

## 2<sup>ÈME</sup> COLLOQUE INTERNATIONAL SUR LA GÉOLOGIE DE LA CHAÎNE DES MAGHRÉBIDES ET DES RÉGIONS VOISINES

SÉTIF, ALGÉRIE DU 4 AU 6 DÉCEMBRE 2018



# CIGCM 2018

## Recueil des Résumés

Président d'honneur : **Pr. Abdel-Madjid Djenane** - Recteur de l'UFAS

Président du Colloque : **Pr Moulley Charaf Chabou** - Directeur de l'IAST

# 2<sup>ème</sup> Colloque International sur la géologie de la Chaîne des Maghrébides et des régions voisines

Sétif, Algérie du 4 au 6 décembre 2018

Organisé par : Institut d'Architecture et des Sciences de la Terre, l' Université Ferhat Abbas, Sétif 1 et le Centre de Recherche en Astronomie, Astrophysique et Géophysique (CRAAG)



Président d'honneur : **Pr. Abdel-Madjid Djenane** - Recteur de l'Université Ferhat Abbas, Sétif 1.  
Président du Colloque : **Pr Mouley Charaf Chabou** - Directeur de l'Institut d'Architecture et des Sciences de la Terre

## Organisation

### Comité d'organisation

Moulley Charaf CHABOU - Université Ferhat Abbas, Sétif 1 - Algérie (Président)  
Abdelkrim YELLES-CHAOUICHE – CRAAG – Algérie  
Mbarek HACHELAF – Université Ferhat Abbas, Sétif 1 - Algérie  
Riheb HADJI - Université Ferhat Abbas, Sétif 1 - Algérie  
Karim ZIGHMI - Université Ferhat Abbas, Sétif 1 - Algérie  
Mohamed Amokrane BELLOUCHE - Université Ferhat Abbas, Sétif 1 - Algérie  
Kaddour BENMARCE - Université Ferhat Abbas, Sétif 1 - Algérie  
Sabrina SOUADNIA - Université Ferhat Abbas, Sétif 1 - Algérie  
Farid ZAHRI - Université Ferhat Abbas, Sétif 1 - Algérie  
Abderahmane BENDAOU – USTHB – Alger.  
Mohand BERSI - Université Ferhat Abbas, Sétif 1 - Algérie  
Tayeb BOUIMA - Université Ferhat Abbas, Sétif 1 - Algérie  
Mohamed HAMDACHE – CRAAG – Algérie.  
Mohamed Yacine LAGHOUAG - Université Ferhat Abbas, Sétif 1 - Algérie  
Hebib RAFIK – Université Ferhat Abbas, Sétif 1 - Algérie  
Nacim BENACHOUR – Université Ferhat Abbas, Sétif 1 - Algérie  
Hamoud BELDJOUDI – CRAAG – Algérie.  
Issam ABACHA – CRAAG – Algérie  
Oualid BOULAHIA – CRAAG – Algérie  
Oubaida HACHEMAOUI – Université Ferhat Abbas, Sétif 1 - Algérie

### Comité Scientifique

Abdeslem ABTOU – CRAAG – Algérie  
Djamel Eddine AISSA - USTHB - Alger - Algérie  
Farida AIT HAMOU – CRAAG – Algérie  
Rachid AIT OUALI – USTHB – Alger – Algérie  
Abdelhakim AYADI – CRAAG – Algérie  
Mohamed Aguid BACHAR – Ecole Nationale Polytechnique – Alger – Algérie  
Hamoud BELDJOUDI – CRAAG – Algérie  
Djelloul BELHAI – USTHB - Alger - Algérie  
Abderahmane BENDAOU – USTHB - Alger – Algérie  
Mustapha BENSALAH – Université de Tlemcen - Algérie  
Hervé BERTRAND – Ecole Normale Supérieure – Lyon – France  
Mostefa BESSEDIK – Université d'Oran - Algérie  
Delphine BOSCH – Université de Montpellier 2 - France  
Lakkhdar BOUABSA – Université d'Annaba – Algérie  
Youcef BOUFTOUHA - Université de Jijel - Algérie  
Youcef BOUHADAD – CGS - Algérie  
Tayeb BOUIMA - Université Ferhat Abbas, Sétif 1 - Algérie  
Abderrahmane BOUMEZBEUR – Université de Tébessa – Algérie  
Abdelhak BOUTALEB - USTHB - Alger - Algérie  
Olivier BRUGUIER - Université de Montpellier 2 - France  
Renaud CABY - Université de Montpellier 2 – France  
Moulley Charaf CHABOU - Université Ferhat Abbas, Sétif 1 - Algérie  
Gilles CHAZOT – Université de Bretagne Occidentale - France  
Smaine CHELLAT – Université de Ouargla – Algérie  
Michel CORSINI - Université de Nice Sophia Antipolis - France.  
Abdeslem DEMDOUM - Université Ferhat Abbas, Sétif 1 - Algérie  
Mohamed el Messaoud DERDER - CRAAG - Algérie  
Jacques DEVERCHERE - Université de Bretagne Occidentale - France  
Youssef DRIOUCH – Université de Fez – Maroc  
Claudio FACCENNA – Université de Rome – Italie

Carlos GARRIDO – Université de Grenade - Espagne  
Mohamed GHANMI – Université Tunis El Manar – Tunisie  
Gaston GODARD – Université Paris Diderot, IPGP – France  
Riheb HADJI - Université Ferhat Abbas, Sétif 1 - Algérie  
Soraya HADJZOBIR – Université d'Annaba - Algérie  
Mohamed HAMDACHE – CRAAG – Algérie.  
Younes HAMED – Université de Gafsa – Tunisie  
Zakaria HAMIMI – Université de Benha – Egypte  
Dalila HAMMOR - Université d'Annaba - Algérie  
Assia HARBI – CRAAG – Alger – Coordinatrice NAGET  
Omar KIRECHE – Marseille – France  
Omar KOLLI - USTHB - Alger - Algérie  
Remi LEPRETRE – Université Cergy Pontoise – Paris – France  
Rabah LAOUAR - Université d'Annaba - Algérie  
Dubravko LUCIC – Zagreb – Croatie  
Djamel MACHANE - CGS - Algérie  
Mohamed MAHBOUBI – Université d'Oran - Algérie  
Saïd MAOUCHE - CRAAG - Algérie  
Abbas MAROK - Université de Tlemcen - Algérie  
Mustapha MEGHRAOUI - Université de Strasbourg - France  
Nacer Eddine MERABET – CRAAG – Algérie.  
Hamid MEZGHACHE – Université d'Annaba – Algérie  
André MICHARD - Université Paris-Sud. France  
Ahmed NEDJARI – USTHB – Alger - Algérie  
Malek OULD HAMOU – Ecole Nationale Polytechnique – Alger – Algérie  
Khadidja OUZEGANE – USTHB – Alger – Algérie  
Farhat REKHISS – Ecole d'Ingénieur de Sfax – Tunisie  
Omar SADDIQI – Université de Casablanca – Maroc  
Mohamed SAHNOUNI – National Center for Research on Human Evolution – Burgos – Espagne  
Hesham SALLAM – Université de Mansoura – Egypte  
Karel SCHULMANN – Université de Strasbourg - France  
Amar SEBAI – Ecole Nationale Polytechnique – Alger – Algérie  
Chrystèle VERATI – Université de Nice Sophia Antipolis - France.  
Abdelkrim YELLES-CHAOUICHE - CRAAG - Algérie



## Avant propos

La 2<sup>ème</sup> édition du colloque international sur la géologie de la chaîne des Maghrébides et des régions voisines (CIGCM2018), dans la continuité de la 1<sup>ère</sup> édition (CIGCM2016), 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. 28 conférences plénières, 95 communications orales et 122 posters sont prévus, ce qui correspond à un total de 245 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 200 participants venus de 6 pays : l'Algérie, la Tunisie, le Maroc, l'Egypte, la France et la République Tchèque.

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 Abdelmadjid Djenane, pour son soutien. Il nous a donné rendez-vous il y a deux ans, pour une 2<sup>ème</sup> édition lors de la clôture du CIGCM2016. Le défi a été relevé, et nous voici aujourd'hui réuni pour la 2<sup>ème</sup> fois durant 2 jours en présence d'enseignants universitaires, de chercheurs et de doctorants de toutes les universités et centres de recherche du Pays, mais aussi des pays voisins, qui travaillent dans le domaine des Sciences de la Terre. Une excursion touristique et scientifique sera organisée le 3<sup>ème</sup> jour du colloque et sera consacrée à la visite du site de Ain El Hanech près de Sétif, où une importante découverte géologique a été réalisée récemment, et au site archéologique de Djemila où des explications seront données sur la dégradation des monuments historiques.

Ce colloque sera dédié à la mémoire de feu Dr Hamou Djellit, Chercheur au CRAAG et grand spécialiste de la chaîne des Maghrébides, décédé le 22 septembre 2018. Un vibrant hommage lui sera rendu le premier jour du colloque.

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

**Pour le Comité d'organisation  
Pr. Moulley Charaf Chabou**





## *Hommage à Hamou Djellit (1952-2018)*

### **L'expert des Maghrébides s'en est allé**



*Hamou dans sa région de Jijel lors de l'Ecole des Maghrébides en 2014*

L'Algérie, le CRAAG, l'Université Algérienne vient de perdre en Hamou Djellit en cette fin de mois de Septembre 2018 un de ses plus brillants géologues alpin, spécialiste des Maghrébides.

Hamou, natif de Texenna est de ceux qui ont vu le jour et grandi dans des terres et terrains représentatifs de la Géologie Algérienne, la région des massifs de Petite Kabylie. Puisque sa vocation était ainsi toute trouvée, très jeune, Hamou s'est donc intéressé à sa région natale dont il voulait découvrir les mystères de sa structuration.

Après donc des études primaires et secondaires à Jijel, il s'est rendu début des années 70 à Constantine pour y passer sa licence. La bas, il rencontra le Professeur Jean François Raoult avec qui il fit ses premiers parcours sur la chaîne des Maghrébides.

Sa soif d'apprendre le poussa à rejoindre ensuite la faculté d'Alger pour un DES. A Alger il côtoya les spécialistes de la géologie algérienne, les Lahondère.... Puis il décida de poursuivre sa carrière pour l'obtention d'un Doctorat. C'est là qu'il se rendit en 1982 à Paris à l'Université d'Orsay, ou sous la direction d'Andrieux, élève de Mattauer, il paracheva en 1987 son mémoire de thèse sur sa région natale, les massifs de Petite Kabylie. Sa thèse Evolution tectono-métamorphique du socle Kabyle et polarité de mise en place des nappes de flyschs en Petite Kabylie reste aujourd'hui une référence scientifique pour le travail remarquable sur la géologie des zones Internes.

L'amour du pays le fait rentrer en 1987 où il rejoint l'Université Houari Boumedienne pour y former les jeunes générations. La bas, outre les cours de tectonique dispensés, Il encadra de nombreux groupes de terrain à Tikjda... .Hamou resta à L'USTHB jusqu'en 1994. Son envie de poursuivre à bien ses travaux de recherche le poussa donc à venir au CRAAG lors de cette même année. Immédiatement et malgré la situation très difficile traversée par le pays à cette époque, il fût de la partie des différents travaux scientifiques qui étaient menés à cette époque malgré les dangers encourus. Se concentrant sur la plateforme saharienne puisque le nord était difficile d'accès, Il fût ainsi de toutes les campagnes menées dans les différents bassins Ahnet, Mouydir, Tin SIRRINE.....

La période difficile passée et à la faveur de son passage à la Division Aléas Risques Géologiques comme Directeur de Division, Hamou s'est remis peu à travailler dans la région nord du pays et à s'intéresser à la tectonique active. Lorsque le séisme de Boumerdes en Mai 2003 survint, il était là pour affronter avec ses collègues cette crise sans pareil afin de mener les études scientifiques liées au séisme mais aussi pour ramener peu à peu le calme dans cette région dévastée.

Il n'eût donc cesse de participer aux campagnes de sensibilisation au risque sismique mené par le Centre en faveurs des écoles ou de la population, œuvre qu'il poursuivit par la suite tout au long de sa carrière.

Il fût ensuite de la partie pour les grands projets menés à que sont, l'élaboration de la carte sismotectonique , Maradja, SPIRAL ou bien la mise en place du réseau sismologique algérien.

Il s'investit également dans la formation où il fut de ceux qui ont initié des Magisters de sismologie à l'Université de Sétif en 2006, Magister de Géorisques à l'Université de Tlemcen ou l'Université de Jijel.

A L'Université de Jijel, il organisa même une école de Terrain du 24-27 Novembre 2014 sur la Géologie des Maghrébides qui conduisit pas mal d'étudiants et de spécialistes dans la région. Son savoir mais aussi sa bonhomie, sa sympathie, sa gentillesse en faisait un personnage attachant avec qui il était très agréable de travailler.

Au travers ce parcours exceptionnel, Hamou finit par s'identifier à la géologie de la chaîne des Maghrébides tant son savoir et son expertise étaient immense. Il fut ainsi récompensé par la médaille du mérite décernée par le CRAAG en ce mois de Juillet 2018.

Jusqu'à la fin de ses jours, Hamou tenta de poursuivre ses travaux différents scientifiques. Hélas, le destin en voulu autrement. Nous ne pouvons donc que nous inclinez devant la volonté d'Allah en priant pour que Dieu Tout puissant l'accueille dans son vaste paradis. En ce qui nous concerne et au vu de son parcours, nous lui rendons cet hommage en lui dédiant ce deuxième congrès de la géologie des Maghrébides organisé conjointement par l'Université Ferhat Abbas de Setif et le CRAAG.

Reposes en paix notre cher Hamou

Ton ami, le Directeur du CRAAG

A.K. Yelles-Chaouche

Ainsi que

Tous tes Collègues du CRAAG et des Universités Algériennes

# Table des Matières

## 1-Conférences plénières d'ouverture

<b>A.Yelles - Chaouche</b>   Géodynamique de la chaîne des Maghrébides.....	1
<b>R.Leprière et D.Frizon de Lamotte</b>   Le système orogénique tello-rifain (Maroc, Algérie, Tunisie) et le problème de l'héritage structural sur la marge sud téthysienne .....	2
<b>M. Meghraoui</b>   La Tectonique Interplaque Transpressive: Une caractéristique de la chaîne des Maghrébides.....	3
<b>O.Saddiqi et A.Michard</b>   The Mesorif Suture Zone as part of the Central Atlantic-Alpine Tethys connection during the Jurassic .....	4
<b>H.Sallam</b>   Mansourasaurus-A story from the land of Pharaohs and Dinosaurs.....	5
<b>M.Sahnouni</b>   Les dépôts plio-pléistocènes du bassin de Beni Fouda à Ain Hanech (Sétif) : Berceau de de l'humanité d'Afrique du Nord .....	5
<b>A Abtout, B. Bouyahiaoui, M. Bendali, B. Neche et H. Boukerbout</b>   Chellif basin structures from gravimetric potential field .....	6
<b>F.Ait Hamou et A.F. Afalfiz</b>   Le Volcanisme tertiaire du nord Algérien et contexte géodynamique : quelques problématiques .....	7
<b>H. Beldjoudi, A. Yelles-Chaouche et A. Kherroubi</b>   Sismicité récente du Nord Algérien et tenseur de contraintes .....	7
<b>D.Belhai</b>   Le Dahra algérois, une clé pour comprendre le Tell central et les Maghrébides.....	8
<b>A. Bendaoud</b>   Evolution Géodynamique du Hoggar depuis l'Archéen à l'Actuel à la lumière de nouvelles données Pétrologiques, géochronologiques et géophysiques.....	8
<b>A.Boutaleb, O.Haddouche, D.E.Aissa, O.Kolli, L.Sami, F.Lekbal, H.Ferkous, I.Benhammoud1, T.Zerrouki et N.Bouchilaoune</b>   Geochemistry and fluid inclusions studies in NE Algerian MVT Mineralisation .....	9
<b>A. Bouzid, A. Deramchi, S.S. Bougchiche, W. Boukhlouf, Z. Boukhalifa, A. Abtout, A. Bendekken et N. Akacem</b>   Contraintes de conductivité électrique sur la structure lithosphérique de la bordure occidentale du LATEA (Hoggar) apportées par les données magnéto-telluriques .....	10
<b>M.C.Chabou, A.Michard, A.Najih, P.Montero, C.Verati, A.Fekkak, L.Baidder, H.Ezzouhairi et F.Bea</b>   Permian magmatism at the proximal margin of the Saharan platform revealed by U-Pb zircon and <sup>40</sup> Ar/ <sup>39</sup> Ar biotite dating of lamprophyric dolerites in the Tafilalt region (Eastern Anti-Atlas, Morocco) .....	11
<b>M.E.M. Derder, H.Djellit, B.Henry, S.Maouche, M.Amenna, R.Bestandji, H.Ymel, S.Gharbi, A.Abtout, et C.Dorbath</b>   Néotectonique dans le Tell Atlas: importantes rotations de blocs montrées par le paléomagnétisme dans le bassin de la Mitidja (Algérie) .....	12
<b>Y.Driouch, M.Dahire, M.El Abouyi, S.Duchène, A.Ntarmouchant, L.Kriegsman, M.Belkasmi et P.Debat</b>   De la pétrographie des roches métamorphiques à leur modélisation thermodynamique : Exemples de roches à cordiérite-orthoamphibole des Pyrénées (France) et de l'anatexie crustale autour d'un complexe granitique varisque du Maroc .....	12
<b>Y.Driouch, K-M.Addel Maksoud, G.Okunlola and T.Abou Alam</b>   La société Géologique d'Afrique : 50 ans d'expérience : État des lieux et défis à venir .....	13

<b>M.Hamdache, J. Pelaez, A. Yelles-Chaouche, R. Monteiro, M. Marques, J.M. Castro, H.Beldjoudi et A. Kherroubi</b>   Recent Improvements in Seismic Hazard Modelling in the Maghrebides Region .....	14
<b>Z.Hamimi et M.A. Abd El-Wahed</b>   Suture(s) and major shear zones in the Neoproterozoic basement of Egypt .....	15
<b>A.Harbi, A.Sebaï et M.S.Boughacha</b>   A Glimpse at the history of seismology in Algeria .....	15
<b>A.Kherroubi, A. K. Yelles et H. Beldjoudi</b>   Evidence of Tsunamigenic Sources along the Algerian Margin .....	16
<b>R.Laouar, A.Lekoui, T.Bouima, S.Salmi-Laouar, S.Bouhlel, N.Abdallah, A-J. Boyce and A-E. Fallick</b>  The Oued Amizour (NE Algeria) Miocene igneous rocks and related sulphide mineralisation: Petrology, geochemistry and stable isotope studies .....	16
<b>M.Meghraoui, A.Nedjari, S.Maouche, Y.Chaïd-Saoudi, S.Bagdi-Issaad et M.Derder</b>   Une nouvelle nomenclature du Quaternaire du nord de l'Algérie Apports de la tectonique active, géomorphologie, paléontologie préhistoire, paléosismologie, paléoclimatologie et paléomagnétique .....	17
<b>A. Michard, H. Ouanaimi, C. Hoepffner, L. Baidder, Soulimani et A. Lahfid</b>   Polyphase folding of the Zaian Mountains, Central Moroccan Meseta, revisited .....	18
<b>A.Nedjari et R. Ait Ouali</b>   Le Continental Intercalaire De La Région D'Oujda (Timimoun) : Du Margino Littoral .....	19
<b>F.Chopin, K.Schulmann, E.Jean Bernard, R.Leprière, D.Frizon de Lamotte, J.F.Ghienne, J.Zielinski, M.Simon, R.Chebli, M.El Houicha, J.Franců, F.Laufek, M.Szczerba, J.Miková et P.Štípská</b>   The North African Variscides at the North West Gondwana margin: from Palaeotethys opening to Pangea final amalgamation .....	21
<b>A.Sebai, A.Guerguit, C.Verati, M.C.Chabou et L.Chanane</b>   Datation $^{40}\text{Ar}$ - $^{39}\text{Ar}$ et Géochimie des roches magmatiques du Mont Chenoua .....	22
<b>P. Štípská, P. Hasalová, R. Powell, P. Závada, K. Schulmann , M. Racek and C. Aguilar</b>   HP melting of metagranite triggered by hydrous melt infiltration, implications for the exhumation of deeply subducted continental crust in the Variscan Bohemian Massif .....	24

## 2-Géologie Structurale ,Tectonique Et Magmatisme De La Chaîne Des Maghrébides

<b>C.Aidi , A.Yelles-Chaouche, M-O.Beslier, A.Ribodetti, R.Bracene, L.Schenini, H.Djellit, F.Sage, J.Déverchère, M.Medaouri, FraukeKlingelhoef et A.Bounif</b>   Tectonic inversion of the algerian margin along the Spiral Transect of Kabylies (North Central Algeria) .....	25
<b>Z.Amroun, N.Fezaa et D.Belhai</b>   Characteristics of the Shoshonitic-Plutonic rocks from El-Kourb intrusion western Cherchell, Algeria .....	25
<b>M. Ben Chelbi</b>   La compression de l'Albo -Cenomanien dans la marge tunisienne : preuve géostructurale de la phase a utrichienne et prémices de l'inversion tectonique.....	26
<b>E.H.Boukaoud, Y.Bouftouha, G.Godard, D.Boch et M.C.Chabou</b>   Les roches basiques et ultrabasiques de la région de Texenna (Nord-Est algérien) : deux contextes géodynamiques différents .....	26
<b>L.S.Boukhenifra, L.Dehibi et L.Chanane</b>   Etude pétrogéochimique sur analyse de lames minces du basalte in de la région de Cap-Djinet .....	27
<b>N.E.Bouzekria et K.Amiri</b>   Les phases de déformations Tardi-Hercyniennes et Alpines liées au socle de la Petite Kabylie occidentale- Algérie .....	28



<b>H.Bouziane</b>   Étude structurale du Bassin de Timgad, proposition d'un modèle tectonique (Aurès, Algérie nord-orientale). .....	28
<b>A.Chabbi, A.Chouabbi, A.Chermi, M.Ghanmi, M.Ben Youssef</b>   Djebel Boubakhouch Souk Ahras Algérie: une structure compressive au front du domaine externe, analyse stratigraphique et structurale. ....	30
<b>L.Chanane, A.Sebai, C.Verati et M-C.Chabou</b>   Pétrographie et géochimie du magmatisme mésozoïque de la région de Tlemcen .....	31
<b>R.Chebli, K.Schulmann et F.Chopin.</b>   Étude d'intrusions syn-tectoniques de la meseta marocaine (Jebilet et Haute-Moulouya): apport des images LANDSAT et des datations U/Pb zircon .....	32
<b>L.Dehibi, L.S.Boukhenifra et L.Chanane</b>   Caractérisation pétrogéochimique de la série d'aïeurement magmatique de roches basiques de la région de Cap Djinet-Dellys .....	33
<b>P.Deiller, P.Štípská, M.Ulrich, K.Schulmann, E.Pelt, J.Míková et S.Collett</b>   Evidence of an active Devonian continental margin in the Variscan Bohemian Massif (the Mariánské Lázně Complex and Čistá pluton) .....	34
<b>R.Gacem, A.Sebai, C.Verati et M-C.Chabou</b>   Etude pétrographique et géochimique des roches magmatiques de la région de Souk El Thénine .....	35
<b>Y.L.Hachemi, M.Bourahla et O.Belanteur</b>   Les basaltes et les zéolites associées de la région de Dellys (Est Algérois) ..	36
<b>M.Y.Laghouag, M.C.Chabou, R.Laouar, D.Boubaya et B.Redhaounia</b>   Apport de l'aéromagnétisme dans la cartographie de l'accident majeur de Kef Hahouner Djber Debar .....	37
<b>B.Menzoul, M.Adaci et D.Stow Dorri</b>   Enigmatic Sedimentary Structures from the Numidian Flysch, North-Western Algeria .....	37
<b>A.Ouddah et A.Khiari</b>   Etude structurale et pétrographique des Fractures et de leurs remplissages à Dj. Debbagh (Guelma- Nord Est Algérien). .....	38
<b>R.Ouhibi, A.Barhoumi et M.Ghanmi</b>   Role of the structural inheritance in the structuring of Zaghuan foreland; Case of Sidi Jedidi- Hammam Bent Jedidi region (Northeastern Tunisia). .....	38
<b>N.Rebouch et A.Khiari</b>   Etude Comparative sur les Réseaux de Failles du Rocher de Constantine et du bassin de Ain Smara .....	39
<b>J.Saadi, D.Turki, O.Smati et M.Ben Youssef</b>   The Senonian-Eocene of Tellian domain in Northern Tunisia, synorogenes deposits .....	40
<b>R.Sadji, M.Benhamou, A.Nemra et S.Belkhedim</b>   Le faciès Ammonitico-Rosso ("Calcaires rouges noduleux") du Jurassique supérieur des massifs de l'Ouarsenis du domaine tellien (Algérie); Contexte environnemental et déformations sédimentaires. ....	40
<b>K. Schulmann</b>   Growth of Pangea Supercontinent exemplified by Central Asian Orogenic Belt.....	41
<b>A.Seffari, N.Abdallah, O.Bruguier, F.Abbassene, A.Afaliz et A.Bendaoud</b>   An arc magmatism affinity for the maïc and ultramaïc Yaddène complex (NE-Algeria): petrographical, mineralogical and geochemical evidences .....	42
<b>D.Sghaier, S.Boussen, A.Kilani, A.Sebei, F. Hammami Ben Zeid, F.Chaabani</b>   Provenance des vermiculites des dépôts volcano-sédimentaires de la structure de l'Oued Bélif (Tunisie septentrionale) .....	43

**E.H.Youcef Brahim, M.Chadi et R.Djeffal** | La Plate forme Sud Sétienne au Jurassique : Dynamique Sédimentaire et Paléoenvironnements ..... 44

**E.H.Youcef Brahim, M.Chadi et R.Djeffal** | Tectonique Polyphasée et Plis de Rampe Dans Les Zones Externes de La Chaîne Des Maghrébides, Cas D'étude : Le Domaine Sud-Sétifien. .... 44

### 3-Risques Et Géologie De l'Ingénieur

**A. Arab et A. Nadji** | Perspectives de la prévention sismique sur la marge littorale de l'Ouest algérien par l'approche cartographique du paramètre "b-value"..... 45

**D.Bedhouche, G.Cheikh-Lounis et D.Machane** | Prédiction des glissements de terrains sous séismes par la méthode de Newmark: cas des terrains meubles de la région de Dellys (Algérie nord-centrale)..... 45

**L.Boubazine , A.Boumezbeur, F.Kessasra , R.Hadji , Z.Fisli et H.Kebab** | Caractérisation géologique, géotechnique et géophysique, des instabilités de terrain au niveau d'El Milia : cas d'étude glissement de Tarzoust, NE Algérie ..... 46

**N.El-H.Boudjenana, Y.Hanache, R.Bensalem, M.Y.Tebbouche et D.Machane** | Caractérisation géotechnique et géophysique d'une zone traversée par la faille active de Thénia ..... 46

**N.Bounemeur, R.Benzaid, S.Atoub** | Impact du contexte géologique, hydrologique des sols meubles dans la région Mila (Nord-Est algérien) ..... 47

**N.Bouragba, L.Bouibaoune et M.Hamlaoui** | Traitement géotechnique des affaissements répétitifs et réhabilitation du stade Mohamed Guessab (ville de Sétif). ..... 48

**L.Boureboune et M.T.Benazzouz** | La problématique du risque inondation en Algérie face à l'insuffisance de production des connaissances sur les risques ..... 49

**H.Bourenane, Y.Bouhadad et M.S.Guettouche** | Evaluation et cartographie de l'aléa d'inondation dans la ville de Constantine : application aux cas des plaines alluviales de Boumerzoug et de Rhumel (Nord-Est algérien). ..... 49

**W.Chettah** | Cartographie Des Zones Instables Dans La Commune De Mila (Nord-Est Algerien)..... 49

**H.Dinar, A.k.Oudni, A.K.Khiari et R.Zeddami** | Caractérisation Structurale et Géotechnique du Barrage de Tagharist - Yabous - Khenchela (Nord-Est algérien) ..... 50

**L.Djadia, A.Abtout, D.Machane et L.Hamai** | Apport des méthodes géophysique dans la caractérisation géologique des Centres d'enfouissement Technique (CET), cas du CET d'Ouled Fayet (Alger, Algérie) ..... 50

**S.Ghoumaid, H.Kada** | Étude géologique et hydroclimatique du barrage de Soubella, wilaya de M'sila, avec emphase sur l'étude de stabilité ..... 51

**S.Guechi et L.Beloulou** | Utilisation des courbes hauteur-durée-fréquence pour améliorer la prévision des crues exceptionnelles et la décision dans les différents projets hydrotechniques au niveau du Bassin de la Medjerda-mellegue. .... 52

**R.Hadji** | Impact of climate change on Rainfall-Induced landslides: case study of Ouled Driss region (NE Algeria) ..... 52

**R.Hadji** | Le phénomène de retrait - gonflement dans les formations argilo-marneuses, une manifestation..... 53

<b>N.Hallal, M.Hamidatou, Y.Mohammedi, B.Meziani et A.Yelles-Chaouche, L.Djadia, A. Abtout, D.Machane, L.Hamai</b>   Classification géomécanique basé sur un SIG des falaises calcaires du Cap Aokas : caractérisation géologique-géotechnique et cartographie de la susceptibilité aux phénomènes gravitaires. ....	53
<b>Y.Hanache, N.El-H.Boudjenana, D.Machane et R.Bensalem</b>   Evaluation des effets de site des zones affectées par le séisme de Boumerdès 2003 .....	55
<b>R.Hebib, A.Meridja et S.Chermouti</b>   Stratégie de stabilisation des terrains lors de la construction d'une liaison autoroutière dans quelques types de terrains de la chaîne des Maghrébides. Cas du tronçon Chiffa Berrouaghia. ..	55
<b>Z.Ladjei et R.Hadji</b>   Etude de vulnérabilité au mouvement de terrain de la route nationale n° 75 wilaya de Sétif .....	57
<b>K.Layadi, F.Semmane, A.Yelles-Chaouche et S.Madadi</b>   Identification des fréquences propres du sol de la ville de Sétif par la méthode H/V- bruit ambiant : résultats préliminaires .....	57
<b>D.Machane, R.Bensalem, E.H.Oubaiche, H.Moulouel, A.Bouchellouh, L.Djadia, Y.Tebbouche, A.Meziani et A.Benguesmia</b>   Effets de site sismiques en Algérie et applications sur les zones de rupture (faille et glissement de terrain). ....	58
<b>M.I.Madaoui et M.Kacimi</b>   Caractérisation d'un versant instable par approche cartographique et géotechnique. Cas du versant Chaâbet El Merdja, Constantine. ....	59
<b>A.Mahleb et F.Zahri</b>   Etude comparative géologique et géotechnique des carrières de granulats dans la wilaya de Sétif .....	59
<b>B.Meziani, D.Machane, A.Bendaoud, Y.Mohamed, N.Hallal, S.Adjiri</b>   Contribution des méthodes géophysiques (HVSR et Down Hole) et géotechniques dans la caractérisation du Glissement d'Aomar (W. Bouira, Algérie). ....	59
<b>A.A.Meziani, M.Nadji, D.Machane, M.Y.Tebbouche, H. Bournene, R.Bensalem, H.Oubaiche et S.Bedr</b>   Etude d'un glissement de terrain en Grande Kabylie par méthodes géophysiques. ....	61
<b>S.Mokadem et K.Nimour</b>   Contribution du SIG à la cartographie et l'inventaire des mouvements gravitaires dans l'Ouest de Tipaza .....	61
<b>H.A.Rached et S.Yahyaoui</b>   Caractérisation Géologique et Analyse de la Stabilité des massifs rocheux de la Carrière de Chouf-Amar, M'sila, Algérie. ....	62
<b>Z.Roukh, A.Nadji, M.H.Malki et I.Benaouda</b>   GIS-based landslide susceptibility assessment using weight of evidence and analytical hierarchy process approaches for Tafraoui municipality Oran province, NW Algeria .....	62
<b>B.Saadali, H.Zerrouki, A.Khiari et H.Mazouz</b>   Interprétation hydroclimatologique et visualisation des dégâts des inondations du 2012 à El Tarf (N.E algérien). ....	64
<b>M.Y.Tebbouche, A.A.Meziani, D.Machane et R.Bensalem</b>   Analyse Des Effets De Site Dans Les Zones De Deformations De Failles Bordières De La Mitidja .....	64
<b>K.Zighmi</b>   An approach for GIS - based statistical landslide susceptibility zonation, with a case study in Setif province .....	64
<b>4-Le Domaine Atlasique</b>	
<b>M.Adaci, M.Benyoucef et M.Bensalah</b>   The Cenomanian-Turonian of the Ksour Mountains (Saharan Atlas, Algeria): Litho- and biostratigraphy and depositional sequences .....	65
<b>T.Amrane, M. Tlili, et O.Mebarki</b>   Le Paléogène de la région de Ghassira (entre Batna et Biskra) : biostratigraphie, paléoenvironnement .....	65

<b>M.Benzina, H.Hebib, M.Bensalah, A.Cherif, A.M.Draoui, A.M.Mazouzi et K.Ziout</b>   The biostratigraphy of the Late Miocene basin of Lower Chelif on the basis of Planktonic foraminiferal biozonation .....	66
<b>I.Bouchemla et M.Bendella</b>   Mise en évidence de l'ichnofaciès à Cruziana dans l'OxfordienKimméridgien des monts du .....	66
<b>W.S. Bourouiba</b>   Synthèse des travaux, réalisés en Algérie, sur le Coniacien à partir des Ammonites .....	67
<b>F.Z. Bousmaha</b>   Etude lithostratigraphique et analyse séquentiel des formations d'âge Albien au Turonieninférieur dans l'atlas saharien centrale El-Bayadh, Algérie. ....	68
<b>R.Boutouba, H.Boubekri, A.Bendaoud, D.Machane et M.Hamoudi</b>   Cartographie 3D de l'accident sud atlasique dans la région de Biskra : Apport de l'imagerie satellitale et des données géophysique aéroportées .....	68
<b>S.Chellat, R.Chahdane, A.Mehmel, A.Boureïs, M.C.Chabou4et B.Kebabi</b>   Contribution de la biostratigraphie et la fluorescence X dans la détermination de la limite Crétacé-Tertiaire KT, Nord-est Algérien .....	69
<b>S.Chellat, W.Chettah, A.Boureïs, S.Benghersallah et D-M.Diabaoui</b>   Approche géologique, Intérêt scientifique, Archéologique et touristique du Canyon de l'Oued Rhumel, Constantine, Nord-est Algérien. ....	69
<b>A.Cherif, M.Benyoucef, M.Benzina, A.M.Draoui</b>   Ichnologic and Paleoenvironment of the Berriasian-Valanginian Ouarsenis Range (Northwest Algeria). ....	69
<b>A.Chermi, Y.Moumni, M.H.Msaddek, A.Amri et M.Ben Youssef</b>  Stratigraphie intégrée des dépôts Paléogènes à Henchir Souar (Tunisie centroseptentrionale) : Enregistrement tectono-eustatique et conséquences paléogéographique ...	70
<b>R.Djeddi et A.Bettahar</b>   Cartographie et étude structurale de l'Accident Sud Atlasique dans la région de Beni Ounif. (Extrémité SW de l'Atlas Saharien Occidental, Algérie). ....	71
<b>I.Ezzine, R.Dahri , Y.Jazzar et M.Ghanmi</b>   Ouverture en méga-fentes de transpression dans l'Atlas Tunisien Central; exemple Fossé d'effondrement de Kalaat Kahaba .....	72
<b>E.H. Fettous et Y. Mahdjoub</b>   La mobilisation des formations triasiques dans l'Atlas saharien oriental. Exemple : Le diapir de Mesloula-Mkririga. ....	72
<b>M-A.Ghanmi et M.Ghanmi</b>   Salt tectonics in the Tunisian Central-Southern: from Halokinesis to Halotectonics .....	73
<b>A.Hamad, R.Hadji, F.Baali, R.Lagrioui, I.Abdeslam et Y.Hamed</b>   La gravimétrie des bassins transfrontaliers cas de bassin Tébessa -Kasserine (AlgérieTunisie) .....	73
<b>R.Hamdidouche, A.Amanzougarene et A.Arhab</b>   Le Quaternaire de la région de Bou Saada (Atlas saharien central - Monts des Ouled Nail); sédimentologie et interprétation géodynamique .....	74
<b>M.Hassani, M.Sánchez Marañón, D.Saadoud, M.C.Chabou et F.J.Martin Peinado</b>   La caractérisation spectrale de l'activité éolienne sur des sables dans la région de Zahrez ,Djelfa, Algérie .....	74
<b>Y.Jallali, Y.Moumni, M.Khliï et M.F.Zagrarni</b>   Origine des Variations latérales d'épaisseur et de faciès des dépôts Crétacé-Tertiaire dans la région Maknassy Mezzouna (Atlas Central tunisien) : Cas du synclinal Jebbes El Meheri .....	75
<b>T.Kentri, M.Ben Fadhel, M.Benyoucef, M.Adaci et M.Bensalah</b>   Les radiolaires crétacés de l'Ouarsenis oriental (Nord-Ouest algérien) .....	76
<b>C.Y.Mahboubi et H.Limam</b>   Les terrains de crétacé inférieur ? dans l'atlas saharien central, El Bayadh / résultat préliminaire .....	78
<b>S.Mahboubi, M.Benammi et S.Maouche</b>   A new small mammal assemblage from Amama 3 locality (El Eulma Basin, Algeria): Biochronological implication. ....	78
<b>O.Mebarki, M.Tlili et T.Amrane</b>   Paléoenvironnements de la série paléogène de Djebel Dyr (Tebessa, NE Agérien) .....	79



<b>S.Mendir, S.Salmi-Laouar et D.Belhai</b>   Le Cénomaniens des Hameimats, nouvelles données biostratigraphiques (Hameimats, NordTébessa, NE-Algérie) .....	79
<b>Y.Moumni, A.Chermi, M.H.Msaddek et M.Ben Youssef</b>   Manifestations tectono-sédimentaires d'âge Crétacé inférieur en Tunisie centrale .....	80
<b>M.H.Msaddek, Y.Moumni, I.Chenini et M.Dlala</b>   Application des modèles géo-mathématiques pour l'évaluation de la distribution des fractures et de la complexité des structures géologiques, exemple de la branche orientale de l'accident sud-atlasique, Tunisie .....	81

## 5-Sismicité, Sismotectonique Et Néotectonique Du Domaine Des Maghrébides

<b>I.Abacha, A.Yelles-Chaouache, H.Bendjama and O.Boulahia</b>   Recent seismicity and stress field variations in Northeastern Algeria .....	82
<b>M.Abbouda, S.Maouche, Y.Bouhadad, D.Belhai</b>   Néotectonique et tectonique active dans le Dahra-bassin du Bas Chéouat ; implication sismotectonique .....	82
<b>D.Ait Benamar, H.Moulouel, M.Y.Tebbouche, A.A.Meziani, R.Bensalem, E.H.Oubaiche, S.Aourari</b>   Évidences néotectoniques dans la bordure sud Mitidja (région de Blida).....	83
<b>S.Aourari, D. Machane</b>   Contexte néotectonique et sismicité associée dans les Babors (Nord-Est Algérien) .....	84
<b>S.Bagdi-Issaad, M.Meghraoui, J.Kariche, A.Nedjari</b>   Kinematic and elastic models of faults related-folds: Examples from active folds of the Tell Atlas (Northern Algeria).....	84
<b>S.Bagdi-Issaad, M.Meghraoui, A.Nedjari</b>   Tectonic geomorphology of the 2003 Zemmouri earthquake area (Mw 6.8, Tell Atlas, Algeria): An analysis of the coastal uplift.....	85
<b>I.M.Benbakhti, S.Maouche, D.Belhai</b>   Tectonique active dans le bassin d'Oran et des zones limitrophes.....	86
<b>A.Benhamouche, A.Nedjari</b>   Les séismes dans les dépôts quaternaires de la région de Jijel : inventaire et typologie .....	87
<b>D.Boubaya, M.H.Bencharef, F.Bendiab</b>   A combination of gravity and electrical resistivity for the structural study of Ain Azel region .....	87
<b>H.Boukerbout, A.Abtout, B.Bouyahiaoui</b>   Contribution of aeromagnetism to the identification of magnetized structures in North-West Algeria: evidences of active faults and underground structure .....	88
<b>O.Boulahia, I.Abacha, A.Yelles-Chaouache, H.Bendjama</b>   The 2012-2013 Bejaia, Algeria, earthquake sequence: source parameters, scaling relationships, stress tensor, stress change .....	88
<b>R.Chebli, A.Bendaoud, D.Machane, Z.Gaci</b>   Cartographie des failles bordières du bassin de la Mitidja .....	89
<b>M.Hamidatou, Y.Mohammed, N.Hallal, S.Lebdioui</b>   Analyse De La Sismicité Du Nord-Est De L'Algérie .....	90
<b>M.Hamlaoui, A. Demdoun</b>   A Homogeneous Earthquake Catalog for North Eastern Algeria and Magnitude of Completeness Determination .....	90
<b>A.Issaadi, K.Layadi, A.Yelles-chaouche, J.J.Galiana-Merino, F.Semmane</b>   Shallow Sediments layers characterization in Oued Fodda city by ambient vibrations data inversion .....	91
<b>J.Kariche, M.Meghraoui</b>   Transfert de contrainte et caractéristiques physiques des ruptures sismiques : Cas du Tell Atlas algérien et du Rif marocain .....	91
<b>R. Kherchouche</b>   Structure de la plaque Adriatique à partir du bruit sismique ambiant.....	92

