high normative Corundum values (4.1 -9.5%) and are shoshonitic with higher K content than Na. They are enriched in LREE and LILE relative to HREE and HFSE respectively with high  $(La/Yb)_N$  ratios (15.65-24.86) which is often explained by the presence of garnets in source rock during partial melting, and thus confirm that these rocks are anatectic granites. Moreover, in the geotectonic discrimination diagrams, these peraluminous anatectic rocks plot within the field of the syn-collisional granites.

New U-Pb data on zircon (LA-ICP-MS) obtained from the syn-collisional granites of Cap Bougaroun, in addition to those obtained on the post-collisional granites of the Karkera (Peucat et al., 1996) (5 km from the Cap Bougaroun basement) allowed the distinction of two granite ages: (1) Late Carboniferous (Kasimovian) syn-collisional age of  $304 \pm 3$  Ma, and. (2) Post-collisional Lower Permian age of  $280 \pm 5$  Ma. According to these results, the emplacement of the S-type granites corresponds to the collision process between Gondwana and Laurussia at 304 Ma while the Kerkera granite has been probably emplaced along a detachment fault of a metamorphic core complex, during the stress release phase following the collision at 280 Ma.

**Keywords:** S type granite, geochemistry, zircon U-Pb geochronology, kabylian basement, Cap Bougaroun.

### **Reference**

Peucat, J.J., Mahdjoub, Y., Drareni, A., 1996. U-Pb and Rb-Sr geochronological evidence for late Hercynian tectonic and Alpine overthrusting in Kabylie metamorphic basement massifs (northeastern Algeria). *Tectonophysics* 258, 195-213. [https://doi.org/10.1016/0040-1951\(95\)00197-2](https://doi.org/10.1016/0040-1951(95)00197-2)

## **Contribution of Sentinel-2 images and GIS for geological mapping in Ouanougha region (The Bibans, Tellian Atlas, Algeria).**

A. Serkhane<sup>1,2</sup>, S. Laid<sup>2</sup>, A. Ramdan<sup>2</sup>, R. Djeddi<sup>1</sup>, M. Sadi<sup>1</sup>, Y. Rabah<sup>1</sup>, Y. Bouhadad<sup>3</sup>, M.S. Guettouche<sup>2</sup>, A. Bennia<sup>4</sup>.

<sup>1</sup>Algerian Geological Survey Agency (ASGA), Lot 11 December 1960, El-Biar, Alger, Algeria.

<sup>2</sup>University of Science and Technology of Algiers (USTHB), BP 32, Bab Ezzouar, 16111, Algiers, Algeria.

<sup>3</sup>National Earthquake Engineering Center (CGS), Rue Kadour Rahim, H. Dey, Algiers, Algeria.

<sup>4</sup>Center for Space Techniques (CTS), Algerian Space Agency (ASAL), Arzew, Algeria.

### **Abstract**

Geological mapping is the basis of development in many aspects such mining and petroleum prospecting activities as well as urban planning and risk management. In its classical approach, geological mapping is essentially based on field observation and investigation where data interpretation and compilation were performed manually that requires long, laborious, expensive and high-risk work. Nowadays, the development of computer sciences and space technology products have enabled the digitalization of the geological mapping process. Indeed, remote sensing and geographic information systems (GIS) have become essential tools for geological mapping. In this work, we aim to combine remote sensing data, represented by the European Sentinel-2 satellite images, DEM and GIS in order to perform a geological mapping of the Ounougha region, located between the Bibans (Atlas Tellien) to the north and the Hodna basin to the south. The study region is characterized by a semi-arid climate and very steep reliefs that make field geological work very difficult. Therefore, the integration in GIS of data from different sources (geology, geomorphology, land use, etc.) and image processing offer a multitude of viewing possibilities and interpretation not offered by conventional methods.

**Keywords:** Sentinel-2, geological mapping, image processing, GIS, M'sila.

---

## **La modélisation de la profondeur de Mohorovicic au Maghreb.**

A. Talantikite<sup>1</sup> et M. Hamoudi<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Laboratoire de géophysique, (USTHB)

L'étude de la géodynamique du Maghreb permet une meilleure compréhension de la formation du Maghreb et une meilleure caractérisation des différents domaines géologiques.

Le but de cette étude est de proposer un modèle de la topographie du Moho pour tout le Maghreb où seules quelques études similaires ont été réalisées sur des zones de faible extension. La méthode utilisée est basée sur l'inversion 3D des données gravimétriques satellitaires fournies par le Bureau Gravimétrique International (BGI).

L'inversion des données gravimétriques est considérée comme la résolution d'un problème non linéaire, étant donné qu'il s'agit de déterminer les géométries et les profondeurs des sources d'anomalies. Par contre lorsqu'il s'agit de déterminer les distributions des densités des structures géologiques alors le problème est linéaire. La principale limitation des méthodes d'inversions de données de champs de potentiels est liée à la non unicité de la solution. Différents modèles peuvent engendrer la même réponse.

L'algorithme utilisé étant basé sur la transformation de Fourier, la grille de données de départ est nécessairement plane. Il est donc nécessaire d'appliquer l'opérateur développé pour l'inversion comme un filtre mobile qui balayera toute la région étudiée avec des surfaces de recouvrement pour tenir compte de la sphéricité du globe et des hétérogénéités des structures pour de telles échelles.

Le code de Oksum E. Pham. L.T., (2020), permet le calcul de la géométrie en 3D de l'interface de densité horizontale à partir d'une anomalie de gravité maillée par la méthode itérative de Parker-Oldenburg. Étant donné la profondeur moyenne de l'interface de densité et le contraste de densité entre les deux milieux, la géométrie tridimensionnelle de l'interface est calculée de manière itérative. Le processus itératif est terminé lorsque l'erreur quadratique moyenne est inférieure à une valeur fixée arbitrairement.

**Mots clés :** Gravimétrie – Maghreb – Moho – méthode d'inversion 3D – profondeur de Mohorovičić

## Références

Gomez-Ortiz, David & Agarwal, Bhriqu. (2005). 3DINVER.M: A MATLAB program to invert the gravity anomaly over a 3D horizontal density interface by Parker-Oldenburg's algorithm. *Computers & Geosciences - COMPUT GEOSCI.* 31. 513-520. [10.1016/j.cageo.2004.11.004](https://doi.org/10.1016/j.cageo.2004.11.004).

Diaz, J., Gil, A., Carbonell, R., Gallart, J., Harnafi, M., 2016a. Constraining the crustal root geometry beneath Northern Morocco. *Tectonophysics* 689, 14-24. <https://doi.org/10.1016/j.tecto.2015.12.009>

Pham, L., Oksum, E. ., & Dolmaz, M. . (2021). GRV\_D\_inv: A graphical user interface for 3D forward and inverse modeling of gravity data. *Geofizicheskiy Zhurnal*, 43(1), 181-193. <https://doi.org/10.24028/gzh.0203-3100.v43i1.2021.225546>

---

## Pétero-Géochimie des Ophiolites du massif de Moul Ed Demamene (El Milia- NE Algérie)

A. Talhi <sup>1,2</sup>, A. Bourefis <sup>2</sup> et M.C. Chabou <sup>1</sup>

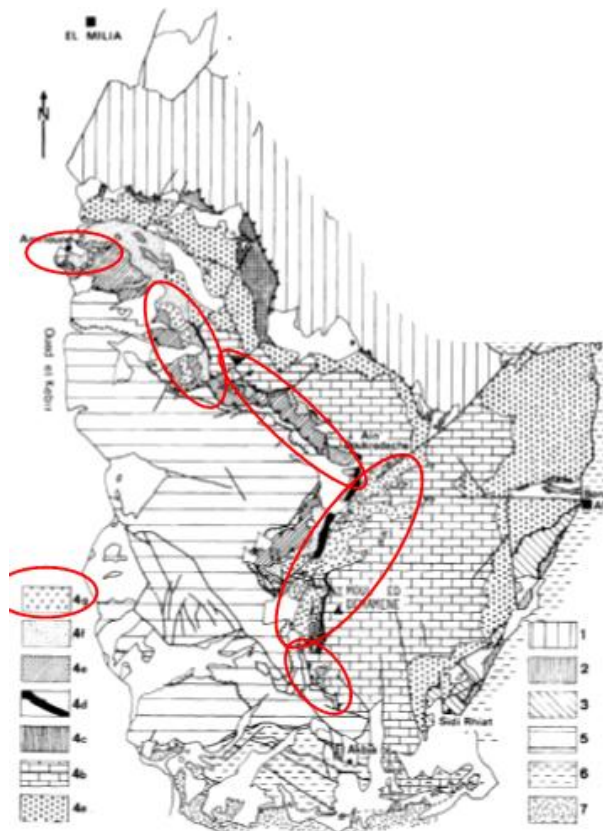
<sup>1</sup>Département des Sciences de la Terre, Institut d'Architecture et des Sciences de la Terre, Université Ferhat Abbas, Sétif

<sup>2</sup>Laboratoire de géologie et d'environnement, Département des sciences géologiques, Faculté des sciences de la terre, de la géographie et de l'aménagement du territoire, Université des frères Mentouri, Constantine 1

Les ophiolites du massif de Moul Ed Demamene recourent les unités tectoniques des Achaïches et affleurent depuis El Akbia à Boukhdache. Elles sont composées par des gabbros et micro gabbros et des dolérites plus ou moins altérées à fortement altérées par endroits. Au Nord du massif, depuis Bouakal à Amrioune, les sills et dykes doléritiques sont



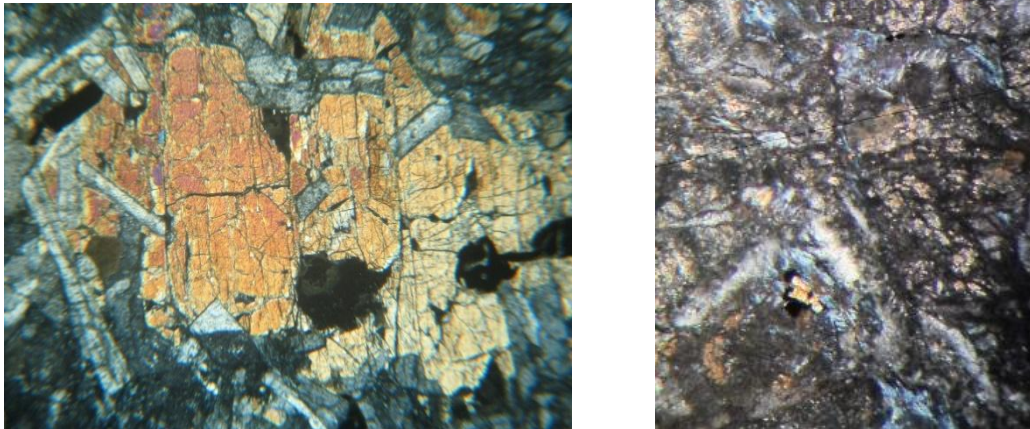
prédominants. L'âge absolu de ces ophiolites n'est pas connu, mais d'après leurs positions structurales dans les flyschs, elles sont post-Thitonique (Berriasien).



1- Socle Kabyle; 2- Unité et série de Sidi Ahmed, 3- Unité et série de Sidi Rhiat; 4- Unité et Série des Achaïches - 4a : Trias (grès et radiolarite- tes); 4b : Lias (calcaires à silice); 4c : Dogger-Malm (calcaires à filaments, micro- brèches à Aptychus); 4d : radiolarites; 4e : Berriasien (calcaire à Calnionelles); 4f : Néocomien p.p. à Albien ? 'flysch gréseux); **4g : dolérites intrusives et laves Berriasienes en coussins**; 5- écaïlles inférieures (unités Telliennes et massyliennes); 6- flyschs en position supra-kabyle et flyschs des écaïlles d' El Akbia; 7- formations Telliennes

**Figure 01** : carte détaillée de l'écaïlle des Achaïches dans son cadre structurale (Bouillin,1977)

Les principaux minéraux constituant les gabbros, les micro gabbros et les dolérites sont les plagioclases et les clinopyroxènes en phénocristaux. Les minéraux d'altération sont la chlorite, l'épidote et l'albite. La calcite et le quartz remplissent les micro veines. Le sphène, l'hématite, la pyrite et la chalcopryrite sont les minéraux accessoires.



**Figure 02 :** phénocristaux de clinopyroxène et de plagioclase + épidoite et chlorite

La géochimie des éléments majeurs et traces indiquent une nature basique et tholéiitique de type N-MORB des roches étudiées. Elle est identique à celle des ophiolites de Texenna qui affleurent plus à l'Ouest, et semblent être issues du même plancher océanique qui sépareit le Nord de l'Afrique du domaine AlKaPeCa.

**Mots clés :** ophiolites, massif Moul Ed Demamene -gabbro - micro gabbro - dolérite - MORB

### **Références**

**BOUILLIN J P., 1977 :** *Géologie alpine de la petite Kabylie dans la région de "Collo" et "d'El Milia" (Algérie).* Thèse SC., Paris VI, 551 p., 127 fig., 2 pl.h.t.

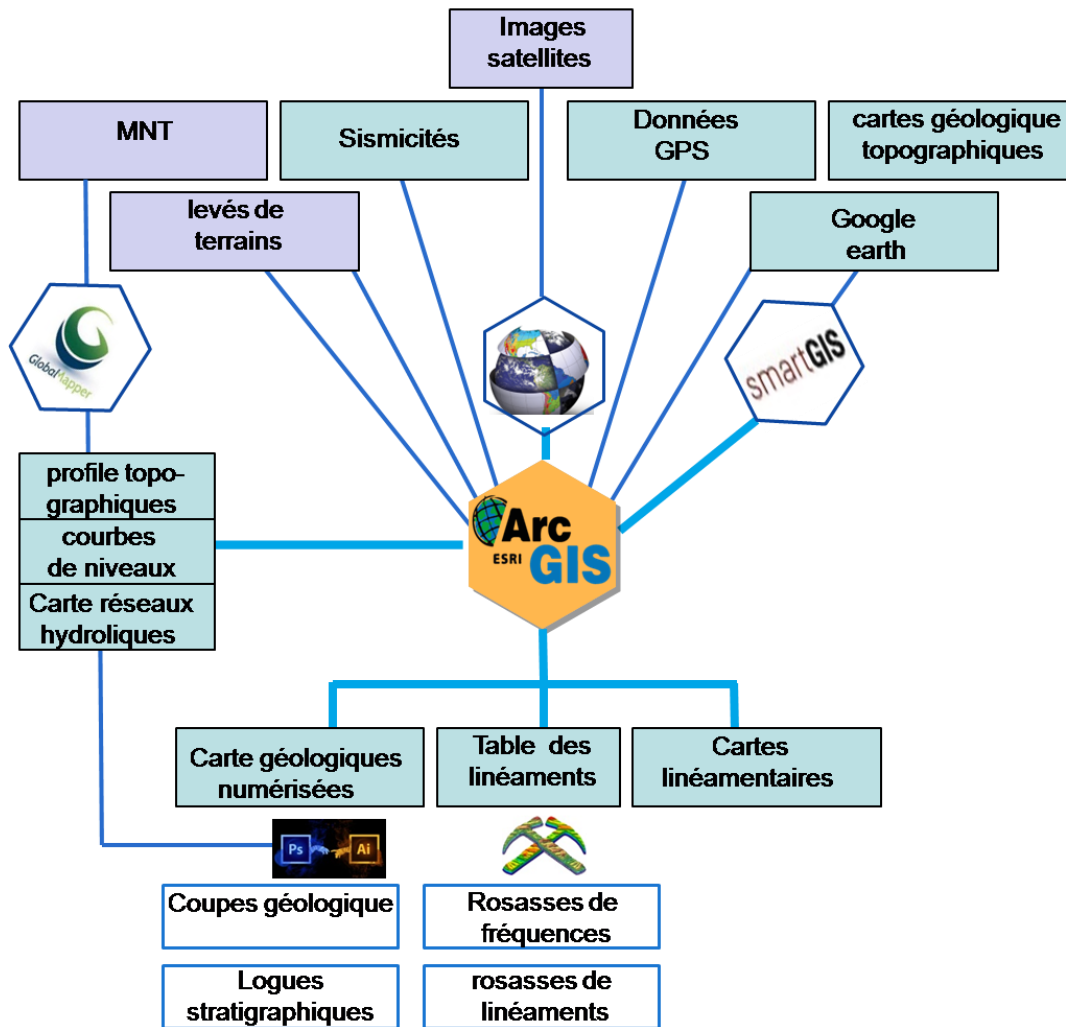
---

## **Analyse néotectonique et cartographie de synthèse du sahel de Koléa**

A. Tizeraoui et Y. Mohammedi

*CRAAG, Département de Géophysique, BP 63 Bouzareah, Alger, Algérie*

La faille du Sahel est considérée comme l'une des structures sismogènes majeures qui bordent le bassin de la Mitidja dans sa partie nord. L'objectif de ce travail est de contribuer à la compréhension de cette structure dans sa partie centrale autour de Koléa. Pour atteindre cet objectif, une approche pluridisciplinaire a été suivie. Tout d'abord, on a réalisé une étude indirecte par le recours aux techniques de la télédétection suivie par une analyse structurale directe sur les terrains Plio-Quaternaire de la zone.



**Figure 1.** Organigramme résumant les différentes approches utilisées au cours de ce travail.

Les résultats montrent que la structure du Sahel dans la transversale de Koléa est un monoclinale à pendage sud, cette structure monoclinale est tronquée au sud par une faille inverse à pendage fort. Le mouvement successif de la faille a induit un redressement local des couches pliocène.

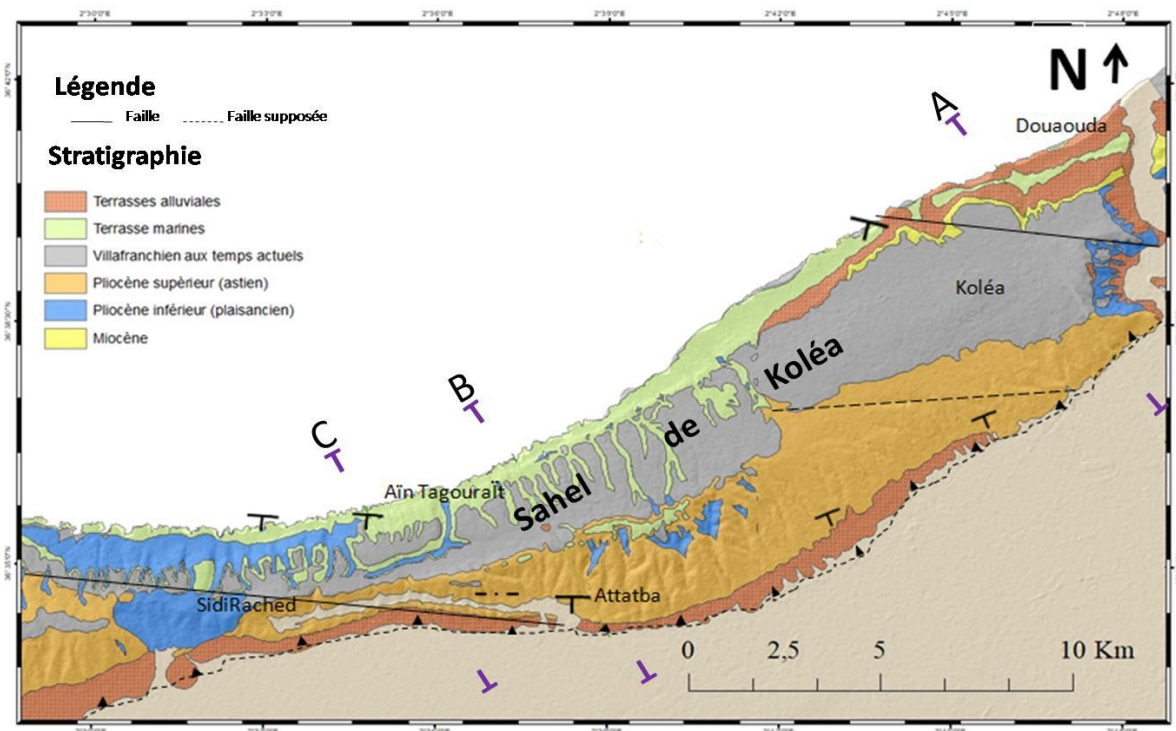


Figure 2. Carte géologique simplifiée montrant la localisation des coupes.

**Mots clés :** Faille de sahel – Structures sismogènes – Analyse structurale.

## Références

Aymé A (1962) Carte géologique de Tipaza 1/50000. Institut géographique nationale.

Authemayou C, Pedoja K, Heddar A, et al (2017) Coastal uplift west of Algiers (Algeria): pre- and post-Messinian sequences of marine terraces and rasas and their associated drainage pattern. *Int J Earth Sci* 106:19–41. doi: 10.1007/s00531-016-1292-5.

## Biostratigraphie et reconstitution paléoenvironnementale de la série pliocène de la région de Koléa (Sahel Ouest Algérois)

H. Ymme<sup>(1)</sup>, L. Moufî-el houari<sup>(2)</sup>, M. Sadaoui<sup>(3)</sup>, F. Bellalem<sup>(1)</sup>, A. Seffari<sup>(1)</sup>, et A. Yelles-chaouche<sup>(1)</sup>.

<sup>1</sup>Centre de Recherche en Astronomie, Astrophysique et Géophysique (CRAAG).

<sup>2</sup>Faculté des Sciences de la Terre, de Géographie et d'Aménagement du Territoire, Université des sciences et de la technologie Houari Boumediene.

<sup>3</sup>Laboratoire Ressources Minérales et Energétiques, Université M'hamed Bougara. Boumerdès.

La région de Koléa, faisant partie du Sahel Ouest algérois, est constituée d'une formation composée de terrains d'âge Pliocène inférieur à l'Actuel.

La reconstitution des paléoenvironnements au cours des temps géologiques n'est pas toujours facile à mettre en évidence, car elle est fondée à la fois sur l'étude lithostratigraphique et biostratigraphique visant à donner une interprétation fidèle

des temps passés. Les séries pliocènes algériennes n'ont pas été suffisamment analysées selon ces méthodes. C'est pourquoi, la série du Pliocène de Koléa, sur laquelle nous avons obtenu des données lithostratigraphiques et biostratigraphiques, doit être considérée, à ce titre, comme une série de référence du Pliocène, utile pour les corrélations régionales à l'échelle du cadre méditerranéen.

L'analyse des foraminifères planctoniques a permis d'identifier au Zancéen : la Zone à *Globorotalia puncticulata* et la zone à *Globorotalia margaritae*, et au Piacenzien : la Zone à *Globorotalia crassaformis* et la Zone à *Globorotalia inflata*.

L'analyse combinée des données quantitatives et qualitatives des associations microfaunistiques, des paramètres paléocéologiques (indice de pélagisme, rapport P/B, richesse spécifique et abondance), ainsi que l'examen de la composition des associations de foraminifères benthiques a fourni des précisions sur les paléoenvironnements de la région étudiée. En effet, les dépôts du Zancéen caractérisent un environnement calme et profond, évoluant vers un milieu peu profond, tendant à l'émersion pendant le Piacenzien, contemporain avec la régression majeure fini-piacenzienne.

**Mots-clés** : Biostratigraphie, paléoenvironnements, foraminifères, Pliocène, Koléa.

---

## **Diagenesis and stadial analysis of Jurassic Dolomite: case of South Setifian Shelf (NE Algerian)**

Y.B. El Hadj<sup>(1)</sup>, A. Bensekhria<sup>(1)</sup>, R. Djeflal<sup>(1)</sup> & M. Chadi<sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup>Department of Geology, University of Batna 2, Fisdis,

<sup>(2)</sup>Management of urban technics department, Constantine 3 University.

### **Abstract**

The carbonate series of South-Setifian Shelf provides a good example of the carbonate shelf sedimentation study in the external zones of the Eastern Algerian Alpine Belt. It's about deposits which by their sequential evolution, lithology and their diagenetic evolution are similar to those of the actual Bahamian shelf. Detailed diagenetic analysis has allowed the distinction of many petrographic types analyzed by cathodoluminescence (*cf.* Figure), also, it has allowed to sketch the paleogeography and to propose the dolomitisation model of the series.

**Keywords** : Carbonate, Jurassic, Algeria, Diagenesis, Paleogeography Model

## **L'Éocène de la dorsale médio-interne du Djurdjura**

L. Yousnadj<sup>(1)</sup>, Y.B. Elhadj<sup>(2)</sup>

*<sup>(1)</sup>Laboratoire MGRE du département de Géologie à LISTU de l'Université de Batna2 Algérie.*

*<sup>(2)</sup>Laboratoire LAGED, Géo-prospective, Environnement et Développement de l'Université de Constantine3 Algérie.*

Ce travail est porté sur la description de quelques formations géologiques d'âge Eocène dans la dorsale médio-interne de massif du Djurdjura.

La zone d'étude est située à Ait Bouadou, près de la frontière de la wilaya de Tizi Ouzou et celle de Bouira, dans la chaîne des Maghrébines, au nord de l'Algérie.

L'étude a été effectuée sur des lames minces chargées de microfossiles (foraminifères...), ce qui nous a permis d'établir une nouvelle coupe lithologique dans cette région.

Une corrélation avec les formations éocènes de la dorsale interne a ensuite été faite afin de comparer les caractéristiques sédimentologiques attribuées à cet âge dans cette partie de la dorsale calcaire kabyle du Djurdjura.

**Mots clés :** Éocène, Djurdjura, Dorsale, Sédimentologie, Algérie.

# **SESSIONS POSTERS**

## **SESSION 2 : DOMAINE SAHARIEN**



## Cadre stratigraphique et sédimentologique du Plateau du Tinrhert (SE Algérie) durant le Cénomano-Turonien

M. Adaci<sup>1</sup>, D. Zaoui<sup>1</sup>, M. Benyoucef<sup>2</sup>, A. Mennad<sup>1</sup> et M. Bensalah<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Laboratoire de Recherche N° 25 « PRHPM-LECT », Université de Tlemcen, Tlemcen Algérie.

<sup>2</sup> Faculté Des Sciences de La Nature Et de La Vie, Département Des Sciences de La Terre Et de l'Univers, Université de Mascara, Mascara Algérie.

Le présent travail est une étude litho-bio-stratigraphique et sédimentologique de l'intervalle Cénomano-Turonien du Plateau du Tinrhert (SE de l'Algérie). Cinq unités stratigraphiques, auparavant présentées comme des unités informelles, sont formellement définies : Mazoula (Cénomaniens inférieur-moyen), Bordj Omar Driss (Cénomaniens supérieur-Turonien inférieur), In Adaoui (Turonien inférieur), Ben Houillet (Turonien moyen) et Takouazet (Turonien supérieur). La Formation de Mazoula est constituée de marnes gypsifères avec quelques horizons bioclastiques. La Formation de Bordj Omar Driss comprend trois unités: (a) l'unité calcaire inférieure est composée de calcaires durs bioclastiques contenant des bivalves (principalement huîtres), gastéropodes et échinides, (b) l'unité calcaire moyenne est constituée de calcaire riche en faune benthique (bivalves, gastéropodes, échinides) et pélagique (ammonites et nautilus), (c) l'unité calcaire supérieure est dominée par des calcaires à grains fins renfermant d'abondantes ammonites, foraminifères planctoniques et rovácrinides. La Formation d'In Adaoui est caractérisée par des bancs calcaires riches en ammonites intercalés avec des marnes jaunâtres à verdâtres. La Formation de Ben Houillet peut être subdivisée de manière informelle en trois unités : (a) l'unité mixte silicoclastique-carbonatée est composée de marnes vertes interstratifiées de grès et de calcaires bioclastiques; (b) l'unité marno-calcaire ; (c) l'unité de gypse et d'argile rouge. La Formation de Takouazet est une barre calcaire dolomitique litée dépourvue de fossiles. La succession étudiée est subdivisée en quatre biozones d'ammonites : *Neolobites vibrayeanus*, *Nigericeras gadeni*, *Vascoceras cauvini* et *Pseudotissotia nigeriensis-Choffaticeras sinaiticum*. La limite Cénomaniens-Turonien se situe à la limite entre la Formation de Bordj Omar Driss et celle d'In Adaoui coïncidant avec la base de la Zone à *Pseudotissotia nigeriensis-Choffaticeras sinaiticum*. Sur le plan sédimentologique, la succession étudiée montre le développement d'un système de dépôt en rampe en réponse à la hausse eustatique du début du Crétacé supérieur sur la marge méridionale de la Téthys.

**Mots clés :** Crétacé supérieur, Tinrhert, Lithostratigraphie, Biozones d'ammonites, Modèle de dépôt.

## **Corrélation et synthèse de la cartographie 1/200000 dans les monts d'Ougarta**

<sup>1,2</sup> N.ATMANE et <sup>2</sup> T.BOUIMA

[nassim.atmani@univ-setif.dz](mailto:nassim.atmani@univ-setif.dz)

<sup>1</sup> Unité de recherche en matériaux émergents (ERME)

<sup>2</sup> Département des sciences de la terre, Université Ferhat Abbas Sétif1

Les monts d'Ougarta constituent une vaste étendue de chaînes montagneuses connue comme étant un laboratoire à ciel ouvert pour géologues par ses affleurements géologiques très diversifiés. Néanmoins du point de vue cartographique et lithologique, il existe plusieurs feuilles et esquisses géologiques au 1/50 000 et au 1/200 000 couvrants la quasi-totalité des différentes formations dont certaines ne sont pas vraiment accessibles ou pratiquement illisibles, ce qui rend leur utilisation pas très pratique, rajoutant à cela que la nomenclature et l'indexation des facies est différente d'une feuille à une autre.

En partant de ce principe et par le biais des diverses techniques de la cartographie prédisposées par les Systèmes d'information géographiques (SIG), nous avons effectué une corrélation par la vectorisation de dix (10) feuilles géologiques réalisées dans cette région ainsi que les travaux scientifiques en terme de cartographie et de l'imagerie des différentes formations ainsi que nos travaux de télédétection qui ont pour objet la contribution à la cartographie des massifs volcaniques inclus dans notre projet de thèse.

Dans ce travail actuel, nous allons présenter une carte synthétique au 1/200 000 par corrélation réalisée sous Arc GIS complétée par une base de données vectorielle pour une meilleure utilisation de l'information géologique.

**Mots clés :** Ougarta, cartographie, facies, SIG

## **Practical Sequence Stratigraphy of the Lower Devonian series Aoulef-Akabli axe (Ahnet basin, Saharian Platform, Algeria)**

M. Ben Abdelkrim, A. Ouali Mehadji, Z. Oufiane et A. Draoui

Laboratoire de paléontologie stratigraphique et paleo- environnement Université d'Oran 2

Our study is a part of the pre-Tassilian country of the Western Ahnet basin, in the region of Aoulef and Akabli, where the Lower Devonian series outcrops with essentially clayey-sandstone lithology. These series are divided into three (3) formations: "the formation of Ain Ech-cheikh clays", "the formation of Sebkhah Mekerrhane sandstones" and "the clayey-sandstone-carbonate formation".

Lithostratigraphy study of two sections cropping out in the Aoulef and Akabli sectors, analysis of the facies and sedimentary structures generated by the hydrodynamic conditions allowed us to identify four (4) characteristic associations representing different bathymetric slices on a detrital platform ranging from foreshore to offshore.

The Ain Ech-cheikh clay formation constitutes a distal mudflat presenting an Offshore to Offshore-transition environment. The Sebkha Mekerrhane sandstone formation was deposited in the proximal part of a detrital platform in the form of an alternation between an *Offshore-transition* environment to *Shoreface* in the lower member and another in the *foreshore* in the upper member. The clayey-sandstone-carbonate formation presents a distal to medium oscillating between the *Offshore-transition* to *Shoreface*.

The study in terms of sequence stratigraphy shows 4<sup>th</sup> Order transgressive-regressive (T/R) sequences grouped into two third-Order sequences determining two T/R cycles whose duration is estimated at approximately 9.5 Ma.

**Key words:** Pre-Tassilian country, Aoulef, lithostratigraphy, Ain Ech-cheikh, Sebkha Mekerrhane, Lower Devonian, sequence stratigraphy.

---

## Datation U-Pb sur zircon des granitoïdes de la région de Tin Dahar (terrane de Silet, Hoggar occidental)

Berrahmane N.\*<sup>1</sup>; Fettous E. H<sup>1</sup>; Bendaoud A.<sup>1</sup>; DOUKKARI S.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> LGGIP, FSTGAT, U.S.T.H.B., B.P. 32 El Alia, Dar el Beida, 16111-Alger, Algérie

La région de Tin Dahar est située à l'Est du terrane de Silet et présente les mêmes lithologies décrites dans ce terrane : Pharusien I à la base, surmonté en discordance (discordance intrapharusienne) par le Pharusien II. Les deux séries sont affectées par un métamorphisme de bas grade de faciès schistes verts et contiennent quelques lentilles d'amphibolites et de metabasaltes. Les formations volcano-sédimentaires sont recoupées par des granitoïdes syn-cinématiques calco-alcalins hautement potassiques entre 870 Ma et 840 Ma. Les granodiorites-diorites font partie d'un plus grand batholite (Tin Tikadiouite) qui a enregistré une seule phase de déformation liée au début de l'orogénèse panafricaine datée à 630 Ma.

Une étude géochronologique a été faite dans la région de Tin Dahar. Six échantillons de granitoïdes ont été datés : un du batholite de Taklet, quatre du Tin Tikadiouite et un seul dans les granites qui intrudent les roches ultramafiques. La méthode de datation utilisée est U/Pb sur zircons (LA-ICP-MS). Les résultats obtenus montrent que ces granites ont été mis en place à différentes époques au cours de l'orogénèse africaine, comme suit : le granite de Taklet est daté à  $864,8 \pm 5$  Ma, tandis que le granite de Tin Tikadiouite a des âges compris entre  $732,3 \pm 3$  Ma et  $772,3 \pm 7$  Ma. Le granite qui a intrudé les roches ultramafiques révèle des âges plus jeunes autour de  $675,2 \pm 3$  Ma. Nous pensons que ces résultats sont concordants avec un site géodynamique d'arc insulaire/continental qui a persisté de 870 Ma à 675 Ma ( $\approx 200$  Ma).

**Mots clés :** Tin Dahar, Silet, U/Pb sur zircons, granitoïdes

---

## **Caractérisation de la fracturation des réservoirs Cambro-Ordovicien de la région du Tinrhert (bassin d'Illizi, Algérie)**

K. DEBIANE<sup>1</sup>, R. CHAOUCHI<sup>1</sup> et S. DAHMANI<sup>2</sup>

<sup>1</sup> *Laboratoire de Recherche ressources minérales et énergétique, FHC, Université M'Hamed Bougara, Boumerdes, Avenue de l'indépendance, 35000 Algérie.*

<sup>2</sup> *Laboratoire de Géodynamique, Géologie de l'Ingénieur et de Planétologie, FSTGAT-U.S.T.H.B., B.P. 32 El Alia, Dar el Beida, 16111-Alger, Algérie.*

Le bassin d'Illizi est localisé dans la partie Sud-Est du Sahara algérien. Il représente l'ensemble méridional de la synclise Est saharienne appelée également province Berkine- Illizi. Sa superficie est de 108 424 km<sup>2</sup>.

La zone de Tinrhert est située dans la partie Nord Est du bassin d'Illizi, cette région concerne dix-sept gisements de gaz, dont sept avec anneau d'huile dont les principaux réservoirs producteurs de gaz sont les réservoirs Dévonien, Silurien et Cambro-Ordovicien.

Les réservoirs du complexe Cambro-Ordovicien sont subdivisés en six (06) unités réservoirs, à savoir (Unité II, III-1, III-3, VI-1, VI-2 et VI-3), et sont considérés comme les plus importants réservoirs pétroliers dans les bassins paléozoïques algériens. Ils sont constitués par des formations montrant un faciès hétérogène, caractérisé par de faibles productions initiales de gaz améliorés par fracturation. Ceci est essentiellement dû au fait qu'ils sont compacts, palliant ainsi aux faibles caractéristiques matricielles.

Nous avons réalisé des analyses macroscopiques détaillées des fractures sur carottes, des logs de fracturation et des analyses statistiques établies pour les réservoirs Cambro-Ordovicien. Ces analyses ont montré un pendage des fractures compris entre 10° et 90°, avec une prédominance pour la famille des pendages de l'intervalle 70° et 90°. Ces fractures correspondent à des fractures fermées (FF), des fractures semi ouvertes colmatées par de la silice (FSOC) et des fractures ouverte (FO), avec une ouverture qui varie entre 1 et 3mm.

**Mots clés :** Illizi, Tinrhert, réservoirs, cambro-ordovicien, fractures.

## **Analyse lithostratigraphique et sédimentologique de la série turono-coniacienne du Djebel Tuggurt – Monts de Belezma-Batna- NE Algérie**

R. Djeffal<sup>1</sup>, A. Yahiaoui<sup>1</sup> et YB. El Hadj<sup>1</sup>

*<sup>1</sup>Département de géologie, université Batna 2*

La région d'étude fait partie de l'avant pays atlasique et couvre une partie du domaine structural pré-atlasique représenté par les monts de Belezma-Batna.

L'étude de la série turono-coniacienne du flanc méridional des Monts de Belezma-Batna révèle l'enchaînement de trois formations lithologiques cartographiables : à la base une formation à dominante marneuse avec une épaisseur de 178 m et d'âge Turonien moyen à supérieur, au milieu une formation à dominante calcaire d'épaisseur de 105 m et dont la base est d'âge Turonien supérieur, le reste est d'âge Coniacien inférieur. Au sommet la formation marno-calcaire est d'une épaisseur de 110 m et d'âge Coniacien inférieur à moyen.

La limite Turonien-Coniacien au niveau de toute la Téthys reste floue et correspond seulement à un changement de faciès. En l'absence d'arguments paléontologiques du fait que la sédimentation était généralement benthique, ces formations ont été datées sur la base de corrélations avec les travaux des régions voisines (Tunisie et Maroc) et les travaux antérieurs. La limite a été placée juste au-dessus du niveau repère de la barre à rudistes et polypiers.

L'étude sédimentologique basée sur les analyses faciologique, microfaciologique et chimiques montre que les formations lithologiques rencontrées au niveau du Dj. Tuggurt renferment trois associations de faciès correspondant à l'évolution d'une plateforme carbonatée : des faciès de plateforme externe caractérisés par l'ouverture sur le bassin, des faciès de plateforme moyenne caractérisés par l'installation des bioconstructions à rudistes et des faciès de plateforme interne caractérisés généralement par l'abondance des foraminifères benthiques.

L'analyse séquentielle permet de distinguer quatre mégaséquences, dont les trois premières ont une tendance régressive, la quatrième est à polarité transgressive. Ces mégaséquences sont séparées par des discontinuités de 3<sup>ème</sup> ordre généralement fortement bioturbées et ferruginisées.

Du point de vue structural, la région d'étude est formée de grands plis de direction NE-SW affectés par des accidents généralement dextres d'orientation NW-SE. Une structure générée surtout par les phases atlasique et alpine.

**Mots clés :** Turono-Coniacien-Téthys- Monts de Belezma - Batna - Rudiste

## **Datation U-Pb sur zircon de la région de Tidjenouine (terrane de Laouni, Hoggar Central).**

S. Doukkari<sup>1,2</sup>, K. Ouzegane<sup>1</sup>, A. Arab<sup>1,3</sup>, JP. Liégeois<sup>4</sup>, J.-R. Kiénast<sup>5</sup>, A. Gärtner<sup>6</sup>, U. Linnemann<sup>6</sup>, N. Berrahmane<sup>1</sup>, Y. Laichaoui<sup>1</sup> et C. Harouz<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Laboratoire de Géodynamique, Géologie de l'Ingénieur et de Planétologie, FSTGAT-U.S.T.H.B., B.P. 32 El Alia, Dar el Beida, 16111-Algiers, Algeria.

<sup>2</sup>Département des Sciences de la Nature et de la Vie, Faculté des Sciences, Université Alger 1, Rue Didouche Mourad, Alger, Algeria.

<sup>3</sup>Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et des Sciences de la Terre, Université de Bouira (UAMOB), Bouira, Algeria.

<sup>4</sup>Geodynamics and Mineral Resources, Royal Museum for Central Africa, B-3080 Tervuren Belgium

<sup>5</sup>IPGP, 1 rue Jussieu, 75238-Paris Cedex 05, France.

<sup>6</sup>Senckenberg Naturhistorische Sammlungen Dresden, Museum für Mineralogie und Geologie, Sektion Geochronologie, GeoPlasma Lab, Königsbrücker Landstr. 159, D-01109 Dresden, Germany.

La région de Tidjenouine est située dans le terrane de Laouni qui fait partie du Hoggar Central, elle est composée essentiellement par deux unités : une unité inférieure composée de gneiss migmatitiques, de métanorites et de pyrigarnites (série inférieure ou socle), et une unité supérieure correspondant à une série para dérivée à métapélite, quartzites et marbres. Les deux unités sont métamorphisées dans les conditions du faciès granulite.

Les datations par la méthode U/Pb (LA-ICP-MS) sur les zircons d'une pyrigarnite nous ont permis d'obtenir des âges allant du Paléoprotérozoïque ( $2273 \pm 11.8$  Ma) au Néoprotérozoïque ( $610 \pm 22$  Ma). Les deux premières populations de  $2273 \pm 11.8$  Ma et de  $2201.9 \pm 12.4$  Ma avec des rapports Th/U autour de 0.5 sont soit les âges du protolithe magmatique, soit hérités de la source magmatique. Une population à  $2086.89 \pm 2.61$  Ma selon les résultats obtenues par le digramme Th/U en fonction de l'âge et l'emplacement des analyse (au cœur des zircons) semble représenter le protolithe magmatique. Les trois populations de  $2049.20 \pm 7.48$  Ma,  $2020.27 \pm 5.60$  Ma  $1988.33 \pm 4.97$  Ma (environs 61 Ma) représentent le métamorphisme Paléoprotérozoïque de ces formations.

Les datations d'un orthogneiss ont aussi données des âges allant du Paléoprotérozoïque au Néoprotérozoïque. Le Paléoprotérozoïque comporte six populations allant de  $2158.38 \pm 5.22$  Ma à  $1905.09 \pm 9.98$  Ma. L'âge le plus ancien de  $2158.38 \pm 5.22$  Ma et attribué à des zircons hérités de la source magmatique tandis que la mise en place de ce magma est estimé à  $2105.28 \pm 5.24$  Ma. Les âges les plus récents du Paléoprotérozoïque sont associés à l'orogénèse Eburnéenne marquée par un métamorphisme de haute température ces populations de zircons ont des âges allant de  $2068.33 \pm 7.54$  Ma à  $1905.09 \pm 9.98$  Ma et montrent des valeurs de Th/U supérieur à 0.10 ce qui rend possible d'estimer la durée du métamorphisme à 150 Ma.

Au Néoprotérozoïque, la région de Tidjenouine comme tout le LATEA a été affectée par le métamorphisme panafricain que nous datons autour de 600 Ma.

**Mots clés :** Tidjenouine, datation U-Pb, Zircon, Granulites.

## **Airborne geophysics: application to the high pressure metamorphic series mapping (terrane de l'Egéré-Aleksod, Central Hoggar, South Algeria)**

Laichaoui, Y.<sup>1</sup>, Ouzegane, K.<sup>1</sup> Amara, M.<sup>1</sup>, Hamoudi, M.<sup>1</sup>, Araïbia, K.<sup>1</sup>, K.<sup>1</sup> Arab, A.<sup>3</sup>, Doukkari, S.<sup>2</sup> Harouz & C.<sup>1</sup> Benrahmane, N.<sup>1</sup>.

*1-FSTGAT-U.S.T.H.B., B.P. 32 El Alia, Dar el Beida, 16111-Algiers, Algeria.*

*2-Département des Sciences de la Nature et de la Vie, Faculté des Sciences, Université Alger 1, Rue Didouche Mourad, Alger, Algeria.*

*3- Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et des Sciences de la Terre, Université de Bouira (UAMOB), Bouira, Algeria.*

*4-Universidade Federal de Minas Gerais, Programa de Pós-graduação em Geologia, Instituto de Geociências, Departamento de Geologia, CPMTG-IGC.*

\*Corresponding author: [laichaouiyasser@gmail.com](mailto:laichaouiyasser@gmail.com)

The Egéré region is characterised by the succession of three groups (Arechchoum, Lower Egéré and Upper Egéré). The Arechchoum group is composed of migmatitic gneisses associated to quartzites and metagabbros. The Lower Egéré group is composed of marbles, quartzites and eclogites that could be observed over several kilometres. The Upper Egéré group consists mainly of a metasedimentary series of metapelites, marbles and quartzites associated in places to mafic lithologies as eclogites, amphibolites and ultramafic rocks of serpentinites.

The application of airborne geophysics in a region like the Egéré is a privileged tool in digital geological mapping for the aim of characterizing lithological and structural discriminations.

The interpretation of potential field distributions, especially the magnetic anomaly field, requires transformations approaches including different filtering before their correlation with the geological structures. The obtained results of the filtering applied to the aeromagnetic data have allowed the identification of the major shear zones and lineaments at various scale in the region.

The spectral radiometry allows the evaluation of the contrasts in the radioelements concentration within the rocks. Airborne spectrometer sensors collect data in specific energy ranges that allow the in situ assessment of concentration contrasts of the most abundant radioactive elements in nature, i.e. potassium (K), Thorium (Th) and Uranium (U) in a given area. Therefore, radiometric data provided valuable information on the geochemistry of the outcrops.

The sensors used have therefore shown great potential for lithological and structural mapping and discrimination. Therefore, the application of airborne geophysics has allowed the production of new detailed digital maps of the different metamorphic units featuring the Egéré area.

**Key words:** Hoggar, Egéré, geophysics, spectral radiometry, magnetic



## **Apport de l'imagerie satellitaire à la géologie du terrane de Tazat (Hoggar central).**

MAOUDJ, B<sup>1</sup>. & DJEMAI, S<sup>1</sup>.

*1-Faculté des Sciences de la Terre, de Géographie et de l'Aménagement du Territoire, Université des Sciences et de la Technologie Houari Boumediene, BP32, El Alia 1600 Alger, Algérie.*

*E-mail : [bmaoudj@usthb.dz](mailto:bmaoudj@usthb.dz)*

Le bouclier Touareg constitue une chaîne mobile transaharienne dont la structuration actuelle est due à l'orogénèse panafricaine. Le Hoggar occupe sa plus grande partie et inclut la majorité de ses terranes.

Le Tazat représente un terrane confiné à la limite nord-orientale du Hoggar central et fait partie des terranes les moins étudiés du bouclier Touareg. La thèse de doctorat de Blaise (1967) est, d'ailleurs, le seul travail de référence. Ce dernier le décrit comme étant une chaîne méridienne constituée de formations panafricaines stratifiées et plissées. En effet, la série de Tazat dessine une large cuvette synclinal avec comme principale lithologie une base formée par les gneiss œillés qui affleurent au nord dans la région d'Adrar-Soula, des quartzites, des amphibolites, une série conglomératique et des brèches rouges qui occupent le cœur du synclinal. La série est clôturée par un dépôt de grès tabulaires appartenant au Cambro-Ordovicien du Tassili. Le socle gneissique pourrait être Paléoprotérozoïque ou Panafricain précoce. Cependant, aucune datation n'a été réalisée dans ce terrane. Le synclinal est entouré à l'Est, à l'Ouest et au Sud par des intrusions granitiques post-plissement.

En se basant sur la carte géologique confectionnée par Blaise (1967) et par l'intégration d'images satellitaires des capteurs Landsat 8 OLI (rehaussées avec différents traitements dont des compositions colorées, l'analyse des composantes principales et des MNF), ce travail vise à établir une discrimination lithologique et une carte linéamentaire.

Les premiers résultats montrent que le terrane de Tazat se singularise d'un point de vue lithologique et structurale. Les différents traitements des images satellitaires permettent une cartographie fine des différentes formations et structures de déformations décrites sur le terrain par Blaise.

**Mots clés :** Hoggar central, Terrane de tazat, Bouclier Touareg.

### **Référence**

*BLAISE J. (1967) - « Le Précambrien du Tazat », sa place dans les structures du Hoggar Oriental (Sahara Central), éd. Du C.N.R.S., 198 pp.*

# **SESSIONS POSTERS**

## **SESSION 3 : DOMAINE ATLASIQUE**

## **La prospection paléontologique du gisement phosphaté de Kef Essenoun, Bir El Ater, Tébessa (Algérie)**

F.Amara<sup>1</sup>, F. Djabourabi<sup>1</sup> et S. Boulemia<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Université Larbi Tebessi (route Constantine) Tébessa

Faculté des Sciences de la Terre et de l'Univers

Le gisement de Kef Essnoun est fait partie du bassin phosphaté de Djebel Onk, situé à environ 100 Km au sud de la ville de Tébessa et à 20 km de la frontière algéro-tunisienne. Ce travail s'intéresse à la récolte et l'identification des espèces fossiles, et la soustraction des paléo-environnements de la zone étudié.

Les phosphorites sédimentaires du secteur de Kef Essenoun révèlent un ensemble de dents de poisson phosphatées représentant 20 taxons (Euselachii et de Batoidea) (Arambourg, 1952).

Cette ichtyofaune indique des conditions paléo-environnementales tropicales à tempérées (Slansky 1980). La plupart des espèces représentent des formes benthiques et nectoniques des zones côtières néritiques et chaudes d'un milieu peu profond (Föllmi, 1996) riche en matière organique.