<b>R.Lounis, D.Machane, S.Dahmani, T.Saiki</b>   Les évidences morphotectoniques des séismes historiques de la région de Tizi Ouzou (Grande Kabylie).....	92
<b>R.Maamri, W.Marzougui et H.Chouaieb</b>   Le Massif De Jebel Korbus (Tunisie Orientale) : Un Site Pédagogique Pour L'étude Des Géorisques .....	92
<b>B.Melouk, A.Yelles-Chaouche, J.J.Galiana-Merino, C.Aidi, F.Semmane</b>   Moho deapth and crustal velocity structure north of Algeria by teleseismic receiver function analysis.....	93
<b>I.Metatla, L.Bentoudja, R.Hamdidouche et N.Benkerrou</b>   Etude sédimentologique d'un cône alluvial du Quaternaire de la région d'Oued Harbil .....	93
<b>S.FZ. Miloudi, M.Meghraoui</b>   Identification de la déformation de surface liée aux séismes modérés dans le Tell Atlas par l'InSAR : Cas du séisme de Mihoub (28 mai 2016, Mw5.4).....	94
<b>M.Mobark, A.Tabi, D.Machane, F.Bellalem</b>   Techniques d'élaboration d'un sismogramme artificiel .....	94
<b>H.Moulouel, D.Ait Benamar, R.Bensalem, E.Oubaich et D.Machane</b>   Structures Riedel des grands décrochements néotectoniques maghrébins : cas des failles de Thénia et de Hammam Melouane .....	94
<b>Z.Radi, A. Yelles-Chaouche</b>   Seismic Anisotropy of north Algeria from shear-wave splitting analysis.....	95
<b>K.Roumane, A.Ayadi</b>   Archaeoseismology in Algeria: Observed Damages Related to Probable Past Earthquakes on Archaeological Remains on Roman Sites (Tel Atlas of Algeria).....	95
<b>O.Sadou, A.Haddouche, H.Bourenane et C.Louni</b>   Induced Effects Of An Earthquake In The Region Of Algiers, Algeria .....	95
<b>A.Sebbane, S.Khantar, K.Lamali, A.Yelles-Chaouche</b>   Cartographie par technique GPS du tracé de la faille d'El Asnam .....	96
<b>N.Sidi Said, A.Benhamouche, S.Aourari, D.Machane, S.A.Kechid</b>   Les indices de la paléosismicité dans la région de Tizi Ouzou .....	96
<b>H.Taib, B.Chaouki et A.kahiari</b>   Particularité morphogéologique et des indices néotectonique dans la région de Tébessa .....	96

## 6-Domaine Saharien

<b>M.Aimouch, K.Atif et T.Faiyçal</b>   Le Complexe Récifal Serpukhovien (Carbonifère inférieur) dans la bordure Méridionale du Bassin de Bechar : Lithologie et répartition de la faune benthique.....	97
<b>A.Arab, K.Ouzegane, U.Linneman, G.Gaston, S.Doukkari, A.Bendaoud, J-R.Kienast et S.Zetoutou</b>   The Neoproterozoic metamorphic history of the upper Egéré unit from the Egéré-Aleksode terrane (Central Hoggar, South Algeria).....	97
<b>K.Araïbia, C.Harouz, K.Amri, M.Amara, A.Bendaoud et M.Hamoudil</b>   Mapping and discriminating the Pan-African magmatic rocks of Oued Takalous area (Central Hoggar) through airborne geophysics and Landsat 8 OLI data.....	98
<b>L.Asselah , A.Bourouis , S.Bagdi-Issaad et D.Groun</b>   Apport de la Télédétection (Traitement d'images Land-Sat et Aster Global DEM), des données aéro-magnétiques et spectrométriques dans l'étude géologique de la région d'Asséo (Bassin de T in Séririne). .....	98
<b>N.Atmane et T.Bouimal</b>   Utilisation de l'imagerie satellitaires (rapports de bandes et ACP sur les images Landsat 8) pour la discrimination des formations géologiques et les volcanites dans les monts d'Ougarta, Algérie. ....	99

<b>B.Ayad, H.Sahraoui et K.Lacene</b>   Lithological and hydrothermal alteration mapping combining Sentinel 2A and ASTER imagery with airborne geophysical data: Preliminary results on Central Hoggar (Algeria), a portion from .....	100
<b>R.Ben El Khaznadj, A.Bendaoud, H.Boubekri et M.Hamoudi</b>   Apport des données aéromagnétiques et gravimétrique dans la caractérisation de la lithosphère du Hoggar central : conséquences sur l'origine du volcanisme cénozoïque .....	101
<b>M.Bendella et I.Bouchemla</b>   Découverte de nouvelles traces fossiles dans le Famennien terminal de la Saoura : ichnofaciès et paléobathymétrie.....	101
<b>C.Bendimerad, A.Bendaoud, K.Ouzegane, G.Godard et J-R.Kienast</b>   Identification of high-pressure granulites in Tassendjanet terrane (Western Hoggar): Pyrigarnites of In Zize and their geodynamic implications.....	102
<b>M.Benyoucef, A.Fethia Ghenim, M.Adaci, D.Zaoui et M.Bensalah</b>   Upper Cenomanian oysters from the Sahara (Algeria) [Les huîtres du Cénomaniens supérieur du Sahara (Algérie) .....	103
<b>N.Berrahmane, E-H.Fettous, R.Bouhi et F.Mezalil</b>   Impact du trend structural d'Assekaifaf sur le piégeage des hydrocarbures, bassin d'Illizi, Algérie.....	103
<b>M.Bersi, M-C.Chabou, H.Saibi et R.Kherchouche</b>   Mapping CAMP formation in the northern flank of Tindouf basin by integrating remote sensing and geochemistry data .....	104
<b>I.Bouchemla et M.Bendella</b>   Les Zoophycos du Dévonien inférieur-moyen de la région de Marhouma (Saoura-Sahara Algérien) : implication morphologique et éthologique .....	105
<b>Sh.Boussabat, M.Ghanmi et W.Mahmoudil</b>   Etude géologique et géophysique des séries paléozoïques et mésozoïques dans la partie Sud-Est de la Tunisie.....	106
<b>S.Doukkari, K.Ouzegane, U.Linneman, G.Godard, A.Arab, J-R.Kienast et A.Drareni</b>   Geochronologie et modélisation thermodynamique de l'unité Arechchoum de l'Egéré (Hoggar Central, Algérie).....	106
<b>A-H.Fellah , A.Ouali Mehadj, A.Mekkaoui, Y.Khaldi. et A.Abbache</b>   Le Dévonien Inférieur de Ben Zireg : Caractéristiques Stratigraphiques et Paléo-Environnementales (Bechar, Sahara Algérien Nord Occidental). .....	107
<b>A.Fodil et M-C.Chabou</b>   Apport de l'imagerie satellitaire à la cartographie de la Province Magmatique de l'Atlantique Central de la bordure sédimentaire méridionale du massif des Eglabes (région de Hank).....	107
<b>D.Foudili, A.Bouزيد et M-C.Berquig</b>   Application de l'inversion 3-D des données magnétotellurique à l'étude structural: Cas du bassin de M'rara, Sahara Algérien .....	108
<b>A-F.Ghenim, M.Benyoucef, G.El Qot, M.Adaci et M.Bensalah</b>   Palaeoecology and palaeogeography of Cenomanian Veneroid bivalves from the Guir Basin (SW Algeria). .....	109
<b>M.Guemama, M.Amara, A.Drareni, K.Ouzegane, R.Caby, M.Hamoudi et A.Bendaoud</b>   Cartographie Multi-sources des séries (méta) sédimentaires protérozoïques et cambriennes de l'Ouest du Hoggar Occidental.....	110
<b>O.Hachemaoui, M-C.Chabou, M.Bersi et C.Veratil</b>   Cartographie et distribution des cheminées doléritiques dans le bassin de Tindouf par imagerie satellitaire, Landsat 8 et Sentinel 2A.....	111
<b>W.Hagag, Z.Hamimi, S-Z. Kamh, S-M. Hasan, and A.El-Araby</b>   Field- and Landsat-based mapping of the Pan-African Shear Zones in the Arabian-Nubian Shield: example from Atalla Shear Zone, central Eastern Desert, Egypt. ....	112
<b>N.Hammad et N.Boussaada-Maabdil</b>   Contribution des méthodes d'extraction automatique de l'information télédéteectée en cartographie lithologique.....	113

<b>C.Harouz, K.Araibia, K.Amri, M.Amara, A.Bendaoued, R.Hamdidouche et M.Hammoudi</b>   Contribution of Airborne data and remote sensing for the structural analysis and lithological discrimination of the Ougarta range (South-West Algeria). .....	114
<b>K.Lacene, Z.Adjerid, A.Bendaoud, J-C.Garrido, K.Ouzegane et B.Cenki-Tok</b>   Evolution P-T et géochronologie des schistes à talc-disthène-quartz de Ti-N-Eggoleh (Terrane de Sérouènout, Hoggar Central, Algérie): Implication sur l'assemblage du Gondwana .....	114
<b>K.Lacen, Z.Adjerid, A.Bendaoud, J-C.Garrido, A.Manuel Jesus Roman et K.Ouzegane</b>   Le terrane ou les terranes de Sérouènout? Synthèse des données pétrologiques et géochronologiques actuelles.....	115
<b>A.Lamali, L.Hamai, N-E.Merabet, A.Yelles Chaouche, B.Henry, A.About, S.Maouche, M.Amenna et M.Hamoudi</b>   Apport de l'aéromagnétisme et de la gravimétrie à la compréhension de la préservation d'une réaimantation Permienne dans les formations paléozoïques du bassin d'Illizi (Algérie). .....	116
<b>A.Mahboubi et T.Hassen</b>   Toward understanding of the Saharan Platform dynamic : sedimentary environments, sea level change and anoxic events. ....	117
<b>B. Mansour, S. Mennad, N. Bachiri, A. Hamadai, N. Yahiaoui, M. Mahboubi &amp; C. Mammeri</b>   Les Zoophycos du Dévonien inférieur-moyen de la région de Marhouma (Saoura-Sahara Algérien) : implication morphologique et éthologique ..	117
<b>S.Mennad, B.Mansour, N.Bachiri et M.Mahboubi</b>   Les ostracodes des dépôts lacustres holocènes de Daeit Sid El Ala (Grand Erg Occidental, NW du Sahara Algérien) et reconstitution paléoenvironnement .....	118
<b>I.Mofredj</b>   Le Dévonien inférieur de l'Ahnet occidental - Bled El Mass (Sahara algérien), formations et environnements.....	118
<b>K.Nedjraoui, M.Hamoudi, R.Ben El Khaznadj, A.Bendaoud, H.Boubekri, S-A.Kechid et S.Oughoul</b>   Cartographie satellitale et géophysique aéroportée des structures circulaires de la région volcanique d'In Téria (Bassin d'Illizi), Algérie.....	119
<b>H.Nouali, A-K.Khiari et M.Tlilil</b>   Analyse sédimentologique et estimations des réserves dans les formations argileuxgréseuses de la région de Hassi R'Mel sud.....	120
<b>S.Souadnia et H.Mezghache</b>   Analyse factorielle krigeante du volume en hydrocarbure VO - cas du réservoir TAGI du Hassi Berkine Sud- Algérie .....	121
<b>D.Zaoui, M.Bensalah, M.Benyoucef, A.Mennad et M.Adacil</b>   The Tinrhert Plateau (Cenomanian-Turonian, SE Algeria): litho-biostratigraphy and sedimentological framework.....	121

## 7-Ressources Minérales Du Domaine De l'Orogène Alpin d'Afrique du Nord

<b>F.Ait Merzeg, F.Aissat, S.Hazam, S.Belmiri, S.Djema, S.Zemmache, R.Benommar, D.Hamitouche, K.Bachari., N.F Cherif</b>   Cyberinfrastructure des ressources minérales algérienne : l'interactivité comme outil de collecte et partage de données .....	122
<b>O.Annad, A.Bendaoud, S.Goria</b>   Création d'un outil de veille informationnelle sur les Terres Rares : intégration de Méthodes automatiques, du Crowdsourcing et de la Gamification .....	123
<b>A.Benlamari, Y.Bouftouha, R.Zedam, H.Mezerzi</b>   Les minéralisations ferrifères de Kef Sidi Marouf (Petite Kabylie) ...	123
<b>H.Boukhari et N.Bouttine</b>   Apport de la télédétection dans l'étude des évaporites : cas du diapir d'El-Outaya (Biskra, Nord-Est d'Algérie). .....	124
<b>M.E.Brahmi, M.OuldHamou, I.Aziz et D.Benkaci</b>   La Baryte de Draïssa (Béchar), Géologie Général du Gisement .....	125



<b>Nahla Chibout et Mohamed Kacimi</b>   Etude Géologique de la Minéralisation Ferrifère de Djebel Hellel en comparaison avec le gisement de Djebel Annini (Wilaya de Sétif) .....	125
<b>M.Dassamiour, H.Mezghache, O.Raji et J.L.Bodinier</b>   Reconstitution paléogéographique des conditions de dépôt du gisement de phosphate de Kef Essennoun (Nord-Est algérien) .....	126
<b>F.Dehim et A.Boutaleb</b>   Etude des minéralisations ferrifères de la région de l'Oranie nord occidentale.....	126
<b>N.Hammad, L.Beguiret, N.Boussaada-Maabdi, F.Sabri et M.Boughzala</b>   Contribution de la télédétection à la caractérisation du gisement minier de Djebel Boukhadra (Nord-Est algérien) .....	127
<b>F.jaballi, M.Felhi, N.fatth, K.Zayani et A.Tlili</b>   Etude Minéralogique et Pétrographique de la Matière Organique Associée à la Série Phosphatée Principale du Bassin Maknassy-Mezzouna, Tunisie Centrale .....	128
<b>R.Kechiched, R.Laouar, O.Bruguier, L. Kocsis, D.Bosch, S.Laouar-Salmi, O.A.zaimeche, A.Foufou et H. Larit</b>   Abundance and Distribution of Rare Earth Elements in phosphorites from the Tébessa Region (Eastern Algeria): New Analyses on Selected Particle Size Fractions .....	129
<b>H.Kihal et L.Bouabsa</b>   Contribution à L'étude Géologique, Géochimique et Métallogénique du Gisement de Budoukha (Skikda, NE Algérie) .....	129
<b>H.Larit, A.Toubal, R.Laouar, S.Salmi-Laouar, S.Bouhlef, R.Kechiched et E.O.Ameur-Zaimeche</b>   Etude des inclusions fluides des minéralisations types Sinters de Djebel Debbag, Nord-Est algérien .....	130
<b>F. Lekbal et A.Boutaleb</b>   Etude des minéralisations à Pb- Zn -Ba et F de Ain kahla (Monts du Hodna) .....	130
<b>A.Lekoui, R.Laouar, T.Bouima et S.Bouhlef</b>   Fluid inclusions evidence for magmatic-hydrothermal mineralizing fluid of the Oued Amizour Zn deposit of Kuroko-type (NE Algeria) .....	131
<b>A.Mezerzi, A.Demdoum et A.Khiari</b>   La minéralisation ferrifère associée aux évaporites triasiques de Koudiat El Bassour en région Sud Sétienne (NE Algérien) .....	131
<b>A.Mezerzi, A.Demdoum et A.Khiari</b>   Caractérisation des substances utiles associées au diapir triasique de Guellal (Algérie Nord Orientale) .....	132
<b>C.Oulebsir, A.Boureïs et A.Cepedal</b>   Etude minéralogique des filons aurifères d'Amesmess (Hoggar) .....	133
<b>A.A.Semchaoui, A.Boutaleb Abdelhak et T.Zerrouki</b>   La minéralisation à Ba-Cu-Fe du massif de Chenoua (Chaîne des Maghrébides occidentale -W. Tipaza- Algérie) .....	134
<b>H.Shout</b>   La Géophysique et le géo thermalisme du nord-est Algérien.....	134
<b>S.Souadnia, H.Mezghache, M.Dassamiour et M.Kaabache</b>   Estimation Geostatistique Des Ressources Minières : Cas De Gisement Zinc De Chaaba El Hamra -W. Setif .....	135
<b>T.Zerrouki, A.A.Semchaoui Et A.Boutaleb</b>   Aperçu Sur Les Indices Minéralisés Des Monts De La Medjirda - Souk Ahras (Confin Algéro-Tunisiens). .....	135

## 8-Ressources Hydriques

<b>M.Abdesselam, S.Ramdane et C.Aigoun</b>   Structure géologique et systèmes aquifères du Djurdjura : Les potentialités en eau du Djurdjura .....	137
<b>M.Adda et M-I.Hassani</b>   Etude hydrochimique et pollution des eaux souterraines en contexte urbain : cas de l'agglomération Oranaise (Willaya d'Oran) .....	138

<b>A.Amroune, R.Mihoub et S.Lachache</b>   Hydrochimie et géochimie des isotopes comme outils d'investigation hydrodynamique des eaux souterraines : Aquifère Mio-Plio-Quaternaire du Hodna (M'Sila, Sud-Est algérien). ....	138
<b>A.Belaroui, F-Z.Haouchine et A.Haouchine</b>   Identification des zones de stockage des eaux souterraines à l'aide de la télédétection et du SIG : cas de la région de Hammam Melouane .....	140
<b>K.Benmarce, R.Hadji, Y.Hamed et Z.Fisli</b>   Hydro-géochimie des eaux souterraines des nappes telliennes : Cas des aquifères perchés de la région de Guelma, NE Algérie. ....	141
<b>S. Titi Benrabah et B. Attoui</b>   Mobilisation et aménagement des eaux de surface du bassin versant de l'Oued El Hammam (Nord-Est Algérie) .....	141
<b>F.Bouaicha, H.Dib , N.Chabour, K.Boufaa, N.Menchar et O.Bouteraa</b>   Hydrogéochimie, géothermométrie et mélanges des eaux thermales de la région de Guelma, NE de l'Algérie. ....	143
<b>A.Boufekane, O.Saighi et H.Belaroui</b>   Caractérisation hydrogéochimique des eaux souterraines de la nappe alluviale de l'oued Djendjen (Jèel, NE algérien) .....	143
<b>I.Dib et W.Chettah</b>   Pollution Des Eaux Souterraines De La Plaine de Gadaïne - Ain Yaghout Nord-Est de Batna, Algerie. ....	145
<b>Z.Fisli, D.Zouini, K.Benmarce, A.Maou et L.Boubazine</b>   Ressources en eau de surface de la région lacustre d'El Kala (Nord-Est algérien) .....	145
<b>Y. Hamed</b>   Isotope tracing in groundwater applications .....	146
<b>H.Kada et A.Demdoum</b>   Approche hydrogéologique et hydrochimique des eaux souterraines d'une région semi-aride : cas de la plaine de Bir Haddada, région de Sétif. ....	146
<b>R.Kerzabi, H.Mansour, S.Yousi, J.Mudry, A.Benchaib, M-S.Bentoumi</b>   Factors for assessment of groundwater vulnerability in semi-arid and arid zones .....	147
<b>F.Kessasra, A.Kenioua, M.Doudou et M.Mesbah</b>   Premier modèle hydrogéologique de l'aquifère du Complexe Terminal de la région d'OuarglaTouggourt, Sahara oriental algérien .....	147
<b>S.Khechana, A.Ghomri et A.Miloudi</b>   Moyen d'investigation des sous-sols et identification de la cause directe générant le problème de la remontée des eaux de la nappe libre d'Oued Souf (SE Algérien) .....	148
<b>K.Khelifa, A.Hani et N.Bougherira</b>   Caractérisation Hydrochimique des eaux souterraines (Cas de la région de Berrahal) N-E Algérie .....	150
<b>C.Khemissi, B.Djaballah, A.Benkhedda, S.Djemmal et N.Defafilia</b>   Classification statistique et hydrochimique des eaux Souterraines du plateau de Chéria (Nord-est Algérien) .....	151
<b>R.Kouadra, A.Demdoum, R.Benchikh, N.Chabour et L.Cherouana</b>   Hydrogeochemistry of the thermal waters from the Constantine geothermal field, Algeria. ....	151
<b>F-Z.Lakhal et L.Djabri</b>   Contribution à l'identification de l'origine de la salinité des eaux. Cas de la région GuerbezBen Azzouz (wilaya.Skikda - Nord- Est .Algérie) .....	152
<b>B.Mehdaoui, H.Chaffai et B.Sakaa</b>   Caractéristiques hydrochimiques des eaux souterraines de la nappe alluviale du moyen Chélif (Chlef, Nord-Ouest Algérie) .....	153
<b>B.Redhaounia, A.Chabaane,S.Brahmi, M.Bedir , H.Gabtni, R.Hadji et Y.Hamed</b>   Geological interpretation of Bouguer gravity data from the Béja area (NW Tunisia): structural and hydrogeological implications .....	154
<b>M.Seklaoui, A.Boutaleb et H. Benali</b>   Diagnostic de la pollution mercurielle dans les eaux de district minier de Azzaba .....	154

**S.Yousfi, R.Kerzabi, M.Bensalah, J.Mudry et A.Achachi** | Combination of geophysical, hydrochemical and geothermal data to understand the origin of thermal water in the northern piedmont of the Tlemcen mountains, NW Algeria ..155

## 9-Géomatériaux Et Génie Minier

**F.Ait Merzeg, F.Aissat, S.Hazam, S.Belmiri, S.Djema, S.Zemmache, R.Benommar, A.E.Hamitouche, K.Bachari et N.F.Cherif** | Analyse Physico-chimiques Minéralogique et Thermique du Minerai de Phosphate du Gisement de Djebel Onk (Tébessa) ..... 156

**T.Amriou, D.Belhai, B.Alloul, D.Mekkeri, R.Tidadini et M.Chentout** | Evaluation de la dégradation des pierres mises en œuvre : le cas du site archéologique de Tipasa ..... 156

**A.Baaouague, N.Charef, A.Chabbi et A.Chouabbi** | Caractéristiques physico-chimiques des argiles de la région de SOUK-AHRAS Comparaison entre 3 types d'argiles ..... 157

**K.Bedri, D.Merabet, A.M.A.Bachar et M.C.Mezam** | L'influence de la structure du massif rocheux sur la conception de plan de tir du gisement d'agrégats « Djebel Bouzegza » ..... 158

**D.Benkaci, M.Ould Hamou et L.Denisa Jianu** | Gisement de diatomite de Sig (Mascara), géologie du gisement et état des réserves ..... 158

**N.Ben Yahia, A.Sebei et M.Azizi** | The upper Miocene clays of Jebel Kessous (Nabeul: North East of Tunisia): Mineralogical and physicochemical characterization ..... 159

**R.Boucif, N.Benabdeslam et M.Maza** | Modélisation et optimisation par les plans d'expériences du procédé de broyage du minerai de phosphate de Kef Essnoun de Djebel Onk (Tébessa, Algérie) ..... 159

**M.L. Boukeloul et F. Zahri** | Dimensionnement des Structures Minières Par Méthode des Eléments Finis. Cas D'étude : Mine de CHAABET EL HAMRA - AIN AZEL - ALGERIE..... 160

**M.Chentout, B.Alloul, D.Belhai, C.Thomachot-Schneider, A.Conreux et P.Vázquez** | Experimental study to understand the relationship between the stone's structure and their durability: implication on heritage conservation ..... 160

**L.Gadri, K.Rais, R.Hadji et H.Hamed** | Soutènement des excavations minières creusées dans les massifs rocheux fissurés ;approche analytique et numérique. .... 161

**S.Gana, L.Bouabsa et N.Fagel** | Bentonite commerciale du gisement de Maghnia (Tlemcen, Nord-Ouest Algérien): Une approche pétrographique, minéralogique et géochimique. .... 161

**M.Issaad, A.Boutaleb, O.Kolli, M.Edahbi, M.Benzaazoua et R.Hakkou** | Caractérisation environnementale des rejets miniers de la mine de Sidi Kamber (Oum Toub, Skikda) ..... 162

**H. Kebab et A. Boumezbeur** | Caractérisation géomécanique des masses rocheuses hétérogènes type Flysh Cas du site de tunnel de Texenna- Jòel au niveau de la pénétrante DjenDjen- El Eulma ..... 162

**S.Mahmoudi, A.Bennour et F.Zargouni** | Characterization and Application of Cretaceous Clays of South-East Tunisia ..... 163

**A.Messai, A.Idres et J.M.Menendez-Aguado** | Processing of low-grade iron ore using dry high-intensity magnetic separation: case of Rouina deposit - Ain Defla - Algeria ..... 164

<b>A.Messai, A.Idres et J.M.Menendez-Aguado</b>   Mineralogical characterization of limonitic iron ore and application of washing as a preliminary enrichment method, case of Rouina deposit –Ain Deđa- Algeria .....	164
<b>M.C.Mezam, M.F.Semmache, Bachar et A.M.Aguid</b>   Étude de principaux facteurs géologiques, géo-mécaniques et technologiques influençant sur la stabilité des bords des mines à ciel ouvert (cas de la mine de Djebel Onk, quartier Kef Essnoun) .....	164
<b>F.Nasri, D.Benavente, Boumezeur, D.Ait Abdelouahab et H.Mansouri</b>   Petrographical and Environmental control of weathering: Statistical approach applied on the byzantine Wall of Tebessa (Northeastern of Algeria) .....	165
<b>I.Satouh, M.A. Bachar Assad et N.Laouar Stahi</b>   Etude de la fracturation et son influence sur l'exploitation ultérieure des granites destinées à la production des pierres décoratives cas du Silet ( Hoggar occidental ) .....	165
<b>T.Tahri, A.Bouzenzana, A.N.Bezzi et H.Ramdani</b>   La gestion de rejets phosphates liquides (les boues) de complexe miniers de Djebel Onk -TEBESSA .....	166
<b>F. Zahri</b>  Rôle des paramètres géomécaniques dans l'évaluation des échecs des pentes rocheuses.....	167
<b>S.Adjiri et M.Naak</b>   Etude de la déformation dans le Néogène de la limite sud mitidjienne, secteur de Hammame Melouane.....	168
<b>W.Guerzani, M. Ghanmi et A.Nasri</b>   Volcanisme Crétacé dans la partie Sud de la mer pélagienne, contexte géodynamique et implication sur les différents systèmes pétrolier .....	169
<b>N.Kassabi, B.Ménendez et D.Touir</b>   Caractérisation sédimentologique et pétrophysique du réservoir El Gueria (yprésien) en Tunisie centrale.....	170
<b>D.Lamri et S.V.Yakovitch</b>   Geological, mineralogical and geotechnical characterisation of the roads basement Materials the case of the A1 highway (Pk 240+847).....	170
<b>Y.Mohammedi, H.Djellit, A.Yelles-Chaouche, M.Hamidatou et N.Hallal</b>   Schéma structural de la zone de Tabellout (Petite Kabylie occidentale).....	171
<b>Olena.U, Savenko-Viatcheslav.Y et Lamri.D</b>   Road embankment reinforcement by geosynthetics.....	171
<b>I.Abdeslam, C.Fehdi, R.Lagrioui, A.Hamad et L.Djabri</b>   Application de la méthode Drastic, pour la détermination de la vulnérabilité d'un aquifère.....	172
<b>R.Lagrioui, F.Baali, I.Abdeslam, A.Hamad, C.Fehdi</b>   La détermination de l'origine des sources dans l'aquifère karstique de Tébessa - NE.....	172



# ***CONFÉRENCES PLÉNIÈRES D'OUVERTURE***

## Géodynamique de la chaîne des Maghrébides

A.Yelles-Chaouche

*CRAAG Centre de Recherche en Astronomie Astrophysique et Géophysique, route de l'Observatoire B.P. 63 Alger Algérie*

La chaîne des Maghrébides, branche sud de la chaîne alpine s'étend sur près de 2000 Km de l'arc de Gibraltar à l'arc Calabrais. Elle comprend d'Ouest en Est, l'arc orogénique Bético-Rifain, le Tell Algéro-Tunisien et se poursuit plus à l'Est jusqu'aux Apennins en formant l'arc Calabro-Sicilien (Durand-Delga et Fontboté, 1980). En Algérie par exemple, cette chaîne est composée de l'Atlas Tellien, des Hauts Plateaux et de l'Atlas Saharien. Le système Tellien est composé du nord au sud par les trois domaines que sont : le domaine interne représenté par les Kabyliques, le domaine des flyschs et le domaine externe.

La chaîne des Maghrébides qui résulte de l'orogénèse alpine de la « Thethys maghrébine » est marquée par une évolution méso-cénozoïque complexe liée par la convergence à partir du Crétacé supérieur de la plaque africaine vers la plaque Eurasiatique et la disparition progressive de l'océan Tethysien.

Durant l'Eocène, la convergence est principalement accommodée par les Pyrénées, déformation qui cessera à la fin de l'Oligocène (25 Ma). Pendant ce temps là la chaîne des Atlas est soulevée durant une première phase tectonique à l'Eocène moyen-Aquitainien.

A la fin de l'Oligocène, un prisme d'accrétion (formée des unités de Flyschs) se développe entre les Kabyliques et la marge africaine. Le roll-back de la subduction Tethysienne entraîne la dérive vers le sud des blocs de l'ALKAPECA et l'ouverture du bassin Algérien. Alors que le rifting du bassin algero-provençal débute à l'Oligocène moyen à supérieur, le bassin algérien s'ouvre lui au début du Miocène (23 Ma). Cette ouverture se termine au moment où les Kabyliques sont totalement accrétés à la plaque africaine c'est-à-dire au Tortonien (vers 16 Ma). C'est à cette période que de grands mouvements décrochants entraînent le bloc Alboran vers l'Ouest et la Calabre vers l'Est. Il semble que ce soit le détachement du slab sous le nord de l'Algérie qui entraîne le roll back de la subduction vers l'Ouest par décrochement de la lithosphère.

Après la collision des Kabyliques avec le continent africain, la déformation migre vers le sud. Le domaine Tell-Atlas est affecté par la mise en place des nappes telliennes. La fin de la subduction tethysienne est marquée par un épisode distensif post collisionnel probablement lié au rebond lithosphérique entraîné par le détachement de la plaque plongeante à la fin du Miocène. Cet épisode distensif est à l'origine de la formation des bassins côtiers NE-SO, tels que les bassins du Chelif, de la Mitidja...

A partir du Pliocène, les phénomènes compressifs se manifestent de nouveau et ce jusqu'à la période actuelle marquée par une sismicité traduisant le rapprochement des deux plaques africaine et Eurasiatique.

Les Projets MARADJA et SPIRAL d'étude de la marge algérienne initiés ces dernières années par le CRAAG ont donc permis ainsi de mieux comprendre cette évolution géodynamique des Maghrébides, la structure crustale de la zone transition océan-continent ainsi que l'initiation d'une subduction récente au pied de la marge algérienne. Le Projet REGAT avec près de 150 capteurs GNSS va ainsi préciser les mécanismes de la déformation actuelle.

## Le système orogénique tello-rifain (Maroc, Algérie, Tunisie) et le problème de l'héritage structural sur la marge sud téthysienne

R.Leprêtre<sup>1</sup> et D.Frizon de Lamotte<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Université de Cergy-Pontoise, Département Géosciences et Environnement (GEC), 1 rue Descartes, 95000 Neuville/Oise Cedex, France.

Le Tell-Rif (Tell en Algérie et Tunisie ; Rif au Maroc) est un système orogénique qui borde au sud les bassins ouest méditerranéens. Ce système comprend trois zones tectono-paléogéographiques principales, du Nord au Sud : (1) les zones internes (ou AlKaPeCa pour Alboran-Kabyliens-Peloritain-Calabre) issues de l'ancienne marge septentrionale, côté Europe, de la Téthys Maghrébine, (2) le domaine des Flyschs, considéré comme la couverture sédimentaire de ce domaine océanique disparu et (3) les zones externes, représentant la marge sud téthysienne plus ou moins inversée.

Dans le contexte de la formation des bassins de Méditerranée occidentale, le Tell-Rif résulterait directement de la fermeture progressive de la Téthys Maghrébine jusqu'à la collision entre AlKaPeCa et l'Afrique, puis, de la propagation dans la plaque Afrique vers le sud de cette déformation. Ce scénario, qui fournit une explication satisfaisante pour la géodynamique néogène, est approuvé par la majorité des auteurs. Cependant, ces modèles géodynamiques tiennent peu compte de la géologie tello-rifaine en se basant la plupart du temps sur l'arc bético-rifain et oubliant de fait l'ancienne marge téthysienne nord-africaine et les données sur les Kabyliens. Sur la base de données de surface et de sub-surface, nous proposons une réévaluation de la géométrie actuelle du Tell-Rif au regard de son histoire géodynamique. Cette synthèse nous permet de souligner son important non-cylindricité, qui résulte à la fois de l'héritage mésozoïque et des conditions de l'inversion.

Au cours du Jurassique inférieur, nous insistons sur le développement de bassins d'orientations NE-SW antérieurs à la mise en place d'un grand couloir transformant qui relia l'Océan Atlantique Central à la Téthys Ligure. La Téthys Maghrébine s'est développée postérieurement, en réponse à l'ouverture en contexte de décrochement senestre de l'espace entre la plaque ibérique et l'Afrique au Jurassique supérieur-Crétacé inférieur. Lors du Crétacé supérieur, plusieurs événements tectoniques survinrent au cours du rapprochement Afrique-Europe. Un événement compressif majeur intervient avant l'Oligocène (anté-35 Ma). L'existence de roches métamorphiques de HP-BT associées à des fragments mantelliques dans les « Massifs Externes à Schistosités du Rif oriental et du Tell occidental montre en effet qu'à cette époque, la partie occidentale de la marge sud-téthysienne a été impliquée dans une subduction sous un bassin profond, appendice de la Téthys Maghrébine. En même temps, la disparition de la Téthys Ligure occidentale, dans une subduction à vergence vers l'est, a permis un saut de subduction du côté sud-est d'AlKaPeCa, pour finalement impliquer les Téthys Maghrébine et Ligure orientale.

Le retrait du panneau plongeant d'abord vers le sud, puis vers l'ouest, permet la mise en place des bassins arrière-arc oligo-miocènes de Méditerranée occidentale réutilisant la suture de la Téthys Ligure précédemment fermée. L'arrimage du microcontinent AlKaPeCa contre l'Afrique se produit au Burdigalien supérieur (17 Ma). À sa suite, le panneau plongeant subit deux déchirements latéraux vers l'ouest et l'est, à l'origine des arcs de Gibraltar et Tyrrhénien, respectivement. L'exhumation des massifs externes à schistosité fut alors permise via un sous-plaquage tectonique lors du déplacement vers l'ouest du domaine d'Alboran. Ceci eut pour conséquence la formation d'une fosse d'avant-pays et de bassins supra-nappes de plus en plus jeunes vers l'ouest. Ces éléments n'existent pas à l'est et démontrent une évolution structurale différente, dominée par l'accrétion frontale. Dans la discussion, nous apportons des éléments précis sur l'origine du non-cylindricité du système et sur les mécanismes qui pourraient expliquer à grande échelle les phases de couplage/découplage entre les plaques tectoniques en jeu.

**Mots clefs** : système orogénique tello-rifain ; Tethys ; Méditerranée Occidentale ; couplage vs. Découplage ; accrétion frontale vs. Sous-charriage tectonique

## La Tectonique Interplaque Transpressive: Une caractéristique de la chaîne des Maghrébides

M.Meghraoui

Institut de Physique du Globe, Strasbourg, [m.meghraoui@unistra.fr](mailto:m.meghraoui@unistra.fr)

L'Atlas du Tell et la convergence oblique associée le long de la limite des plaques Afrique-Eurasie montrent des caractéristiques structurales qui impliquent une tectonique en transpression (Fig. 1 ; Meghraoui and Pondrelli, 2012). Cette tectonique est marquée par une déformation en raccourcissement liée à des mouvements décrochants (Teyssier et al., 1995). Les données géologiques et géophysiques indiquent l'existence de failles crustales décrochantes dextres E-W associée à une tectonique décollée sous forme de plis et plis-failles NE-SW en échelon. La tectonique quaternaire liée à la structuration des bassins néogènes et failles actives est également à l'origine des séismes majeurs d'Orléansville en 1954 (Ms 6.7), El Asnam en 1980 (Ms 7.3), Constantine en 1985 (Mw 6.0), Tipaza en 1989 (Ms 6.1), Mascara en 1994 (Ms 5.8), Ain Temouchent en 1999 (Ms 5.8), et Zemmouri (Algeria) en 2003 (Mw 6.8). Une évaluation quantitative de cette tectonique telle que décrite par la distribution des contraintes de direction NNW-SSE et les champs de déformation associés indique un rapport compression – décrochement de 33% à l'ouest à 50% à l'est. Les mouvements de convergence oblique le long de la limite des plaques, déduits du taux de raccourcissement tectonique ~2.2 mm/an (en accord avec les vitesses GPS) associés à la géométrie et répartition des pli-failles quaternaires, suggèrent des mouvements en rotation horaire de 2.24°/Ma à 3.9°/Ma, en accord avec les résultats des mesures paléomagnétiques (Derder et al., 2013). La déformation en transpression est un élément structural majeur de la tectonique néogène et quaternaire le long de l'Atlas du Tell et des Maghrébides.

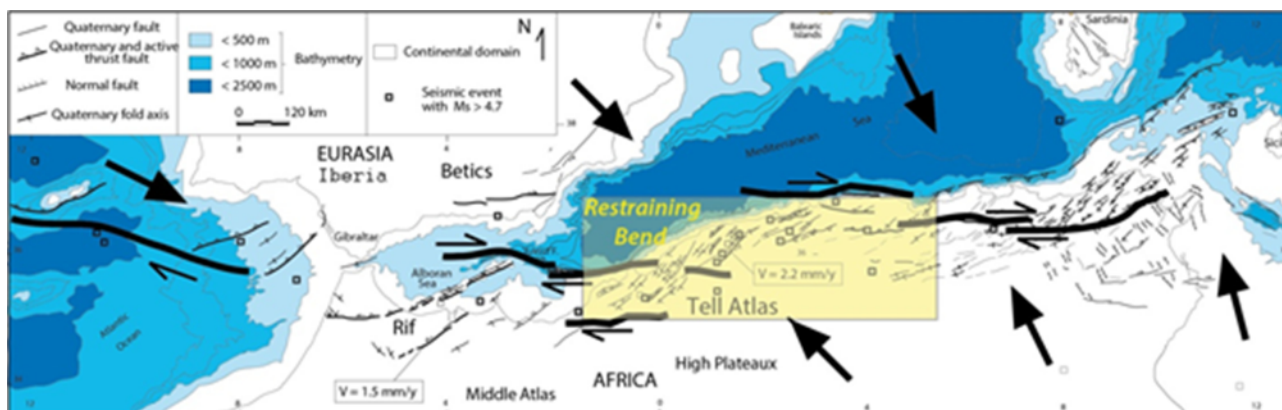


Figure 1 : Caractéristiques structurales et tectonique en transpression le long de la limite des plaques Afrique – Eurasie le long des Maghrébides.

**Mots clés:** Tectonique quaternaire, Tell Atlas, Convergence, Transpression

### References:

- Derder, M. E. M., Henry, B., Maoche, S., Amenna, M., Bayou, B., Besse, J., et al. (2013). Transpressive tectonics along a major E-W crustal structure on the Algerian continental margin: Block rotation revealed by paleomagnetic investigations. *Tectonophysics*, 2013(593), 183-192.
- Meghraoui M. and Pondrelli S. (2012). Active faulting and transpression tectonics along the plate boundary in north Africa, *Annals of Geophysics*, 55(5):955-967.
- Teyssier, C., Tikoff B. and Markley M. (1995). Oblique plate motion and continental tectonics, *Geology*, 23, 447-450.

## The Mesorif Suture Zone as part of the Central Atlantic-Alpine Tethys connection during the Jurassic

O.Saddiqi<sup>1</sup> et A.Michard<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Laboratoire Géosciences, Université Hassan II-Casablanca, BP 5366 Maarif, Casablanca, Maroc.

<sup>2</sup>Em. Prof. Université Paris-Sud, 10 rue des Jeûneurs, 75002 Paris, France.

The Mesorif Suture Zone (MSZ) is a puzzling, curved lineament showing a string of serpentinites, metagabbros, metabasalts and associated with oceanic metasediments right in the axis of the Rif external zones (Benzaggagh et al., 2014; Michard et al., 2014). The MSZ, which likely extends eastward up to the Oran Mountains at least, has been regarded so far as a Late Jurassic suture zone derived from an oceanic area coeval with the Alpine Tethys. However, a plagiogranite vein from one of the largest gabbro massifs of the MSZ recently yielded a  $190 \pm 2$  Ma LA-ICP-MS U-Pb zircon date (Michard et al., 2018), older than the  $166 \pm 3$  K-Ar age previously available from the literature. The new, Sinemurian-Pliensbachian age corresponds to the onset of the Central Atlantic spreading (Labails et al., 2010). We then hypothesize that the Mesorif suture zone corresponds to the transported trace of the West African Atlantic margin surrounding the northwestern Moroccan Meseta promontory and connecting with the ENE- trending North African Transform North African transform (Fig. 1). How did this margin connect with the Alpine Tethys in the Rif domain? The Alpine Tethys opened not before 170 Ma (Bajocian) at the earliest (Bill et al., 2001). Remarkably, another curved lineament extends in the Mesorif parallel to the MSZ, characterized by tholeiitic lava flows and/or coeval calcareous breccias (Benzaggagh et al., 2014). In this Mesorif Basalts-Breccias lineament (MBB), the oldest magmatic rocks are pyroclastic layers emplaced by the end of the Oxfordian, and the latest are disrupted basalt flows included in the Upper Tithonian-Berriasian breccias. Thus the magmatic-sedimentary dramatic events recorded by the MBB lineament could be linked to the Late Jurassic activity of the North African transform fault classically connecting the Alpine Tethys with the Central Atlantic. The close association of the MSZ and MBB lineaments suggests that the MSZ gabbros were exhumed from the Central Atlantic margin during the Middle Jurassic in the vicinity of the North African transform. The present-day location and curved shape of both lineaments in the Mesorif would result from the westward Miocene drift of the Alboran Domain between Iberia and Africa (van Hinsbergen et al., 2014).

**Keywords :** Rif - Alpine Tethys - Central Atlantic- Jurassic North African transform - Suture.

### References

- Benzaggagh, M., Mokhtari, A., Rossi, P., Michard, A., El Maz, A., Chalouan, A., Saddiqi, O., Rjimati, E.C., 2014. *J. Geodyn.* 77, 4-21.  
 Bill, M., O'Dogherty, L., Guex, J., Baumgartner, P.O., Masson, H., 2001. *Geol. Soc. Amer. Bull.* 113, 129-143.  
 Labails, C., Olivet, J.L., Aslanian, D., Roest, W.R., 2010. *Earth Planet. Sci. Lett.* 297 (3), 355-368.  
 Michard, A., Mokhtari, A., Chalouan, A., Saddiqi, O., Rossi, P., Rjimati, E.C., 2014. *Bull. Soc. géol. France* 185,313-328.  
 Michard, A., Mokhtari, A., Lach, P., Rossi, P., Chalouan, A., Saddiqi, O., Rjimati, E.C., 2018. *C. R. Geoscience* 350, 299-309.

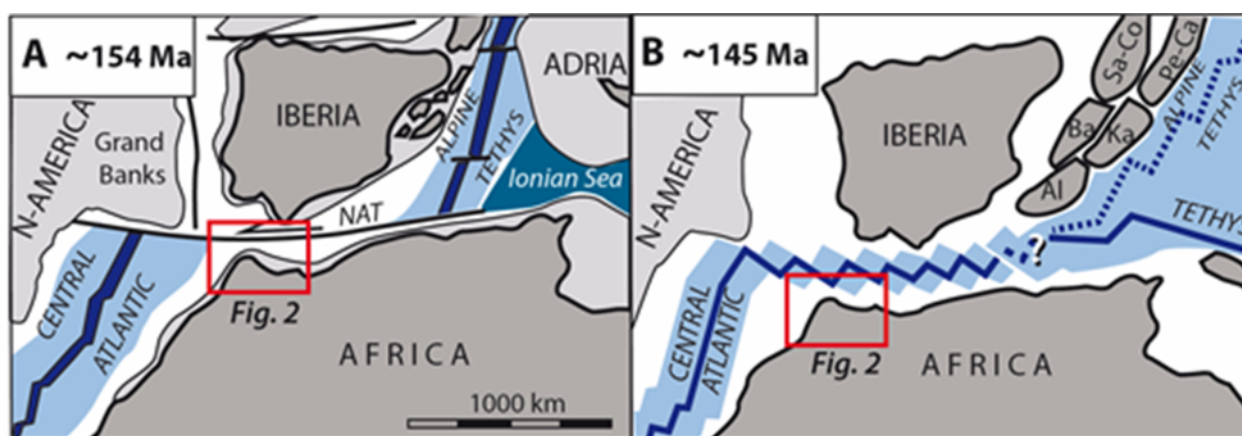
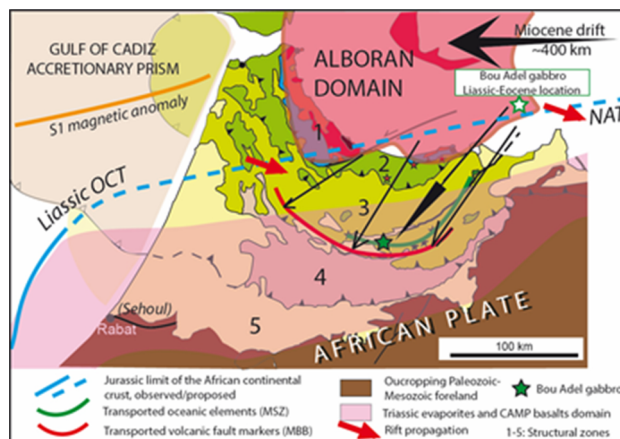


Figure 1. Two models of connection between Central Atlantic and Alpine Tethys, after A, Rosenbaum et al. (2002) and B, Sallares et al. (2011). References in Michard et al. (2018)



**Figure 2.** The Central Atlantic-Alpine Tethys connection (after Michard et al., 2018). 1: Internal zone=Alboran Domain; 2 Maghrebien Flyschs. 3-4: External zones, Intra-rif-Mesorif and Prerif, respectively; 5: Upper Miocene foredeep. The curved segment of the Liassic Atlantic margin would have connected due to rift propagation with the Middle Jurassic North African Transform (NAT) whose transported elements form the Mesorif Basalt-Breccia (MBB) lineament. During the Miocene, the 190 Ma-old Bou Adel gabbro of the MSZ would have reached its present-day location due to the shortening and SW-ward transport of the External Rif accretionary prism.



## Mansourasaurus- A story from the land of Pharaohs and Dinosaurs

H.Sallam

Director of Mansoura University Vertebrate Paleontology Center (MUVP), Department of Geology, Faculty of Science, Mansoura University, Mansoura, Egypt, [sallam@mans.edu.eg](mailto:sallam@mans.edu.eg)

Despite decades of exploration and numerous paleobiogeographic scenarios put forth to characterize Gondwanan and African faunas, the African Late Cretaceous fossil record remains largely unknown and hinders adequate testing of these hypotheses. Here, we report a very rare and by far the most complete nonavian dinosaur from the post-Cenomanian Late Cretaceous (Campanian) of the entire continent of Africa. The close phylogenetic relationship of the new Egyptian dinosaur with other Late Cretaceous Laurasian titanosaurians provides the first unambiguous evidence that clearly demonstrates affinities had indeed existed between northern African and Eurasian faunas, revealing a previously suspected but largely untested biogeographic province.

## Les dépôts plio-pléistocènes du bassin de Beni Fouda à Ain Hanech (Sétif) : Berceau de l'humanité d'Afrique du Nord

M.Sahnouni

National Center for Research on Human Evolution (CENIEH), Spain ;  
Centre National de Recherches Préhistoriques, Anthropologiques, et Historiques (CNRPAH), Algérie ;  
Stone Age Institute & Anthropology Department, Indiana University Bloomington, USA ;

Les Hautes Plaines d'Algérie Orientale se caractérisent par d'importantes formations sédimentaires fluvio-lacustres contenues dans des bassins structuraux formés comme conséquence de l'activité tectonique qui activait dans la région. Ces bassins sédimentaires s'étendent géographiquement de la région de Sétif à l'Ouest jusqu'aux confins algéro-tunisiens à l'Est, et s'échelonnent stratigraphiquement depuis le Miocène moyen jusqu'à l'Holocène. Les dépôts d'âge plio-pléistocène de ces bassins ont livré de nombreux restes fossiles parfois associés à des témoignages archéologiques. Cependant, c'est dans le bassin de Beni Fouda dans la région d'Ain Hanech au nord d'El-Eulma que ces dépôts revêtent tout leur intérêt. En effet, la riche région d'Ain Hanech renferme une longue séquence sédimentaire plio-Quaternaire caractérisée par des niveaux archéo-paléontologiques datés entre 4,0 millions d'années et 6000 ans, témoignant de la période d'avant la première présence humaine en Afrique du Nord et tout au long des subséquentes occupations humaines successives. Les taxons fauniques d'avant la présence humaine comprennent la tortue géante *Centrochelis* et le proboscidiien éteint *Stegodon*. Ceux contemporains des occupations humaines sont plus variés incluant éléphants, hippopotames, rhinocéros, équidés, suidés, grands et petits bovidés, girafidés, carnivores, lagomorphes, et crocodiles. Les artefacts lithiques associés sont de technologie du Mode I (oldowayenne) similaire à celle connue dans les sites à hominidés anciens d'Afrique orientale, incorporant des choppers, polyèdres, sphéroïdes, éclats, et pièces retouchées. Paléoécologiquement, les faunes et les études isotopiques suggèrent un écosystème de savane caractérisé par une ouverture croissante du paysage corrélée avec une aridification progressive à travers le temps. Cette croissante aridification semble avoir eu des effets négatifs sur les possibilités de la recherche de la nourriture par les hominidés. L'âge de la séquence est estimé entre 4,0 et 1,6 millions d'années en se basant sur la magnétostratigraphie, la biochronologie des grands mammifères associés, et la datation par Résonance Paramagnétique Électronique (RPE ou ESR). La richesse et la haute antiquité de ces documents paléontologiques exceptionnels font de la région d'Ain Hanech un haut lieu du début de l'humanité en Afrique du Nord.

## Chellif basin structures from gravimetric potential field

A.Abtout, B.Bouyahiaoui, M.Bendali, B.Neche et H.Boukerbout

*Centre de Recherche en Astronomie, Astrophysique et Géophysique, Alger*

La région du Chélif est considérée comme l'une des zones sismogènes des plus actives de la Méditerranée occidentale. Elle a été le siège de nombreux événements sismiques et particulièrement de deux des séismes les plus destructeurs en Méditerranée occidentale (Orléansville 9 septembre 1954, Ms : 6,7, et El Asnam (ex ; Orléansville) 10 octobre 1980, Ms : 7,3). La ou les failles sur laquelle se sont produits ces séismes n'était pas connues auparavant. Ce bassin englobe trois ensembles ; le bas, le moyen et le haut Chélif. Si les deux premiers sous bassin ont fait l'objet de plusieurs études géophysiques (Abtout et al, 2016 ; Boukerbout et al, 2018), la structure profonde du haut Chélif reste encore mal connu. Alors que de par sa position géographique, à l'extrémité orientale du bassin du Chélif et à la lisière des bassins de la Mitidja et du bassin de Médéa, il représente une clé importante dans la compréhension de la connexion et de la liaison en surface et en profondeur entre ces trois bassins sismogènes.

Le but de ce travail est d'explorer les structures crustales du bassin du haut Chélif et en particulier d'en cartographier les failles à grande profondeur, à partir de nouvelles données gravimétriques et les résultats seront analysés dans le contexte global du bassin du Chélif.

Outre les mesures gravimétriques anciennes provenant de différentes campagnes de mesures, une nouvelle campagne gravimétrique initiée dans le bassin du haut Chélif, a permis la mesure de 1500 nouveau points gravimétriques, avec un espacement régulier de  $\sim 1 \text{ km}^2$  et couvrant une superficie de  $\sim 1500 \text{ km}^2$ . Toutes ces données ont été réduites à la même station de base absolue (Bouzaréah). Les mesures magnétiques proviennent de la campagne de mesures aéroporté exécutée par de Aéro-service en 1970 à une altitude de 150 mètres.

Les deux cartes, anomalies gravimétriques et anomalies magnétiques obtenues à partir de la réduction des mesures gravimétriques et magnétiques montrent une bonne corrélation avec les structures géologiques connues. Les anomalies de courtes longueurs d'onde correspondent aux formations particulières cristallines et aux remontées du socle au niveau de la région de l'Oued Fodda. Les anomalies de grandes longueurs d'onde sont associées aux structures profondes. Au Nord-Ouest, un grand accident délimite le Bassin du Chélif du mont du Dahra.

Le traitement et le filtrage de ces cartes (prolongement, gradient etc....), nous a permis d'élaborer une carte de la distribution des accidents de la région. La profondeur de ces structures est calculées en appliquant une méthode robuste (Boukerbout et al, 2006): La transformée en ondelettes continue. Les profondeurs de ces structures qui atteignent les 8000 mètres dans le bas Chélif, remontent à 3 km dans la partie sud du bassin du bas Chélif.

**Mots clés :** Bas Chélif – Gravimetrie – Aeromagnetisme – Failles

### Références

- Abtout, A., Boukerbout, H., Bouyahiaoui, B., Gibert, D. (2014). Gravimetric evidences of active faults and underground structure of the Cheliff seismogenic basin (Algeria). *Journal of African Earth Sciences* 99, 363-373. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jafrearsci.2014.02.011>.
- Boukerbout, H. & Gibert, D. (2006). Identification of sources of potential fields with the continuous wavelet transform: Two-dimensional ridgelet analysis. *Journal of Geophysical Research*, 111, 1-11.
- H Boukerbout, A Abtout, Dominique Gibert, B Henry, B Bouyahiaoui, MEM Derder (2018) Identification of deep magnetized structures in the tectonically active Chlef area (Algeria) from aeromagnetic data using wavelet and ridgelet transforms. *Journal of Applied Geophysics* 154, 167-181. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jappgeo.2018.04.026>.

## Le Volcanisme tertiaire du nord Algérien et contexte géodynamique : quelques problématiques

F.Ait Hamou<sup>1</sup> et A.F. Afalfiz<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Craag, 63, Route De L'observatoire, Bouzaréah, [farida.aithamou@craag.dz](mailto:farida.aithamou@craag.dz)

<sup>2</sup> Usthb, Bab Ezzouar

La distribution du volcanisme et plus largement du magmatisme Tertiaire de la marge algérienne est étroitement liée aux phases tectoniques majeures de l'orogène maghrébin dont l'Algérie constitue un important tronçon. On observe d'Ouest en Est,

**(1)** En Algérie occidentale, (Oranie), un volcanisme débute au Serravalien par l'émission de laves andésitiques calco-alcalines (entre 14-9 Ma), relayé par des basaltes transitionnels à partir du Tortonien (10 Ma environ) marquant le passage au volcanisme alcalin intraplaque à partir du Pliocène (4 Ma) jusqu'au Quaternaire.

**(2)** Dans la partie centrale, en relation avec les bassins néogènes post-nappes, (Est et Ouest algérois), le volcanisme s'étale entre 15,6 et 9 Ma avec un pointement de lamprophyre date à 5Ma. Ce volcanisme comporte des laves basaltiques, andésitiques à dacitiques et rhyolitiques, d'affinité calco-alcaline, avec localement un caractère potassique. Il est associé au plutonisme (granodiorite de Thenia) et à un cortège filonien (dolérites, lamprophyre, micromonzonites).

**(3)** En Algérie orientale (Jijel, Cap Bougaroun, Annaba, Cap de Fer) le magmatisme comporte principalement des granitoides méta-alumineux et peralumineux d'âge Langhien (16 Ma) associé à un cortège filonien et à des coulées d'andésites, dacites d'affinité calco-alcaline.

Par ailleurs, il est utile de rappeler que ce magmatisme a été précédé par une phase discrète ayant produit des pyroclastites (tuffites) associées à des silexites interstratifiées dans l'Oligo-Miocène Kabyle à Dellys qui semblent constituer quelques indices d'une phase éruptive qui serait la manifestation magmatique la plus précoce connue de la marge algérienne (Aquitanién-Burdigalien 19,4 Ma).

L'évolution spatio-temporelle du volcanisme Cénozoïque (et du magmatisme en général) à l'échelle de la marge algérienne et l'information sur les possibles sources mantelliques et/ou crustales par rapport à leurs contextes tectoniques et géologiques, restent encore mal contraints. Dans ce cadre, un certain nombre de questions sont discutées en relation avec les modèles géodynamiques récemment proposés pour cette partie de la Méditerranée occidentale : mécanismes de subduction et/ou d'amincissement crustal liés aux différentes étapes de la convergence Europe / Afrique.

## Sismicité récente du Nord Algérien et tenseur de contraintes

H. Beldjoudi<sup>1</sup>, A. Yelles-Chaouche<sup>1</sup> et A. Kherroubi<sup>1</sup>

<sup>1</sup> CRAAG. Route de l'Observatoire, B.P. 63, 16348 Bouzaréah, Alger, [h.beldjoudi@craag.dz](mailto:h.beldjoudi@craag.dz) / [hbeldjoudi2@hotmail.com](mailto:hbeldjoudi2@hotmail.com)

La sismicité de l'Algérie est caractérisée par des séismes faibles à modérés, parfois forts. Le séisme d'El-Asnam du 10 octobre 1980 ( $M_s=7.3$ ) reste jusqu'à présent le plus fort séisme enregistré dans la Méditerranée occidentale. Cette sismicité est concentrée dans la partie nord de l'Algérie qui représente le front de collision de la plaque Afrique avec l'Eurasie. Elle est présente d'Est en Ouest, sur le Tell Atlas et la partie off-shore, les hauts plateaux ainsi que la plateforme saharienne. Cette sismicité est superficielle, elle est localisée dans les 20 premiers kilomètres de la croûte terrestre. Depuis l'installation du Réseau National Permanent de Surveillance Sismologique en janvier 2007, plusieurs séismes modérés ont été enregistrés et nous présenterons : (1) Le séisme, de Tadjena, qui s'est produit dans la région du Cheliff sur une faille (Boukadir) située à l'Ouest de la faille d'El Asnam. La faille de Boukadir est de type inverse et a les mêmes caractéristiques que celle d'El Asnam. (2) Le séisme de Béni Ilmane est en fait une séquence sismique de trois séismes modérés de magnitudes de moment sismique respectives ( $M_w = 5.5, 5.1$  et  $5.2$ ). (3) Un troisième séisme modéré de magnitude ( $M_w = 4.1$ ) s'est produit le 22 février 2014, au sud de la région de Boumerdes-Zemmouri, dans la localité de Bordj Menäïel. (4) Un quatrième séisme modéré ( $M_w = 5.0$ ) s'est produit sur la bordure Sud de la Mitidja le 17 juillet 2013. Ce séisme fait partie d'une série de séismes modérés qui ont secoué la région de Hammam Melouane, (5) et Un dernier séisme de magnitude ( $M_w = 5.1$ ) s'est produit dans la localité de M'ziraa (Est de la ville de Biskra), avec un mécanisme au foyer en faille normale orientée E-O, à une profondeur de 36 km, localisé à la transition Atlas saharien et plate forme saharienne. Il a été suivi par une réplique de magnitude ( $M_w = 4.7$ ) en faille normale orientée E-O.

Nous allons aussi présenter les résultats de quelques inversion du tenseur de contraintes pour des régions où se sont produits des séismes modérés, pour cela et d'une manière générale, nous avons utilisé les mécanismes aux foyers disponibles dans chaque région d'étude, en plus des mécanismes aux foyers du séisme, de la séquence sismique concernée, ou bien des répliques. Il s'agit: (1) du tenseur de contraintes dans la région des Babors (Est de l'Algérie). (2) du tenseur de contraintes dans la région du Chélif suite au séisme de Tadjena. (3) du tenseur de contraintes dans la région de Béni-Ilmane suite à la séquence sismique en mai 2010. (4) du tenseur de contraintes dans la région de Beni Haroun (Mila, Est de l'Algérie) suite à une activité sismique induite dans cette région causée par le transfert d'eau d'un barrage vers un autre. (5) et du tenseur de contraintes calculé dans la région de Boumerdes suite au séisme de du 21 mai, 2003. Enfin un tenseur régional global a été calculé pour le Nord d'Algérie.

**Mots Clés :** Mécanisme au foyer, Sismicité de l'Algérie, Sismicité modérée, Tenseur de contraintes

## Le Dahra algérois, une clé pour comprendre le Tell central et les Maghrébides

D.Belhai

*LGGIP, Département de Géologie, FSTGAY, USTHB, Alger, Algérie.*

Au Nord du bassin du Chélif et des massifs à schistosité qu'il renferme et jusqu'à la mer, le massif du Dahra algérois s'allonge sur une centaine de kilomètres d'Est en Ouest et une quarantaine de kilomètres du Nord au Sud, depuis le massif interne de Ténès jusqu'au massif du Chenoua. Il est compris entre les méridiens 1°20' - 2°25' Est et la latitude 36°20' Nord jusqu'en mer Méditerranée. Les terrains appartenant à ce secteur sont surtout d'âge mésozoïque et cénozoïque à affinité tellienne (nappes telliennes et parautochtone) au contact des massifs à schistosité de Miliana et du Chélif (Zaccar, littéré, Doui, Rouina, Témoulga et Lamartine). Ces massifs sont interprétés comme externes, c'est à dire rattachés à la plaque africaine depuis au moins le Trias. D'autres sédiments d'âge mésozoïque (flyschs), sont charriés sur ces nappes telliennes, du Nord vers le Sud, dont l'origine reste controversée.

Ces terrains du Tell septentrional correspondant du point de vue paléogéographique au sillon tellien ou zone (II) de Glangeaud (1932) ont été rangés dans les unités haut telliennes par Wildi (1983). Ce sont les terrains nord telliens couverts par les cartes au 1/50.000 de Ténès, de Damous, de Gouraya, de Cherchell, de Ménaceur (ex.Marceau) et des parties nord de Carnot (El-Abadia), de Oued Fodda, de Miliana et de Hadjout. L'ensemble de cette région constitue le Dahra oriental ou algérois (Lepvrier, 1970) dont les terrains vont du Néocomien au Lutétien supérieur. L'épaisseur de la série est de l'ordre de plusieurs milliers de mètres et les formations du Crétacé inférieur sont de loin les plus puissantes et forment l'essentiel de ce volume affleurant. Outre les formations du Crétacé inférieur-Eocène, il existe le Trias gypseux renfermant des dolomies, des cargneules et des argiles versicolores, ainsi que des roches vertes de type ophitique (Belhai, 1996) dont certaines se sont avérées être des roches ultrabasiques.

Sur la base de l'étude de ces roches ultrabasiques emballées dans le Trias, retrouvées dans la zone de Beni Akil, une nouvelle interprétation paléogéographique est donnée ici avec l'appui de modélisations analogiques réalisées au laboratoire de Rennes I.

**Mots clés :** Dahra algérois, Tell septentrional, flysch, nappes telliennes, roches ultrabasiques

## Evolution Géodynamique du Hoggar depuis l'Archéen à l'Actuel à la lumière de nouvelles données Pétrologiques, géochronologiques et géophysiques

A.Bendaoud

*Faculté des Sciences de la Terre, Géographie et Aménagement du Territoire, USTHB, BP 32, El Alia, 16111, Alger, Algérie, [abendaoud@gmail.com](mailto:abendaoud@gmail.com)*

Le Hoggar, partie algérienne du bouclier Touareg, correspond à une chaîne mobile faisant partie de la ceinture trans-saharienne. Il est bordé à l'Ouest par le Craton Ouest Africain (COA) et à l'Est par le MétaCraton Saharien (McS). Black et al. (1994) ont proposé que le bouclier Touareg était composé de 23 terranes, nombre que Liégeois (2019) a étendu à 25. Ce sont des terranes archéens et/ou paléoprotérozoïques, plus ou moins remobilisés au cours de l'Orogénèse Panafricaine (750 - 550 Ma) et des terranes juvéniles néoprotérozoïques (Black et al., 1994). Ils se sont amalgamés au panafricain par la fermeture de plusieurs paléo-océans suite à des collisions entre des blocs continentaux ou l'accrétion d'arcs insulaires, ou par des mouvements de coulissement le long de méga-shear zones. Sa structuration est liée au rattachement du Gondwana Occidental au Gondwana Central lors de la formation des supercontinents du Gondwana et de la Pannotia.

Cette contribution présente une synthèse des connaissances acquises ces dernières années sur cette portion de croûte. Elle n'a pas pour but de faire une présentation exhaustive et en détails de la géologie du Hoggar, mais plutôt de mettre en exergue certains traits particuliers de ce vaste domaine, et les questions qu'ils posent.

Ainsi, seront discutés : 1- la présence d'un micro-continent Archéo-paléoprotérozoïque dans la partie ouest du Hoggar. Dans cette région est reconnu l'un des métamorphismes de très haute température parmi les plus extrêmes (Ouzegane et al., 2003; Benbatta

et al., 2017a). Des données géochronologiques et pétrologiques montrent que l'évènement orogénique correspondant a duré plus de 150 Ma, entre 2070 et 1920 Ma, avec un pic thermique supérieur à 900°C à 2000 ± 50 Ma. Il est suivi par un important évènement de haute température, contemporain d'un magmatisme intraplaque vers 1800 Ma (Bendaoud et al., 2017; Benbatta et al., 2017b). Un modèle géodynamique est proposé pour cette évolution paléoproterozoïque; 2- la complexité de l'évolution panafricaine, avec, par exemple, la difficulté de définir d'une façon précise les périodes de subduction (Berger et al., 2014; Bruguier et al., 2014), de collision et de phases post-collisionnelles. Ceci en raison de l'existence de plusieurs zones de suture et de la multiplication des périodes de remobilisation. Il apparait même que le dernier évènement orogénique intracontinental, localisé dans le Hoggar oriental a eu un rôle majeur dans la structure actuelle du Bouclier Touareg ; 3- L'évolution phanérozoïque qui se caractérise par la forte influence de l'héritage des structures panafricaines. Notamment la localisation des rifts créacés et le magmatisme intraplaque, dont le volcanisme cénozoïque; 4- enfin, sera mis en exergue l'apport des travaux utilisant le traitement de données géophysiques (gravimétriques, magnétiques et radiométriques) et de l'imagerie satellitales pour apporter d'importantes contraintes sur l'évolution géodynamique de cette région aussi bien panafricaine que post-panafricaine (Boubekri et al., 2015, Zerrouk et al., 2017; Lamri et al., 2016; Amara et al., 2016).

## Références

- Amara, M., Hamoudi, M., Djemai, S., Bendaoud, A., Dufrechou, G., Jessell, W. M., Boubekri, H., Ouzegane, K., Guemmama, M., Machane, D. (2017): New insight of the geological structures and tectonic framework of Ahnet and northwestern part of Tin Zaouatine terranes (western Hoggar, Algeria) constraints from aeromagnetic, gamma ray, and remote sensing data. *Arabian Journal of Geosciences* 09/2017; 10(18),
- Ben El Khaznadji, R., Bendaoud, A., Hichem Boubekri • Mohamed Hamoudi • Amel Benhallou • Faïza Ikhlef-Debabha (2015) : Contexte de mise en place du volcanisme cenozoïque du hoggar : apport de la géophysique et de l'imagerie satellitale - 3ma, Agadir Taroudent; 04/2015
- Benbatta, A., Bendaoud, A., Cenki-Tok, B., Adjerid, Z., Lacène, M., Ouzegane, K. (2017a): Ternary feldspar thermometry of Paleoproterozoic granulites from In-Ouzzal terrane (Western Hoggar, southern Algeria). *Journal of African Earth Sciences* 127, 51-61
- Benbatta, A., Bendaoud, A., Garrido, C., Adjerid, Z., Cenki-Tok, B., Román-Alpiste, M.J., López Sánchez-Vizcaino, V., Bruguier, O., Djemai, S., Ouzegane, K. (2017b): A Complex Paleoproterozoic Evolution of the In Ouzzal Terrane (Hoggar, Algeria) revealed by zircon and monazite Geochronology and P-T path of Al-Fe granulites. 2nd Symposium IGCP 638, Casablanca, Marocco, Nov 7-12, 2017.
- Bendaoud, A., Caby, R., Djemai, S., Bruguier, O., Ouzegane, K., Kienast, J.-R., Deramchi, A., Haddoum, H. 2017. Precambrian evolution of the Tirek terrane (Hoggar, Algeria) : Evidence for the existence of an Archeo-Paleoproterozoic continent in the western part of the Tuareg shield. 2nd Symposium IGCP 638, Casablanca, Marocco, Nov 7-12, 2017.
- Black, R., Latouche, L., Liégeois, J.-P., Caby, R., Bertrand, J.-M., (1994). Pan-African displaced terranes in the Tuareg shield (central Sahara). *Geology* 22, 641-644.
- Boubekri, H., Hamoudi, M., Bendaoud, A., Priezzhev, I., Allek, K. (2015) 3D structural cartography based on magnetic and gravity data inversion – Case of South-West Algeria. *Journal of African Earth Sciences*; Vol 12 (part B):471-484.
- Lamri, T., Djemai, S., Hamoudi, M., Zaheir, B., Bendaoud, A., Ouzegane, K., Amara, M. (2016): Satellite imagery and airborne geophysics for geologic mapping of the Edemba area, Eastern Hoggar (Algerian Sahara). *Journal of African Earth Sciences* 115:143-158.
- Liégeois: J.-P. (2019) : A New Synthetic Geological Map of the Tuareg Shield: An Overview of Its Global Structure and Geological Evolution, in A. Bendaoud et al. (eds.), *The Geology of the Arab World—An Overview*, Springer Geology, [https://doi.org/10.1007/978-3-319-96794-3\\_2](https://doi.org/10.1007/978-3-319-96794-3_2)

## Geochemistry and fluid inclusions studies in NE Algerian MVT Mineralisation

A. Boutaleb<sup>1</sup>, O. Haddouche<sup>2</sup>, D.E. Aissa<sup>1</sup>, O. Kollil<sup>1</sup>, L. Sami<sup>1</sup>, F. Lekbal<sup>1</sup>, H. Ferkous<sup>1</sup>, I. Benhammoud<sup>1</sup>, T. Zerrouki<sup>1</sup> and N. Bouchilaoune<sup>1</sup>

<sup>1</sup>LMMA - FSTGAT - USTHB, Algiers. <sup>2</sup>PhD - Quebec - Canada

The territory of North Algeria (Algerian Maghrebides) is part of the Alpine Metallogenetic Belt within Western Mediterranean part. It was formed during an oblique continental collision between meso-mediterranean terrane and Africa. Metallogenic features of the Algerian alpine chain are strongly linked with major tectonic events reflecting the evolution of Africa-Europe active convergence stages where the meso-mediterranean microplate is thrust away on Africa margin.

The studied area is located in the eastern part of the Tellian over thrust and the Atlas. System. On both domains, more than several hundreds of MVT (Pb-Zn-Ba-F-Sr-Fe) occurrences and deposits are known.

The aim of this contribution is to provide the geochemical data of the Zn-Pb and (Ba-F) mineralizations at "autochthonous domains", in order to determine the origin and evolution of the mineralizing fluids.

The Hodna-Sétifian, Belazma-Aurès and Diapir Zone Mts (HBD), are part of the autochthonous External Zone of the Maghrebide Belt (Durand-Delga and Fontboté, 1980 ; Wildi, 1983). Extending along 500 km E-W and 100 km N-S, the study area is an E-W and NE-SW trending fold belt at the front of the Tellian thrust belt. During the Mesozoic, this Atlasic intracratonic domain was the southern, subsiding, margin and transitional to the Saharian platform trough to the south (Vila, 1980). Several studies have specified geological aspect of this Atlasic domain (Aissaoui, 1985 ; Kazi-Tani; 1986, Bureau 1986; Adoum, 1995; Herkat, 1999; Guiraud, 1990).



This region show NE-SW folded structures related to compressive Late-Eocene event. Mounts), the fold was starting to form at the early in Upper-Eocene and thrusts developed during Tortonian (Guiraud et al., 2015). Sedimentary rocks exposed in the region are represented by Triassic, Jurassic, Cretaceous and Tertiary to Quaternary age.

In the HDB there is large number of polymetallic ore-deposits and showings of Pb-Zn (Ba-F). These mineral deposits occur usually in veins or mineralized fractures and mineralized strata-bound/breccia lens, with classical Mississippi Valley-type (MVT) textures (veins, breccia, disseminate, vugs, colloform, banded and zebra). The paragenesis is simple and includes: sphalerite, galena, pyrite, marcasite, tetradrite, rare chalcopyrite, barite and celestite with a gangue of dolomite, ferroan dolomite, calcite, Fluorite and quartz (Boutaleb, 2001; Haddouche, 2010; Sami, 2011).

The fluid inclusion study was performed on sphalerites, dolomites, calcites, barites, quartz and fluorites from the numerous deposits of HDB zone. The fluid inclusions are primary, pseudosecondary, or secondary in character and generally have two or three phases (L+V and L+V+S or L+V+Oil). Thermometric measurements on fluid inclusions show generally a moderate to high salinity (10 to 29, 92 wt % NaCl equiv). Lower salinity fluid inclusions (<10 wt% NaCl equiv) was also involved in some deposits. The data, also indicate the fluids are relatively with high temperatures and vary from 62 to 160°C.

A combination of geological/gitological and geochemical data was applied to understand better the origin and evolution of the fluid flow system responsible for the formation of polymetallic ore-deposits and showings of HDB zone. Microthermometric and gitological characteristics reflect an epigenetic hydrothermal origin of the mineralization. Mineralized fluids are variable, generally moderate to highly saline (between 10 and 29,92 wt % NaCl equiv) and rich in NaCl et CaCl<sub>2</sub>. The presence and variability of Na<sup>+</sup> and Ca<sup>2+</sup> in the aqueous solutions suggests contamination by dissolution of the host rocks (Triassic gypsum and carbonate formations).

**Key words :** Setifian Hodna Belezma Aurès domain, MVT mineralisation, Fluid inclusions studies

#### References :

- Boutaleb, A. (2001) : Les minéralisations Pb-Zn du domaine Sétifien-Hodna : Géologie, pétrographie des dolomies, microthermométrie et implications métallogénique. Thèse. Doct. D'Etat, USTHB (FSTGAT), Alger. Algérie. 400p.  
 Guiraud, R. (1990) : L'évolution post-triasique de l'avant-pays de la chaîne alpine, d'après l'étude du bassin du Hodna et des régions voisines : Thèse Doct. Sci. Univ. Nice, 259 p. Mémoires n°3, Publ. ONIG, Alger.  
 Haddouche, O., Boutaleb, A., Chamam, M., Ysbaa, S., Hammouche, H., Boubaya, D. (2016): Pb-Zn (Ba) deposits of the oriental Saharan Atlas (North-east of Algérie): distribution, control and implications for mining exploration. Arab J Geosci. DOI 10.1007/s12517-016-2406-x.  
 Haddouche, O., Boutaleb, A., Benhamoud, L. (2014): Contexte structural des minéralisations liées à la bordure nord des Monts des Aurès (NE de l'Algérie) et des régions voisines : Exemple des gisements à Ba-Pb (Zn-Cu) d'Ichmoul et d'Ain Mimoun. Bull. du Service Géologique de l'Algérie. Vol. 25, n°1, pp3 - 19 , 10 fig.  
 Laouar, R., Salmi-Laouar, S., Sami, L., Adrian, J., Kollli, O., Boutaleb, A., Fallick, A-E. (2016) : Fluid inclusion and stable isotope studies of the Mesloula Pb-Zn-Ba ore deposit, NE Algeria: Characteristics and origin of the mineralizing fluids. Journal of African Earth Sciences 121, pp.119-135.

## Contraintes de conductivité électrique sur la structure lithosphérique de la bordure occidentale du LATEA (Hoggar) apportées par les données magnétotelluriques

A. Bouzid<sup>1</sup>, A. Deramchi<sup>1</sup>, S.S. Bougchiche<sup>1</sup>, W. Boukhlouf<sup>1</sup>, Z. Boukhalifa<sup>1</sup>, A. Abtout<sup>1</sup>, A. Bendekken<sup>2</sup> et N. Akacem<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Division Géophysique de Subsurface, CRAAG, BP 63 Route de l'Observatoire, Alger

<sup>2</sup> Unité de recherche de Tamanrasset, CRAAG, BP 32 Tamanrasset

La structure lithosphérique du Hoggar reste assez mal connue à cause du manque de données géophysiques de haute résolution. Ceci a été à l'origine d'un débat controversé sur la structure profonde et la géodynamique de ce massif. Les données magnétotelluriques existantes bien que ne couvrant pas toute la région du Hoggar, elles permettent néanmoins de modéliser la structure lithosphérique de certaines zones clefs avec une assez bonne résolution. En effet, la conductivité électrique de la croûte et du manteau est fortement contrôlée par les conditions thermodynamiques régnant dans les profondeurs ainsi que l'existence de fusion partielle ou de fluides. La magnétotellurique grâce à sa grande profondeur de pénétration et sa forte sensibilité aux anomalies de conductivité constitue un bon outil d'investigation de la structure profonde du Hoggar. Dans ce travail, nous présentons la synthèse des résultats des études magnétotelluriques obtenus sur la bordure ouest du LATEA.

**Mots clés :** LATEA, Hoggar, lithosphère, magnétotellurique.

#### Références

- Caby R (2003) Terrane assembly and geodynamic evolution of central-western Hoggar: a synthesis. *J Afr Earth Sci* 37:133-159  
 Liégeois JP, Latouche L, Boughrara M, Navez J, Guiraud M (2003) The LATEA metacraton (Central Hoggar, Tuareg shield, Algeria): behaviour of an old passive margin during the Pan-African orogeny. *J Afr Earth Sci* 37:161-190. <https://doi.org/10.1016/j.jafrearsci.2003.05.004>

## Permian magmatism at the proximal margin of the Saharan platform revealed by U-Pb zircon and <sup>40</sup>Ar/<sup>39</sup>Ar biotite dating of lamprophyric dolerites in the Tafilalt region (Eastern Anti-Atlas, Morocco)

M.C.Chabou<sup>1</sup>, A.Michard<sup>2</sup>, A.Najih<sup>3</sup>, P.Montero<sup>4</sup>, C.Verati<sup>5</sup>, A.Fekkak<sup>3</sup>, L.Baidder<sup>6</sup>, H.Ezzouhairi<sup>3</sup> et F.Bea<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Ferhat Abbas University, Institut d'Architecture et des Sciences de la Terre, Sétif, Algeria. E-mail : [charaf.chabou@univ-setif.dz](mailto:charaf.chabou@univ-setif.dz)

<sup>2</sup>Em. Pr. Université Paris-Sud, Département des Sciences de la Terre, Orsay, France. E-mail : [andremichard@orange.fr](mailto:andremichard@orange.fr)

<sup>3</sup>Université Chaïb Doukkali, Faculté des Sciences, Département des Sciences de la Terre, El-Jadida, Morocco. E-mails: [amine.najih24@gmail.com](mailto:amine.najih24@gmail.com)

<sup>4</sup>Department of Mineralogy and Petrology. Faculty of Sciences, University of Granada. Granada (Spain)

<sup>5</sup>Université de Nice Sophia Antipolis, GEOAZUR, Sophia-Antipolis, France

<sup>6</sup>Hassan II University, Faculty of Sciences Ain Chock, Geosciences Laboratory, Casablanca, Morocco. E-mail: [lbaidder@gmail.com](mailto:lbaidder@gmail.com)

Numerous mafic dikes, sills and laccoliths crop out in the Tafilalt basin of Eastern Anti-Atlas (Morocco) and are hosted in the mildly folded Ordovician-Viséan series. Recent studies (Benharref et al., 2014; Pouclet et al., 2017) provided details on the petrography, geochemistry and petrogenetic significance of these magmatic intrusions, which are dominantly lamprophyric dolerites and camptonites of sodic-alkaline affinity. However, the age of these rocks is presently unknown since no isotopic dating had so far been made of the Tafilalt dolerites. In the geological map of Morocco, scale 1:200,000, sheet Tafilalt-Taouz (1986), and more recently in the Figure 2 of Toto et al. (2008), they are noted as Triassic-Liassic dolerites, and thus compared to the magmatic intrusions of the huge Central Atlantic Magmatic Province (CAMP). Pouclet et al. (2017) suggest a Devonian-Carboniferous age for the Tafilalt mafic rocks. However, by using a discriminant diagram (Chabou, 2016) based on immobile elements (Zr/Ti vs. Nb/Y), Chabou et al. (2017a, 2017b) stressed that the Tafilalt dolerites do not correspond to the CAMP rocks, neither to the Devonian-Carboniferous intrusions of the surrounding areas (Moroccan Meseta, southern Hoggar). In contrast, the Permian-Norian alkaline magmatism (dolerites and lamprophyres) of Spain (Scarrow et al., 2006 ; Puga et al., 2010) and Nova Scotia (Pe-Piper and Reynolds, 2000) correlate well with the Tafilalt mafic rocks. All these rocks would represent precursors of the CAMP event emplaced at the onset of extension of the thickened Variscan lithosphere. This hypothesis requires to be directly checked by robust isotopic datings. To resolve this issue, we present here the first U-Pb zircon and <sup>40</sup>Ar/<sup>39</sup>Ar biotite dating from the Tafilalt lamprophyric dolerites. Three samples (biotite separates) yielded well-defined <sup>40</sup>Ar/<sup>39</sup>Ar plateau ages of 264.16 ± 2.72 Ma, 262.61 ± 4.5 Ma and 259.04 ± 6.31 Ma whereas <sup>206</sup>Pb/<sup>238</sup>U dating of zircon from a lamprophyric dolerite yielded an age of 255 ± 3 Ma. The ages obtained by <sup>40</sup>Ar/<sup>39</sup>Ar dating of biotite minerals and by U/Pb dating of zircon from the Tafilalt lamprophyric dolerites coincide within the dating error, which indicates that this magmatism occurred in the Late Permian. These geochronological results fully confirm the hypothesis suggested by Chabou et al. (2017a, 2017b).

The geodynamic significance of this Permian magmatism is discussed in the light of these new results.