**Mots Clés:** Djebel Onk, Kef Essenoun, Paléontologie, Paléo-environnements, Dents des poissons

### **Références:**

Arambourg C. (1952). *Les vertébrés fossiles des gisements de phosphates (Maroc-Algérie-Tunisie). Notes et Mémoires du Service Géologique du Maroc, 92 : 1-372.*

Föllmi KB. (1996). *The phosphorus cycle, phosphogenesis and marine phosphate-rich deposits, Earth Science Reviews, 40: 55-124.*

Slansky M. (1986). *Geology of Sedimentary Phosphates, North Oxford Academic Publisher Ltd pp19-35.*

## **Microfaciès et paléoenvironnements du Jurassique supérieur de Dj Bousdene (Massif de Mestaoua, Algérie Orientale).**

E.R. Azouz<sup>1</sup>, D. Fella<sup>1</sup> et Y. B. Elhadj<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Département de Géologie, Institut des Sciences de la Terre et De l'Univers ; Université Mostapha Ben Boulaïd Batna

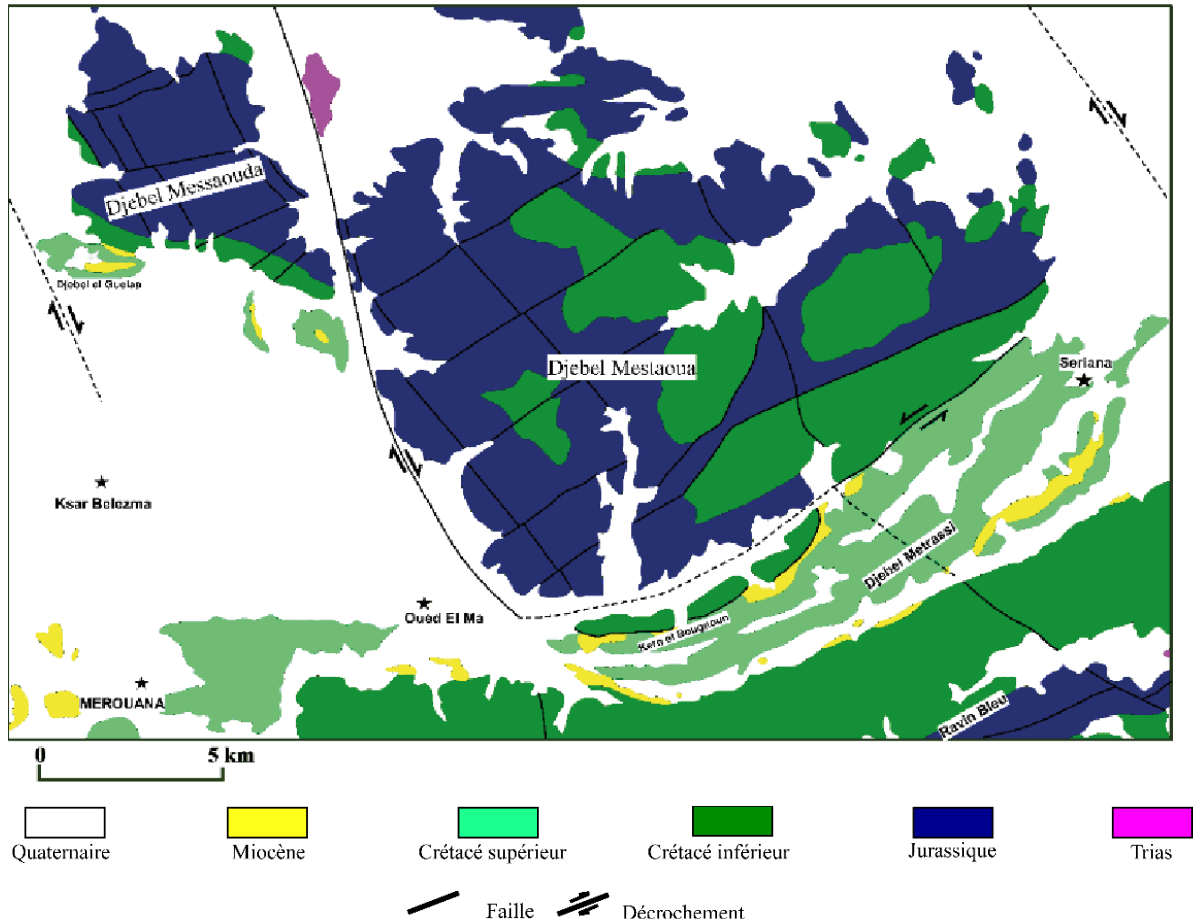
[azouzelkhansariane@gmail.com](mailto:azouzelkhansariane@gmail.com)

Djebel Boudane dans le Massif Mestaoua fait partie de l'ensemble allochtone sud-sétifien. Les couches jurassiques dans la région d'étude forment une importante morpho structure en lames tectoniques, supportant des petits bassins circulaires remplis des dépôts du Crétacé inférieur. Les pendages des assises jurassiques et de toute la plaque est monoclinale, avec une faible inclinaison (10 à 15°) vers le NE. Elles sont hachées par des failles normales de direction NE-SW.

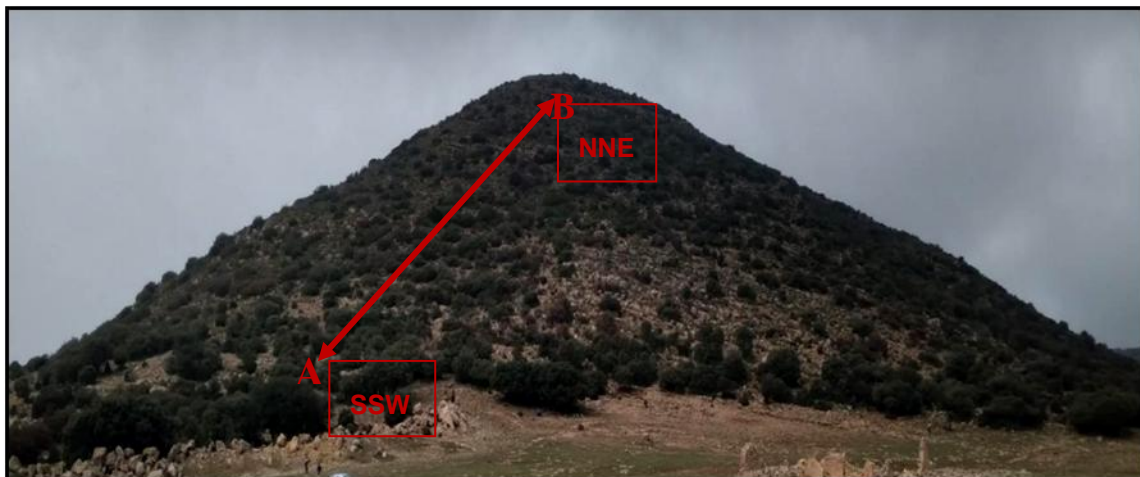
La coupe réalisée s'étend sur une épaisseur de 156 m, elle est de direction NNE-SSW d'âge Jurassique supérieur. Les affleurements de la coupe étudiée sont principalement composés de niveaux carbonatés (dolomie, calcaire dolomitique, calcaire micritique). De bas en haut nous avons relevé la succession de trois ensembles carbonatés (1) Dolomies et

calcaires dolomitiques, (2) Calcaires micritiques et calcaires dolomitiques riches en gastéropodes, (3) Dolomies et calcaires dolomitiques).

**Fig1 :** Carte géologique schématique du secteur d'étude (Youcef Brahim, E. 2018)



**Fig 2 :** Vue panoramique de la coupe de Dj Bousdène



L'analyse diagénétique de la zone d'étude est passée par trois stades de transformation diagénétique :1) diagénèse précoce (bioturbation, micritisation et enveloppe micritique, encroûtement, cimentation précoce et fenestration fabrique) ,2) diagénèse d'enfouissement (cimentation, dissolution, compaction et recristallisation, géopètes et ferrugénisation.), et 3) diagénèse tardive (dédolomitisation.).

Les analyses chimiques ont donné une variation de pourcentage des oxydes MgO et CaO : le résultat est inverse, car lorsque le pourcentage de calcite est élevée, le pourcentage de Magnésium est faible et par opposition, lorsque le pourcentage de Magnésium est élevée, le pourcentage de calcite est faible. La variabilité de la sédimentation carbonatée indique un milieu de plate-forme carbonatée proximale peu profonde plus ou moins agitée, subissant une diagénèse stadiale dans un gradient proximalité/distalité.

**Mots clés :** Jurassique supérieur, Carbonates, Environnement, Diagénèse, Djebel Bosdane, Massif Mestaoua.

### Références

Azouz, E & Fellah, D. 2022. Microfaciès et paléoenvironnements du Jurassique supérieur de Dj Bousdene (Massif de Mestaoua, Algérie Oriental). *Mémoire Master 2*, Université Mostapha Ben Boulaïd Batna. p1, 24, 106,121-129.

Youcef Brahim, E.2018. Thèse de doctorat sédimentation sous contrôle tectonique de la plate-forme sud-sétifiennne : cas des séries méridionales (région de Merouana, Algérie orientale). *Thèse de Doctorat*, Université des Frères Mentouri Constantine, p.120.

## Lithostratigraphic evolution and facies analysis of Cenomanian series in the Koubaane site (Aures Basin)

A. Bensekhria<sup>1\*</sup>, R. Marmi<sup>3</sup> et A. Yahyaoui<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Laboratoire des Risques Naturels et Aménagement du Territoire (LRNAT)*

*Université de Batna 2- Algérie-*

<sup>2</sup> *Laboratoire de Géologie et de l'Environnement , Université des Frères Mentouri, Constantine 1, Constantine, Algérie-*

Studied for the first time, this work focuses on the Cenomanian and lowermost Turonian marine deposits of the Koubaane site in the Aures Basin, a lesser-known area of Algeria through field and laboratory work that resulted in an integrated litho-biostratigraphic approaches. Four new lithological units have been identified in a set of thickness of 700m; from bottom to top: the lower unit of marl with rare intercalations of clay limestones (Unit I of lower to middle Cenomanian age), lumachelic marl-limestones (Unit II of middle Cenomanian age), alternating marl-limestone ( Unit III of middle to upper Cenomanian age) and limestones (Unit IV of lower Turonian age). These ages were obtained by applying the concepts of biostratigraphy involving the combination of pelagic foraminifera and ammonites for the first time in the Aures basin. Hence proved, six ammonite biozones and five foraminifera biozones have been defined and calibrated with other regions neighboring the Tethyan and Boreal realms. The depositional environments belong to a carbonate platform with a slight slope on which, from outside to inside, underline three major environments: (1) an open platform with calm waters of infratidal environment, (2) a medium platform of medium to upper infratidal environment that is not

very open; and (3) a restricted platform, with a few evaporates, extending from infratidal to high intertidal. The contribution may assist to solve the complex puzzle that is the Cenomanian–Turonian of the Tethyan carbonate platforms and related basin areas of North Africa, and its litho-biostratigraphic comparison with Southern and NW Europe, and other better-known areas.



**Figure 1.** Photos of some facies found in the field of Koubaane site.

**Keywords :** Lithostratigraphy; Cenomanian; Aures basin; Ammonite; Limestones.

### References

1. BENYOUCEF, M., MEISTER, C., MEBARKI, K., LÄNG, É., ADACI, M., CAVIN, L., MALTI, FZ., ZAQUI, D., CHERIF, A. & BENSALAH, M. 2016. Evolution lithostratigraphique paléoenvironnementale et séquentielle du Cénomanien-Turonien inférieur dans la région de Guir (Ouest algérien). *Carnets de Géologie* **16**(9), 217–296.
2. KENNEDY, W. J., COBBAN, W. A., HANCOCK, J. M. & GALE, A.S. 2005. Upper Albien and Cenomanian ammonites from the Main Street Limestone, Grayson Marl and Del Rio Clay in northeast Texas. *Cretaceous Research* **26**, 349–428.
3. RUAULT-DJERRAB, M., KECHID-BENKHEROUF, F. & DJERRAB, A. 2014. Données paléoenvironnementales sur le Vraconien/Cénomanien de la région de Tébessa (Atlas Saharien, nord-est Algérie). *Caractérisation de l'OAE2. Annales de Paléontologie* **100**, 343–359.

## Analyse et interprétation des structures tectoniques du Bassin des Aurès.

A. Bensekhria<sup>1\*</sup>, E. Youcef Ibrahim<sup>1</sup>, R. Marmi<sup>2</sup> et A. Yahyaoui<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Laboratoire des Risques Naturels et Aménagement du Territoire (LRNAT)*

*Université de Batna 2, Algérie*

<sup>2</sup> *Laboratoire de Géologie et de l'Environnement, Université des Frères Mentouri, Constantine 1, Constantine, Algérie*

Limité au Nord par le bassin néogène de Timgad, le massif des Aurès est affecté par une tectonique polyphasée dont les plus importantes phases sont attribuées au Tertiaire. Ces dernières ont engendré des faisceaux de plis de direction NE-SW, et de accidents importants de direction NW-SE et NE-SW. Ces déformations tectoniques sont à l'origine de cette structuration actuelle. L'objectif principal de cette étude est de caractériser les déformations tectoniques ayant affecté

le Aurès et de comprendre son évolution géodynamique dans le cadre régional alpin. La méthodologie suivie est fondée sur les travaux de nos prédécesseurs et complétée par nos données de terrain : caractérisation des marqueurs de déformation à l'affleurement, mesures microtectoniques (fentes de tension et leur organisation, joints stylolithiques). Le traitement statistique des données est illustré par des représentations graphiques (stéréogrammes) montrant les tenseurs des contraintes tectoniques avec des directions de raccourcissement et d'extension et permettant de reconnaître les différentes épisodes tectoniques. Les résultats obtenus montrent une tectonique polyphasée s'étalant du Crétacé au Tertiaire, ainsi manifestée par six tenseurs de contrainte à composantes variées: (1) la phase de compression  $\varphi_3$ =NNW-SSE dite Laramienne d'âge Crétacé ; dont : ( $\sigma_1 = 170^\circ$ ,  $\sigma_2 = 215^\circ$ ,  $\sigma_3 = 260^\circ$ ) qui a engendré des failles inverses ( $N 80^\circ$ ), des failles normales ( $N170^\circ$ ) et des fentes de tension ( $N140^\circ$ ) au niveau de la station Boulerrhmane; (2) la phase compressive  $\varphi_5$ =N90°E probablement d'âge Crétacé supérieur dont : ( $\sigma_1 = 90^\circ$ ,  $\sigma_2 = 135^\circ$ ,  $\sigma_3 = 180^\circ$ ) caractérisée par des failles normales N90° dans la station de Taghrout Ameer; (3) la phase compressive  $\varphi_2$ =N150°E d'âge fini Lutétien ; dont : ( $\sigma_1 = 150^\circ$ ,  $\sigma_2 = 195^\circ$ ,  $\sigma_3 = 240^\circ$ ) qui a formé des décrochements dextres N120°, senestres N-S, failles inverses N60° dans les stations de Ktef El Hammam, Boulerrhmane, Bouhmama, Taghrout Ameer, Tizougarine et Koubaane; (4) la phase de compression  $\varphi_4$ =N-S d'âge post-Miocène où les composantes : ( $\sigma_1 = 0^\circ$ ,  $\sigma_2 = 45^\circ$ ,  $\sigma_3 = 90^\circ$ ) a générée des failles inverse N90°, des failles normales N-S surtout dans les stations de Ktef El Hammam, Boulerrhmane, Baghla, Taghrout Ameer, Tizougarine et Koubaane; (5) la phase compressive  $\varphi_6$ =N40°E probablement d'âge Pliocène dont : ( $\sigma_1 = 40^\circ$ ,  $\sigma_2 = 85^\circ$ ,  $\sigma_3 = 130^\circ$ ) qui a créé des failles normales N 40° en général sauf dans les stations de Bouhmama, Ras Fourtas et Baghla; (6) la Phase compressive  $\varphi_1$ =N20°E attachée au Plio-Quaternaire à composantes : ( $\sigma_1 = 20^\circ$ ,  $\sigma_2 = 75^\circ$ ,  $\sigma_3 = 110^\circ$ ), donnant naissance aux failles inverses (N110°), fentes de tension N50° ainsi que des décrochements dextres N50° au niveau de la station Boulerrhmane.

**Keywords :** Tectonique ; microstructures ; Aurès ; compressive; déformations.

## Références

GUIRAUD, R. 1975. L'évolution post-triasique de l'avant-pays de la chaîne alpine en Algérie, d'après l'étude du bassin du Hodna et des régions voisines. *Geological Survey of Algeria* **3**, 259.

KAZI TANI, N. 1986. Evolution géodynamique de la bordure nord-africaine: le domaine intraplaque nord- algérien. Approche mégaséquentielle (Thèse) University of Pau, France, 1-871 pp. Published thesis.

VILA, J. M. 1980. La chaîne alpine d'Algérie orientale et des confins algéro-tunisiens (Thèse). Université de Pierre & Marie Curie, Paris 6, France, 1-665 pp. Published thesis.



## **Les formations carbonatées du massif d'Oum Settas (El Khroub-Constantine). Etude lithologique et biostratigraphiques**

I. CHOUAF<sup>(1,2)</sup>, D. BOUGUEBRINE<sup>(1)</sup>, Y. DERRADJ<sup>(2)</sup>, L. BOUABSA<sup>(1)</sup> et A-E-M CHOUABBI<sup>(1)</sup>

<sup>1</sup>Laboratoire Géodynamique et Ressources Naturelles (LGRN), Département de Géologie, Faculté des Sciences de la Terre, Université Badji Mokhtar – BP 12, Sidi Ammar, Annaba, Algeria

<sup>2</sup>Institut d'architecture et des sciences de la terre, Faculté des sciences de la terre et de l'univers, Université Ferhat Abbes Sétif

Le massif d'Oum Settas appartient à la série néritique constantinoise qui fait partie aux domaines externes de la chaîne alpine d'Algérie du nord orientale. Il correspond à un anticlinal de direction NNE-WSW affecté par une forte tectonique qui est la cause de la naissance des failles subverticales. Ce massif correspondant à des formations carbonatées massive d'âge Cénomaniens et qui dépasse 300 m d'épaisseur (figure 1), sont limitées par l'Aptien en bas et le Campanien en haut.

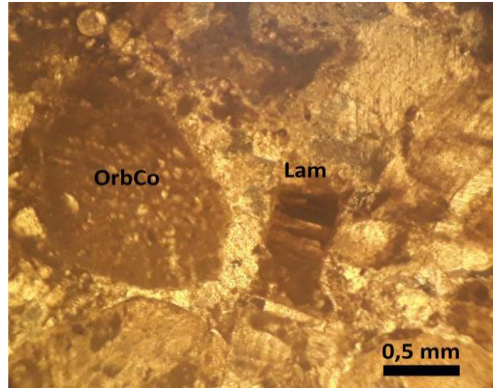
Lithologiquement le site est formé par des calcaires sombres, grisâtres, claires, avec des niveaux d'oxydation (Fig.1) et parfois un remplissage des fissures par la calcite.

L'analyse des microfaciès de ces calcaires montrent l'existence de six types de faciès qui sont :

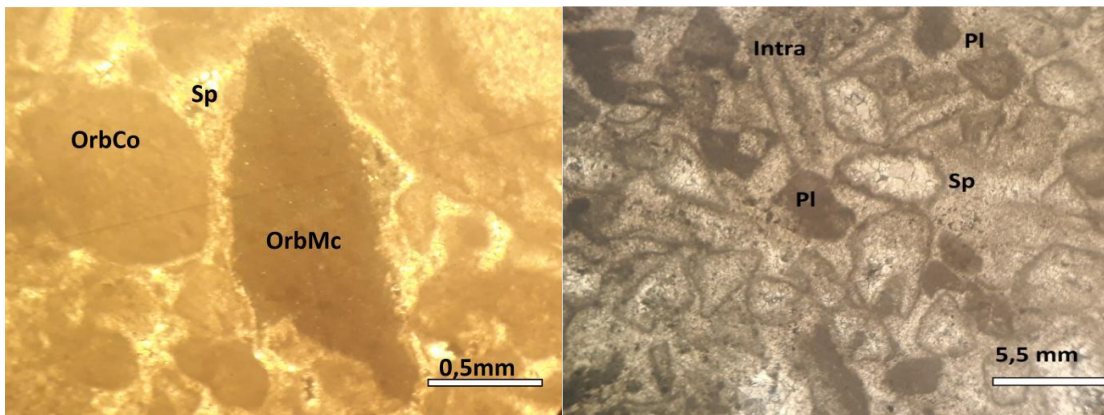
- ▣ calcaire biosparitique à intraclastes.
- ▣ calcaire grainstone à péloïdes.
- ▣ calcaire intrasparitique, grainstone à intraclastes et Orbitoline.
- ▣ calcaire intrasparitique.
- ▣ calcaire biosparitique à Ostracode.
- ▣ calcaire *wackstone* à *packstone* à foraminifères planctonique et calcisphère



**Figure 1 :** niveau d'oxydation dans les calcaires du massif d'Oum settas

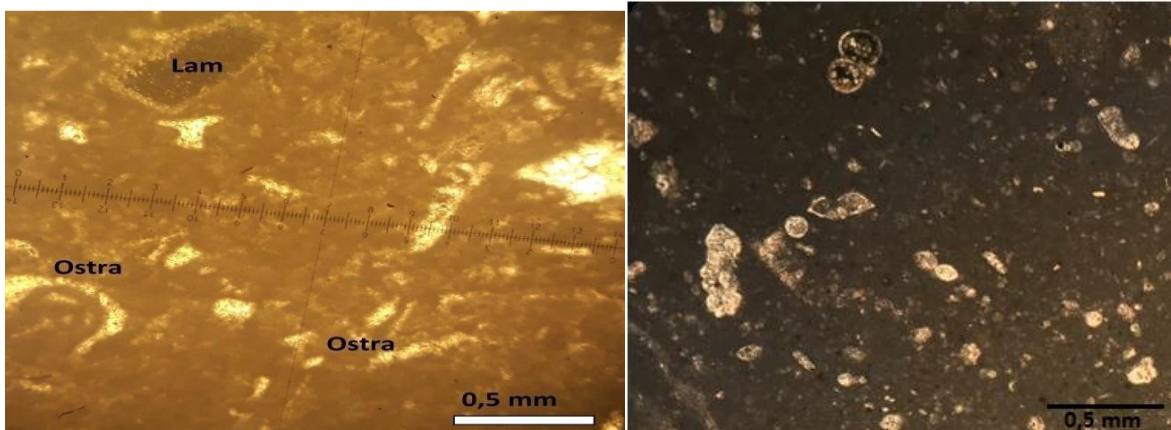


**Fig 2 :** calcaire biosparitique



**Fig 3 :** calcaire grainstone à Orbitoline

**Fig 4 :** calcaire intrasparitique



**Fig 5 :** calcaire à ostracodes

**Fig 6 :** calcaire wackstone à foraminifères planctoniques (globugérine, globotruncana)

**Mots clés :** Calcaires, microfaciès, Cénomaniens, Constantine

## **O. Massanerh: Une possible structure d'impact météorique en Tunisie Centrale (Région de Makthar); apport de la télédétection.**

I. EZZINE<sup>1\*</sup>, P. ROCHETTE<sup>2</sup>, A. AMIRI<sup>3</sup> et M. GANMI<sup>1</sup>.

*1\* : Laboratoire Ressources Minérales et Environnement.*

*Adresse électronique : [ezzineines82@gmail.com](mailto:ezzineines82@gmail.com)*

*2: Université d'Aix-Marseille ; Centre Européen de Recherche et d'Enseignement des Géosciences de l'Environnement.*

*3: Unité de recherche du géophysique Appliquée aux minerais et matériaux.*

En Tunisie Centrale, dans la feuille de Rohia-J. Barbrou au 1/50 000 et à une distance de 12-15 Km du plateau de Makthar, une vaste dépression circulaire de 5Km de diamètre [1-4] appelée structure de Massanerh a été mise en évidence en Tunisie centrale. Cette dépression se trouve à une quinzaine de Km du plateau de Makthar. Le cœur de cette structure est occupé par des séries marneuses cénomaniennes de la formation Fahdene de 435 m d'épaisseur. Dans cette étude, consacrée à l'étude de la structure d'O. Massanerh, différentes techniques de traitement d'image ont été appliquées sur une image LANDSAT TM dans le but d'analyser la morphologie de cette structure. Ces techniques incluent les différents rehaussement sur l'image d'origine, (composition colorée, analyse en composante principale ACP, rapport des bandes etc...). Ces traitements ont montré que le massif de Massanerh présente une structure circulaire sombre située au sein de terrains homogènes [3]. Parmi ces méthodes, nous avons fait l'application des analyses de la topographie sur l'image SPOT, tel que la variable d'estompage. Cette approche nous a permis de : 1- ressortir l'unité morphologique de la structure de Massanerh ; 2- de mettre en évidence les discontinuités tel que les différentes failles et fractures qui la cernent. Cette image est obtenue à partir d'un éclairage solaire de 60°, présentant une structure centrale circulaire, à auréole très accidentée. L'orientation des facettes présente la direction moyenne des convergences du flux du réseau du drainage et révèle des discontinuités topographiques associées aux ruptures de pentes. La carte de pente montre la transition entre le fond de la structure et ces bordures, en s'exprimant sous forme d'une structure en éventail.

(1) La ressemblance morphologique de cette structure dégagée à partir des traitements télé analytiques avec les autres structures d'impacts déjà confirmées. (2) Le diamètre de cette structure qui est supérieur à 100m, montre l'impossibilité d'en retrouver des fragments. Car au-delà de cette taille, sa vaporisation est totale [5]. (3) l'absence de témoins d'une activité magmatique, de dissolution karstique ou d'érosion glaciaire ou fluviale, permet de proposer la possibilité d'une simple structure d'impact météorites au niveau de l'Oued Massanerh.

**Mots clés :** Tunisie centrale, Makthar, structure d'O. Massanerh, image Landsat, Spot, cratère.

## Mesozoic halokinesis and basement inheritance in the Central Atlas Front of Tunisia

M. Gharbi<sup>1</sup>, H. Gabtni<sup>1</sup> and D. Boote<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Water Research and Technologies Center, Geo-Resources Laboratory, Borj-Cedria, Soliman, Tunisia, <sup>2</sup>12 Elsynge Road, London, SW18 2HN, UK

[corresponding: gharbim.mohamed@gmail.com](mailto:gharbim.mohamed@gmail.com)

The Labaiedh fault segment of the M'rhila-Cherichira fault systems forms the southeastern boundary of the Sbiba trough in the northern part of the central Atlassic domain of Tunisia. A 32 km long balanced cross-section was constructed across the thrust from Bled Neggaz in the north to Ragoubet El Agab in the south. Our restoration suggested the thrust was detached on a decollement surface within the Triassic. The modelling also suggested the 'basement' surface below the evaporite sequence was faulted, rising from 8 km in the north beneath the Bled Neggaz plain to 4.5 km on a horst block below the footwall of the Labaiedh fault. Bouguer gravity data were obtained from the "Office National des Mines" with coverage of one point per kilometer. The N-S density section intersects two positive anomalies (From North to South: AEG structure and Labaiedh Thrust) and 3 negative anomalies (From North to South: Hanging wall, Sbiba graben, Footwall). It shows a pan-African heritage with a structured Precambrian basement. It also reveals the involvement of the Triassic salt during the different deformation processes.

Late Cenozoic uplift and folding of the anticline were directly linked to the underlying horst by deflecting southerly transport along an intra-Triassic decollement surface and the reactivating of a pre-existing salt ridge beneath the Labaiedh anticline. A comparison of the balanced and restored cross-sections demonstrates some 3.9 km shortening (11.5%) detached upon the Triassic decollement. The shortening is accommodated by: (i) folding and thrusting of the salt-cored Labaiedh anticline and (ii) inversion of an Aptian listric normal fault as the Labaiedh thrust.

The amount of extension accommodated by the Labaiedh detachment fault during the Cretaceous can be estimated from sequential restorations at different times between the Lower Triassic-Permian and Upper Maastrichtian. These restorations assign some 950 m extensions to the Berriasian-Upper Baramian time interval, 550 m to the Aptian-Albian, decreasing to only 140m in the later Cretaceous.

**Keywords:** Labaiedh Fault, Thin-skinned, Pre-existing salt ridge, central Atlassic domain, Tunisia.

---



## OVERVIEW OF THE PHOLADOMYID BIVALVES FROM THE UPPER CENOMANIAN OF SOUTHWESTERN ALGERIA

AF. GHENIM<sup>1</sup>, M. BENYOUCEF<sup>2</sup>, M. BENSALAH<sup>1</sup>, and M. ADACI<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Department of Geology, Laboratory n°25 "PWSMR-ELTC", Tlemcen University, 13000, Algeria.

<sup>2</sup>Faculty of Natural and Life Sciences, Mustapha Stambouli-Mascara University, 29000 Mascara,

In Algeria, bivalves are an important element in Cretaceous faunal assemblages; they are both abundant and diverse, especially in Upper Cenomanian strata. The pholadomyid bivalves studied comes from Cenomanian rocks of Ksour Mountains (western Saharan Atlas, Algeria) and Kénadsa and Berridel (Guir Basin, Preafrican Trough). Two genus including five species are distinguished : *Pholadomya* cf. *fabrina* d'Orbigny, 1845, *Pholadomya* (*Pholadomya*) *pedernalis* Roemer, 1852, *Pholadomya* (*Pholadomya*) *vignesi* Lartet, 1877, *Pholadomya* sp. and *Plectomya humei* (Fourtau, 1917).

The aim of this study was to describe and figure the Cenomanian Pholadomyids species of the Ksour Mountains and Guir Basin. The stratigraphical ranges, mode of life and palaeobiogeographical affinities of the taxa are discussed.

**Keywords:** *Pholadomyid, bivalves, Guir basin, Ksour mountains*

---

## Etude stratigraphique , sédimentologique et paléoenvironnementale des formations quaternaires de la région Ras El Aioun , NE de l'Algérie

H. Amokrane <sup>1</sup> et N. Defaflia <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Laboratoire d' Environnement sédimentaire, ressources minérale et hydriques de l'Algérie orientale, FSES NV, Université de Tébessa , e-mail : [haydar.amokrane@univ-tebessa.dz](mailto:haydar.amokrane@univ-tebessa.dz)

<sup>2</sup> Laboratoire d' Environnement sédimentaire, ressources minérale et hydriques de l'Algérie orientale, FSES NV, Université de Tébessa , e-mail : [defaflianabil@yahoo.fr](mailto:defaflianabil@yahoo.fr)

L'étude stratigraphique et sédimentologique réalisée sur les terrasses alluviales au sud du site de Ras El Aioun , a pour but une reconstitution paléoenvironnementale des conditions du dépôt des formations quaternaires .

La description macroscopique de la coupe étudiée a permis de distinguer 7 niveaux stratigraphiques du sommet vers la base, ces derniers se caractérisent par une matrice fine et montrent une richesse en matière organique et en débris d'escargots, en revanche ils sont très pauvres en matériel archéologique.

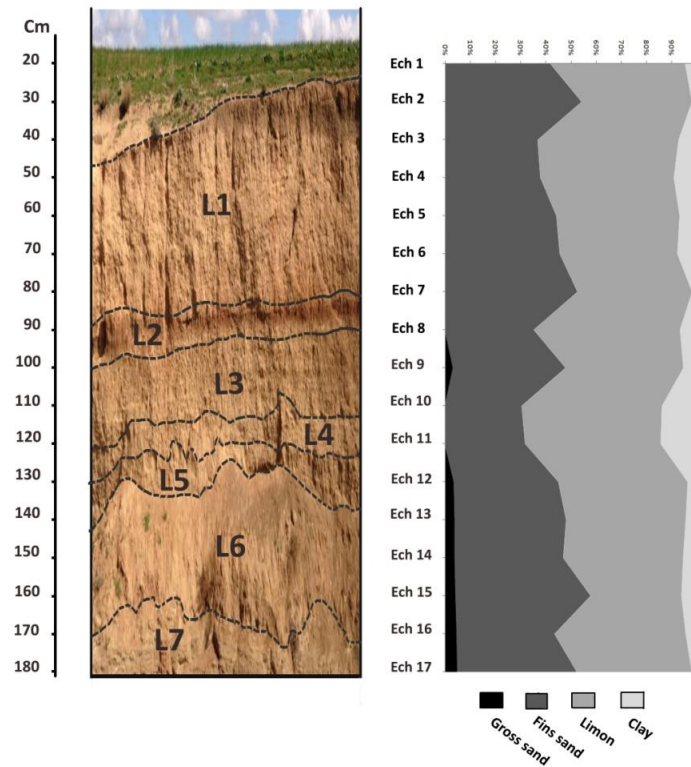


Fig 1. Les différentes fractions de la granulométrie globale de la coupe en fonction des niveaux stratigraphiques

L'analyse sédimentologique des résultats obtenus par la granulométrie de la fraction fine montre une prédominance du faciès limoneux -sableux presque dans toute la coupe , cette fraction s'alterne dans certains niveaux avec des sable-silteux ..

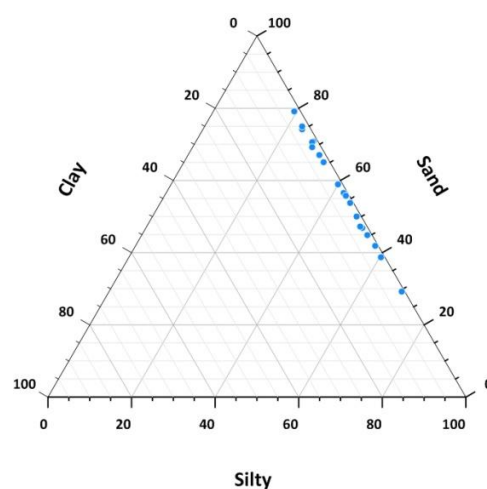


Fig.2 : Position des fractions granulométriques dans le diagramme ternaire.

D'après la calcimétrie, les fortes teneurs remarquables en CaCO<sub>3</sub> dans certains niveaux stratigraphiques sont dues probablement à des périodes caractérisées par une augmentation de température, et montre d'autre part , l'effet du

voisinage au formations carbonatés(Calcaire Maastrichtien) durant les périodes d'érosion ainsi qu'à la dissolution de la fraction grossière .

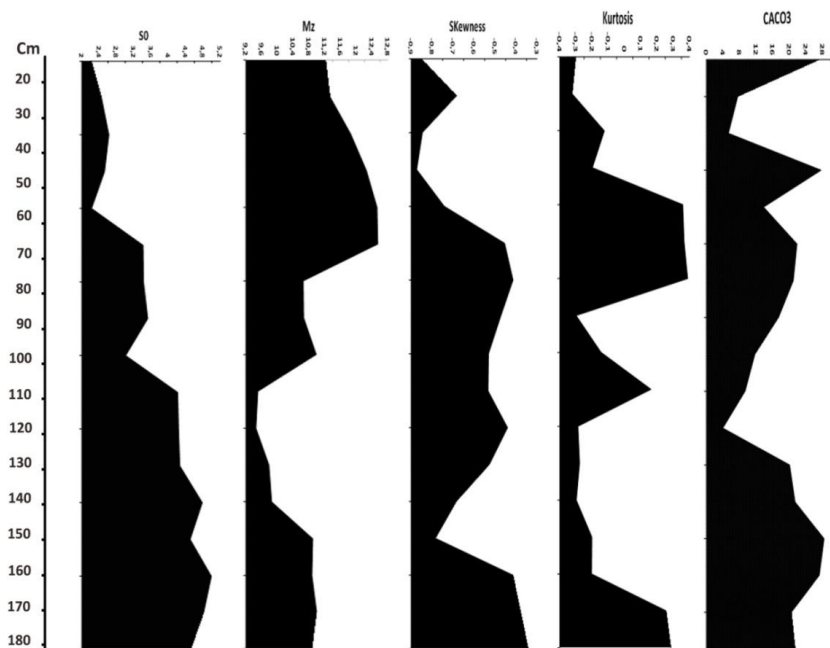


Fig.3 : Résultats des différents indices granulométriques.

Quant à la morphoscopie des grains du quartz, l'observation a été réalisée à l'aide d'une loupe binoculaire, cette dernière a révélé une prédominance des émoussées ou sub-émoussées reflétant le mode de transport aquatique et l'importance du remaniement fluvial.

La minéralogie des argiles ainsi que l'exoscopie des grains de quartz sont en cours, et d'autres analyses sont prévues tels que la susceptibilité magnétique et la datation absolue, l'exoscopie des grains de quartz et la minéralogie des argiles par DRX, permettent d'affiner les interprétations..

**Mots clés :** Quaternaire, Paléoenvironnement, Morphoscopie, Granulométrie, Ras el Aioun

## **Sedimentary environment and organic geochemistry patterns of the Bahloul black shale in the Rihane syncline, Northern Atlas of Tunisia**

O. Jaziri<sup>1</sup>, T. Hallek<sup>1</sup> and M. Montacer<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Research Laboratory Geosystems, Georesources and Geoenvironments, Faculty of Science of Gabes, Gabes, Tunisia

Upper Cenomanian-Lower Turonian organic-rich strata (Bahloul black shale) outcropping at the Rihane syncline (Northern Tunisia) were studied in this paper. Investigated samples were collected from the two limbs of this perched syncline. Conventional geochemical analyses, such as total organic carbon (TOC) and Rock Eval pyrolysis, and molecular



data exported from gas chromatography and gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS) methods, were applied to characterize the studied organic matter and to assess the thermal maturity and its sedimentary depositional environment. The Bahloul source rock is characterized by an excellent to good petroleum potential generation with high TOC proportions exceeding 3.64%. Aliphatic hydrocarbons (n-alkanes, pristane, phytane, hopanes, steranes) and polycyclic aromatic biomarkers PAHs (phenanthrene, dibenzothiophene, methylphenanthrene) indicate that the Bahloul organic-rich strata had deposited in a marine environment under sub-anoxic conditions. The thermal maturity assessment using Tmax, isoprenoids (pristane and phytane), C27 18 $\alpha$ -22,29,30-trinorneohopane (Ts), and polycyclic aromatic (PAHs) ratios (methylphenanthrene), indicates that the Bahloul organic matter reached the thermal stage of catagenesis (oil window). Paleogeographic reconstruction of the studied basin confirms that the Bahloul source rock was deposited, under anoxic to sub-anoxic factors, in a marine environment (external platform) with high rates of productivity. The sedimentary basin was controlled by a temperate climate with occasionally heavy rainfall and described low rates of paleosalinity.

**Keywords :** Bahloul Formation – Source rock – Biomarker – Rihane syncline – Tunisia.

---

## **Les échinides du Cénomaniens de Tébessa (Atlas saharien oriental, Algérie); systématique et distribution stratigraphique**

S. Mendir<sup>1</sup> et S. Salmi-Laouar<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Agence du Service de Géologie de l'Algérie ASGA - <sup>2</sup>Université Badji Mokhtar, Annaba, Laboratoire de Recherche de Géologie (LRG), B.P. 12, 23000 Annaba, Algeria.

Des investigations de terrain aux alentours de Tébessa, dans le domaine de l'Atlas saharien oriental, portées sur les échinides du Cénomaniens ont permis la détermination de 12 espèces. et une liste originale des espèces recensées est, ainsi, établie: (*Hemiaster (Mecaster) pseudofourneli*, *H. (M.) batnensis*, *H. (M.) hassani*, *H. (M.) hassani*, *H. (Hemiaster) gabrieli*, *H. (H.) bufo*, *H. (H.) desvauxi*, , *H. (H.) cf. Aragonensis*, *Hemiaster sp.1*, *Hemiaster sp.2*, *Tetragramma variolare*, *Pedinopsis (Pedinopsis) desori* et *Pygaulus macropygus*). Le calage de leurs extensions stratigraphiques avec celles des ammonites, admises dans cette région, en font des échinides un complément stratigraphique qui renforce le découpage biostratigraphique de l'intervalle cénomaniens.

**Mots clés :** Echinides- Ammonite- Cénomaniens- Tébessa- Atlas saharien oriental

---

## **Reconstitution des paléoenvironnements du Crétacé supérieur à partir des foraminifères benthiques : cas de Dj. Tuggert (NE Algérie)**

F.Z. Moud<sup>1</sup>, S. Benmansour<sup>1</sup>, H. Dinar<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Laboratoire : Mobilisation et Gestion des Ressources en Eau (MGRE). Département de Géologie, Institut des sciences de la terre et l'univers, Université de Batna2 – Moustafa Ben Boulaid, Algérie.

<sup>2</sup>Laboratoire : Ressources Naturelles et Aménagement des Milieux Sensibles (LRNAMS). Département de Géologie, Faculté des sciences de la terre et d'Architecture, Université de Larbi Ben M'hidi, Oum El Bouaghi, Algérie.

L'étude lithostratigraphique et micropaléontologique de la formation des calcaires supérieurs de Berriche et la formation marneuse de Chaabet, d'âge Crétacé supérieur, a été réalisée dans le secteur de Djebel Tuggert (Monts de Bellezma-Batna, NE Algérie) pour des fins de reconstitution paléoenvironnementale.

L'examen des affleurements révèle que la formation des calcaires supérieurs est à dominance calcaire essentiellement à sa base ; la formation marneuse est plutôt marno-calcaire.

L'analyse de la microfaune récoltée montre la rareté des formes planctoniques et l'abondance des foraminifères benthiques ; ces derniers présentent une bonne distribution stratigraphique dans la coupe géologique étudiée (*Marssonella oxycona*, *Cibicidoides lobatulus*, *Textularia* sp, *Gavelinella* sp, *Lenticulina* sp, *Biloculina* sp, *Nomionella robusta*.).

La forte proportion des foraminifères benthiques et notamment la domination des spécimens à test calcaire suggèrent que la sédimentation s'est effectuée dans un milieu marin peu profond.

**Mots clés :** Foraminifères benthiques, Crétacé supérieur, Monts Bellezma-Batna, Paléoenvironnement.

---

## **Présence de *Frambocythere* COLIN, 1980 (ostracode limnique) dans le Thanétiendu bassin occidental des Aurès, Algérie.**

R. Nahnah, S. Benmansour

Institut des sciences de La terre et de L'univers, Universités De Batna 2, Route De Constantine, Fésdis, 05078 Batna, Algérie.

L'ostracode limnique *Frambocythere tumiensisa* été trouvé pour la première fois en Algérie. Les niveaux contenant cette espèce proviennent de la partie inférieure de la "Formation des Marnes Rouges" de la coupe d'El Kantara et Khoumed Dib. L'âge Thanétien (Paléocène supérieur) est donné par les gastéropodes, les foraminifères et les charophytes (Grambast, 1957). La présence de *Frambocythere tumiensisen* Algérie est donc un nouveau relais entre l'Afrique, l'Europe méridionale et l'Asie. Une interprétation paléoécologique dans un environnement de dépôt lagunaire à faible salinité temporaire et les affinités paléobiogéographiques sont discutées. Le retour de la mer s'amorce au Thanétien par l'installation d'un semis de lacs où se déposent les "Marnes Rouges" de la section El Kantara et Khoumed Dib qui témoignent de l'extension des

environnements lacustres. Les gisements découverts dans la région semblent prometteurs ; le matériel recensé constitue donc un point de départ à d'autres études sur les ostracodes non marins paléocènes dans les Aurès occidentaux.

**Mots Clés :** Ostracodes limniques, Thanétien, Aurès occidental, Algérie, paléobiogéographique.

---

## **Les ostracodes du Coniacien et Santonien de Djebel Boukezez (Bellezma-Batna): systématique et paléoécologie**

S. Nemouchi<sup>1,§</sup>, S. Salmi-Laouar<sup>1</sup> et B. Hadj Youcef<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Université Badji Mokhtar, Annaba, Laboratoire de Recherche de Géologie (LRG), B.P. 12, 23000 Annaba, Algeria.

<sup>2</sup>University of University Constantine-3, Geology and Environment Laboratory, Email: e.youcefbrahim@univ-batna2.dz

L'étude des populations d'ostracodes dans les séries sédimentaires du Coniacien-Santonien à Djebel Boukezez (Bellezma-Batna), apporte de nouvelles données sur l'ensemble des espèces ; entre nouvelles et quelques autres laissées en nomenclature ouverte. Les ostracodes sont associés préférentiellement aux foraminifères benthiques. Ils indiquent un paléoenvironnement de type très peu profond.

**Mots clés :** Ostracodes- foraminifères benthiques- Crétacé supérieur- Djebel Boukezez- Batna - Algérie

---

## **Analyse morphotectonique de la bordure sud de l'anticlinal de Chott El Hammam (bassin d'El Hodna - Algérie)**

A. Rezouk<sup>1,2</sup>, S. Maouche<sup>3</sup>, Y. Bouhadad<sup>4</sup>, R. Oualikene<sup>1</sup>, D. Belhai<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Agence du Service Géologique de l'Algérie (ASGA), Lot. 11 Décembre 1960, El-Biar, Alger, Algérie

<sup>2</sup> Université des Sciences et de la Technologie Houari Boumediene, Laboratoire de Géodynamique, Géologie de l'Ingénieur et Planétologie (FSTGAT) BP 32, El Alia, Bab Ezzouar, Alger, Algérie

<sup>3</sup> Centre de Recherche en Astronomie, Astrophysique et Géophysique, BP. 63, Bouzaréah, 16340, Alger, Algérie

<sup>4</sup> Centre National de Recherche Appliquée en Génie Parasismique, Rue Kaddour Rahim prolongée (face à la poste Hussein Dey)

La région de Chott El Hammam est située au Nord-est de partie centrale du bassin d'El Hodna, plus précisément, à environ 80 Km de la ville de M'sila. D'un point de vue géologique, Chott El Hammam est un anticlinal orienté ENE OSO. Les formations stratigraphiques vont du Miocène au Pliocène et qui sont recouvertes en discordance, par des terrasses alluviales et des encroûtements calcaires du Quaternaires (Guiraud R, 1970 et 1990).

Ce présent travail portant sur une étude géologique et morphotectonique de la structure de Chott El Hammam et qui s'appuie sur : **I**) Une cartographie détaillée des formations néogènes des terrasses alluviales et des surfaces

abandonnées d'âge Quaternaire affleurant au niveau du flanc sud de l'anticlinal de Chott El Hammam, **II**) La réalisation des profils topographiques et géologiques pour déterminer la morphologie détaillée du front sud de cette structure, ainsi que la distribution lithologique, accompagné d'une analyse de la déformation et de la fracturation, afin de déterminer son évolution et **III**) Les données de terrain (mesures structurales et géomorphologiques).

La synthèse des résultats obtenus de différentes analyses (topographiques, géologiques et géomorphologiques), nous a permis de caractériser la zone de l'escarpement qui affecte le front sud de la structure du Chott El Hammam et les replis associés et, de discuter l'activité sismique.

**Mots clés :** Chott El Hammam, Néogène, Quaternaire, Géomorphologie et activité sismique.

### Références

Guiraud R (1970) : *Aperçu sur les principaux traits structuraux du Hodna et des régions voisines. Trav, collab, N°41 ? ubl. Serv, Géol. Algérie, p. 45-50.*

Guiraud R (1990) : *Evolution post-Triasique de l'avant pays de la chaîne alpine en Algérie (d'après l'étude du bassin du Hodna et des régions voisines). 257 p, 115 fig, 12pl, h.t. publ. Serv, Géol, Algérie.*

---

## **Sedimentological study of the upper Pleistocene soils of the Aterian site of Oued Djebanna, Southeast Constantine province**

K. Roumane<sup>1</sup>, Y. Chaid<sup>1</sup>, T. Merzouk<sup>1</sup>, A. Chemsou<sup>2</sup> and T. Zerrouki<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Institut d'Archéologie, Béni Messous,

<sup>2</sup>Centre universitaire de Khemis Miliana

Our research is based on a sedimentological study of the Aterian site of Oued Djebanna, which is located more specifically to the southwest of Bir el Ater province.

This work consists in the study of the soils of occupations in which human prehistory practised their lifestyles during the Middle Stone Age, in order to reconstitute the paleoclimate of these populations, we have adopted a methodology based on granulometry, morphometry and mineralogy analyses, carried out on sedimentary fillings of the Upper Pleistocene, which had been collected at the level of the stratigraphic sequence of the site of Oued Djebanna and its surroundings.

**Keywords:** Paleoclimate, Aterian, Upper Pleistocene, Bir el Ater

---

## **Sclerobiont assemblages on macro-invertebrates from the Cenomanian strata of Djebel Bouarif (Aurès Range, Algeria)**

S. Salmi-Laouar<sup>1</sup>, I. Kara Ahmed<sup>1</sup>, and M.N. Naimi<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Laboratoire de Recherche de Géologie, Université Badji Mokhtar, B.P. 12,23000 Annaba, Algeria.

<sup>2</sup>Laboratoire de Géologie du Sahara, Département des Sciences de la Terre et de l'Univers, Université de Kasdi Merbah, Ghardaïa Road, B.P., 511, 30000 Ouargla, Algeria.

The ichnological study of the Djebel Bouarif Cenomanian deposits (Northern Aurès Range, Algeria) revealed relatively abundant and diverse sclerobiont communities that are preserved in corals, bivalves and gastropods. Fossil traces are dominated by exceptionally preserved *Gastrochaenolites* often with tracemakers (bivalves), which are preserved *in situ*, *Entobia*, and *Maeandropolydora*. Other borings are rare and are represented by a single specimen of *Rogerella*, *Nihilichnus*, and *Spirolites*. Among sclerozoans, encrusting juvenile oysters and non-oyster bivalves (*Pseudolimea? granulata*) are the most abundant groups. Other epibionts, such as gastropods and polychaetes (*Glomerula serpentina*), are less common; dwarf gastropods were located on a single oyster *Costagyra olisiponensis*, whereas *Glomerula* specimens were clustered on the lower and upper surfaces of coral *Aspidiscus cristatus*. *Gastrochaenolites* with original tracemakers and all the epibionts studied herein have not been described from the Djebel Bouarif Cenomanian deposits to date. The rare occurrences of *Spirolites* and *Nihilichnus* are reported from Algeria for the first time.

**Keywords:** bioerosion, sclerobionts, Upper Cretaceous, southern Tethys, Atlasic domain

# **SESSIONS POSTERS**

## **SESSION 4 : SISMICITÉ, SISMOTECTONIQUE ET NÉOTECTONIQUE**

## **Déformations néotectoniques et évolution des contraintes dans les formations néogènes du Dahra sud-occidentale.**

M. Abbouda<sup>1,3</sup>, S. Maouche<sup>2</sup>, Y Bouhadad<sup>1</sup> et D. Belhai<sup>3</sup>.

<sup>1</sup>Centre national de recherche appliquée en génie parasismique (CGS),

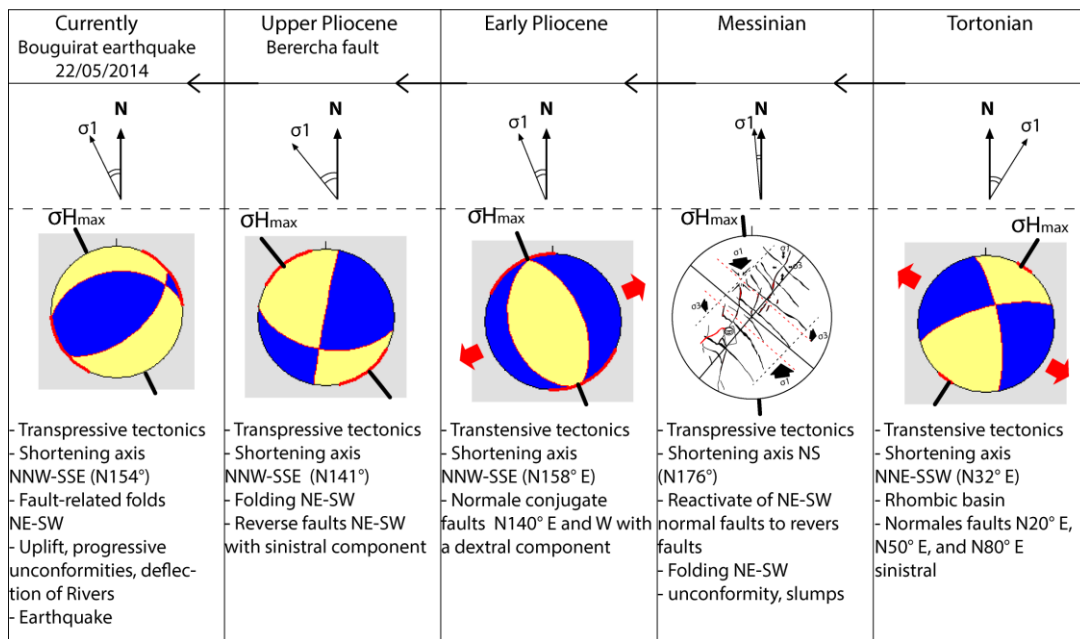
<sup>2</sup>Centre de recherche en astronomie, astrophysique et géophysique, <sup>3</sup> Université des sciences et de la technologie Houari-Boumediene (USTHB).

La partie sud-ouest du Dahra marque la limite nord du bassin de Chélif, cette limite a subi une évolution tectono-sédimentaire durant le néogène ou s'imbriquent les phénomènes de la sédimentation et de la tectonique. En fait, l'architecture structurale en surface reflète une architecture profonde dont les principaux accidents contrôlent les formations néogènes en surface (Thomas, 1985 ; Meghraoui et al., 1986), telle que les grands accidents E-W (Accident de Mostaganem) ou les accidents NE-SW (faille de Berercha, faille de Dahra).

Les premiers mouvements post-nappes sont à l'origine de l'ouverture du bassin du Chélif datant du Serravalien supérieur - Tortonien inférieur, il se matérialisent par le jeu senestres des décrochements EW (N080°E) et NE-SW et la remobilisation des accidents NNE-SSW (N020°E) en failles normales, et sur des failles normales N046°E que s'installe un épisode en graben avec l'ouverture de bassin du Chélif, cette géométrie en bassin losangique offre un dispositif en transtension avec une contrainte extensive de direction NW-SE à NNW-SSE dont l'axe de raccourcissement a été mesurée sur un ensemble des failles dans l'anticlinal de l'Abreuvoir donne une direction N032° E (NNE-SSW). Après l'ouverture du bassin, l'épisode transtensionnel se poursuit jusqu'au Messinien, cette période est caractérisée par une période de calme tectonique et suivie par le comblement du bassin par une épaisse série de marnes bleues de Tortonien supérieur jusqu'au Messinien. Selon Thomas (1985), il se développe un épisode en transpression (deuxième cycle Miocène post-nappe) qui engendre des plis kilométriques de direction NE-SW et se développent autour des décrochements dextres EW dont l'axe de raccourcissement est NW-SE dans les Monts de Tessala et de Beni Chougrane, dans notre cas et sur des fentes de tension se disposent en échelon (N042° E) senestre et N130° dextre dans des formations de diatomites dans le pli-faille de Ben Zekri, la mesure donne un axe de raccourcissement de direction N176°E, des discordances angulaires ont été mises en évidence dans l'anticlinal de l'Abreuvoir où les diatomites se reposent en discordances sur les marnes bleues du Tortonien, des slumps métriques, et des ondulations attestent autrefois le dispositif en transpression. Au début du Pliocène (Pliocène basal), un épisode transtensionnel s'est créé sur des accidents N140° E conjugués, décrochantes avec une composante verticale normale donnant naissance à des grabens sur un dispositif en transtension dont l'axe de raccourcissement mesuré est de direction N158° E et une contrainte extensive de direction ENE-WSW (Thomas, 1985 ; Abbouda et al., 2019), cette phase extensive a été reconnue également en Tunisie (El Ghali et al., 2003), et elle est synchrone du rifting du bassin Tyrrhénien. Les formations Pliocènes sont discordantes sur les formations sous-jacentes. Un changement de régime tectonique totale dans le sens inverse des aiguilles d'une montre, d'une transtension NNE-SSW au Tortonien inférieur jusqu'à un régime transpressif NNW-SSE au Pliocène Supérieur. Une contrainte compressive NNW-SSE plisse toutes les formations sous-jacentes en donnant l'architecture actuelle de la région avec des plis de direction générale NE-SW à ENE-WSW. L'axe de



raccourcissement mesuré autour de la faille de Bererecha (cette faille est mise en évidence par les travaux de S.N.Repal en 1952 et selon Perrodon, elle affecte les formations du Pliocène inférieur) donne une direction N141° E compatible avec les contraintes mesurées par Thomas (1958) durant la phase intra-pliocène et Plio-pléistocène qu'est voisine de N150° E, cette phase déformant les niveaux du Plio-pléistocène inférieure en plis, failles inverses et décrochements. . Durant le Quaternaire, le régime tectonique se poursuit avec une direction NNW-SSE à NS et les déformations néotectoniques des niveaux du Quaternaires anciens et récents sont attesté par des discordances progressives observées autour du bassin du Chélif, ainsi que par des séismes récents (séisme de 22/05/2014 Mw = 4.7) dont les mesures des mécanismes au foyer de ce dernier montre des contraintes principales maximale au N154° E. Autour de la faille de l'Asnam (bassin du Chélif oriental) qu'a généré le séisme de 10/10/1980, Meghraoui (1982) a montré que la contrainte principale est de direction NNW-SSE.



**Figure.1.** Evolution des contraintes locales durant le néogène dans la partie sud-ouest du Dahra (Abbouda et al, 2019).

**Mots clés :** Dahra, bassin du Chélif, néogène, transtension, transpression, contrainte.

## Références

- Abbouda, M., Maouche, S., Bouhadad, Y., Belhai, D., (2019) Neotectonics and active tectonics of the Dahra-Lower Cheliff basin (Tell Atlas, Algeria): Seismotectonic implication. <https://doi.org/10.1016/j.jafrearsci.2019.02.023>.
- El Ghali, A., Bobier, C., Ben Ayed, N., (2003) Rôle du système de failles E-W dans l'évolution géodynamique de l'avant-pays de la chaîne alpine de Tunisie. Exemple de l'accident de Sbiba-Cherichira en Tunisie centrale. *Bull Soc Geol Fr* 174(4):373-381.
- Meghraoui, M., (1982) Etude néotectonique de la région nord-est d'El-Asnam : relation avec le séisme du 10 octobre 1980. 3th cycle thesis, Paris7 Univ., pp 210.
- Meghraoui, M., Cisternas, A., Philip, H., (1986) Seismotectonics of the lower Cheliff basin: structural background of the El Asnam (Algeria) earthquake, *Tectonics* 5, 809-836.
- Thomas, G., 1985. Géodynamique d'un bassin intra-montagneux. Le bassin du Bas Chélif occidental (Algérie) durant le Moi-Plio-Quaternaire. Thèse Doctorat. Es-sciences Pau.

## The 17 July 2013 Hammam Melouane earthquake: observations and analysis of geological and seismological data

D. Ait Benamar<sup>1,2</sup>, H. Moulouel<sup>2</sup>, D. Belhai<sup>1</sup>, F. Semmane<sup>3</sup>, A. Harbi<sup>3</sup>,  
M. Y. Tebbouche<sup>2</sup>, M. Boukri<sup>2</sup>, A. A. Meziani<sup>2</sup>, S. Aourari<sup>2</sup>, M. Braham<sup>2</sup> et D. Machane<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Laboratoire de Géodynamique, Géologie de l'Ingénieur et Planétologie, (FSTGAT), Université des sciences et de la Technologie Houari Boumediene (USTHB), Bab Ezzouar, Algiers, Algeria. <sup>2</sup> CGS, Centre National de Recherche Appliquée en Génie Parasismique, Rue Kaddour Rahim, Hussein Dey, 16040 Algiers, Algeria. <sup>3</sup> CRAAG, Centre de Recherche en Astronomie, Astrophysique et Géophysique, BP. 63, Bouzaréah, Algiers, Algeria  
E-mail: [daitbenamar@yahoo.fr](mailto:daitbenamar@yahoo.fr)

On July 17th, 2013, a moderate-sized earthquake of Mw 4.9 hits the locality of Hammam Melouane, North-Central Algeria. This event was followed by an intense aftershock activity that lasted about two years. For a better constraint of the main shock and the causative fault, we present and discuss new geological and accelerometric data, in addition to an updated macroseismic study. A maximum macroseismic intensity of VII (EMS-98) was attributed to this event. The right-lateral strike-slip fault zone outcropping north of Hammam Melouane locality is the only structure that shows characteristics coherent with the seismological results. This fault system consists of several main branches about 1 km distant from each other, with a ~ N120° overall trending. The fault zone structure is clearly materialized by a Riedel shear structures imprinted on Miocene post-thrust tectonic formations and cross cutting all the previous structures. Moreover, reading the P-wave polarity at two additional broadband seismic stations, allowed better constraining the strike of the focal mechanism nodal planes. The GRY strong-motion station, west of the epicenter, which has not been triggered by the mainshock first arrival, means that possibly this station is located close to the ~ E–W nodal plane.

**Mots clés:** Mitidja Basin - Hammam Melouane - Strike-slip fault - Macroseismology - Source parameters - Strong-motion analysis

### References

- Abacha, I., Boulahia, O., Yelles-Chaouche, A., Semmane, F., Beldjoudi, H., & Bendjam, H. (2018). The 2010 Beni-Ilmane, Algeria, earthquake sequence: Statistical analysis, source parameters, and scaling relationships. *Journal of Seismology*. <https://doi.org/10.1007/s10950-018-9800-7>
- Ahlgren, S. G. (2001). The nucleation and evolution of Riedel shear zones as deformation bands in porous sandstone. *Journal of Structural Geology*, 23, 1203–1214.
- Ayadi, A., & Bezzeghoud, M. (2015). Seismicity of Algeria from 1365 to 2013: Maximum observed intensity map (MOI2014). *Seismological Research Letters*, 86(1), 236–244.

## **Identification et caractérisation des structures sismogènes dans le bassin d'Oran (Chélif occidental)**

I.M. Benbakhti<sup>1</sup>, S. Maouche<sup>2</sup>, D. Belhai<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Université des Sciences et de la Technologie Houari Boumediene, Laboratoire de Géodynamique, Géologie de l'Ingénieur et Planétologie (FSTGAT) BP 32, El Alia, Bab Ezzouar, Alger, Algérie*

<sup>2</sup> *Centre de Recherche en Astronomie, Astrophysique et Géophysique, BP. 63, Bouzaréah, 16340, Alger, Algérie*

Les plis et les escarpements de failles affectant les dépôts quaternaires, attestent d'une déformation intense au cours du quaternaire. Cette tectonique est à l'origine d'une activité sismique localisée en bordure des structures qui jalonnent les bassins intramontagneux plio-quaternaire post-nappes et particulièrement dans la zone côtière. En Algérie, tout le long de l'Atlas septentrional, on peut observer ces structures en plis et plis-failles, allongées dans une direction globalement Est-Ouest. Elles sont considérées comme étant les plus sismiquement actives dans le Nord de l'Afrique.

La zone couverte par cette étude concerne les structures associées au bassin d'Oran (Chélif occidental), en général, et sa bande littorale représentée par le Sahel d'Oran en particulier, ainsi que la région d'Arzew. Les massifs littoraux du tell septentrional dont le Murdjadjo, le massif du K'har, ainsi que le secteur des salines d'Arzew, pourraient correspondre à des structures sismogènes responsables d'une activité sismique modérée survenue au cours des siècles derniers.

Dans ce travail, nous avons tenté d'identifier ces structures qui concentrent les déformations actives (sources sismogènes potentielles) jusque-là peu ou pas étudiées, et nous avons également tenté de caractériser leurs géométries. Pour ce faire nous avons choisi d'utiliser une approche pluridisciplinaire et ce en combinant plusieurs données, telles que la topographie, la géomorphologie, l'hydrologie, la photographie aérienne et satellitaire, les observations géologiques directes sur terrain et la néotectonique associée à l'analyse de la sismicité historique et instrumentale.

**Mots-clés :** Tectonique active – néotectonique – sismicité – Oran – Arzew.

---

## Earthquakes Forecasting in the Ibero-Maghrebian Region using Pattern Informatics and Relative Intensity Methods

M. Benhachiche <sup>1a,b</sup>, et A. Talbi <sup>2</sup>

<sup>1a</sup>University of Science and Technology Houari Boumediene, Algiers, Algeria (USTHB).

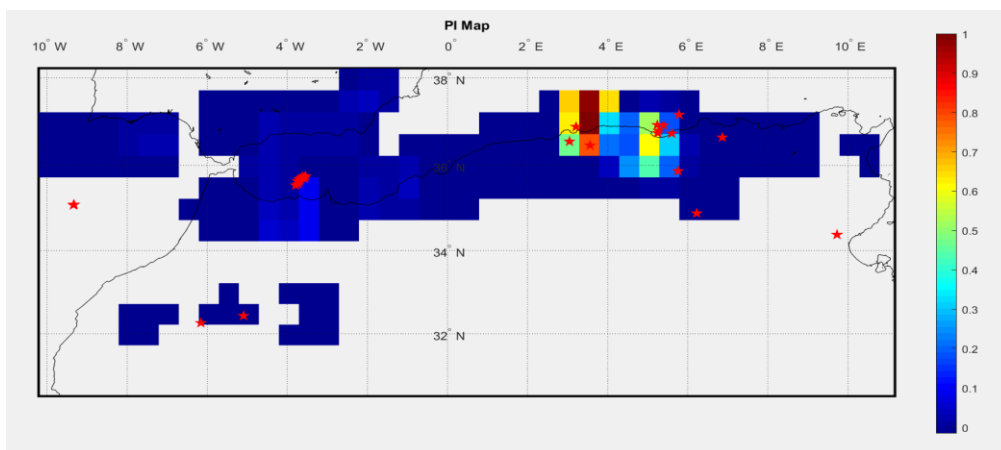
<sup>1b</sup> Centre of Research in Astronomy, Astrophysics and Geophysics (CRAAG), Algiers, Algeria.

Email: [benhachichemeriem@gmail.com](mailto:benhachichemeriem@gmail.com)

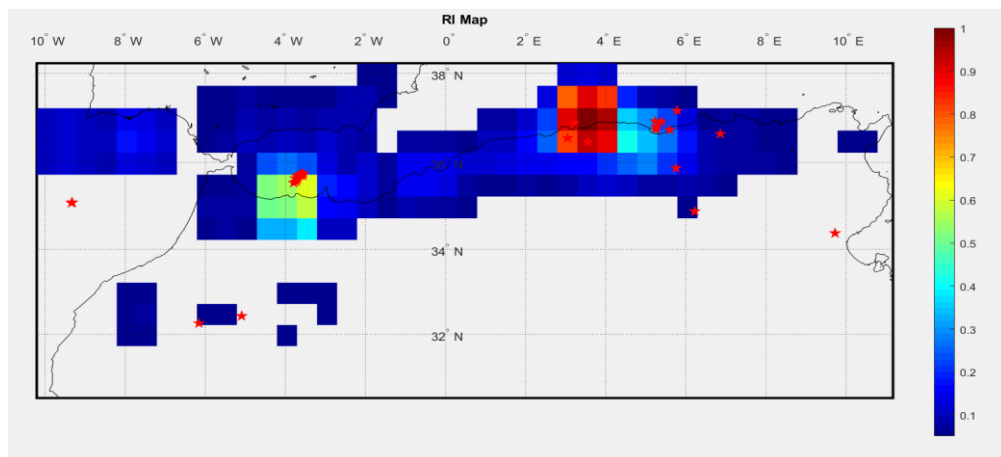
<sup>2</sup> Centre of Research in Astronomy, Astrophysics and Geophysics (CRAAG), Algiers, Algeria.

Email: [abdelhak\\_t@yahoo.fr](mailto:abdelhak_t@yahoo.fr)

We intend to use two forecasting methods, Pattern Informatics (PI) and Relative Intensity (RI), to forecast the locations of upcoming magnitude  $M \geq 5$  target earthquakes that occurred in the Ibero-Maghrebian region between 2012 and 2021. The Thirumalai-Mountain (TM) metric is used to define the reference stationary time period used in the PI method. The earthquake catalog database has been compiled using the International Seismological Centre (ISC) network database. The forecasting methods are tested and evaluated using the Relative (or Receiver) Operating Characteristics (ROC) and Molchan diagrams.



**Figure 1.** PI forecasting map showing the hotspots (colored cells) for the period 2012-2021. The target earthquakes of magnitude  $M \geq 5$  are indicated by the red stars.



**Figure 2.** RI forecasting map showing the hotspots (colored cells) during the period 2012-2021. The target earthquakes of magnitude  $M \geq 5$  are indicated by the red stars.

**Keywords:** Pattern Informatics - Relative Intensity - ROC and Molchan diagrams.

## References

Kristy f. Tiampo and Robert Shcherbakov 2012. Optimization of Seismicity-Based Forecasts. *Pure and Applied Geophysics* 170, 139-154.

M. Y. Radan, H. Hamzehloo, A. Peresan, M. Zare, H. Zafarani 2013, Assessing performances of pattern informatics method: a retrospective analysis for Iran and Italy, *Nat Hazards* 68, 855-881.

W. K. Mohanty, A. K. Mohapatra, A. K. Verma, K. F. Tiampo and K. Kislav 2014. Earthquake forecasting and its verification in northeast India. *Geomatics, Natural Hazards and Risk* 7, 194-214.

## Etude comparative entre le facteur d'amplification dynamique des RPA et celui du modèle empirique issu du jeu de données KiK-Net

C. BENMANSOUR<sup>1</sup>, F. CHAIBEDDRA TANI<sup>2</sup> et B. DERRAS<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Département de génie civil, Faculté de technologie Chetouane, Université Abou Bekr BELKAID de Tlemcen, Algérie Laboratoire Risk Assessment and Management RISAM Tlemcen, Algérie

<sup>2</sup> Département de génie civil, Faculté de technologie Chetouane, Université Abou Bekr BELKAID de Tlemcen, Algérie Laboratoire Risk Assessment and Management RISAM Tlemcen, Algérie

<sup>3</sup> Département, Faculté de technologie, Université de Saida Moulay Tahar, Algérie Laboratoire Risk Assessment and Management RISAM Tlemcen, Algérie

Le but de cette étude est de comparer le facteur d'amplification dynamique moyen calculé par le règlement parasismique algérienne (RPA) et celui donné par l'approche empirique. Il s'agit d'un nouveau modèle d'amplification de site établi à partir de la base de données Japonaise (KiK-Net). Le modèle donne la corrélation entre les vitesses moyenne des ondes de cisaillement (variables indépendantes) sur une profondeur donnée  $X$  ( $V_{sx}$  :  $X=10, 30$  et  $100$  m) et le facteur d'amplification spectral (variable dépendante) pour différentes périodes. Ce dernier est le rapport entre le pseudo-spectre de réponse (PSA) en surface et celui enregistré en profondeur (fond de forage). La méthode de régression linéaire multiple (l'algorithme des moindres carrées) est utilisée pour obtenir les paramètres d'ajustement du modèle. A cet égard, un jeu de données est utilisé. Il s'agit d'un sous-ensemble de 977 enregistrements et de 199 de sites (Dawood et al. 2016). Cette étude permet de bien positionner le règlement Algérien de point de vue modélisation de site en utilisant les données réelles mesurées sur différents sites.

**Keywords :** Facteur d'amplification - RPA99/v2003- KiK-Net-Modèle empirique,

## References

Dawood, H. M., Rodriguez-Marek, A., Bayless, J., Goulet, C., & Thompson, E. (2016). A flatfile for the KiK-net database processed using an automated protocol. *Earthquake Spectra*, 32(2), 1281-1302. <https://doi.org/10.1193/071214EQS106>

Règlement parasismique algérien (RPA 99/ version 2003), Centre National de Recherche. Appliquée en Génie Parasismique

## **Etude de la zone Nord-Est de l'Algérois en termes de directivité par la méthode du bruit vibratoire ambiant**

N-E-H. BOUDJENANA<sup>1</sup>, R. BENSALÉM<sup>2</sup>, D. MACHANE<sup>2</sup> et Y. TEBBOUCHE<sup>3</sup>.

<sup>1</sup> Université des Sciences et de la Technologie Houari Boumediene, Alger, <sup>2</sup> Centre National De Recherche Appliquée En Génie Parasismique, <sup>3</sup> Université Ferhat Abbas, Sétif.

La collision entre la plaque africaine et eurasienne a été à l'origine de la complexité des structures géologiques au nord de l'Algérie. En effet, la chaîne de l'Atlas tellien témoigne de la forte activité tectonique de cette zone, qui est traversée par des failles comme celle de Thénia. A cet égard, l'étude de la surface et subsurface du nord de l'Algérie suscite un grand intérêt des chercheurs en raison du risque sismique dans cette région fortement urbanisée ; l'étude de la propagation des ondes sismiques est nécessaire pour pouvoir dimensionner les futures structures urbaines, mais aussi pour mieux quantifier le risque sismique.

D'un point de vue théorique, les hétérogénéités des structures géologiques altèrent la propagation des ondes sismiques qui sont parfois réfléchies, réfractées, et / ou piégées, générant souvent des amplifications du mouvement du sol. Cependant, cette dernière est souvent directionnelle ; on observe une amplification du mouvement du sol dans une direction particulière, et une atténuation dans la direction perpendiculaire. Ce phénomène est donc appelé la directivité du sol.

Les premiers travaux sur la directivité du sol ont concerné l'analyse des enregistrements sismiques. En effet, plusieurs chercheurs ont souligné la forte corrélation entre les structures géologiques de la région étudiée et la polarisation des ondes sismiques. Ils ont par exemple démontré que plusieurs facteurs tels que l'orientation du régime d'extension (Pischiutta et al, 2014), et la présence des failles (Rigano et al, 2008 ; Di Giulio et al, 2009) peuvent être à l'origine de ce phénomène, soulevant ainsi l'importance de l'étude de la polarisation.

Par ailleurs, des études comparatives portant sur l'analyse des enregistrements des séismes d'une part, et sur le bruit vibratoire ambiant d'autre part, ont montré que l'utilisation de ce dernier permet d'étudier également le phénomène de polarisation (Rigano et al, 2008 ; Di Giulio et al, 2009), offrant ainsi un avantage dû à la facilité de l'acquisition du bruit vibratoire ambiant, et de la disponibilité de l'information, contrairement, aux enregistrements sismiques dépendants des événements sismiques.

Dans ce travail, nous exploitons les enregistrements du bruit vibratoire ambiant dans la partie Nord-Est de l'Algérois afin d'analyser la directivité du mouvement du sol, et ainsi catégoriser ladite région. Connaissant sa géologie qui est marquée par le passage de la faille de Thénia, nous nous attendons, selon les corrélations établies par les chercheurs entre les hétérogénéités structurales et le comportement des ondes vibratoires, à constater un contraste de polarisation des ondes.

Pour cela, nous utilisons la technique HV-Rotate, qui consiste à calculer le rapport spectral pour chaque angle de rotation, puis à les comparer pour mettre en évidence la variation de l'amplification en fonction de la direction.

**Keywords :** Risque sismique – Bruit vibratoire ambiant – Polarisation – Zone N-E de l'Algérois.

## References

Di Giulio, G., Cara, F., Rovelli, A., Lombardo, G., & Rigano, R. (2009). Evidences for strong directional resonances in intensely deformed zones of the Pernicana fault, Mount Etna, Italy. *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, 114(B10).

Pischiutta, M., Pastori, M., Improta, L., Salvini, F., & Rovelli, A. (2014). Orthogonal relation between wavefield polarization and fast S wave direction in the Val d'Agri region: An integrating method to investigate rock anisotropy. *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, 119(1), 396-408.

Rigano, R., Cara, F., Lombardo, G., & Rovelli, A. (2008). Evidence for ground motion polarization on fault zones of Mount Etna volcano. *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, 113(B10).

## Artificial Intelligence Approach to predict a site-specific Empirical Ground Motion for Euro-Mediterranean Regions

F. CHAIBEDDRA TANI<sup>1</sup> and B. DERRAS<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Department of Civil Engineering, Faculty of Technology, University of Tlemcen Abou Bekr Belkaid, Algeria (Risk Seismic and Management Assessment laboratory, Tlemcen, Algeria)

<sup>2</sup>Department of Civil Engineering, Faculty of Technology, University of Saïda Dr Moulay TAHAR, Algeria (Risk Seismic and Management Assessment laboratory, Tlemcen, Algeria).

The main objective of this study is to estimate an alternative ground motion prediction model GMPM for specific sites in Euro-Mediterranean regions without using any functional form a priori. We use a fully data-driven approach (multi-layer perceptron neural network MLPNN) and records from the Engineering Strong Motion (ESM) database (<https://esm-db.eu/>) (Lanzano et al., 2019) to predict the outputs or intensity measures (IMs) such as : peak ground velocity (PGV m/s), peak ground acceleration (PGA m/s<sup>2</sup>) and 5% damped pseudo spectral acceleration PSA(T) at 29 different periods ranging from 0.01 to 4 s respectively for shallow crustal earthquakes (i.e., depth less than 30 km) in active tectonic regions. The physical parameters (inputs) adopted to develop the final GMPM are the moment magnitude (M<sub>w</sub>), the focal depth (km), Joyner Boore distance RJB (km), shear wave velocity in the upper 30 m VS30 (m/s) and five types of fault mechanism (Normal N, Reverse, Strike-Slip SS, Oblique O and Undefined U). We perform the same likelihood function maximization approach of (Abrahamson and Youngs, 1992) in order to separate the inter-event and intra-event random components variabilities for an earthquake e recorded at station s. we also investigate how the ground motion aleatory variabilities (GMAV) vary with respect to physical parameters by introducing the heteroskedasticity hypothesis. The model thus developed in this study, which is considered an update of the ground motion model (Derras et al., 2014) and Euro-Mediterranean GMPM leads to a significantly lower aleatory variability at a specific-site than its predecessor.

**Keywords:** Ground Motion Prediction Model - Ground Motion Aleatory Variability - Engineering Strong Motion database - Artificial Intelligence.



## References

Abrahamson, N. A., and Youngs, R. R., 1992. A stable algorithm for regression analyses using the random effects model. *Bulletin of the Seismological Society of America*, 82(1), 505-510. *GeoScienceWorld*. DOI: 10.1785/BSSA0820010505

Derras, B., Bard, P. Y., and Cotton, F., 2014. Towards fully data driven ground-motion prediction models for Europe. *Bulletin of Earthquake Engineering*, 12(1), 495-516. DOI: 10.1007/s10518-013-9481-0

Lanzano, G., Sgobba, S., Luzi, L., Puglia, R., Pacor, F., Felicetta, C., D'Amico, M., et al., 2019. The pan-European Engineering Strong Motion (ESM) flatfile: compilation criteria and data statistics. *Bulletin of Earthquake Engineering*, 17(2), 561-582. *Springer Netherlands*. DOI: 10.1007/s10518-018-0480-z

## Utilisation du bruit de fond pour le micro-zonage sismique de sites urbains : Cas de la ville D'Alger.

L. CHIBANE <sup>1</sup>, N. LAOUAMI <sup>2</sup> et M. HELLEL <sup>1</sup>

<sup>1</sup> LGGIP-Faculté des Sciences de la Terre, de la Géographie et de l'Aménagement Territorial (FSTGAT)- Université des sciences et technologie Houari Boumediene (USTHB),

<sup>2</sup>Centre National de Recherche Appliquée en Génie Parasismique (CGS),

Le microzonage sismique, à l'échelle locale ou globale d'un centre urbain, nécessite une connaissance assez fine des variations latérales des effets de site, telles que le niveau d'amplification, la fréquence prédominante du sol et la classification du site selon un code sismique de conception donné. Il est donc impératif pour un pôle urbain tel que la ville d'Alger, d'identifier ce phénomène sismique afin d'évaluer la vulnérabilité des bâtiments existants et d'en prévenir le risque pour les bâtiments projetés.

Nombreuse études ont eu recours à la vitesse moyenne de propagation des ondes de cisaillement dans les 30 premiers mètres, classiquement appelé « Vs 30 », pour évaluer l'effet de site des mouvements du sol. Afin de déterminer le paramètre Vs30, le sondage carotté est le moyen le plus efficace. Ce dernier permet d'identifier la lithologie du sous-sol et ses paramètres intrinsèques tels que la vitesse de propagation des ondes de cisaillements (Vs) et de compressions (Vp). Cependant, ce moyen reste très coûteux et éparse dans les milieux urbains. Pour cela, le recours aux méthodes géophysiques classiques telles que la sismique, l'électrique et les méthodes du bruit vibratoire ambiant moins coûteuses et plus rapides sont préconisées.

Laouami (2020) a proposé une nouvelle approche de classification des sites, basée sur le  $(\overline{H/\overline{V}})$  moyen cible simulé, calculé pour les 4 classes de sites. En effet, l'approche proposée est dérivée de la théorie du champ diffus pour les ondes planes. Une expertise visant à confirmer la rigueur de la méthodologie proposée est effectuée sur la base de ce nouveau schéma de classification. Cette étude s'inscrit dans le cadre d'un microzonage de la ville d'Alger visant à établir une classification sismique selon l'approche expérimentale présentée, conformément au code parasismique RPA99/2003, et à partir des mesures du bruit vibratoire ambiant.

Dans un premier temps, l'utilisation d'une série de vingt-cinq (25) down Hole à travers la zone d'étude a permis (1) de mettre en évidence les profils de vitesses du sol, (2) calculer les vitesses moyennes de propagation des ondes de cisaillement des 30 premiers mètres du sous-sol ( $V_{s30}$ ) afin de classer les sites sismiques selon le RPA99/2003 et (3) identifier la fréquence prédominante ( $f_s$ ) d'une couche de sol.

Dans un second temps, à titre de comparaison, vingt-cinq (25) microtremors sont enregistrés à proximité des trous de forages exploités pour les différents downholes réalisés, le traitement des rapports H/V suivant la méthodologie expérimentale proposée, a conduit également à (1) la classification des sites sismique selon le RPA99/2003 ainsi qu'à (2) l'identification de la fréquence prédominante d'une couche de sol ( $f_g$ ) en chaque point. (3) le calcul des vitesses moyennes de propagation des ondes de cisaillement pour les 30 premiers mètres du sous-sol quant à lui, sera réalisé par inversion de la courbes HVSR.

La méthodologie expérimentale proposée, semble donner un taux de succès de 60% en terme de classification sismique comparé aux résultats de la fonction  $V_{s30}$ , Soit sur 25 essais, 15 semble de bon résultats. De plus, les essais in situ réalisés en mauvaise conditions pourraient pour leurs parts altérer les résultats dépouillés pour ce présent travail.

En terme de fréquence prédominante du sol, et cela malgré la discrimination des fréquences inférieur a 0.8Hz, la méthodologie expérimentale proposée donne également de bons résultats, avec un taux de succès allant jusqu'à 81% comparé aux les résultats obtenus par la méthodologie classique.

**Mots clés :** Effet de site, Micro-zonage sismique, Classification sismique, Bruit vibratoire ambiant, méthode H/V,  $V_{s30}$

## Références

Laouami N (2020) Proposition d'un nouvel outil de classification de sites utilisant des données de microtremblement.

RPA (2003) Règlement Parasismique Algérien. CGS, Centre National de Recherche Appliquée en Génie Parasismique, Rue Kaddour Rahim, BP 252, Hussein Dey, Alger, Algérie

## Seismicity along the seismogenic zone of the Algarve region (southern Portugal)

Dib A.<sup>1</sup>, Bezzeghoud M.<sup>2</sup>, Caldeira B., Borges J.F.<sup>2</sup>, Dorbath C.<sup>3</sup>, Dorbath L.<sup>3</sup>, Hamoudi M.<sup>1</sup>, Ayadi A.<sup>4</sup> and Ousadou F.<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Université des Sciences et de la Technologie Houari Boumediène, BP32 El Alia, Bab Ezzouar, Alger, Algérie. <sup>2</sup>Ecole et Observatoire des Sciences de la Terre, Université de Strasbourg, 5, rue Descartes, 67084 Strasbourg Cedex, France. <sup>3</sup>Instituto de Ciências da Terra and Physics Department, Escola de Ciências e Tecnologia (ECT), University of Évora, Portugal. <sup>4</sup>Centre de Recherche en Astronomie Astrophysique et Géophysique CRAAG

The seismicity of the Portuguese territory and its adjacent Atlantic region, located in the western part of the Iberian Peninsula is very heterogeneous. It is characterized by different regions with varying seismicity. The seismicity of the Portuguese territory is more concentrated in the south and along the Atlantic coast than in the rest of the country. In southern Portugal, there are several tectonic structures that are most likely responsible of the large historical earthquakes in the Algarve region, near the border between the African and Eurasian plates.

The present seismological study focuses on the Algarve region, as part of a cooperation project between the Universities of Évora (Portugal), Lisbon (Portugal), Strasbourg (France), and the IPMA (Lisbon, Portugal). One-and-a-half year seismological survey will allow us to locate the seismic events and obtain the local velocity structure in the Algarve region. P and S arrival times from 30 stations (Geostar, Telemetr network, U. Lisbon and IPMA stations) will be used. Our data were recorded during the campaign operated from January 2006 to July 2007.

This work aims to produce a more detailed knowledge of the crust structure in the Algarve region and identify seismogenic zones with seismic sources capable of generating significant events.

Perspectives :

- Analyzing the seismicity recorded during the Algarve campaign.
- Picking P and S arrival times phases.
- Locating and relocating events.
- Local Seismic Tomography.
- Constructing focal mechanisms.
- Determining stress tensors.
- Interpretating results related to the tectonic setting and geodynamics of the region.

**Keywords :** Seismicity, microseismicity, velocity structure, Portugal, Algarve

---

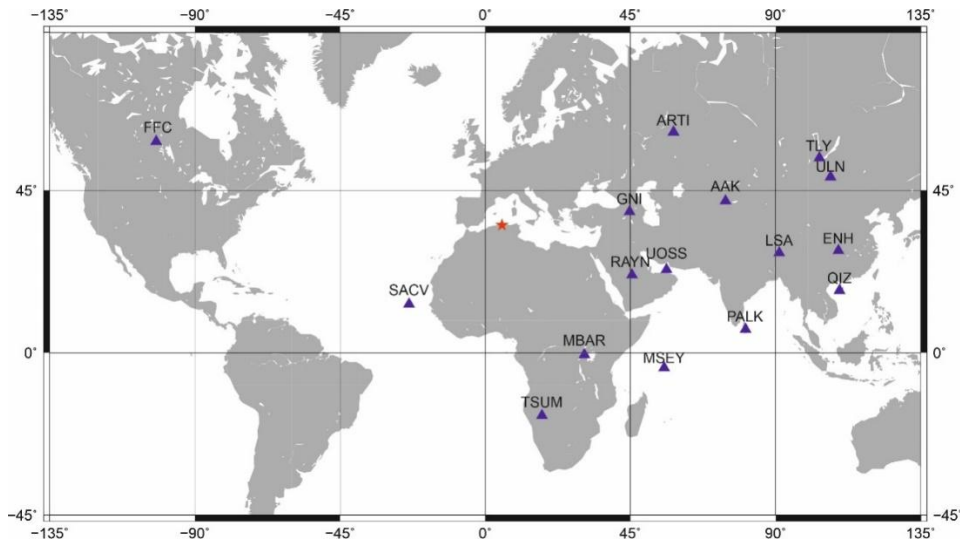
## Source Parameters of the March 18<sup>th</sup>, 2021 Bejaia Earthquake from Teleseismic Data

T. Dilmi<sup>1,2</sup>, H. Beldjoudi<sup>2</sup>, A. Yelles-Chaouche<sup>2</sup>, G. Dabouz<sup>2</sup>, K. Kameche<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Laboratory of Energy and Smart Systems, Faculty of Science and Technology, University of Khemis Miliana, 44225, Algeria.

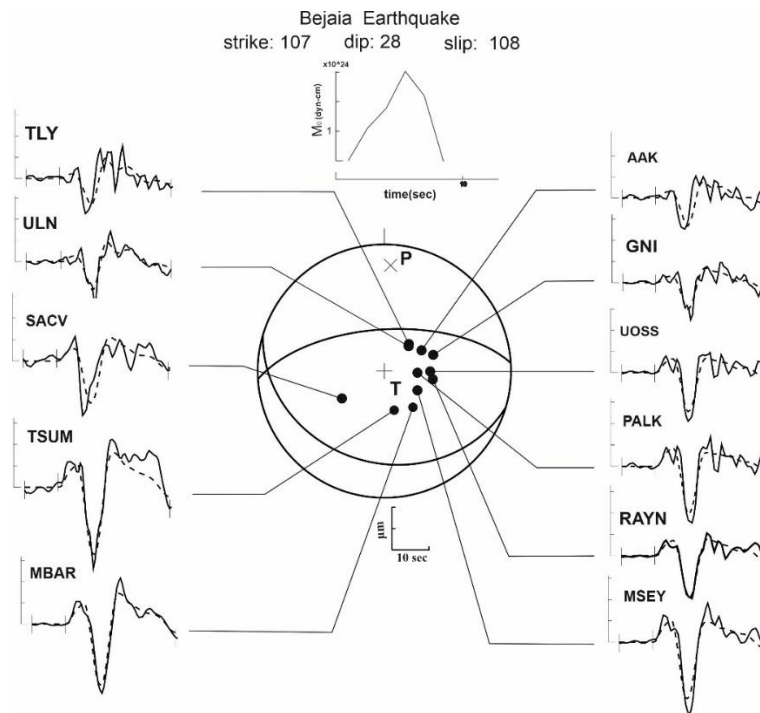
<sup>2</sup>Research Center for Astronomy Astrophysics and Geophysics (CRAAG), Algiers, Algeria

An earthquake hit the northeast of Algeria on the 18<sup>th</sup> of March 2021, at 00h 04mn (UTC) with moment magnitude Mw=6.0. The Event was located by the CRAAG-ADSN seismic network at lat=36.87; long=5.21; depth=13 km. It was preceded by a foreshock with Mw=4.0 on March 17<sup>th</sup>, 2021 at 19h 38mn at the same epicentral area. The epicentre being located offshore, there were no fatalities, only minor injuries and minor building damage. In this work, we estimated the focal mechanism and source parameters of the main event using the Nabelek inversion approach (Nabelek 1984; Nabelek 1985; Delouis et al. 2004; Beldjoudi et al., 2022). In addition to determining the slip distribution on the fault, we used a finite fault model following the approach of Delouis et al. (2002). For this aim, we only chose the mantle body waves at 30° to 90° arrivals from a set of 16 stations with good azimuthal coverage retrieved from the IRIS network (Figure.1).



**Figure 1.** The location of the Bejaia earthquake and the different teleseismic stations used for the waveform inversion

The parameters of the seismic sources of the Bejaia event obtained by teleseismic records in this study and those obtained by different seismological agencies are very close. The results reveal east-west trending thrust fault with a minor strike slip component at 11 km depth of (Figure.2). In addition, the fault plane presents two asperities with a coseismic slip rate of 37 cm.



**Figure 2:** Focal mechanism obtained by waveform inversion with teleseismic stations with best fit and the relative source time function (STF)

**Key words:** Source parameters – Bejaia earthquake – Focal mechanism – Slip distribution

## Références

- Beldjoudi, H., & Delouis, B. (2022, September). Reassessing the rupture process of the 2003 Boumerdes-Zemmouri earthquake (Mw 6.8, northern Algeria) using teleseismic, strong motion, InSAR, GPS, and coastal uplift data. *Mediterranean Geoscience Reviews*. doi:10.1007/s42990-022-00090-z
- Delouis, B., Giardini, D., Lundgren, P., & Salichon, J. (2002). Joint inversion of InSAR, GPS, teleseismic, and strong-motion data for the spatial and temporal distribution of earthquake slip: Application to the 1999 Izmit mainshock. *Bulletin of the Seismological Society of America*, 92, 278-299.
- Delouis, B., Vallée, M., Meghraoui, M., Calais, E., Maouche, S., Lammali, K., . . . Yelles, K. (2004). Slip distribution of the 2003 Boumerdes-Zemmouri earthquake, Algeria, from teleseismic, GPS, and coastal uplift data. *Geophysical Research Letters*, 31.
- Nábělek, J. (1985). Geometry and mechanism of faulting of the 1980 El Asnam, Algeria, earthquake from inversion of teleseismic body waves and comparison with field observations. *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, 90, 12713-12728.
- Nábělek, J. L. (1984). Determination of earthquake source parameters from inversion of body waves. Ph.D. dissertation, Massachusetts Institute of Technology. Department of Earth, Atmospheric, and Planetary Sciences. Retrieved from <http://hdl.handle.net/1721.1/15209>

## HVSR and site effects at Aokas plain.

R. DJELID <sup>1</sup>, D. MACHANE <sup>2</sup>, R. BENSALÉM <sup>2</sup> and E. OUBAICH <sup>2</sup>

<sup>1</sup>USTHB <sup>2</sup> CGS.

The region of Bejaia has a very high seismic potential, which is reflected in several events generated by the large faults located at sea and on land that mark the region.

Given their random nature, earthquakes are unpredictable. Acting on the resulting hazards aims at minimizing the damage and reducing the seismic risk. Among these hazards, we mention the site effects that are of interest in this study. These are the modification of the seismic vibratory motion and the extension of its duration due to a particular geology and/or geometry.

The great diversified topographic features as well as the geological nature of sediments which characterize Aokas plain, can promote the amplification of the seismic vibratory movements, hence the need to analyze the site effects. This study aims to analyse the site effects in the region through geophysical acquisitions by exploiting the ambient vibratory noise in order to identify the parameters that influence the seismic response of the soil in the region.

The analysis of the ambient vibration noise was done by the H/V ambient noise method. This passive technique consists of calculating the spectral ratio of the horizontal and vertical components in order to obtain the ground resonance frequency and its amplification level.

A campaign of ambient vibration noise will allow to establish a zoning according to the spectral response which will be of great use for the developers and the town planners during the choice of the sites. The same applies to the design of future buildings, which should have a different frequency from that of the ground in order to avoid the phenomenon of resonance, pointing out that no study has been done to date.

**Keywords :** HVSR, SITE EFFECT, AOKAS PLAIN

## **Analyse de la sismicité du Nord-ouest de l'Algérie à partir des catalogues de l'IGN et de l'ISC, corrélation entre le facteur b de la loi de Gutenberg-Richter et l'Anomalie de Bouguer**

M. Hamidatou<sup>1</sup>, N. Hallal<sup>1</sup> et L. Saad<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Research Center in Astronomy, Astrophysics and Geophysics, BP 63, Bouzaréah, 16340 Algiers, Algeria.

<sup>2</sup>Faculty of Technology, University of August 20, 1955-Skikda, P. O. Box 26, 21000 Skikda, Algeria.

Corresponding Author: M. Hamidatou, E-mail: [mouloudh83@yahoo.com](mailto:mouloudh83@yahoo.com)

Afin de comprendre les caractéristiques physiques de la croûte terrestre et le régime des contraintes, plusieurs méthodes sont utilisées ainsi que leurs corrélations. L'anomalie de Bouguer en gravimétrie et le facteur b en sismologie ont été largement utilisées, depuis plusieurs décennies pour l'analyse des caractéristiques mécaniques de la croûte terrestre et le régime des contraintes. Cette approche est utilisée dans le présent travail pour le Nord-Ouest Algérien. Nous utilisons un catalogue de la sismicité de l'Algérie pour une recherche de corrélation entre l'anomalie de Bouguer et le facteur b de la loi de Gutenberg-Richter. Après traitement des données du catalogue, il en ressort que les régions où le facteur b est inférieur à 1 correspondent aux zones situées le long du littoral où on observe des séismes de forte magnitude qui se produiraient donc dans une croûte de faible épaisseur et sur des failles de grandes dimensions. La corrélation entre la carte de l'anomalie de Bouguer pour le Nord- Ouest de l'Algérie, obtenue à partir des données du Bureau International de Gravimétrie BGI, et la carte de la distribution spatiale du facteur b (données de l'IGN), montrent qu'il existe une relation directe entre la variation spatiale du facteur b et l'anomalie de Bouguer dans le Nord-Ouest Algérien. En effet, les faibles valeurs du facteur b sur le littoral de l'Algérie correspondent à des valeurs positives de l'anomalie de Bouguer alors que les grandes valeurs de b, au Sud de l'Algérie, coïncident avec les valeurs fortement négatives de l'anomalie de Bouguer.

**Les Mots clés :** Catalogue, IGN, ISC, Sismicité, Gutenberg-Richter, Anomalie de Boguer.

## Seismic tomography of the area of Mihoub earthquake (north-central Algeria) sequence on 2016

K Kameche<sup>1</sup>, H Beldjoudi<sup>2</sup>, A Yelles-Chaouche<sup>3</sup>, G Dabouz<sup>4</sup> and T Dilmi<sup>5</sup>

*Centre de Recherche en Astronomie Astrophysique et Géophysique CRAAG*

The area of the Tellian Atlas is one of the most seismically active regions of the country. This activity is due to the convergence of 4-5 mm/year between the African and Eurasian plates which continues since the Late Cretaceous. We will focus our work on the Mihoub region in the south of the Tellian Atlas, 60 km southeast of Algiers. This region has known an important activity during the last ten years. Including the Mihoub earthquake 2014 and 2016 (Khelif et Al, 2018). In addition to this shock a sequence of event, recorded from 10 April to 15 July 2016. The location of these events revealed two fault segments. The first a near vertical segment of E-W trends. The second fault plane, on which the largest event of the sequence was located, dips to the southeast and strikes NE-SW. To image the crustal structure of these active faults, we used a set of 503 well located aftershocks events and applied the local tomography software (LOTOS) algorithm, which includes absolute source location, optimization of the initial 1D velocity model, and iterative tomographic inversion for 3D seismic P- and S-wave velocities (and the  $V_p/V_s$  ratio), and source parameters. The results obtained confirm the shapes of the two fault segments. Moreover, they highlight the fault contacts of the region, one of which is in an E-W direction and the other in a NE-SW direction.

**Keywords:** Mihoub earthquake, Seismic tomography, faults, seismic activity, Algeria

### References:

Khelif, M et Al 2018. The 2016 Mihoub (north-central Algeria) earthquake sequence: Seismological and tectonic aspects.

Koulakov, I. (2009). LOTOS code for local earthquake tomographic inversion, Benchmarks for testing tomographic algorithms.

---

## Earthquakes related Electromagnetic signals, Northern Algeria

A.S. Kasdi, A. Bouzidi, and M. Hamoudiz

1 Center of Research in Astronomy, Astrophysics and Geophysics, Subsurface Geophysics Division, Algeria.

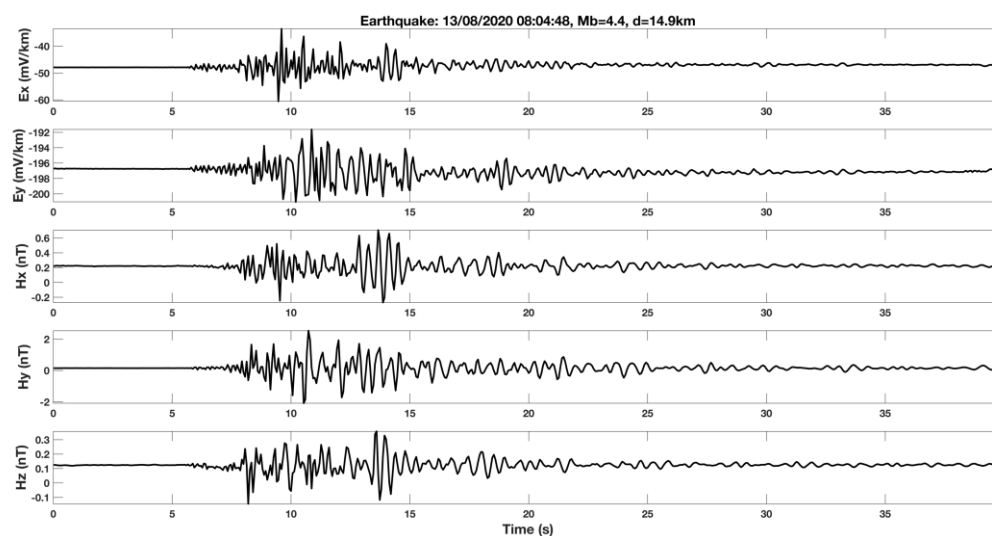
2 University of Science and Technology Houari Boumediene, Department of Geophysics - FSTGAT, Algeria.

Northern Algeria is in an active seismic zone in the Mediterranean region. The seismic activity is the result of the convergence between the two main African Eurasian plates. Over the last two decades, northern Algeria has experienced numerous moderate-to-strong earthquakes. The recent seismic activity in Northern Algeria provides an opportunity to observe and study earthquake-related temporal patterns of electromagnetic (EM) signals using magnetotelluric (MT) measurements. Seismo-electromagnetic signals (SES) are anomalous EM signals related to seismic activity (Kasdi et al. 2022a). These EM signals may be precursory (prior to an earthquake) or co-seismic (coinciding with earthquakes)

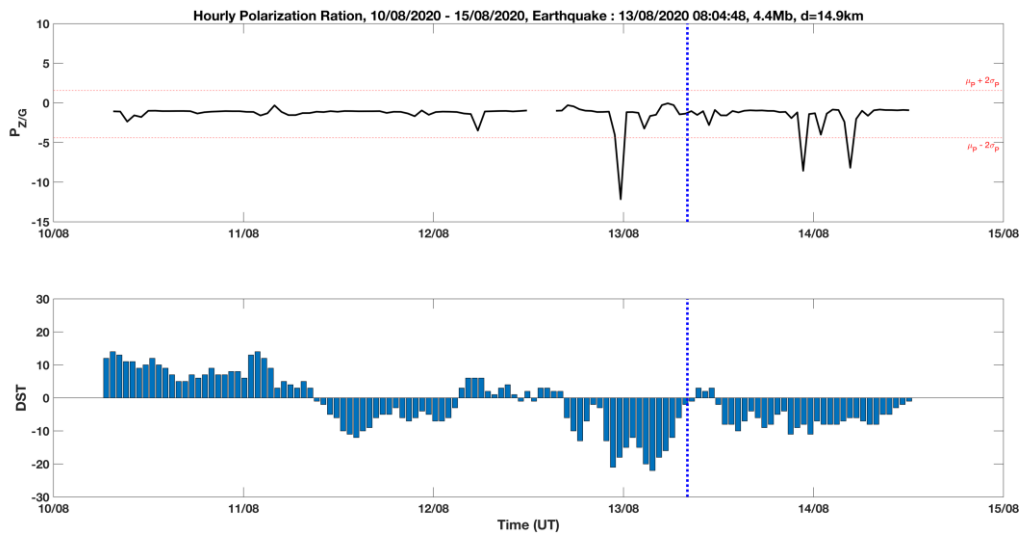


(Matsushima et al. 2002; Kasdi et al. 2022b). SES has been reported over a wide frequency range of a few MHz to ultra-low frequency (Kasdi et al. 2022a). The observation and analysis of these EM phenomena is being used for seismic prediction and to understand the subsurface physical mechanisms related to the generation of these EM signals (Kasdi et al. 2022a). Various physical mechanisms have been proposed to explain the pre- and co-seismic EM signals, such as the piezoelectric effect, piezomagnetic effect, microfracture electrification, seismic dynamo effect, and electrokinetic effect (Matsushima et al. 2002; Kasdi et al. 2022b).