**Key-words :** U-Pb dating - <sup>40</sup>Ar/<sup>39</sup>Ar dating- Lamprophyric dolerites - Tafilalt.

### References

- Benharref M. et al., 2014. *Notes et Mém. Serv. Géol.* 554 bis, 1-118.  
Chabou M.C., 2016. *1er Coll. Int. Géol. Chaînes Maghrébines, Sétif, Algeria, Abstr. vol.*, 65-68.  
Chabou M.C. et al., 2017a. *First Geol. Congr. ASRO, El-Jadida Morocco Abstr vol* 27-28  
Chabou M.C. et al., 2017b. *First West African Craton and Margins International Workshop.*  
Pe-Piper and Reynolds, 2000. *Can. Mineral.*, 38, 217-232.  
Pouclet A. et al., 2017. *J. Afr. Earth. Sci.* 129, 814-841.  
Puga et al., 2010. *Geol. Acta*, 8, 111-130.  
Scarrow et al., 2006. *Geol. Acta*, 4, 451-459.  
Toto et al., 2008. *Geol. J.* 43, 59-73.

## Néotectonique dans le Tell Atlas: importantes rotations de blocs montrées par le paléomagnétisme dans le bassin de la Mitidja (Algérie)

M.E.M. Derder<sup>1</sup>, H.Djellit<sup>1</sup>, B.Henry<sup>2</sup>, S.Maouche<sup>1</sup>, M.Amenna<sup>1</sup>, R.Bestandji<sup>1</sup>, H.Ymel<sup>1</sup>, S.Gharbi<sup>1</sup>, A.Abtout<sup>1</sup>, and C.Dorbath<sup>3</sup>

<sup>1</sup>C.R.A.A.G., BP 63, 16340 Bouzaréah, Alger, Algeria.

<sup>2</sup>Paléomagnétisme, Institut de Physique du Globe de Paris, Sorbonne Paris, 4 avenue de Neptune, 94107 Saint Maur cedex, France.

<sup>3</sup>Sismologie, École et Observatoire des Sciences de la Terre, Univ. Strasbourg and UMR 7516 CNRS, 67084 Strasbourg cedex, France.

Des travaux paléomagnétiques (Derder et al. 2011 ; Derder et al., 2013) avaient déjà montré l'existence de rotations horaires significatives de blocs tectoniques dans l'Atlas Tellien (bassin néogène du Cheliff). Dans le contexte de la convergence Afrique-Eurasie, ces rotations représentent un nouvel argument en faveur d'un modèle cinématique en transpression avec rotations horaires de blocs (Meghraoui and Pandrelli, 2012). Afin de confirmer ce modèle de déformation à une plus large échelle, une nouvelle étude paléomagnétique a été réalisée sur des échantillons du bassin de la Mitidja (Atlas Tellien), d'âge Mio-Plio-Quaternaire. Ce bassin intra-montagneux est en particulier structuré par deux zones majeures de cisaillement dextre de direction E-W à WNW-ESE. La direction de l'aimantation primaire, obtenue pour 43 des 49 sites échantillonnés, montre que des rotations significatives de blocs tectoniques ont affecté ce bassin depuis 16 Ma. Les zones, situées entre les structures majeures E-W à WNW-ESE, présentent des rotations horaires cohérentes (de 48° d'amplitude en moyenne) de grands blocs, qui avaient été compartimentés par des failles secondaires associées NE-SW senestres. Le long des zones majeures de cisaillement, de petits blocs, résultant de la fragmentation de l'extrémité de ces grands blocs, montrent des rotations d'amplitude variée, dont certaines sont très importantes. L'ensemble des rotations dans le bassin, de même sens que celles précédemment mises en évidence dans le bassin du Cheliff, sont interprétées comme résultant d'une néotectonique « bookshelf » dans l'Atlas Tellien, liée à la convergence Afrique-Eurasie. Dans ce contexte tectonique, la déformation régionale par un mécanisme de rotation horaire, avec jeu cisailant associé, semble prédominante.

**Mots clés :** Rotations de bloc tectonique, Bookshelf, Tell Atlas, Paléomagnétisme, Néotectonique, Convergence Afrique-Eurasie

### Références

Meghraoui, M. and S. Pandrelli 2012. Active faulting and transpression tectonics along the plate boundary in North Africa. *Ann. Geophys.* 55, 5, 2012

Derder, M.E.M., B. Henry, M. Amenna, B. Bayou, S. Maouche, J. Besse, A. Abtout, H. Boukerbout, M. Bessedik, S. Bourouis and M. Ayache, M. 2011. Tectonic Evolution of the Active "Cheliff" Basin (Northern Algeria) from Paleomagnetic and Magnetic Fabric Investigations. In *New Frontiers in Tectonic Research at the Midst of Plate Convergence* Intech Publisher book, pp: 3-26, Intech Publisher, ISBN 978 953 307 594 5.

Derder, M.E.M., B. Henry, S. Maouche, M. Amenna, B. Bayou, J. Besse, J.M. Bessedik, D. Belhai and M. Ayache 2013. Transpressive tectonics along a major E-W crustal structure on the Algerian continental margin: block rotation revealed by paleomagnetic investigations. *Tectonophysics.* 593: 183-192.

## De la pétrographie des roches métamorphiques à leur modélisation thermodynamique : Exemples de roches à cordiérite-orthoamphibole des Pyrénées (France) et de l'anatexie crustale autour d'un complexe granitique varisque du Maroc

Y.Driouch<sup>1</sup>, M.Dahire<sup>1</sup>, M.El Abouyi<sup>1</sup>, S.Duchène<sup>2</sup>, A.Ntarmouchant<sup>1</sup>, L.Kriegsman<sup>3</sup>, M.Belkasm<sup>1</sup> et P.Debat<sup>2</sup>.

<sup>1</sup>Département de Géologie. Laboratoire LGRN. Université Mohamed Ben Abdellah. Faculté des Sciences Dhar El Mahraz. B.P. 1796. Fès-Atlas. Fès. Morocco, [youssef.driouch@usmba.ac.ma](mailto:youssef.driouch@usmba.ac.ma), [ydriouch@gmail.com](mailto:ydriouch@gmail.com)

<sup>2</sup>Laboratoire GET, Université Paul Sabatier. Toulouse, CNRS, IRD, OMP, 14 Avenue Edouard Belin, 31400 Toulouse, France.

<sup>3</sup>NCB Naturalis, Geology, Leiden, Netherlands.

En pétrologie métamorphique, les méthodes classiques de traitement des roches métamorphiques comprenant les études pétrographiques et minéralogiques, les diagrammes de relations de phases classiques ou adaptés ; les grilles pétrogénétiques et les techniques de géothermobarométrie restent utiles et nécessaires. Elles sont complétées, depuis deux décennies environ, par l'utilisation de logiciels, basés sur des modèles de minimisation de l'Énergie Libre de Gibbs pour construire des pseudosections modèles dans lesquelles les paragenèses métamorphiques occupent des espaces PT bien délimités. La comparaison avec les données chimico-minéralogiques des échantillons permet alors une meilleure précision des conditions PT de l'équilibre des phases minérales observées.

Deux exemples permettent d'appréhender simplement la méthodologie utilisée en mettant le point sur l'importance des études pétrographiques minutieuses, préalable à tout traitement logiciel des données.

### Les roches à Crd-Oam du complexe de Gavarnie

Le dôme métamorphique varisque de Gavarnie (Hautes Pyrénées, France) englobe une petite enclave, 1 m<sup>3</sup>, à cordiérite-orthoamphibole (Crd-Oam) où l'holotype de la gédrite a été défini en référence au village de Gèdre. Contenue dans un granite

anatectique, elle exhibe une association minéralogique unique : cordiérite (Crd) + gedrite (Ged) + biotite (Bt) + staurotide (St) + garnet (Grt) + spinelle (Spl) + corindon (Crn) + ilmenite (Ilm) + sulfures (Sul) et tourmaline (Trm), mais sans quartz (Qtz), feldspaths et aluminosilicates.

Cette enclave a enregistré une succession de réactions métamorphiques déduites des relations texturales et équilibrées en utilisant la méthode du bilan de masse basée sur une stœchiométrie idéale des phases minérales à partir de leurs compositions réelles mesurées. 1) Développement local de  $Crd+Oam+Ilm\pm Grt$  aux dépens de la biotite  $Bt + SiO_2 = Oam (Ged+Ath) + Crd + Ilm + K_2O + H_2O$  et  $Bt = Ged + Grt + Crd + Ilm + K_2O + H_2O$ ; 2) Développement massif de coronites à  $Crd\pm Ilm\pm Grt$  autour du staurotide :  $Bt + St + SiO_2 = Crd + Ilm + K_2O + H_2O$ ;  $Bt + St + SiO_2 = Grt + Crd + Ilm + K_2O + H_2O$ ,  $Ged + St + SiO_2 = Crd \pm Ilm + H_2O$  and  $Ged + St = Grt + Crd + Ilm + H_2O$ ; 3) décomposition isochimique de la staurotide  $St = Crd + Spl + Crn + V$ . durant l'anatexie et au cours du refroidissement des migmatites et des granites anatectiques.

Le calcul des bilans de masse montre que les réactions ont pris place dans un système ouvert avec apport de silice et départ de  $K_2O$ . Les pseudosections calculées pour des compositions spécifiques permettent de préciser les conditions PT pour chaque étape de l'évolution définissant ainsi un chemin PTt horaire depuis des conditions de HT (700-730°C) lors d'une phase de décompression (5.5 à 3.3 kbar).

### L'anatexie crustale autour d'un complexe granitique

Autour du complexe granitique d'Ahouli Mibladen (Meseta orientale ou oranaise) se développe une zone d'anatexie crustale formée de métatexites et de diatexites. La fusion des pélites originelles puis la cristallisation des magmas anatectiques s'accompagnent de la formation, entre autres, de grenats et de cordiérites dont l'étude pétrographique et minéralogique permet de traquer les magmas anatectiques depuis leur sources, 6 Kb et 850°C, jusqu'à leur mise en place finale (3 Kb et 630°C). Ces conditions sont obtenues en combinant les relations de texturales, les variations chimiques dans les phases minérales, notamment peritectiques, et la modélisation thermodynamique de la fusion partielle.

**Mots clés :** Métamorphisme, Modélisation, Roches à cordiérite-orthoamphibole, Anatexie crustale, Pseudosection.

### Références :

**Driouch et al., 2017:** the cordierite-orthoamphibole rocks of the Variscan dome Gavarnie-Gèdre-Héas: The Gedrite of Gèdre. *The Canadian Mineralogist*. Vol. 55, pp. 245-281

**El Abouyi et al.** Crustal anatexis in the Ahpouli-Mibladen Variscan granitic complex: A window into the middle crust below the Moroccan Variscan massif. Submitted.

**Connolly JAD, Pettrini K., 2002:** An automated strategy for calculation of phase diagram sections and retrieval of rock properties as a function of physical conditions. *Journal of Metamorphic Petrology* 20:697-708.

## La société Géologique d'Afrique : 50 ans d'expérience : État des lieux et défis à venir

Y.Driouch<sup>1</sup>, K-M.Addel Maksoud<sup>2</sup>, G.Okunlola<sup>3</sup> and T.Abou Alam<sup>4</sup>

<sup>1</sup> GSAf Vice President for Northern Africa. Mohamed Ben Abdallah University Faculty of sciences Dhar El Mehraz. Geology department B.P. 1796. Fez Atlas. Fez. Morocco. [youssef.driouch@usmba.ac.ma](mailto:youssef.driouch@usmba.ac.ma)

<sup>2</sup> GSAf Councillor for northern Africa. Institute of African Research and Studies, Cairo University. Egypt [kholoud.mohamedali@gmail.com](mailto:kholoud.mohamedali@gmail.com)

<sup>3</sup> GSAf president. Department of Geology, University of Ibadan. Nigeria. [gbengaokunlola@yahoo.co.uk](mailto:gbengaokunlola@yahoo.co.uk)

<sup>4</sup> GSAf Editor The University of Tromsø – The Arctic University of Norway. [tamerabualam@yahoo.com](mailto:tamerabualam@yahoo.com)

La société Géologique d'Afrique (GSAf) a été créée en 1973 à Addis-Ababa (Éthiopie) pour construire, encourager et accompagner les collaborations et les coopérations géoscientifiques à travers tout le continent. Ses objectifs principaux sont : i) promouvoir les sciences de la Terre et améliorer les standards liés à l'enseignement et à la recherche scientifique ; ii) fournir les plateformes et forums de discussions pour partager et analyser l'information à travers tout le continent entre scientifiques, associations et institutions actant dans le domaine de la Géologie et des ressources associées ; iii) promouvoir le développement et la gestion durables des ressources continentales ; iv) améliorer les évaluations et la gestion des risques naturels.



La GSAf est une organisation affiliée à l'IUGS (International Union of Geosciences), à la Geological Society of America (GSA) et à l'American Geoscience Institute (AGI). Elle travaille aussi au sein de différentes organisations et de groupes techniques comme partenaire d'expertise. Elle est engagée dans l'aide aux décisions et dans la définition des stratégies adéquates dans les secteurs liés aux géosciences. Les organisations avec lesquelles nous travaillons directement sont : UNESCO/IUGS pour l'enseignement et la recherche en géosciences ; l'Union Africaine (AU), la commission économique Africaine (UNECA) pour la gestion durable des ressources minérales en Afrique, l'ACP (African-Caribbean Secretariat, Brussels) ; La commission européenne (EC, Bruxelles) et la Fédération Européenne des Géologues (EFG). La GSAf est aussi membre des comités directeurs Afro-Européen du Système d'Observation des Géoressources (African- European Georesources Observation System ; AEGOS) et du réseau africain de l'information géoscientifique (Geoscience Information in Africa-Network, GIRAF). La GSAf manage aussi, en collaboration avec l'UNESCO, le programme ANESI (African Network of Earth Sciences Institutions).

La GSAf appelle à une gestion durable des ressources du continent ; à l'importance de la formation des jeunes géologues africains et souligne la nécessité pour les pays développés de considérer l'Afrique comme un partenaire avec lequel traiter d'égal à égal plutôt qu'un continent en continuel besoin d'aide.

Depuis quelques années, les échanges entre pays africains croissent considérablement. C'est notamment le cas pour les échanges et les collaborations académiques et scientifiques. Nos étudiants, nos enseignants-chercheurs et nos professionnels sont de plus en plus mobiles. Cela révèle un grand potentiel de croissance des activités humaines et industrielles liées à la géologie.

Dans cette optique, nos futurs défis sont de : i) consolider et d'améliorer nos standards liés à l'éducation et à la recherche, cela incombe en premier chef aux acteurs académiques ; ii) d'élargir davantage les plateformes de communication entre géologues et entre institutions publiques ou privées ; iii) de préserver nos géosites et nos patrimoines géologiques et iv) d'améliorer et assurer la gestion des géoressources et de leurs retombées sociales pour un développement durable. Cela, dans le but de donner à l'Afrique et aux peuples africains indépendance et prospérité.

Le colloque de Géologie Africaine (CAG) est une manifestation scientifique organisée toutes les deux années dans l'une des institutions des cinq régions d'Afrique sous l'égide et le parrainage de la GSAf. Elle est externalisée occasionnellement hors du continent. L'assemblée générale de la GSAf tenue le mois de juillet 2018 à Aveiro au Portugal a assignée à l'Université de Fès (Maroc) l'organisation sa 28<sup>ème</sup> édition. Géologues de tous les horizons, institutions académiques ou privées, associations et organisations nationales, régionales ou internationales sont appelés à présenter et à discuter leurs résultats scientifiques et leurs analyses et visions stratégiques dans tous les domaines des Géosciences. Notre leitmotiv sera : « Une éducation et un développement scientifique équitables et durables de l'Afrique avec les géoscientifiques comme partenaires incontournables »

Rendez-vous est pris pour la fin septembre 2020 à Fès ou vous serez les bienvenus

Pour plus d'infos et pour devenir membre de la GSAf, suivez le lien : <http://gsafr.org/>

---

## Recent Improvements in Seismic Hazard Modelling in the Maghrebides Region

M.Hamdache<sup>1</sup>, J. Pelaez<sup>2</sup>, A. Yelles-Chaouche<sup>1</sup>, R. Monteiro<sup>3</sup>, M. Marques<sup>4</sup>, J.M. Castro<sup>4</sup>, H.Beldjoudi<sup>1</sup> et A. Kherroubi<sup>1</sup>

1 CRAAG, BP 63, 16348 Bouzareah, Algeria, [m\\_hamdache@hotmail.com](mailto:m_hamdache@hotmail.com) and [m\\_hamdache@craag.dz](mailto:m_hamdache@craag.dz)

2 Department of Physics, University of Jaén, Spain

3 University School of Advanced Studies IUSS Pavia, Italy,

4 Universidade do Porto, FEUP, Faculdade de Engenharia, Porto, Portugal.

[m\\_hamdache@hotmail.com](mailto:m_hamdache@hotmail.com) and [m\\_hamdache@craag.dz](mailto:m_hamdache@craag.dz)

Regions with a significant percentage of non-seismically designed buildings and limited urban planning are particularly vulnerable to seismic hazard. Recent seismic activity in Algeria, particularly during the last 50 years, has been characterized by several damaging earthquakes. In particular, the El Asnam region (now Cheliff) suffered the most destructive and damaging earthquakes recorded in northern Algeria. There were the earthquakes of 9 September 1954 (MW6.8) and 10 October 1980 (MS 7.3). The most significant recent event was the 21 May 2003 (MW 6.9) earthquake, in Zemmouri, located approximately 50 km to the northeast of Algiers, the capital of Algeria. It is generally accepted that seismic hazard values, by analyzing the most energetic seismicity and its spatial distribution, are an important tool to provide design engineers and planners with critical information on earthquake-prone areas and their seismic potential. Therefore, the interest of the scientific community in Seismology and Seismotectonics of Algeria is steadily increasing, especially with regard to the mitigation of the impact of destructive events and the seismic risk assessment of urban areas.

In this context, the EU-funded project "Improved Tools for Disaster Risk Mitigation in Algeria" (ITERATE) aims at seismic risk



mitigation in Algeria, leading to updates in the seismic design regulations. This work, as a stage of the whole project, will address a number of proposed developments and considerations made towards a further improvement of the component of seismic risk related to the probabilistic quantification of earthquake hazard. In specific, an updated earthquake catalogue (until December 2017) homogenized to moment

magnitude is used. A declustering procedure is employed, and its final Poissonian character is analysed. Furthermore, and for some specific sites, Algiers, Oran and Blida cities, a detailed probabilistic seismic hazard analysis is carried out. The obtained results are presented in terms of different ground motion parameters, i.e., PGA, spectral acceleration for different oscillation periods and uniform hazard spectra for different return periods.

Moreover, seismic disaggregation for different oscillation periods is performed to derive the contribution of the different scenarios. Artificial accelerogram compatible to specific design spectra as the one proposed by the Eurocode8 (type I) have been generated for different return periods, which allow us to analysis the amplification and site effects at specific sites by using some geotechnical boreholes.

**Keywords:** Peak ground acceleration, spectral acceleration, Uniform Hazard Spectra, Disaggregation, Earthquake design, site effect, Northern Algeria, ITERATE project.

---

## Suture(s) and major shear zones in the Neoproterozoic basement of Egypt

Z.Hamimi<sup>1</sup> et M.A. Abd El-Wahed<sup>2</sup>

<sup>1</sup> *Department of Geology, Faculty of Science, Benha University, Benha 13518, Egypt*

<sup>2</sup> *Geology Department, Faculty of Science, Tanta University, Tanta 31527, Egypt*

The Arabian-Nubian Shield (ANS), the northern extension of the East African Orogen (EAO), consists of a number of amalgamated island-arc tectonic terranes, separated along suture zones, major shear zones and cryptic major high strain zones. The Allaqi-Heiani-Oneib-Sol Hamid-Yanbu Suture separates the Eastern Desert-Midyan terrane from the Gabgaba-Gebeit-Hijaz terrane. The latter terrane juxtaposes Haya-Jiddah terrane along the Nakasib-Bir Umq Suture which is the longest ophiolite-decorated shear zone all over the ANS. The Haya-Jiddah terrane is separated from the Nakfa-Asir terrane along Baraka-Al-Damm Fault Zone. The previously mentioned Hijaz-Jiddah-Asir borders the continental Afif terrane through the Hulaifa-Ad-Dafinah-Ruwah sinistral transpressional zone. Ad-Dawadimi and Ar-Rayyan terranes occupy the eastern part of the Arabian Shield, being separated from the Afif terrane and from each others along the Halaban and Al-Amar Sutures. The smallest terrane in the ANS is the Ha'il terrane.

This work reviews some of the major shear zones existed inside the Eastern Desert of Egypt (The Egyptian Nubian Shield; ENS). It addresses also the Allaqi-Heiani Suture which is regarded as the western segment of the enormous arc-arc Allaqi-Heiani-Oneib-Sol Hamid-Yanbu Suture Zone. The shear zones are dealt with through two main groups; syn-accretion- and post-accretion shear zones. The first group is manifested by the NNE-oriented Hamisana Shear Zone, whereas the second group is typified by the Najd-related NW-trending Shear Zones, such as Hodein-Karite-, Nugrus- and Atallah-Shear Zones, as well as by the relatively younger ENE- (to E-) trending shear zones and shear belts, such as Mubarak-Barramiya Shear Belt and Abu Dabbab Shear Zone. The shear zone-related mineralizations (particularly gold) is dealt in the last section.

---

## A Glimpse at the history of seismology in Algeria

A.Harbi<sup>1</sup>, A.Sebaï<sup>1</sup> et M.S.Boughacha<sup>2</sup>

<sup>1</sup> *CRAAG. Route de l'Observatoire, B.P. 63, 16348 Bouzaréah, Alger*

<sup>2</sup> *Département de géophysique, Université des Sciences et de la Technologie Houari Boumediene*

Algeria being an earthquake-prone area, makes seismology has a long tradition in the country, stretching back over three centuries. This paper presents a quick overview on the development of seismology in Algeria from the first written records of seismic event in the fourteenth century up to the monitoring of earthquakes and modern, and historical seismological studies nowadays. We particularly focus on the important milestones on the way of progress of seismology in Algeria and present a summary on what has been achieved so far in seismology research and education.

## Evidence of Tsunamigenic Sources along the Algerian Margin

A.Kherroubi<sup>1</sup>, A. K. Yelles<sup>1</sup> et H. Beldjoudi<sup>1</sup>

<sup>1</sup> CRAAG. Route de l'Observatoire, B.P. 63, 16348 Bouzaréah, Alger, [a.kherroubi@craag.dz](mailto:a.kherroubi@craag.dz); [aziz\\_kherroubi@yahoo.fr](mailto:aziz_kherroubi@yahoo.fr)

During its history, Algeria experiences some Tsunamigenic events which remain rare as they are linked to the occurrence of strong coastal events (Yelles-Chaouche, 1991). Some reports mention a tsunami related to the destructive event of Algiers in 1365 (Ibn Khaldoun, 1369), the first well documented event remains the Djidjelli tsunami of August 21-22th 1856 (Rothé, 1950; Ambraseys, 1982, Benhallou 1985). It happened to have been triggered by a strong earthquake which hits the region at that time.

During the recent (instrumental) period, two tsunamigenic events attracted our attention as they are the first ones recorded by instruments. The first recorded tsunami occurred after the El Asnam event of October 10th, 1980 Ms: 7.3. At that time, the earthquake, although 60 km away from the coast, has triggered a weak tsunami felt in the southeastern region of Spain (Soloviev et al., 1992, Benouar, 1994). The second tsunami, the more recent, is the tsunami of Boumerdes of May, 21st, 2003. This event, one of the most important in the western Mediterranean region for the last century, was generated by an earthquake of magnitude Mw=6.8 that occurred on the offshore reverse fault of Zemmouri (Yelles et al., 2003; Deverchere et al., 2005, Kherroubi et al., 2017). Effects of this tsunami were felt in the whole western Mediterranean region and especially along the Balearic coasts (Alasset, 2006). The Boumerdes tsunami demonstrated for the first time the high potential of the Algerian margin for tsunami generation.

## The Oued Amizour (NE Algeria) Miocene igneous rocks and related sulphide mineralisation: Petrology, geochemistry and stable isotope studies

R.Laouar<sup>1,5</sup>, A.Lekoui<sup>2</sup>, T.Bouima<sup>3</sup>, S.Salmi-Laouar<sup>1</sup>, S.Bouhlel<sup>4</sup>, N.Abdallah<sup>5</sup>, A-J. Boyce<sup>6</sup> and A-E. Fallick<sup>6</sup>

<sup>1</sup> Département de Géologie, Faculté des Sciences de la Terre, Université Badji-Mokhtar Annaba, Algeria. [rabahlaouar@yahoo.fr](mailto:rabahlaouar@yahoo.fr), [ssalmit@yahoo.fr](mailto:ssalmit@yahoo.fr)

<sup>2</sup> Département des Sciences de la Terre, Université Mohamed Seddik Ben Yahia, Laboratoire de génie géologique Jijel, [lekouim@yahoo.fr](mailto:lekouim@yahoo.fr)

<sup>3</sup> Institut d'Architecture et des Sciences de la Terre, Université Farhat Abbas Sétif, 19000 Sétif, Algeria. [tbouima@yahoo.fr](mailto:tbouima@yahoo.fr)

<sup>4</sup> Mineral Resources Team, LRM2E, Geology Department, Faculty of Sciences, University Tunis El Manar, Tunisia. [salah.bouhlel@fst.rnu.tn](mailto:salah.bouhlel@fst.rnu.tn)

<sup>5</sup> Laboratoire de Géodynamique, Géologie de l'Ingénieur et Planétologie, F.S.T.G.A.T., USTHB, BP. Algiers, Algeria. [a\\_nachida@yahoo.fr](mailto:a_nachida@yahoo.fr)

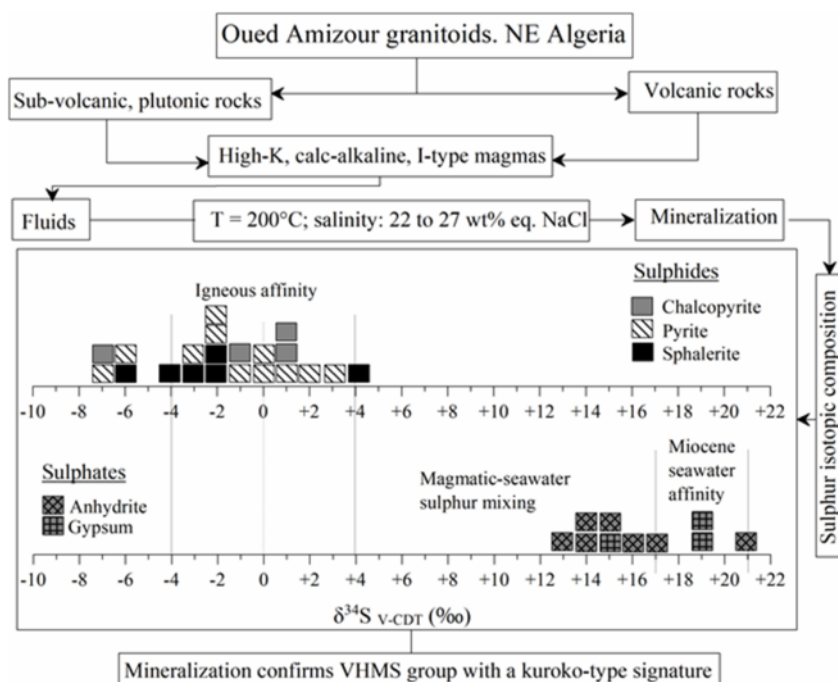
<sup>6</sup> Isotope Geosciences Unit, S.U.E.R.C., East Kilbride, Glasgow G75 0QU, Scotland, UK. [a.boyce@suerc.gla.ac.uk](mailto:a.boyce@suerc.gla.ac.uk), [Anthony.Fallick@glasgow.ac.uk](mailto:Anthony.Fallick@glasgow.ac.uk)

The Oued Amizour granitoids of North Africa were studied in order to assess the role of magma processes in the formation of the large Zn-deposit in the region. Access to material from a ~800 m drillhole cutting the entire igneous succession greatly facilitated the investigation. The rocks reveal, from the top to the bottom, two distinct lithologies: volcanic, mainly pyroclastic rocks and sub-volcanic microgranitic - plutonic granodioritic rocks. Both lithologies were subject to hydrothermal alteration. The boundary between the two lithologies is marked by a massive, ~10 m thick anhydrite layer. The geochemistry of these rocks shows that they are intermediate to felsic in composition and exhibit high-K to shoshonitic calc-alkaline features with I-type signature. The negative Eu, Sr and Nb anomalies and the high LILE and LREE enrichment observed in the whole igneous suite indicate that the various volcanic and plutonic rocks are genetically related. The granitoids are considered to have formed under post-collisional geotectonic regime during the Miocene, similar to those described in the Alpine Belt of northern Africa.

The main sulphide mineralisation is dominated by sphalerite with rare marcasite, melnikovite, galena and minor but ubiquitous pyrite. The sphalerite ore body of about 20 to 30 m thick is hosted by hydrothermally altered andesite breccias and volcanic tuff, between the anhydrite layer at the base and the volcanic pile at the top. Replacement, colloform and open space filling are the main ore texture patterns which indicate hydrothermal processes throughout successive percolation phases.

$\delta^{34}\text{S}$  of sulphides (sphalerite, pyrite and chalcopyrite) vary between -7.2‰ and +4.5‰ (n=22; mean = -1.3‰), suggesting that magmatic fluids have played a major role in the formation of the Oued Amizour Zn-deposit. However,  $\delta^{34}\text{S}$  of sulphates (anhydrite and gypsum) which are isotopically heavier ranging between +13.2‰ and +20.6‰ (n = 10; mean = +16.3‰), likely reflect mixing between Miocene seawater sulphate and magmatic sulphur. Fluid inclusion microthermometric measurements on anhydrite and gangue calcite yield a mean temperature of ~200 °C and salinity between 22.3 and 26.6% eq. NaCl. Calcite  $\delta^{18}\text{O}_{\text{V-SMOW}}$  varies between +11.2 and +20.2‰ (n = 12, mean = +16.7‰) and  $\delta^{13}\text{C}_{\text{CV-PDB}}$  varies between -3.7 and -11.0‰ (mean = -7.8‰). These results confirm the magmatic origin of the mineralising fluids, with a marked contribution of seawater, for precipitation of the Oued Amizour Zn mineralisation. Low  $\delta^{13}\text{C}_{\text{CV-PDB}}$  could, however, be attributed to the contribution of carbon from unconsolidated mudstones and/or magmatic carbon. The observed data on the Oued Amizour Zn deposit show that the mineralisation is part of VHMS group with a Kuroko-type signature.

**Keywords:** igneous rocks; calc-alkaline; Zn-deposit; hydrothermal alteration; stable isotopes; Oued Amizour.



## Une nouvelle nomenclature du Quaternaire du nord de l'Algérie Apports de la tectonique active, géomorphologie, paléontologie préhistoire, paléosismologie, paléoclimatologie et paléomagnétique

M.Meghraoui<sup>1</sup>, A.Nedjari<sup>2</sup>, S.Maouche<sup>4</sup>, Y.Chaïd-Saoudi<sup>3</sup>, S.Bagdi-Issaad<sup>1,2</sup> et M.Derder<sup>4</sup>

<sup>1</sup> EOST-IPG Strasbourg

<sup>2</sup> FSTGAT-LGBSO-USTHB

<sup>3</sup> Institut d'Archéologie, Univ. Alger 2- LGBSO- USTHB

<sup>4</sup> CRAAG

L'Atlas du Tell en Algérie est caractérisé par plusieurs bassins sédimentaires plio-quaternaires dont le Chéelif, la Mitidja et le bassin de Constantine. L'épaisseur des dépôts marins et continentaux quaternaires peut atteindre plus de 500 m. De récents travaux de recherche, thèse et master basés sur des investigations de terrain en tectonique active, géomorphologie, paléosismologie, géotechnique et en paléoclimatologie apportent de nouvelles données sur le Quaternaire du nord de l'Algérie. Des datations de vertébrés, microfaunes et isotopiques associées à des études stratigraphiques fines permettent de proposer une nouvelle nomenclature des séries stratigraphiques quaternaires (Chéelifien, Sahélien, etc ...). Des corrélations notamment le long des zones côtières entre les niveaux marins et continentaux (bassins quaternaires de la Mitidja et de l'Habra-Chéelif) montrent une succession continue depuis le Pléistocène inférieur jusqu'à l'Holocène.

Les périodes glaciaires et interglaciaires marquées par les régressions principales et développement de zones lacustres depuis le Pléistocène moyen (~1 Ma) illustrent les épisodes sédimentaires des zones de dépôts. L'apport des travaux de recherches en paléontologie-préhistoire et en géomorphologie-paléosismologie apportent de précieuses indications avec des datations isotopiques sur la stratigraphie et répartition des dépôts du Pléistocène et Holocène et leur correspondance par rapport aux faciès culturels du paléolithique et du néolithique. Une synthèse des travaux multidisciplinaires sur le Quaternaire de l'Atlas du Tell en Algérie est proposée afin de permettre une comparaison au niveau des cycles continentaux et marins à l'échelle du Maghreb.

**Mots-clefs :** Bassins sédimentaires, Algérie, Atlas tellien, Quaternaire, Chronostratigraphie, Biostratigraphie.

## Polyphase folding of the Zaian Mountains, Central Moroccan Meseta, revisited

A. Michard<sup>1</sup>, H. Ouanaïmi<sup>2</sup>, C. Hoepffner<sup>3</sup>, L. Baidder<sup>4</sup>, Soulaïmani<sup>5</sup> et A. Lahfid<sup>6</sup>

<sup>1</sup>Em. Prof. Université Paris-Sud, Paris, France.

<sup>2</sup>ENS/Faculty of Sciences Semlalia, Cadi Ayyad University, Marrakech, Morocco.

<sup>3</sup>Honorary Prof. Mohamed V University, Rabat, Morocco.

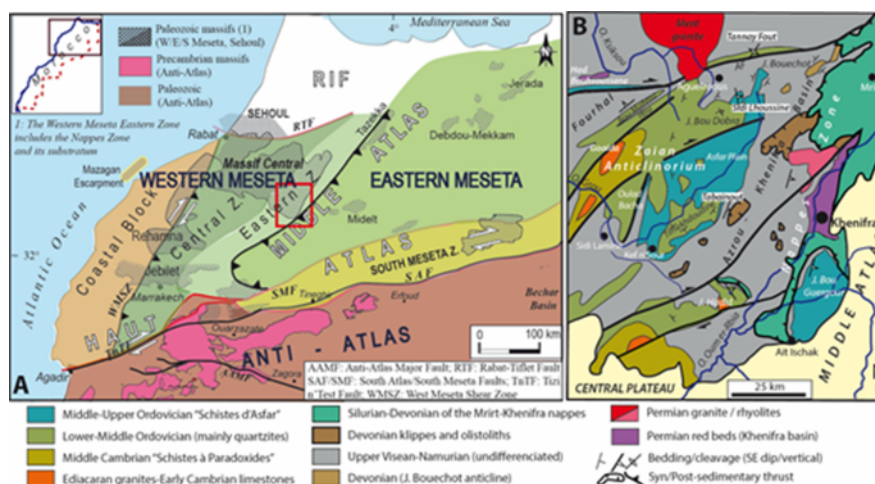
<sup>4</sup>Geosciences Laboratory, Hassan II University, Casablanca, Morocco.

<sup>5</sup>Faculty of Sciences Semlalia, Cadi Ayyad University, Marrakech, Morocco

<sup>6</sup>Bureau de Recherches Géologiques et Minières, Orléans, France.

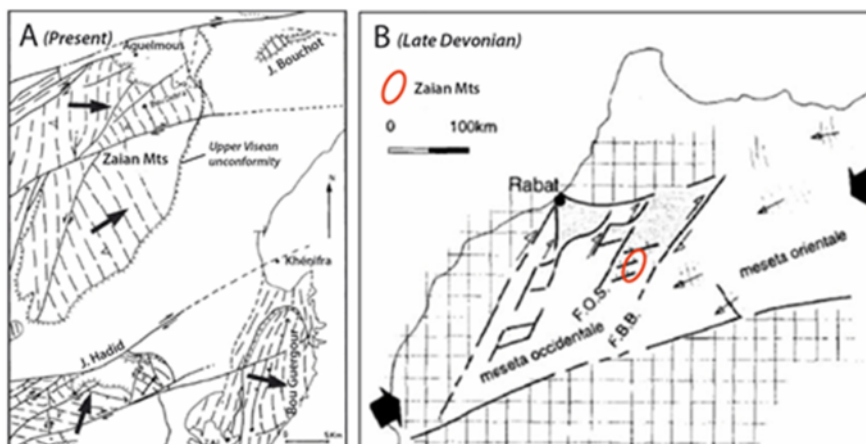
The Variscan orogeny formed two distinct fold-thrust orogenic belts along the NW margin of Gondwana, i.e., the Mauritanides and the Moroccan Meseta, exposed in the southwestern and central parts of Morocco, respectively, and their common foreland belt, i.e., the Anti-Atlas (Michard et al., 2010). The Meseta Orogen results from the complex, oblique convergence of Gondwana and Eurasia during the collisional event which gave birth to Pangea. In spite of more than 50 years of modern studies, pending structural problems are still numerous. Here we consider one of these problems, which concerns the “Montagnes en Quartzites du Pays Zaian”, shortly the Zaian Mountains, located in the crucial hinge zone between the Western and Eastern Meseta (Fig. 1).

Figure 1. A: Structural map of the Meseta Orogen, after Hoepffner et al. (2017). B: The Zaian Mountains in their structural context, after the 10-6 Geological map of Morocco.



The structure and tectonic evolution of the Zaian area were warmly debated in the late 70'- 90'. Allary et al. (1976) generalized the observations of Huvelin (1973) and claimed that the Zaian Mountains suffered a synmetamorphic, east-verging folding prior to the remarkable unconformity of the Upper Visean onto the Cambrian-Ordovician series (Fig. 2A). Contrastingly, Bouabdelli (1989, 1994) and Bouabdelli and Piqué (1996) assumed that the main deformation in the Zaian Mountains and adjacent Azrou-Khenifra Carboniferous basin and overlying nappes is post-Namurian. They ascribe the tectonic foliation observed in some Ordovician rocks to the post-Namurian deformation and suggest that the pre-Upper Visean, likely Late Devonian folding occurred in a transpressional setting resulting in block-tilting (Fig. 2B).

Figure 2. A: Pre-Upper Visean folding of the Zaian Mountains, after Allary et al. (1976). B: Late-Devonian-Tournaisian transpressional setting, after Bouabdelli and Piqué (1996). The Zaian area is located between the Smaala-Oulmès and Sbas-Bekrit Faults.



## Le Continental Intercalaire De La Région D'Ouajda (Timimoun) : Du Margino Littoral

A.Nedjari<sup>1</sup> et R. Ait Ouali<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Laboratoire de Géodynamique des bassins Sédimentaires et des Orogènes FSTGAT,USTHB

Dans le Gourara, sur la pénélaine post hercynienne, du Continental Intercalaire (Crétacé inférieur) vient en comblement (Conrad 1969) dans des environnements variés : chenaux fluviaux ravinant ou à fond plat avec ou sans coulées boueuses, plaine alluviale, sebkhas temporaires, éolien. Ce Crétacé inférieur est représenté essentiellement par le Barrémien, l'Aptien et l'Albien.

Un certain nombre de travaux : Kilian (1931), Lapparent, et Lelubre (1948), Lefranc (1964, 1983, 1976), Busson (1964-1970), Debroin et al (1971), Messamri (2011), entre autres, ont permis d'en préciser les subdivisions.

A Timimoun, la coupe d'Ighzer (e : 100 m) en face du village est assez représentative. On retrouve là, les trois formations décrites à l'échelle régionale (Fig.1, Messamri 2011). En l'absence, sur ce site, de repères biostratigraphiques dans ces faciès continentaux, le découpage que nous présentons est basé sur les discontinuités et leur importance. Ce sont ici des paléopédogénèses de type hydromorphe, expressions de périodes de stabilité à l'origine de l'installation durable de paléosols ayant générés une remobilisation et redistribution des éléments (fer, silice, carbonate etc...).

**La Formation I :** attribuée au Barrémien, elle repose en discordance angulaire sur différents termes du Paléozoïque. Elle débute par des argiles brunes sableuses à tepees, riches en gypse puis évolue progressivement vers des grès grossiers rouges à encroûtements. Cette formation est clôturée par un important niveau à dragées de quartz et encroûtements ferrugineux. La sédimentation dans une plaine tantôt inondée, tantôt asséchée est influencée progressivement par des arrivées fluviales.

**La formation II :** (Aptien) essentiellement gréseuse, est la plus réduite. Les dépôts sont représentés par des grès rouges chenalisés, strato et granocroissants à stratifications obliques, dragées de quartz et ossements parfois, mais non déterminables ici.

A la fin de cette formation, une importante croûte ferrugineuse, est développée sur un niveau conglomératique qui ailleurs est riche en fragments d'os probablement un paléo reg.

**La formation III :** La formation III (Albien) est composée en majorité de cordons dunaires, traversés par des chenaux, parfois à accumulation de bois, de fragments d'os et d'éléments arrondis et grossiers. Cette formation est coiffée par une importante dalle silicifiée.

A 15 km au SW de Timimoun, la coupe d' Ouajda (Fig. 2) sur sa partie visible ( 80 m d'épaisseur ) montre contrairement à celle d'Ighzer des faciès argileux rouges bien développés .

On retrouve là aussi les 3 formations (I,II,III) limitées par des paléosols majeurs complexes :calcrètes -ferricrètes, silcrettes , paléoregs

**La Formation I (30m )** ,attribuée au Barrémien par analogie avec la coupe d'Ighzer, associe des faciès gréseux souvent à dragées de quartz à des argiles rouges sableuses. Le sommet est une succession de ferricrètes sur des cordons littoraux à stratifications obliques et flazers beddings

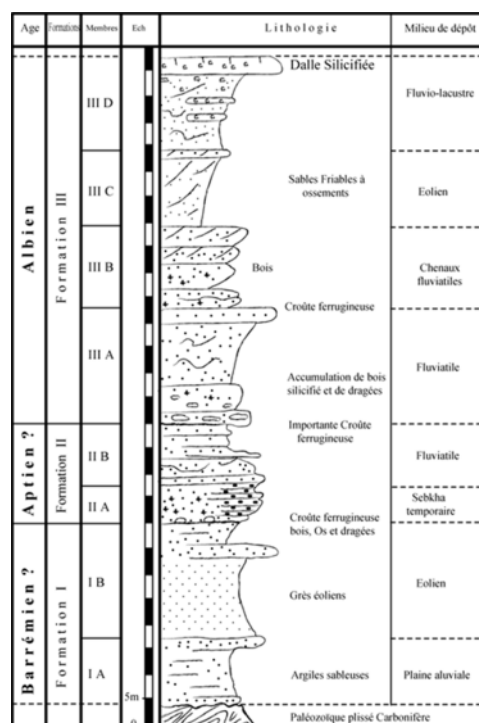
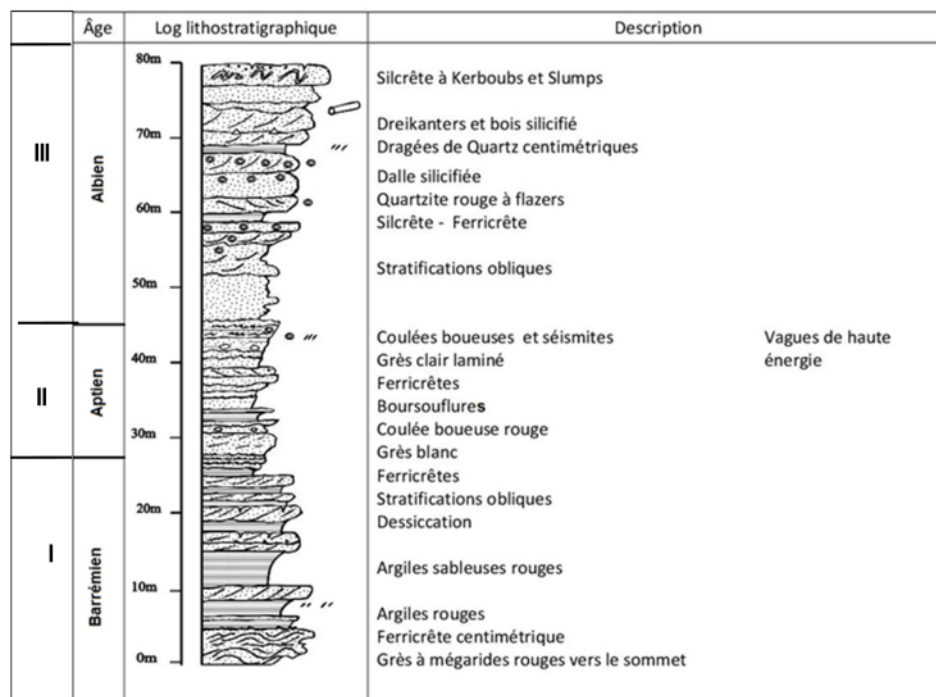


Fig.1 : Log synthétique du Continental Intercalaire de la région de Timimoun. (Messamri 2011).



Fig.2 : Le Continental Intercalaire de la coupe d'Ouajda (Timimoun)



Les sables s'organisent en cordons métriques à mégarides. Les argiles sont rouges, parfois marmorisées. La dessiccation est fréquente témoignant d'un milieu fréquemment exondé. Il s'agirait d'un environnement margino-littoral en raison de la présence des cordons sableux à mégarides (vagues de haute énergie) et de flazers bedding. La couleur rouge témoigne d'un climat aride, ce qui cadre assez bien avec les faciès éoliens de la même formation dans la coupe d'Ighzer.

**La formation II (Aptien)** approche les 20 m d'épaisseur. Les couleurs rouges et claires alternent et trouveraient une explication dans un climat contrasté évoluant vers un plus humide (grès blanc) mais au demeurant toujours assez aride avec les coulées boueuses.

Les grès sont blancs à lamines, stratifications obliques, flazers beddings et seismites.

La fin de la formation montre une succession de ferricrêtes centimétriques.

Pour les mêmes raisons que précédemment, l'environnement reste encore littoral.

**La Formation III (Albien)** est la plus développée avec ses 35 m. Elle est pour l'essentiel gréseuse en relation avec une probable reprise de l'instabilité comme en témoignent les seismites, les slumps, l'importance des dragées de quartz, la fréquence des bois silicifiés.

Le sommet est une dalle silicifiée complexe, un paléo reg avec kerboub, et dreikanter.

Le milieu reste toujours littoral certes, mais plutôt margino-littoral fréquemment émergé en raison des paléo pédogénèses importantes et multiples.

**Conclusion** : Nous sommes conscients de ce qui est avancé là : la remise en cause d'une idée, à savoir que le Continental Intercalaire ne serait pas totalement continental mais bien littoral par endroits. Cela repose certes sur des observations provenant d'une seule coupe mais les faits sont indéniables.

Un travail récent (Draoui 2013) dans la cuvette de Sbaa, montre le caractère margino-littoral au cours de l'Albien. Il en est de même en Tunisie (in Benton et al 2000) où les faciès sont estuarien, fluvial, lagunaire.

Il conviendrait dans le futur de prendre en charge cette révision à travers l'étude systématique des coupes de la région de Timimoun au moins dans un premier temps.

**Mots clefs** : Sahara, Gourara, Continental Intercalaire, Crétacé inf., margino littoral

### Références bibliographiques

- CONRAD G., (1969) - Evolution post hercynienne du Sahara algérien. Ed. CNRS, Paris. 274 fig., XI pl., 284 tab., 04 cartes géol., 01 carte géomorphol. 507 p.
- DE BOIN F., GRENOT C., VERNET R., (1971) . Sur la découverte d'un nouveau gisement de vertébrés dans le Continental Intercalaire saharien à la Gara Samani. C. R. Acad. Sci. Paris, t. 272, pp 1219-1221.
- KILLIAN C. ; (1931) . Des principaux complexes continentaux du Sahara. C.R.somm. Soc.Géol.Fr.Paris, 109-111
- LEFRANC J. P., CONRAD J., C. N.R.S. France, (1974) - Carte géologique de Timimoun (1/500 000). Feuille NH-31-SO. SGA.
- MESSAMRI K (2012). Le Crétacé inférieur de Timimoun-El Goléa et Aoulef-Reggan : Sédimentologie stratigraphie, paléogéographie et paléoclimats. Thèse de Magistère, USTHB.
- NEDJARI, A., AIT OUALI, R., DEBAGHI, F., HAMDIDOUCHE, R., BENHAMOUCHE, A, AMROUCHE, F., MESSAMRI, K., 2011. La géologie saharienne revisitée (1980-2009) . Mém., Serv. Géol. Nat., n° 18., pp. 85-176, 53 fig., 2 tabl., 14 ph.



## The North African Variscides at the North West Gondwana margin: from Palaeotethys opening to Pangea final amalgamation

F.Chopin<sup>1,2</sup>, K.Schulmann<sup>1,2\*</sup>, E.Jean Bernard<sup>2</sup>, R.Leprêtre<sup>3</sup>, D.Frizon de Lamotte<sup>3</sup>, J.F.Ghienne<sup>1</sup>, J.Zielinski<sup>1,2</sup>, M.Simon<sup>1</sup>, R.Chebli<sup>1</sup>, M.El Houicha<sup>4</sup>, J.Franců<sup>5</sup>, F.Laufek<sup>6</sup>, M.Szczerba<sup>7</sup>, J.Míková<sup>6</sup> et P.Štípská<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>*Institut de Physique du Globe de Strasbourg, CNRS UMR 7516, Université de Strasbourg, Strasbourg, France.*

<sup>2</sup>*Center for Lithospheric Research, Czech Geological Survey, Prague, Czech Republic.*

<sup>3</sup>*GEC, Université de Cergy-Pontoise, Neuville-sur-Oise, France.*

<sup>4</sup>*Faculté des Sciences (LGG), Université Chouaib Doukkali, El Jadida, Morocco.*

<sup>5</sup>*Czech Geological Survey, Leitnerova 22, Brno, Czech Republic.*

<sup>6</sup>*Czech Geological Survey, Geologická 6, Praha, Czech Republic.*

<sup>7</sup>*Institute of Geological Sciences, Polish Academy of Sciences, Research Centre in Cracow, Poland.*

Located at the eastern termination of the Variscan belt at the NW Gondwana margin, the Variscan belt of Morocco and Western Algeria is considered as the southwestern continuation of the European Variscan belt. Nonetheless, this portion of the belt displays odd features; in particular, it is situated in distal position with respect to the main belt. Indeed, due to the absence of oceanic suture and difficulties in localizing the front of a major collisional belt, an intracontinental setting has been proposed, i.e. the formation of an orogenic belt within the Gondwana margin.

Mostly visible in the Eastern Meseta, the presence of a convergent “eo-variscan” (pre-Visean) event arises from the work of French and Moroccan geologist in the 80'. It consists of west verging recumbent and isoclinal folds associated with the development of a sub-horizontal S1 foliation. The chronology of this event is controversial. In the Midelt and Debdou-Mekam massifs, the age of the regional low-grade metamorphism has been bracketed at 360–375 Ma (K/Ar). In contrary, younger ages have been obtained in the western Tazekka and Azrou-Khenifra massifs. There, the early schistosity gave ages of about 330 Ma (K/Ar), sometimes referred as a “meso-variscan”, or intra-visean tectonic event. This led people to propose a scenario where the Eastern Meseta (Midelt and Debdou-Mekam massifs) represents an internal zone of the orogeny, with a propagation of the deformation towards the West (Tazekka and Azrou-Khenifra) in an overall foreland system, culminating into the Late Carboniferous-Permian main “Variscan” phase in the Western Meseta.

This classical view has been recently questioned. Why would there be a Late Devonian-Early Carboniferous “eo-variscan” compressional event when the entire Northern Gondwana margin is suffering extension at this period due to the Paleo-Tethys opening? How can we better correlate the deformational structures in the NW Africa with the Pangean formation in the Late-Carboniferous-Permian time? Here, we present a review of (new) geochronological data together with pseudosection modelling, chlorite-white micas multi-equilibrium and review of tectonic structures and seismic sections through the Meseta. Integrated model will show that the “eo-variscan” event probably reflects the massive intracontinental thinning of the Gondwana margin, which will be then reworked during its collision with the European Variscides in Late Carboniferous, and with Laurussia continent in Early Permian.

An attempt was made to restore this large scale thermal event by applying Mu-Chl petrology of very low-grade schists from Morocco crystalline massifs (Rehamna, Jebilet, High-Moulouya, Tazekka, Khenifra) together with new LA-ICPMS U/Pb zircon datings of granitoid intrusions (Oulad Ouaslam and High-Moulouya) coupled to PT quantification (pseudosections) of associated contact metamorphism.

It can be shown that the chemistry of chlorite and muscovite pairs of principal schistosity show a low pressure – high temperature metamorphic gradient of 35°C/km. The U-Pb zircon ages of granitoids vary between 330 and 340 Ma indicating an age of the contact metamorphism (0.75–1.5 kbar and 575–675°C), while the K-Ar ages of illite fractions (<0.2µm) range from 240–250 Ma to 270–305 Ma. The discrepancy between granitoids U-Pb zircon and K-Ar ages can be explained by Late Palaeozoic evolution of Variscan Meseta that was recently well kinematically and isotopically constrained.

The compressional deformations affecting Morocco Meseta can be discretized in two major pulses. First event is characterized by development of Barrovian schistosity following HT-LP event related to southward nappe stacking and E-W upright folding resulting in formation of Morocco crystalline domes. The second event corresponds to formation of N-S trending deformation zones and N-S upright folds refolding all previous structures. Ages of these events are constrained by monazite and <sup>40</sup>Ar/<sup>39</sup>Ar analyses showing two major age groups 310–290 Ma and 290–270 Ma. The first event corresponds to giant N-S shortening reflected well be deformation of the European Variscan belt and Appalachians, while the second event corresponds to large scale E-W shortening of the north Gondwana margin that is also mirrored by deformation of Variscan Europe and Laurentian margin. We believe, that K-Ar ages of fine grained fraction may somehow reflect the above mentioned two contractional events.

Our new data allow better discuss Palaeozoic evolution of Variscan Meseta in Morocco suggesting possible testimony of destruction of Gondwana during early Carboniferous times followed by precisely constrained two main contractional episodes. These recent findings from Morocco Meseta can be integrated in the evolution of the whole Variscan belt in Europe and the Appalachian belt in north America. The kinematics of tectono-thermal events from northern Africa reflect global movements of Laurussia and Gondwana and provide first order information about amalgamation of Pangea supercontinent at Late Palaeozoic times. Finally, we provide a large dataset of Paleomagnetic directions that from Laurussia, Gondwana and Variscan belt that can be closely correlated to three main tectono-thermal events presented above and which provide a decisive input in our understanding of Variscan belt at plate-tectonic scale.

## Datation $^{40}\text{Ar}$ - $^{39}\text{Ar}$ et Géochimie des roches magmatiques du Mont Chenoua

A. Sebai<sup>1</sup>, A. Guerguit<sup>2</sup>, C. Verati<sup>3</sup>, M.C. Chabou<sup>4</sup> et L. Chanane<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Département Génie Minier, Ecole Nationale Polytechnique d'Alger

<sup>2</sup>Département des Sciences de la Terre, Université de Djelfa

<sup>3</sup>Laboratoire GéoAzur, Université Nice-Sophia Antipolis (France)

<sup>4</sup>Département des Sciences de la Terre, Institut d'Architecture et des Sciences de la Terre, Université Ferhat Abbas, Sétif

Situé à quelques dizaines de kilomètres d'Alger, le Mont Chenoua représente la partie la plus occidentale des zones internes kabyles en Algérie. Du Nord au Sud,affleure sur la côte une unité métamorphique et une unité comprenant du Paléozoïque essentiellement composé de Dévonien correspondant à des grès fins alternés d'argiles rouges. La série paléozoïque comprend un flysch dévonien recoupé par des roches magmatiques et des formations du Carbonifère. Au Paléozoïque, les intrusions magmatiques se sont mises en place en filons dans les calco-schistes et les pélites (Glangeaud et al, 1952).

Selon Glangeaud et al. (1952), les roches éruptives supposées d'âge Secondaire intrusives dans le Trias, se présentent sous forme de blocs, dont la grosseur varie depuis des fragments de quelques cm<sup>3</sup> jusqu'à des petits massifs de quelques milliers de m<sup>3</sup>. Ces roches se sont mises en place, probablement au Jurassique. Dans le Permo-Trias du Chenoua, une alternance de bancs gréseux et argileux rouges et verdâtres avec quelques récurrences conglomératiques, renferment des intrusions de roches magmatiques (roches vertes) (Belhai, 1987).

La série du Tertiaire du Djebel Chenoua comprend de l'Oligocène composé de conglomérats et d'argiles rouges et du Miocène argilo-gréseux constitué à la base par des grès calcaires surmontés par des conglomérats, grès et pélites rouges, auxquelles succède une série volcano-sédimentaire, qui passe au sommet à des marno-calcaires (Glangeaud et al, 1952 ; Lepvrier, 1970).

Cependant, très peu de travaux ont été consacrés à l'étude des roches magmatiques intrusives dans le Dévonien du Massif de Chenoua. Quant à leurs âges, aucune datation absolue fiable n'a été faite sur ces roches jusqu'à maintenant ; tandis que les conditions géodynamiques de leur mise en place restent méconnues. Néanmoins, Belhai (1997) suppose un âge qui serait probablement permo-triasique.

Des études pétro-minéralogique, géochimique et géochronologique ont été réalisées sur plusieurs échantillons de roches magmatiques affleurant dans des terrains du Dévonien Moyen du Mont Chenoua, appartenant à différents sites près de la côte entre Tipaza et Cherchell.

L'étude pétro-minéralogique, nous a permis de constater que ces roches présentent les mêmes phases minéralogiques, avec une texture doléritique, parfois gabbroïque. L'albite constitue la phase minérale caractéristique la plus importante des échantillons étudiés. La chlorite est omniprésente, ce qui donne à ces roches leur teinte verte. Les autres minéraux qui composent ces roches sont : l'augite, l'amphibole, le quartz, les carbonates et d'autres minéraux plus rares comme la biotite et l'orthose. L'hématite, l'illménite et/ou de la magnétite, ainsi que l'apatite viennent compléter la paragenèse de ces roches.

Les analyses en éléments majeurs et en traces montrent que la majorité de nos échantillons étudiés correspondent à des basaltes et des basanites.

Plusieurs diagrammes discriminants dont ceux des figures 1 et 2, ont montré l'affinité alcaline des roches analysées.

D'autre part, les analyses géochimiques effectuées sur ces roches montrent que les points représentatifs des échantillons étudiés se situent tous dans le domaine des basaltes intra-plaques (within plate basalts) (figures 3 et 4).

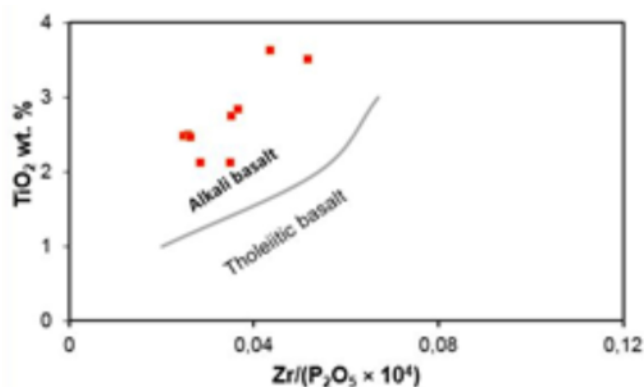


Figure 1 : TiO<sub>2</sub> vs Zr/(P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> × 10<sup>4</sup>) (Winchester & Floyd, 1976)

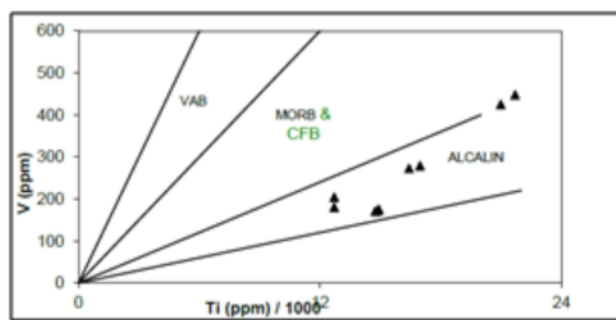


Figure 2 : Diagramme V vs Ti (Shervais, 1983)

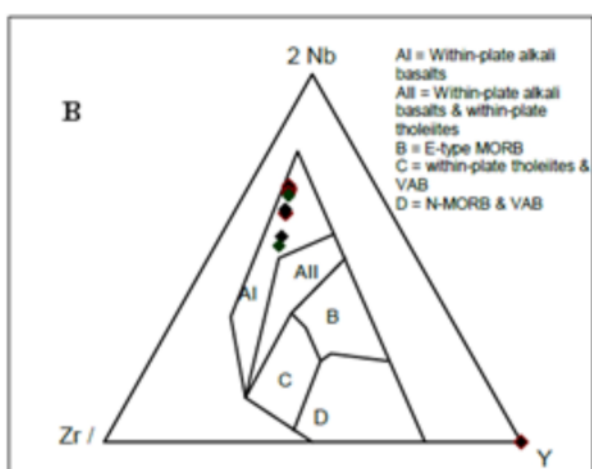


Figure 3 : Diagramme 2Nb-Zr-Y (Meschede, 1986)

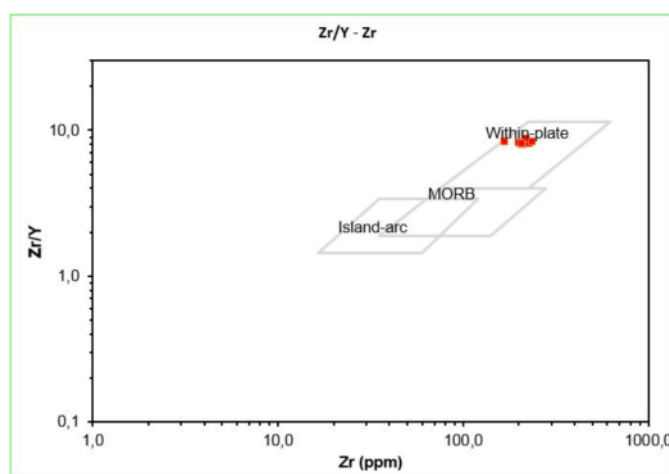


Figure 4 : Diagramme Zr-Y vs Zr (Pearce et Norry, 1979)

Des datations radiochronologiques effectuées sur des grains d'amphiboles de deux échantillons différents par la méthode <sup>40</sup>Ar/<sup>39</sup>Ar ont donné un âge-plateau de 395,65 ± 3,91 Ma et un âge de 378,64 ± 3,63 Ma correspondant ainsi au Dévonien Moyen.

En conclusion, ces roches magmatiques du Mont Chenoua correspondraient à des basaltes alcalins intra-plaque d'âge Dévonien Moyen, qui se sont probablement mises en place lors d'une phase précoce de rifting.

**Mots clés :** Chenoua, magmatisme alcalin, basalte intra-plaque, rifting.

### Références

*Glangeaud L. et al, (1952) : Histoire géologique de la province d'Alger, Monographies régionales, 1ère série : Algérie, 25.*

*Lepvrier C. (1970) : la zone kabyle et l'origine des flyschs dans la région du Chenoua et Cap Ténès (Algérie) C.R. Sommaire de la Société Géologique France, fascicule 7, p. 259*

*Belhai D. (1987) : Massif du Chenoua: Mise en place des flyschs en relation avec un cisaillement" transcurrent" EW, responsable de la structure en éventail. 1987. Thèse de Doctorat. USTHB*

## HP melting of metagranite triggered by hydrous melt infiltration, implications for the exhumation of deeply subducted continental crust in the Variscan Bohemian Massif

P. Štípská<sup>1,2</sup>, P. Hasalová<sup>1</sup>, R. Powell<sup>3</sup>, P. Závada<sup>1,4</sup>, K. Schulmann<sup>1,2</sup>, M. Racek<sup>5</sup> and C. Aguilar<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Center for Lithospheric Research, Czech Geological Survey, Klárov 3, 118 21, Prague 1, Czech Republic, [stipska@gmail.com](mailto:stipska@gmail.com)

<sup>2</sup>Institute de Physique de Globe, UMR 7516, Université de Strasbourg, 1 rue Blessig, 67084, Strasbourg, France

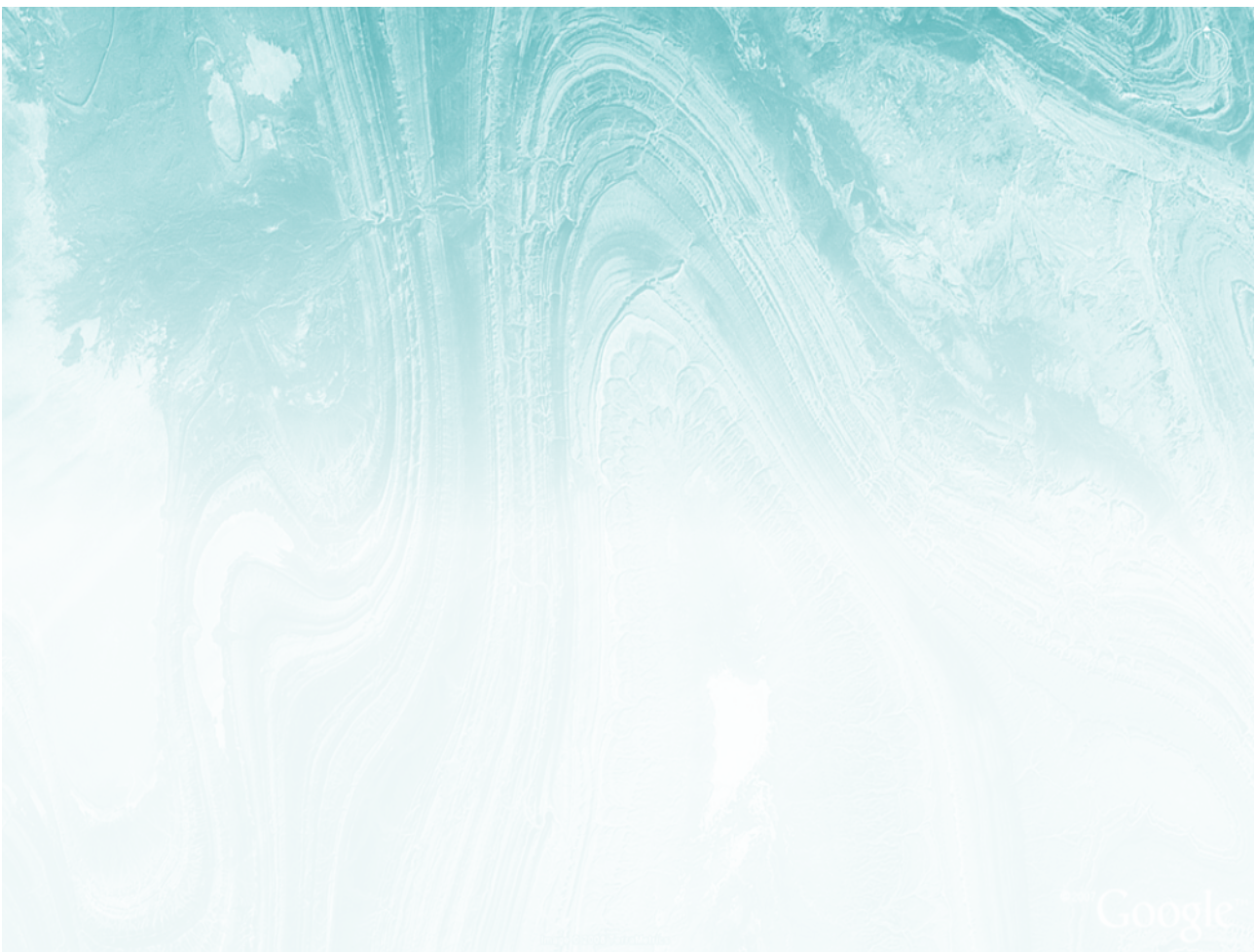
<sup>3</sup>School of Earth Sciences, University of Melbourne, Melbourne, Vic., 3010, Australia

<sup>4</sup>Institute of Geophysics, Czech Academy of Sciences, Boční II 1a/1401, 141 31, Prague, Czech Republic

<sup>5</sup>Institute of Petrology and Structural Geology, Charles University, 12843, Prague 2, Czech Republic

Highly-deformed banded phengite-biotite metagranites from the Sněžník dome in the Bohemian Massif have been modified locally to have stromatic, schlieren and nebulitic textures typical of migmatites. This occurred mostly along subvertical deformation zones at eclogite-facies conditions. The transition from the banded to migmatite types of orthogneiss is marked by an increase of phases interstitial along grain boundaries in the monomineral feldspar and quartz aggregates, and by increasing consumption of original but recrystallized K-feldspar grains by embayments of fine-grained plagioclase and quartz as well as myrmekite (intergrowth of Pl-Qz). The new minerals are in textural equilibrium with phengite. The myrmekite, quartz and feldspars are coarsened up to 0.5 cm size in some migmatite types, the minerals containing phengite inclusions. The features are considered to be the result of grain-scale melt infiltration causing dissolution-precipitation along grain boundaries in the presence of phengite. The infiltration was pervasive at grain-scale, but localized at several centimetres- to several metres scale. All the rock types have the same mineral assemblage of Grt-Ph-Bt-Ttn-Kfs-Pl-Qz±Rt±Ilm with similar garnet chemistry in cores:  $\text{grs}_{0.40-0.45}$ ,  $\text{alm}_{0.48-0.55}$ ,  $\text{prp}_{0.01-0.02}$ ,  $\text{sps}_{0.01-0.02}$ ,  $\text{XFe}_{0.96-0.98}$ ; and at rims:  $\text{grs}_{0.25-0.35}$ ,  $\text{alm}_{0.60-0.65}$ ,  $\text{prp}_{0.03-0.08}$ ,  $\text{sps}_{0.01-0.04}$ ,  $\text{XFe}_{0.90-0.92}$ . Phengite grains have high Si in their cores (Si=3.30–3.43 p.f.u.) decreasing to their rims (Si=3.15–3.10 p.f.u.). Via mineral equilibria modelling, from the garnet and phengite compositions in the main Grt-Ph-Bt-Ttn-Kfs-Pl-Qz mineral assemblage, the rocks are inferred to have equilibrated at a pressure of the order of 15–17 kbar at 690–740 °C. The rocks, being H<sub>2</sub>O-undersaturated and being above the temperature conditions of the wet solidus, infiltration will have involved hydrous melt, not H<sub>2</sub>O fluid. Stability of melt-bearing mineral assemblages and mineral chemistry are almost independent of the melt proportion in the system, thus explaining the identical assemblage and mineral chemistry observed in all the migmatite types. This precludes the estimation of the amount of melt infiltrated. Migmatite textures however suggest that variable degrees of melt-rock interaction occurred, being low in the banded migmatite types and higher in the nebulitic and schlieren types. Retrograde equilibration was largely restricted to retrograde zoning in phengite, garnet and plagioclase, and crystallization of biotite around phengite and garnet, presumably in a continuous reaction consuming melt. This may have occurred down to ~7–10 kbar. According to Sr-Nd isotopes, the infiltrating melt is likely derived from similar rocks structurally-beneath the observed ones. The infiltration may have facilitated exhumation along the steep deformation zones from ~17 to ~7 kbar.

# ***GÉOLOGIE STRUCTURALE ET TECTONIQUE DE LA CHAÎNE DES MAGHRÉBIDES***





## Tectonic inversion of the Algerian margin along the Spiral Transect of Kabylies (North Central Algeria)

C.Aidi, A.Yelles-Chaouche, M-O.Beslier, A.Ribodetti, R.Bracene, L.Schenini, H.Djellit, F.Sage, J.Déverchère, M.Medaouri, FraukeKlingelhoef et A.Bounif

The Algerian margin is frequently the seat of a seismic activity moderated to strong as shown by the major Mw 6.9 May 21, 2003 earthquake that occurred west of Great Kabylia block close to Boumerdes. This activity is mainly controlled by Sub-marine active faulting. We present here the structures associated to the Plio-Quaternary (P-Q) tectonic inversion of the central part of the Algerian margin offshore Great Kabylia using new deep multichannel seismic (MCS) lines. Five MCS lines were acquired in the study area during the Algerian-French SPIRAL cruise (September 2009, R/V Atalante). Four lines were acquired using a 3040 cu. in. air-gun array and a 4.5 km 360 channel digital streamer and a 8350 cu. in. source favoring deep penetration was used for one coincident WAS profile and the fifth MCS line. All profiles are pre-stack time migrated and additional pre-stack depth migration was performed in key areas. The MCS lines crosscut the margin from the upper slope to the deep Algero-Provençal Basin either in a N-S direction sub-perpendicular to the structural trend of the margin, or in a NW-SE direction parallel to the actual convergence between Africa and Eurasia plates. Tectonic inversion is expressed on all profiles at the deep margin. The eastern line displays a flat-ramp compressive system in the deep sedimentary series, which emerges at the foot of the continental slope and marks the seaward limit of a P-Q basin perched at mid-slope. The south-dipping ramps are neo-formed structures, whereas the flats use inherited lithologic discontinuities (base of the Messinian evaporitic series, top of the acoustic basement). Westward in the Boumerdes area, the compressive deformation is expressed deeper in the acoustic basement where a southward dipping reflector is interpreted as a blind thrust on top of which all the sedimentary series (Miocene to P-Q) are bent in an antiform that uplifts the base of the Messinian series. A second antiform prolongates this uplift 20 km northward although no clear reverse structure is imaged underneath. These antiforms delimit two asymmetric sub-basins filled with a southward thickening P-Q wedge. As a whole, the geometry of the reverse structures supports fault-propagation or fault-bent fold models, as previously inferred from HR seismic interpretation. They are likely to participate to large uplifts such as the coastal one related to the Boumerdes earthquake. Reverse structures in the thinned continental crust co-exist with transtensional deformation at the transition with the oceanic domain 50 km northward of the margin toe, where a narrow asymmetric basin shows a downward offset of the base of the Messinian series and a southward thickening P-Q wedge. A transcurrent component on crustal faults playing since the P-Q may explain both basin geometry and lateral variations in width and depth.

## Characteristics of the Shoshonitic-Plutonic rocks from El-Kourb intrusion western Cherchell, Algeria

Z.Amroun<sup>1</sup>, N.Fezaa<sup>1</sup> et D.Belhai<sup>1</sup>

*1USTHB, Laboratoire de Géodynamique, Géologie de l'Ingénieur et de Planétologie, Faculté des Sciences de la Terre, Géographie et Aménagement du Territoire, BP 32 El Alia, Bab Ezzouar, Alger 16111, Algeria, zamroun@usthb.dz*

The North Algeria (Tellian zone) is composed of geological and structural units belonging to the Maghreb belt. It constitutes a part of the peri-Mediterranean alpine chain, which extends over 1200 km from Calabrian-Sicilian area eastern Tunisia to Gibraltar western Morocco (Durand-Delga, 1969, Wildi, 1983).

Plutonic rocks studied in North of Algiers that crop up on the Algerian coastal zone, represent different features with diversity of characteristics. Before the collision of Africa with Eurasia at about 17 Ma (Abbassene et al., 2016), the Algerian margin has undergone since the Cenozoic an intense tectonic activity whose consequence generated and formed a narrow magmatic belt which started at around 8 Ma in Tunisia and Morocco (Bellon, 1981) and was active until the Pleistocene in the western Algeria and Morocco.

The study area is situated in western Algiers, the plutonic rocks of El-Kourb intrusion (ex. Djebel Arroudjaoud), is among the small intrusive rock outcroppings aligned along the coastline of Cherchell-Tenès region located in Dahra Algiers (Lepvrier et al. 1970). In fact, El-Kourb sub-horizontal intrusion, implicated at the late post-collisional magmatism, corresponds to the penultimate outcrop of the most western plutonic rocks in Algiers. The geochemistry study based on Major and trace elements analysis of the El-Kourb intrusion revealed that these rocks are characterized by Alkali affinities and evolved from high-K calc-alkaline to shoshonitic rocks during the Miocene.

This intrusion shows the existence of different and typical features with fine to coarse-grained textures. It is composed of monzonite, quartz monzonite, monzodiorite, syenodiorite and large enrichment subangular to subrounded diorite enclaves. The main facies that form this intrusion is intersected in the top by narrow porphyritic granodiorite and diorite dyke (Lepvrier and



Magné, 1970), which display porphyritic textures with phenocrystal ocellus of quartz and plagioclases. In addition, felsic rocks regularly intrude the different rocks of this pluton and they are chemically composed of Quartz monzonite and Quartz syenite. Moreover, append the recent studies to the unusual aspects of these plutonic rocks allowed us to place this unique magmatic activity within the regional background of tectonic phases of the Maghrebian orogen and elaborate a possible geodynamical processes in specific geologic event.

**Keywords:** Geochemistry – Plutonic – Alkaline – Shoshonite – Cherrchell.

### References

- Abbassene, F., Chazot, G., Bellon, H., Bruguier, O., Ouabadi, A., Maury, R. C., Monié, P., 2016. A 17 Ma onset for the post-collisional K-rich calc-alkaline magmatism in the Maghrebides: Evidence from Bougaroun (northeastern Algeria) and geodynamic implications. *Tectonophysics*, 674, 114-134.
- Bellon, H., Lepvrier, C., Mrgné, J., Raymond, D., 1977. L'activité éruptive dans l'algérois : nouvelles données géochronologiques. *Géologie Méditerranéenne* 4 (4), 291-298.
- Durand-Delga M. 1969. Mise au point sur la structure du Nord-Est de la Berbérie. *Bull. Serv. géol. Algérie*, 39, p.89-131.
- Lepvrier, C., Magne, J., & Sigal, J., 1970. Données stratigraphiques et structurales sur les formations telliennes d'une partie du Tell septentrional (secteur compris entre Cherrchell, Miliana, El Asnam et Tenes, Algeria). *Bulletin de la Société Géologique de France*, 7(5), 794-804.

## La compression de l'Albo-Cénomanién dans la marge tunisienne : preuve géostructurale de la phase autrichienne et prémices de l'inversion tectonique

M. Ben Chelbi

Université de Tunis El Manar, Faculté des Sciences de Tunis  
Laboratoire de Géodynamique, Géonumérique et Géoressources, LR18ES37

Les affleurements attribués à l'Albien Supérieur-Cénomanién sont bien représentés dans la marge tunisienne. Ils caractérisent une transition nette entre un dépôt de plateforme, au Sud vers une sédimentation en mer ouverte pélagique jusqu'au stade de confinement, au Centre et au Nord, définissant respectivement la Formation Zebbag et la Formation Fahdene. Durant la sédimentation de ces formations des indices d'instabilités tectoniques ont été récoltés. Ces derniers sont représentés par des discordances des séries du Turonien sur les termes de l'Aptien et de l'Albien Inférieur, des variations d'épaisseurs et de faciès des séries albo-cénomaniénne, une halocinèse intense aboutissant au percement de la couverture et par des failles inverses synsédimentaires. La compilation de toutes ces données et l'analyse numérique des différentes populations de fractures syn-dépôts prouve que la sédimentation de l'Albien Supérieur-Cénomanién est contrôlée par une tectonique en compression appliquant une contrainte maximale compressive de direction NW-SE, une contrainte minimale verticale et une compression intermédiaire compressive de direction NE-SW. Cette tectonique représente le prolongement vers l'Ouest de la compression définit dans la marge européenne qualifiée comme la Phase autrichienne et constitue par ailleurs les prémices de l'inversion tectonique dans les atlas tunisiens. Elle est induite par les mouvement senestre de l'Afrique par rapport à l'Europe et de l'océanisation de l'Atlantique central.

**Mots clés :** Marge tunisienne, discordance, failles inverses synsédimentaires, compression NW-SE, phase autrichienne, Afrique-Europe, Atlantique.

## Les roches basiques et ultrabasiques de la région de Texenna (Nord-Est algérien) : deux contextes géodynamiques différents

E.H. Boukaoud<sup>1</sup>, Y. Bouftouha<sup>2</sup>, G. Godard<sup>3</sup>, D. Boch<sup>4</sup> et M.C. Chabou<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Laboratoire de Géologie et environnement (LGE), Université Mentouri, Constantine1, Algérie

<sup>2</sup> Laboratoire de Génie géologique (LGG), Université Mohammed Seddik Benyahia BP 98, Jijel, 18000 - Algérie

<sup>3</sup> Institut de physique du Globe, Université Paris-Diderot, UMR 7154 CNRS, 1, rue Jussieu, 75238 Paris cedex 05, France

<sup>4</sup> CNRS-université Montpellier place Eugène Bataillon CC 060, 34095 Montpellier cedex 05, France

<sup>5</sup> Université Ferhat-Abbas, Institut d'architecture et des sciences de la Terre, département des sciences de la Terre, 19000 Sétif, Algérie

Les roches basiques et ultrabasiques de la région de Texenna (NE algérien) se particularisent par une mise en place dans deux cadres géodynamiques distincts. Le groupe (1) est formé par des metabasites et ultramafites (serpentinites, dolérites, microgabbros, basaltes porphyriques et basaltes en coussin). Le groupe (2) est formé de metabasites (gabbros lités, pyroxénites et amphibolites).

Les roches du groupe (1) sont souvent intercalées dans des sédiments du fond marin : des calcschistes et des radiolarites, datées du Jurassique-Crétacé. Elles sont chevauchées par le socle granulitique de Texenna. Le contenu minéralogique des roches de ce groupe (1) est constitué pour l'essentiel de serpentine, bastite, épidote, chlorite, actinote, albite, calcite et quartz, caractérisant une

paragenèse de BP/BT du faciès des schistes verts. Cette paragenèse présente parfois des reliques de minéraux primaires d'olivine, pyroxène et plagioclase calcique, peu déformées, qui ont subi une altération hydrothermale océanique. L'étude géochimique de ces roches confirme leur caractère océanique, comme le montre les rapports Ta/Nb  $\approx$  16, La/Ta  $\approx$  12, Th/Ta  $\approx$  1.6, Hf / Ta  $\approx$  7.5 et Zr/Hf  $\approx$  30, similaires à ceux des basaltes océaniques. Le spectre des terres rares normalisé aux chondrites montre une affinité de ces roches aux E-MORB (enrichie) et N-MORB (appauvrie). Ce groupe (1) appartient clairement à un cortège ophiolitique.