In this study, we present an analysis of the MT time series with the aim of detecting and characterizing SES using MT measurements. The geomagnetic observatory of Medea, located about 60 km south of Algiers (Algeria), was chosen to conduct a MT experiment. The MT station was installed in December 2018 (Lat: 36.31° N, Log: 2.72° E). We measured the five components of the EM fields ( $E_x$ ,  $E_y$ ,  $H_x$ ,  $H_y$ , and  $H_z$ ) using MTU-A System device from Phoenix-Geophysics with a sampling rate of 15 Hz. Co-seismic EM signals were observed simultaneously in the electric and magnetic field canals during several earthquakes (Fig. 1). Wavelet analysis has revealed the time-frequency content of these co-seismic EM signals. Also, we show the existence of precursor signatures related to earthquakes several hours before its occurrence using the spectral polarization technique (Fig. 2). These results will help in understanding the SES associated with earthquake activities in the North Algerian region. This kind of analysis should be carried out for many earthquakes to understand the seismoelectromagnetic phenomena.



**Figure 1.** An example of the observed EM time series data at the MT station related to a 4.4 magnitude earthquake. where  $t = 0$  indicates the earthquake origin time.  $d$  is the epicentral distance of earthquakes from the MT site.



**Figure 2.** An example of earthquake precursor signature (marked by the pick around 10 hour before the earthquake origin time). The 1st panel show the temporal variation of the hourly spectral polarization of the component PZ/G and Dst index in the 2nd panel, from August 10, 2020, to August 15, 2020. The vertical blue line indicates the earthquake origin time. The red dashed lines represent the threshold value.

**Keywords:** Northern Algeria, Earthquakes, Magnetotelluric, Seismo-electromagnetic, Time Series Analysis

## References

Kasdi, A.S., Bouzid, A., Hamoudi, M. et al., 2022a. Singular spectral analysis applied to magnetotelluric time series collected at Medea Geomagnetic Observatory (Algeria)—an attempt to discriminate earthquake-related electromagnetic signal. *Arabian Journal of Geosciences*, 15(13), pp.1-12.

Kasdi, A.S., Bouzid, A. and Hamoudi, M., 2022b. Electromagnetic Signal Associated with Seismic Waves: Case Study in the North Central Algeria Area. *Pure and Applied Geophysics*, pp.1-15.

Matsushima, M., Honkura, Y., Oshiman, N., Baris, S., Tunçer, M.K., Tank, S.B., Celik, C., Takahashi, F., Nakanishi, M., Yoshimura, R. and Pektas, R., 2002. Seismoelectromagnetic effect associated with the Izmit earthquake and its aftershocks. *Bulletin of the Seismological Society of America*, 92(1), pp.350-360.

## LA SEISMICITE ET L'EVOLUTION DU RESEAU HYDROGRAPHIQUE ENTRE LE MASSIF D'ALGER ET LE MONT CHENOUA

C. LOUNI<sup>1</sup>, B. HADDOUCHE<sup>2</sup> & D. BELHAI<sup>3</sup>

<sup>1&2</sup>Laboratoire de Géodynamique, Géologie de l'Ingénieur et Planétologie, (FSTGAT), Université des Sciences et de la Technologie, Houari Boumediene (USTHB), Bab Ezzouar, Alger, Algérie

<sup>2</sup>CGS, Centre National de Recherche Appliquée en Génie Parasismique, Rue Kaddour Rahim, Hussein Dey, 16040 Algiers, Algeria

E-mail: [louni.chahira@gmail.com](mailto:louni.chahira@gmail.com)

La zone allant du massif d'Alger jusqu'au mont Chenoua est connue par sa complexité. Bien qu'elle appartienne à des entités géologiques différentes, elle est affectée par les mêmes phases tectoniques, surtout celles de la période récente plio-quaternaire, et son évolution est conditionnée par la réactivation d'anciennes structures (plis et failles).

Cette région est tranchée par un réseau hydrographique dense. Ce réseau hydrographique a subi une modification au fil des ères géologiques. Cette modification est le témoin de la continuité de la déformation jusqu'au temps actuel (Aymé, 1956).

La réalisation de la carte des linéaments basée essentiellement sur le traitement des images satellitaire, des photo aériennes et des données récoltées sur terrain, consiste à cartographier les linéaments dans la région allant du massif d'Alger au Mont Chenoua, sachant que les linéaments et les fractures sont parmi les paramètres déterminants qui guident la circulation des eaux par l'accélération de l'érosion et l'altération. En effet, le réseau hydrographique emprunte souvent les zones de faiblesses afin de minimiser l'énergie nécessaire à son écoulement (Deffontaines, 1990).

L'étude et l'analyse de l'évolution du réseau hydrographique de la région est faite en établissant une comparaison entre l'ancien parcours des oueds et le récent. Les données vont être traitées par des programmes informatiques et la réalisation de cartes (de pente, hypsométrie, de réseau hydrographique ...etc) suivi d'une analyse géomorphologique.

La superposition des linéaments détectés avec la carte du réseau hydrographique permet d'illustrer les relations spatiales et directionnelles qui existent entre ces différents éléments. Dans la zone d'étude, la disposition des différents segments du réseau hydrographique est influencée par deux paramètres essentiels qui sont d'une part les structures géologiques alpines, en particulier la fracturation, et d'autre part la topographie caractérisée par des pentes généralement dirigées vers le N et le Sud. Ainsi, la majorité des cours d'eau emprunte les directions N-S. De telles orientations sont constatées dans les limites des formations géologiques et les familles des failles anciennes. Quant à la fréquence relativement élevée des cours d'eau orientés NW-SE, avec une fracturation minoritaire selon cette direction, elle semble être liée à la topographie de la région.

**Mots clefs** : Massif d'Alger, Mont Chenoua, réseau hydrographique, linéament, cartes hypsométriques, photos aériennes, séismicité.

## Références

**Aymé, A. (1956).** Modifications récentes survenues dans le réseau hydrographique de la plaine de la Mitidja, B.S.H.N. Afr. du Nord. XLVI, p.50-56.

**Deffontaines, (1990).** Développement d'une méthodologie morpho néotectonique et morpho-structurale, analyse des surfaces enveloppes du réseau hydrographique et des MNT. Thèse de l'Université Paris VI, 229 p

## **Magnetotelluric data acquisition in the Beni Ilmen Active faults zone**

M.A. Melaim Mohamed<sup>1</sup>, A. Bouzid<sup>2</sup>, I. Abacha<sup>2</sup>, Z. Boukhalifa<sup>2</sup>, A.S. Kasdi<sup>2</sup>, N. Kerbadj<sup>2</sup>, O. Boulahia<sup>2</sup>, H. Bendjama<sup>2</sup>, K. Roubeche<sup>2</sup>, El-M. Tikhamarine<sup>1</sup> and D. Foudili<sup>1</sup>

<sup>(1)</sup> *university of Setif 1, Algeria*

<sup>(2)</sup> *CRAAG, Route de l'Observatoire Bouzareah, Algiers*

The aim of this work is to study an active fault zone in Beni-Ilmen (Msila-Algeria) using the magnetotelluric (MT) method to get more geological information in addition to interesting results from previous seismic tomography study realized in this region after the earthquake sequence in May 2010. The Magnetotelluric is one of the geophysical methods that used natural electromagnetic waves for imaging the electrical conductivity of the Earth structure. The electrical conductivity of a rock is sensitive to the presence of fluids, which makes the MT a suitable technique for this study.

For this purpose, a field survey took place in November 2021. The magnetotelluric recordings were made at 23 sites distributed in 3 parallel profiles trending NW-SE about twenty km in length. After removing noise and checking the consistency of the data, we applied some analysis techniques. In this communication, we present the first results of the analyzed data.

**Keywords:** Magnetotelluric; active faults zone; seismic tomography; Beni-Ilmane

---

## **Site effects investigation in the city of Oran, northwestern Algeria, using ambient vibration data.**

A. Saadi<sup>1,2</sup>, A. Issaadi<sup>1,2</sup>, F. Semmane<sup>1</sup>, A. Yelles -Chaouche<sup>1</sup>, J.J. Galiana-Merino<sup>2,3</sup>, K. Layadi<sup>1</sup> and R. Chimouni<sup>1</sup>

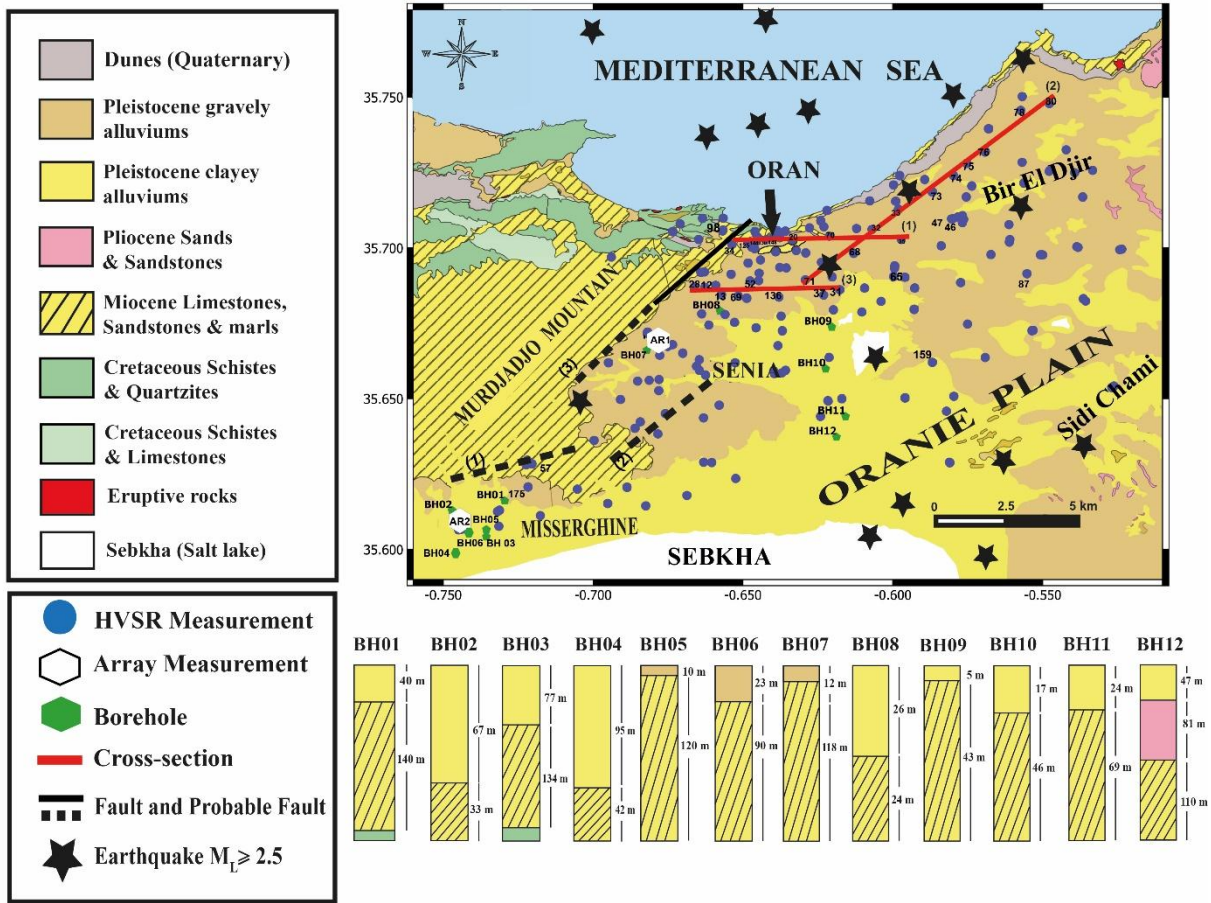
<sup>1</sup> *Centre de Recherche en Astronomie, Astrophysique et Géophysique (CRAAG), 16340, Algiers, Algeria*

<sup>2</sup> *University Institute of Physics Applied to Sciences and Technologies, University of Alicante, Crta . San Vicente Del Raspeig, s/n, 03080, Alicante, Spain*

<sup>3</sup> *Department of Physics, Systems Engineering and Signal Theory, University of Alicante, Crta . Sa n Vicente De l Raspeig, s/n, 03080, Alicante, Spain*

The city of Oran is located in northwestern Algeria, in the Low-Cheliff basin. This region has experienced several earthquakes, the most important being the Oran earthquake of 1790 (Io=VIII). We used ambient vibration data and the Horizontal/Vertical Spectral Ratio (HVSR) method to estimate the fundamental ground frequencies ( $f_0$ ) and the corresponding amplitude variation (AO) at 193 sites in the city of Oran and its surroundings. For a better constraint of the shear velocities ( $V_s$ ) of the surface layers, two circular arrays were performed to estimate the dispersion curve of the Rayleigh wave, used in the inversion process by the  $f$ - $k$  method. The HVSR results showed a variation of  $f_0$  between 0.3 and 7.4 Hz with corresponding amplitudes between 2 and 5.6. In addition, joint inversion of Rayleigh wave dispersion curves and HVSR curves provided 1D shear wave velocity models and an estimate of bedrock shape through 2D cross-sections.

Indeed, three sedimentary layers were identified. The first layer of the Plio-Quaternary is up to 90 m thick and has a Vs varying between 280 and 580 m/s. The second layer corresponds to the Upper Miocene deposits with a maximum thickness of 450 m and a Vs varying between 460 and 880 m/s. The third layer corresponds to the Lower Miocene with a maximum thickness of 700 m and a Vs varying between 730 and 1300 m/s. These sedimentary deposits overlain an ante-neogene bedrock with a Vs varying from 1600 to 2500 m/s. The maximum depth of bedrock at Oran is 1050 m northeast of the city. This result was used to calculate the soil vulnerability factor ( $K_g$ ), and to calculate the  $V_{s30}$  in the area and finally a classification of the soil of the study area was proposed as well as a regression law between the fundamental frequency and the depth.



**Figure 1.** Geological map of Oran City and the surrounding area. Purple filled circles are ambient vibration measurement points. AR1 and AR2 are array measurement sites. The 12 available boreholes from BH01 to BH12 (green hexagon in geological map) show the thicknesses of the sediment layers. Numbered dashed lines 1, 2 and 3 are segments of the Murdjadio fault; the red numbered lines 1, 2, and 3 are cross-sections. The black stars represent the seismic events that occurred in this area ( $2.5 \leq M_L \leq 5.8$ ) between 2006 and 2020 (CRAAG catalogue), Saadi et al 2022.

**Keywords :** Ambient vibrations, HVSr, F-K method, Vs-structure, Vs30, Vulnerability index, site classification.

## References

Saadi, A., Issaadi, A., Semmane, F., Yelles-Chaouche, A., Galiana-Merino, J. J., Layadi, K., & Chimouni, R. (2023). 3D shear-wave velocity structure for Oran city, northwestern Algeria, from inversion of ambient vibration single-station and array measurements. *Soil Dynamics and Earthquake Engineering*, 164, 107570.

---

## Geomorphic Indicators of Neotectonics from North of Tebessa: A case study Hammamet basin

H. Taib<sup>1</sup>, C. Benabbas<sup>2</sup> and A. Khiari<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Laboratory of Natural Resources and Management of Sensitive Environments (LRNAMS), Department of Geology, Faculty of Earth Sciences and Architecture, Larbi Ben M'hidi University, Oum El Bouaghi, Algeria.

<sup>2</sup> Geology and Environment Laboratory (L.G.E), University of Constantine 3, Constantine, Algeria

The main objective of this work is analysis of the geomorphological parameters of the El Hammamet watershed (Northern Tebessa). It was carried out using a combination of geographical information systems and remote sensing techniques. The study revealed various geomorphological indices, including the integral hypsometry, sinuosity of mountain front, and valley width index.

The study used the asymmetry factor and topographic factor to study the effects of tectonic activity on the development of geomorphological properties of the watershed. The resulting data was then used to create a new geomorphological index, which is called the Relative Tectonic Activity Index (IRAT).

The index was then calculated by taking into account the relative distribution of the various geomorphological parameters in the study area. It was divided into four classes according to the region's tectonic activity. These include the very high tectonic activity ( $IRAT < 1.5$ ), high tectonic activity ( $1.5 < IRAT < 2$ ), moderate tectonic activity ( $2 < IRAT < 2.5$ ), and low tectonic activity ( $IRAT > 2.5$ ).

The study identified the various highly deformed regions in the to the movement of hydrographic systems The phenomenon can occur when the mapped faults coincide with the observed hydrographic systems changes.

A side from the presence of hydrographic systems, the study also identified other factors that can contribute to the development of these highly deformed regions. These include the multiple tectonic lineaments that are located in the study area. This research provided a new scheme for the evolution of morpho-structural in the collapsed basin of the Hammamet.

**Keywords:** Hammamet, Sinuosity of mountain front, Integral hypsometry Geomorphological, hydrographic systems. Relative Tectonic Activity Index (IRAT).

---

## **Prediction of Ground Motion Parameters using artificial neural network: example of European-Mediterranean regions and the Middle-East (ESM database)**

M.A.I. Zaoui<sup>(1)</sup>, B. Derras<sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup> *Department of Civil engineering and Hydraulics, Dr Moulay Tahar university, BP 138, 20000, Ennasr, Saida, Algeria,*

<sup>(2)</sup> *Risk Assessment and Management Laboratory (RISAM), Abou Bekr Belkaïd University, BP 230, 13048, Chetouane, Tlemcen, Algeria*

The aim of this presentation is to investigate ability of artificial neural network in predicting ground motion parameters that controls seismic movement. The input parameter used in this study are a mix between ( $M_w$ ), path effect ( $R_{jB}$ ,  $R_x$  and focal depth) and site effect ( $V_{s30}$  and slope), the output parameters predicted by this model takes into account the characteristics of seismic record (amplitude, duration and frequency) listed as follow: peak ground acceleration (PGA), peak ground velocity (PGV), duration of the time interval between the points 5 and 95% ( $T_{90}$ ), housner intensity (housner), areas intensity (AI) and cumulative acceleration velocity (CAV). This test is applied on a subset of ESM database and the results obtained shows a clear magnitude and depth dependency of the decay of ground motion with distance, the near-fault "saturation" for magnitudes, and the absence of nonlinearity (all the values shown are above 1).

**Keywords:** artificial neural network - ground motion parameters - ESM database

### **References**

*Danciu, L., & Tselentis, G.-A. (2007). Engineering Ground-Motion Parameters Attenuation Relationships for Greece. Bulletin of the Seismological Society of America, 97(1B), 162-183. <https://doi.org/10.1785/0120050087>*

*Derras, B., Bard, P., & Bekkouche, A. (2016). Prédiction des paramètres de nocivité par approche neuronale : Exemple des données Kik-Net Prédiction Des Paramètres De Nocivité Par Approche Neuronale : Exemple des données Kik-Net. 8ème Colloque National AFPS 2011, September.*



# **SESSIONS POSTERS**

## **SESSION 5 : RISQUES ET GÉOLOGIE DE L'INGÉNIEUR**

## L'utilisation de la télédétection dans l'étude des risques naturels : cas des inondations

L.T. Abdi<sup>1</sup>, L. Latreche<sup>2</sup> et M. Bersi<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Université Larbi Ben M'Hidi Oum el Bouaghi. abdi.lokmanetaha@univ-oeb.dz

<sup>2</sup> ENS Ahmad Gaïd Salah Bou-saada. karilatrech@gmail.com

<sup>3</sup> Université Ferhat Abbas Sétif 1. mbersi@univ-setif.dz

Ces dernières années, le monde a connu de nombreuses perturbations naturelles dues aux changements climatiques, parmi ces perturbations les inondations.

L'inondation est l'une des risques les plus courantes au monde, c'est ce qu'on a remarqué ces dernières années en Algérie comme celles de Bab El Oued en 2001, Annaba en 2019, Bou-Saada en 2021 et à Bordj Bou Arréridj en 2022. Ces inondations ont causé des dommages humains et matériels catastrophiques. Une inondation est la submersion par l'eau douce ou salée d'une zone généralement émergée. Cette submersion peut se faire lentement ou soudainement et se répéter régulièrement ou de façon anecdotique. Les inondations sont le danger naturel le plus dévastateur et celui qui provoque le plus de pertes économiques et humaines.

L'Algérie est exposée chaque année à ce phénomène et en particulier la région d'Annaba, qui est l'une des plus grandes villes côtières du pays d'un côté par sa démographie et de l'autre côté par ses infrastructures, ainsi que son climat méditerranéen caractérisé par les pluies abondantes et parfois torrentielles qui favorise les inondations.

Les inondations de janvier 2019 à Annaba ont provoqué de graves pertes humaines : six morts et d'importants dégâts matériels estimés à plusieurs milliards de dinars, notamment la fermeture du complexe sidérurgique d'El Hadjar, des villes entières isolées des familles sinistrées, des cités populaires submergées par les eaux, des vols annulés et des routes coupées. Annaba est une wilaya du Nord-Est qui a été la plus touchée par la perturbation atmosphérique venue du Nord de l'Europe apportant avec elle une baisse considérable des températures. Le froid et la neige sur les hauteurs des wilayas voisines, de l'intérieur mais aussi sur celles de l'Atlas Saharien ainsi que des pluies intenses et abondantes ont grippé le pays pendant plus de 48 heures, de même les inondations de Bordj Bou Arréridj en 2022.

Notre travail consiste à déterminer les surfaces inondées dans la plaine de Annaba au 25 janvier 2019. Pour cela, l'application de la télédétection est la meilleure méthode qui a permis l'identification des plaines inondables dans cette zone d'étude. Après avoir affiché les images satellitaires d'avant et d'après l'évènement, on a pu évaluer l'impact de l'inondation. Pour compléter la visualisation, on a travaillé avec le MNDWI qui est une combinaison de bandes faites spécialement pour les études des inondations. Une carte des surfaces inondées obtenue dans le cadre de ce travail sera présentée.

**Mots clefs :** Inondations, risques, télédétection, dégâts.

## **Impact de l'urbanisation sur les inondations urbaines. Cas du bassin versant de l'Oued Kniss (Nord de l'Algérie).**

S. W. ASTITE <sup>1</sup> et Y. DJEDIAT <sup>2</sup>

<sup>1</sup> *Laboratoire de Recherche et d'Etudes en Aménagement et Urbanisme (LREAU), Faculté des Sciences de la Terre, de la Géographie et de l'Aménagement du Territoire (FSTGAT), Université des Sciences et de la Technologie Houari Boumediene (USTHB)-Alger-Algérie.*

*Email :w.astite@gmail.com.*

<sup>2</sup> *Laboratoire de Géologie des Bassins sédimentaires et des Orogènes (LGB0), Faculté des Sciences de la Terre, de la Géographie et de l'Aménagement du Territoire (FSTGAT), Université des Sciences et de la Technologie Houari Boumediene (USTHB)-Alger-Algérie.*

*Email :ydjedi54@gmail.com.*

Les inondations urbaines posent chaque année des problèmes aux grandes villes à travers le monde. L'évolution de la démographie et l'urbanisation qui en résulte font augmenter la vulnérabilité des populations urbaines à ce risque. L'Algérie est concernée par ce phénomène et en particulier Alger, capitale politique et économique du pays. Depuis l'indépendance, son développement urbain a conduit à des changements d'occupation du sol dans les petits bassins versants algérois. Ces changements engendrent des ruissellements urbains importants et des inondations pluviales paralysantes dans les communes centres de la wilaya d'Alger.

Ce travail vise à étudier l'impact de l'évolution de l'urbanisation sur la formation des ruissellements urbains dans le bassin versant de l'Oued Kniss situé dans la ville d'Alger. La zone d'étude fait partie des petits sous-bassins versants algérois caractérisés par une forte densité d'urbanisation. Pour atteindre cet objectif, la méthode du SCS-CN, développée par le Service Américain de Conservation des Ressources Naturelles (NRCS), a été appliquée pour l'estimation des ruissellements. La quantification de ces derniers a été réalisée pour trois périodes différentes (1959, 1984, 2019) afin d'estimer l'impact des changements d'occupation du sol et le développement de l'urbanisation dans la zone d'étude sur le coefficient de ruissellement.

Les différents résultats montrent que le coefficient de ruissellement a augmenté durant ces dernières années à cause du développement de l'urbanisation du bassin versant qui a un impact fort sur le coefficient de ruissellement, ce qui nous permet de conclure que l'urbanisation a un impact majeur sur l'augmentation du coefficient de ruissellement qui conduit généralement à des inondations urbaines.

**Mots clés :** Urbanisation, coefficient de ruissellement, inondation urbaine, SIG, Bassin versant de l'Oued Kniss, Algérie.

## **Cartographie des zones inondables par utilisation des SIG dans une zone semi-aride : Application à la ville de Tébessa**

H. Baazi, M. Kalla Mahdi et F.Z. Tebbi

*Natural Hazards and Territory Planning Laboratory (LRNAT), Earth Sciences and Universe Institute, Geography and Territory Planning Department. Mostefa Benboulaïd Batna <sup>2</sup> University Fesdis Batna, Algeria*

Une inondation est le résultat du débordement d'un plan d'eau, elle ne peut être arrêtée mais nous pouvons apprendre à atténuer les risques associés. La clé d'une réponse efficace est d'anticiper et de prévenir les menaces potentielles. En effet, la gestion de ce risque devient une nécessité de plus en plus forte qui doit impliquer tous les acteurs et toutes les ressources possibles.

Les systèmes d'information géographique (SIG) ont largement contribué à l'évolution de la recherche sur les risques naturels et les inondations en particulier.

Cette étude vise à évaluer et créer un système d'information géographique pour gérer le risque d'inondation, ainsi que cartographier les zones inondables dans la ville de Tébessa.

**Mots Clés :** Inondation, Risque, SIG, Tébessa, zone inondable

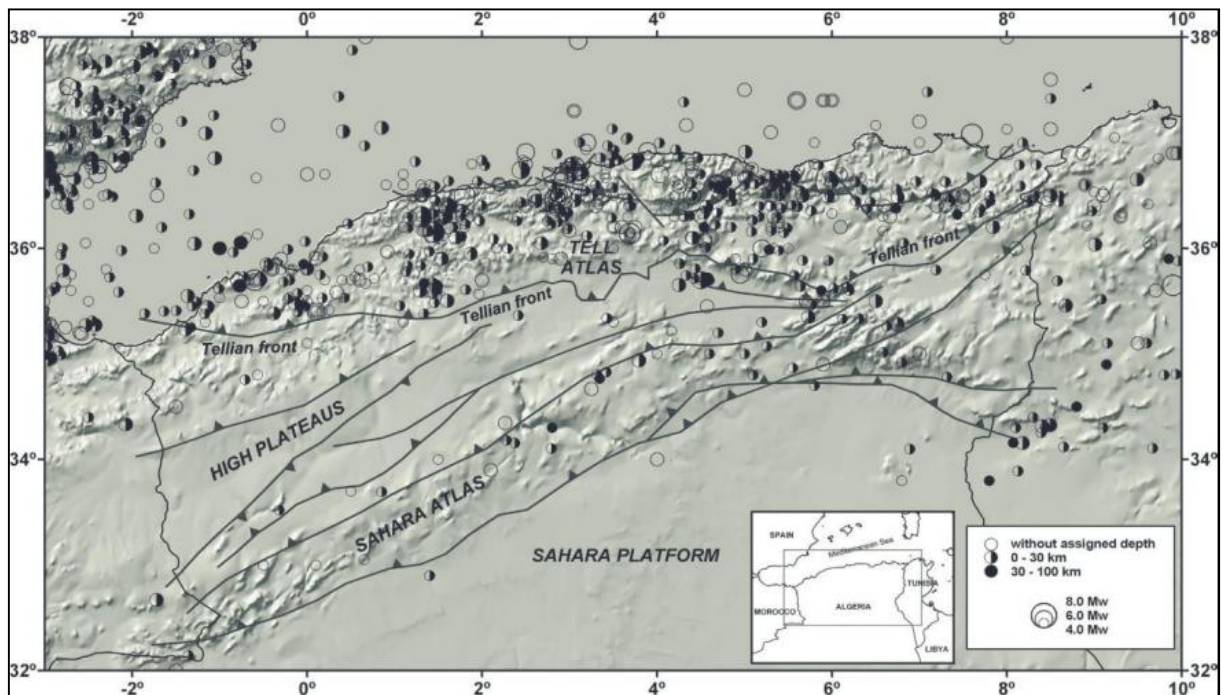
---

## **Geological Hazards and Site Effects in the Constantine Region**

A. BENGUESMIA <sup>1</sup> et D. MACHANE <sup>2</sup>

<sup>1</sup>USTHB, <sup>2</sup> Centre National de Recherche Appliquée en Génie Parasismique CGS

Algeria is an earthquake-prone country, as attested by several seismological archives that go back more than three centuries. In Algeria, active tectonic structures are located in the northern part of the country, mainly in the Tell Atlas (mountain range). In this region, which is a diffuse border between the African and Eurasian plates, the main driving force for the deformation is the oblique convergence of these two plates resulting in a progressive closure of the Neogene basins and the continuous building of the chain belt. The Tell Atlas domain shows a continuous occurrence of seismicity of low to moderate magnitude. Direct identification of an active fault is frequently challenging. Indeed, in northeast Algeria, despite the intense seismicity, only the Constantine earthquake of October 27, 1985 ( $M_s = 5.7$ ) and the Kherrata earthquake of February 17, 1949 ( $M_s = 4.7$ ) have generated a surface rupture. Therefore, to describe the fault geometry of the most important seismogenic structures, it is critical to integrate geological studies with historical and instrumental seismic data.



**Figure 1.** Structural domains and seismicity distribution in northern Algeria.

There are various geological hazards threatening the Constantine region. Indeed, the earthquake of 1985 that shook the region of Constantine is still a vivid memory, causing loss of life and damage to several buildings. The earthquake also triggered landslides. Although stable nowadays, they could be reactivated by future earthquakes on one of the numerous active faults in the region such as the Ain Smara fault. Thus, we used geophysical methods (electrical and seismic profiles) and a technique based on ambient vibration noise, for the first time in this region, to carry out the seismic response analysis of soils and to propose a soil classification.



**Figure 2.** Equipment used for ambient recording (CityShark II station Lennartz-5 s sensor)

This work will focus on sites with seismic amplification influenced by lithology and topography, such as the city of Constantine. Furthermore, these methods will also enable the investigation throughout the city of possible induced effects of earthquakes, such as landslides, though, among other things, the analysis of rupture surfaces.

**Mots clés :** Seismology; Geological Risks; Earthquake; Landslides; Active Faults; Site Effects; Ambient Noise.

## Références

Benaiïssa A., 1989. *Contribution à l'étude des mouvements de terrain de la région de Constantine. Thèse Doctorat, université de Grenoble, 109 p*

Benazzouz M, 1991. *L'évaluation de l'aléa géomorphologique et des coûts des risques naturels à Constantine. Zeitschrift für geomorphologie, vol. 83, pp. 63 - 70.*

Bensalem R. (2013). *Utilisation des vibrations ambiantes (bruit de fond) en Algérie Aléa local- Effets de site -Effets topographiques- Vulnérabilité-Microzonage- Nanozonage. Thèse de Doctorat, FSTGAT-USTHB, Alger.*

Hellel M. (2010). *Utilisation du bruit de fond pour l'évaluation de la structure géologique 3D :Application à trois sites en contexte de forte sismicité. Thèse de Doctorat, FSTGAT-USTHB, Alger.*

---

## **Application de la Méthode de l'Analyse Multicritère Hiérarchique (AHP) pour la cartographie de la susceptibilité aux mouvements de terrain dans le sous bassin-versant d'Oued Cherf Amont- Guelma (NE Algérie).**

R. Boudjellal <sup>(1)</sup>, A. Mahleb <sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup>Tebessa , Faculté des Sciences Exactes, Sciences de la Nature et de la vie, Département des Sciences de la Terre et de l'Univers, Université de Tebessa, Algérie ;[rania.boudjellal@univ-tebessa.dz](mailto:rania.boudjellal@univ-tebessa.dz),<sup>(2)</sup> Sétif, Institut d'Architecture et Sciences de la Terre et de l'Univers, Département des Sciences de la Terre et de l'Univers, Université de Sétif 1, Algérie

Les mouvements de terrain sont des manifestations du déplacement gravitaire de masses de terrain déstabilisées sous l'effet de sollicitations naturelles ou anthropiques. Ce phénomène est la conséquence d'une ou plusieurs causes isolées ou combinées. L'eau est considérée par plusieurs études comme le principal facteur induisant le glissement de terrain par ces effets d'érosion, lessivage, pression, et saturation, etc. Les glissements de terrain représentent une menace constante et répandue sur le bien-être des habitants des environnements montagneux Algériens. On estime que, chaque année, ils occasionnent des impacts socioéconomiques directs et indirects qui se chiffrent en milliard de dinars. Cet aléa géologique constitue un axe de recherche en développement constant, les zones habitées étant de plus en plus envahissantes et les exigences pour la maîtrise des aléas étant de plus en plus fortes.

Notre travail a comme objectif principal l'évaluation de l'impact conjugué des pluies extrêmes/changements climatiques sur l'amplification des glissements de terrain. Les technologies spatiales, et de façon plus particulière les systèmes d'observation de la Terre, constituent désormais des outils incontournables dans la problématique. Une approche basée

sur la connaissance et l'évaluation de la sensibilité aux glissements de terrain dans la région de sous bassin-versant d'Oued Cherf Amont, au nord-est de l'Algérie.

La méthode proposée passe par : (i) l'extraction d'informations sur la relation entre les glissements de terrain et leurs facteurs de conditionnement (ii) Cartographie des facteurs prédisposant à l'aide des techniques SIG et RS et (iii) zonage de la susceptibilité aux glissements de terrain dans la zone d'étude La performance du modèle a été évaluée en examinant si la moyenne des valeurs de susceptibilité calculées aux sites de glissements de terrain était statistiquement différente de celle de l'ensemble de la zone d'étude. Dix facteurs de glissement de terrain ont été préparés pour l'analyse comprenant l'Angle de pente, l'Aspect de pente, l'Altitude, le Plans de Courbure, L'indice d'humidité topographique (TWI) ,la Lithologie, les Précipitations, la Distance aux rivières, la Distance aux failles, et la Distance aux routes. La carte de susceptibilité aux glissements de terrain a été préparée à l'aide d'une procédure de pondération dans une approche basée sur le SIG. Les poids relatifs des facteurs causals obtenu à partir de la matrice de comparaison par paires. Ils indiquent que l'angle de pente est le paramètre le plus important avec une valeur de 0,23, suivi de la lithologie et la précipitation avec 0,20, 0,18 respectivement. L'intégration des différents facteurs causals dans un même l'indice de susceptibilité aux glissements de terrain (LSI) est donné par une procédure basé sur la somme linéaire pondérée. La carte de susceptibilité aux glissements de terrain résultante générée par la méthode AHP est reclassée en cinq zones de susceptibilité relative : très faible, faible, modérée, élevée et très élevée, la condition de susceptibilité est très élevée dans la partie sud de la zone d'étude. Les zones à faible risque de glissement de terrain sont principalement au centre et au nord-ouest de la zone d'étude. Les résultats montrent que 41.638 % de la superficie totale s'est avérée peu sensible aux glissements de terrain. La zone modérément sensible représente 26.537 % de la superficie totale. Le haut et les zones très sensibles représentent respectivement 21.386 et 10.44 % de la zone d'étude totale. Les résultats de ces études de cas suggèrent que l'approche basée sur les connaissances des experts est efficace pour cartographier la susceptibilité aux glissements de terrain et que ses performances sont maintenues lorsqu'il est déplacé vers une nouvelle zone à partir de la zone de développement du modèle sans modification de la base de connaissances.

**Mots-clés :** SIG, AHP, Changement climatique, Glissement de terrain, Susceptibilité.



## **Etude géologique, géotechnique et de stabilité du glissement de terrain du versant Est de la ville de Texenna, wilaya de Jijel.**

N. BOURAGBA, S. BOUNNAGAB, Y. DIB

Université Ferhat-Abbas, Sétif 1, Institut d'architecture et des sciences de la Terre, département des sciences de la Terre, campus El-Bez, 19000 Sétif, Algérie. Adresse e-mail : bngeologie@gmail.com

Les glissements de terrain sont très fréquents dans le Nord-Est de l'Algérie, notamment en hiver et dans les zones montagneuses et côtières, ce qui constitue un danger naturel constant en raison de l'ampleur du phénomène, causant des dommages importants aux infrastructures et parfois même les pertes en vies humaines.

La wilaya de Jijel est considérée parmi celles qui sont très affectées par ce type de catastrophes naturelles, et plus particulièrement la région de Texenna, localisée à 20 Km au Sud-Est de la ville de Jijel (notre zone d'étude) où les risques de mouvements de terrain sont très prononcés.

Le site objet de cette étude fait partie de la ville de Taxenna, étant situé à l'extrême Nord Est de la ville.

Géologiquement, le terrain est couvert par une couche de remblais d'une épaisseur variable qui repose sur des éboulis schisteux provenant de l'altération des schistes du substratum.

Le glissement de terrain affectant cette zone est provoqué par les travaux de terrassement pour la réalisation du nouveau siège de la Daïra de Texenna, surtout que ces travaux ont été réalisés en période pluvieuse.

Il est le résultat d'une combinaison de plusieurs facteurs naturels de prédispositions, tels que la lithologie, la morphologie et l'eau et des facteurs anthropiques (travaux de terrassement).

D'après les résultats du calcul de stabilité à l'aide du logiciel Géo-Slope, le coefficient de sécurité est inférieur à 1,5, ce qui signifie que le site est instable et nécessite un moyen de confortement pour stabiliser le terrain et préserver les constructions.

La vérification de la stabilité après la mise en place du mur poids en gabion (moyen de confortement) et la réalisation de système de drainage a montré que le coefficient de sécurité augmente, ce qui pourrait assurer la stabilité du terrain à long terme et même définitivement.

**Mots clés :** Texenna, glissement de terrain, stabilité, coefficient de sécurité, Géo-Slope.

## **Étude de stabilité d'un glissement de terrain au niveau de la cité 2400 logements AADL à Baba Hassen wilaya d'Alger**

N. BOURAGBA, Y. Dib, R. Hadji, B. Mokhenache et R.A. Souici

Université Ferhat-Abbas, Sétif 1, Institut d'architecture et des sciences de la Terre, département des sciences de la Terre, campus El-Bez, 19000 Sétif, Algérie. Adresse e-mail : bngeologie@gmail.com

La perte de stabilité des pentes est un problème très connu lorsque les sols ou des roches se déplacent, fragilisés par les activités humaines ou par des phénomènes naturels qu'ils soient climatiques, géologiques ou encore géomorphologiques.

Certainement, les caractéristiques des différents paramètres à savoir les données climatiques, géologiques, topographiques, géomorphologiques, orientent de façon permanente la région de Baba Hassan à être une région à risque de glissement de terrain, et grâce de sa géologie, sa sismicité importante et sa morphologie, Baba Hassan est considéré comme l'une des régions les plus favorables aux glissements de terrain.

La zone d'étude fait partie de la Commune de Douéra, elle est située sur la rive droite de la deuxième rocade d'Alger.

Géologiquement, et d'après les sondages carottés réalisés sur site, le terrain est couvert par des formations d'âge Pliocène composées des marnes grises dont la partie supérieure de ces marnes est altérée en donnant naissance à des argiles marneuses bariolées. Ces deux formations sont surmontées par des remblais.

Les travaux de terrassement et l'excavation des terrains avoisinants ont donné la naissance d'un grand remblai sous forme de talus située en face des bâtiments préexistants.

Le talus résultant de ces travaux est demeuré sans soutènement durant une longue période ce qui a conduit à la naissance d'un glissement de terrain menaçant le site et les bâtiments où il a causé des désordres au niveau des structures des bâtiments.

Ce glissement est le résultat des facteurs de prédispositions (la pente, l'eau, la lithologie) et les facteurs déclenchants qu'ils s'agissent les travaux de terrassement ayant éliminé la butée naturelle.

La vérification de stabilité par deux logiciels (Plaxis et Talren) a montré que le site à l'état naturel est dans une stabilité précaire.

L'élimination de la butée par les travaux de terrassements a déstabilisé considérablement le site ( $F=0.64$ ). Un type de confortement a été adopté pour préserver l'équilibre naturel et assuré la stabilité des bâtiments, il s'agit d'un écran de pieux ancré à 20m de profondeur. Les résultats de la vérification de la fiabilité de ces pieux ont montré un terrain stable avec des coefficients de sécurité supérieure égale à 1.67(Plaxis) et à 1.72 (Talren), des coefficients admissibles même en présence du séisme.

**Mots clés :** les marnes, glissement de terrain, butée naturelle, coefficient de sécurité, Plaxis.

## **Apport d'un SIG dans l'évaluation de pollution ETM dans la ville de Skikda. Cas de Oued Saf-Saf et Oued Zeramna (Nord-Est de l'Algérie)**

A. Bousseliou<sup>1</sup>, I. Boudraa<sup>2</sup>, S. Chellat<sup>1</sup> et H. Boudra<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Laboratoire de Géologie et de l'Environnement, Université de Constantine 1, Route Ain El Bey Zouaghi Slimane Constantine 25.000, Algérie. <sup>2</sup>Laboratoire de pollution et de traitement des eaux, Constantine1, Algérie.

\*auteur correspondant : [hydrgeo23@gmail.com](mailto:hydrgeo23@gmail.com), [amina.bousseliou@doc.umc.edu.dz](mailto:amina.bousseliou@doc.umc.edu.dz)

Skikda est l'une des principales villes industrielles de l'Algérie avec une forte densité de population, ce qui a rendu cette ville vulnérable à plusieurs types de pollution. Les principales banlieues de Skikda déversent leurs eaux d'assainissement dans la vallée de Oued Saf-Saf et Oued Zeramna qui se jettent dans la mer Méditerranée. Cette situation a nécessité la mise en place d'une station de traitement et d'épuration des eaux usées de (STEP) Bantous, Skikda. L'étude réalisée porte sur la répartition de la pollution dans la ville et les risque des ETM. Une première étape de l'étude consiste à la cartographie (sous SIG) des sources de pollution des eaux et des sols d'origines industrielles. Une deuxième étape a consisté en un prélèvement d'échantillons de boues liquides et des eaux afin de les analyser pour la contamination des ETM. Les résultats des analyses montrent un pourcentage élevé de métaux lourds polluants dans les échantillons boues liquides et dans les eaux : le Fer varie de 0.2 mg/l à 0.6 mg/l, le cuivre entre 0.02mg/l et 0.03mg/l, l'arsenic atteint 0.9mg/l, le cadmium varie entre 0.02mg/ et 0.05 mg/, les ETM (Fr, Cu, As et Cd) dépassent toutes les normes algériennes, OMS, AFNOR (Association Française de normalisation).

**Mots clés :** Skikda, Oued SafSaf, ETM, Environnement SIG.

---

## **Caractérisation géologique et géotechnique et étude de stabilité du glissement d'Ighil Bouzel dans la région d'Azazga**

M. Chentout<sup>\*</sup>, Y. Mansour<sup>1</sup>, G. Cheikhounis<sup>1</sup>, F. Aboub<sup>1</sup>, A. Edson

<sup>1</sup>Laboratoire de Géodynamique, Géologie de l'ingénieur et Planétologie (USTHB)

L'urbanisation et le développement de la ville d'Azazga, durant ces dernières années, ont été largement conditionnés et perturbés par la gestion du phénomène de glissement de terrain dans les parties Nord et Est de la ville.

Les mouvements de terrains affectant la région d'Azazga sont de natures et d'ampleurs diverses. Ils se manifestent sous des formes variées, allant des petites loupes de glissement observées sur les flancs de coteaux, aux énormes coulées boueuses qui mettent en jeux des volumes considérables de terres et de roche. Le plus récent mouvement de terrain est survenu le 12 Mars 2012 dans le site d'Ighil Bouzel, au Nord de la ville d'Azazga suite à des fortes précipitations qui ont causé de dégâts importants aux habitations et infrastructures publiques dans plusieurs sites et menaçant aujourd'hui sérieusement d'autres quartiers à stabilité précaire.

La campagne de reconnaissance géotechnique menée sur la base des sondages carottés, piézomètres et inclinomètres ont permis de caractériser le site du glissement définissant ainsi un glissement large, profond avec des pics de déformation entre 11 et 28 m de profondeur et rapide avec une vitesse de déplacement moyenne de 1,26 à 29 cm/an dans la direction nord-ouest.

Les résultats obtenus du calcul de stabilité effectué à partir du logiciel GEO5, en considérant une surface de rupture circulaire dans un terrain naturel et en tenant compte des deux situations étudiées (statique et dynamique), montrent que le site du glissement est complètement instable ayant un facteur de sécurité inférieur à 1.5.

**Mots clés :** Glissement de terrain – Azazga – Géotechnique – Calcul de stabilité – Géophysique

---

## **Développement d'une carte d'érosion à l'aide de SIG, en utilisant la méthode Analytical Hierarchique des Processus (AHP). Cas d'étude Jijel, Nord-Est algérien.**

H. Dinar <sup>1\*</sup>, AEK. Oudni <sup>1</sup>, AEK. Khiari <sup>1</sup> et FZ. Moud <sup>2</sup>

1. *Laboratory of Natural Resources and Management of Sensitive Environments (LRNAMS), Department of Geology, Faculty of Earth Sciences and Architecture, Larbi Ben M'hidi University, Oum El Bouaghi, Algeria, \*e-mail: [haythem.dinar@univ-oeb.dz](mailto:haythem.dinar@univ-oeb.dz)*
2. *Laboratoire: Mobilisation et Gestion des Ressources en Eau (MGRE) Département de Géologie, Institut des sciences de la Terre et l'univers, Université de Batna2 -Mostafa Ben Boulaid.*

La première cause de l'érosion des sols est la désagrégation des particules par les effets combinés des précipitations et du ruissellement (Dumas, 2010). Ce phénomène est commun dans les pays du bassin méditerranéen (Kheir et al, 2001) et la zone d'étude représente un des bassins qui appartiennent aux régions méditerranéennes.

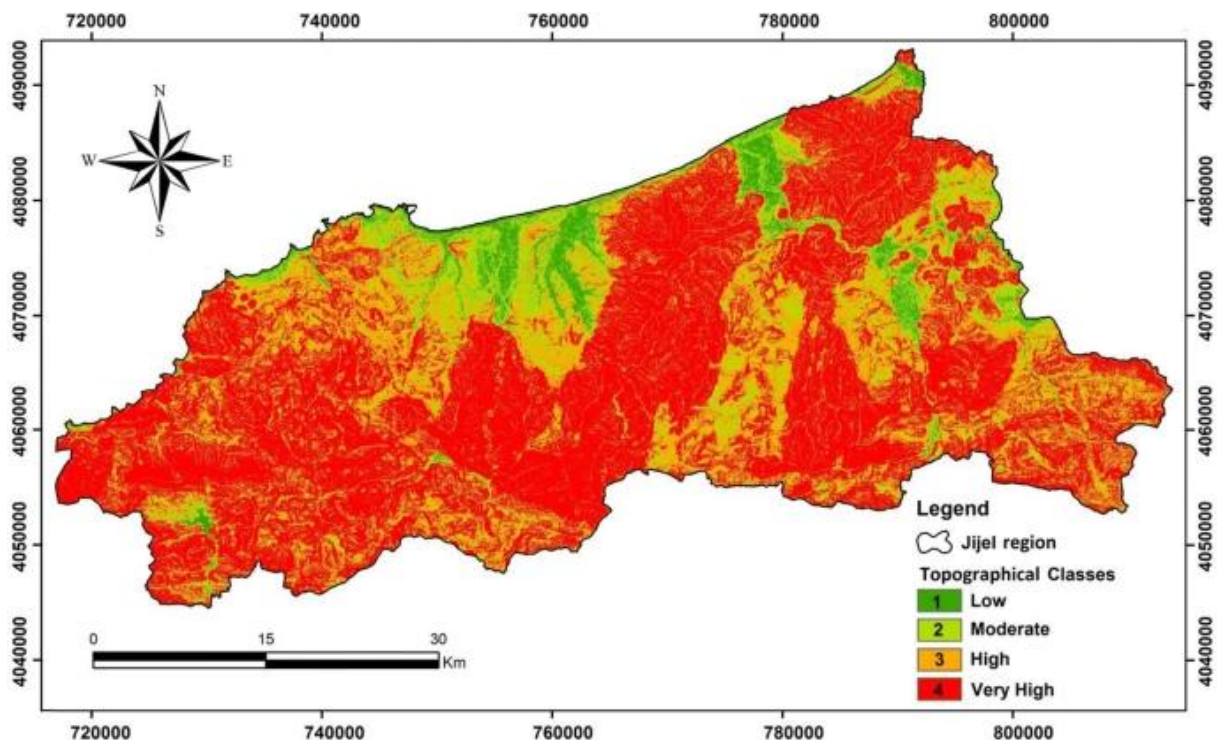
Les facteurs qui influencent le développement et le maintien de ce processus sont identifiés comme quatre domaines : la topographie (relief), la lithologie (sol), le climat et l'utilisation des terres. (Ces facteurs sont les principaux critères pris en considération lors de l'étude utilisant la méthode AHP et l'application du processus de SIG)

L'objectif de cette étude est de fournir une évaluation complète de l'exposition future à l'érosion dans les régions de Jijel située au nord-est de l'Algérie et de la Grande Kabylie.

Le processus de hiérarchie analytique multicritères (AHP) a été utilisé conjointement avec l'analyse SIG pour évaluer les effets de divers facteurs géomorphologiques affectant le terrain, notamment les pentes, la lithologie, l'utilisation des terres et les précipitations. En utilisant ces critères et d'autres, Tous ces facteurs ont été étudiés séparément dans la zone d'étude, et des cartes ont été créées pour chaque facteur. La carte finale de l'érosion dans la région de Jijel est un amalgame des résultats obtenus à partir des cartes précédentes en utilisant la méthode ahp. L'image ci-jointe représente

la carte finale résultat. Les résultats nous ont montré que les surfaces les plus vulnérables occupent plus de 50 % de la zone d'étude.

La vulnérabilité de cette zone est relativement élevée en raison des multiples facteurs qui affectent sa préservation et sa durabilité. En guise de synthèse de l'étude analytique de la zone d'étude, une carte finale a été dressée qui représente le risque et la vulnérabilité d'érosion à Jijel située au nord-est de l'Algérie.



**Keywords:** Jijel-Skikda, system d'information géographique (SIG), Vulnérabilité, Geomorphologie, AHP.

## Références

Dumas, G., Nadel, J., Soussignan, R., Martinerie, J., & Garnero, L. (2010). Inter-brain synchronization during social interaction. *PLoS one*, 5(8), e12166. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0012166>

Kheir, R. B., Girard, M. C., Shaban, A., Khawlie, M., FAOUR, G., & Darwich, T. (2001). Apport de la télédétection pour la modélisation de l'érosion hydrique des sols dans la région côtière du Liban. *Télédétection*, 2(2), 79-90. Balzarini et al., 2011. <https://doi.org/10.1007/s100640000092>

## **Use of geographic information system (GIS) for assessing and analyzing the landslide risks in the Algerian Sahel**

M. Filali<sup>1</sup> and K. Serbah<sup>1</sup>.

*<sup>1</sup>Université Djilali Bounaama de khemis Miliana*

Algerian Sahel region is prone to landslide problems due to the geological features combined with geotechnical characteristics and human activities. The present work was conducted to establish a landslide susceptibility map using a GIS-based spatial multicriteria approach. Five landslide-related factors, including slope, cohesion, friction angle, water content and distance to drainage network, were selected for the present assessment. Weight for each factor is assigned using Analytic Hierarchy Process (AHP) depending on its influence on the landslide occurrence.

The results revealed that the very high landslide vulnerability zones are more common within the river valleys on steep side slopes. Moreover, human activities namely the construction and the expansion of agricultural lands into forests intervene in inducing landslides through altering the slope stability along the river banks.

The landslide susceptibility map of the study area provides valuable information about future landslides probability. Such a map may be helpful for planners and decision makers to select the suitable locations and, consequently to ensure a better foundation for civil engineering projects.

**Keywords :** Algerian Sahel – Landslide susceptibility – GIS – AHP.

---

## **Le rôle des facteurs naturels et anthropiques dans l'instabilité des pentes, et la méthode de stabilisation et de préservation.**

A. Gueffaf<sup>1</sup>, N. Bouragba<sup>2</sup> et R. Hadji<sup>3</sup>.

<sup>1</sup> *Laboratoire Eau et Environnement Université Larbi Tebessi, Tebessa, Faculté des sciences exactes et des sciences naturelles et de la vie, département des Sciences de la terre. Adresse e-mail : gueffafahmed19@gmail.com.*

<sup>2</sup> *Université Ferhat-Abbas, Sétif 1, Institut d'Architecture et des Sciences de la Terre, département des Sciences de la Terre, campus El-Bez, 19000 Sétif, Algérie. Adresse e-mail : bngeologie@gmail.com.*

<sup>3</sup> *Université Ferhat-Abbas, Sétif 1, Institut d'Architecture et des Sciences de la Terre, département des Sciences de la Terre. Adresse e-mail : hadjirihab@yahoo.fr.*

Les problèmes de stabilité de pentes se rencontrent fréquemment dans la construction des routes, des canaux, des digues et des barrages. En outre certaines pentes naturelles sont ou peuvent devenir instables. Une rupture d'un talus peut être catastrophique et provoquer des pertes en vies humaines ainsi que des dégâts naturelles considérables.

La zone d'étude fait partie de la localité d'Ain Sayah, situé à l'Est de la ville de Mila sur la rive droite de la route nationale n°79 reliant la wilaya de Mila et de Constantine. Des travaux de terrassement et d'excavation pour les fondations d'un théâtre ont conduit à l'élimination de la butée. Le talus résultant de ces travaux est demeuré sans soutènement durant une longue période, ce qui a pris de l'ampleur de plus en plus avec l'abondance de la circulation des poids lourds ainsi que les précipitations importantes qu'a connu la région où des importants désordres ont été manifestés sur la route.

L'objectif de cette étude est l'analyse des causes de ce phénomène par la conjugaison des facteurs de prédisposition ainsi que des facteurs déclenchants. L'analyse de stabilité a été effectuée sous ordinateur à l'aide d'un logiciel (Géo studio) afin de déterminer les valeurs des coefficients de sécurité avant, après confortement et sous l'effet de séismes.

Les résultats de calcul de stabilité a montré que le talus avant le confortement est dans une stabilité précaire mais l'application de la solution adoptée assure la stabilité de l'ensemble et absorbe l'action de toutes les surcharges des poids lourds circulant en amont avec des coefficients de sécurité supérieures à 1.5, coefficients admissibles même en présence de séismes.

**Mots clés :** stabilité- confortement-Géostudio-Nixes et trolls- coefficient de sécurité.

## Références

- Goual w., 2019. Analyse de l'influence de la chronologie des travaux et des terrassement sur la stabilité des rives de Barrage en terre. Univ-Tlemcen, 92p.
- Dib S., 2015. Contribution à la simulation au glissement de terrain cas de talus de la CW02 entre badhliet naciria w. boumerdes. ENSH-Blida, 91p.
- Hadbi Z., Djelti M., 2019. Analyse et confortement d'un glissement de talus. Univ-Tlemcen, 115p.
- Bruno M-C., 2008. Le rôle des facteurs géologiques et mécaniques dans le déclenchement des instabilités gravitaires : exemple de deux glissements de terrain des Pyrénées Atlantiques (Vallée d'Ossau et Vallée d'Aspe). Univ - Bordeaux I, 291p.
- Seddiki A., Khemissa M., 2020. Analyse des effets d'infiltrations sur la stabilité des barrages en terre (Cas du barrage Soubella, commune de Magra, wilaya de M'sila). La deuxième conférence internationale sur le génie civil ICCE'2020. Univ- Amar Telidji, Laghouat, Algeria, 11p.

---

## Zonage du danger de chutes des blocs le long de la route nationale N°09 reliant Sétif à Bejaia (NE de l'Algérie).

Y. Guesmi<sup>1</sup>, F. Zahri<sup>2</sup> et A. Boumazbeur<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Département des sciences de la Terre, Faculté des Sciences exactes et des Sciences de la Nature et de la Vie, Université Larbi Tebessi, Tebessa. [y.guesmi@univ-tebessa.dz](mailto:y.guesmi@univ-tebessa.dz), [boumezbeura@yahoo.fr](mailto:boumezbeura@yahoo.fr).

<sup>2</sup> Département des Sciences de la Terre, Institut d'Architecture et des Sciences de la Terre, Université Ferhat Abbas, Sétif. [zahrifarid@yahoo.fr](mailto:zahrifarid@yahoo.fr).

Les éboulements rocheux issus du couple falaises-versants, constituent un risque non négligeable sur la circulation routière en zones montagneuses. Cependant, le caractère non ponctuel qu'ils possèdent et l'accroissement remarquable de la vulnérabilité en fonction du trafic rend difficile l'estimation et la prévision de ce risque. Cette difficulté nécessite l'emploi d'une approche combinatoire basée sur l'utilisation d'un modèle trajectographique tridimensionnel qui permet à la fois de faire sortir les zones à risque à différentes échelles, et l'appréciation des énergies induites par ce mouvement



gravitaire, et un modèle empirique fondé sur la hiérarchisation du risque de chute des blocs à l'échelle des talus en utilisant la méthode RHRS (Rockfall Hazard Rating System). Cette dernière permet à la fois de qualifier le risque le long des réseaux routiers en fonction des critères guidant l'aléa (hauteur du talus, mécanisme de rupture, Contexte climatique local...etc.) et des critères guidant la vulnérabilité (taux de fréquentation, efficacité de la fosse, largeur de la voie, distance de visibilité...etc.).

Les résultats obtenus par cette approche permettent de réaliser une cartographie détaillée des zones à risques le long du tracé utilisable pour mieux maîtriser la situation devant ce type de dangers naturels.

**Mots-clés :** éboulements rocheux – falaises – RHRS – aléa – talus.

---

## **Apport de la télédétection (images LANDSAT 8 ETM8) pour une cartographie géotechnique de la région de Souk-Ahras (N.E. Algérie)**

N-E-H. Gueraïdia<sup>1</sup>; C-E. Fehdi<sup>1</sup> et S. Gueraïdia<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Université Larbi Tébessi, Tébessa, Département des sciences de la terre et de l'univers.

[nour.gueraïdia@univ-tebessa.dz](mailto:nour.gueraïdia@univ-tebessa.dz)

Notre étude concerne l'extraction des linéaments à partir des images satellitaires. Nous avons proposé une nouvelle approche semi-automatique différente des autres méthodes d'extraction des linéaments. Elle consiste en une succession de traitements numériques par le logiciel ENVI 5.3 appliqués sur une scène LANDSAT8- ETM+ et l'extraction automatique par le module Line de PCI Geomatica des linéaments à partir des bandes de cette image de deux manières différentes : RGB( 7.6.2) et de la bande8 (panchromique).

L'intégration des résultats dans un « SIG » ARG GIS 10.4 a nécessité l'élaboration d'une base de données. Ceci nous a permis d'obtenir une carte détaillée des linéaments et une carte de densité linéamentaire pour représenter enfin le résultat de cette extraction sous forme de rosaces directionnelles définissant les orientations et longueurs de ces linéaments par ROCK WORKS 2016.

Les résultats obtenus nous ont permis d'améliorer considérablement le rendu cartographique de notre travail en superposant les linéaments avec la carte géologique de 1/50000.

Les résultats de cette étude montrent une corrélation positive entre la géologie structurale et les orientations dominantes des linéaments extraits.

**Mots clés :** Linéaments, Extraction des linéaments, Arc map, Landsat 8, Algérie, Souk-Ahras.

## **Caractérisation géotechnique et stabilité du site 898 logements LSP + 120 logements LPA à Beni Messous-Alger**

Y. Himrane et S. Tlemcani

*1FSTGAT/USTHB El Alia Bab Ezzouar, Alger2*

La zone d'étude est située à Beni Messous, présente un aspect moutonné, qui s'étend sur un versant relativement de forte pente, limité vers le Nord par le passage de l'affluent de l'oued Beni Messous. L'analyse et la synthèse des différents paramètres géologiques et géotechniques ont révélés qu'il existe quatre unités lithologiques un remblai surmontant des argiles limoneuses marneuses Plaisancienne à trace d'oxydation et un substratum gréseux (Burdigalier de Miocène) et/ou marneux (Plaisancienne).

L'analyse des différents paramètres géotechnique montrant que le site est subdivisé en deux lithologies : un sol meuble argileux par endroit et sableux gréseux d'autre part. Le calcul et l'interprétation des instabilités de talus par le logiciel Géo5 donne un facteur de sécurité fort dans la partie gréseuse et faible dans la partie argileuse. L'interprétation des différentes cartes lithologique, des pentes, des instabilités on constate l'existence de trois zones : zone défavorable, zone moyennement défavorable, zone favorable à la construction.

**Mots clés :** Cartographie - Géologie - Caractéristique géotechnique - Glissements - Zoning.

### **Références :**

- Adam, M. B. (2016). Etude géologique de la molasse astienne du bas Béni Messous. Mémoire fin d'étude, FSTGAT/USTHB, Alger. 66 pages.*  
*Derriche et Cheikh Lounis, G (2004). Geotechnical characteristics of the Plaisancian marls of Algeria. 397-378 pages.*  
*Guerguer, I et Nafaa, N. (2019). Mémoire fin d'étude Analyse et cartographie des instabilités au niveau de Sidi Youcef Beni Messous. Mémoire fin d'étude-FSTGAT/USTHB, Alger. 70 pages.*

---

## **Statistical analysis of electrical resistivity data: Identification of marine intrusion in the coastal plain of Algiers**

F. KHALDAOUI<sup>1</sup>, Z. NEMER<sup>1</sup>, M. MECHAI<sup>1</sup>, M.A. BECHKIT<sup>1</sup> & M. DJEDDI<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Geophysics Laboratory-Faculty of Earth Sciences, Geography and Territorial Planning-University of Sciences and Technology Houari Boumediene.*

Coastal areas are subject to high water demand for domestic, industrial and irrigation uses. This demand is mostly supplied by groundwater, leading to an overexploitation of the water resource. This causes pollution problems, especially marine intrusion, which threatens the sustainability of the resource. In order to understand this intrusion phenomenon and to map its extension, geophysical methods, namely electrical survey, are generally used. During this study, geophysical data collected in the East Algiers coastal plain were statistically analyzed: a simple descriptive analysis followed by a

multidirectional statistical study. The dataset consists of 74 Vertical Electrical Soundings using Schlumberger configuration with AB electrode spacing ranging from 2 m to 400 m.

Geophysical data identified three vertically superimposed zones that correspond to different geological features. The area invaded by salt water is essentially defined by low electrical resistivities of 4 and 10  $\Omega$ .m. The depth of this zone increases towards the south from 8 to 24m.

Moreover, the hydrochemical analysis of groundwater from the area revealed very high chloride and sodium contents confirming the saline invasion. In addition, the statistical analysis provided a comprehensive distribution of apparent resistivities throughout the area and proved to be quite adequate to map the freshwater/saltwater interface.

**Keywords:** Coastal areas; VES; Hydrochemistry; Groundwater.

---

## **Problème et choix de la méthode d'évaluation de l'aléa chute de blocs Cas du Cap AOKAS wilaya de Bejaia; NE Algérie.**

Z. Ladjel <sup>1</sup>, F. Zahri <sup>2</sup> et R. Hadji <sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Département des Sciences de la Terre, IAST, UFAS, Sétif, Algérie.

Le risque de chute de bloc est très dangereux car il se manifeste soudainement et se propage très rapidement. Il en résulte des dommages généralement très graves. L'évaluation de l'aléa éboulements rocheux présente souvent des insuffisances et des difficultés car, malgré la diversité des méthodes (RHAP, RES, RHRS, etc.) appliquées dans le domaine de cet aléa, il s'avère que chacune de ces méthodes prend en considération des paramètres au détriment des autres.

Le cas du Cap Aokas représente explicitement ce problème. En effet, cette falaise a été le siège de plusieurs événements enregistrés depuis 18 ans. Elle a fait aussi l'objet de nombreux travaux techniques et scientifiques, qui ont traité chaque problème sur la base d'approches déterministes, tout en isolant le problème de l'ensemble de la falaise et en négligeant certains aspects structuraux de cette dernière.

Afin de mieux estimer le risque chute de bloc du Cap Aokas, nous avons combiné plusieurs méthodes dans le but de couvrir tous les aspects qui conduisent à évaluer ce risque, tout en intégrant les différents outils de reconnaissance récents tels que : la photogrammétrie, Scan lidar, SIG.

Le résultat obtenu à travers la combinaison de ces approches nous a aidés à détecter les zones à risques.

**Mots clés :** Aokas ; Aléa, éboulement, SIG, RHAP, RES

## **Dam failure and analyses wave propagation time downstream of the dam using 2D modeling and GIS case study of TAKSEBT dam in ALGERIA**

A. Leghouchi<sup>1</sup>, M. Djemai<sup>2</sup> & O. Derdous<sup>3</sup>

<sup>1</sup> PhD student, Civil Engineering Department, University of Mouloud Mammeri, Tizi Ouzou, Algeria,

<sup>2</sup> Professor, Civil Engineering Department, University of Mouloud Mammeri, Tizi Ouzou, Algeria,

<sup>3</sup> Assistant Professor, Civil and Hydraulic Engineering Department, University of Kasdi Merbah Ouargla

Corresponding author, e-mail: [ghanileghouchi@hotmail.fr](mailto:ghanileghouchi@hotmail.fr)

The failure of a dam results in major floods in the downstream zone, which can lead to catastrophic indemnities. Therefore, it is necessary to predict the flooding resulting from a potential dam break and plan the suitable measures to mitigate the damages. In this respect, numerical modeling is increasingly adopted to simulate and understand the hydraulic mechanism of the phenomenon. In addition, Geographic Information Systems (GIS) are currently indispensable for effective analysis and management of disasters in this field.

The present study aims at predicting the flood wave occurring after the failure of the Taksebt dam and analyses wave propagation time downstream of the dam. To this end, the hydrodynamic model HEC RAS 2D was used to simulate the dam breaks wave propagation, which gave an estimate of the hydraulic characteristics downstream the dam, and using GIS analysis the model provides a realistic view and its display capabilities combined with hydraulic modeling tools to develop flood inundation map. Geospatial analysis conducted in GIS showed that many residential areas are considered to be in danger in case of the Taksebt dam break event. Therefore, a system of alert and evacuation of the concerned residents was suggested to moderate the casualties based on the obtained results.

**Keywords:** Dam break; wave propagation time; HEC-RAS 2D; GIS

---

## **Modélisation numérique du creusement d'un tunnel à l'aide de code Plaxis 3D (Cas de tunnel routier situé sur la route nationale RN3 reliant Jijel et Bejaïa )**

A. Leghouchi<sup>1</sup> & O. Derdous<sup>2</sup>;

<sup>1</sup>Université de Tizi-Ouzou Laboratoire de Géo-matériaux, Environnement et Aménagement (LGEA), Tizi-Ouzou, Algérie -

<sup>2</sup>Université Kasdi Merbah Ouargla Département génie civil et hydraulique

[ghanileghouchi@hotmail.fr](mailto:ghanileghouchi@hotmail.fr)

Nous proposons dans le cadre de ce travail de présenter certains aspects de calcul des tunnels. Comme exemple, nous avons étudié le tunnel situé sur la route nationale RN3 reliant Jijel et Bejaïa construit sur une distance de 915m. Les aspects fondamentaux concernant le dimensionnement des soutènements par des approches empirique, analytiques et la modélisation numérique à l'aide logiciel Plaxis 3D seront abordés afin de mieux comprendre les phénomènes mécaniques essentiels liés au creusement des tunnels profonds, dans l'optique d'un dimensionnement optimal de ces ouvrages.

Il y a plusieurs méthodes décrites dans la littérature pour l'analyse de tunnels construits selon la « NATM » (nouvelle méthode autrichienne pour la réalisation de tunnels). L'une d'elles s'appelle méthode  $\beta$ , mais auteur sont présenté des méthodes semblables sous d'autres noms. L'idée est que les contraintes initiales  $\beta k$  agissant autour de la zone où le tunnel va être construit sont divisées en une partie  $(1-\beta) k$  qui est appliquée au tunnel sans soutènement et une partie  $\beta * k$  appliquée au tunnel avec soutènement. La valeur de  $\beta$  est une valeur empirique qui, entre autres choses dépend du rapport entre la longueur de tunnel non soutenue et le diamètre équivalent du tunnel. Des suggestions quant à cette valeur peuvent être trouvées dans la littérature. Dans les codes PLAXIS TUNNEL 3D, au lieu d'entrer une valeur de  $\beta$ , on peut utiliser l'option de construction par étapes avec une valeur finale pour  $\Sigma M$ stage réduite. En fait, en désactivant les couches de sol dans le tunnel, il apparaît une force initiale qui n'est pas équilibrée ; cette force est comparable à  $\beta k$ .

En général, une excavation est modélisée par le code plaxis 3D en appliquant des contraintes sur la surface nouvellement exposée de telle sorte qu'elle soit libre.

La méthode de creusement pas-à-pas le cas d'un tunnel soutenu. Les éléments du massif excavés sont désactivés, en divisant leur rigidité par un grand nombre et les éléments du soutènement sont activés après chaque étape de creusement, puis l'équilibre est déterminé par résolution du système. Cette méthode a l'avantage de pouvoir modéliser une cadence réelle de creusement avec arrêts de chantier et variations de vitesse d'avancement du front de taille. Elle nécessite cependant un calcul complet par séquence de creusement et de soutènement même dans le cas d'un comportement linéaire du massif et du soutènement, ce qui conduit à des temps de calcul assez importants.

Les résultats obtenus des calculs nous ont permis de quantifier et de visualiser les contraintes agissantes sur notre structure, les déplacements restent limités, ce qui confirme l'efficacité et le bon choix du type de soutènement adopté et la méthode d'excavation NATM. Donc, les déformations enregistrées ne présentent pas de risques sur l'ensemble ouvrage massif. Les phases introduites peuvent alors être projetées sur le reste de l'ouvrage.

**Mots clés :** Tunnel ; modélisation numérique ; soutènement ; plaxis 3D ; NATM

---

## **Comparison of landslide susceptibility mapping based on FR method and AHP method. Study case : Constantine city. Algeria**

M.I. Madoui<sup>1</sup> & A. Boumezeur<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>FSNVSE, Larbi Tebessi university-Tebessa

Landslide susceptibility mapping of Constantine city, was carried out using GIS-based Frequency Ratio method and Analytic Hierarchy Process method that are employed and compared for this purpose, in order to creating a statistically derived landslide susceptibility map for a spacial assessment of this phenomena.

FR method si a ratio of occurrence probability to non-probability for specific attributes (Shirzadi and al, 2017). It's used to evaluate the landslide susceptibility and presents the relationships between landslide occurrence event and its influencing factor in a given area (Gholami and al, 2018). In this method, the ratio shows the landslide occurrence area by

total area. Out of these, 70% of landslides were used to analyze the FR and then prepared the final susceptibility map, whereas 30% remaining landslides were used to validate the performance of the final map as 70/30 is popular ratio used in landslide mapping (Lee and Oh, 2012).

The AHP method was used to acquire weights of conditioning factors and their classes respectively. Weights achieved from AHP method matched with the existing field conditions. Acceptable consistency ratio (CR) value was achieved for each AHP matrix. Weights of each factor were integrated with weighted sum technique and a landslide susceptibility index map was generated.

In this study, seven landslide conditioning factors were used, including : lithology, slope, aspect, hypsometry, LULC, drainage density and lineaments density in conjunction with inventory landslide map.

In order to compare LSM using FR and LSM using Analytic Hierarchy Method already produced, to verify the authenticity of the susceptibility of our studied area to landslide hazard.

The landslide susceptibility maps were derived using weighted overlay method and categorized into five susceptible classes namely, very low (VL), low (L), moderate (M), high (H), and very high (VH).

The validation of the results obtained builds on the area under the success rate and prediction rate curves (AUC). The training accuracies are 74.3% and 82.1%, while the prediction accuracies are 70%, 80% and, for the FR and AHP methods, respectively. The spatial relationships between the landslides and the predictor layers confirmed the results of our study, whereas model performance was strongly justified in the field – possibly a benefit of the polygon-based landslide inventory.

The LSM produced in this study helps to assist decision makers in proper use management and planning.

**Keywords :** Landslide Susceptibility Mapping, FR, AHP, occurrence, conditioning factors.

## References

*Dang, Quang.-Thanh and al., 2019. GIS-based Frequency Ratio Method for landslide susceptibility mapping at Da Lat City, Lam Dong province, Vietnam.*

*Gokhan, Demir., 2016. Landslide susceptibility assesment of the part of the North Anatolian Fault Zone by GIS-based Frequency Ratio and Index of Entropy models, Turkey.*

*Nouioua, T., 2020. Assessment and mapping of the susceptibility of land to erosion using AHP Method, study case : BBA, Algeria.*

## **Caractérisations géologique et géophysique des instabilités affectant le quartier nord-ouest de Tizi Ouzou**

Y. Mansour<sup>1</sup>, G. Cheikhounis<sup>1</sup>, F. Aboub<sup>1</sup>, A. Benmedjber<sup>1</sup>, D. Benyahia<sup>1</sup>, M. Chentout<sup>1</sup>, L. Chibane<sup>1</sup>, et D. Machane<sup>2</sup>.

<sup>1</sup>Laboratoire de Géodynamique, Géologie de l'ingénieur et Planétologie (USTHB)

<sup>2</sup>CGS Centre de recherche en Géophysique et Génie paraSismique

L'étude des instabilités affectant le quartier nord-ouest de la ville de Tizi Ouzou (Talla Allam) est basée sur les observations de terrain et l'exploitation des données d'archives relatives aux glissements de terrains et a permis une actualisation de l'inventaire des dégâts déjà répertoriés en 2007. L'analyse des données géotechniques a permis de dégager les caractéristiques physico-mécaniques des unités lithologiques en places composées d'une couche de colluvions argilo-graveleuse de 1 à 5m d'épaisseur surmontant une formation marneuse saine d'âge Miocène.

Des mesures de bruit de fond H/V ont permis grâce à un modèle de calcul d'épaisseur basé sur des vitesses de cisaillement empiriques de dégager une surface de rupture hypothétique qui a été comparée à la rupture observée afin de déterminer la géométrie et la surface de rupture du glissement.

La détermination de la géométrie du glissement, de sa limite et des propriétés géotechniques ont ainsi permis de déterminer les facteurs de sécurité selon différents cas de figure grâce au logiciel de calculs de stabilité GEO5.

Les facteurs de sécurité calculés pour plusieurs scénarios piézométriques (Nappe), statiques ou dynamiques ont montré dans plusieurs cas des valeurs comprises entre 0.91 et 1.36 montrant que les terrains sont instables.

Les directivités déterminées à l'aide de la méthode de bruit de fond H/V, sont respectivement orientées N-S et ENE- O-S-O.

**Mots clés :** Glissement de terrain – Tizi Ouzou – Géotechnique – stabilité – Directivité



## **Effet des paramètres géotechniques sur la modélisation numérique lors du creusement des tunnels en mine dans les zones urbaines (cas -métro-d 'Alger)**

A. Morsli et S. Berdoudi

*Département des mines, Université Badji Mokhtar Annaba, Algérie  
Laboratoire de valorisation des ressources minérales et environnement LAVAMINE*

L'utilisation de l'outil numérique dans le domaine de la géotechnique est, de nos jours, une pratique très courante pour prédire les mouvements de sol induits par le creusement de tunnel à faible profondeur en site urbain. Les résultats de ces modèles numériques sont toujours influencés par les divers paramètres de calcul ou géotechnique. Ce travail traite par l'analyse numérique l'effet des paramètres géotechniques sur la modélisation numérique des ouvrages souterrains. L'étude est effectuée à l'aide du code de calcul GE05 qui est basé sur la méthode des éléments finis, conçu spécialement pour réaliser des analyses des déformations (déplacements) et de stabilité pour différents types d'applications géotechniques. A partir de la modélisation appuyée sur un cas réel (métro d'Alger), l'excavation a été réalisée selon la Nouvelle Méthode Autrichienne (NMA) en tenant compte du déconfinement. Ayant été définies et validées pour des sols de caractéristiques géotechniques moyennes à bonnes. Les comparaisons seront faites avec deux types de paramètres : paramètres de calcul et paramètres géotechniques. La comparaison est présentée par des courbes et des tableaux pour chaque paramètre

**Mots clés :** Paramètre géotechnique – Ouvrage souterrain – GE05 – Méthode des éléments finis – Nouvelle Méthode Autrichienne (NMA).

### **Références**

*AFTES (1995), (Association française pour les travaux en souterrains), Texte des recommandations relatives aux tassements liés au creusement des ouvrages en souterrain, Travaux et ouvrages souterrains, 132, pp. 373-395.*

*Shin et al (2008) Model testing for pipe-reinforced tunnel heading in a granular soil. Tunnelling and Underground Space Technology, 2008, vol. 23, pp. 241-250.*

---

## **Analyse des aléas géologiques et géotechniques du site des 517 logements AADL d'Ouled Fayet (Alger)**

Y.N. El-H. Rouabhi, El-M. Douali

*FSTGAT/USTHB El Alia Bab Ezzouar, Alger*

L'étude réalisée ici présente une analyse des différents aléas géologiques et géotechniques au niveau de la région d'Ouled Fayet située au Sahel marneux. La zone est caractérisée par des terrains argilo-marneux du Plaisancien.

Il est ici question de réagir à une problématique concernant l'existence d'un glissement de terrain déjà mis en place dans le but de construire des bâtiments de type AADL.

L'étude géotechnique a pour but de qualifier la nature et les caractéristiques du sol. Le programme de celle-ci comporte tout d'abord une campagne de reconnaissance in-situ portée sur des sondages carottés, de sondages pressiométriques et d'un pénétromètre dynamique lourd. Pour les essais au laboratoire, le programme comporte des essais physiques de la granulométrie, de la sédimentométrie, des limites d'Atterberg, de la densité et de la teneur en eau. Puis des essais mécaniques de compressibilité à l'œdomètre et de cisaillement à la boîte. Et enfin, des essais chimiques aux sulfates, aux chlorures, aux carbonates et à la matière organique.

Concernant l'étude géophysique, elle se fait à partir de la méthode H/V ainsi que la tomographie de résistivité électrique. Pour finir, l'étude de stabilité réalisée sur le terrain puis à partir du calcul de stabilité, confirme l'instabilité du talus et permet de conclure l'inconstructibilité du site. Néanmoins, des méthodes de confortement sont proposés, tel que le drainage et le reprofilage.

**Mots clés :** Aléas naturels – Méthode H/V – Tomographie de résistivité électrique – Calcul de stabilité.

## Références

Boudiaf, A., 1996. *Etude sismotectonique de la région d'Alger et de la Kabylie (Algérie)*. Thèse de Doctorat, Université Montpellier II, France, 273p.

Glangeaud, L., Aymé, A., Mattauer, M. et Muraour, P., 1952. *Histoire géologique de la province d'Alger*. XIX Congrès Géologique International, Monographies régionales, 1ère série, Algérie, N°25.

Yelles-Chaouche, A., Boudiaf, A., Djellit, H., Bracene, R., 2005. *La tectonique active de la région Nord-Algérienne*. *Comptes Rendus Géosciences*, 338 (1-2): 126-139.

---

## **A multi-method investigation of the slope movements: case study of the Oran Cliff (NW of Algeria).**

Z. Roukh, A. Nadji

*Laboratoire Géoressources, Environnements et Risques Naturels, Université d'Oran 2 Mohamed BENAHMED, Faculté des Sciences de la Terre et de l'univers. B.P1 1524 El-M'Naouar. Oran 31000. Algérie.*

Slope movements are varied and complex to monitor because of their failure mechanisms and spatial coverage. The active slope movements of Oran Cliff, located in the north part of the Oran city (NW of Algeria), manifest in several types: Landslides, rockfall, debris flow, flow and toppling (Roukh, 2020). A multi-method investigation based in the integration of geotechnical and geological data, LiDAR, high resolution aerial photograph, optical satellite images coupled with the filed surveys. The engaged investigation in several site and the correlation of the different results led to better understanding of: type, failure mechanisms, velocity, trajectory as well as the affected material. This study can be considered as basic tools for the slope movements' hazard zoning in this area.

**Keys words:** Slope Movements – Oran Cliff – Algeria.

## References

Roukh, Z. 2020. *Cartographie algébrique d'aléa multirisque du littoral Oranie, Nord Ouest de l'Algérie, (risque sismique, glissement de terrain, inondation)*. Thèse de doctorat, Université d'Oran 2, 289p.

## Etude des sols affaissables dans la région de Ben Dhahouya- Ghardaia en utilisant la télédétection et le SIG

S. Gueraidia<sup>1</sup>, M.S. Laouar<sup>1</sup>, D. Athmania<sup>2</sup>, N. El-H. Guearidia<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Université Larbi Tébessi, Tébessa, Laboratoire des Mines,

<sup>2</sup> Université Larbi Tébessi, Tébessa, Département des sciences de la terre et de l'univers.

Les sols affaissables sont des sols métastables, à structure ouverte lâche de nature non saturés, se trouvant sous forme de dépôts à l'état sec, une cimentation naturelle entre les grains leur confère une importante liaison inter granulaire et peuvent supporter des charges très élevées. Cependant, la saturation, même sans chargement supplémentaire, provoque la désintégration des liaisons donnant une structure plus dense suivie d'un effondrement soudain des particules du sol. Ces sols sont localisés essentiellement dans les régions arides et semi-arides. Les linéaments sont des discontinuités linéaires ou curvilignes en connexion directe avec les failles et les composites fractures. L'analyse des linéaments constitue une approche intéressante dans la géologie structurale et les sols affaissables. Dans notre étude, différents types de techniques d'extraction des linéaments ont été appliqués à une bande panchromatique de Landsat 8 Image ETM + couvrant les zones des sols affaissables dans la région de Ben Dhahouya - Ghardaia. Dans la première étape, quatre images dérivées ont été générées à partir de quatre filtres directionnels Sobel dans toutes les directions possibles (N -S, E-W, NE-SO et NW-SE). Ces filtres augmentent le contraste dans l'image et permettent de cartographier un plus grand nombre de traits. Dans la deuxième étape, la cartographie des linéaments a été réalisée en utilisant le module Line de PCI Geomatica et ENVI et Rock Works et le SIG. Ceci nous a permis une extraction automatique des linéaments. L'étape suivante est la superposition des cartes linéamentaires obtenues dans différentes directions pour créer une synthèse de carte des linéaments. Le résultat de cette étude montre une corrélation positive entre la géologie structurale (failles, linéaments, gauchissement) et les orientations dominantes du linéament extrait. Les densités les plus élevées obtenues sont orientées NE-SW, N-S et E-W, avec la prédominance de la première direction.

**Mots clés :** sols affaissables, non saturé, aride, semi-aride, linéament, Landsat 8, image ETM, PCI Géomatica, ENVI, Rocks Works, SIG.

## Références

Laghouag Mohamed Yacine (2011): *Apport de la télédétection (images Land sat7 ETM) pour la cartographie de la region d'Aflou (atlas saharien),université ferhat Abbas Sétif. 98p*

M.A.Niang et M.Bernier : apport de l'imagerie radar multi polarisée polarimétrique a la classification et a la cartographie du drainage des sols du bassin versant BRAS-D'HENRI

Slimen S , Noamen R , (2016). Automatic extraction of lineaments from Landsat Etm+ images and their structural interpretation: Case Study in Nefza region (North West of Tunisia). *Journal of Research in Environmental and Earth Sciences* 04 (2016) 139-145

---

## ETUDE PAR METHODES GEOPHYSIQUE ET GEOTECHNIQUET D'UN GLISSEMENT DE TERRAIN A AIT YAHIA MOUSSA, Wilaya DE TIZI-OUZOU

M. Sid<sup>1</sup>, F. Khaldouï<sup>2</sup>, M. Hamoudi<sup>2</sup>, Y. Djediat<sup>2</sup>, H. Soltani<sup>2</sup> et Y. Zaoui<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Université Djilali Bounaama Khemis Miliana

<sup>2</sup> Université des Sciences et de la Technologie Houari Boumediene,

Les activités anthropiques causent parfois des dégâts sur l'environnement naturel. Les glissements de terrains en sont souvent la conséquence et sont souvent déclenchés à partir d'aménagements non étudiés suffisamment, parfois même dans des endroits de vulnérabilité modérée. Notre site d'étude se localise dans les hauteurs de la commune de Ait Yahia-Moussa, le village de Imnouthen, à 410m d'altitude qui compte parmi les points les plus élevés de la région. Les formations géologiques sont essentiellement métamorphiques. Ce sont des gneiss très altérés qui ont été le siège, au cours des trois dernières années, d'un glissement de terrain qui a causé des dommages sur les habitations du flanc Est du village sur une surface importante de l'ordre de quelques centaines de mètres.

Notre travail consiste en une étude géophysique par la réalisation de profils de sismique réfraction et une campagne de mesures électromagnétiques par l'EM-31 additivement à une étude géotechnique par réalisation de quelques sondages carottées et un suivi par des mesures inclinométriques. Les investigations par sismique réfraction (caractérisée par sa bonne résolution pour la détection de couches à grandes vitesses) ont montré au préalable le toit du substratum rocheux mais sur des profondeurs variables et directions de mouvements divers. Les mesures par l'EM-31, malgré leurs faibles profondeurs, offrent une rapidité de réalisation qui permet un contrôle horizontal de la conductivité électrique remarquable.

En plus de la profondeur et à l'orientation d'un mouvement, les inclinomètres permettent aussi d'estimer la géométrie des surfaces des glissements ainsi que l'épaisseur de la zone de cisaillement ; allant à des dizaines de mètres dans des milieux meubles comme les sables ou les alluvions d'une façon générale, ou seulement quelques décimètres à quelques mètres dans les milieux rocheux ou sédiments compacts comme le cas de notre site d'étude.

**Mots clés :** Glissements de terrains, sismique réfraction, EM-31, inclinomètre, Ait Yahia Moussa.

## **Cartographie de la susceptibilité à la liquéfaction : apport du bruit vibratoire ambiant**

M.Y. Tebbouche<sup>1</sup>, D. Machane<sup>2</sup>, R. Bensalem<sup>2</sup>, E.H. Oubaiche<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Département des sciences de la Terre, Institut d'architecture et des sciences de la Terre, Université Ferhat Abbas 1.* <sup>2</sup>*CGS - Centre national de recherche appliquée en génie parasismique.*

Les séismes, à travers le temps, ont montré leurs effets destructeurs notamment par la ruine partielle ou totale des constructions et des divers réseaux (routiers, ferroviaires, gaz et électricité) voire la perte de vies humaines.

La liquéfaction compte parmi les effets induits les plus dommageables, observés dans les sols sableux ou limoneux saturés comme cela a été le cas à Kobé (Japon, 1995) et à Izmit (Turquie, 1999). Sur le terrain, les séismes qui se sont produits par le passé ont montré que les indices apparents du phénomène de liquéfaction sont soit l'apparition de « petits cratères » de sable, soit l'effondrement, l'assèchement ou la destruction des puits paysans par suite de remontée de sable à travers des fissures. En Algérie, la liquéfaction a été observée, pour exemples, à El Asnam (1980) et à Boumerdès (2003) ; elle peut se manifester par une remontée de sable liquéfié formant un cratère.

Cartographier la susceptibilité des sols à la liquéfaction, revient à estimer l'importance de la liquéfaction et cerner les zones liquéfiables / non liquéfiables. La détermination de ces zones passe par une analyse qualitative et quantitative basée sur une reconnaissance des conditions géologiques, hydrogéologiques et géotechniques des sols.

Dans cette étude nous tentons de montrer comment les mesures du bruit vibratoire ambiant peuvent être exploitées comme un outil d'aide à la cartographie de ce phénomène. Les mesures du bruit ambiant permettent d'obtenir des informations qualitatives sur les conditions du sol en profondeur, ce qui permet d'établir une carte de classification qui sera comparée par la suite avec celle obtenue par les données géologiques et géotechniques. La superposition des deux cartes permettra de tracer une carte finale plus précise dans la représentation de la susceptibilité des sols à la liquéfaction.

**Mots-clés :** Liquéfaction – Bruit vibratoire ambiant – Cartographie – Effets induits.

# **SESSIONS POSTERS**

## **SESSION 6 : RESSOURCES MINÉRALES**

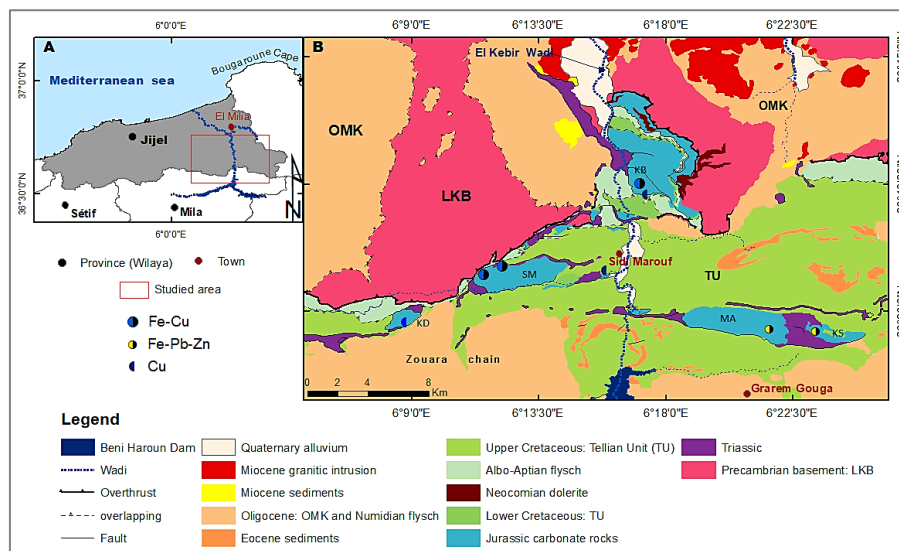
## Petrographic and mineralogical characteristics of the hydrothermal mineralization (Fe, Zn-Pb, Cu, Ba) in the western part of the Numidic chain (Jijel region-NE Algeria)

O. Benmebarek and A. Bouzenoune

*Geological Engineering Laboratory, University of Mohammed Seddik Benyahia, B.P. 98, Ouled Aïssa Jijel 18000, Algeria*

The Tellian domain in NE Algeria displays multiple hydrothermal iron ore deposits and polymetallic mineralization (Cu, Ba, Zn-Pb) which are associated to different types of rocks (sedimentary, magmatic and metamorphic). The investigated mineralization is hosted within Liassic limestones and dolomites of the western part of the Numidic chain, SE of Jijel city (Fig.1). The main mineralogy of the ore is composed of hematite with an average grade of 50% Fe [1] which have been mined since 1910.

The host rocks appear as tectonically complex anticlines of Jurassic age elongated in E-W direction. They are cropping out within Cretaceous shale formations of the Tellian domain, similar to the uplifted ore-bearing carbonates in the Baborian zone. Besides, the geological setting of the studied area includes overthrust metamorphic rocks of the Lesser Kabylia Precambrian basement. A faulting system (oriented mainly N-S and E-W) was caused by the south drift of this internal basement over the Albo-aptian massylian flysch and the external Tellian units. Triassic sandstones, dolomites, and gypsiferous marls are exposed towards the flanks of the Jurassic anticlines. Moreover, granitic rocks outcrops in El Milia region (Fig. 1A) and represent a post-tectonic calc-alkaline magmatism of Miocene age in this portion of Lesser Kabylia.



**Figure 1.** A- The studied area location (in red square) in NE Algeria, B- Geological map of the West Numidic zone (after [2], modified). Abbreviations: LKB: Lesser Kabylia Basement Units, TU: Tellian Djemila's Unit, OMK: Oligo-Miocene Kabyle, KD: Kef Dardja, SM: Sidi Marouf, KB: Kef Boulahmem, MA: M'cid Aicha.

Based on petrographical features, the ore-bearing rocks consist mainly of marine Pliensbachien limestones formed in infratidal to the intertidal environment. They are greyish, fine-grained limestones that show locally breccia appearance, hydrothermal alteration, and some forms of dissolution.



Microscopically, three main microfacies have been distinguished, it consists of: an azoic mudstone, a wackstone with peloids, sponge spicules, and a grainstone with ooids, peloids, and Intraclasts. Some bioclasts have been identified as foraminifera, echinoderm, lamellibranch, gasteropods.

Silicification, rhombohedral dolomite and pseudomorphic hematite represent the hydrothermal alteration within limestone's microfacies, their intensity increases with proximity to ore bodies. Furthermore, microstructures such as calcite and/or iron oxides veins and stylolites were also observed in thin sections.

The mineralization is formed mainly by metasomatic iron ore oxydes and hydroxydes (Hematite, limonite, goethite) represented by metric clusters (20 m<sup>2</sup> in average), vein-ore and ore-breccia. The protore is most likely ferrous carbonate mineral (siderite or ankerite) that has been altered during a supergene enrichment phase. Polymetallic mineralization occurs mainly as narrow veins filled with gray-copper, malachite, azurite, pyrite, galena, and barite. At this time, galena and pyrite have been only observed in Kef M'cid Aicha (Fig 1B). Regarding the textures, massive, brecciated, disseminated, collomorphic, and geodic habits are the most common.

Scarce data of stable isotopes (O, C) conducted on calcite gangue and host-rocks micrite [3] of Kef Dardja (Fig. 1B), point to a low temperature mineralizing fluid depleted in <sup>18</sup>O that altered the limestones, and is responsible for mineralization deposition. The mineralization process seems to have acted without any significant involvement of organic matter.

The attribution of the studied mineralization to an ore-deposit type is subject of ongoing studies not precisely distinguished yet.

**Keywords:** Liassic limestones – hydrothermal mineralization – Iron ore deposits – Tellian domain – Jijel region

## References

- [1] SONAREM., 1974. *Rapport géologique sur l'activité de prospection pour le minerai de Fer dans le secteur de Sidi Marouf et extensions. Rapport inédit.*
- [2] DURAND-DELGA, M., 1955. *Etude géologique de l'ouest de la chaîne numidique (Algérie). Thèse sciences, Paris. Publ. Serv. Carte géol. Algérie, 2<sup>ème</sup> sér., Bull. n°24, 533p. Alger*
- [3] BOUZENOUNE A., BOUFAA K. ET REMOUM K., 2016. *Lithostratigraphie du Lias carbonaté de la région de Sidi Marouf et description des minéralisations (Fe, Cu-Ba) associées (Jijel, Algérie Nord orientale). Mém. Serv. Géol. Algérie. n°19, pp. 27-37.*

---

## Contribution à l'étude des minéralisations du gisement de Nahda, Laouni, Hoggar Central

K. BENZEMA<sup>1</sup>, A. BOUTALEB<sup>1</sup>, M AMIEUR<sup>1</sup> et Y. CHERFI<sup>1</sup>

<sup>1</sup>LMMA – FSTGAT – USTHB – ALGER

Le complexe granitique de Nahda (ex Renaissance), localisé à 220km au SW de la ville de Tamanrasset, fait partie de la province métallogénique à métaux rares de Laouni, Hoggar central. Son histoire génétique particulière est à l'origine de la minéralisation que l'on connaît aujourd'hui, il s'agit de l'un des granites post-panafricains ou 'Taourirts' (Boissonnas, 1969).

La zone Nahda est marquée par le gisement du champ filonien à Wolfram d'Ernestine avec une orientation principalement NW, qui se trouve à 1,8 Km au NE du massif ainsi que par des indices à Ta-Nb associés aux différentes unités composantes du complexe.

Notre étude portera sur l'examen pétrographique et minéralogique du gîte d'Ernestine, qui comprend plusieurs filons à Wolframite – quartz, ainsi que des granites de Nahda, qui sont des indices à Nb-Ta ont été identifiés, ces derniers sont représentés par des minéraux de groupe columbo-tantalites, portés essentiellement par les micas. La minéralisation filonienne à Ernestine est à Wolframite de variété Ferbélite (Fe-Wolframite) fortement remplacée par la scheelite, la présence de cette dernière a été confirmée par rayonnement UV à onde courte ainsi qu'avec un Microscope Electronique à Balyage, en illustrant une altération hydrothermale intéressante. D'autre part le complexe granitique formé d'un granite grossier, un granite à grain moyen et un granite fin à albite topaze, des aplites et pegmatites; montre une phase minérale accessoire composée de zircon, monazite, apatite et columbite-tantalite liée au granite grossier, dont la formation de ces accessoires est probablement liée à la différenciation magmatique, tandis que la minéralisation wolframifère est hydrothermale. Le massif granitique démontre des filons wolframifère de même orientation que ceux du champ d'Ernestine mais de moindre ampleur laissant imaginer un grand flux de fluides hydrothermaux suivant le même vecteur ce qui ouvre la possibilité de l'existence d'un granite très évolué sous-jacent au champ filonien alimenterait l'hydrothermalisme

Un certain nombre d'altérations hydrothermales marque la zone d'étude dont l'encaissant principal de la minéralisation à W est complètement greisenisés, la greisenisation se manifeste également au complexe Nahda, la silicification représenté par le passage des veines de quartz et la séricitisation des feldspaths sont également notées.

Le massif de Nahda est post-orogénique et présente des termes évolués interprétés par Sarni (2012) comme granite à métaux rares de type peralumineux pauvre en Phosphore.

**Mots clés :** Nahda – Wolframite – Laouni – Hoggar – Hydrothermalisme

**Références :**

Boissonnas J., 1974., *Les granites à structure concentrique et quelques autres granites tardifs de la chaîne panafricaine en Ahaggar (Sahara central, Algérie)*. Thesis, University of Paris ; Ed. BRGM, Paris, 662p.

Sarni Y., 2012, *Granites et pegmatites de la coupole de Nahda (Laouni, Hoggar Central), et les minéralisations à métaux rares associés.*, Mémoire de Magister., USTHB.

---

## **Contribution à l'étude des minéralisations à métaux rares de la coupole de Tamazaror, Laouni, Hoggar Central**

Y. BENZIAR<sup>1</sup>, M. Mellal<sup>1</sup>, M AMIEUR<sup>1</sup>, A. BOUTALEB<sup>1</sup>, Y. CHERFI<sup>1</sup>, C.N. GROUCENE<sup>1</sup> et D.E AISSA<sup>1</sup>

<sup>1</sup>LMMA – FSTGAT – USTHB – ALGER

Le terrane de Laouni est situé à environ 245km au Sud de la ville de Tamanrasset, il occupe toute la partie méridionale du microcontinent LATEA, il s'étend principalement sur quatre coupures du 1/200 000 : Tamanrasset, In Ateï, Tin Beggane et

Laouni. Le terrane est caractérisé par une province métallogénique à métaux rares associées à la dernière phase magmatique du Panafricain, les granites post-orogéniques ou granites Taourirts (Boissonnas, 1974).

La coupole granitique de Tamazaror se situe au sud du terrane de Laouni, son altitude atteint les 775m et sa superficie est de l'ordre de 0.7 km<sup>2</sup>, elle est encaissée dans une série métamorphique schisteuse.

En allant des bordures vers le centre, une zone à stockscheider se distingue, en occupant une position périphérique, suivie par une zone à Aplite-pegmatite.

Les aplites sont caractérisées par des phénocristaux de feldspaths potassiques, tandis que les pegmatites présentent des faciès quelque peu différents sur les bords des stockscheiders, où elles forment des structures relativement plates qui laissent place en montant en altitude à des pegmatites en poches composées essentiellement de gros cristaux de feldspaths, quartz et de micas. C'est en association avec ce niveau pegmatitique qui forme des corps lenticulaires d'ordre pluri-décimétrique que des cristaux verdâtres de béryl ont été récoltés.

L'étude pétrographique confirme l'existence de deux faciès granitiques, l'un est à deux feldspaths, au pied du massif, tandis que le leucogranite au sommet est albitique. La phase accessoire est représentée par le zircon inclus dans les micas dans les deux granites, et la tourmaline, seulement dans le granite de bordure.

Notre étude traite l'indice à Be, associé aux niveaux supérieurs de la zone aplo-pegmatitique, dans les pegmatites en poches (miarolitiques ?) tandis que Hamis (2021) l'a signalé au niveau des bordures du massif. L'indice repéré est représenté par le béryl, dont les cristaux forment des prismes hexagonaux de taille pluricentimétrique, environ 7 cm de longueur et 2cm de largeur. Deux couleurs ont été distinguées : vert pâle et bleu clair légèrement verdâtre, cette coloration peut être interprétée par une différence de la variété du béryl.