Les roches du groupe (2) sont intrudées dans le socle granulitique de Texenna. Elles sont représentées par une paragenèse anhydre à plagioclase calcique saussuritisé, clinopyroxène et orthopyroxène souvent à cortex d'ouralite, relique d'olivine, sphène et ilménite rétomorphosée en sphène. Cette paragenèse montre un métamorphisme de MP-MT du faciès des amphibolites. La position de ces roches dans les diagrammes Nb/Y vs Zr/Ti leur confère un caractère de basaltes alcalins à sub-alcalins. Par ailleurs, le diagramme Zr vs Zr/Y montre un caractère de basalte intraplaque. Le spectre des terres rares normalisé aux chondrites montrent une affinité de ces roches aux OIB/E-MORB (enrichie). L'étude géochronologique de ces roches par la méthode U-Pb, réalisée sur des sphènes de petite taille, alignés parallèlement aux plans de schistosité des méta-gabbros lités, a donné un âge à 239 Ma (Permien supérieur). Une autre génération de sphène, plus précoce (héritée ?), en cristaux de plus grande taille et obliques par rapport aux plans de schistosité des méta-gabbros lités fournit une indication d'âge de 315 Ma (Carbonifère Supérieur).

**Mots clés :** Texenna, basique et ultrabasique, contexte géodynamique, charriées, Jurassique-Crétacé, Permien supérieur, Carbonifère Supérieur, faciès schistes verts, faciès amphibolites.

## Etude pétrogéochimique sur analyse de lames minces du basalte fin de la région de Cap-Djinet

L.S.Boukhenifra<sup>1</sup>, L.Dehibi<sup>1</sup> et L.Chanane<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Département Génie Minier, Ecole Nationale Polytechnique d'Alger

Le massif de Cap Djinet est situé sur le littoral du territoire de la daïra de Bordj- Menaiel, wilaya de Boumerdes. Cette région se caractérise par un climat méditerranéen sub-humide (hiver froid et humide /été chaud et sec) avec une précipitation irrégulière variant de 500 et 1300 mm/an.

La série d'affleurement magmatique de la région de Cap Djinet à différentes pétrologies basiques à intermédiaires en l'occurrence les basaltes fins ont fait l'objet de cette étude en vue d'une éventuelle exploitation dans le domaine des granulats.

Les échantillons de roches ont été prélevés de deux différents sites, le premier, situé à l'Ouest de la région de Cap Djinet (BF11A, BF11B, MD1), tandis que le deuxième site se situe un peu plus à l'EST (BF12).

Une série d'études a été effectuée sur les quatre échantillons (BF11A, BF11B, MD1, BF12) notamment pétrographique, minéralogique et géochimique (éléments majeurs).

Les résultats montrent que ces échantillons présentent une texture microlithique porphyrique se caractérisant par une structure massive et une même dimension granulométrique observée au niveau des quatre lames minces où les plagioclases et les ferromagnésiens dominent largement en mésostase à côté d'une très faible quantité de phénocristaux et de quantité non négligeable de minéraux opaques. Cependant, les quatre lames sont organisées en deux grandes parties majeures structurées en phénocristaux et mésostase, avec présence de très faible quantité, voire négligeable, de verre volcanique repéré au niveau de la lame MD1, BF12, et en quantité appréciable au niveau de la lame BF11A et BF11B en couleur sombre. La DRX dévoile que le minéral principal omniprésent dans la majorité des échantillons est l'Anortithe (rarement de l'Albite), la Diopside comme minéral secondaire est aussi très observée. La Vermiculite est le minéral d'altération caractéristique de tous les échantillons.

Les résultats d'analyses géochimiques par Fluorescence-X obtenus et représentés sur les diagrammes TAS (figure 1) et TASub-Alcalin de la (figure2), ont clairement vérifié et confirmé que la majorité de nos échantillons de roches correspondent :

• A la série de roches **moyennement alcaline du domaine alcalin** se rapportant au basalte alcalin, trachy-basalte et basanite.

Et sont de nature pétrologique magmatique :

• **basique** se rapportant majoritairement aux **basaltes alcalins** et secondairement au trachy-basalte (BF12).

**Mots clés :** Cap Djinet, basalte fin, alcalin.

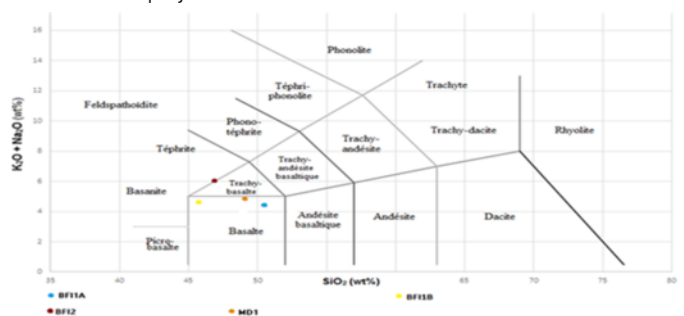


Figure 1 : Classification des échantillons dans diagramme Tas.

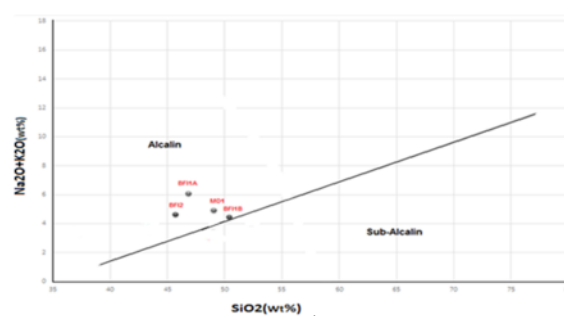


Figure 2 : Projection des échantillons dans le diagramme Alcalins vs SiO2.

## Les phases de déformations Tardi-Hercyniennes et Alpines liées au socle de la Petite Kabylie occidentale- Algérie

N.E.Bouzekria<sup>1</sup> et K.AMRI<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Ecole Normale Supérieure- Alger, [bouzekria@ens-kouba.dz](mailto:bouzekria@ens-kouba.dz)

<sup>2</sup> FSTGAT-USTHB, BP 32 El Allia Bab Ezzouar, Alger, [amrikamel@gmail.com](mailto:amrikamel@gmail.com)

Le socle de l'W de la Petite Kabylie (Algérie) fait partie du domaine interne de la chaîne des Maghrébides, les études antérieures ont montré que ce massif est constitué par deux ensembles séparés par une bande mylonitique, l'ensemble inférieur est constitué par des leptynites et l'ensemble supérieur par une série métapélitique à passées de marbre et intrudée par des leucogranites (H.Djellit, 1987).

Le socle kabyle recouvert par une série schisteuse d'âge paléozoïque (H Djellit 1987) et est intrudé par des granites tardifs durant l'orogénèse alpine. L'analyse structurale a montré que les leucogranites sont syntectonique, ils se sont mis en place dans un décrochement vers l'E. Ces derniers ont été affectés postérieurement par une déformation de direction N-S responsable de la formation de bandes de cisaillement.

Les éléments structuraux issu de l'encaissant métapélitique révèle l'existence de plusieurs phases de déformations, la première est de direction NW-SE, elle résulte du raccourcissement Europe-Afrique, elle est responsable de l'écaillage du socle Kabyle et de son charriage vers le SE sur les flyschs et le domaine externe.

La seconde déformation apparait au niveau du contact granite encaissant métapélitique et dans les flyschs, l'analyse des plans C/S sur les éléments sigmoïdes montre un chevauchement vers le SW.

Les métapélites et les flyschs montrent des plis couchés vers le NW et des failles inverses qui plongent vers le sud, il s'agit d'un rétro charriage vers le Nord, ce type de mouvement est conforté par le plissement des contacts anormaux qui séparent les différentes écailles du socle de Petite Kabylie.

Ces éléments structuraux sont en faveur d'un socle polyphasé qui enregistre les mouvements Hercyniens et Alpines, ces mêmes de déformations ont été mises en évidence dans l'ensemble de la chaîne des Maghrébides.

**Mots clés :** déformation, hercynien, leptynites, Maghrébides, métapélite.

## Étude structurale du Bassin de Timgad, proposition d'un modèle tectonique (Aurès, Algérie nord-orientale).

H.Bouziane

Département des Sciences géologiques, Faculté des Sciences de la Terre, de la géographie et de l'aménagement du territoire, Université Frères Mentouri Constantine 1. [bouzianehanan@yahoo.fr](mailto:bouzianehanan@yahoo.fr)

Le Bassin de Timgad se caractérise par un substratum créacé surmonté en discordance par une couverture mio-plio-quaternaire. Les terrains néogènes superposés aux systèmes montagneux de l'Atlas Saharien, en particulier des Aurès, sont considérés comme « post-tectonique majeure » (Laffitte, 1939). Cependant l'observation du bassin met en évidence une importante tectonique cisailante d'âge Tortonien. L'analyse photogéologique du Bassin de Timgad a permis de distinguer trois principales familles de linéaments à savoir: NW-SE, NNW-SSE et N-S. Les deux autres familles, E-W et NE-SW sont moins exprimées.

### •Relation des phases tectoniques avec les directions des linéaments recensés

La carte linéamentaire établie à partir de photographies aériennes a permis d'avoir une vision plus claire sur la structuration complexe de la région d'étude. L'examen de cette carte fait apparaître une direction préférentielle : NNW-SSE avec souvent un jeu décrochant dextre, répartie d'une manière assez uniforme sur l'ensemble de la région. A un degré moindre, s'expriment les directions N-S et NW-SE, avec un jeu variable. Les linéaments orientés NE-SW et E-W sont rarement exprimés dans le secteur, présentant pour la plus part d'entre eux un jeu senestre.

Afin de mieux comprendre la structuration du bassin, un essai d'interprétation ; basé sur l'étude des phases tectoniques ayant engendré la structuration du Bassin de Timgad est proposé. Les phases reconnues ayant affecté la région sont les suivantes:

- La phase compressive atlasique, d'âge Éocène supérieur, responsable de la structuration générale de tout le système atlasique. Elle est à l'origine des grands plis isopaques orientés N60°E et de nombreux décrochements conjugués NW-SE dextres et NE-SW senestre.

- Une compression à raccourcissement N140°E affectant les formations du Miocène inférieur, rattachable à l'Aquitanién-Burdigalien. Elle est à l'origine de la mise en place de plis de faible envergure orienté sensiblement E-W et des failles inverses de direction N50°E.

- La phase tectonique villafranchienne, une compression plio-quadernaire à serrage N-S induisant des failles inverses orientées globalement E-W, et cisailantes syn-plis. Elle redresse les couches du Miocène supérieur et bascule légèrement les dépôts détritiques du Pliocène ancien. Une autre composante décrochante dextre liée à un régime compressif précoce anté-plis. Cette direction est visible à l'échelle de l'affleurement affectant les barres gréseuses. Elle a donné naissance à des structures compressives plissées et elle serait à l'origine d'un transport cisailant vers le sud du bassin de Timgad.

• Proposition d'un modèle tectonique pour le Bassin de Timgad

La succession de ces phases tectoniques est à l'origine de la forme losangique du bassin, suivant une orientation ENE-WSW où s'observe une épaisse série sédimentaire du Crétacé et une couverture discordante mio-plio-quadernaire.

Le jeu et le rejeu des grands accidents NE-SW et NW-SE est le moteur ayant généré toutes les structures coincées entre leurs lèvres.

Les géosutures qui ont sans doute favorisé le développement de notre bassin, sont comme suit :

- La transversale NW-SE de Bejaia-Negrine : elle passe par l'extrémité ouest du Bassin de Timgad et se manifeste par les failles normales décrochantes dextres qui sont très bien visibles à l'échelle locale, tel qu'à Dj. R'dam ou Temagout où l'on observe une virgation dextre de l'axe du pli.

- La transversale NW-SE de Gafsa : elle passe par l'extrémité est du Bassin de Timgad et se caractérise par les failles normales décrochantes qui sont observables à l'échelle locale, tel qu'à Dj. Tarf qui est décalé par rapport à l'axe Dj. Bou Arif- Dj. Fedjoudj.

- La transversale NE-SW de Khenchela-Ouenza : elle passe au SE de l'anticlinal de Khenchela, par le synclinal perché de Djahfa et atteint le Nord tunisien. Elle se manifeste par les pointements triasiques à l'Est de Khenchela.

- La transversale NE-SW nord atlasique : elle passe au NW des Monts de Batna et atteint la plaine de l'Outaya au SW. C'est la transversale de Souk ahras-Batna-Outtaya.

- Les accidents E-W : trois grands accidents ont probablement joué un rôle déterminant dans la configuration actuelle du bassin : au Nord, l'accident d'Oum Kechrid, la bordure méridionale du Bassin de Timgad est soulignée par un accident E-W, dont Ghandriche signale comme un chevauchement et au sud on a un segment de la flexure sud atlasique.

Tous ces accidents qui ont joué probablement en même temps seraient à l'origine de la mise en place de plusieurs bassins intra-montagneux comme celui de notre région et probablement ceux du Hodna et de Negrine.

Nous avons essayé d'interpréter structurellement leurs jeux sur un fond d'image satellite. Nous nous sommes basés sur le modèle théorique de Riedel et de couloirs coulissants conjugués pour établir un schéma structural de mise en place du Bassin de Timgad.

La compression post-miocène, considérée comme la contrainte maximale ( $\sigma_1$ ) ; a engendré le jeu des accidents préalablement présents, les failles NW-SE ont rejoué en décrochements dextres et ont induit un jeu sénestre des failles NE-SW. De nouvelles failles, correspondent aux R synthétiques et R' antithétiques du système de Riedel, sont apparues.

Les failles R forment un angle de  $15^\circ$  avec la ligne de décrochement dextre. Un exemple de ces failles est celui qui passe entre les Dj. Fedjoudj et Bou Arif en les décalant suivant une direction NW-SE dextre.

Les failles R' forment un angle de  $75^\circ$  avec le plan de cisaillement. Un exemple de ces failles est l'accident soulignant le flanc sud du Dj. Bou Arif.

La conjugaison des R et R' a enfin engendré l'ouverture du bassin losangique de notre région d'étude selon le modèle classique de Riedel.

Du point de vue structural, le Bassin de Timgad correspond à un bassin intramontagneux marqué par des structures plicatives orientées sensiblement E-W, affectées par des accidents de directions différentes. Les plus répandues sont ceux orientés NW-SE, NNW-SSE et N-S. La mise en place de ce bassin serait la conséquence du jeu conjugué des transversales NW-SE dextres (Bejaia-Negrine et Gafsa) et longitudinales NE-SW sénestre (Khenchela-Ouenza et Souk Ahras-Batna-Outtaya), lui conférant l'aspect losangique.

**Mots clés :** Bassin de Timgad - Étude structurale - Phases tectoniques - modèle tectonique.

## Références

Laffitte, R., (1939c) - Structure et relief de l'Aurès. Bull. Ass. Géogr. fr., n° 119, pp. 34-40.

## Djebel Boubakhouch Souk Ahras Algérie: une structure compressive au front du domaine externe, analyse stratigraphique et structurale.

A.Chabbi<sup>1-2</sup>, A.Chouabbi<sup>2</sup>, A.Chermi<sup>3</sup>, M.Ghanmi<sup>4</sup>, M.Ben Youssef<sup>3</sup>.

<sup>1</sup> Institut des sciences Agrovétérinaires, Université Mohamed Cherif Messaadia Souk Ahras. Algérie.

<sup>2</sup> Laboratoire de Géodynamique et Ressources Naturelles, Département de Géologie, Université Badji Mokhtar – Sidi Amar- Annaba, Algérie.

<sup>3</sup> Centre de recherche et techniques des eaux Bordj Cedria Hammam Linf Tunis, Tunisie.

<sup>4</sup> Unité de Géologie structurale et appliquée, Faculté des Sciences de Tunis, Université El Manar, Tunisie.

### 1. Introduction

Djebel Boubakhouch représente une structure des plus importantes du Nord de la région de Souk Ahras, NE algérien. C'est une structure à quatre unités (structurales) appartenant au domaine externe de la chaîne des Maghrébides. Le modèle et l'âge de mise en place des unités structurales des différents domaines de la chaîne des Maghrébides restent un débat fructueux entre les géologues et qui ne cesse de fournir de nouvelles informations sur l'édification de cette chaîne. Dans ce modeste travail, nous allons étudier une structure située dans le tell externe de la chaîne des Maghrébides en vue de porter des données nouvelles qui contribueront à la compréhension de cette dernière.

### 2. Matériels et méthodes

Dj. Boubakhouch présente une des rares structures offrant la possibilité d'examiner de nombreux affleurements diversifiés et d'analyser les différents contacts entre les unités structurales. Les résultats ci-après sont acquis à partir des données récoltées (datations micropaléontologiques, mesures tectoniques et observations des contacts) du terrain suivant cinq profils recoupant la structure et orientés sensiblement NO-SE. L'analyse stratigraphique et structurale des données a abouti à la détermination des différentes unités structurales et de comprendre le scénario et la chronologie de leur mise en place.

### 3. Les unités structurales de Djebel Boubakhouch

a. Le complexe triasique : il s'agit d'une formation laguno-continentale constituée d'argiles versicolores, de gypse, de brèche argilo-gypseuse, de calcaires et de dolomies.

b. L'unité des Sellaoua de Kef Labiod – Dj. Bouallegue: c'est une unité plissée et faillée formant la partie basale de Dj. Boubakhouch et affleure largement au niveau de Kef Labiod, Koudiet Oum Zana et à Dj. Bouallegue. Elle est représentée par une formation marine (plateforme distale), essentiellement carbonatée au Crétacé – Paléocène et détritique (marnes des argiles et glauconies) au Miocène (Burdigalien-Langhien).

c. L'unité tellienne à globigérines de Kef el Arque fait partie de la nappe tellienne, elle est réduite à quelques dizaines de mètres d'épaisseur par un rabotage basal et autre sommital. Les marnes noires de sa base (2 à 3m d'épaisseur) sont affectées au Paléocène supérieur par des globigérines. Elles sont surmontées par une dizaine de mètres de calcaire noir à silex et à globigérines d'âge Yprésien, les marnes lutétiennes sont très réduites.

d. La nappe numidienne affleure en position structuralement élevée entre Dj. Boubakhouch et Koudiet Ras el Ayoune. Elle est constituée de formation turbiditique d'âge Oligo – Miocène avec des argiles à la base et des grès à dragées de quartz au sommet.

e. L'unité post-nappe de Koudiet Ras Layoune affleure au nord de DJ. Bouallegue, constituée par des formations continentales (des conglomérats, des grès et des argiles rouges). Ces formations sont affectées au Mio-Pliocène par David (1956).

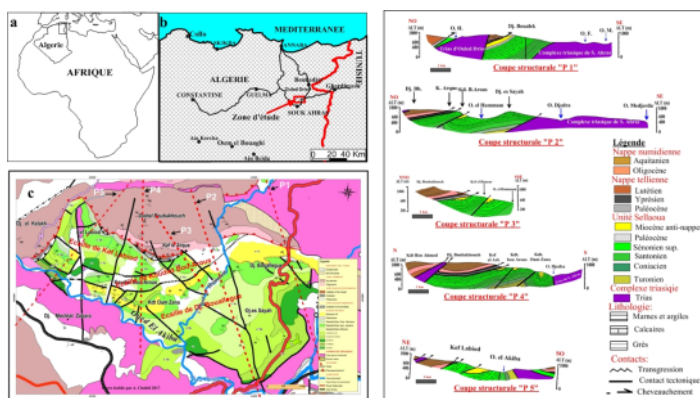


Figure 1: cartes de présentation de la région (a et b), carte structurale (c), Coupes structurales (d).

### 4. Structure de Djebel Boubakhouch

Dj Boubakhouch montre un empilement de quatre unités structurales séparées par des contacts tectoniques et sédimentaires, de haut en bas on distingue:

- L'unité post-nappe de Koudiet Ras Layoune (d'âge Mio-Pliocène) couvre la nappe numidienne de djebel Boubakhouch par un contact sédimentaire.
- La nappe numidienne de Dj. Boubakhouch recouvre la nappe tellienne, l'unité des Sellaoua et le Trias par un contact tectonique avec des stries à la base des bancs de grès et un rabotage basal réduisant partiellement la puissance des argiles sous-numidiennes.
- L'unité tellienne de Kef el Arque chevauche l'unité des Sellaoua par un contact tectonique subhorizontal. Ce contact affecte les formations miocènes (Burdigalien-Langhien) couverture de l'unité des Sellaoua au niveau de Kef el Arque et DJ. Bouallegue.



- L'unité des Sellaoua de DJ. Labiod – DJ. Bouallegue surmonte le complexe triasique par un contact tectonique et se présente en trois écaïlles plissées impliquant les formations miocènes (Burdigalien – Langhien) qui constitue la couverture des Sellaoua.
- Le complexe triasique occupe des positions structurellement variées, à la base de l'unité des Sellaoua, recoupe les unités telliène et numidiène et affecte les formations post-nappe.

**5. Conclusion :** Djebel Boubakouch montre une structure compressive présentant la mise en place des nappes pendant le Langhien supérieur, le complexe triasique constitue un niveau visqueux qui a favorisé le déplacement des différentes unités.

**Mots clés :** domaine externe, Domaine Sellaoua, Dj. Boubakhouch, Souk Ahras.

## Pétrographie et géochimie du magmatisme mésozoïque de la région de Tlemcen

L.Chanane<sup>1</sup>, A.Sebai<sup>1</sup>, C.Verati<sup>2</sup> et M-C.Chabou<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Département Génie Minier, Ecole Nationale Polytechnique d'Alger

<sup>2</sup> Laboratoire GéoAzur, Université Nice-Sophia Antipolis (France)

<sup>3</sup> Département des Sciences de la Terre, Institut d'Architecture et des Sciences de la Terre, Université Ferhat Abbas, Sétif.

La région d'étude s'inscrit dans l'avant fosse miocène (Nedjma, 2014), structurée au Nord du grand ensemble structural de la Meseta orientale d'Oranie, bordé au Nord par le bassin méditerranéen occidental (Leprêtre et al., 2018), et coincée à l'Est et à l'Ouest par la ceinture alpine pré-telliène du Tello-rifain, entrecoupée du côté Ouest par l'ensemble structural du domaine atlasique se prolongeant jusqu'à la côte ouest de la Méditerranée (Piqué, 2002).

Notre étude pétro-minéralogique et géochimique a été faite sur 06 échantillons dont 04 ont été prélevés dans les terrains du Trias affleurant en lambeaux en contact avec les terrains du Jurassique inférieur dans la région des Monts des Traras. Le cinquième échantillon appartient à des formations du Trias en contact avec les terrains du Jurassique moyen et le Quaternaire dans la région de Koudiet El-Mellah/ Taffessera située au Nord-Est du Horst de Ghar-Roubane (Oualia et al., 2000) et au Sud-Ouest des Monts de Tlemcen, tandis que le dernier échantillon fait partie des terrains triasiques se trouvant dans la localité de Ain-Thellouth à la limite du Nord-Est de la région des Monts de Tlemcen.

Le complexe triasique d'Oranie (Monts des Traras et de Tlemcen) fait partie de la province basaltique d'Afrique du Nord-Ouest. L'âge du complexe, examiné d'après les données biostratigraphiques et calé sur l'échelle géochronologique, se situerait à la limite Trias-Jurassique.

Le magmatisme de ces régions se manifeste généralement, soit par de minces coulées basaltiques vacuolaires associées à des pyroclastes, soit par d'épaisses coulées parfois prismées, présentant des variations texturales, depuis des dolérites à la base à des basaltes intersertaux avec ou sans phénocristaux d'olivines au sommet.

Les roches étudiées sont plus ou moins altérées, composées essentiellement d'albite, de quartz et de calcite, tandis que les minéraux ferromagnésiens sont généralement absents.

L'interprétation des résultats d'analyses en éléments majeurs et traces montrent que ces échantillons correspondent à des basaltes ou des basanites.

Ces analyses géochimiques attestent que ces roches se caractérisent par leur affinité tholeiitique (figure 1) et leur appartenance aux basaltes intra-plaque (figure 2), comparables aux roches de la Province Magmatique de l'Atlantique Central (CAMP).

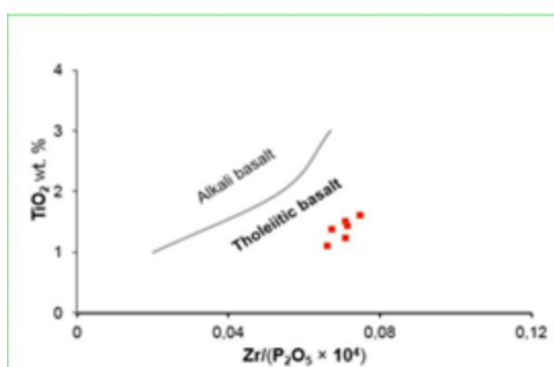


Figure 1 : Diagramme TiO<sub>2</sub> vs Zr/(P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> × 10<sup>4</sup>) (Winchester & Floyd, 1976)

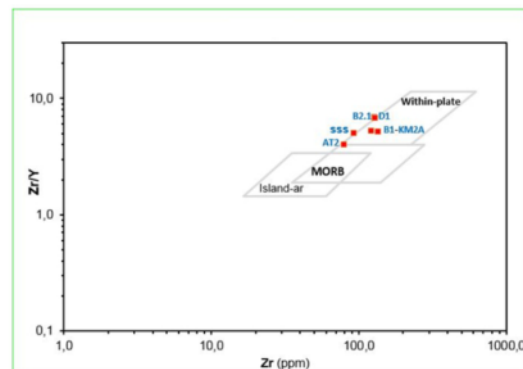


Figure 2 : Diagramme Zr/Y vs Zr (Pearce et Norry, 1979)



**Mots clés :** magmatisme, tholéiite, Monts des Traras et Tlemcen, CAMP

## Références

Nedjma Y. (2014) : *L'intérêt de la coupe d'Ouled Mimoun pour l'étude du passage Jurassique-Crétacé. Mémoire de Magister, Décembre 2014, Université Abou Bakr Belkaid, Tlemcen*

Leprêtre R. et al. (2018) : *Le système orogénique tello-rifain (Maroc, Algérie, Tunisie) et le problème de l'héritage structural sur la marge sud téthysienne, BSGF - Earth Sciences Bulletin 2018, 189, 10.*

Piqué A. et al. (2002) : *The Mesozoic-Cenozoic Atlas belt (North Africa): an overview », Geodinamica Acta 15 (2002) 185-208.*

Oualia H. et al. (2000) : *Mise en évidence d'un volcanisme alcalin intraplaque d'âge Acadien dans la Meseta nord occidentale (Maroc), 2000.*

## Étude d'intrusions syn-tectoniques de la meseta marocaine (Jebilet et Haute-Moulouya) : apport des images LANDSAT et des datations U/Pb zircon

R.Chebli<sup>1</sup>, K.Schulmann<sup>1</sup> et F.Chopin<sup>1</sup>.

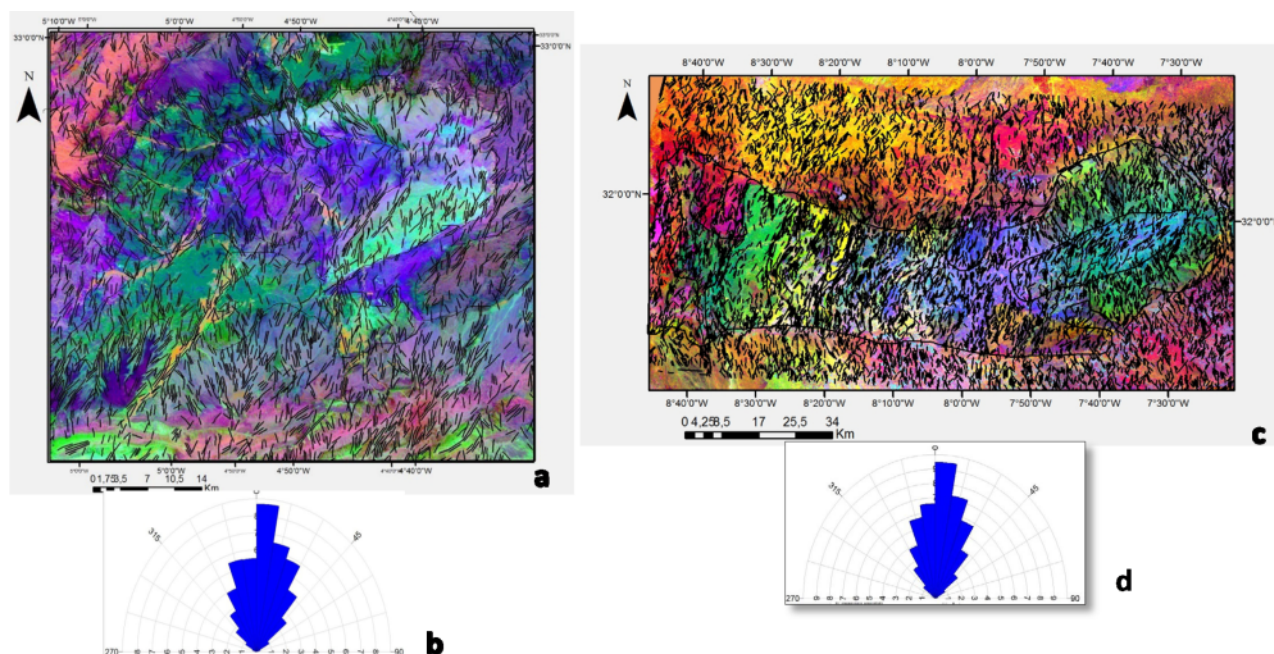
<sup>1</sup> Université de Strasbourg, Institut de Physique du Globe de Strasbourg, CNRS-Université de Strasbourg, Ecole est observatoire des sciences de la terre [Ryma.chebli@etu.unistra.fr](mailto:Ryma.chebli@etu.unistra.fr), [schulman@unistra.fr](mailto:schulman@unistra.fr), [f.chopin@unistra.fr](mailto:f.chopin@unistra.fr)

La Meseta Marocaine est bordée au Nord par le Rif, à l'Ouest par la côte Atlantique, à l'Est par le Moyen Atlas et au Sud par le Haut Atlas, notre travail s'intéresse au domaine de la Meseta, et plus précisément dans les régions de Midelt et Jebilet.

La haute Moulouya appartient à la Meseta orientale, elle est mitoyenne à la ville de Midelt, elle se trouve à la jonction du Haut-Atlas et du moyen Atlas, elle est considérée comme étant la zone la plus interne de cette chaîne [Hoepffner, 1994].

Le massif des Jebilet est situé au Nord du Haut-Atlas, au sein de la Meseta occidentale.

Les travaux de datations antérieurs ont été faits avec d'anciennes techniques totalement obsolètes. C'est pour cela que nous avons utilisé la méthode U/Pb sur les zircons, à priori, les résultats obtenus avec cette méthode en ce qui concerne l'âge du magmatisme dans la meseta sont différents de ceux des études antérieurs Fig 2, dans le but d'affiner nos résultats nous préconisons de retravailler nos datations, et ainsi revoir les interprétations, à l'aide de l'imagerie satellite nous avons pu distinguer les intrusions magmatiques par rapport aux autres faciès on se base sur la discrimination lithologique faite à partir des Landsat8, Les cartes linéamentaire obtenues suivies des rosaces, montrent que la tendance linéamentaire est N-S à NNE-SSW qui correspond à la compression WNW-ESE de fin Permien (290-275 Ma) Fig 1.



**Figure 1 :** Carte linéamentaire de la Région (a) Jebilet (c) Midelt obtenue par l'extraction automatique avec Geomatica ; (b et d) c'est des rosaces de chacune des régions comme suit.

Mais pour plus de résolution on projette de travail sur les images Sentinel 2A pour avoir plus de détail

- Les résultats de la datation sont considérés comme très utiles car les datations antérieures utilisaient des techniques «anciennes» (Rb / Sr, dissolution U / Pb).

Nos nouvelles données permettront avec des traitements de données plus poussés de peut-être faire baisser la barre d'erreur. Néanmoins, ces datation radiométriques confirment pour la plupart les âges de la bibliographie, excepté pour les granites muscovitisés de Midelt qui initialement attribué au permien semble être viséens. D'après Filali et al. [1999], ces granites sont syn-orogénique, cette phase est donc bien plus précoce que cela avait été imaginé.

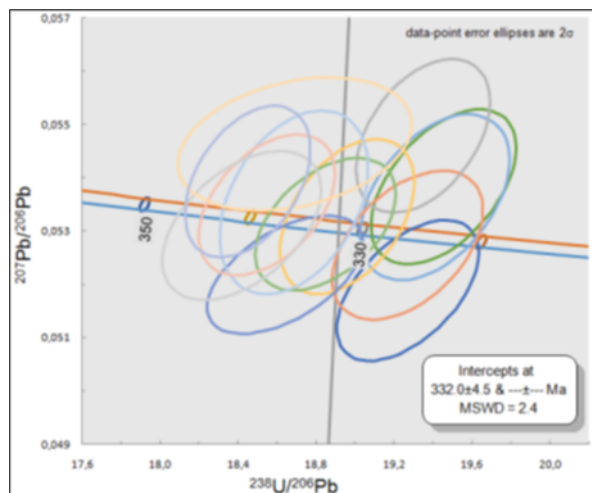


Figure 2 : présente (a) Digrammes Tera-Wasserburg 206Pb/238U de l'échantillon M11 représentant les granites de Midelt.

**Mots clés :** Méseta- Midel- Djebilet- Haut moulouya- Varisque- granite- datation- Imagerie Satellite

#### Référence

Hopeffner, 1987. La tectonique hercynienne dans l'Est du Maroc. Thèse d'état, Université Louis Pasteur, Strasbourg.

FILALI F, GUIRAUDI M et BURG J.P. (1999) Petro-structural investigation of the Aouli-Mibladen window (Upper Moulouya); consequences for Variscan geodynamics in Morocco. BSGF, t. 170, n° 4, pp. 435-450.

OUKEMENI D et BOURNE J.H. (1993) Etude géochimique des granitoides du pluton d'Aouli, Haute Moulouya, Maroc ; journal of African Earth Sciences, pp. 429-443.

Bulletin de l'Institut des Sciences et Techniques, Rabat, 1994, N° 18, pp. 169-191 La zone Midelt- Tazekka-Bsabis, le domaine interne de la chaîne varisque et ses relations avec le Massif hercynien central.

## Caractérisation pétrogéochimique de la série d'affleurement magmatique de roches basiques de la région de Cap Djinet-Dellys

L. Dehibi<sup>1</sup>, L.S. Boukhenifra<sup>1</sup> et L. Chanane<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Département Génie Minier, Ecole Nationale Polytechnique d'Alger

La géologie de la région de Cap-Djinet et Dellys située entre 95 et 120 Km environ à l'Est d'Alger est dominée par les formations volcaniques qui remontent à l'âge du miocène, dans la période allant du Burdigalien supérieur à l'Helvétien inférieur (DEGIOVANNI, R., 1978)

Le prélèvement de quatre échantillons des roches magmatiques a été effectué à partir des deux sites 1 et 2 de Cap-Djinet et Dellys, identifiées par les anciennes études géologiques relatives à la région comme étant des basaltes porphyriques (BP1, BP2, AD2 et BDys), ces derniers ont subi des analyses géochimiques par la méthode de la diffraction des rayons-X, par la Fluorescence-X et des analyses pétrographiques sur fond de lames minces.

Les résultats d'analyses géochimiques par Fluorescence-X obtenus représentés sur les diagrammes de TAS (fig.1 et fig.2) ont clairement vérifié et confirmé que la majorité de nos échantillons de roches correspondent :

• A la série de roches **moyennement alcaline** du **domaine alcalin** se rapportant au basalte alcalin, trachy-basalte et basanite, contrairement aux échantillons de **BP1** et **BDys** qui ont donné un caractère **sub-Alcalin** à tendance **calco-alcaline** et sont de nature pétrologique magmatique basique (BP1) et Ultra-basique (BP2 et AD2). Aussi les analyses chimiques par DRX ont mis en évidence la composition minéralogique dominante de nos échantillons de roches qui est constituée des minéraux de plagioclases de type anorthite et sa variété Labradorite, des minéraux de clinopyroxènes de types et diopside et des minéraux d'altération chimique tels que la calcite.

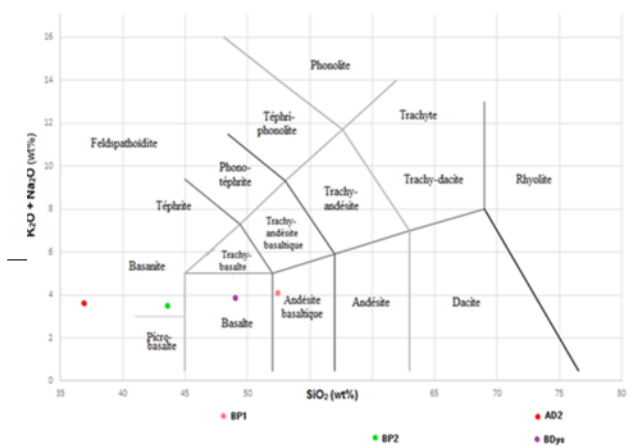


Figure 1: Classification des roches magmatiques dans le diagramme TAS

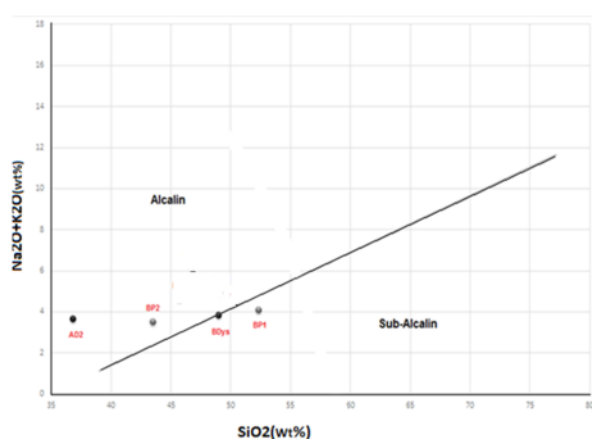


Figure 2: Type des roches magmatiques basiques dans le diagramme de TAS

l'étude microscopique sur fond des lames minces a vérifié et confirmé la composition minéralogique obtenue par DRX des échantillons prélevés, elle a montré aussi que tous les échantillons présentent la même configuration pétrographique dominée par les phénocristaux, la mésostase et le fond du verre volcanique parfois.

**Mots clés :** volcanique, moicène, basalte porphyrique, minéralogique.

#### Références

- DEGIOVANNI, R. « les formations volcaniques du Cap Djinet », Thèse de doctorat. Université d'Alger, 1978.  
 MILNITCHOUK, V. « Géologie générale », Ed. Moscou, 1983, 440p.  
 BELLAIR, P et POMEROL, C. Élément de géologie. 8ième édition, Collection U - Armand Colin, 1984.

## Evidence of an active Devonian continental margin in the Variscan Bohemian Massif (the Mariánské Lázně Complex and Čistá pluton)

P.Deiller<sup>1</sup>, P.Štípská<sup>1,2</sup>, M.Ulrich<sup>2</sup>, K.Schulmann<sup>1,2</sup>, E.Pelt<sup>3</sup>, J.Miková<sup>1</sup> et S.Collett<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Center for Lithospheric Research, Czech Geological Survey, 11821, Praha 1, Czech Republic

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

<sup>3</sup> Laboratoire d'Hydrologie et de Géochimie de Strasbourg, EOSt, University of Strasbourg and CNRS, Strasbourg, France

The Mariánské Lázně Complex (MLC) between the lower (Saxothuringian) and upper (Teplá-Barrandian) plates contains eclogites with peak eclogite-facies conditions at ~390 Ma, affected by extensional shearing at ~375 Ma connected with granulite-facies and migmatization. To better understand the geodynamic context for this rapid transition from cold subduction to hot extension, the several tens of meters wide extensional zones have been studied. They are dominated by amphibolite migmatites and contain unfoliated, fine to coarse-grained rocks with magmatic textures including euhedral crystal shapes, magmatic bedding and/or dykes. In places, the unfoliated structure passes into magmatic foliation and to solid-state amphibolite-facies shear zones. These magmatic rocks range from amphibole gabbros to trondhjemites. A possible upper crustal equivalent of this deep magmatic event are the granitoids of the Čistá pluton, intruding the hanging-wall Teplá-Barrandian. New whole rock geochemical data including major, trace element and Sr-Nd isotopes, combined with U-Pb zircon geochronological and Hf isotope study, for the extension-related magmatic rocks of the MLC and the supracrustal Čistá pluton are provided. The calc-alkaline nature, a pronounced negative Nb-Ta anomaly, relative enrichment of fluid-mobile elements (including large ion lithophile elements, LILE), a strong fractionation of LREE over HREE and depletion of high field strength elements (HFSE) is evidence for an active continental margin. Low values of  $\epsilon$ Nd data suggest either the presence of variable mantle chemistry at the base of the magmatic system, and/or implication of the lower crust. Zircons from the MLC gabbros to trondhjemites show magmatic overgrowths at 390–370 Ma and strong 480–560 Ma inheritance. Zircons from the Čistá pluton show peaks at 350–380 Ma and 380–410 Ma, and a weak inheritance 500–530 Ma. The results are interpreted in terms of a long-lasting magmatic activity covering most of the Devonian. Magmas intruded the lower crust during the Middle and Late Devonian and were emplaced in the upper crust during the Early Carboniferous. Magmas show strong involvement of the Cambrian lower crustal material, including the eclogites, based on variable relative enrichment of mobile elements (LREEs and LILEs) among the samples, a possible heterogeneous contribution of the subduction component into the system. Zircon in-situ Hf isotope study shows that there was not only juvenile input to produce the Devonian magmatism, which is in accordance with the recycling recorded by the geochronology.

## Etude pétrographique et géochimique des roches magmatiques de la région de Souk El Thénine

R.Gacem<sup>1</sup>, A.Sebai<sup>1</sup>, C.Verati<sup>2</sup> et M.C.Chabou<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Département Génie Minier, Ecole Nationale Polytechnique d'Alger

<sup>2</sup> Laboratoire GéoAzur, Université Nice-Sophia Antipolis (France)

<sup>3</sup> Département des Sciences de la Terre, Institut d'Architecture et des Sciences de la Terre, Université Ferhat Abbas, Sétif.

Dans la région du Souk El Thenine, existent plusieurs affleurements de roches magmatiques, qui se présentent sous forme de pointements, avec des dimensions variables. Ces roches sont décrites comme étant des ophites. Cependant, leurs âges et leurs conditions de mise en place restent imprécis.

Sept échantillons de ces roches magmatiques ont été récoltés à partir d'affleurements de deux sites différents, appartenant à des terrains triasiques.

L'étude de ces roches a permis d'identifier leurs caractères pétrographiques et géochimiques. Du point de vue minéralogique, ces roches contiennent en général de l'albite, de l'hornblende, du quartz et de l'épidote.

A partir de résultats d'analyses géochimiques en éléments majeurs et en traces, on a constaté dans le diagramme TAS ( $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$  vs  $\text{SiO}_2$ ), qu'une partie de ces échantillons occupe le domaine des basaltes, tandis que les autres échantillons se trouvent dans le domaine des basaltes andésitiques.

L'utilisation d'un certain nombre de diagrammes discriminants, parmi lesquels ceux des figures 1 et 2, ont permis de mettre en évidence l'affinité tholéiitique des roches étudiées, ainsi que leur appartenance aux basaltes tholéiitiques intra-plaque et basaltes d'arcs volcaniques (figure 3).

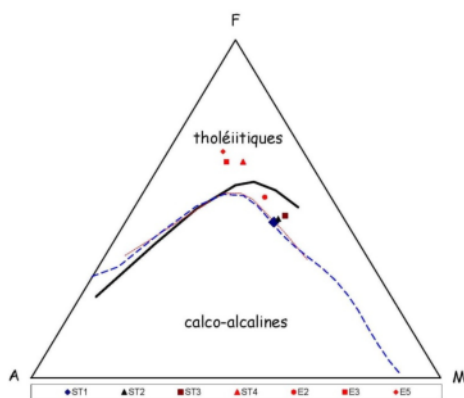


Figure 1 : Diagramme d'Irvine & Baragar 1971 (AFM: A=(Na2O + K2O) F=(fer total) M=(MgO))

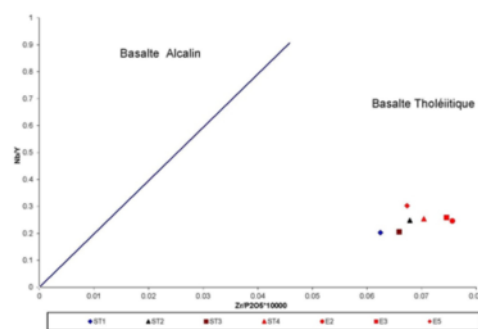


Figure 2 : Diagramme Nb/Y Vs Zr/P205 (Winchester & Floyd, 1976)

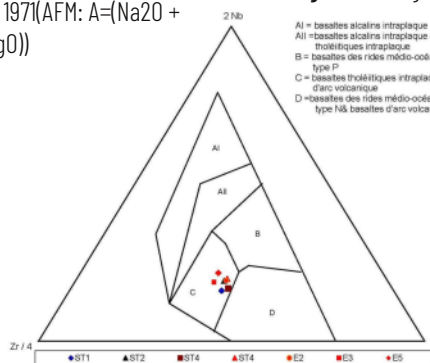


Figure 3 : Diagramme Nb-Zr-Y (Meschede, 1986)

Des datations géochronologiques par la méthode  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  effectuées sur des grains d'amphiboles de deux échantillons différents ont donné des âges perturbés, dus probablement à des excès d'argon.

**Mots clés :** magmatisme, tholéiite, Souk El Thenine, basalte intra-plaque

### Références

Ehmann (1924) : Carte géologique de l'Algérie au 1/50 000, feuille de Ziama (Alger 1924).

Ehmann (1924) : Notice explicative de la carte géologique, feuille de Ziama échelle 1/50 000.

Lucas (1933) : Etude des roches éruptives accompagnant le Trias aux environs de Souk El Tenine et d'Aumale. Bulletin société géologique d'Algérie, 2<sup>ème</sup> série, stratigraphie, travaux récents des collaborateurs, fascicule.

Roubault 1932 : Roches éruptives Trias Souk-El-Tenine (Kabylie des Balars) et d'Aumale



## Les basaltes et les zéolites associées de la région de Dellys (Est Algérois)

Y.L.Hachemi<sup>1-2</sup>, M.Bourahla<sup>1</sup> et O.Belanteur<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> FGCA. Université de Chlef, [hachemi.lyes2017@gmail.com](mailto:hachemi.lyes2017@gmail.com)

<sup>2</sup> Laboratoire de métallogénie et Magmatisme de l'Algérie. Département de Géologie, U.S.T.H.B. Alger.

Le magmatisme du littoral algérien s'est mis en place par périodes successives entre 19 Ma et 1 Ma et s'inscrit dans l'évolution géodynamique alpine de la méditerranée. Au miocène, la marge algérienne a connu une activité magmatique de type basaltique. Les produits de cette activité affleurent essentiellement en Algérie centrale (régions de Dellys et du Cap-Djinet) et en Algérie occidentale (Oranie) dans les régions de la moyenne Tafna, la rive gauche (Sidi Ali ben Zomra), la rive droite et le M'Sirda.

La région de Dellys est située à 100Km à l'Est d'Alger et 20Km à l'Est du massif éruptif de Cap-Djinet. Les roches de la région de Dellys sont des laves basaltiques, andésites basiques et des tufs qui sont soit interstratifiés, soit recoupent les formations « post-nappes » largement développées dans la région.

Les zéolites ont été échantillonnées dans les roches basaltiques de Dellys. Les basaltes miocènes dans la région de l'Algérois (Dellys) se sont constitués au cours de deux épisodes.

Un premier épisode magmatique (Dellysien, 19 Ma). Cet épisode est marqué par l'émission de magmas basiques. Un deuxième épisode (carténien) qui se manifeste au Langhien-Serravallien, entre 15.8 et 11.8 Ma. Cet épisode est marqué par l'émission de magmas basiques et acides. Ouabadi (1994), Belanteur O. (2001). A Dellys, les coulées basaltiques et andésitiques constituent des falaises abruptes et escarpées. Les coulées basaltiques prismées et les pillow lavas de l'ancienne carrière située entre le Marabout de Sidi Medjini et la plage de Takdempt, sont interstratifiées dans la molasse du Miocène moyen. L'altération en pelure d'oignons de ces basaltes est très fréquente. Photo n° : 1.



Photo n° : 1 Altération en pelures d'oignons des basaltes de Dellys



Photo n° : 2 Texture microlitique porphyrique des basaltes de Dellys (LP. Grossissement 3.5)

Ce sont des roches de teinte sombre à noirâtre, porphyriques avec une présence permanente de phénocristaux d'olivine et de pyroxène. Ces basaltes sont riches en minéraux secondaires de type (zéolite, calcite et chlorite), Belanteur O. (2001). Au microscope, les basaltes présentent une texture microlitique porphyrique et une texture microdoléritique intersertale avec une composition minéralogique quasi identique comprenant une association de plagioclase, pyroxène, olivine, oxydes opaques et des minéraux secondaires. Dans la texture microlitique, les phénocristaux constituent 20 à 30% du volume total de la roche et sont représentés par des plagioclases (30-50%), du clinopyroxènes (25 à 30%) et de l'olivine (10 à 15%). La mésostase est constituée par les mêmes associations minérales. Photo n° : 2.

Après avoir été triés, lavés et broyés, les échantillons ont été analysés aux rayons X. Les zéolites présentent des pics caractéristiques qui nous permettent de les distinguer. Les zéolites remplissent des vacuoles et des diaclases pouvant atteindre 1 à 4 cm de diamètre. De couleur blanchâtre, ces minéraux se détachent du fond sombre du basalte, et cristallisent sous forme fibro-radiée. Ce sont : la Natrolite  $\text{Na}_2(\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_{10}) \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ , la thomsonite  $(\text{Na}, \text{Ca}_2)(\text{Al}, \text{Si})_5\text{O}_{10} \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ , la mésolite  $(\text{Na}_2, \text{Ca}_2)(\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_{10}) \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ , la scolécite  $\text{Ca}(\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_{10}) \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ , la stilbite  $(\text{Ca}, \text{Na}_2, \text{K}_2)(\text{Al}_2\text{Si}_7\text{O}_{18}) \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ , l'analécime  $(\text{Na}_2, \text{Ca})(\text{Si}_2\text{AlO}_6) \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ , et la laumontite  $\text{Ca}(\text{Al}_2\text{Si}_4\text{O}_{12}) \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ . Photo n° : 3.

**Mots clés:** Dellys, basaltes, zéolites, minéraux primaires, minéraux secondaires.

### Référence :

Belanteur O., (2001). Le magmatisme miocène de l'Algérois : chronologie de mise en place, pétrologie et implications géodynamiques. Thèse de doctorat. U.S.T.H.B. Alger.

Ouabadi A. (1994). Pétrologie, géochimie et origines des granitoides peralumineux à cordiérite (Cap Bouganroum, Beni-Touffout et Filfila) Algérie nord Orientale. Thèse D'État. Université Rennes 257p.



Photo n° 3 Vacuole remplie de zéolites fibro-radiées, et des veinules de zéolites parcourent la roche. Échantillon récolté le long du littoral de Dellys, entre l'ancienne carrière et le phare.

## Apport de l'aéromagnétisme dans la cartographie de l'accident majeur de Kef Hahouner-Djber Debar

M.Y.Laghouag<sup>1</sup>, M.C.Chabou<sup>1</sup>, R.Laouar<sup>2</sup>, D.Boubaya<sup>3</sup> et B.Redhaouia<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Département des Sciences de la Terre, IAST, Université Ferhat Abbas, Sétif. [laghouag.medyacine@univ-setif.dz](mailto:laghouag.medyacine@univ-setif.dz)

<sup>2</sup>Département de Géologie, Faculté des Sciences de la terre, Université Badji Mokhtar-Annaba, BP.12, Annaba 23000, [rabahlaouar@yahoo.fr](mailto:rabahlaouar@yahoo.fr)

<sup>3</sup>Laboratoire Eau et Environnement, Université de Tébessa, Algeria.

<sup>4</sup>Bureau de recherches géologiques et géophysiques (B.R.G.G), Rue Avicenne, Gafsa 21000.

La faille du Kef Hahouner-Djebel Debar est l'un des plus importants accidents tectoniques de l'Est algérien. Cet accident, orienté N100°E à N110°E, marque la bordure septentrionale du bassin de Constantine (Coiffait, 1992) et se suit sur plus de 100 km d'Est en Ouest, du Djebel Debar au M'cid Aicha, en passant par le Kef Hahouner. On trouve le long de cet accident des roches volcaniques et de nombreuses sources thermales. Les dépôts du Mio-Pliocène sont redressés au contact de cet accident, qui a commencé à jouer juste après la phase tectonique fini-lutétienne (Raoult, 1974). Nous avons étudié récemment des roches volcaniques intercalées dans le Miocène continental et localisées au Sud du Kef Hahouner. Cette étude pétrographique, minéralogique et géochimique a confirmé la nature lamproitique de ces roches (Laghouag, 2014). Ces lamproites sont d'origine mantélique, remontées à la faveur de l'accident du Kef Hahouner-Djebel Debar, qui représente probablement un accident lithosphérique majeur du Nord-Est de l'Algérie. Nous avons entrepris une étude aéromagnétique dans le but de cartographier cet accident et les roches volcaniques qui lui sont associées. Les résultats obtenus donnent une meilleure vision de l'extension dans l'espace de l'accident du Kef Hahouner-Djebel Debar et des roches lamproitiques associées.

**Mots clés :** Kef Hahouner – Lamproites – Aéromagnétisme – Pétrographie – Cartographie.

### Références

Coiffait, P.E., 1992. *Un bassin post-nappes dans son cadre structural : Thèse de Doctorat d'Etat, Université de Nancy I, 501 pages.*

Laghouag, M.Y., 2014. *Etude des lamproïtes du Nord-Est algérien. Mémoire de Magister, Université Ferhat Abbas, Sétif 1, 185 p.*

Raoult, J.F., 1974. *Géologie du centre de la chaîne numidique. Mémoires de la Société Géologique de France, n°121, p. 1-163.*

## Enigmatic Sedimentary Structures from the Numidian Flysch, North-Western Algeria

B.Menzoul<sup>1</sup>, M.Adaci<sup>1</sup> et D.Stow Dorri<sup>2</sup>

<sup>1</sup> University of Tlemcen, Fg Pasteur BP. 119, Tlemcen, Algeria

<sup>2</sup> Heriot-Watt University, Edinburgh EH14 4AS, Scotland, UK  
[menzoul.bouabdellah@hotmail.fr](mailto:menzoul.bouabdellah@hotmail.fr)

The sedimentology of the Numidian Flysch (Upper Oligocene) of the Ouarsenis Mountains, Northwest Algeria, is presented here for the first time. The outcrops of the Forêt des Cèdres and Kef Mahmoud sections comprises thick and very-thick bedded sandstones as the dominant facies, interbedded with more minor mudstones. Five distinct facies have been identified including: (1) massive sandstone, (2) normally-graded sandstone, (3) parallel-laminated sandstone, (4) siltstone, and (5) mudstone. The range of bedding and facies characteristics observed can be interpreted as resulting from deepwater gravity flow processes. Many sole marks are present on the bases of the overturned sandstone beds, including groove casts, flute marks, gutter casts, longitudinal ridge and furrow marks, mud ripples, and frondescant marks.

Two enigmatic sedimentary structures have been recorded in these outcrops including ; (1) A new type of flute-mark structure designated as curved flute marks occurring on the base of medium-grained sandstone beds in the Forêt des Cèdre section. We suggest that they result from flow interaction with an obstacle or irregular relief on the seafloor in the path of a strong turbidity current. Similar features have been generated in laboratory simulations by Dzulynski (1965) ; (2) Soft sediment deformation structure resembling to Load casts structures, observed on the base of medium to fine grained thick sandstone beds in the Forêt des Cèdre section and Kef Mahmoud section. This structure seems to be formed by the liquefaction phenomenon.

**Keywords:** Numidian flysch, turbidite, massive sandstone, curved flute, liquefaction



## Etude structurale et pétrographique des Fractures et de leurs remplissages à Dj. Debbagh (Guelma- Nord Est Algérien).

A.Ouddah<sup>1</sup> et A.Khiari<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Département de Géologie, Université L'Arbi Ben M'Hidi, Oum El Bouaghi, Algérie, [ouddah.amira@univ-oeb.dz](mailto:ouddah.amira@univ-oeb.dz)

<sup>2</sup> Laboratoire Ressources Naturelles et Aménagement des Milieux Sensibles « RNAMS », Université L'Arbi Ben M'Hidi, Oum El Bouaghi, Algérie, [lrnams.univ-oeb@hotmail.com](mailto:lrnams.univ-oeb@hotmail.com)

Le Djebel Debbagh, fait partie des massifs du segment nord oriental de la série néritique du constantinois. Ce complexe est subdivisé en deux sous-groupes partiellement superposés : la séquence néritique comportant une série de formations condensées à dominance carbonatée et silico clastiques du Jurassique et du Trias et les formations allochtones à dominance argilo-marneuse et quartzique. À DJ Debbagh, la fracturation est très vigoureuse, par conséquent, toutes les formations autochtones sont affectées par des accidents ce qui compartimente le massif en de nombreux blocs. Une étude structurale des zones d'endommagement au voisinage des failles a mis en évidence des corps de brèches à ciment calcitique dont l'épaisseur atteint parfois des dizaines de mètres.

Les observations mettent en évidence une zone de déformation à remplissage calcitique pluriphase qui marque chaque étape de l'évolution tectonique de la zone. Il s'agit majoritairement de remplissages de brèches hydrauliques à brèches chaotiques avec, pour finir, la mise en place de filons. L'observation de ces différentes phases de remplissage par microscopie optique et en cathodoluminescence a mis en évidence des phases de remplissage à calcite météorique dans les différents stades de la fracturation et l'absence de témoins de circulation des fluides hydrothermaux. L'élaboration d'un modèle pétrogénétique sur l'origine de ces remplissages calcitiques va permettre d'affiner la géologie de la région.

**Mots clés :** fracturation, Dj.Debbagh, remplissages, calcite.

### Références :

Vincent B., Emmanuel L., Houel P., Loreau J.-P., 2007, *Geodynamic control on carbonate diagenesis: petrographic and isotopic investigation of the upper jurassic formations of the Paris Basin (France)*. *Sedimentary Geology*, v. 197, p. 267-289.

McKenzie D., "Active tectonics of the Mediterranean region," *Geophysical Journal. Royal Astronomical Society*, vol. 30, pp. 109-185, 1972.

Vila J. M., *La chaîne alpine d'Algérie orientale et des confins algéro-tunisiens [Thèse de Doctorat] université de Pierre et Marie Curie, Paris, France, 1980.*

## Role of the structural inheritance in the structuring of Zaghuan foreland; Case of Sidi-Jedidi- Hammam Bent Jedidi region (Northeastern Tunisia).

R.Ouhibi<sup>1</sup>, A.Barhoumi<sup>1</sup> et M.Ghanmi<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Faculté des Sciences de Tunis, Laboratoire Géosciences, Ressources Minérales, Énergétiques et Environnement (L.G.R.M.E.E.)

The structural heritage has played an important role in the existing structures building in Zaghuan foreland zone, in Northeastern Tunisia and guided their geometry.

Located, in the region of Sidi Jedidi-Hammam Bent Jedidi, the compilation of tectonics and paleogeography enabled us to know the main cause of the differentiation in the distribution of the stratigraphic series and the behavior of the structures with respect to the compressive phases in study zone.

Indeed, the presence of the inherited tear faults F1 and F2 oriented NW-SE allowed structuring the Bouficha region blocks namely from southwest to northeast Zaghuan-Bouficha block (the trough of Bouficha), Sidi Jedidi block where outcrops Fejej and Damous fold and Hammam Bent Jedidi block containing el Azreg, Hammam, Bou Naga and el Groun and Gahmous folds.

The reactivation of inherited faults F1 and F2 in the compressive phases allowed building folds whose geometry varies from one block to another. Plicative structures are dominant in the region. Anticline Sidi Jedidi, Jebel el Azreg, Hammam, el Groun, Bou Naga are oriented NE-SW. They are formed at the base or against normal paleo-fault NW-SE, which were reactivated with a reverse play.

This observations show the relationship between the location of folds and the existence of these paleo-faults.

**Key Words:** Northeastern Tunisia, Fault propagation fold, Tear faults, compressive phases, differential activity.

## Etude Comparative sur les Réseaux de Failles du Rocher de Constantine et du bassin de Ain Smara

N.Rebouh<sup>1</sup> et A.Khiari<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Laboratoire de recherche Ressources naturelles et aménagement des milieux sensibles Département de Géologie, Faculté des Sciences de la Terre et d'Architecture, Université Larbi Ben M'hidi, Oum El Bouaghi.*

L'étude géologique de certains bassins situés à l'Est de l'Algérie paraît indispensable dans le contexte géologique régionale ; c'est-à-dire dans le cadre de la géologie des maghrébides, plusieurs auteurs ont menés des investigations géologiques concernant ces bassins parmi lesquels Wildi.W (1983), Durand.D (1980), Villa.J.M (1980).

La restructuration post orogénique, post-alpine a connu la mise en place de systèmes de grandes zones de failles dont les paramètres géométriques et géo cinématiques sont loin d'être connus.

Les progrès réalisés sur les propriétés des structures de failles (Wibberley C., Shipton Z. 2010) ont mis la lumière sur la variabilité spatiale des structures faillées et du changement de leur propriétés en fonction des échelles de temps et de longueur. Le bassin d'Ain Smara et le Rocher de Constantine sont des exemples de systèmes très faillés mais dont les propriétés sont diverses malgré leur proximité géographique.

Notre travail est une contribution à la compréhension de la mise en place et de la répartition des fractures et leur évolution cinématique dans les formations géologiques pour cela nous avons commencé par la description structures associées secondaires, des remplissages fluides et des minéralisations associées, en fonction des données disponibles, du contexte physique et géologique de la région d'étude.

Nos investigations sur terrain, et les travaux géologiques existants nous permettent de trouver des différences considérables quand à la nature, la répartition et la propagation des réseaux de failles dans les deux régions étudiées et l'analyse de la fracturation dans la région étudiée a montré qu'une différence existe entre l'origine des contraintes des fractures dans les deux secteurs. Il a été montré aussi que l'état des contraintes (distensif, compressive ou décrochant) est également différent dans les deux secteurs.

Le caractère le plus saillant de la structure de la région d'Ain Smara (Massif de Chettaba) est donné par des failles nombreuses qui isolent les massifs calcaires, en les faisant surgir au dessus des marnes d'âge Crétacé. Les dislocations produites par ces failles ont été accompagnées de compressions qui ont mené de la profondeur des lambeaux triasiques en les déversant sur des terrains d'âge Crétacé. Les deux chaînes principales du massif du Chettaba représentent les flancs d'un anticlinal à voûte effondrée sous le Sénonien.

En résumé, les structures principales qui ont déterminé le développement tectonique de la région d'Ain Smara (Chettaba) sont représentées :

a/ fossé du Chettaba, aligné nettement NE-SW, qui superpose à et interfère avec :

b/ des structures à alignements sensiblement EW

c/ le système de failles d'alignement N 160°

Le Dj Felten représente le massif calcaire le plus important de la région d'Ain Smara gisant sous forme d'un monoclin à pendage doux. Le massif en question est limité du côté NW et E par un système de faille subverticales, elles représentent une direction NE-SW ou NW-SE et également limité du côté Sud par une faille, dans la partie orientale on trouve quelques failles transversales, une faille analogue limite les calcaires et dolomies d'âge Cénomaniens coté Est et présente une direction sensiblement NW-SE.

Le rocher de Constantine est une masse carbonatée divisée en deux parties par l'Oued El Rhumel, l'une porte la ville à l'Ouest et l'autre est présentée par Djebel Sidi Mcid à l'Est. Cette masse est orientée sensiblement N-S.

L'ensemble du rocher est caractérisé par un système de fracturation dense causé par la forte tectonique au alentour de la grande faille qui limite le rocher et s'organise dans une zone de convergence de failles régionales et donne une forme losangique très mal connue.

**Mots clés :** Cinématique, Faille, Structure, Ain Smara, Contrainte

### Références :

WILDY W. (1983) *La chaîne tello-rifaine (Algérie, Maroc, Tunisie): Structure, Strati-Graphie et évolution du Trias au Miocène. Revue de Géologie dynamique et de Géographie Physique*, 24, 201-297.

COIFFAIT F. (1992). *Un bassin post-nappes dans son cadre structural, l'exemple de Constantine (Algérie Nord Orientale)* 505 p.

VILLA J.M. (1980). *La chaîne alpine d'Algérie orientale et des confins Algéro-Tunisiens*, 665p.

WIBBERLEY C., SHIPTON Z. (2010). *Journal of Structural Geology* 32 . 1554-1556.

## The Senonian-Eocene of Tellian domain in Northern Tunisia, synorogenic deposits

J.Saadi<sup>1</sup>, D.Turki<sup>2</sup>, O.Smati<sup>3</sup> et M.Ben Youssef<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Faculté des sciences de Bizerta, Carthage Univ. Tunisia. [saadjalila496@gmail.com](mailto:saadjalila496@gmail.com),

<sup>2</sup> Faculté des Sciences, El Manar, Tunis Tunisie.

<sup>3</sup> ONM, Charguia, Tunis, Tunisie.

<sup>4</sup> CERS, Laboratoire de géoressources, Borg cedria Tunis.

The sedimentologic study of carbonated series, from Senonian to Eocene, at the Fernana - Ain Draham area (Northern of Tunisia) improves paleogeography and understanding of internal domains of the Magrebine Chain. Named Mogod and Kroumirie, the studied domain is situated at the northwest part of Tunisia, close to Algerian frontier, and corresponds to the external Tellian domain of the Alpine Chain.

Major objectives of this work are to describe type of deposits in syntectonic basins created by progressive deformation in an accretionary wedge. On the other side, this work try to elucidate complex structural zones by news stratigraphics results, as a relationship between Ediss / Adissa / Atafa Units and the "autochtone" and "paraautochtone" sensu Rouvier (1985). The comparison between stratigraphic logs studied at the autochtone, paraautochtone, Ediss Unit and Ain draham - Adissa Unit and the stratigraphic's revision support in general these structural units, with news results.

**Senonian:** The Adissa/Ain draham unit corresponds to the distal domain of the basin and are represented by thin slumped limestones turbidites (late Campanian to Maastrichtian). The autochtone/paraautochtone and Ediss unit correspond to the proximal globally hemipelagic carbonated slope deposits (entirely Campanian in age). The Maastrichtian-Paleocene is represented by a large olistostrom series (over 1000 m in thickness), showing lateral grading of olistoliths from north-west to south-east.

**Eocene (Ypresian):** We distinguish three major domains: Adissa/Ain Draham unit, Ediss/Kasseb unit and autochtone/paraautochtone unit corresponding respectively to distal basin (thin slumped limestones turbidites), hemipelagic slope and an isolated carbonated shelf.

Our paper highlights the effects of the deep tectonics during the sedimentation in the period from the beginning of the tectonic inversion (middle - late Cretaceous) to the activation of the nappe tectonics.

**Key words:** Tellian domain, Senonian, Eocene, Nappes, olistostrome.

### Références

Rouvier H. (1985) - *Géologie de l'extrême-nord tunisien: tectoniques et paléogéographies superposés à l'extrémité orientale de la chaîne nord-magrébine. Annales des mines et de la géologie, n°29, Tunis.*

## Le faciès Ammonitico-Rosso ("Calcaires rouges noduleux") du Jurassique supérieur des massifs de l'Ouarsenis du domaine tellien (Algérie): Contexte environnemental et déformations sédimentaires.

R.Sadji<sup>1</sup>, M.Benhamou<sup>1</sup>, A.Nemra<sup>2</sup> et S.Belkhedim<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Laboratoire de Géodynamique des Bassins et Bilan Sédimentaire, Université d'Oran 2, [radouane.sadji@gmail.com](mailto:radouane.sadji@gmail.com)

<sup>2</sup>Laboratoire de Paléontologie Stratigraphie et Paléoenvironnements, Université d'Oran 2.

Les Calcaires rouges noduleux appelé communément "Faciès Ammonitico-Rosso" est un faciès typiquement téthysien. Il est diachrone dans le domaine tellien. Le Jurassique supérieur des massifs de l'Ouarsenis (Algérie NW) montre une bonne succession de ce faciès typique (Ammonitico Rosso « AR »). L'apparition de ce faciès dans une série sédimentaire est liée à des événements géodynamiques (Benhamou, 1996 ; Benhamou et Elmi, 1997a). Sur des carbonates peu profonds d'âge Callovien à Bou Rheddou et Bechtout (Tiaret) (Atrops et al., 1994), et sur des carbonates de plate-forme ouverte dans le massif culminant du Grand Pic et ses satellites (Tell externe) vient s'installer le faciès AR. Le passage à cette sédimentation pélagique est souligné par une importante discontinuité englobe le Callovien supérieur et l'Oxfordien inférieur. La série correspond à deux pôles faciologiques : AR calcaire et marneux d'âge, respectivement, Oxfordien moyen et supérieur. Cet ensemble s'enchaîne par des calcaires micritiques intercalés par des bancs décimétriques d'AR calcaire d'âge Kimméridgien. Ce dernier est couronné par un hard-ground. Le Tithonien correspond à des alternances marno-calcaires intercalées aussi par des passées d'ordre centimétrique d'AR. Tandis que le Kimméridgien et le Tithonien à Tiaret montrent une intermittence entre mer peu profonde et ouverte. Le passage d'une

sédimentation carbonatée peu profonde à des dépôts pélagiques condensés est influencé par la phase tectonique extensive (rifting). Cette phase tectonique est probablement d'âge Callovien supérieur-Oxfordien inférieur et est responsable à la fragmentation de la plate-forme préexistante en donnant lieu à la naissance des petits bassins subsidés séparés par des haut-fonds (PCP : pelagic carbonate platform). L'ennoiement définitif de la plate-forme callovienne a eu lieu à la base de l'Oxfordien moyen (biozone à *Plicatulus*). Cette configuration est documentée par l'installation de l'AR calcaire à caractères pélagiques à texture wackestone à packstone à foraminifères pélagiques et des filaments, un faible taux de sédimentation (dissolution, condensation, discontinuités, encroûtements, bioturbation), et par conséquent la sédimentation est effectuée sur les toits des PCP (Santantano, 1994), le contrôle des PCP est documenté par la grande variation des épaisseurs. Le pôle calcaire est surmonté par le pôle marneux. Ces marno-calcaires rouges pélagiques montrent aussi des témoins d'une sédimentation sur une pente distale dans une période tectoniquement instable (slumps, failles syn-sédimentaires, dépôts gravitaires). Ainsi, les ichnofossiles de type pélagique (pente) y sont associés. A l'extrême sud de l'Ouarsenis (Bou Rheddou et Bechtout), une décharge détritique importante vient interrompre la sédimentation carbonatée. Ces grès de point de vue sédimentologiques et ichnologiques représentent des dépôts turbiditiques (bases érosives des bancs, termes ta, b, c de Bouma) et des ichnofossiles typiques à des dépôts turbiditiques (*Lorenzina*, *Arenicolithes*, *Beloraphe* et *Chondrites*). Ce matériel détritique est absent vers le Nord. Les pulsations détritiques intermittentes sont attribuées à des rejeux tectoniques qui ont ouvert pendant l'Oxfordien supérieur des couloirs avec le bassin méridional à plusieurs reprises, puis la fermeture définitive des couloirs, due au soulèvement des blocs basculés vers la limite Oxfordien-Kimméridgien. Pendant le Kimméridgien et le Tithonien une sédimentation purement carbonatée régnait, avec une disparition totale du faciès rouge noduleux à Bou Rheddou et Bechtout, où des dépôts d'une mer peu profonde à une mer ouverte s'installaient et s'intercalaient ; tandis qu'au Nord la sédimentation pélagique persistait. Le Kimméridgien correspond à des calcaires micritiques (mudstone, wackestone) à *Saccocoma*, calcispères et des bioclastes enrobés par un film ferrugineux avec des pointements de pyrite. Le Kimméridgien est fortement slumpé et il est coiffé par endroits par un hard-ground qui correspond probablement à des limites Kimméridgien-Tithonien. Cette sédimentation kimméridgienne est interprétée aussi comme des dépôts de pente. Le Tithonien est typiquement marno-calcaires à passées d'AR, montre clairement des indices d'une resédimentation sur une pente (dépôts gravitaires, slumps, rock-falls) (Maurice & Wright, 1991, Santantano, 1994).

**Mots clés:** Ammonitico Rosso, Tell, Ouarsenis, Jurassique supérieur, Resédimentation.

## Références

- Atrops, F., Benest, M. 1994. Les formations à ammonites du Malm dans le bassin tellien, au Nord de Tiaret: Leur importance pour les corrélations avec les séries de l'avant-pays de l'Ouest algérien. *Geobios* 27:79-91.
- Benhamou, M. 1996. Evolution tectono-eustatique d'un bassin de la Téthys maghrébine : l'Ouarsenis (Algérie) pendant le Jurassique inférieur et moyen. Thèse d'Etat, Oran, 1996, 373 p., (inéd.)
- Benhamou, M. et Elmi, S. 1997a. Tectonic partition of the carbonate sedimentation: the example of the Lower and Middle Lias of the Ouarsenis (Algeria) within the initial carbonates platform of the Maghrébine Tethys. *Peri-Tethys-Annual Meeting, Rabat-Marocco, 10-12 June 1997*.
- Mattauer, M. 1958. Etude géologique de l'Ouarsenis oriental (Algérie). *Bull. Serv. Géol. Algérie. Monographie Régionale* 17: 534 P.
- Santantano, M., 1994. Pelagic carbonate platforms in the geologic record: their classification and sedimentary paleotectonic evolution. *AAPG bulletin* 78, 122-141.
- Tucker, M.E., Wright, V.P. 1990. *Carbonate sedimentology*, Oxford (Blackwell), 482p.

## Growth of Pangea Supercontinent exemplified by Central Asian Orogenic Belt

K.Schulmann

*Centre of Lithospheric Research, Czech Geological Survey, Prague, Czech Republic  
Institute de Physique de Globe, UMR 7516, EOST, Université de Strasbourg, France*

Accretionary processes operated continuously along Pacific boundary since the Late Proterozoic and are responsible for the origin of the archetypal Palaeozoic peripheral system, Terra Australis Orogen (Cawood, 2005). This linear accretionary orogen was progressively constructed through alternation of retreating and advancing subduction events. At the same period, several "interior" oceans opened within Gondwana and separated continental ribbons that moved northwards to collide with Laurussia landmass. Progressive amalgamation of microcontinents accompanied by oceanic and continental subductions shaped the "interior" Caledonian/Appalachian and Variscan orogens. Finally, Pangea supercontinent was formed surrounded by circum-Pacific subduction zones. Coevally with TAO, another accretionary orogen developed, ten million square kilometres in area, known as the Central Asian Orogenic Belt (CAOB) located at the north-eastern part of the Pangea. The CAOB is traditionally considered to be a type example of the accretionary orogen, marked by dominance of oceanic units, i.e. island arc, back arcs, accretionary wedges of various ages. This orogen is expected to develop by peripheral accretion from the paleo-Pacific. However, its location between the

northerly Siberian Craton and the southerly Gondwana derived continental blocks implies that it is in a position of a typical “interior” orogen.

Altogether, the Paleozoic CAOB shares features of both types of orogens, typified by the “interior” collisional Caledonian and Variscan orogens and purely “peripheral” accretionary. This dichotomy opens two major issues: 1) The two giant accretionary systems, CAOB and TAO, evolved simultaneously in the interior and peripheral configurations, respectively. This would invalidate hypothesis that major accretion occurs only along “peripheral” orogens while continental collision develops only in the “interior” configuration. 2) The CAOB was originally a prolongation of peripheral/accretionary circum-Pacific orogen which became later incorporated into the interior/collisional Eurasian orogen during late stages of the Pangea formation

In order to solve which alternative is the right one we discuss geodynamic evolution of the eastern part of the CAOB, which is located close to ancient Pacific border in the east, but it is limited by the Siberian craton in the north and North Chinese craton in the south. We provide first a review of architecture of the belt followed by newly constrained tectonostratigraphy of principal units based on existing and new geochronological, mainly U-Pb zircon data. This analysis allows identification and geodynamic setting of continental, pericontinental and intraoceanic lithotectonic assemblages across Mongolia, China and Russia and their mutual affinities. To this end we provide a review of Hf isotopic data from principal units to characterize the interior or exterior nature of the orogenic system. Finally, the principal tectono-metamorphic events and magmatic evolution of the belt are revised to constrain the cycles of advancing and retreating subduction events of Paleo-Asian ocean before being intergrated into Pangea supercontinent.

It can be shown that the growth of eastern Pangea involves three contrasting orogenic cycles: 1) Baikalian cycle (570-540 Ma) consists of accretion of peri-Rodnian continental, Mirovoi and Panthalassan oceanic fragments to the Siberian margin followed by extensional HT reworking, the growth of magmatic arc, giant accretionary wedge and intraoceanic basin. 2) Altai cycle is typified by crustal thickening followed by syn-extensional melting of the accretionary wedge (420-380 Ma) and the opening of Mongol-Okhotsk ocean. Cycle terminates by the growth of migmatites domes (370-340 Ma), thrusting of intraoceanic ophiolites and relamination of molten material beneath oceanic crust. 3) Paleotethysian cycle (300-220 Ma) is represented by oroclinal buckling of the hybrid oceanic lithosphere. The Baikalian cycle is related to advances and retreats of Panthalassa ocean. Altai cycle results from dynamically advancing and retreating subduction of young and hot Rheic type ocean beneath Pacific one. This hot, weak and hybrid lithospheric segment was shortened and incorporated into Pangea supercontinent during opening of Paleotethys ocean. This complex template of Eastern Pangea is correlated with the interior European system and discussed with the whole dynamics of the formation of Pangea supercontinent.

## **An arc magmatism affinity for the mafic and ultramafic Yaddène complex (NE-Algeria) : petrographical, mineralogical and geochemical evidences**

**A.Seffari<sup>1</sup>, N.Abdallah<sup>1</sup>, O.Bruguier<sup>2</sup>, F.Abbassene<sup>1</sup>, A.Afalfiz<sup>1</sup> et A.Bendaoud<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> *Laboratoire de Géodynamique Géologie de l'Ingénieur et Planétologie, FSTAGT/USTHB, Algeria. [seffari.abdr@gmail.com](mailto:seffari.abdr@gmail.com)*

<sup>2</sup> *Equipe Manteau-Noyau, Géosciences Montpellier, Université de Montpellier II, Place E. Bataillon, 34 095 Montpellier, France*

The Tertiary igneous activity in the Maghrebides chain, north of Algeria is related to the tectonic history of the western Mediterranean region. This magmatism is represented in the Kabylie of Collo (NE Algeria) by a variety of volcanic, sub-volcanic and plutonic rocks.

The Yeddène mafic and ultramafic rocks were described by Bouillin and Kornprobst (1974) as layered complex. These authors describe it as consisting of layered gabbros at its base and layered peridotites near its top. Its origin has been ascribed to fractional crystallization of tholeiitic basaltic magmas.

They are embedded in the upper Oligo-Miocene Kabyle and olistostrome hornfels formation that was metamorphosed at the contact with the Cap Bougaroun granite. The layered massif of Yaddene area is composed of ultramafic rocks that consist of Olivine - Orthopyroxene - Clinopyroxene and rare Spinel and plagioclase. Olivine has a composition of Fo 86-89, with NiO contents ranging between 0.25 and 0.29 wt%. The orthopyroxene shows also high Mg contents (Mg# varies between 0.86-0.87), Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> and Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> vary between 0.77 and 2.28 wt%, and 0.16 and 0.59 wt%, respectively. Clinopyroxènes has compositions following a diopsidic-augite trend with Mg number ranging from 0.96 to 0.87. The TiO<sub>2</sub> and Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> are respectively between 0.13 and 0.34% and 1.82 and 2.96. The projection of the clinopyroxene compositions in the binary and ternary geodynamic discrimination diagrams (Beccaluva et al. 1989) shows that yaddene samples plot in BABB and IAT fields. Accessory mineral is chromian spinel which often included in olivine crystals. The projection of spinel composition in geodynamic discrimination diagrams of Arai.SH (1992) show also a arc magmatism affinity.

Mafic lithologies are composed by plagioclase (anorthite), amphiboles (actinolites) and rare quartz and clinopyroxene.

Peridotites and gabbros have flat HREE patterns and they are slightly enriched in LREE. The mafic and ultramafic rocks of Yaddene show high Ba, Th and U contents and a strong Nb-Ta negative anomaly (Abbassene et al., 2016).



All these data indicate that these samples are genetically related to the subduction-flavored magmatism of the eastern Algerian margin.

**Keywords:** Alpine belt, Maghrebides belt, layered massif, REE, island arc tholeiite (IAT),

## References

- Abbassene, F., Chazot, G., Bellon, H., Bruguier, O., Ouabadi, A., Maury, R.C., Déverchère, J., Bosch, D., Monié, P., 2016. A 17Ma onset for the post-collisional K-rich calc-alkaline magmatism in the Maghrebides: Evidence from Bougaroun (northeastern Algeria) and geodynamic implications. *Tectonophysics* 674, 114-134.
- Bouillin, J.-P., Kornprobst, J., 1974. Associations ultrabasiques de Petite Kabylie; peridotites de type alpin et complexe stratifié; comparaison avec les zones internes bético-rifaines. *Bulletin de la Société Géologique de France*, 183-194.
- Beccaluva L, Macciotta G, Piccardo GB, Zeda O (1989) Clinopyroxene composition of ophiolite basalts as petrogenetic indicator. *Chem Geol* 77:165-182.
- Arai, S. H. O. J. I. "Chemistry of chromian spinel in volcanic rocks as a potential guide to magma chemistry." *Mineralogical Magazine* 56.383 (1992): 173-184.

## Provenance des vermiculites des dépôts volcano-sédimentaires de la structure de l'Oued Bêlif (Tunisie septentrionale)

D.Sghaier<sup>1</sup>, S.Boussen<sup>1,2</sup>, A.Kilani<sup>1,4</sup>, A.Sebei<sup>1</sup>, F. Hammami Ben Zeid<sup>3</sup>, F.Chaabani<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Laboratoire de Ressources Minérales et Environnement, Université de Tunis El Manar, Faculté des Sciences de Tunis.

<sup>2</sup> Office National des Mines 24 rue 8601- 2035 La Charguia I Tunis (Tunisia).