D'autre part, des minéraux accessoires opaques inclus dans les micas, ont été repérés dans le granite albitique, ces caractéristiques optiques sont similaires aux minéraux du groupe columbo-tantalites, il s'agit du membre Mn-columbite qui évolue vers une Mn-Tantalite, la série est souvent en association avec les Li-micas

Les observations macroscopiques et pétrographiques ainsi que l'interprétation des données géochimiques bibliographiques, montrent des caractéristiques magmatiques des faciès évolués par cristallisation fractionnée, suivi par un jeu post-magmatique exprimé essentiellement par la greisenisation et la kaolinisation. La coupole de Tamazaror se rapproche au groupe des granites à métaux rares (GMR).

**Mots clés :** Béryl - Tamazaror- Nb-Ta - Laouni - Ahaggar

#### **Références :**

Boissonnas J., 1974., *Les granites à structure concentrique et quelques autres granites tardifs de la chaîne panafricaine en Ahaggar (Sahara central, Algérie)*. Thesis, University of Paris ; Ed. BRGM, Paris. 662p.

Hamis A. 2021. *Le Béryl, géologie, minéralogie et géochimie des gisements de la région de Laouni (Haggar Central, Algérie)*. Thèse de doctorat, Université des Sciences et de la Technologie Houari-Boumediene.187p

## Analyse comparative des caractères pétrographiques, granulométriques et géochimiques des minerais de phosphates beiges et noirs du gisement de Kef es Sennoun (Djebel Onk, Tébessa, Algérie nord orientale).

K. Boubezari <sup>1</sup>, A. Boutefnouchat <sup>1</sup> et A. Bouzenoune <sup>1</sup>

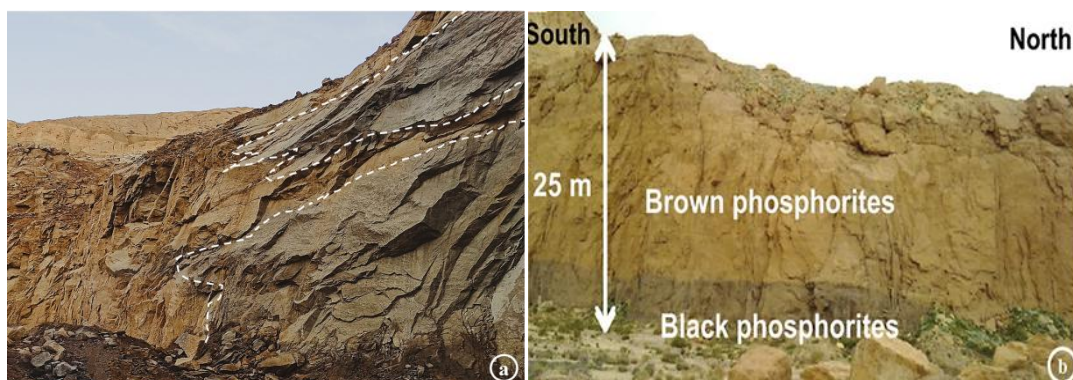
<sup>1</sup>Laboratoire de Génie Géologique (LGG), Université de Jijel

[khadidjabzr@gmail.com](mailto:khadidjabzr@gmail.com) ; [anis.btf.tn.1995@gmail.com](mailto:anis.btf.tn.1995@gmail.com) ; [bouzenoune@univ-jijel.dz](mailto:bouzenoune@univ-jijel.dz)

Faisant partie de l'Atlas saharien oriental, la région de Tébessa renferme les plus grands gisements de minerai phosphaté de l'Algérie. Le gîte de Kef es Sennoun, qui fait partie du gisement du djebel Onk, est situé à environ 10km au Sud-Ouest de la ville de Bir El Atter, cette dernière est située à environ 100km au sud de la ville de Tébessa et à 20 km de la frontière algéro-tunisienne. Le gisement de Kef Es Sennoun se trouve sur le flanc SE de l'anticlinal de Djebel Onk. Cet anticlinal, de direction NE-SW, a été généré par la phase dite atlasique fini-éocène.

Le minerai phosphaté de Kef es Sennoun affleure sous forme d'un corps stratiforme encaissé dans les formations dont l'âge va du Thanétien à l'Yprésien. Ce corps est classiquement subdivisé, sur la base de plusieurs critères parmi lesquels la teneur en P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, en trois couches : une couche basale à intercalations argileuses et marneuses, une couche sommitale constituée de phosphate à silex et renfermant des bancs dolomitiques et une couche principale d'une épaisseur d'environ 25 à 30m, dite couche productive de minerai phosphaté. C'est la couche la plus exploitée dans la carrière de Kef es Sennoun car constituée par des phosphates de meilleure qualité.

Sur la base de leur couleur, deux types de minerais ont été distingués : un minerai beige et un minerai noir. Leur distribution spatiale reste mal connue et la limite entre les deux types de minerai, affleure, dans la carrière de Kef es Sennoun, d'une façon irrégulière sous forme d'un « zig-zag » (Fig.1.a). Dans la carrière de Djemi Djema, située à 3.5km à l'Est de celle de Kef es Sennoun, les deux types de minerais sont stratigraphiquement superposés, le minerai beige surmontant le minerai noir (Dassamiour et al. 2021) (Fig.1.b).



**Fig.1- Relations spatiales entre les minerais phosphatés beiges et noirs.**

Dans le présent travail, nous avons prélevé 12 échantillons de minerai phosphaté (Tab I) pour réaliser une étude comparative des caractères pétrographiques, granulométriques et géochimiques des deux types de minerai phosphaté beige et noir.

	OK. 01	OK. 02	OK. 03	OK. 04	OK. 05	OK. 06	OK. 07	OK. 08	OK. 09	OK. 10	OK. 11	OK. 12
Couleur	Beige	Beige	Beige	Noir	Noir	Noir	Noir	Noir	Noir	Beige	Noir	Noir
Couche	B	P	P	P	P	S	P	S	P	P	P	P

Tableau .1- **Couleur et position dans le faisceau phosphaté des échantillons prélevés (« B » : couche basale, « P » : couche principale, « S » : couche sommitale).**

Les principaux constituants granulaires, aussi bien des minerais phosphatés beiges que noirs, sont les coprolithes, pellets, bioclastes, dents de poissons et autres grains d'origine minérale comme le quartz, calcite et glauconite. Ces constituants sont sertis par une phase de liaison carbonatée souvent dolomitique et/ou argileuse. Ces caractères pétrographiques, d'ailleurs déterminés par l'ensemble des études antérieures (Dassamiour, 2012 ; Kechiched, 2017 entre autres), sont donc communs aux deux types de minerais.

L'étude granulométrique des minerais phosphatés de Kef es Sennoun a permis d'identifier une distribution « gaussienne » centrée sur l'intervalle compris entre 0.125mm et 0.315mm pour les deux types de minerais, traduisant une texture de « sables fin à grossiers ». Le grain moyen, l'indice de classement et le diagramme « CM » de Passega militent pour un environnement de dépôt relativement agité dont lequel ces sédiments ont subi un transport en suspension avec des phases par roulement.

Les données géochimiques ont montré que les teneurs moyennes en  $P_2O_5$  des phosphates beiges sont relativement légèrement plus élevées que celles des phosphates noirs. Les teneurs moyennes sont de l'ordre de 28.94 % pour les minerais beiges et 27.42 % pour les minerais noirs. Les teneurs moyennes en MgO sont légèrement plus élevées dans les phosphates noirs (1.92 %) que dans les phosphates beiges (1.16 %).

Les constituants d'origine biogène (coprolithes et pellets) des phosphates beiges sont également légèrement plus riches en  $P_2O_5$  que ceux des phosphates noirs, en moyenne 30.45 % pour les premiers et 29.89 % pour les seconds alors que les teneurs en MgO de ces constituants du minerai beige montrent des teneurs moyennes sensiblement similaires à celles du minerai noir, respectivement 0.28 et 0.24 %.

Les fractions fines (< 0.063 mm), récupérées de l'analyse granulométrique, considérées comme globalement représentatives de la matrice, montrent des teneurs en  $P_2O_5$  anormalement élevées, comprises entre 13.62 et 24.28 %. Les teneurs en MgO de la fraction fine des phosphates beiges, comprises entre 0.46 et 3.25 %, sont relativement faibles mais légèrement inférieures à celles de la fraction fine des phosphates noirs.

Les moyennes des teneurs en CaO des constituants d'origine biogène et celles de la fraction fine des phosphates beiges, respectivement 49.91 et 38.69 %, sont légèrement supérieures à celles des phosphates noirs, 46.5 et 34.77 % respectivement.

Les teneurs moyennes en  $Fe_2O_3$  des constituants d'origine biogène et les fractions maximales retenues dans les tamis des échantillons des phosphates beiges sont respectivement de 0.47 et 0.39 %, alors que dans celles des phosphates noirs elles sont de 0.61 et 0.47 %.

Les teneurs en  $K_2O$  varient entre 0.016 % et 0.06 % dans le minerai beige et entre 0.018 % et 0.090% dans le minerai noir.

Les teneurs en  $Na_2O$ , relativement plus élevées que celles de  $K_2O$ , varient entre 0.64 % et 0.95 % pour le minerai beige et entre 0.59% et 1.04% pour le minerai noir.

Globalement les teneurs moyennes en Cd de la fraction fine des phosphates beiges sont supérieures à celles des phosphates noirs, respectivement 55.67 et 21.25 ppm.

Les teneurs en Zinc sont comprises entre 100 et 300 ppm dans les deux types phosphates (beige et noir).

En somme, et d'après les données analytiques, on constate que les phosphates beiges sont plus riches en éléments suivants :  $P_2O_5$ , CaO, Zn et Cd alors que les phosphates noirs sont plus riches en MgO et  $Fe_2O_3$ . Cependant les deux phosphates beiges et noirs montrent des teneurs en  $K_2O$  et  $Na_2O$  relativement similaires.

**Mots clés :** Tébessa, Djebel Onk, Kef es Sennoun, phosphate beige et noir, pellets et coprolithes

### References

Dassamiour, M. 2012. *Eléments en traces et valorisation des minerais de phosphate du gisement de Kef Essennoun - Dj. Onk (Algérie Orientale)*. Thèse de Doctorat en Sciences, Université Badji Mokhtar, Annaba, 160 pages.

Dassamiour, M. ; Mezghache, H. ; Raji, O. ; Bodinier J.-L. 2021. *Depositional environment of the Kef Essennoun phosphorites (northeastern Algeria) as revealed by P205 modeling and sedimentary data*. *Arabian Journal of Geosciences*, 14:1078.

Kechiched, R. 2017. *Les phosphates du Nord de Tébessa. Etude sédimentologique, gîtologique et géochimique*. Thèse de Doctorat, Université Badji Mokhtar d'Annaba, 225 pages.

## Synthèse géologique sur les minéralisations polymétalliques de la zone de Filfila (NE Skikda)

I CHOUAF<sup>(1,2)</sup>, D. BOUGUEBRINE<sup>(1)</sup>, B. LAMOURI <sup>(1,3)</sup> et L. BOUABSA<sup>(1)</sup>

<sup>1</sup>Laboratoire Géodynamique et Ressources Naturelles (LGRN), Département de Géologie, Faculté des Sciences de la Terre, Université Badji Mokhtar – Annaba.

<sup>2</sup>Institut d'architecture et des sciences de la terre, Faculté des sciences de la terre et de l'univers, Université Ferhat Abbas Sétif

<sup>3</sup>Département des Sciences de la Terre et de l'Univers, Faculté des sciences exactes, des sciences de la nature et de la vie, Université Mohamed Kheider- Biskra.

Le massif de Filfila appartient au socle kabyle du domaine interne de la chaîne des Maghrébides, le massif est subdivisé en quatre unités tectoniques superposées, il s'agit de l'unité para-autochtone, une nappe surmonté par une couverture Oligo-Miocène transgressive, un flysch du Sénonien et enfin une nappe numidienne. L'unité qui constitue la zone d'étude est celle du para-autochtone se caractérise par la présence des épitements granitiques, intrudés dans des formations qui vont du Lias à Albo-Aptien. D'après la colonne stratigraphique de (Perrin,1969), la zone d'étude est constituée par une série essentiellement carbonatée du Lias et autre détritique. Les minéralisations polymétalliques de Filfila sont localisées dans un nœud formé par l'intersection de deux failles affectant les roches métamorphiques du socle du Petite Kabylie orientées NE-SW et NW-SE.

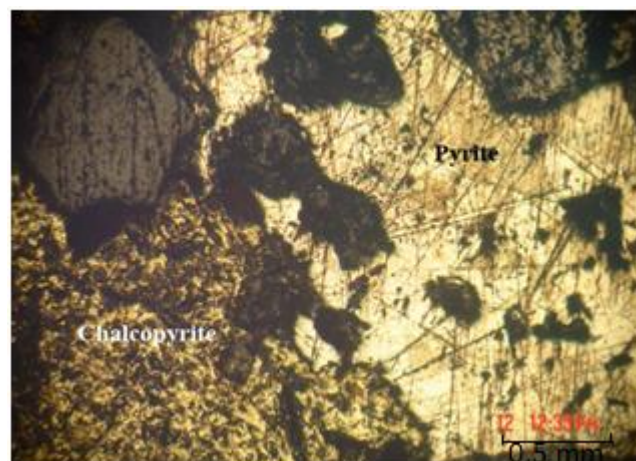
La mise en place du granite de Filfila a engendré la transformation des roches encaissantes du crétacé Aptien-Albien en cornéenne aux dépend desquelles se sont développés des skarns par percolation des fluides post magmatiques.



Les minéralisations du massif de Filfila sont caractérisées par une altération hydrothermale des associations minéralogiques primaires « des skarns » qui conduit à l'apparition d'association minérale secondaire. La circulation des fluides semble être favorisée par la tectonique cassante qui a fourni de véritables drains pour ces fluides dont leurs voies de circulation semblent favoriser l'installation d'une zonalité.

Les arguments permettent de faire un lien entre la mise en place du granite, la circulation des fluides minéralisateurs et les transformations de dépôts hydrothermaux post magmatiques sont représentés par le développement des skarns dans les abords immédiats du granite et l'apparition de dépôts de remplissage dans les fractures ouvertes dans les zones éloignées du granite, notamment les filons de quartz à minéralisation sulfurée à laquelle s'ajoutent le quartz, calcite et barytine.

Grace aux résultats d'analyses chimiques réalisées nous avons pu tracer les histogrammes des teneurs en Pb-Zn-Cu , qui nous on montré que la minéralisation est essentiellement de type Cuprifère. Les anomalies géochimiques correspondent à des filons de quartz avec une minéralisation particulièrement à Pyrite, Oligiste, Chalcopryrite, Sphalérite et Hématite, se présentant particulièrement dans les zones à cornéennes et les zones bréchiques.



**Figure 1.** Section montrant la chalopyrite en plage avec la pyrite, (LPNA) (in Chouaf., 2006)

Quand à la zone d'oxydation, elle est constituée par une minéralisation essentiellement Hématite. Les minéraux de gangue sont représentés par le Quartz, Calcite, Chlorite et Dolomite.

**Mots clés :** Socle Kabyle, Massif Filfila, Polymétallique, Gangue, Pyrite.

**Référence :**

**Perrin, C., 1969.** Contribution à l'étude géologique du massif du Filfila (Algérie Nord orientale). Stratigraphie et sédimentologie de la série mésozoïque de l'unité inférieure. Thèse de doctorat de 3<sup>ème</sup> cycle France.

**Chouaf, I., 2006.** Contribution à l'étude géologique, géochimique et Géologie du site El Meçadjed, Mémoire de magister en géologie, Université Badji Mokhtar Annaba, 42 p.



## **Mineralogy, Fluid Inclusions, and Sulfur Isotope studies of Ghar Rouban Barite (Pb-Zn) Deposit, Western Algeria**

N. Hadj Mohamed<sup>1,2</sup>, A. Boutaleb<sup>1</sup>, M. Boni<sup>3</sup>, & D-E. Aissa<sup>1</sup>

*1. Laboratory of Metallogeny and Magmatism of Algeria (LMMA),*

*2. Department of Earth Sciences, Djilali Bounama University*

*3 Dipartimento Scienze della Terra Università di Napoli "Federico II"*

The Ghar Rouban barite (Pb-Zn) deposit is hosted by the Paleozoic basement and by the Liassic cover. There is no observable cross-cutting relationship between the deposits in the basement rocks and those in the Liassic cover. The main ore types are replacements, open space fillings, breccias, and veins. The thickness and length of the massive barite ore range from 10 cm to 3 m and 60 to 100 m, respectively. The ore minerals include galena, sphalerite, chalcopyrite, barite, quartz, and hematite. In this study, field observations, mineralogical, microthermometric, and sulfur isotope data are used to constrain the possible sources of the ores fluids and the possible age of mineralization. Fluid inclusions from barite (both in the cover and basement veins) reveal homogenization temperatures ranging between 100 and 150°C. Last melting of ice indicates salinities about 19 to 21 wt% equivalent-NaCl, but the low eutectic temperatures indicate that the fluid belongs to NaCl-CaCl<sub>2</sub>-H<sub>2</sub>O system. The  $\delta^{34}\text{S}$  values of barite minerals reveal a variation from 21.3 to 29.4‰. The lower values (21.3‰) are recorded in barites hosted by the Hercynian granite. The fluid inclusion compositions suggest that the ore-forming fluid was originally derived from seawater and was mixed with magmatic fluid.

**Keywords:** Ghar Rouban. Basement. Cover. Fluid inclusions. Sulfur isotopes

---

## **Caractérisation et estimation des ressources du gisement de Chaabet El Hamra (Ain Azel, W. Sétif) à l'aide du coefficient de minéralisation (entre le profil 9 et 14)**

F. Halimi<sup>1</sup>, S. Souadnia<sup>2</sup> et A. Boudries<sup>3</sup>

*Email : [linafahima@yahoo.fr](mailto:linafahima@yahoo.fr), [sabrinageo@yahoo.fr](mailto:sabrinageo@yahoo.fr), [boudgeo@yahoo.fr](mailto:boudgeo@yahoo.fr).*

*<sup>1</sup> Laboratoire de Recherche de Géologie-Université Badji Mokhtar Annaba Algérie, <sup>2</sup> Université Farhat Abbas Sétif Algérie, <sup>3</sup> Université 20 Aout 1955 Skikda Algérie.*

Le gisement de Chaabet El Hamra appartient aux Monts du Hodna-Sétif qui renferment un grand nombre d'indices et gisements polymétalliques (Zn-Pb) et constituent un ensemble montagneux localisé entre deux chaînes d'Atlas : Atlas saharien au Sud et Atlas tellien au Nord de l'Algérie. La minéralisation du gisement se présente sous forme lenticulaire encaissée dans des dolomies bitumeuses bréchiques et massives du crétacé inférieur (Hauterivien inférieur). La paragenèse minéralogique est constituée de sphalérite, galène, pyrite et marcasite. Les minéraux de gangue sont en général la dolomie, la calcite, la barytine et du quartz.

Le gisement a été prospecté à l'aide des sondages carottés, 242 sondages ont été forés de maille différente 70x50 dans la partie centrale et 100x100 dans la partie Nord-Ouest, totalisant environ 53 927 m, répartis sur 31 profils. Un total de 854

échantillons de Zn, Pb et S provenant des sondages carottés entre le profil 9 et 14 ont été utilisés pour le traitement monovarié, bivarié et multivarié -ACP.

La classification monovariée a permis de discriminer les échantillons en sous population. Le traitement multivarié a permis de calculer les corrélations linéaires entre les éléments et de déterminer les différentes associations chimiques. Une seule association minéralogique a été mise en évidence.

Compte tenu des méthodologies de prospection, de la structure géologique du gisement et l'irrégularité de la minéralisation du gisement de Zinc de Chaabet El Hamra, les ressources ont été estimées à l'aide du coefficient de minéralisation qui est un coefficient correcteur.

**Mots-clés :** Gisement de Zinc, Lenticulaire, Estimation, Coefficient de minéralisation.

## Références

- Boutaleb, A., 2001, *Les minéralisations à Pb-Zn du domaine Sétifien-Hodna : Géologie, pétrographie des dolomies, micro thermométrie et implications métallogéniques*. Thèse doctorat USTHB, 350 p.
- Glaçon, J., 1967, *Recherche sur la géologie et les gites métallifères du Tell sétifien. (Algérie)*, thèse de doctorat. Tomes 1 et 2. Publication du service géologique de l'Algérie 356p.
- Guiraud, R., 1990, *L'évolution post-triasique de l'avant pays de la chaîne alpine en Algérie, d'après l'étude du bassin du Hodna et des régions voisines: Thèse Doct. Sci. Univ. Nice, 259 p. Mémoires n03, Publ. de l'ONIG, Alger.*
- Toubi, N.E., 2018. *Géochimie des minéralisations polymétalliques du bassin Sétif-Hodna : Caractérisation géostatistique multivariée et application à la recherche minière*. Thèse Doct.Univ. UBM-Annaba, 157p.

## **Etude géochimique du gisement de felsite d'Ain-Barbar (massif de l'Edough, Annaba)**

T. Lamri<sup>1</sup>, M. Seklaoui<sup>1</sup> et A. Arab<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Institut d'Architecture et des Sciences de la Terre, Université de Ferhat Abbas Sétif-1.

<sup>2</sup> Laboratoire de Géodynamique, Géologie de l'Ingénieur et de Planétologie, FSTGAT-USTHB, Alger.

[takfarinaslamri@gmail.com](mailto:takfarinaslamri@gmail.com)

Le gisement de felsite d'Ain Barbar est situé dans le mont de l'Oued Oudier, qui constitue la partie septentrionale du massif de l'Edough. Il appartient à un cortège d'intrusions de rhyolites et de microgranites, mises en place au sein des dépôts crétacé et paléogène vers 15 Ma (Marignac et Zimmermann, 1983). Ces intrusions sont recoupées par des veines à minéralisation polymétallique (Fe-Cu-Zn-Pb), et ont subi des altérations hydrothermales contemporaines à cet épisode de métallisation (Marignac et Zimmermann, 1983). Le dyke de felsite d'Ain Barbar est de direction NE-SW, disloqué en sept blocs par des failles perpendiculaires à son allongement, il s'étend sur environ 2 km avec 20 m en largeur avec un plongement de 60° en moyen vers le NNW. Le gisement a été mis en évidence par la division recherche SONAREM (Société Nationale de Recherches et d'Exploitations Minières) en 1974-1976, et les travaux d'ouverture de la mine ont commencé 1979. La mine a démarré en 1987 après la fermeture de la mine de (Cuivre -Plomb - Zinc) en 1984, et fonctionnait jusqu'en 1995, puis arrêtée pour des raisons sécuritaires.

La felsite d'Ain-Barbar est constituée essentiellement de feldspaths alcalins (orthose <50%), de quartz (39%), de plagioclases (2,10 %) et des micas (biotite 2,2% et séricite 2,9%). Son intérêt économique réside en particulier dans la

teneur élevée en feldspaths potassiques, qui est utilisée largement dans l'industrie de céramique. En effet, les feldspaths potassiques, jouent un rôle de fondants dans la production de la porcelaine, la verrerie et la faïence, mais également utilisés comme charge fonctionnelle dans l'industrie de la peinture, du plastique, du caoutchouc et colles. Actuellement, l'entreprise qui détient les droits d'exploitation, en l'occurrence l'ENOF (Entreprise Nationale des produits miniers Non Ferreux), a du mal à reprendre la production de la mine, due en grande partie à des teneurs élevées en fer dans le minerai ( $Fe_2O_3$  qui varient entre 0,39% et 0,72%), comparées aux normes et aux exigences du marché (>0,3%, pour la fabrication de verrerie). En effet, le Fe est considéré comme un élément nuisible dans la production de la céramique et de la verrerie, et cet inconvénient a beaucoup limité les débauchés du minerai et remis en cause la rentabilité d'exploitation de ce gisement.

Dans ce travail, nous allons essayer d'établir les principales caractéristiques géochimiques de la felsite d'Ain-Barbar, afin de vérifier l'homogénéité de la felsite dans le gisement en surface et en profondeur. Ceci, va nous permettre de proposer des recommandations sur la technique d'exploitation et d'enrichissement adéquat et rentable du gisement. Les résultats préliminaires montrent, d'une part, qu'il existe une légère variation géochimique, entre l'affleurement et profondeur du gisement, et d'autre part, les teneurs élevées en Fe, ne sont pas souvent liées à la composition cristalline de la felsite, mais plutôt associées en grande partie à l'oxydation engendrée par les veinules polymétalliques, qui recoupent le dyke de Ain-Barbar.

**Mots clés :** Massif de l'Edough, Ain-Barbar, Felsite, Géochimie.

## Références

Marignac. C., & Zimmermann. J-L. (1983). Ages K-Ar de l'événement hydrothermal et des intrusions associées dans le district minéralisé miocène d'Ain-Barbar (Est Constantinois, Algérie). *Mineralium Deposita*, 18(3), 457-467.

Marignac. C., Deloule, E., Cheilletz. A., & Gasquet. D. (2016). Edough-Cap de Fer Polymetallic District, Northeast Algeria: The Late Miocene Paleogeothermal System of Ain Barbar and Its Cu-Zn-Pb Vein Mineralization. In *Mineral Deposits of North Africa* (pp. 249-276). Springer, Cham.

---

## Caractérisation de différentes catégories de feldspath potassique « Cas du gisement de felsite d'Ain Barbar - Annaba »

L. MAAMAR<sup>(1)</sup>, A. BOUZENZANA<sup>(2)</sup>, et A. CHAIB<sup>(3)</sup>

<sup>(1)</sup> L3M Laboratoire Mines Métallurgie et Matériaux, école nationale supérieure des mines et métallurgie

<sup>(2)</sup> Laboratoire des Mines, Institut des Mines : Université de Tébessa

<sup>(3)</sup> Laboratoire de valorisation des ressources minière et Environnement, Université Badji Mokhtar – Annaba (LAVAMINE)

E-mail :

<sup>(1)</sup> [Lwiza.maamar@ensmm-annaba.dz](mailto:Lwiza.maamar@ensmm-annaba.dz) . <sup>(2)</sup> [Abdellali.bouzenzana@univ-tebessa.dz](mailto:Abdellali.bouzenzana@univ-tebessa.dz) . <sup>(3)</sup> [Chaib\\_as@yahoo.fr](mailto:Chaib_as@yahoo.fr)

Le feldspath, est couramment utilisé dans la fabrication de la céramique sanitaire, du carrelage, de l'emballage en verre et de la faïence, Ce qui explique sa demande toujours en hausse sur le marché national et international. Le gisement de felsite d'Ain-Barbar est situé dans la partie NW du massif de l'Edough, à 35 Km au NE de la ville d'Annaba. Ce gisement se présente sous forme d'un dyke, Il est disloqué par des failles déchrochantes en sept blocs, nommés de l'Ouest vers l'Est de 1 à 7. Les échantillons ont été prélevés du sixième bloc qui est actuellement en exploitation.

Il existe différentes catégories de minerai de feldspath potassique dans le gisement d'Ain Barbar, Cette distinction se base sur la teinte des feldspaths potassique et sur l'association minéralogique.

Le but de ce travail est d'identifier chaque catégorie par une série d'analyses telles que la DRX, le MEB, les analyses pétrographiques et granulométriques.

Donc selon la teinte, il existe trois types de feldspath, un feldspath gris, un feldspath jaunâtre et un feldspath blanchâtre, selon le rendement, le feldspath gris a un rendement poids important ; la courbe granulométrique de cet échantillon montre deux populations de particules de tailles respectivement comprises dans des intervalles de + 0,25 à - 0,5 , et -0,063 avec un rendement poids de 22% et 26% tandis que le feldspath jaunâtre le rendement poids pour la fraction [- 0,5+ 0,25] mm est de 13,5%.

La couleur grise est due principalement à la présence du fer non oxydé en forte teneur, par contre la couleur jaunâtre a été obtenue à cause de l'oxydation de fer. Cela se remarquée à travers le microscope optique et la binoculaire. La couleur jaunâtre est causée par l'altération de la roche résultant d'humidité élevée et de la fissuration qui a permet l'entrée de l'eau de pluie au sein du massif.

**Mots clés :** feldspath, catégories, analyse, microscope, rendement.

### Références :

Kecir, M., Zibouche, M. H., & Kecir, A. (2014). Ain barbar feldspar magnetic beneficiation. Inzynieria Mineralna, 15(2), 131-136.

## Contribution à l'étude géologique et gîtologique de la minéralisation ferro-cuprifère (Fe-Cu) de Koudiat El Bassour dans la région Sud Sétifienne.

A. Mezerzi<sup>1,2</sup>, A. Demdoum<sup>3</sup>, A. Khiari<sup>2</sup> et G. Bekhouch<sup>2</sup>

1 : Ecole Normale Supérieure de Sétif, Pôle universitaire El Eulma, B.P 556 El Eulma, Sétif-Algérie

Email : [a.mezerzi@ens-setif.dz](mailto:a.mezerzi@ens-setif.dz) / [houssam19mez@gmail.com](mailto:houssam19mez@gmail.com)

2 : Faculté des Sciences de la Terre et d'Architecture, Laboratoire des Ressources Naturelles et Aménagement des Milieux Sensibles (RNAMS) Université L'arbi Ben M'hidi Oum El Bouaghi. Avenue 01 Novembre 1954 Oum El Bouaghi Algérie. Email : [hkhiari@yahoo.fr](mailto:hkhiari@yahoo.fr)

3 : Institut d'Architecture et des Sciences de la Terre, Université Ferhat Abbas, Sétif 1, Campus El Bez, 19000 Sétif, Algérie. Email : [slimdem@yahoo.fr](mailto:slimdem@yahoo.fr)

La minéralisation ferro-cuprifère (Fe-Cu) de Koudiat El Bassour est localisée dans la région sud sétifienne, plus précisément au Nord d'Ain Azel, à environ 05 Km de cette dernière. La Koudiat El Bassour est un ensemble de petits îlots carbonatés chaotiques et emballés dans les argiles irisées du Trias (987m) surgit de la plaine d'Ain Azel, ce complexe triasique renferme les roches suivantes : des argilites et marnes bariolées, des argiles gypsifères, des amas de gypse, des calcaires, des dolomies, des calcaires dolomitiques, des grés verts, des calcaires gréseux, des cargneules et des roches vertes à texture ophitique.

Du point de vue géologique, le complexe triasique de Koudiat el Bassour appartient au domaine externe de la chaîne des Maghrébides et se trouve à la jonction du domaine de l'allochtone sud sétifien au Nord et du domaine de l'autochtone hodnéen, au Sud (figure1). Il se situe sur une grande ligne de dislocation structurale et dont la relation avec les structures abordées n'est pas visible, donc est une accumulation tectonique (semelle de glissement) associée au front sud sétifien et plus précisément au chevauchement méridional de l'ensemble Sekrine-Kalaoun (figure1).

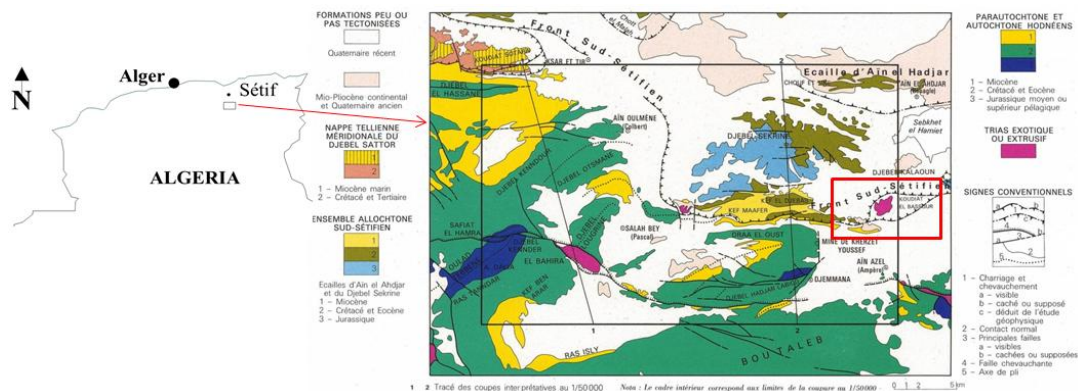
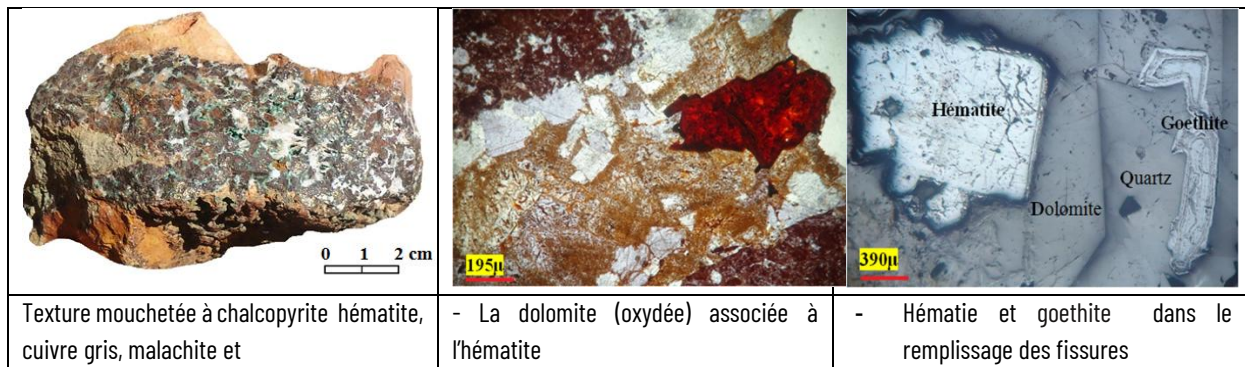


Figure 1. Schéma structural de la région d'Ain Azel avec la localisation de la région d'étude.

La minéralisation ferro-cuprifère se situe sur les blocs carbonatés inférieurs dans la partie méridionale du Trias. Les concentrations de minerai sont nombreuses de petites tailles, il s'agit de remplissages de filonnets et de fractures qui recoupent les roches encaissantes suivant des directions variées et irrégulières de type « stockwerks ».

Les observations macroscopiques et microscopiques (fig.2) montrent que les calcaires ainsi que calcaires dolomitiques, les dolomies et les grés, constituent le principaux porteurs de la minéralisation avec des caractéristiques pétrographiques assez variables, exprimées par des Mudstone à Wackstone, grainstone, des dolomicrites et des dolomicrosparites.

L'étude des sections polies sous microscopie optique à lumière réfléchie (fig.2) ainsi que l'analyse minéralogique par DRX montrent que la minéralisation a une paragenèse simple, constituée de chalcopryrite, cuivre gris, pyrite, sidérite, ankérite, hématite, goéthite, limonite, dolomite, calcite, quartz, covellite et carbonate de cuivre (malachite).



**Figure 2.** Observations macroscopiques et microscopiques de la minéralisation et de ses roches encaissantes.

La présence de ces minéraux nous a permis de proposer trois phases paragenétiques; une phase diagénétique, une phase épigénétique et une phase supergène.

**Mots clés :** Koudiat El Bassour, cuivre, Minéralisation, Fer, Trias.

## Références

-Glaçon J. (1967). *Recherches sur la géologie et les gîtes métallifères du Tell sétifien*. Publ. Serv. Géol. Algérie. Bull N°32.

-Mezerzi A. (2015). *Les formations évaporitiques triasiques des Hautes Plaines Sétifiennes (NE Algérien) : Mém, magister, Ressources minérales*. Université de Mentouri Constantine, 170p.

-Vila J.M. (1977). *Carte géologique au 1/50 000, feuille n°143, Ain Azel (1er Edition), avec notice explicative, 16p (levés de J. Glaçon, M. Leikine et JM. Vila)*. Serv. Carte géol., Algérie/SONATRACH.



## **Contribution à l'Etude Géologique et Gîtologique des minéralisations Polymétalliques (Pb-Zn-Ba et F) d'Ain Kahla-Massif de Hadjer Labiod (Monts du Hodna)**

A. Mezerzi<sup>1,2</sup>, Y. Selikh<sup>3</sup>, I. Dilmî<sup>3</sup> et A. Demdoum<sup>3</sup>

1 : Ecole Normale Supérieure de Sétif, Pôle universitaire El Eulma, B.P 556 El Eulma, Sétif-Algérie Email : [a.mezerzi@ens-setif.dz](mailto:a.mezerzi@ens-setif.dz)/  
[houssam19mez@gmail.com](mailto:houssam19mez@gmail.com)

2 : F.S.T.A, Laboratoire des Ressources Naturelles et Aménagement des Milieux Sensibles (RNAMS) Université L'arbi Ben M'hidi. Avenue 01  
Novembre 1954 Oum El Bouaghi Algérie.

3 : Institut d'Architecture et des Sciences de la Terre, Université Ferhat Abbas, Sétif 1, Campus El Bez, 19000 Sétif, Algérie. . Email :  
[slimdem@yahoo.fr](mailto:slimdem@yahoo.fr)

La chaîne du Hodna est localisée dans le NE Algérien, entre les hautes plaines sétifiennes et le bassin du Hodna. Cette chaîne renferme un grand nombre de gisements et indices polymétalliques qui sont répartis essentiellement dans les massifs de Boutaleb, Tazila, El Gouzi, Ouled Tebben et Hadjar Labiod.

Ce dernier massif est considéré comme l'extension septentrionale du massif de Boutaleb et appartient aux séries de l'autochtone hodnéen, il est constituée par des formations sédimentaires d'âge mésozoïque et cénozoïque. Le massif renferme plusieurs sites entre indices et gisements polymétalliques parmi lesquels la minéralisation d'Ain Kahla qui est l'objet de ce travail.

Ce travail se veut une contribution à l'étude géologique, gîtologique des minéralisations Polymétalliques (Pb-Zn-Ba et F) d'Ain Kahla et ses roches encaissantes, en déterminant les divers types texturaux, les différents minéraux existants et la paragenèse.

La minéralisation à Pb-Zn-Ba et F d'Ain Kahla se situe sur le flanc Nord à l'extrémité orientale du massif de Hadjar Labiod, à environ 50 Km au sud de Sétif et à 08 km à l'Ouest d'Ain Azel. Elle est portée essentiellement par les dolomies du lias moyen-supérieur et du dogger, elle apparaît en surface dans plusieurs endroits et se caractérise par une morphologie essentiellement stratiforme, exprimée par des lentilles multicouches inter-stratifiées.

L'étude pétrographique a révélé que ces dolomies présentent des microfaciès différents, exprimées par des dolomicrite dolomicrosparite, dolosparite et des dolomies quartzeuses.

Les observations macroscopiques et microscopiques de la minéralisation et de ses roches encaissantes révèlent l'existence de plusieurs textures tels que: la texture en chou-fleur massive, disséminée, mouchetée, veinulée, bréchique, rubanée... (fig1). La roche encaissante a été soumise à plusieurs phénomènes de fracturation, dissolution, dolomitisation, silicification et bréchification ce qui indique une mise en place de la minéralisation de façon épigénétique.





-Une texture rubanée

-Une texture en chou-fleur

-Une texture veinulée

**Figure 1.** Quelques types texturaux de la minéralisation.

L'étude des sections polies sous microscopie optique à lumière réfléchi ainsi que l'analyse minéralogique par DRX montrent que la minéralisation a une paragenèse simple, composée de sphalérite, galène, barytine, fluorite, pyrite, dolomite, quartz, cérusite, zincite et hématite. La présence de ces minéraux nous a permis de dégager trois phases paragénetiques; une phase diagénétique, une phase épigénétique et une phase d'altération et d'oxydation (Fig2).

	Diagénétique	Epigénétique		Supergène
Dolomite	<u>DI</u> <u>DII</u>	<u>DIII</u>	<u>DIV</u>	
Pyrite	<u>Py</u>			
Quartz		<u>Q</u>		
Fluorite		<u>FI</u>	<u>FII</u>	
Sphalérite			<u>Spha</u>	
Galène			<u>Gal</u>	<u>GalI</u>
Barytine			<u>Bal</u>	<u>BalI</u>
Hématite				<u>Hé</u>
Cérusite				<u>Cé</u>
Zincite				<u>Zin</u>

Stylolisation-Fracturation-Bréchification-Dolomitisation

Fracturation (Remobilisation)

**Figure 2.** Succession paragénetique probable de la minéralisation d'Ain Kahla.

L'analyse minéralogique par DRX confirme que la minéralisation de la partie méridionale du gisement d'Ain Kahla est très riche en minéraux de plomb.

**Mots clés :** Ain Kahla, polymétaux, paragenèse, géologie, Hadjer Labiod

**Références**

-Boutaleb, A. (2001). Les minéralisations à Pb- Zn de domaine Sétifien-Hodna, Thèse de doctorat. USTHB. Algérie, 404 p.

-EREM. (1988). Rapport sur les résultats des travaux exploitations sur le gisement d'Ain Kahla le calcul des réserves .Tome I. Tizi Ouzou.

-Glaçon, J. (1967). Recherches sur la géologie et les gîtes métallifères du Tell sétifien. Publ. Serv. Géol. Algérie. Bulletin N°32. Tome II, 319-750p.

## **Contribution à l'étude pétrographique et gîtologique des formations triasiques diapiriques d'El Gouzi**

### **(Massif Gouzi-Dabba, Monts du Hodna)**

A. Mezerzi<sup>1,2</sup>, A. Demdoum<sup>3</sup> & A. Khiari<sup>2</sup>

1 : Ecole Normale Supérieure de Sétif, Pôle universitaire El Eulma, B.P 556 El Eulma, Sétif-Algérie

Email : [a.mezerzi@ens-setif.dz](mailto:a.mezerzi@ens-setif.dz) / [houssam19mez@gmail.com](mailto:houssam19mez@gmail.com)

2 : Faculté des Sciences de la Terre et d'Architecture, Laboratoire des Ressources Naturelles et Aménagement des Milieux Sensibles (RNAMS) Université L'arbi Ben M'hidi Oum El Bouaghi. Avenue 01 Novembre 1954 Oum El Bouaghi Algérie. Email : [hkhkhiari@yahoo.fr](mailto:hkhkhiari@yahoo.fr)

3 : Institut d'Architecture et des Sciences de la Terre, Université Ferhat Abbas, Sétif 1, Campus El Bez, 19000 Sétif, Algérie. Email : [slimdem@yahoo.fr](mailto:slimdem@yahoo.fr)

Le diapir d'El Gouzi appartient aux zones externes des Maghrébides, plus précisément à la plateforme Hodnéenne, il se localise à quelques Kilomètre au Sud Est de la ville d'Ain Azel et à 01 km à l'Est du complexe minier de Chaabat El Hamra, on y accède à partir d'une piste, sur un trajet de 3 kilomètres. Le complexe triasique est bordé par les reliefs de Djebel el Gouzi, Koudiat el Karma, Djebel Dabba et Djebel Menes, ces derniers constituent l'anticlinal d'El Gouzi-Dabba de direction (NW-SE).

Le Trias affleure sous forme d'une bande continue sur près de 5 km du NW au SE et sur environ 1.5 km, dans sa plus grande largeur avec une superficie atteignant 2 km<sup>2</sup>. Il est coïncé entre le Lias de Djebel el Gouzi et le crétacé moyen de Koudiat el Karma.

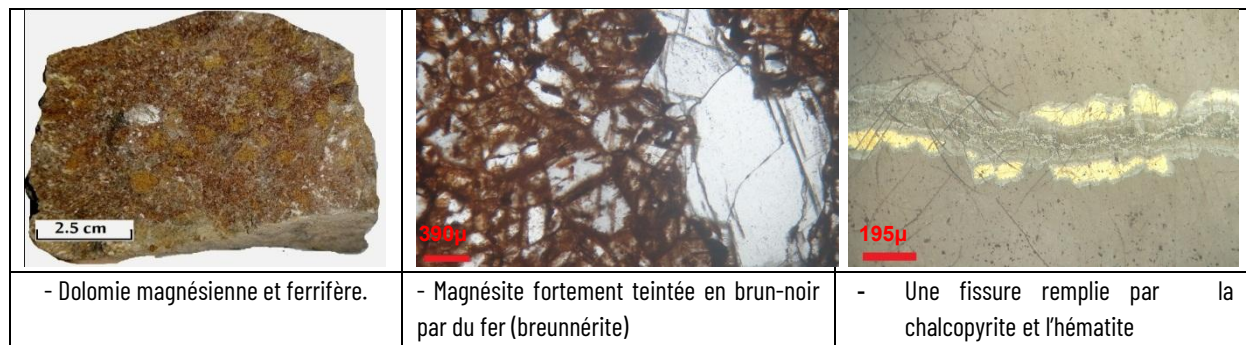
Du point de vue structural, le percement des formations triasiques est clairement sous les séries hodnéennes et occupe une position anticlinale clairement extrusive. D'après J Glaçon (1967), la mise en place est favorisée par un pli diapir compliqué ultérieurement par les failles semi extrusives de Djebel Gouzi.

Du point de vue lithologique, les formations géologiques présentent une lithologie tout à fait comparable à celle des formations du percement triasique de Koudiat el Bassour, on y rencontre : des argiles et marnes bariolées, des argiles gypsifères, amas de gypse, des blocs carbonatés sombres accompagnant les évaporites triasiques lors de leurs remontées en surface et aussi de petits indices minéralisés (chalcopyrite et hématite). Les roches carbonates se particularisent par la présence d'un niveau dolomitique ferrugineux assez particulier et décrit par J.Glaçon (1952,1967). Il s'agit de roches riche en carbonates magnésiens et ferrifères du type breunnérite, ce minéral a été décrit dans les cap-rocks des diapirs d'Algérie (Kulcke, 1976 ; In Boutaleb, 2001).

Les observations macroscopiques et l'étude pétrographique des lames minces ont révélé que ces roches carbonates se présentent sous plusieurs faciès, elles montrent des caractéristiques pétrographiques assez variables,

exprimées par de la dolosparite, dolomicrosparite, calcaire dolomitisé et oxydé et dolomie ferrugineuse, ces microfacies sont recoupés par des fissures colmatées par les minéraux de remplissage.

L'étude des sections polies sous microscopie optique à lumière réfléchie (fig.1) ainsi que l'analyse minéralogique par DRX montrent que les minéraux liés aux formations diapiriques triasiques sont la chalcopryrite, covellite, pyrite, ankérite, breunnérite, hématite, limonite, dolomite, magnésite, calcite, quartz et des minéraux évaporitiques (gypse et anhydrite).



**Figure 1.** Les observations macroscopiques et microscopiques.

**Mots clés :** Gouzi, cuivre, diapir, breunnérite, Trias.

#### Références

-Boutaleb, A. (2001). *Les minéralisations à Pb- Zn de domaine Sétifien-Hodna*, Thèse de doctorat. USTHB. Algérie, 404 p.

-Glaçon, J. (1952). *Les monts du Hodna (Partie orientale) XIXe Congrès de Géologie, Alger ; Mon. Rég. 1ère Série, Algérie, n° 7.*

-Glaçon, J. (1967). *Recherches sur la géologie et les gîtes métallifères du Tell sétifien. Publ. Serv. Géol. Algérie. Bulletin N°32. Tome II, 319-750p.*

## New contribution to the study of the « Taourirt » granites of the Tit-N-Enir and Tin-Ado - Laouni - Central Hoggar massifs

M.C. Mokhtari, Y. Aggoun, H. Mamma, M. Amieur, Y. Cherfi, A. Boutaleb, C.N. Groucène & D-E. Aissa

LMMA - Geology department - FSTGAT - USTHB

The end of an orogenic episode is always marked by a sequence of post-collisional or post-orogenic magmatic events according to the original definition. Moreover, many late igneous complexes 539 - 523 Ma (Azzouni & al., 2003) of the Pan-African orogen in the central and Western Hoggar or "Pharusian belt" have been named Taourirts (Boissonnas 1974).

These are often associated with Beryllium, Wolfram, Tin, Niobium, and Tantalum mineralizations. Two massifs were chosen, "Tit-N-Enir" and "Tin-Ado", because of their numerous mineralogic and petrographic differentiations.

The first one " Tit-N-Enir ", is located about 290 km south-west of Tamanrasset, forming a small intrusive body of low altitude with a dimension of 2.7km long by 1.7km wide, strongly eroded, crosscutted by quartz veins. This massif is composed of three granites. A porphyritic biotite granite, a peripheric two micas granite, in addition to an albite-muscovite granite that occupies the center. Field and petrographic investigations of the studied granites showed that the major mineral phases are feldspars, quartz, and micas including biotite and muscovite which carry opaque minerals, represented by Columbite Group Minerals. The accessory minerals are often: zircon, fluorite, rutile, monazite, and apatite. The "Tit-N-Enir" is positioned in the field of evolved granites.

The massif of " Tin-Ado ", located at approximately 220Km in the SW of Tamanrasset, rises to approximately 600m of altitude, with a surface of 1,75 sq.m and a surface with a rounded form that extends towards the southeast. It is slightly eroded; presenting contact metamorphism (hornfels). The complex is hosted in a syn-orogenic granite and crosscutted by a dense network of pegmatites. The "Tin-Ado" massif is composed mainly of pink granite, aplite, and intragranitic pegmatite which extends in an N60 direction with a dip of 80°S, the whole is intersected by quartz veins, the contact between the two granites can be observed in the west, where it is marked by a regional extensional fault, oriented NNW-SSE. The microscopic study revealed a usual Taourirt composition mainly represented by feldspars, quartz, micas, and chlorite. Among the accessories, fluorite, tourmaline, and sphene appear in typical form. Allanite and monazite are confirmed by Scanning Electron Microscopy in the biotite granite containing occurrences of light rare earth elements (La, Ce, Pr, Nd).

This study on the mineralizations associated with Laouni "Tit-N-Enir" and "Tin-Ado" granites revealed occurrences of rare metals carried by micas and rare earth elements in monazite and allanite.

**Keywords :** Laouni, Nb-Ta, REE, Tit-N-Enir, Tin-Ado.

## References

Boissonnas J.,1974., *Les granites à structure concentrique et quelques autres granites tardifs de la chaîne panafricaine en Ahaggar (Sahara central, Algérie)*. Thesis, University of Paris ; Ed. BRGM, Paris, 662p.

Azzouni-Sekkal, A., Liégeois, J. P., Bechiri-Benmerzoug, F., Belaidi-Zinet, S., & Bonin, B. (2003). The "Taourirt" magmatic province, a marker of the closing stage of the Pan-African orogeny in the Tuareg shield: review of available data and Sr-Nd isotope evidence. *Journal of African Earth Sciences*, 37(3-4), 331-350.

---

## Traitement et interprétation géostatistique des données de prospection géochimique de la région de Guelma

B. SALHI<sup>1,2</sup>, H. MEZGHACHE<sup>2</sup> et A. BOUREFIS<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Laboratoire de Géologie et Environnement, Université de Constantine1.

<sup>2</sup> Laboratoire de Recherche de Géologie, Université Badji Mokhtar Annaba.

La région de Nador-Hammem N'bails fait partie des zones externes de la chaîne des maghrébides du NE de l'Algérie (Chouabbi, 1987). Les formations géologiques dans cette région sont d'âge Trias à Quaternaire. Elle est caractérisée par la présence de phases minérales assez rares à travers le monde tels que la nadorite ( $PbSb_3O_2Cl$ ) et flajolite ( $4FeSbO_4 \cdot 3H_2O$ ). La zone d'étude est constituée de deux secteurs : Ain Sefra-Ain Achour et Nador. Ces secteurs ont fait l'objet de campagnes de prospection par l'ORGSM suivant une maille de 100mx20m. Les résultats obtenus sont basés sur l'analyse de données des teneurs de 186 échantillons géochimiques de roche en place, qui ont été prélevés et analysés à l'aide de la méthode Fluorescence X sur les éléments : Au, Sb, As, Pb, Zn... Le présent travail consiste à procéder au traitement et l'interprétation statistique et géostatistique des données de prospection géochimique à l'aide de différents moyens et logiciels de calcul. Le traitement monovarié par la méthode du passage par zéro (Mezghache, 1989) a permis de localiser et cartographiés les zones anormales. Les matrices de corrélations linéaires simples ont permis de déterminer les éléments qui sont corrélés entre eux. L'analyse en Composante Principales -ACP- a été faite. Le calcul des facteurs de charge et les tracés des cercles de corrélations ont permis de déterminer les différentes associations chimiques. On trouve trois associations dans le secteur Ain Sefra-Ain Achour qui sont (Sb, As) ; (Pb, Cd) et (Zn, Mn, W), et deux associations dans le secteur Nador qui sont (Sn, Ni, Ba, Co, Pb, Cu) et (As, Pb). L'étude géostatistique du secteur Nador n'a pas pu être faite à cause du nombre insuffisant des données mises à notre dispositions. L'étude géostatistique du secteur Ain Sefra-Ain Achour a été faite. Les variogrammes expérimentaux de surfaces et directionnels ont été calculés et ajustés. Ces derniers ont été utilisés pour le Krigeage ordinaire de facteur score (F1) et les éléments chimiques des poly métaux (Sb, As, Zn, Mn). Les variogrammes directionnels ont des paliers et des portées différentes dans le secteur d'Ain Sefra-Ain Achour. Ceci montre la présence d'un phénomène d'Anisotropie Zonale. L'orientation principale d'anisotropie pour le facteur score F1 et l'élément Zn est NE-SW. Le krigeage ordinaire a été utilisé pour la cartographie des anomalies.

**Mots clés :** Nador-Hammem N'bails, nadorite, géostatistique, Krigeage ordinaire

### Références

Chouabbi, A. (1987). *Etude géologique de la région de hammam n'bails (SE de Guelma, Constantinois, Algérie): un secteur des zones externes de la chaîne des maghrébides*. Thèse de Doctorat, Université Paul Sabatier, Toulouse, France, 123 p.

Mezghache, H. (1989). *Cartographie automatique et interprétation géostatistique d'une campagne de prospection géochimique sur sol : application à la zone mercurielle nordnumidique (Algérie)*. Thèse de Doctorat, Université de Lorraine, Nancy, France.

## **Typologie des gisements du Carbonate de calcium : Cas de Constantine et de Mascara**

M. Seklaoui et T. Lamri

*Institut d'Architecture et des Science de la Terre, Université de Ferhat ABBAS Sétif 1, Algérie.*

L'Algérie est un pays vaste qui possède un potentiel géologique intéressant, en substances métalliques et non métalliques. Parmi ces dernières, le calcaire, une roche sédimentaire largement répandue au nord de l'Algérie, il est connu d'être exploité pour ces propriétés physico-mécaniques en tant qu'agrégats. Ces calcaires ayants des propriétés chimiques pures et après un traitement préalable peuvent élever leurs valeurs à d'autres utilisations industrielles plus développées (papiers, peintures, plastique et caoutchoucs...), d'où sa différenciation de sa nomenclature en carbonate de calcium. Ces carbonates sont répartis sur l'ensemble du nord algériens avec des dépôts consolidés de différentes natures et sur les différentes structures géologiques d'âges variés. Cette différence influence obligatoirement sur leurs caractéristiques physico-chimiques, ce qui implique une influence sur leur qualité et leur valorisation.

Ainsi, deux sites sont choisis pour évaluer ces carbonates de calcium au nord de l'Algérie. Le premier site est situé à l'Est, à El Khroub (W. de Constantine). L'autre site est situé à l'Ouest, à Oggaz (W. de Mascara). L'objectif de cette étude est de déceler les principales différences entre ces carbonates, tant du point de vue géologique (pétrographique et géochimique) que d'un point de vue économique (réserves géologiques et qualité) ; et enfin, vérifier ces qualités par rapport aux exigences industrielles. Pour cela, les deux sites ont été caractérisés par des visites de terrain, des prélèvements ont été effectués, des lames minces confectionnées et des données géochimiques réalisées.

Les résultats ont montré que le site d'El Khroub fait partie du massif Oum settas appartenant à la nappe néritique constantinoise, d'âge probablement crétacé (Bourezg 2012 ; Nacer 2005) et composé essentiellement des calcaires massifs gris à gris blanchâtre et d'une densité importante. Sinon, à l'Ouest, le gisement d'Oggaz fait partie du bassin du bas Chélif, d'âge miocène au quaternaire (Naimi 2019 ; ENOF 2018), il est composé essentiellement par des calcaires à lithothamniées blanchâtres, de faible densité et friable. Le milieu de dépôt dans les deux sites est différent, à l'Est, il est profond agité à peu profond non agité caractérisé par des marqueurs comme : les orbitolines, les foraminifères benthiques et échinoderme. A l'Ouest, par les marqueurs : bivalves qui indiquent un milieu de dépôt de plateforme.

L'évaluation quantitative indique des réserves importantes en carbonate de calcium dans les deux sites. Les quantités peuvent satisfaire les besoins nationaux et permettre de passer même à l'exportation. Qualitativement, la pureté est variable au sein du même gisement, certaines zones présentent des qualités supérieures en  $\text{CaCO}_3$  (>97%) et un degré de blancheur élevé (>90%) ; néanmoins, par endroits, des éléments nuisibles ont été identifiés : Le Fer (Fe) influence sur la blancheur de ces carbonates là où y a passage de faille et zones d'oxydation ; la silice (Si), reliée principalement aux couches argileuses et marneuses contamine les carbonates à leurs contacts ; le magnésium (Mg), originaire des carbonates dolomités.



Par comparaison aux exigences et normes industrielles, ces carbonates à l'état brut peuvent satisfaire plusieurs domaines d'utilisation : sidérurgie, charge, verrerie, caoutchouc et plastique. Certaines utilisations comme le papier, la peinture haute gamme et le pvc... nécessitant un produit plus pur, elles exigent un traitement préalable sur les carbonates existants dans les deux sites.

**Mots clés :** Carbonate de calcium, milieu de dépôt, qualité physico-chimique, valorisation

### Références

BOUREZG.M., 2012. *Etude géologique et minières de quelques roches industrielles. Cas d'applications dans le nord-est algérien. Thèse doctorat, Université Constantine 1.*

NACER.W., 2005. *Etude des formations carbonates du versant sud du massif d'Oum settas : approche quantitative et qualitative. Thèse magister, Université Constantine 1.*

NAIMI.N, M., 2019. *La plate-forme carbonatée messénienne du djebel Aoued sma (monts des Ouled Ali, bassin du bas de chélif) : sédimentologie et géochimie. Mémoire Master, Université d'Oran 2.*

## Les Diatomites du bassin de Bas Chélif : cartographie, analyses structurales et réserves

K. Tizi et D. Belhai

LABORATOIRE GEODYNAMIQUE DE LA LITHOSPHERE, FSTGAT, USTHB

Le bassin du Bas Chélif est considéré jusque-là comme un ensemble de structures plissées associées à des failles, portées par les nappes de charriages telliennes. Notre étude qui porte sur les diatomites de ce bassin, a pour objectif, non seulement de confirmer l'existence effective des diatomites, mais aussi d'étudier l'extension assez importante de ces formations à travers le bassin du bas Chélif.

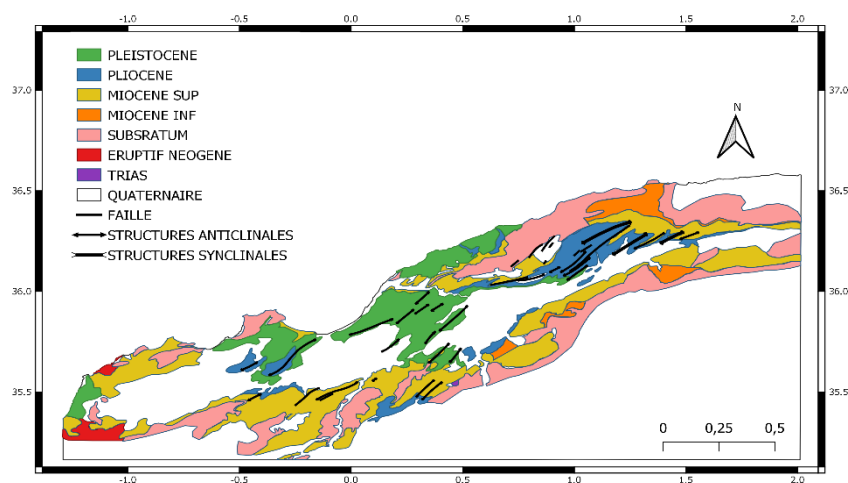


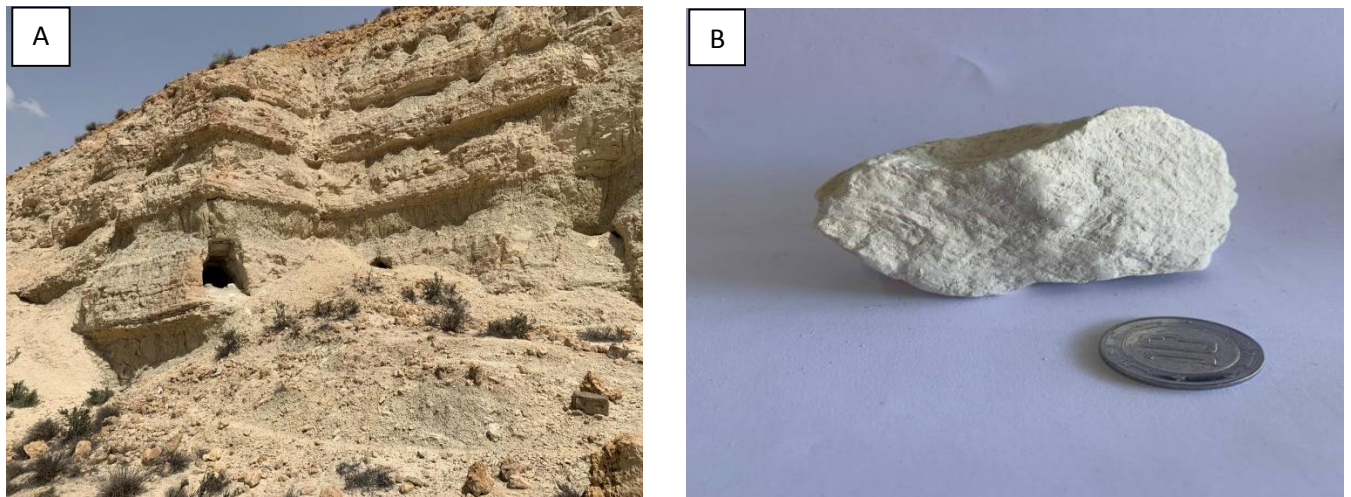
Figure 1. Schéma structural de bassin du bas Chélif



Des cartes et coupes de terrain, ont permis de retracer les affleurements et de les mettre en relief sur des cartes de faciès (mono ou tri faciès) {diatomites, gypses et sables}. Aussi les coupes ont permis d’appréhender les épaisseurs.

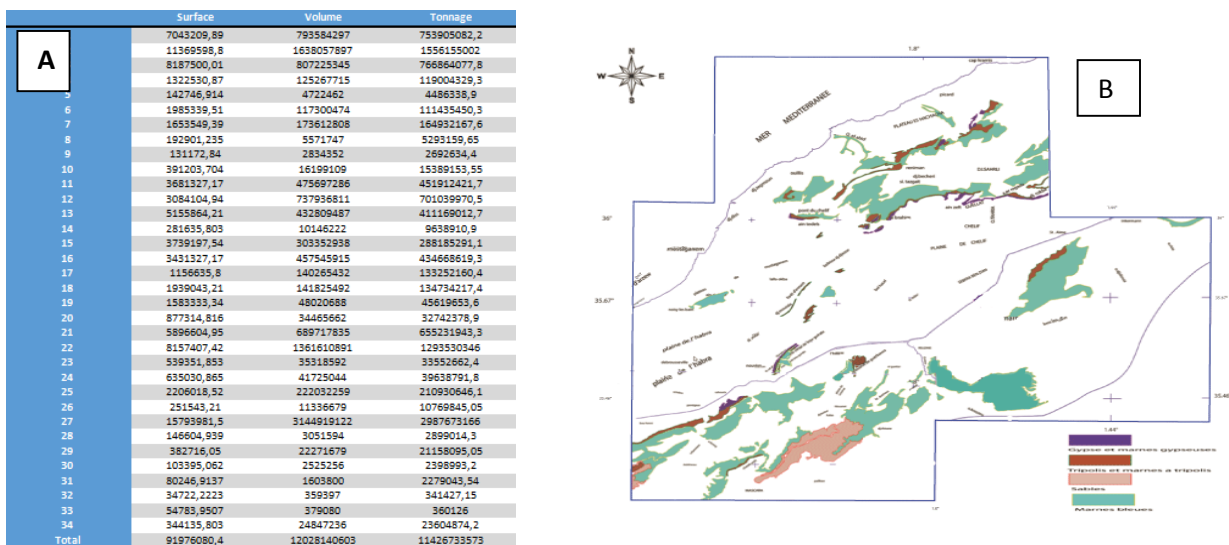
L’analyse structurale a permis de reconstituer la structuration et de voir les axes structuraux, dont deux ont été mis en évidence.

La géométrie et l’analyse stratigraphique ont amené à déterminer l’étendue de ces diatomites qui sont des roches très légères, d’un blanc laiteux et constituées par une accumulation de frustules de diatomées plus ou moins pures, riches en écailles de poissons.



**Figure 2.** (A) Photographie d’un gisement diatomitique (B) Photographie d’un échantillon de diatomite

Nous avons également calculé les réserves en diatomites à travers cette zone du bas Chélif. Pour ce faire, les surfaces utilisées ont été calculées à partir du logiciel Arc-GIS, les épaisseurs à partir des coupes et des densités moyennes, et les résultats obtenus ont donné une valeur de réserve d’environ 12 milliard de m<sup>3</sup>, représentant la somme de toutes les diatomites à travers le territoire étudié.



**Figure 3.** (A) Tableau de classification des données (B) Carte synthétique

**Mot clés :** bassin du bas Chélif, diatomites, réserves, Miocène supérieur

## **Apport de l'imagerie hyperspectrale du capteur Hyperion pour la prospection de la Bentonite dans le NW Algérien (Cas de l'image Path 198/Row 36).**

M. Tobbal Seghir <sup>\*1,2</sup>; D E. Aissa <sup>2</sup> & A. Boutaleb <sup>2</sup>.

<sup>1</sup> Ecole Normale Supérieure Kouba Alger BP.92 Kouba Alger (mohamed.tobbalseghir@g.ens-kouba.dz);

<sup>2</sup> Laboratoire de Métallogénie et Magmatisme, FSTGAT – USTHB, BP 32 El Alia, Bab Ezzouar, Alger-Algérie.

Au cours des deux dernières décennies, la télédétection hyperspectrale a considérablement progressé. Cette technique, appliquée dans de nombreux domaines, s'appuie sur les principes de la spectroscopie des objets permettant de caractériser leurs compositions physico-chimiques à partir de la mesure de leurs signatures spectrales.

Cette méthode de traitement a été utilisée dans ce travail pour la prospection de la bentonite et l'élaboration d'une carte géologique prévisionnelle en utilisant l'image hyperspectrale (path198/row36), couvrant une superficie d'environ 76000 Km<sup>2</sup>, acquises en date du 20/02/2005 par le capteur hyperspectral Hyperion du satellite Earth Observing-1 (EO-1).

La méthodologie utilisée dans cette analyse est scindée en deux étapes :

**1) Etape de pré-traitement** : matérialisée par les différentes corrections appliquées sur l'image hyperspectrale (téléchargée à partir du site Earth Explorer de l'USGS), à savoir : 1) l'élimination des mauvaises bandes spectrales, 2) l'application de la correction atmosphérique en utilisant le module FLAASH, 4) la réduction des données spectrales en utilisant le Minimum Noise Fraction (MNF).

**2) Etape de traitement** : basée sur : 1) la réduction de l'espace par le Pixel Purity Index (PPI), 2) l'identification des composantes spectrales en utilisant le N-D Visualizer, 3) l'identification des différents spectres inconnus (résultant de traitement) et les comparer avec ceux de la bibliothèque spectrale de l'USGS.

Après la confrontation entre ces spectres, deux types d'argiles bentonitiques ont été mis en évidence, elles sont répertoriées respectivement dans la bibliothèque spectrale de l'USGS sous les noms de : Montmorillonite+Illite CM37 et de Kaolin/Smectite H89-FR-5.

Le résultat final est matérialisé par l'élaboration d'une carte géologique prévisionnel de la bentonite dans les limites de l'image utilisée, cette carte nous permettra de déterminer les zones stratégiques pour la prospection et l'exploration de la bentonite in-situ.

**Mot clef** : Hyperion, image hyperspectrale P198r36, prospection, Bentonite, NW Algérien.

## **ETUDE DU GISEMENT DE FER DE TYPE METASOMATOSE DE CHAABET EL BELOUT (AIN ZANA, NE DE L'ALGERIE)**

Zerrouki Tarek <sup>(1-2)</sup>, Boutaleb Abdelhak<sup>(1)</sup> et Semchaoui Ahmed Abderrahmane<sup>(1-2)</sup>

<sup>(1)</sup>Laboratoire de Métallogénie et de Magmatisme d'Algérie (LMMA)—Faculté des Sciences de la Terre, Université des Sciences et Technologie Houari Boumediene-USTHB, BP 32, 16111 Bab Ezzouar, Algérie

<sup>(2)</sup>Université de Djilali Bounaama -Khemis Miliana

La région d'Ain Zana (NE de la ville de Souk Ahras) fait partie du district métallogénique des confins algéro-tunisien du domaine des nappes, rattaché à la chaîne des Maghrébines. Cette zone recèle de nombreux indices et gisements à paragenèses variées à Fe, Ba, Pb, Cu (Au, Ag).

Le gisement de fer de Chaabet El Bellout est situé à environ 630 Km à l'Est d'Alger, à 100 Km au SE de la ville de Annaba, à 77 Km de Guelma et à 50 Km de la frontière algéro-tunisienne. Cette concession minière est actuellement exploitée par la société SOMIFER dont les réserves exploitables sont de l'ordre de 5 Millions de tonnes.

La structure de Chaabet El Bellout forme une unité tectonique allochtone qui fait partie du domaine des Sellaoua (David, 1956 ; Chabi, 2017). Elle est représentée essentiellement par les faciès carbonatés attribués au Sénonien (Campanien et Maestrichtien) qui sont recouverts en discordance dans la partie centrale du gisement par des grès et des marnes noires d'âge Eo-Oligo-Miocène. Cette unité est en contact anormal avec la bande triasique dénommée Djelmana, très répandue dans la région.

Les amas lenticulaires de minerai de fer sont de dimensions métriques et se localisent dans deux niveaux stratigraphiques :

- Au niveau des calcaires du Crétacé supérieur (Rudis, 1964). Ce niveau minéralisé est considéré comme riche dont la teneur de Fe est supérieure à 35% et la silice ne dépasse pas les 20%. Ces amas représentent la minéralisation principale et la plus économique du gisement et font l'objet d'exploitation puisqu'elles sont de puissance importante qui varie entre 20 et 30m.
- Au contact des roches carbonatées du Crétacé et les faciès détritiques du Miocène. Ce niveau minéralisé correspond à un grès pauvre en fer dont la teneur de Fe est inférieure à 35% avec un taux de SiO<sub>2</sub> supérieure à 15%. Il résulte de la ferruginisation des grès à ciment carbonaté.

La paragenèse de la minéralisation de Chaabet El Bellout dans toutes ces formes, est assez simple. Elle est marquée par la dominance d'hématite comme minéral principal. Cette dernière est associée à la magnétite, à la sidérite, à la goethite et à la limonite. A cela s'ajoute une minéralisation tardive représentée par du cuivre gris, de la chalcopryrite et de la barytine.

**Mots clés :** Medjerda, confins algéro-tunisien, métasomatose, minéralisations ferrifères.

## **Références**

*Chabbi, A. (2017). Les nappes telliennes de la région Nord de Souk Ahras (NE algérien): Etude géologique et structurale. BADJI MOKHTAR ANNABA UNIVERSITY.*

*David, L. (1956). Etude geologique de la haute Medjerda.(Vol. 80, Issue 113).*

*Rudis (1964). Recherches geologiques à Chabet Ballout effectuées en 1963/64.*

---

# **SESSIONS POSTERS**

## **SESSION 7 : RESSOURCES HYDRIQUES**

## **Etude de vulnérabilité à la pollution agricole des eaux souterraines de la nappe alluviale de Guelma (sous bassin versant de la Moyenne Seybouse)**

M. AISSAOUI<sup>1</sup>, M. BENHAMZA<sup>2</sup> et R. LEGRIOUI<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Laboratoire de Géo-Environnement (LGE), Département de Géologie, Université des Sciences et de la Technologie Houari Boumediène, Alger, BP32, EL Alia, Bab Ezzouar, 16111, [marwaissaoui8@gmail.com](mailto:marwaissaoui8@gmail.com) / [maissaoui@usthb.dz](mailto:maissaoui@usthb.dz)

<sup>2</sup>Laboratoire de Géodynamique et Ressources Naturelles (LGRN), Département de Géologie, Université Badji Mokhtar-Annaba, BP12- 23000 - Annaba, [moussa\\_benhamza@yahoo.fr](mailto:moussa_benhamza@yahoo.fr)

<sup>3</sup>Laboratoire de Géo-Environnement (LGE), Département de Géologie, Université des Sciences et de la Technologie Houari Boumediène, Alger, BP32, EL Alia, Bab Ezzouar, 16111, [legriouiradhia@gmail.com](mailto:legriouiradhia@gmail.com)

La plaine alluviale de Guelma, présente le cœur de la wilaya, région à vocation essentiellement agricole surtout avec l'entrée en activité du périmètre irrigué Guelma – Bouchegouf qui a engendré une forte pollution des eaux de surfaces et souterraines.

La présente étude a pour objectif d'évaluer la vulnérabilité à la pollution agricole des ressources en eaux souterraines de la plaine alluviale de Guelma dans le sous bassin versant de la moyenne Seybouse, en appliquant la méthode d'indice de susceptibilité Si (qui évalue la vulnérabilité spécifique), adoptée pour tenir compte du comportement des polluants d'origine agricole.

Le matériel utilisé pour l'élaboration de la carte de vulnérabilité à la pollution agricole dans la région est constitué de : Données issues de la télédétection ; Données cartographiques ; Données piézométriques et Fiche technique des forages de la région. Le traitement se fait par le logiciel ArcGis 10.5.

L'évaluation de la vulnérabilité par la méthode Si est basée sur la cartographie des cinq paramètres (D : profondeur de la nappe, R : la Recharge nette de l'aquifère, A : la Nature Lithologique de l'aquifère, T : la Topographie et OS : l'Occupation de Sol).

La carte synthèse de la région par la méthode SI, montre l'existence de 3 classes (faible, Moyenne et Forte). Les zones de faible vulnérabilité occupent 8% de la plaine et se localisent au niveau de la nappe des travertins à l'Ouest. Les zones de moyenne vulnérabilité couvrent 20% de la surface totale et se localisent au centre de la nappe des hautes terrasses et également plus au Sud, par contre les zones à forte vulnérabilité, sont plus importantes couvrent 72% de la surface totale et se situent à Nador, au Nord de Belkheir et aux alentours de Guelma passant par l'Oued Seybouse et ses affluents (Oued Maiz, Oued Zimba, Chaabet Maamora).

**Mots clés:** Nappe Alluviale de Guelma, Pollution agricole, Vulnérabilité, SI.

## **Etude hydrochimique de la qualité des eaux souterraines Région d'El-oued, Sahara septentrional de l'Algérie**

A. Ammari<sup>1, a\*</sup> et S. Kateb<sup>2, b</sup>

<sup>1et 2</sup> *Laboratoire d'exploitation et de mise en valeur des ressources naturelles en zones arides, université de Kasdi Merbah-Ouargla, BP147 RP, 30000 Ouargla, Algérie.*

<sup>a</sup>[abdessattar.ammari@univ-ouargla.dz](mailto:abdessattar.ammari@univ-ouargla.dz), <sup>b</sup>[katebsamir30@gmail.com](mailto:katebsamir30@gmail.com)

Le but est d'évaluer la qualité physique et chimique des eaux souterraines de trois couches (le Phréatique, Complexe Terminal et Continental Intercalaire) de la région d'El-oued, et d'identifier les sources de sa composition chimique et de comparer la qualité de ces eaux aux normes de potabilité et d'irrigation. L'échantillonnage fait aux niveaux des trois couches aquifères de la région d'El Oued, ont été collectés pour mesurer le pH, la T°, la conductivité électrique (EC) et les sels dissous totaux (TDS), les concentrations des éléments majeurs. Les analyses ont été faites au niveau du laboratoire. Les résultats obtenus ont montré que les eaux de l'aquifère phréatique, sont de très mauvaise qualité soit pour l'AEP ou l'irrigation, elles sont fortement minéralisées, très dures, de conductivité très élevée (6070 µS/cm) et présentent des teneurs en nitrates (187 mg/l) dépassant les teneurs recommandées par l'OMS. Les eaux des aquifères du complexe terminal et du Continental Intercalaire, montrent une minéralisation moins accentuée que l'aquifère libre, malgré que la teneur en nitrates est faible, elles sont de mauvaise qualité physico-chimique en référence aux normes de l'OMS (Conductivité électrique, chlorure, sulfates, calcium,...). Elles nécessitent un traitement avant l'utilisation. La qualité des eaux souterraines pour l'irrigation a été évaluée à l'aide des paramètres suivants : conductivité électrique (EC), taux d'adsorption du sodium (SAR), pourcentage de sodium (Na %), rapport de Kelly, le rapport de Kelly (KR), l'indice de perméabilité (PI), le risque de magnésium (MH), le carbonate de sodium résiduel (RSC) et la teneur en chlorures. Les résultats obtenus ont montré que les eaux de l'aquifère phréatique, sont de très mauvaise qualité pour l'irrigation. Elles sont fortement minéralisées, très dures, de conductivité très élevée et sont impropre à l'irrigation. Bien que les eaux de Complexe Terminal et Continental Intercalaire sont aptes à l'irrigation. La comparaison des analyses de la qualité des eaux souterraines de la région d'El-Oued des trois couches (le Phréatique, Complexe Terminal et Continental Intercalaire) confirment que les conditions environnementales locales (les interactions eau-roche, et la profondeur de la couche souterraine, la présence de gypse et de roches carbonatées sédimentaires dans les formations géologiques) sont un facteur important pour la qualité des eaux souterraines.

**Mots clés:** Hydrochimie, Eaux Souterraines, Qualité, Eau potable, Irrigation, Sahara septentrional.



## **Evaluation of climate change impact on water resources using statistical approaches in the Setifian High Plains (Northeastern Algeria)**

H. Aouati, A. Demdoum et H. Kada

*Institute of Architecture and Earth Sciences, University Ferhat Abbas, Setif, 19000, Algeria*

The water resource is one of the main bases for the economic development of such a country. Algeria is considered as a vulnerable country in the world regarding the availability of water resources. In recent decades, a decrease in precipitation and an increase in air temperature are observed. Climate change projections showed increases in mean annual temperature and decrease in precipitation in most part of the study area. Such changes are expected to affect the hydrologic regime of the Setifian high plains. The goal of this work is to assess the impact of climate change on water resources in the Setifian High Plains (Northeastern of Algeria). The results show an increase evapotranspiration by 8%. Surface runoff is projected to increase by 35%. Also; the variability of water levels plays an important role in the development. Therefore, this paper aims at analyzing the dynamics of changes in the water level of the study area.

In this study area, rainfalls were decreased at about 10% from 1953 to 2021, with a significant irregularity in this period. For temperature, the statistical approaches (Pettitt, Mann-Kendall, Rainfall index...) reveal the presence of a break in 1986 with a warming of 2.1°C in mean and minimum temperature; and 2.5°C for maximum temperature.

Consequently, we ascertained that the role of precipitation as a natural driving factor in expansion is majorly less than the outflow water from the reservoir. As we assume that the hydrological characteristics of study area are strongly dependent on air temperature and the amount of precipitation.

However, the results of this study can be a basis for decision-makers for better management and protection of water resources in the Setifian High Plains.

**Keywords:** Climate change – Temperature – Statistical Approaches – Water resources – Pettitt.

### **References**

*Ouhamdouch, S., & Bahir, M. (2017). Climate change impact on future rainfall and temperature in semi-arid areas (Essaouira Basin, Morocco). Environmental Processes, 4(4), 975-990.*

*Bouderbala, A. (2019). The impact of climate change on groundwater resources in coastal aquifers: case of the alluvial aquifer of Mitidja in Algeria. Environmental Earth Sciences, 78(24), 1-13.*

*Bahir, M., & Ouhamdouch, S. (2020). Groundwater quality in semi-arid environments (Essaouira Basin, Morocco). Carbonates and Evaporites, 35(2), 1-16.*

## **Aquifer characterization using vertical electrical soundings and remote sensing: A case study of the Chott Ech Chergui Basin, Northwest Algeria.**

M. Aoudia<sup>1</sup>, A. Issaadia<sup>2</sup>, M Bersi<sup>3</sup>, D Maizia<sup>2</sup> et H Saibi<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Laboratoire REVIECO, Département of Biology, Faculty of Sciences, Algiers University, 02 Rue Didouche Mourad, Algiers, Algeria, <sup>2</sup> Geo-Environment Laboratory FSTGAT / USTHB, BP 32, El Alia, 16000, Algiers, Algeria, <sup>3</sup> Ferhat Abbas University, Setif 1, Institute of Architecture and Earth Sciences, Department of Earth Sciences, Campus El-Bez, 19000, S etif, Algeria, <sup>4</sup> Department of Geology, College of Science, United Arab Emirates University, Al-Ain, United Arab Emirates.

Email : med-aoudia@hotmail.fr

The aim of this study is to provide detailed geological and structural information about groundwater aquifers in the Chott Ech Chergui region using geophysical and remote sensing data. The Chott Chergui region is a large endorheic depression situated in the northwestern part of Algeria. It is submerged in water, and for that reason, it is considered to be a humid zone even though the region is considered to be a semiarid area. The largest quantities of water come from the northern mountains of Saïda and Tlemcen. Some water recharge comes from the Ksour and Amour mountains to the south. Large amounts of this water reach the underground aquifers through a dense fracture network. These water resources are stored in a lithological complex that is composed of three closely related aquifer formations, namely, the continental Tertiary aquifer, the Senonian aquifer and the Aaléno-Bathonian aquifer. The Kheiter and Ain Skhouna areas are known for their gushing water springs that exhibit high flow rates (80 l/s for Ain Skhouna). It is for this reason that we focus on these two regions to understand their flow mechanisms and attempt to construct a conceptual model that illustrates the functional mechanism of the Ain Skhouna spring. This work was accomplished employing a combined approach involving Remote Sensing method and electrical resistivity, specifically, the vertical electrical sounding (VES) technique. The VES technique was used to understand the aquifer geometries and their spatial extents, while the remote sensing results were used to detect some structures and lineaments that favor groundwater exploration. The aquifer geometry was analysed by integrating the results obtained from the interpretations of VES with stratigraphic columns of wells and boreholes using a geographic information system. The results of this study show that three geological levels present aquifer potentialities. The geologic zones are the Aaleno-Bathonian aquifer, which is the most important aquifer in the study area with an average thickness of 250 m, the Senonian aquifer and Tertiary aquifer. The aquifers recharge mainly from fractures in the Saïda and Tlemcen Mountains for the Aaleno-Bathonian aquifer, and from direct infiltration from the accumulated surface waters for the Senonian and Tertiary aquifers. Many water sources are sporadically distributed in the Chott Ech Chergui, but the gushing waters seems to be controlled by EW accidents, especially in Ain Skhouna hot spring. A schematic model of the spring is presented.

**Keywords:** Chott Ech Chergui -Remote sensing - Groundwater potential- Vertical electrical soundings - Fracture network

### **References**

Asfahani, J., 2013. Groundwater potential estimation using vertical electrical sounding measurements in the semi-arid Khanasser Valley region, Syria. *Hydrol. Sci. J.* 58, 468–482.

Bersi, M., Saibi, H., Chabou, M.C., 2016. Aerogravity and remote sensing observations of an iron deposit in Gara Djebilet, southwestern Algeria. *J. Afr. Earth Sci.* 116, 134–150.

Clair, A., 1956. Etude hydrogéologique du Chott chergui. *Bulletin de liaison temporaire du comité d'organisation provisoire français de l'association des hydrogéologues* 7, 34p.

---

## Utilisation des techniques géo-spatiales pour délimiter les zones à potentialités en eaux souterraines, cas de la moyenne Seybous, Nord-Est Algérie.

R. Boudjellal Rania <sup>(1)</sup> et C. Fehdi <sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup> Tébessa, Faculté des Sciences Exactes, Sciences de la Nature et de la vie, Département des Sciences de la Terre et de l'Univers, Université de Tébessa, Algérie ; [rania.boudjellal@univ-tebessa.dz](mailto:rania.boudjellal@univ-tebessa.dz), <sup>(2)</sup> Tébessa, Faculté des Sciences Exactes, Sciences de la Nature et de la vie, Département des Sciences de la Terre et de l'Univers, Université de Tébessa,, Algérie.

Les eaux souterraines sont une ressource essentielle précieuse et importante pour le développement des zones urbaines et rurales. Aujourd'hui, en raison du changement climatique, de la croissance démographique, des pratiques d'irrigation avancées et des utilisations industrielles, la demande en eaux souterraines a considérablement augmenté et doit être évaluée. La surexploitation des eaux souterraines et les changements climatiques marqués au fil des années ont imposé une immense pression sur les ressources mondiales en eaux souterraines. Pour cette raison, les zones de captages des eaux souterraines doivent être déterminées. L'évaluation des ressources en eaux souterraines est essentielle pour une gestion durable. Une étude intégrée de SIG et de télédétection peut fournir une plate-forme appropriée où converge un gros volume de données et techniques assez décisionnelles pour l'exploration des eaux souterraines.

L'objectif de cette étude est de délimiter les zones potentielles en eaux souterraines dans la zone d'étude en utilisant le SIG et la télédétection. La technique d'analyse décisionnelle multicritère (MCDA) est utilisée en intégrant différentes couches thématiques. Les couches thématiques de la couverture terrestre, de la densité de drainage, de la densité de linéaments, du sol, de la géologie, de la géomorphologie, du MNT, de la pente et de la pluie ont été combinées pour réaliser la carte des zones potentielles en eaux souterraines. Des poids ont été attribués et normalisés à chaque couche thématique en fonction de leur caractéristique et de leur relation avec la recharge des eaux souterraines. La disponibilité des eaux souterraines dans la zone d'étude est qualitativement classée en différentes classes (c'est-à-dire très bonne, bonne, modérée, faible et nulle).

Cette analyse des données démontre l'importance de l'utilisation des SIG et des techniques de télédétection dans la cartographie des secteurs potentiels en eaux souterraines à l'échelle régionale.

**Mots- clés :** Potentiel en eaux souterraines, SIG, RS, AHP, Données géo spatiales.

**Références :**

Ahmed, F., Hagaz, Y. A., & Andrawis, A. S. (1984). Landsat model for groundwater exploration in Nuba Mountains, Sudan. *Advances in space research*, 4(11), 123-131.

Nouayti, N., Khattach, D., & Hilali, M. (2017). Cartographie des zones potentielles pour le stockage des eaux souterraines dans le haut bassin du Ziz (Maroc): Apport de la télédétection et du système d'information géographique. *Bulletin de l'Institut Scientifique, Rabat, Section Sciences de la Terre*, 39(45-57), 13.

Ake, G., Kouame, K., Koffi, A., & Jourda, J. (2018). Cartographie des zones potentielles de recharge de la nappe de Bonoua (sud-est de la Côte d'Ivoire). *Revue des sciences de l'eau/Journal of Water Science*, 31(2), 129-144.

---

## Evaluation of potentially toxic metals and human health risk assessment in groundwater and surface water in the vicinity of Djebel Onk mining area (Tébessa, eastern Algeria)

B. Boumaza<sup>1</sup>, R. Kechiched<sup>2</sup>, C.T.Vladimirovna<sup>1</sup>, K. Senouci<sup>3</sup>,

<sup>1</sup> Peoples Friendship University of Russia, 6, Miklukha-Maklaya street, Moscow, 117198, Russian Federation

<sup>2</sup> Laboratoire des Réservoirs Souterrains: Pétroliers, Gaziers et Aquifères, Université Kasdi Merbah Ouargla, 30000, Algeria

<sup>3</sup> Université Badji Mokhtar Annaba, 23000, Algeria

The aim of this study is to measure the potentially toxic elements pollution in groundwater, surface waters and spring waters in the vicinity of Djebel Onk mine, Algeria. Concentrations of seven potentially toxic elements (V, Cr, Co, Ni, Cu, Zn and Cd) were determined by inductively coupled plasma mass spectrometer (ICP-MS). Average of the potentially toxic metals such as Cr (18.26, 5.46 ug/l), Ni (28.53, 38.21 ug/l), Zn (18.96, 23.23 ug/l) and Cd (0.28, 1.75 ug/l) respectively, were found in groundwater and surface water inferior than the WHO limits and Algerian standards for drinking water.

An assessment of potential risk to human health revealed that the hazard index (HI) values of the non-carcinogenic and carcinogenic risks were an order of magnitude higher among children compared to adults, which indicates that potentially toxic metals did not pose any significant non-carcinogenic risks in the study area, according to HI <1. On the other hand, lifetime cancer risk (LCR) postured by water contaminants i.e. Cr and Ni in children was higher than their limits, whereas in adults only Ni at G1 and S1 posed higher cancer risk than the limit ( $1 \times 10^{-4}$ ) through water exposure

**Keywords:** Potentially toxic metals; Djebel Onk mining area; Phosphate industry; Mining wastes; Health risk assessment

## **Application of geothermometers on thermal waters of the Intercalary Continental Aquifer. Case study from the Biskra region (South-East Algeria)**

N. CHAFOU<sup>1</sup> and N. BRINIS<sup>1</sup>

*lab. Mobilisation et gestion des ressources en eau. Université Batna 2 (LMGRE) Algeria*

*E-Mails : [chafounasri@yahoo.com](mailto:chafounasri@yahoo.com) / [nafaa.brinis@gmail.com](mailto:nafaa.brinis@gmail.com)*

In Algeria, thermal waters discharge in many places in the form of thermal springs or waters from wells. This study aims in characterizing and applying cation geothermometers to the thermal waters of the Biskra region. Seven samples of thermal waters from the Continental Intercalary aquifer are the subject of this work. The obtained results show that the discharge temperatures at surface vary between 31 °C and 57.5 °C. The average of pH value of the thermal waters is 7.93, and strong mineralization with a peak recorded at 5100 µS/cm. The determination of the major elements and according to the classification of Piper the thermal waters are characterized by the dominance of two facies one is calcium chloride sulphate and the other is sodium chloride sulphate. On the other hand, the application of geothermometers gives temperature values between 132 and 356 °C in the deep geothermal reservoir. The Gingenbach diagram shows that the waters are immature balanced. In conclusion, the thermal waters are influenced by gypsum formations.

**KEYWORDS:** Geothermal waters, Hydrochemistry, Cation geothermometers , Biskra.

---

## **Evaluation de la qualité des eaux souterraines, destinées à la consommation humaine et à l'irrigation, dans la région de Gadaïne-Ain Yaghout (est algérien).**

I. Dib Imane<sup>1</sup>, K. Abdelhamid<sup>2</sup> et W. Chettah<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Laboratory of Applied research in Engineering Geology, Geotechnics, water sciences, and environment, Setif 1 University, Algeria. E-mail : [dib.imen@yahoo.fr](mailto:dib.imen@yahoo.fr)

<sup>2</sup>Laboratory of mobilization and resources management, Department of Geology, Earth Sciences and universe Institute, University of Batna 2, Algeria. E-mail : [khedi73@yahoo.fr](mailto:khedi73@yahoo.fr)

<sup>3</sup> Environnemental geology laboratory, frère Mentouti Constantine 1 university, Algeria. E-mail : [chettah.wahid@gmail.com](mailto:chettah.wahid@gmail.com)

En raison de la surexploitation des eaux souterraines et de leur risque de contamination par les activités agricoles (utilisation des engrais inorganiques, des fumiers, des pesticides et des méthodes inappropriées à l'irrigation) et urbaines, selon l'OMS, environ 80% de toutes les maladies chez l'homme sont causées par l'eau. Une fois que les eaux souterraines sont contaminées, il est impossible de rétablir leur qualité en arrêtant seulement les polluants à la source. Il devient donc impératif de surveiller régulièrement la qualité des eaux souterraines et de les protéger. L'indice de qualité de l'eau est l'un des outils les plus efficaces pour communiquer des informations sur la qualité de l'eau aux citoyens et les décideurs politiques concernés. Cela devient donc un paramètre important pour l'évaluation et la gestion des eaux souterraines. L'objectif de la présente partie est d'examiner l'adéquation des eaux souterraines de la nappe Mio-Plio-

Quatenaire à la consommation humaine (sur la base des valeurs calculées de l'indice de qualité de l'eau (IQE)) et à l'irrigation (IQEI).

Pour le calcul de l'indice de qualité de l'eau (IQE), les 12 paramètres suivants ont été pris en compte : conductivité électrique, pH, dureté totale, sulfate, chlorure, sodium, calcium, potassium, nitrate, cadmium, fer et zinc. En se basant sur la norme algérienne de l'eau potable pour chaque paramètre, l'IQE obtenu pour les échantillons analysés varie de 78.84 à 1718.71. La classification des eaux basée sur cet indice montre que près de 7.1% de ces eaux sont de bonne qualité et environ de 17.9% ont une qualité médiocre, ainsi 10.7% des échantillons sont de mauvaise qualité. Les eaux de ces deux dernières classes nécessitent un certain traitement avant leur consommation et doivent également être protégées des risques de contamination. Finalement, 64.3% ont dépassé 300, la limite supérieure de l'eau potable, et sont impropres à la consommation néanmoins elles peuvent être adaptées à l'irrigation ou à la pisciculture.

Afin d'évaluer l'aptitude des eaux souterraines à l'usage agricole, six principaux indices ont été utilisés, tels que : la conductivité électrique (CE), le pourcentage de sodium (Na%), le taux d'adsorption de sodium (SAR), l'alcalinité résiduelle (RSC), le risque lié au magnésium (RM) et dernièrement l'indice de perméabilité (IP). La détermination de ces indices était indispensable pour évaluer l'indice de qualité des eaux pour l'irrigation (IQEI).

L'indice (IQEI) proposé est une méthode intégrée aux SIG basée sur la combinaison linéaire des six groupes de paramètres de qualité de l'eau d'irrigation susceptibles d'avoir des effets négatifs ou des risques sur la qualité du sol et le rendement des cultures. Dans cette technique, les groupes sont simultanément inclus dans l'analyse et sont combinés pour former une seule valeur d'indice, qui est ensuite évaluée pour déterminer l'adéquation de l'eau d'irrigation.

Les valeurs de l'indice de qualité des eaux pour l'irrigation (IQEI) s'échelonnent entre 36 et 44, ce qui permet de visualiser deux classes en vue de l'aptitude à l'irrigation. Alors, 89% des eaux analysées sont très convenables à l'usage agricole, tandis que, 11% sont classées parmi les eaux moyennement aptes à l'irrigation.

**Mots clés :** *Evaluation, indice de qualité, potable, irrigation.*

### **Références**

**Kawo N.S., Shankar K., (2018):** *Groundwater quality assessment using water quality index and GIS technique in Modjo River Basin, central Ethiopia, J. Afr. Earth Sci. 147 (2018) 300e311, <https://doi.org/10.1016/j.jafrearsci.2018.06.034>.*

**Ramakrishnaiah C. R., Sadashivaiah C. and Ranganna G., (2009) :** *Assessment of Water Quality Index for the Groundwater in Tumkur Taluk, Karnataka State, India. E-Journal of Chemistry.*

**Simsek C. and Gunduz O., (2007) :** *IWQ Index: A GIS-Integrated Technique to Assess Irrigation Water Quality. Environ Monit Assess 128(1-3) : 277-300. <https://doi.org/10.1007/s10661-006-9312-8>.*

## **Evaluation et cartographie de la susceptibilité des terrains à l'érosion hydrique via la méthode LR (régression logistique) dans la région de BBA.**

I. Drid Ilhem<sup>1</sup> et Y. Achour<sup>2</sup>.

*Département des Sciences de la Terre - Université Ferhat Abbas Sétif - Algérie<sup>1</sup>, Département de génie civil - Université Mohamed El Bachir El Ibrahimi de Bordj Bou Arreridj - Algérie<sup>2</sup>.*

Ces dernières années, l'érosion hydrique est devenue un phénomène très répandu dans le monde, notamment en milieu semi-aride méditerranéen. Elle affecte les terres agricoles, en raison des conditions naturelles et de l'influence humaine. Dans ce travail, nous avons examiné ce phénomène dans la région de Bordj Bou Arreridj (BBA) et analysé les raisons qui conduisent à l'accélération de l'érosion hydrique.

Le choix de la méthode d'estimation dépend des données disponibles et des conditions de la zone d'étude. Notre étude vise à déterminer la quantité d'érosion hydrique et sa localisation spatiale en utilisant la régression logistique (LR) comme méthode de modélisation bien connue, basée sur le système d'information géographique (SIG).

Pour l'analyse de la susceptibilité à l'érosion hydrique dans la zone d'étude, 11 facteurs ont été pris en compte. Il s'agit de l'altitude, l'aspect de la pente, le gradient de pente, la courbure du plan, la courbure du profil, la distance des routes, la distance des failles, la distance des cours d'eau, l'indice topographique d'humidité (TWI), l'indice de végétation par différence normalisé (NDVI) et la lithologie.

Les résultats de ce modèle appliqué ont été validés à l'aide de courbes ROC (Receiver Operating Features). La valeur AUC (Area Under Curve) pour le modèle LR a été calculée à 90,4 %, et les résultats obtenus dans ce modèle montrent que la zone est sujette à l'érosion hydrique.

**Keywords :** Régression Logistique (LR), Erosion hydrique, Susceptibilité, Système d'information géographique (SIG).

### **Références**

Arabameri, Alireza, et al. "Spatial modelling of gully erosion using evidential belief function, logistic regression, and a new ensemble of evidential belief function–logistic regression algorithm." *Land Degradation & Development* 29.11 (2018): 4035-4049.

Aditian, Aril, Tetsuya Kubota, and Yoshinori Shinohara. "Comparison of GIS-based landslide susceptibility models using frequency ratio, logistic regression, and artificial neural network in a tertiary region of Ambon, Indonesia." *Geomorphology* 318 (2018): 101-111.



## **Geo-accumulation index of heavy metals (Pb and Zn) in the sediments of the Wadi Essouk, North-east Algeria**

S. Hadeef <sup>\*1</sup>, F. Zahi <sup>1</sup>, T.H. Debieche <sup>1</sup> et A. Drouiche <sup>1</sup>

*Geological Engineering Laboratory (LGG), University of Mohamed Seddik Benyahia - Jijel, Algeria*

*Address: B.P. 98 Ouled Aissa, 18000 Jijel, Algeria*

[\\*e-mail : selmahadef18000@gmail.com](mailto:selmahadef18000@gmail.com)

The Sidi Kamber mine (Pb-Zn) is one of the most problematic abandoned mine sites, as its various mining effluents discharge directly into the Wadi Essouk, which in turn discharges into the Guenitra dam, about 2 km downstream from the mine. The aim of this study is to evaluate the levels of heavy metal contamination (Pb and Zn) in the sediments of the Wadi Essouk. To this effect, four (04) samples were collected along the Wadi Essouk in December 2017. Subsequently, a geo-accumulation index (I<sub>geo</sub>) was calculated to determine the degree of heavy metal contamination (Pb and Zn) in the sediments of the Wadi Essouk.

The results show that high I<sub>geo</sub> values are recorded in the vicinity of the abandoned mine. They are of the order of (0.11 < I<sub>geo</sub>(Pb) < 1.1) and (0.008 < I<sub>geo</sub>(Zn) < 0.19), which means that most of the sediments from the different stations belong to the class corresponding to uncontaminated sediments with moderate pollution (0 < I<sub>geo</sub> < 2).

**Key-words:** The Sidi Kamber mine, geo-accumulation index, sediments, heavy metal, pollution.

---

## **Sécurisation de la ressource en eau au Nord-Centre de l'Algérie à travers les grands ouvrages hydrauliques – Cas de la région hydrographique Algérois-Hodna-Soummam.**

C. KEBIR<sup>1</sup>, M. DJEMAI<sup>2</sup> et M. MESBAH<sup>3</sup>

<sup>1</sup>*Département des Sciences de la Terre, FSTGAT, USTHB, Alger, Algérie.*

<sup>2</sup>*Laboratoire de Géomatériaux, Environnement et Aménagement (LGEA), Faculté de la Construction, Université Mouloud MAMMERRI, Tizi-Ouzou, Algérie.*

<sup>3</sup>*Département des Sciences de la Terre, FSTGAT, USTHB, Alger, Algérie.*

Suite à sa position géographique et de son climat, l'Algérie s'inscrit parmi les pays déficitaires en matière de ressource en eau par rapport à ses besoins grandissants. Suite à cette contrainte, il convient de mettre en œuvre une stratégie fondée sur une exploitation optimale des ressources disponibles, en vue d'assurer la disponibilité de celle-ci en quantité suffisante pour faire face aux besoins grandissant des différents consommateurs.

Dans cette optique, nous avons entrepris un travail pour évaluer l'état actuel de la disponibilité des ressources en eau superficielles, dans la région Nord Centre, à travers les grands aménagements hydrauliques, tel que les barrages et les grands transferts hydrauliques réalisés au niveau de cette région, notamment le bassin versant de l'Isser.

Cette évaluation comprend une prise en compte spatiale et quantitative des potentiels en eau, des besoins des consommateurs, des ouvrages d'exploitations, ainsi que des apports mutuels entre ces facteurs.

Le bassin versant de l'Isser, occupe une superficie de 9 106,2 Km<sup>2</sup> dont le plus important cours d'eau est l'oued Isser et ses affluents, sur lesquels ont été projetés plusieurs grands barrages.

L'évaluation de l'état actuel du système hydraulique dans la région fait ressortir un potentiel de stockage interannuel de 663,42 millions de m<sup>3</sup> d'eau superficielle, à travers quatre grands barrages en exploitation ; Ladrat (Médéa), Béni Slimane (Médéa), Koudiat Acerdoune (Bouira) et Béni Amerane (Bouira).

**Mots clés :** Disponibilité de la ressource en eau, stratégie de mobilisation, ouvrages hydrauliques, déficit hydrique

#### **Bibliographie :**

- BATES, B., 2008. *Le changement climatique et l'eau. Document technique VI du GIEC, PNUE, OMM, groupe de recherche intergouvernemental sur l'évolution du climat.*
- BRAHY Y., LANGE S., 2011. *Les débits, les crues et les étiages des cours d'eau. Article Eau et Environnement Aquatique, EAU 6, chapitre 10.*
- KEBIR CELIA et Al., 2018. *Etat de la ressource en eau superficielle au Nord -Ouest de l'Algérie. Journal International Sciences et Technologie de l'Eau : Volume III. numéro I.*
- NICHANE M., KHELIL M A., 2015. *Changement climatique et ressource en eau en Algérie. Vulnérabilité, impact et stratégie d'adaptation.*

---

## **Identification des formations et structures aquifères à l'aide de la géophysique électrique dans le Complexe Terminal de Hassi R'Mel, Sahara Algérien**

F. KESSASRA <sup>(1,2,3)</sup>, F. SAIFI <sup>(2)</sup>, K. ZERROUKI <sup>(2)</sup>, A. BOUHCHICHA <sup>(4)</sup>, M. MESBAH <sup>(3)</sup> et M. BEDROUNE <sup>(5)</sup>

<sup>1</sup> Laboratoire de Génie Géologique (LGG), Equipe 3 "Géologie", Université de Jijel, Campus central, BP 98, 18 000 Jijel, Algérie

<sup>2</sup> Département des Sciences de la Terre et de l'Univers, Université de Jijel, BP 98, 18 000 Jijel, Algérie

<sup>3</sup> Département de Géologie, Faculté des Sciences de la Terre, de Géographie et d'Aménagement du Territoire, Université des Sciences et de la Technologie Houari Boumediène (USTHB), BP 32 El Alia, Alger, Algérie

<sup>4</sup> Entreprise Nationale de Géophysique, ENAGEO, Zone industrielle, BP 140, Hassi Messaoud, Ouargla, Algérie

<sup>5</sup> SONATRACH, Division Exploration, Direction d'opérations d'Exploration, BP 22 base du 24 février, Hassi Messaoud, Ouargla, Algérie  
Mail : fareskessasra@yahoo.fr

La prospection géo-électrique représente l'outil approprié qui permet l'investigation des horizons profonds, elle a été appliquée à la recherche d'eau à Hassi R'mel. Nous avons sélectionné un des sites prospectés par l'ENAGEO, celui d'Oued Ennsa. A l'aide de coupes géo-électriques et cartes des résistivités à différentes profondeurs, nous avons tenté de déterminer les paramètres physiques et géométriques des formations géologiques, leur extension latérale et identifier les couches aquifères exploitables. Les résultats obtenus ont permis de caractériser d'un point de vue géo-électrique les formations calcaires du Sénonien et du Turonien comme étant aquifères et susceptibles de renfermer de grandes réserves d'eaux souterraines. En effet, en surface, des formations carbonatées du calcaire et dolomie d'âge Sénonien y apparaissent, elles sont largement fracturées, mais également des évaporites qui y prennent place, la formation est

épaisse de 140 m. En profondeur, les formations dolomitiques et calcareuses fissurées forment la nappe turonienne connue sous le nom du complexe terminal dont l'épaisseur est de 70 m, mais reste largement variable par endroits. Des formations très résistantes y apparaissent, représentées par des dolomies et calcaires du Cénomanién, surmontées par une alternance d'anhydrite massive, de gypse et de dolomie argileuse qui forment la limite entre le Turonien et le Sénonien. L'ensemble de ces formations est épais de 115 m. Sur un plan structural, il s'agirait de deux anticlinaux parallèles orientés NNE-SSW et représentés par les deux anomalies résistantes, séparés par une dépression remplie de dépôt plus ou moins conducteurs influencées par la présence de sels et de gypse du Sénonien. A 300 m de profondeur, deux anomalies résistantes se déplacent vers la droite de la carte et représentent les dolomies, dolomies argileuses et calcaires durs du Cénomanién mais il peut s'agir également d'anhydrite blanche massive, cette formation est marquée également par de fines passées argileuses qui peuvent faire chuter localement les résistivités du Cénomanién. Parallèlement à cela, le dépôt conducteur se rétrécit de plus en plus en profondeur, il correspond à la présence de formations du Cénomanién constituées d'anhydrite blanche, de gypse et de passées argileuses, elles forment le substratum imperméable supportant les dolomies et calcaires aquifères du Turonien. Cette étude devrait nous orienter vers l'exploitation des niveaux de calcaires fracturés et de la réduire dans les dépôts argileux et gypseux très peu perméables.

**Mots-clés:** prospection géo-électrique, complexe terminal, recherche d'eau, Hassi R'mel, Algérie

---

## **Estimation et répartition de l'infiltration et de la recharge des aquifères dans la plaine du bas Cheliff.**

R. SAID<sup>1</sup>, M. MEDDI<sup>2</sup> et M. ABDESSELAM<sup>3</sup>

1-Université Khemis Miliana, 2-Ecole supérieure de l'Hydraulique de Blida, 3-UNMMTO

La plaine du bas Cheliff formant à une cuvette intra-montagneuse située au sud-ouest d'Alger, est circonscrite dans la partie aval du bassin versant du Cheliff.

Le taux d'infiltration de l'eau vers les nappes aquifères est d'un intérêt particulier dans toute étude de quantification et de gestion de la ressource. Comprendre la nature du mouvement de l'eau vers et dans les aquifères et sa quantification est essentielle pour résoudre une variété de problèmes (recharge des nappes aquifères, contrôle de l'érosion et du transport de sédiment, prévision des inondations, estimation de disponibilité de l'eau pour les plantes).

C'est dans cette optique que s'inscrit notre travail qui permettra de faire une répartition de la recharge des aquifères dans toute la plaine alluviale du bas Cheliff. Les principales méthodes d'estimation de la recharge et les difficultés qu'elles sont susceptibles de rencontrer sont énumérées. La méthode consiste à croiser les informations spatiales relatives aux différents facteurs régissant la recharge des aquifères qui sont la morphologie du terrain, la densité de la végétation, la

texture du sol pédologique et le réseau hydrographique. Ceux-ci sont d'abord étudiés séparément et relativement appréciés. Une classification est ainsi définie pour chacun d'eux et une cote (allant de 1 à 10) a été affectée à chaque classe. Une carte thématique propre à chaque critère est alors établie. Par la suite, le rôle de chacun de ces paramètres dans l'infiltration est pondéré, évalué et exprimé sous le terme « d'indice d'infiltration » ainsi que son taux de contribution. Enfin, en procédant à la sommation de tous les indices pour une zone donnée, on obtient une valeur qui traduit l'importance relative de la recharge dans ladite zone. L'implémentation sur un SIG (superposition des cartes thématiques des paramètres) permettra alors d'établir une carte synthèse sur laquelle seront circonscrites les zones de recharge potentielle. La lame infiltrée *annuelle* est évaluée alors à 74 mm/an représentant 20,32% des précipitations.

Cette infiltration ou quantité de recharge se répartit sur la zone d'étude comme suit : 8,90% dans les oueds et leurs berges, 6,3% à travers les sols sableux, 3,42% à travers les terrains limoneux et argileux et 1,7 s'infiltré dans les terrains argilo-sableux.

**Mots clés :** Recharge, Infiltration, Système d'information géographique, Carte synthèse, Cheliff.

# **SESSIONS POSTERS**

## **SESSION 8 : GÉOMATÉRIAUX ET GÉNIE MINIER**

## **Etude d'un recyclage des rejets miniers dans les conditions du complexe de Djebel Onk-Tébessa**

R. AMATA<sup>a</sup>, M. BOUNOUALA<sup>b</sup> et L GADRI<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Laboratoire des Mines, Département des Mines, Université Larbi Tebessi- Tébessa. <sup>b</sup>Laboratoire de Valorisation des Ressources Minières et Environnement (LAVAMINE), Département des Mines, Université Badji Mokhtar – Annaba

Le minerai de phosphate représente une ressource importante dans l'économie mondiale en raison de ses divers usages industriels.

Lors du traitement du phosphate au niveau du complexe minier, des rejets solides sont déversés et stockés dans la nature, ce qui va sans doute porter atteinte à l'environnement. Alors, ces rejets, contenant des métaux lourds, peuvent sérieusement contaminer l'environnement. Donc, une solution s'impose pour parer à ce problème.

Notre investigation réside dans une étude de récupération des rejets miniers afin de les revaloriser, et les réutiliser dans divers domaines économiques du pays.

Les résultats obtenus, par application de diverses méthodes, nous ont permis de réutiliser les minéraux utiles contenus dans les boues dans beaucoup de domaines, ce qui va sans doute améliorer l'état financier de l'entreprise qui s'occupe des travaux, de réduire les volumes des rejets déposés à la surface et de parer au déficit en matière premières.

**Mots clés:** Environnement, phosphate, déchets miniers, valorisation des déchets, recyclage.

---

## **Caractérisation et choix d'une nouvelle méthode de traitement du minerai de PHOSPHATES DE KEF SENNOUN -TEBESSA-**

ATTAFI. I et IDRES A.

Email : attafii@yahoo.com

Laboratoire de valorisation des ressources minières et environnement, Université Badji Mokhtar – Annaba-

Le phosphate est l'un des minerais les plus utilisés et les plus recherchés au monde, en raison de son importance. Les roches minières de phosphore sont des ressources naturelles finies, irremplaçables et non renouvelables. La production minière dépasse 240 millions de tonnes en 2019.

Actuellement en Algérie le traitement du minerai de phosphate est réalisé et assuré par le groupe SOMIPHOS de Tébessa. Une caractérisation granulo-chimique (DRX ; MEB) effectuée sur le minerai de Kef Essennoun, ainsi qu'une étude géochimique réalisée sur les éléments en traces sur les déchets de roche phosphatées et un ensemble d'analyses chimiques par ICP-AES et ICP-MS ont été utilisées pour déterminer les compositions des éléments en traces. La tendance générale a montré que leurs concentrations sont relativement augmentées avec une diminution de la taille des grains ;

l'évaluation du risque des éléments en traces a montré que les phosphorites brutes et leurs déchets produisent des éléments en traces dangereux dépassant les normes autorisées.

Afin de produire des concentrés de haute qualité, certains travaux de recherche ont été effectués sur le gisement composé de quatre types de minerais, nous permettant de déterminer l'affinité de chaque élément en trace pour chaque type de minerai. Le choix de la méthode de traitement pour chaque type de minerai séparément a été défini selon l'exogangue et les teneurs en éléments en traces. Les méthodes choisies sont respectivement :

- une attrition suivie par d'un déschlammage par les hydrocyclones ;
- Un broyage suivi d'un tamisage et d'un lavage puis d'une calcination ou d'une flottation à deux ou trois étapes ;
- Un simple dépoussiérage suivi par une étape de calcination ;
- une flottation inverse à deux ou trois étapes.

**Mots clés :** phosphate, Kef Essennoun, éléments en traces, exogangue, flottation.

---

## **Effect of urban sewage sludge on the soil cadmium mobility and fixation**

O. Ayadi<sup>1</sup>, K. Tlili<sup>2</sup> et I. Essid<sup>3</sup>

<sup>1</sup>University of Carthage, Faculty of Sciences of Bizerte, 7021 Zarzouna, Tunisia.

<sup>2</sup> University of Carthage, Faculty of Sciences of Bizerte, 7021 Zarzouna, Tunisia.

<sup>3</sup>National Institute of Agronomic Research of Tunisia.

Cadmium is a highly toxic pollutant found in soil, even at low doses, and therefore it poses a serious environmental threat. The present study seeks to determine the effect of urban sewage sludge on the cadmium behaviour in soil (migration and fixation).

A physico-chemical analysis carried out on a natural soil and amended one by the urban sludge to identify the characteristics of the two considered environments and to ascertain the parameters that control the mobility of Cd. Followed by a batch test that aims to put the soil in contact with different concentrations of Cd solutions (2 mg.l<sup>-1</sup>, 5 mg.l<sup>-1</sup>, 10 mg.l<sup>-1</sup>). This experiment involves two phenomena (adsorption kinetics and desorption kinetics). In addition, a column study was performed to investigate the migration of Cd with different concentrations via soil with and without urban sludge.

Laboratory results show that Cd fixation in soil increases with increasing pH (7.81), organic matter content (25.8%) and electrical conductivity (820 µS.cm<sup>-1</sup>).

The batch test showed that the presence of the urban sludge as well as the low concentration of Cd (2 mg.l<sup>-1</sup>) in the soil increases its fixation.

The column study highlights the fact that the higher the concentration of Cd (10 mg.l<sup>-1</sup>), the greater its mobility (7.96 mg.g<sup>-1</sup>). It also illustrates that the migration of this element in the presence of urban sludge is 1.02 mg.g<sup>-1</sup>, which is higher than the one of natural soil. Moreover, it is more abundant at low depth.



Therefore, we can conclude that the physicochemical parameters and the depth of the soil, as well as the concentration of Cd are factors that control its mobility and fixation.

**Keywords :** Soil – urban sewage sludge – Cadmium – mobility – fixation.

---

## **Les clés de la gestion de l'exploitation et de la production des agrégats (carrière de Djebel Bourkane wilaya de Boumerdes)**

K. BEDRI <sup>1\*</sup>, D. MERABET <sup>2</sup>, M. Aguid BACHAR ASSED <sup>1</sup>, B. BOUMAZA <sup>3</sup>, K. MANSOURI <sup>2</sup>.

<sup>1</sup> *Ecole Nationale Polytechnique, Alger, Algérie*

<sup>2</sup> *Université d'Abderahmane Mira, Bejaia, Algérie*

<sup>3</sup> *Université de Moscou, Russie*

\*[khaoula.bedri@g.enp.edu.dz](mailto:khaoula.bedri@g.enp.edu.dz)

La connaissance des caractéristiques physico-mécaniques et chimiques du massif rocheux permettra la bonne planification et développement de l'exploitation de la carrière, la maîtrise de la production et la bonne gestion de la commercialisation de produit fini.

Le présent travail a été effectué dans la carrière d'agrégats de Djebel Bourkane, commune de Keddara, wilaya de Boumerdes, pour déterminer les caractéristiques intrinsèques et de fabrication, notamment : caractéristiques physiques, géométriques et chimiques selon les utilisations envisageables pour les agrégats tels que les bétons hydrauliques, les bétons bitumineux et les granulats pour chaussées et autres.

Dans cette étude, l'exploitation et le développement de la carrière ont été planifié à moyen terme en mettant un plan de la phase finale de l'exploitation en utilisant le logiciel de planification Surpac.

La gestion de l'exploitation et de la production selon utilisations envisageables pour les agrégats, doivent satisfaire aux exigences du marché en respectant les spécifications d'utilisation.

**Mots clés :** Agrégats - normes d'utilisation - exploitation - Surpac.

---

## **Analyse physico-chimique des eaux huileuses régénérées par une station de pompage de pétrole**

D. BELLACHE<sup>1,2,\*</sup>, K. MOUSSACEB<sup>2</sup>, L. CHAABANE<sup>2,3</sup>, R. SAHNOUNE<sup>2</sup> et M. CHERIBET DROUCHE <sup>2</sup>

<sup>1</sup>: *Département de génie des procédés, faculté des sciences et science appliquées, Université Akli Mohand Oulhadj - Bouira, 10000 Bouira, Algérie.*

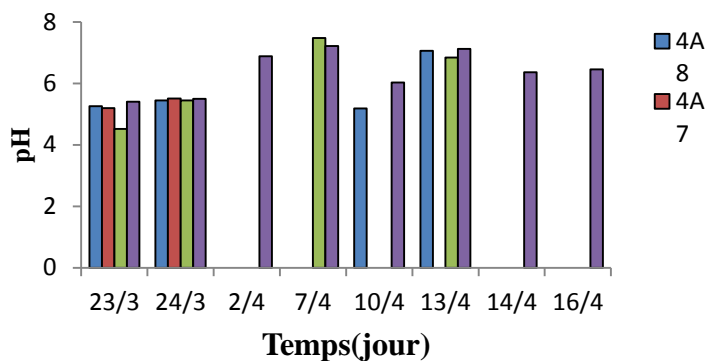
<sup>2</sup>: *Laboratoire de Technologie des Matériaux et de Génie des Procédés (LTMGP), Faculté de Technologie, Université A/MIRA Bejaia, Route Targa-Ouzemour, 06000 Bejaia, Algérie.*

<sup>3</sup>: *Département de génie chimique, faculté de génie des procédés. Université de Constantine 3, Salah Boubnider. 25000 Constantine Algérie.*

\***E-mail :** [d.bellache@univ-bouira.dz](mailto:d.bellache@univ-bouira.dz)

Les champs pétroliers produisent chaque jour des quantités importantes d'eaux qui sont généralement chargées en hydrocarbures et en métaux lourds dont les teneurs dépassent les normes en vigueur. La présence de quantité considérable en métaux lourds dans les réservoirs d'huiles tire son origine des eaux de bassin salines et fortement

minéralisés, et rejetées quelquefois sans traitement dans le milieu récepteur. Les eaux des bacs de stockage de pétrole sont purgées régulièrement, soumises à une décantation naturelle. Les échantillons d'eau de purge ont été prélevés à partir de quatre bacs de pétrole nommés comme suit 4C9, 4A7, 4F5 et 4A8. Les essais de caractérisation de ces eaux ont montré une forte et irrégulière pollution à la fois organique et minérale, où on a constaté des concentrations importantes en chrome (VI), en naphtalène et en chlorure et des valeurs de demande chimique en oxygène qui dépasse largement la norme. Pour toutes ces raisons, on estime que ces eaux de purge nécessitent un traitement préalable avant leur rejet.



**Figure 1.** Variation du pH en fonction du temps de prélèvement des quatre bacs 4A8, 4A7, 4C9 et 4F5.

**Mots clés :** Pollution, eau, hydrocarbure, métaux lourds.

## Caractérisation granulo-chimique et minéralogique de la blende issue de la mine de CHAABET EL HAMRA-Sétif

B. BENAÏSSA <sup>a</sup> et M. CHETTIBI <sup>a</sup>

<sup>a</sup> Laboratoire de Valorisation des Ressources Minières et Environnement (LAVAMINE) Département des Mines, Faculté des Sciences de la Terre, Université Badji Mokhtar-Annaba

La mine de Chaabet-El-Hamra est parmi les plus anciennes mines qui exploitent le minerai de zinc avec une teneur moyenne de 3 % du zinc ; Sa minéralisation est constituée principalement de la galène, de la Blende, la Pyrite et de certains éléments en faibles proportions. La méthode utilisée pour la séparation de la Blende est celle de la flottation. Le degré d'extraction du minéral de zinc qui est la blende diminue d'un jour à l'autre à cause de mauvais régime d'enrichissement d'un part et d'autres paramètres liés aux équipements de traitement d'autres parts. À cet effet, différentes méthodes de caractérisation ont été élaborées pour bien identifier le minerai à traiter. Les méthodes de caractérisation les plus répandues sont : l'analyse granulométrique par tamisage, l'analyse minéralogique par DRX et observation microscopique, et l'analyse morphologique par MEB. L'objectif principal de cette requête est de définir un nouveau régime de flottation du minéral du zinc en vue d'améliorer les indices technologiques de traitement et de protéger les équipements de séparation ainsi que l'environnement.

**Mots Clés :** Mine de Chaabet El Hamra - Blende - flottation - Caractérisation.

## Caractérisation Minéralogique et Géochimique de l'Argile de la Région de Ez-Zaouia (Aïn Kechera, NE Algérie)

M. Boukoffa<sup>(1,\*)</sup>, M. Mechati<sup>(1)</sup>, B. Lamouri<sup>(1)</sup>, L. Bouabsa<sup>(1)</sup>,

(1) Université de Tamanghasset, BP 10034 Sersouf Tamanghasset, Algérie.

(1) Laboratoire de Géodynamique et Ressources Minérales (LGRM), Université Badji Mokhtar BP 12, 23000 Annaba, Algérie.

[boukoffam@yahoo.fr](mailto:boukoffam@yahoo.fr)

Dans le but de caractériser l'argile de la région de Ez-Zaouia (Aïn Kechera, W/ Skikda). Quatre échantillons ont été prélevés et analysés par DRX et ICP/AES, afin de déterminer la composition minéralogique et chimique de cette argile. Les résultats DRX et la quantification semi-quantitative sur roche totale montre la dominance de quartz (28%), la muscovite (29%) et l'argile (41%). La chlorite est présente en faible quantité (1%) comme minéral accessoire. La fraction argileuse (< 2µm) a été analysée par DRX après traitement en Ethylène Glycol et chauffage à 500°C. Les résultats de cette analyse révèlent la dominance de la kaolinite (46%), l'illite/muscovite (53%) et la chlorite en faible quantité (1%). La composition chimique des différents échantillons montre des quantités variables de SiO<sub>2</sub> (58-61%), Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (20-23%), K<sub>2</sub>O (1-4%) ; le reste des éléments sont presque nuls à cause du lessivage et vont se concentrer dans un autre environnement géochimique pour former de nouveaux minéraux. Le calcul de l'indice de plasticité montre que cette argile est peu plastique (7-11%).



Fig.1 : Image satellite de la zone d'étude et position des

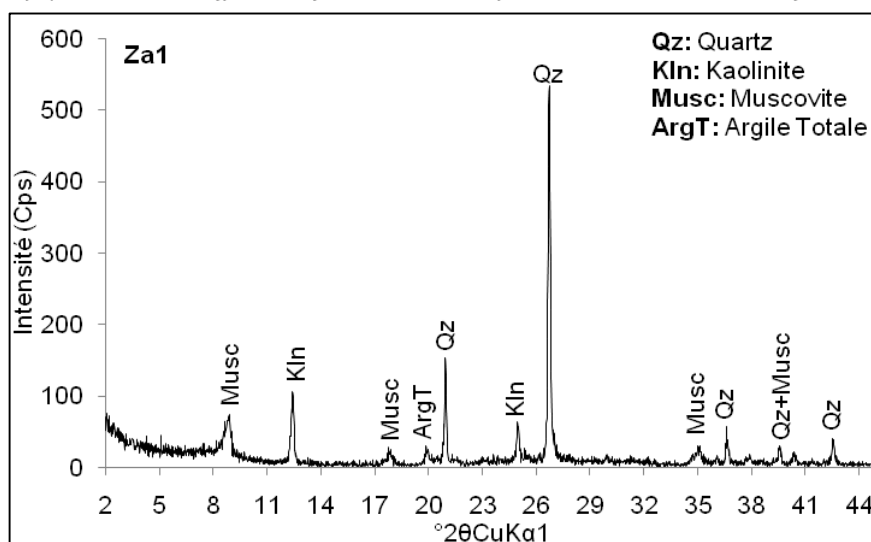


Figure 2. Diffractogramme DRX sur roche totale (Za1)

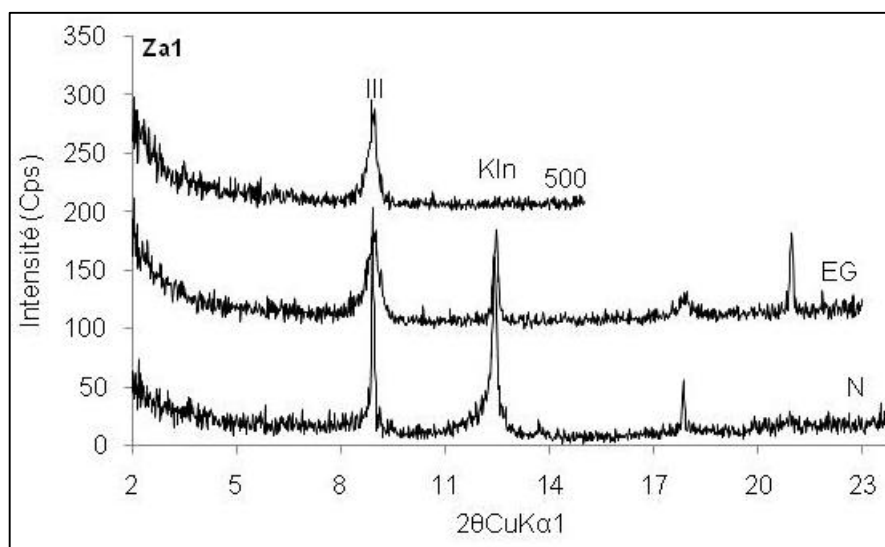


Fig.3: Diffractogramme DRX de la fraction argileuse après traitement

**Mots Clés :** Petite Kabylie, Zaouia, Minéralogie, Géochimie, Argile, Kaolinite

### Références

- 1- Bouillin.J.P, 1977. *Géologie alpine de la petite kabylie dans la région de collo et d'el Milia (Algérie)*. Thèse doctorat. Univ. P et M. Curie.511p.
- 2- G.YANIK, 2011. *Mineralogical, crystallographic and technological characteristics of Yaylayolu kaolin (Kütahya, Turkey)*.Clay Minerals, 46, 397-410.
- 3- Mahmoud E. Awad, Reda Amer, Alberto López-Galindo, Mahmoud M. El-Rahmanya, Luis F. García del Morale, César Viseras, 2018. *Hyperspectral remote sensing for mapping and detection of Egyptian kaolin quality*. Applied Clay Science 160 (2018) 249-262.

## **Etude de la stabilité des talus de la mine à ciel ouvert de Kef Essnoun (Bir El Ater, Tébessa)**

S. Bouziane et A. Boumezbeur

*Université Larbi Tebessi, Tébessa.*

[Sara.bouziane@univ-tebessa.dz](mailto:Sara.bouziane@univ-tebessa.dz)

La stabilité des mines à ciel ouvert devient de plus en plus délicate avec les nouvelles tendances d'augmentation des profondeurs d'exploitation et des exigences de la production. La stabilité des talus dans une mine à ciel ouvert a une influence directe sur la sécurité du travail dans la mine, le personnel, les principes technologiques d'exploitation, la profondeur totale de la mine,....etc.

Les facteurs qui influencent la stabilité des talus sont directement liés à la structure géologique, les propriétés de la masse rocheuse et les conditions hydrogéologiques.

L'étude de la stabilité des talus dont ceux des mines à ciel ouvert a été étudiée par plusieurs approches. On note l'approche empirique sur modèle réduit, l'approche mécanique par l'application de la méthode de l'équilibre limite, l'approche numérique, l'approche graphique...etc.

Dans notre étude, on va présenter le cas d'une instabilité qui s'est manifestée par un important glissement de terrain dans la mine à ciel ouvert de Kef Essnoun –Bir El Ater en 2007. Ce glissement de plusieurs millions de mètres cubes a causé l'arrêt complet de la production, ce qui a obligé les exploitants et le personnel de la mine d'ouvrir un nouveau front.

Pour l'étude de la stabilité, un modèle géologique qui correspond fidèlement aux conditions géologiques du terrain et qui prend en compte la stratigraphie et la tectonique du bassin a été élaboré. On a ensuite établi une caractérisation géomécanique et une étude de stabilité par la méthode empirique (le SMR), la méthode de l'équilibre limite et la méthode des éléments finis. Ces méthodes nous ont montré que le talus est instable avec un coefficient de sécurité inférieur à 1 après la migration du front d'exploitation vers le nord.

**Mots clés :** Djebel Onk, Géomécanique, Glissement de terrain, Mine à ciel ouvert ; Facteur de sécurité ; Méthode d'exploitation.

## **Evolution of the safety factor according to the rate of extraction of zinc ore, case of the underground mine of Chaabet el Hamra, Ain Azel, Sétif -Algeria-**

*S. Chaoui<sup>1</sup>, M.L. Boukellou<sup>2</sup> & A. Djellal<sup>3</sup>,*

<sup>1</sup> and <sup>3</sup> Laboratory of the environment, University Larbi Tebessi -Tébessa-, Algeria

<sup>2</sup> Laboratory for the valorization of mining resources and the environment, Badji Mokhtar University -Annaba-, Algeria

Email: chaouisamia64@gmail.com

The Chaabet EL Hamra underground mine in Ain Azel (Sétif) extracts zinc ore using the room and pillar method. This method raises the question of their long-term mechanical stability and its consequences on the surface under the effect of the degradation of the rock mass. It leaves large empty spaces at depth after the exploitation of the ore in place. The existence of these voids leads to a distribution of stresses in the rock mass and can be the source of the risks of collapses and subsidence on the surface.

The zinc ore pillars of Chaabet EL Hamra have not been the subject of an in-depth study. This is why in this work; we have to study the stability of the pillars by studying the evolution of the safety factor according to the extraction rate of the zinc ore. The results obtained show that the increase in the rate of extraction of the ore leads to an increase in the vertical stress applied to the pillars, which allows a reduction in the safety factor of the mine and therefore their stability.

### **Reference**

[1] Boukellou M. L (2007). Étude comparative de l'analyse de la stabilité des mines souterraines par méthodes analytiques et numériques application a la mine de Chaabet El Hamra (Algérie). Thèse de doctorat d'état Université Annaba.

---

## **Détermination des paramètres rationnels des travaux de forage et de tir, cas de la carrière de calcaire de Djebel Safia -wilaya de Skikda-**

*S. Chaoui<sup>1</sup>, M. L. Boukellou<sup>2</sup> et A. Djellal<sup>3</sup>*

<sup>1</sup> et <sup>3</sup> Laboratoire de l'environnement, université Larbi Tebessi -Tébessa-, Algérie

<sup>2</sup> Laboratoire de valorisation des ressources minières et environnement, université Badji Mokhtar -Annaba-, Algérie

Email : chaouisamia64@gmail.com

Le processus technologique d'exploitation dans les mines ou carrières se fait par une chaîne des opérations minières successives (forage et tir, chargement et transport des roches abattues) autrement dit le cycle minier. Ce travail a pour but la détermination des paramètres rationnels des travaux de forage et de tir dans le cas de la carrière de Djebel Safia, en utilisant un tableur Excel « Havablast » qui se base sur l'approche Konya pour la conception de plan de tir du point de vue sécurité ( plan de tir sécurisé ou non) en se basant sur un rapport qui s'appelle rapport de rigidité (Stiffness Ratio (S)), et de comparer les résultats obtenus avec les paramètres de la carrière.



Les résultats obtenus pour cette partie indiquent que le plan de tir de la carrière est sécurisé, étant donné que le rapport de rigidité S du modèle de Konya est de l'ordre de 3.36 (valeur satisfaisante comprise entre 2 et 4). La consommation spécifique d'explosif calculée augmente de 0.12 kg/tonne à 0.3 kg/tonne.

## Références bibliographiques

[1] W. HUSTRULID, M. KUČHTA AND R. MARTIN. Open Pit Mine Planning And Design, Volume1- Fundamentals, 3rd edition, p. 515.

[2] Surface Blast Design - Konya, Blasthole Design.

## Study the distribution of mining waste and tailings by using remote sensing

A. LITIM Aymen<sup>1</sup>, A. BOUTALEB<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Department of Mining Engineering, National Polytechnic School, Algiers, Algeria.

<sup>2</sup> Department of Geology, Faculty of Earth Sciences, Geography and territory planning, Bab Ezzouar, Algiers, Algeria

Mine tailings are an important source of heavy metal contamination that can produce several environmental, social, and economic impacts which can be analysed spatially using remote sensing (RS) and geographical information systems (GIS). The main objective of this research study is to determine the general mineralogical characteristics of mining waste and tailings using several optical satellite sensors with multi-spectral configurations and compare them with points assumed to be mining waste taken from the Boucaid area located in the eastern Ouarsenis\_Tissemsilt\_Algeria in order to study the use and effectiveness of optical satellite sensors.



**Figure.** Geographic location of our study area



### **Methodology:**

In order to identify and monitor the evolution of mining waste in our study area, we opted from the American agency “United States Geological Survey” for the Landsat sensors because of its free availability, resolution and the possibility to download old images dating back to 1984.

We chose scenes from different dates in order to follow the evolution of mining waste in our study area for every 10 years from 1990 to this year (1990/2000/2010/2020 and 2022).

After that we did several treatment methods on these images which are:

- pretreatments (radiometric and atmospheric methods (FLAASH)).
- Principal component analysis (PCA) and Minimum noise fraction (MNF).
- The application of some index such as ferric oxide index and alteration index using band ration.
- Normalization of the results in order to have values between 0 and 1 in order to make a reliable comparison.
- Reclassify the values obtained and group them.
- Statistical calculation of each class in table form.
- Layout and importation of the map.
- Hydrographic Network Extraction (fill, flow direction, flow accumulation, hillshade...)

### **Results:**

\* The results of the DEM processing (hydrographic network and relief) allowed us to follow the propagation of mining wastes transported by gravity and water currents and during the rainy seasons.

\* According to the results of the indices applied to the years 1990,2000,2010, 2020 and 2022 and due to the treatments: colored composition, PCA and MNF, we were able to confirm our points supposed to be waste points due to the high levels observed in the images obtained.

**Keywords :** remote sensing - Boucaid - pollution.

### **References:**

*Attoucheik, L.; Jordanova, N.; Bayou, B.; Lagroix, F.; Jordanova, D.; Maouche, S.; Henry, B.; Boutaleb, A.2017. Soil metal pollution from former Zn-Pb mining assessed by geochemical and magnetic investigations: Case study of the Bou Caid area (Tissemsilt,Algeria).*

*T.T Werner, Anthony Bebbington, Gillian Gregorya. 2019.Assessing impacts of mining: Recent contributions from GIS and remote sensing.*

*Leonardo Disperati a, b, Salvatore Gonario Pasquale Virdis. 2015. Assessment of land-use and land-cover changes from 1965 to 2014 in Tam Giang-Cau Hai Lagoon, central Vietnam.*

---

## **Evaluation de la pollution engendrée par les anciens travaux d'exploitation minière du gisement de Boudoukha (Pb-Zn-Cu) -NE Algérie.**

Z. MAHFOUD et A. BOUTALEB

*Laboratoire de Métallogénie et Magmatisme de l'Algérie, LMMA-FSTGAT-USTHB  
mahzineb@gmail.com ; abdelhak\_boutaleb@yahoo.fr*

En Algérie, les mines ont été exploitées depuis l'antiquité. Les premières substances minérales qui ont été extraites à travers les âges, sont le Fer (Fe), le Plomb (Pb) et le Cuivre (Cu). Les anciens travaux miniers sont la preuve de la variété et l'intensité de la richesse minérale de l'Algérie.

Le Nord-Est algérien où se trouve la zone d'étude (la mine abandonnée de Boudoukha) est la région qui comprend la plus grande densité de gisements sulfurés, dont la plupart sont liés tectoniquement à l'orogène alpin. Les plus importants sont les gisements de Ouenza et Boukhadra (Fe), les gisements de Sidi Kimbar (Pb, Zn, Ba), les gisements de Boudoukha, Al Halia, Kef Oum Teboul, Ain Barber (Zn, Pb, Cu), le gisement d'Ain Mimoun (Pb-Ba) et le fameux gisement de mercure d'Azzaba (Hg).

Une fois exploités, ces gisements ont été abandonnés en l'état à l'exemple de la mine de Boudoukha. Ceci a engendré un sérieux problème de pollution lié à l'entreposage anarchique des déchets miniers solides qui perdure jusqu'à l'heure actuelle, ainsi que le phénomène de drainage minier acide qui est considéré comme le plus important problème environnemental de l'industrie minière moderne. Le drainage minier acide engendre la libération d'une forte concentration en éléments polluants toxiques (Pb, Cd, Zn, Cu, As), probablement à l'origine d'une contamination des eaux superficielles et souterraines, des sols et des stream sédiments.

A travers l'étude environnementale entreprise sur le site minier de Boudoukha, nous allons présenter l'impact environnemental engendré par les anciens travaux d'exploitations et les conséquences de la négligence totale des moyens de gestion protectrice de l'environnement.

**Mots clés :** mine abandonnée de Boudoukha, impact environnemental, drainage minier acide.

## **Revalorisation des rejets miniers des minerais de phosphate. Cas du complexe Minier de Djebel Onk. – Tébessa**

C. MENIAI, M. BOUNOUALA et R. CHAABIA

*Laboratoire de Valorisation des Ressources Minières et Environnement (LAVAMINE) Département des Mines, Faculté des Sciences de la Terre, Université Badji Mokhtar-Annaba*

Le minerai phosphaté de la mine de Djebel Onk contient des éléments nuisibles qui diminuent la valeur du produit marchand.

L'enrichissement des minerais de phosphate génère des rejets suite à l'élimination de la gangue carbonatée et les boues de lavage. Cependant, cette production de concentré de phosphate est confrontée intempestivement aux problèmes de traitement de ces rejets. En ce qui concerne l'usine de traitement de Djebel Onk les refus sont principalement rejetés par l'atelier de dépoussiérage.

Notre investigation est principalement axée sur une étude de préservation de l'environnement et d'un concept de développement durable. Une caractérisation granulo-chimique des mélanges des refus de dépoussiérage et des rejets +15mm, par différentes méthodes analytiques, est nécessaire pour une éventuelle revalorisation de ces rejets. Les résultats obtenus, montrent que les fractions comprises entre 0.1-0.5 mm sont les plus riches et peuvent atteindre 28.78% de matières phosphatées. Pour un éventuel traitement du mélange, on a opté pour la flottation qui peut nous permettre d'extraire le maximum possible la substance utile.

**Mots clés :** djebel Onk, rejets miniers ; environnement ; revalorisation ; restauration.

---

## **Abattage à l'explosif, problèmes et solutions, cas de la carrière ENG d'Ain Touta (Batna)**

A. Mouerri<sup>1</sup>, R. Hadji<sup>2</sup> et L. Gadri<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Department of Mining Sciences, Larbi Tebessi University, Tebessa, Algeria. Mine laboratory Larbi Tebessi University, Tebessa, Algeria.,*

<sup>2</sup>*Department of Earth Sciences, Institute of Architecture and Earth Sciences, Setif 1 University. Laboratory of Applied Research in Engineering Geology, Geotechnics, Water Sciences, and Environment. Algeria.*

L'abattage à l'explosif est aujourd'hui la technique la plus simple et la plus répandue dans les carrières de roches massives et dures. Elle permet de fragmenter des volumes importants de roche pour la reprise et le traitement de la matière abattu. Dans la carrière de ENG AIN TOUTA, l'abattage à l'explosif est largement utilisé du fait que le calcaire qui forme le gisement est caractérisé par une dureté  $f = 13$  selon l'échelle de Protodiakonov. Le présent travail porte sur l'analyse détaillée des

méthodes d'abattage à l'explosif à l'entreprise nationale des granulats (ENG) exploitant des carrières de roche massive. L'approche a été approfondie pour proposer des modifications dans les pratiques de tir dans la carrière. Dans le cas d'étude, on remarque après les travaux de tir une quantité important des hors gabarits et les effets arrière et la projection des pierres au niveau de la zone SW. Ce dernier problème nécessite d'étudier l'efficacité du plan de tir. Le but de cette étude est d'arriver à une meilleure maîtrise du tir et de ses conséquences directes. Pour atteindre cet objectif, on a analysé les points suivants : une caractérisation du massif rocheux, une étude théorique des paramètres du tir, une observation qualitative et quantitative du tir, une évaluation des résultats du tir. Pour appliquer cette méthodologie, nous avons mené plusieurs schémas de tir sur site, et joué sur deux facteurs importants : la consommation spécifique et le processus de remplissage de trou. La fragmentation des roches massives est un processus essentiel dans l'exploitation des carrières, elle dépend de plusieurs facteurs tels que : (i) les propriétés mécaniques du massif rocheux, (ii) la consommation spécifique de l'explosif, (iii) l'inclinaison du sondage, (iv) la construction de la charge à l'intérieur du trou, (v) le mode d'initiation des charges. L'objectif final de ce travail étant d'obtenir la bonne fragmentation des roches à partir du plan de tir adapté aux facteurs suivants : la structure géologique, les propriété physico-mécaniques de la roche, la géomécanique (étude des réseaux de discontinuité), les paramètres de tir, l'analyse des résultats qualitative et quantitative du tir (la fragmentation, les effets arrière, mesure des vibrations). Les résultats obtenus dans cette étude indiquent que la quantité des hors gabarits est acceptable et de taille moyenne ; le manque des effets arrière ; la nécessité de maintenir une bonne géométrie des fronts sur la carrière ; l'impérativité d'assurer la sécurité, et de minimiser au maximum les tirs bloqués ou ratés ; maintenir une consommation spécifique optimale, ainsi que préserver un processus de remplissage de trou optimale.

**Mots clés :** Explosif, bloco-métrie, tir, fracturation, productivité

---

## **Mineralogy and geochemistry of coal combustion residues, case of Bechar tailings, Southwestern Algeria**

S. Salhi <sup>1</sup>, M. Chettibi <sup>2</sup> and M.Y. Laghouag<sup>2</sup>

<sup>1</sup> *Laboratoire de Valorisation des Ressources Minières et Environnement LAVAMINE  
Département des mines, Faculté des sciences de la terre, Université Badji Mokhtar Annaba*

<sup>2</sup> *Département des sciences de la terre, Bez 1, Sétif*

Coal, in the context of the climate crisis, has a price on its head today. But, between the 18th and 19th centuries, it was the only one able to provide enough heat to produce steam. Bechar power plant, which was running on coal from Kenadsa mines since 1917, was the first power plant in Algeria commissioned in 1920, located in the district of Bechar-Jdid and covers huge surface of thousands of square meters. Ever since, more than 7.5 million tons of its residues constitute a real

pollution problem for the inhabitants of Bechar. 48 deposits of different sizes are listed across both provinces, Kenadsa and Bechar. For the site of Kenadsa, the local managers of the sector recommend its reforestation with plant species adapted to the nature of the site and the climate of the region. Conversely, it is necessary to carry out a global study for recycling Bechar-Jdid tailings in order to enrich the proposal of ORGM to rehabilitate the city from the tailings in situ.



**Figure 1.** Coal tailings in the south of Bechar city; Photosatellite (google earth 2022).

The 48 tailings of Bechar may be divided into three main types of deposits based on their origin processing and their mineral compositions and elemental concentrations. Geotechnical applications of ashes include the inclusion in dams or dikes for ponds, lagoons, and surface impoundments of ashes. However, such dams or dikes may fail, leading to the release of ashes to surface water, which in turn may negatively affect water quality and cause aquatoxicity. Samples of coal waste from each macroscopically distinct (based on color and structures) part of Bechar-Jdid tailings were collected (Fig. 1) from the power plant combustion residues nearby. Proximate analyses showed >2% of sulphur content, around 60% ash with more than 15% organic matter. The main minerals identified in almost all samples are quartz, illite/muscovite, chlorite, K & Na-feldspar, gypsum and kaolinite; they do not reveal any traces of heating although the presence of minerals such as hematite and magnesioferrite suggest heating. High Zr content is attributed to the presence of zircon, and Sr is related to goyazite. The minerals associated with coal include the Pb-bearing selenide and sulfide minerals contribute not only to Se and Pb contents in the coal, but also probably to Hg content. The REEs in the samples are supplied from the sediment-source region.

**Keywords:** Characterization –tailings retreatment- coal recovery.

## References

ASTM D3172-07a: Standard practice for proximate analysis of coal and coke. 2007, 2 pp.

## **Effect of the exploitation and treatment of the cinnabar deposit on the soil of the area of the Azzaba mercurial district.**

R. Sbaghdil<sup>1</sup> et A. Bouzenzana<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Mining, Metallurgy and Materials Laboratory (L3M), ENSMM Annaba, Algeria.

<sup>2</sup>Department of mines, faculty of tebessa.

The mercurial complex of ISMAIL is an abandoned complex since 2005 and is located in azzaba wilaya of Skikda. It is among the most important sources of mercury in the world. However, the exploitation and treatment of the cinnabar deposit generate environmental damage and serious diseases. And now it is considered as a black spot in the Azzaba region and in the industrial sector.

At the complex level, large quantities of solid treatment waste are left in the open air and mercury is scattered, these two factors being the main source of soil pollution. In this study, we will make a characterization of the soil of the mercurial complex and in its surroundings, after that we will make a comparison between the results obtained and the results of the previous studies to study the temporal variation of mercury pollution. The results obtained confirm the mercury pollution of the soil, and so far, the exploitation and treatment effect of the mercury deposit exists, but the pollution rate has decreased by comparing it with the previous studies, this confirms the temporal decrease in contamination. This study is carried out in order to put perspectives to restore and rehabilitate the studied area.

**Keywords:** Mercury – Exploitation – Treatment – Characterization.

---

## **Toxic metal pollution of barite mine affected agricultural soils and sediment in Boucaid mining area (Northwestern Algeria)**

K. Senouci<sup>1</sup>, M. Bounouala<sup>2</sup> et B. Boumaza<sup>3</sup>

[Senoucikhouloud1@gmail.com](mailto:Senoucikhouloud1@gmail.com)<sup>1</sup>, [bounouala\\_fr@yahoo.fr](mailto:bounouala_fr@yahoo.fr)<sup>2</sup>, [bilalmostaganem@gmail.com](mailto:bilalmostaganem@gmail.com)<sup>3</sup>

UNIVERSITY OF BADJI MOKHTAR ANNABA /MINING DEPARTMENET /LABORATORY OF LAVAMINE

In these last decades, the pollution is considered as one of main factors that threaten our planet. With the rapidity of industrialization and urbanization, this phenomenon is amplified and reported by many researchers in the world. Despite



conventions organized and agreements signed between countries to reduce their effects, this threat persists and their risks increase. The soil is the most important component of the earth crust; it plays an important role in agriculture and food production. The contamination of soil by heavy metals attracts great attention because it can be the source of potential public health risks and can create food crisis in the world. (Maigari et al. 2016; Sardar et al. 2013).

The long mining activities in Ouarsenis region can be the soil pollution source around the mine. For this reason, for the first one, seven heavy metals collected from the mine and its surroundings are calculated to know the source of these heavy metals and evaluate their contamination in the study area. The means concentration of studied heavy metals vicinity to Boucaid mine range between 2.91 and 92.72 mg. kg<sup>-1</sup>, the high value is recorded for Pb and the low for Zn. The means concentration of seven heavy metals in the mine varies between 3.35 and 168.52 mg.kg<sup>-1</sup>. The concentration of samples collected in Sidi Slimane have high concentration of Pb than other sites. The means concentration of Mn, Pb, and Cd are higher than background values and in the mine than study area, which suggests their anthropogenic source. The geoaccumulation index values of Cr, Cu, Pb, Mn, Ni, and Cd are low to zero, which indicated that the study area is uncontaminated by these heavy metals. The index of potential ecological risk factors is 80.86, which is less than 150, showed low potential ecological risk. The principal component analysis and hierarchical cluster analysis confirm the mixed anthropogenic sources of heavy metals. (A ZEROUKI et MAMATCHI 2021 )

**Keywords :** Heavy metals – soil – boucaid mine – pollution .

## References

Ahmed Ali Zerrouki and Mamatchi Melila 2021. Evaluation of Soil Contamination by Heavy Metals in the Vicinity of Boucaid Mine, Ouarsenis (N.O. Algeria)

## ESSAIS DE VALORISATION DU MINERAI DE FER PAUVRE DE LA MINE D'OUENZA

I. Slimani<sup>1</sup>, A. Bouzenzana<sup>1</sup>, A. Idres<sup>1</sup> et M. Chettib<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Laboratoire des mines, université de Tébessa

<sup>2</sup>Laboratoire ressources minérales et de l'environnement, Université de Annaba

Il est essentiel d'aborder le sujet de l'économie, en particulier le secteur minier qui vient de renaître après des années de déclin, d'une part, au regard de la qualité du produit marchand qui est médiocre et des techniques à y mettre en œuvre, d'autre part, les réserves minérales qui étaient en petites quantités. A cette fin, un nouveau souffle a été donné aux sociétés minières pour rattraper le circuit mondial du développement avec de nouvelles ambitions après avoir connu une longue période d'extinction. La mine de minerai de fer d'Ouenza est considérée comme pauvre par sa qualité minimale en minéral principal estimée à 45%, ainsi pour les éléments mineurs suivants : 2% de manganèse, 0,005% de phosphore, 0,03% de soufre, 0,02 0,03% de silice et 1,50% de magnésie. C'est pourquoi de nouvelles techniques de traitement ont été



demandées, à savoir : la séparation magnétique à haute intensité, tout en recommandant l'homogénéisation à partir du minerai de fer de la mine de Boukhadra voisine.

**Mots clés :** Minerai de fer, Ouenza, Traitement, Pauvre, Séparation.

---

## **Behavior of swelling soils stabilized by mining wastes**

R. Tobal<sup>(1)</sup>, A. Djellali<sup>(1)</sup>, Y. Achour<sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup> *Environmental laboratory, Mining institute, Larbi Tebessi University, 12002 Tebessa, Algeria.*

<sup>(2)</sup> *Department of Civil Engineering, BordjBouArreidj University, 34030, El Annasser, Algeria.*

The accumulation of mine tailings causes disposal problems and environmental pollution, as well as financial issues when governments impose taxes and levies or land supply problems emerge. In Algeria a significant quantity of tailings, specifically resulted from mining operations is not reused, has conducted serious awareness of the ecological, environmental impacts. This work aims to study the behaviour of adding mining wastes of Boukhadra mine, on geotechnical soil properties, to stabilize the swelling soils of Tebessa city in Algeria. Two types of wastes, limestone and iron ore were mixed with swelling soils in three different percentages 6%, 8% and 10%. Atterberg limits modified Proctor compaction (MPC), compressive strength (CS) and free swell tests were conducted on stabilized samples. Test results show that an increase of wastes content in the mixture would increase maximum dry density with constant optimum moisture content (8%) of the compacted mixture. It observed also that the (CS) increased with the addition of waste content in the mixture. The increase of limestone waste increases the plasticity index of mix, decreasing swelling pressure (PS) by 40% and free swell ratio (FSR) of 23 %. Instead with the iron waste, the plasticity index decrease with a decrease of (PS) by 54 % and (FSR) of 57 %. It accomplished that iron wastes presented the more compliant properties, and can be used for stabilization in expansive soils.

**Key Words:** Swelling, Mining wastes, Clays, Stabilization, Behaviour.

---