<sup>3</sup> Economic Geology and Hydrothermal ore deposits processing, Département de Géologie, Campus Universitaire, 2092 Tunis. Tunisia.

<sup>4</sup> Laboratory of the Institute of Chemistry of Poitiers : Materials and Natural Resources, University of Poitiers, Poitiers, France.

L'extrême nord tunisien couvre le domaine tellien appelé également la zone Alpine septentrionale. Elle constitue le domaine des flyschs ou des nappes de charriage et correspond au prolongement de l'Atlas tellien d'Algérie. La particularité de ce domaine paléogéographique est l'ampleur des déplacements horizontaux des terrains qualifiés d'allochtones où les matériaux triasiques à aspect chaotique constituent des semelles de nappes. Du point de vue stratigraphique, les terrains triasiques sont en contact anormal avec les séries environnantes, en particulier les roches magmatiques du Néogène de la zone des Nefza. Généralement, ces dépôts triasiques s'alignent le long de l'accident Gardimaou-Cap Serrat dirigé NE- SW avec un décalage vers l'est de l'affleurement de l'Oued Bêlif (région de Nefza). La présence des formations attribuées au Trias à l'intérieur de la structure de l'Oued Bêlif a été contestée par de nombreux auteurs bien qu'elles ont été recoupées par les sondages miniers. Par ailleurs, certains auteurs ont pu observer des éléments rattachés au complexe salifère triasique. Ce dernier est représenté par trois types de faciès : détritique, carbonaté et sulfaté.

Dans le complexe magmatique de l'Oued Bêlif, le diapirisme a été accompagné par des événements hydrothermaux dont on retrouve les enregistrements dans les assemblages minéralogiques. Des phénomènes hydrothermaux tardifs liés au magmatisme post-collisionnel prennent le relais dans la genèse des espèces phyllitiques néoformées avec une concentration exceptionnelle de fer. Des altérations hydrothermales et météoriques subséquentes donnent une argilogenèse très poussée à caractère magnésien et potassique. Les concentrations élevées en Mg et en K sont reliées à l'altération des matériaux ferromagnésiens triasiques préexistants et à un métasomatisme potassique.

Parmi les minéraux phyllosilicatés magnésiens identifiés, dans cet environnement volcano-sédimentaire, la phlogopite, le talc, la chlorite, la phengite et la vermiculite. On les rencontre à l'Est et au Centre-ouest de la structure de l'Oued Bêlif (respectivement dans le gîte Pb-Zn de Boukhchiba et dans le faciès séricitoschiste affleurant à l'ouest de l'Oued Ed Damous). L'étude physico-chimique de ces espèces minérales a été réalisée par plusieurs techniques et moyens analytiques (Microscopie optique, Microscopie électronique à balayage couplée à la microsonde, Diffraction des Rayons X, Infra-Rouge-Moyen, Absorption Atomique pour les éléments majeurs et ICP-MS pour les éléments traces, Surface Spécifique, Capacité d'Echange Cationique, etc...).

Les résultats montrent que les vermiculites sont les principales argiles magnésiennes. Elles se présentent en petites cristallites de couleur vert-jaunâtre et parfois vert-brunâtre. Cette teinte est due à la présence du magnésium. Cela a été vérifié par l'analyse chimique qui révèle une teneur en MgO comprise entre 9.39 et 12.27 % pour la roche totale et une moyenne de 10,01 % pour les analyses ponctuelles effectuées à la microsonde électronique. L'enrichissement en magnésium est dû probablement à une déstabilisation des minéraux ferromagnésiens par les solutions hydrothermales et les eaux météoriques. L'étude pétrographique au microscope électronique couplé à la microsonde montre que les vermiculites semblent provenir de la dégradation de la phlogopite.

**Mots clés :** Domaine tellien – environnement volcano-sédimentaire – phénomènes hydrothermaux – vermiculites – phlogopite.

## Références

Dermech, M., 1990. Thèse Doct. Univ. Paris VII, France, 336 p.

Negra, L., 1987. Thèse de 3ème cycle, Orsay, Univ.Paris-Sud, France, 223 p.

## La Plate forme Sud Sétifienne au Jurassique : Dynamique Sédimentaire et Paléoenvironnements

E.H.Youcef Brahim<sup>1</sup>, M.Chadi<sup>2</sup> et R.Djeflal<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Université Batna 2, [wahidyb@yahoo.fr](mailto:wahidyb@yahoo.fr)

<sup>2</sup>Université Constantine 3, [chadi43@yahoo.fr](mailto:chadi43@yahoo.fr)

<sup>3</sup>Université Constantine 1, [djeflalrami@gmail.com](mailto:djeflalrami@gmail.com)

Dans la plate forme sud sétifienne, la série jurassique, par le jeu continu de la tectonique distensive, de la subsidence du fond marin et de la progradation des faciès internes, peut se perpétuer sur plusieurs centaines de mètres d'épaisseur. La répartition spatiale des microfaciès et les discontinuités définies nous amène à proposer l'évolution suivante :

A la fin du Domérien, une restructuration de la plate-forme carbonatée et une réorganisation complète des aires de dépôt s'effectuent à l'échelle de toute la région d'étude. Au Toarcien, les nouvelles aires de sédimentation semblent résulter directement d'une subsidence différentielle conjuguée à une tectonique distensive brutale. Ceci se traduit par une transgression importante exprimé par un ennoisement naissant (incipient drowning) de la plateforme carbonatée durant cette période.

La transgression évolue au cours du temps en fonction du taux de la subsidence et du paléorelief du tréfonds marin. La conjonction des deux directions paléostratigraphiques (NE-SW et NW-SE) conduit à l'effondrement du plancher sédimentaire en blocs basculés, ce qui traduit une différence de répartition de faciès et d'épaisseurs.

**Mots-clés** : Sud sétifien, Jurassique, Plate-forme, Algérie, subsidence.

### Références

- Bureau, D. 1967. Description d'un chevauchement sur le flanc méridional du Dj. Tuggurt. C.R. Soc. géol. Fr., 6 : 237-240.  
Bureau, D. 1970. Principaux traits de la structure des Monts du Bellezma (Algérie). Bull. Soc. géol. Fr. (7), 12, 2 : 210-213.  
Bureau, D. 1970. Le chevauchement au Sud du Dj. Sarif. Bull. Serv. géol. Algérie, (N.S), 45.  
Bureau, D. 1971. Remarque sur le Cénomani à proximité de Batna (Aurès). C.R. Soc. géol. Fr., 4 : 69-70.  
Bureau, D. 1972. Esquisse géologique des Monts du Bellezma (Aurès, Algérie). Publ. Serv. géol. Algérie, (N.S), 45 : 73-92.  
Bureau, D. 1986. Approche sédimentaire de la dynamique structurale : évolution mésozoïque et devenir orogénique de la partie septentrionale du fossé saharien (Sud-Ouest Constantinois et Aurès, Algérie). Thèse d'Etat, Univ. Pierre et Marie Curie, Paris 6 : 441.  
Bussan, G. 1969. Le Mésozoïque saharien I. Ed. CNRS Série Géologie n° 8.  
Bussan, G. 1970. Le Mésozoïque saharien I. Ed. CNRS Série Géologie n° 11.  
Ficheur, E. 1896. Réunion extraordinaire de la Société géologique en Algérie.-Bull. Soc. géol. France, (3), 24, p. 944-1181.  
Glaçon, J. 1952. Les Monts du Hodna (partie orientale) XIXe Congr. géol. inter., Alger, Monogr. rég. 1ère sér. Algérie, n°7.  
Guellal, S et al 1973. Permis d'Ain Reggada, rapport interne. (BEICIP-SONATRACH), 19 fig., 27 pl. 167p.  
Haq, B. U., Hardenbol, J. & Vail P. R. 1988. Mesozoic and Cenozoic chronostratigraphy and cycles of sea level change. In Sea level changes : an integrated approach. (eds Wilgus C.K. et al.) Society of Economic Paleontologists and Mineralogists, Special Publication 42, 71-108.

## Tectonique Polyphasée et Plis de Rampe Dans Les Zones Externes de La Chaîne Des Maghrébides, Cas D'étude : Le Domaine Sud-Sétifien.

E.H.Youcef Brahim<sup>1</sup>, M.Chadi<sup>2</sup> et R.Djeflal<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Université Batna 2, [wahidyb@yahoo.fr](mailto:wahidyb@yahoo.fr)

<sup>2</sup>Université Constantine 3, [chadi43@yahoo.fr](mailto:chadi43@yahoo.fr)

<sup>3</sup>Université Constantine 1, [djeflalrami@gmail.com](mailto:djeflalrami@gmail.com)

Les structures des zones externes de la chaîne alpine de l'Algérie orientale, formées à l'Eocène et au Miocène, sont classiquement considérées comme des plis-failles ou des nappes. Par des investigations de détails basées sur la cartographie géologique 1/50 000, les photographies aériennes 1/20 000, les vues Landsat et sur l'analyse structurale des affleurements de la région d'étude, nous montrons que ces structures ne peuvent résulter que de la propagation des niveaux de décollements.

La région en question se caractérise par une succession de plis d'orientation Nord-Est - Sud-Ouest à Est - Ouest, affectés de nombreuses failles. Parmi ces accidents cassants, les décrochements dextres de direction Nord- Ouest - Sud-Est sont les plus nombreux et les plus apparents. La géométrie de ces plis, pourrait être assimilée à un pli de propagation dont la rampe s'initie au sommet du niveau de décollement intra-triasique.

Les différentes étapes qui auraient abouti à la formation du pli sont :

-L'étape 1 correspondrait à l'effet de la phase atlasique qui aboutit à des structures en plis coffrés avec un flanc sud très redressé.

-L'étape 2 correspondrait à l'érosion post phase.

-L'étape 3 correspondrait à la phase alpine après le dépôt discordant du Miocène, avec rupture du dressant et chevauchement du flanc nord normal sur le flanc sud inverse.

**Mots-clés** : Plis, Rampe, Faille, Algérie, Zones externes.

# ***RISQUES ET GÉOLOGIE DE L'INGÉNIEUR***



## Perspectives de la prévention sismique sur la marge littorale de l'Ouest algérien par l'approche cartographique du paramètre "b-value".

A. Arab<sup>1</sup> et A. Nadji<sup>1</sup>

*Laboratoire Géo ressources, Environnements et Risques Naturels. Université d'Oran2, Mohamed Ben Ahmed ; Faculté des Sciences de la Terre et de l'univers.B.P1; 1524 El-M'Naouar Oran31000 Algérie.*

Ce papier fait l'objet d'une Recherche académique basée sur la modélisation quantitative du paramètre sismogène "b-value" relatif à la région littorale de l'Algérie Nord Occidentale. L'approche ici envisagée est basée sur le calcul d'aléa sismique régional du littoral oranais; dérivant notamment du domaine des probabilités statistiques. Les données invoquées dans cette étude s'étalent sur plusieurs siècles d'observations sismologiques à références mensuelles; couvrant la période 1790-2010. À savoir que ces données sont a priori révisées et complétées conformément au dernier catalogue de la sismicité régionale de l'ouest Algérien; confectionné par notre équipe universitaire; du Laboratoire 'GEOREN'; d'option, RNG-n<sup>o</sup>1. En effet, pour mieux appréhender la fréquence des événements sismiques et leur distribution sur la marge littorale, nous avons respecté le découpage en unités sismotectonique; arrêté lors des travaux de thèse de mon co-auteur (2010) ainsi que l'encadrement des zones tampons des sources sismiques correspondantes. Notant que l'étude des attribues paramétriques de d'activité sismique sont exprimées en valeurs de gradient sismogène "b-value" qui a fait l'objet d'une modélisation de la courbe fréquentielle régionale conformément à la loi logarithmique de 'Gutenberg-Richter'. Pour cet effet, une synthèse statistique a été entreprise pour arrêter les valeurs modales des magnitudes sismiques potentielles et définir les valeurs spécifiques de "b-value"; les plus représentatives du gradient dynamique de la sismicité régionale de la marge oranaise. Le modèle mathématique choisit pour cette étude est en l'occurrence celui de la loi de "Poisson" qui nous a permis la cartographie d'aléa sismique par le concours d'outillages informatique et géomatique. Les résultats obtenus parviennent à renforcer l'hypothèse dynamique de l'exercice d'un régime tectonique particulier qui se manifeste sur le long de la marge littorale de l'Oranais. Ce fait, reste à nos jours, sujet de débats entre les géologues et sismologues.

Par ce modeste travail nous devons souligner les perspectives régionales d'une cartographie thématique du paramètre "b-value" qui constitue effectivement la plateforme de développement d'un cadre préventif de la sismicité régionale de l'Oranais qui s'intégrera dans le plan de prévention du risque sismique régional 'PPRS'; à réaliser dans le cadre du nouveau projet 'PRFU-RNG' [2018-2020].

**Mots clés :** littoral Oranais-Approche probabiliste -Catalogue de sismicité - Paramètre sismogène, loi fréquentielle de Gutenberg-Richter -prévention sismique.

## Prédiction des glissements de terrains sous séismes par la méthode de Newmark: cas des terrains meubles de la région de Dellys (Algérie nord-centrale)

D.Bedhouche<sup>1</sup>, G.Cheikh-Lounis<sup>1</sup> et D.Machane<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Faculté des sciences de la Terre, Géographie et Aménagement du Territoire, Université des Sciences et de la Technologie Houari Boumediene, Alger. [nhboudjenana@gmail.com](mailto:nhboudjenana@gmail.com)

<sup>2</sup>Centre national de recherche appliquée en génie parasismique.CGS, 01 Rue Kaddour Rahim, BP. 252, Hussein-Dey, Alger.

L'étude de stabilité des pentes sous sollicitations sismiques est une partie intégrante du microzonage dans les régions sismiques à l'image de la chaîne alpine d'Algérie qui est caractérisée par une activité sismique régulière et continue et dont les terrains se présentent en relief montagneux accidenté donnant lieu à des versants de forte susceptibilité aux glissements de terrain tant en statique qu'en dynamique. La réactivation d'un grand glissement fossile à Guerrouma dans la wilaya de Bouira (Machane et al., 2004) induit par le séisme de Zemmouri du 21 Mai 2003 (Mw = 6.8), le glissement co-sismique de Lâalam dans la wilaya de Béjaia, suite au séisme du 20 Mars 2006 (Mw = 5.2) (Bouhadad et al., 2010), les ruptures de terrain et les éboulements dans la région de Kherrata dans la wilaya de Béjaia lors du séisme du 17 Février 1949 et les nombreuses ruptures de talus et de chutes de blocs répétées suite à des événements sismiques même modérés sont des indices de la vulnérabilité des formations géologiques alpines au glissements de terrains sous séismes.

Nous nous proposons, dans le présent article de vérifier et d'évaluer l'état de stabilité dynamique des terrains meubles de la région de Dellys (Algérie nord-centrale), cette région montagneuse est constitués par les terrains de l'unité tellienne de Dellys, de l'Olistostrome et la formation éboulis de pentes, qui présentent déjà une forte susceptibilité au glissement à l'état statique. Le principe de la méthode de calcul des déplacements de Newmark utilisée est d'évaluer l'accélération critique qui conduit à la rupture du terrain en premier lieu, suivie d'un calcul des déplacements qui serait induits par un séisme d'une accélération donnée au site étudié en tenant compte de l'effet de site lithologique et des caractéristiques du mouvement sismique, et enfin une classification de ces déplacements permettra de juger de l'importance des ruptures de terrain attendues et de l'occurrence des glissements sous séisme dans cette région. Les calculs des déplacements ont été effectués d'une part, pour vérifier la vulnérabilité des terrains en pente vis-à-vis des glissements de terrain cosismique pour les séismes crédibles maximum qui peuvent survenir dans l'Algérois et pour lesquels les magnitudes maximales ont été estimées pour chaque structure active par de

nombreux auteurs tel que Boudiaf (1996) et GICA (2006), et d'autre part pour simuler l'effet sur les terrains en pente de séismes locaux dont les épicentres seraient situés dans un rayon de 20km. Il ressort de la présente étude que le séisme de magnitude Mw maximale de 7.4 qui serait engendrés par la faille active de Zemouri en mer ainsi que les séismes de magnitude Mw supérieures à 6.0 sur un rayon de 20km par rapport à la région d'étude (y compris le large de Dellys) constitueraient une menace réelle à la stabilité dynamique des versant dans la région de Dellys. Les formations géologiques représentées par l'Unité tellienne de Dellys caractérisée par des déplacement du terrain calculés supérieurs à 14.9cm, et les éboulis de pente dont les déplacements calculés sont supérieurs à 12.6 constituent les types de terrains les plus vulnérables aux glissements cosmiques. Les terrains de l'Olistostrome sont plus résistant à ce genre de ruptures mais reste tout de même vulnérable en fortes pentes, avec des déplacements de terrains sous séisme calculés qui varient de 7.6 à 19.1cm. Du point de vue de la sismicité local, liée au prolongement de la faille de Zemouri au large de Dellys ainsi qu'une éventuelle sismicité qui serait engendrées par les deux failles actives passant par la région de Dellys supposées actives par Boudiaf (1996), les déplacements engendrés par un séisme à partir d'une magnitude Mw de 6.0 sont préjudiciables aux versants des formations de l'Unité tellienne et des éboulis, et à partir d'une magnitude Mw de 6.5 pour les terrains de l'Olistostrome.

**Mots clés :** Séisme, Glissement de terrain, Méthode de Newmark, Susceptibilité dynamique.

## Caractérisation géologique, géotechnique et géophysique, des instabilités de terrain au niveau d'El Milia : cas d'étude glissement de Tarzoust, NE Algérie

L.Boubazine<sup>1</sup>, A.Boumezeur<sup>2</sup>, F.Kessasra<sup>1</sup>, R.Hadji<sup>3</sup>, Z.Fisli<sup>3</sup> et H.Kebab<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Université université Mohamed Seddik Ben Yahia Jijel

<sup>2</sup> Université Larbi Tébessi Tébessa

<sup>3</sup> Université Ferhat Abbas Sétif

la frange septentrionale de l'Algérie présente toutes les caractéristiques d'une zone à risques à grande échelle car elle est caractérisée, géologiquement et géomorphologiquement par des reliefs accidentés avec des sols propices à des mouvements divers. Parmi les aléas naturels, et hormis le phénomène sismique qui concerne l'ensemble de la zone Nord de l'Algérie et de ces Hauts Plateaux, le risque relatif aux glissements de terrains, est certainement le plus répandu à travers le territoire national, ils représentent une menace majeure pour la population, les bâtiments et les différentes infrastructures dans la plupart des régions montagneuses. Suite à l'apparition de l'instabilité en 2004, au niveau de Tarzoust notre zone d'étude situer au nord-est de l'Algérie, plusieurs approches ont été entreprises, exception faite pour l'approche géophysique, pour stabilisé le site notamment une expertise par le l'organisme national de contrôle technique de la construction de l'Est (CTC/Est) qui a recommandé la réalisation des moyens de confortement tel les micros-pieux, tranchées drainantes et éperons drainants. La réalisation de ces Confortements s'avère inadéquat et n'ont pas pu stopper le phénomène. Dans ce travail, nous présentons les résultats obtenus d'une approche géophysique, particulièrement ceux des sondages électriques verticaux, combinée dont le but est d'identifier les causes à l'origine de l'instabilité au niveau du site. nous avons donc ; en plus utilisées la sismique réfraction et pour confirmer nos résultats la tomographie électrique. Les résultats que nous avons obtenus, ont confirmés la nature lithologique et l'état de saturation du site et la profondeur réelle du substratum. ces paramètres important non définies par les études précédentes et négligé au cours du choix du site

**Mos clés :** sondages électriques verticaux, substratum, sondage.

## Caractérisation géotechnique et géophysique d'une zone traversée par la faille active de Thénia

N.El-H.Boudjenana<sup>1</sup>, Y.Hanache<sup>1</sup>, R.Bensalem<sup>2</sup>, M.Y.Tebbouche<sup>1,2</sup> et D.Machane<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Faculté des sciences de la Terre, Géographie et Aménagement du Territoire, Université des Sciences et de la Technologie Houari Boumediene, Alger. [nhboudjenana@gmail.com](mailto:nhboudjenana@gmail.com)

<sup>2</sup>Centre national de recherche appliquée en génie parasismique.CGS, 01 Rue Kaddour Rahim, BP. 252, Hussein-Dey, Alger.

L'Algérie se situe au bord de la frontière de la plaque africaine, le mouvement de convergence de cette dernière avec la plaque eurasiennne provoque des déformations importantes de la lithosphère qui engendrent à leur tour, des ruptures provoquant ainsi l'apparition d'un réseau de failles distribuées uniformément sur le Nord du pays.

Notre contribution consistera en la présentation et l'interprétation des différents paramètres géophysiques et caractéristiques géotechniques d'un site traversé par faille de Thénia. Cette dernière est définie par une longueur de l'ordre de 35 Km et une activité sismique liée à la surrection du bloc Cap Matifou-AinTaya, marquant un escarpement rectiligne d'une direction WNW-ESE.

En premier lieu, l'analyse des données géologiques et géotechniques nous permettra de déterminer, respectivement, les différentes formations lithologiques présentes dans la zone d'étude et la caractérisation des sols. La compilation de ces données avec les enregistrements H/V bruit de fond nous permettra, aussi, d'évaluer les effets de site au voisinage de la faille et de réaliser une classification des sols en fonction des données recueillies via les essais de laboratoire et in situ. Et en dernier lieu, un profil de tomographie électrique basée sur l'analyse de la résistivité électrique sera réalisé pour mieux appréhender les structures du sous-sol. La superposition de l'ensemble des résultats (géologiques, géotechniques et géophysiques) et leurs comparaison avec ceux



déjà collectés nous a permis d'avoir une connaissance plus approfondie des sous-sols en relation avec la zone endommagée par la faille et des aléas menaçants notre zone d'étude.

**Mots clés :** faille de Thénia - effets de site - H/V- Tomographie électrique, essais géotechniques.

## Impact du contexte géologique, hydrologique des sols meubles dans la région Mila (Nord-Est algérien)

N.Bounemour<sup>1</sup>, R.Benzaid<sup>1</sup>, S.Atoub<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Laboratoire de Génie Géologique, Université Mohammed Seddik Benyahia-Jijel, B.P. 98, Cité Ouled Issa Jijel - 18000, Algérie.

Les glissements de terrain dans les formations meubles sont répandus en Algérie et particulièrement en Kabylie. En effet, la morphologie du Nord algérien, caractérisée essentiellement par des montagnes de pentes raides, donne souvent lieu à des mouvements de terrains d'intensité variable. Les cas de désordre liés à cet aléa sont de plus en plus nombreux et leurs conséquences de plus en plus lourdes. Les facteurs à l'origine de ces glissements sont principalement liés à la structure géologique, aux conditions hydro-climatologiques et à la topographie de la région. Mais leurs mécanismes d'évolution ne sont pas totalement connus, d'où il est difficile d'établir des prévisions fiables. La présente communication a pour objectif d'initier une base de données locales au niveau de la région de Mila en regroupant les différentes caractéristiques des glissements de terrains apparus permettant de contribuer à comprendre les différents mécanismes régissant ce phénomène et de caractériser les glissements recensés dans la région de Mila par différents paramètres géotechniques qui seront utilisés pour les reconnaître et les cartographier. Le contexte géologique dans lequel se développent les phénomènes de glissements est constitué de marnes et d'argiles à la base, surmontés par des conglomérats à matrice argilo-sableuse, puis des grès à stratification entrecroisé avec des lentilles conglomératiques sur lesquelles se sont déposés des marnes avec des passés gypseuses et se termine avec des calcaires lacustres et des dépôts détritiques de sables et d'argiles rouges. Les accidents tectoniques (failles et discontinuités) de différents ampleur et direction contribuent au façonnement de sa morphologie actuelle. Cette morphologie continue d'évoluer sous l'effet des processus géodynamiques externes.

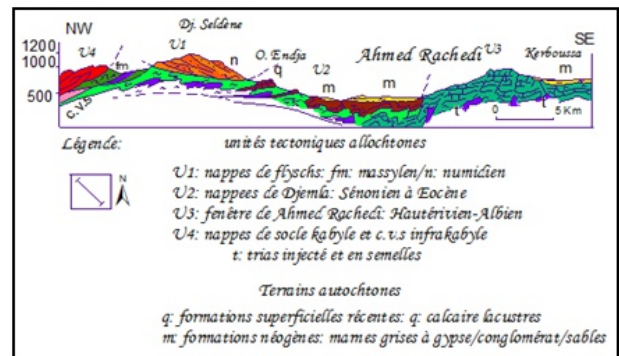


Figure 1. Coupe géologique montrant les structures alpines de la chaîne numidique de Mila-NE Algérie

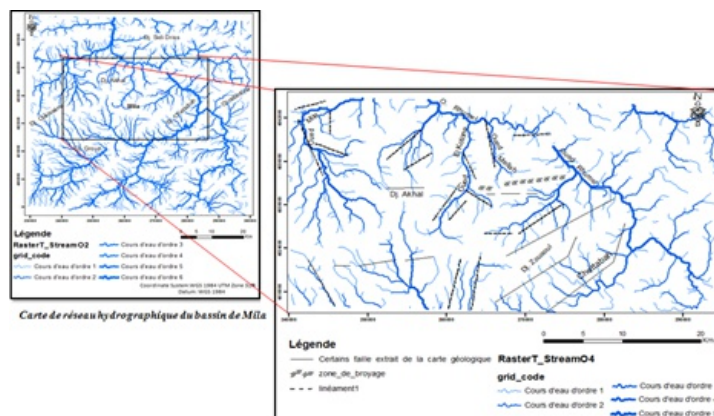


Figure 2. Carte linéamentaire de la feuille de Constantine dans le bassin de Mila.

D'un point de vue structural les linéaments correspondent à des structures morphologiques ainsi que les éléments d'origine structurale, lignes visibles et fractures ou zones de brèches de failles (fig. 2).

Le site étudié se caractérise essentiellement par des formations hétérogènes détritiques, à dominante argilo-marneuse, conjuguées à d'autres facteurs, favoriseraient des mouvements de terrain. Les facteurs générateurs des mouvements des masses sont divers. Nous estimons que dans notre cas, la tectonique, la lithologie, l'eau et l'action anthropique jouent un rôle fondamental dans l'instabilité des terrains. Certains glissements ont causés des dommages importants aux infrastructures (routes, habitations etc..) dans la région de Mila.

**Mots clés :** Mila – structure géologique – hydro-climatologiques – tectoniques – glissement

### Références

- COIFFAIT Ph.-E. (1992): *Un bassin post-nappes dans son cadre structural: l'exemple du bassin de Constantine (Algérie nordorientale)*.Thèse Sciences, Université H. Poincaré, Nancy I, France, 502 p.
- Saliha BELABBAS (2012) : *Inventaire Et Caractéristiques Des Accidents Actifs (Impact Sur La Sismicité De La Région De Constantine)*, Mém de Magister Université Ferhat Abbas-Sétif (Algérie), 120p.

## Traitement géotechnique des affaissements répétitifs et réhabilitation du stade Mohamed Guessab (ville de Sétif).

N.Bouragba<sup>1</sup>, L.Bouibaoune<sup>1</sup> et M.Hamlaoui<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.

Le stade Mohamed Guessab est une ancienne structure sportive héritée de l'époque coloniale. Le terrain du stade est situé au centre ville de Sétif, il est limité au Nord par l'avenue de l'ALN, à l'Est par la voie ferrée, à l'Ouest par le siège de la sureté de la wilaya et au Sud par des villas et l'école de la police. Ce dernier a connu des affaissements répétitifs après chaque période pluvieuse qui ont été comblés à chaque fois par l'ajout de tufs. Ce problème a fait l'objet de plusieurs études afin de traiter le phénomène d'affaissement attribué vraisemblablement aux remontées des eaux de la nappe. Après le drainage des eaux et la pose du tartan, le phénomène est réapparu provoquant la naissance d'une mare d'eau dans la partie Sud du stade rendant ce dernier inexploitable, ce qui a incité les autorités locales à réaliser une étude approfondie pour traiter ce problème définitivement.

Du point de vue morphologique, la ville de Sétif est située sur un plateau calcaire. Les périphéries septentrionales sont constituées par les culminations de Znadia, Lararssa, El hidab et Sidi Haider. La partie méridionale de ce relief occupée par la ville de Sétif est ravinée profondément par plusieurs cours d'eau d'un écoulement vers le Sud où le plus important est oued Bouaroua qui passe par Ain Chegga. Parmi les affluents d'oued Bouaroua notons un cours d'eau qui prend naissance aux environs du parc d'attraction traversant le stade Guessab. Le long de ce talweg, un canal, d'un écoulement vers le Sud Est, a été construit pour canaliser les eaux usées et les eaux de ruissellement (photo 1). Ce canal a été reconnu via les deux regards de visite, l'un est situé dans la partie Sud du stade et l'autre derrière les tribunes en dur. Un autre canal d'un écoulement Nord Sud a été identifié par un regard situé à l'Est du stade. Le but de ce travail est d'expliquer le mécanisme de ce phénomène et de proposer des solutions techniques, logiques et réalisables. Pour ce faire, un programme géotechnique a été réalisé par le laboratoire de géologie et de géotechnique BOUIBAOUNE Lakhdar consistant en la réalisation de sondages carottés de 10m de profondeur équipés des piézomètres et d'essais pénétrométriques ainsi que la réalisation d'un balayage géophysique par la méthode tomographique et des sondages électriques verticaux (SEV).

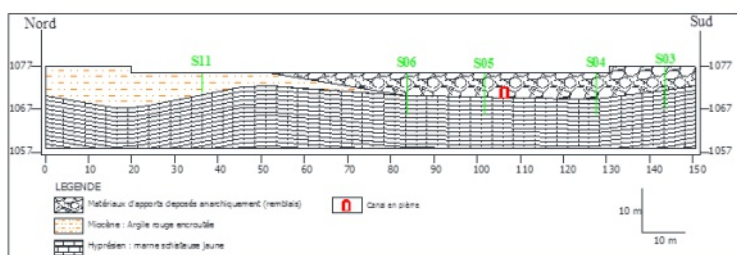


Figure 1. coupe géologique schématique

Les résultats des essais in situ (sondages carottés, essais pénétrométriques et essais géophysiques) nous a permis d'établir des coupes géologiques qui montrent que le terrain, objet de cette étude, se divise en deux parties;

- une partie Nord couverte par des argiles rougeâtres à grisâtres encroutées reposant sur un substratum composé de marnes et de marno calcaires de l'yprésien siège d'un aquifère notable.
- Une partie Sud couverte par des matériaux d'apport (remblais) (photo 2) reposant sur un substratum composé de marnes et de marno calcaires de l'yprésien (figure 01).

Les résultats de l'étude suscitent des solutions appropriées qui consistent en la substitution de la couche composée de matériaux d'apport déposés anarchiquement sur le site par un matériau sélectionné déposé en couche de 20 cm arrosé et compacté, avec au préalable un renforcement du canal (toit et murs) en béton armé pour éviter son effondrement au cours de l'opération de compactage des couches suivi de la mise en place d'un système de drainage des eaux pluviales.

Figure 2. le canal qui traverse le sud du stade. et la couche de remblais d'une épaisseur importante



**Mots clés :** matériaux d'apports – affaissement – Substitution – compactage des couches – Géophysique

## La problématique du risque inondation en Algérie face à l'insuffisance de production des connaissances sur les risques

L. Boureboune et M.T. Benazzouz

Université des frères Mentouri Constantine 1 [lboureboune66@gmail.com](mailto:lboureboune66@gmail.com)

Au cours des dernières années l'Algérie fait face à des nombreuses catastrophes liées aux inondations rapides récurrentes qui affectent de nombreuses villes reste réduite à des interventions ponctuelles La connaissance et l'information sur les inondations rapides est insuffisante. La connaissance de l'aléa, du lit du cours d'eau et du fonctionnement précis de ce dernier des matériaux susceptibles de glisser est indispensable pour traiter ensuite de la gestion des risques. L'observation de terrain, la modélisation constituent toujours des éléments fondamentaux de cette connaissance qui passe aussi par l'analyse de paléoenvironnements, de l'action passée des sociétés sur les cours d'eau, dans les bassins versants ou plus largement sur les pentes. La gestion post crise n'est pas développée et les enseignements du retour d'expérience ne se traduisent pas sur le terrain en une stratégie de prévention. La prise en charge des catastrophes par les assurances n'est qu'à ses débuts et d'aucun impact. Des recommandations utiles associent la population et les autorités locales à la production des connaissances sur les risques : une démarche qui consiste à identifier et localiser les secteurs des risques, mais aussi les voies d'évacuation possibles.

## Evaluation et cartographie de l'aléa d'inondation dans la ville de Constantine : application aux cas des plaines alluviales de Boumerzoug et de Rhumel (Nord-Est algérien).

H. Bourenane<sup>1,2</sup>, Y. Bouhadad<sup>1,2</sup> et M.S. Guettouche<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Faculté des sciences de la Terre, Géographie et Aménagement du Territoire, Université des Sciences et de la Technologie Houari Boumediene,

<sup>2</sup>Centre national de recherche appliquée en génie parasismique. CGS, 01 Rue Kaddour Rahim, BP. 252, Hussein-Dey, Alger.

Constantine une des villes les plus peuplées d'Algérie en pleine expansion urbaine, est située à la confluence de deux plaines des oueds Boumerzoug et le Rhumel et à l'exutoire de trois bassins versants (Rhumel, Rhumel Smendou et Boumerzoug). Son caractère de « zone inondable » est attesté par les inondations qu'elle subies et les extensions récentes de la ville ont progressivement occupé des fonds de vallées des oueds Boumerzoug et Rhumel très exposés à de fréquentes inondations. Dans le cadre d'une prévention efficace, cet article propose une méthodologie opérationnelle pour l'évaluation et la cartographie de l'aléa d'inondation dans la ville de Constantine basée sur l'utilisation de la complémentarité de deux méthodes hydrogéomorphologique et modélisation hydrologique sous SIG. La modélisation hydrologique des phénomènes de crues par ajustement des séries temporelles des pluies- débits journalières maximales aux lois log-normale et normale a permis d'obtenir des valeurs de précipitations et débits journaliers maximales pour les périodes de retour de 5, 10, 50, 100 et 200 ans. La carte d'aléa d'inondation obtenue sur la base de l'identification des unités hydrogéomorphologiques a permis de définir les zones d'extension des inondations, les hauteurs d'eau pour des périodes de retour et classe l'aléa en trois degrés : faible, moyen et élevé. Elle montre que l'aléa d'inondation dans la ville de Constantine, en relation avec le débordement direct des eaux des oueds Rhumel et Boumerzoug lors des pluies exceptionnelles est potentiellement élevé. La carte d'aléa établie peut servir d'outils d'aide à la décision en matière d'aménagement dans la zone urbaine de Constantine pour une gestion plus rationnelle des inondations visant à permettre le développement durable de la ville tout en assurant une sécurité maximum des personnes et des biens.

**Mots clés :** Aléa – Inondation – cartographie- SIG- Constantine (Algérie)

## Cartographie Des Zones Instables Dans La Commune De Mila (Nord-Est Algerien)

W. Chettah

Département des Sciences Géologiques, Université des Frères Mentouri Constantine 1, route de Ain El Bey 25000, Constantine, Algérie.

[chettah.wahid@gmail.com](mailto:chettah.wahid@gmail.com)

Dans le bassin néogène de Mila, les mouvements de terrain affectent plusieurs localités et causent des dommages importants aux infrastructures routières et habitations. Ces instabilités souvent réapparaissent malgré les travaux de remédiations apportés. En plus, ils prennent de l'ampleur avec les modifications non réfléchies de l'utilisation des sols. Ces mouvements de terrains sont devenus alors un véritable obstacle aux plans d'extension urbaine.

Dans le contexte d'une cartographie de la répartition des zones potentiellement instables, il est impératif d'étudier profondément les causes à l'origine de ces phénomènes et déterminer la susceptibilité des versants au glissement à travers tout le bassin de Mila. Cette cartographie servira de document précieux dans les futurs plans d'aménagement et d'urbanisme.

Pour déterminer le degré de susceptibilité des versants aux glissements de terrain, nous avons adopté une méthode qualitative directe dite « méthode par combinaison de cartes d'index » basée sur la superposition des cartes de facteurs d'instabilité les plus influant pour la stabilité es versants où nous avons pris la carte d'inventaire des mouvements de terrain existants actuellement comme document de base.

**Mots clés :** Mouvement de terrain, cartographie, ville de Mila, susceptibilité des versants

---

## Caractérisation Structurale et Géotechnique du Barrage de Tagharist – Yabous - Khenchela (Nord-Est algérien)

H.Dinar<sup>1</sup>, A.k.Oudni<sup>1</sup>, A.K.Khiari<sup>2</sup> et R.Zeddami<sup>2</sup>.

<sup>1</sup>Laboratoire des Ressources Naturelles et Aménagement des Milieux Sensibles(LRNAMS),

<sup>2</sup>Département de géologie, Faculté des sciences de la Terre et d'architecture, Université L'arbi Ben M'hidi, Oum El Bouaghi, Algérie.

Ce projet s'inscrit dans le cadre de la prise en charge d'une étude géologique et géotechnique d'un site destiné à la réalisation du Barrage de Tagharist, donc nous avons dans l'itinéraire d'un décrochement régional en troncature qui présente un véritable enjeu en matière de stabilité et d'infiltration, causant un effondrement a rejet considérable. La structure du massif de L'Aurès résulte de l'action conjuguée de plusieurs phases tectoniques et d'extension variables. La zone d'étude présente une tectonique cassante polyphasée, dans laquelle nous distinguons des failles anté Miocène et d'autres post Miocène. Une démarche scientifique fondée sur l'analyse structurale dans un fond tectono-sédimentaire a donc été entreprise, et ce en reposant sur une méthodologie de prospection direct au terrain, ainsi qu'une documentation et recherche bibliographique, afin de relever les propriétés tectoniques et sismiques et géotechniques de la zone d'étude et leurs impacts sur la stabilité du barrage de tagharist.

**Mots clés :** Décrochement régional, analyse structurale, tectono-sédimentaire, géotechnique, prospection direct.

---

## Apport des méthodes géophysique dans la caractérisation géologique des Centres d'enfouissement Technique (CET), cas du CET d'Ouled Fayet (Alger, Algérie)

L.Djadia<sup>1</sup>, A.Abtout<sup>1</sup>, D.Machane<sup>2</sup> et L.Hamaj<sup>1</sup>

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

<sup>2</sup>Département Aléa Sismique, CGS. 1 Rue Kaddour Rahim, BP 252, Hussein Dey, Alger, Algérie.

La géophysique qui a fait ses preuves dans divers domaines (génie civil, hydrogéologie, archéologie, ...etc.) n'a jamais été utilisée dans l'étude des lieux de décharge en Algérie. Le choix de site de ces lieux, doit tenir compte de plusieurs critères : la distance par rapport aux habitations, le risque écologique, la réaction du public, la facilité du transport, la structure géologique du site, le coût économique relatif au cycle de vie de la décharge ainsi que les effets de la décharge sur la santé (Banar et al. 2007).

Afin de s'assurer de l'étanchéité du terrain et ainsi éviter la pollution des sols et des eaux souterraines par les lixiviats, nous avons prospecté l'assiette de l'un des 05 casiers du premier centre d'enfouissement qui est le CET d'Ouled Fayet, par trois méthodes géophysiques qui sont : l'électrique, l'électromagnétique et la sismique réfraction. La prospection réalisée sur une partie du CET d'Ouled Fayet, a démontré l'apport de la cartographie géophysique pour le choix de sites favorables à l'emplacement des CET. En effet, le terrain est formé, essentiellement, de marnes, donc présente globalement une étanchéité. On note toutefois quelques hétérogénéités confirmées par les valeurs de résistivités qui peuvent correspondre parfois à des argiles sableuses, des argiles marneuses etc.... mises en évidence déjà dans les sondages carottés. La fracturation est quasiment absente dans le site, exception faite pour la couche superficielle qui s'est altérée et craquelée suite à l'exposition à l'air libre juste après le creusement du casier et avant la mise en place de la géomembrane et son exploitation. D'ailleurs, les figures de dessiccation peuvent se former en une journée suite à un changement de température (Hewitt and Philip 1999).

**Mots clés :** géophysique, CET, étanchéité, résistivité.

### Références

Banar M., Kose B.M., Ozkan A., PoyrazAkar I., 2007. Choosing a municipal landfill site by analytic network process. *Environmental Geology*, Vol. 52, n° 4, 747-751

Hewitt P.J., Philip L.K., 1999. Problems of clays desiccation in composite lining systems. *Eng. Geol.*, 53, 107-113.



# Étude géologique et hydroclimatique du barrage de Soubella, wilaya de M'sila, avec emphase sur l'étude de stabilité

S.Ghoumaid<sup>1</sup>, H.Kada<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Département des Sciences de la Terre, Faculté des Sciences exactes et des Science de la Nature et de la Vie, Université Larbi Tebessi, Tébassa .sadamghomid1991@gmail.com .

<sup>2</sup>Département des Sciences de la Terre, Institut d'Architecture et des Sciences de la Terre, Université Ferhat Abbas, Sétif. tectites@gmail.com

Le barrage en terre de Soubella à noyau argileux à une hauteur de 67 m. La région de Soubella fait partie des zones externes de la chaîne des Maghrébides; Localement dans le parautochtone et autochtone Hodnéens, L'analyse des caractéristiques géologiques montrée que les terrains sont stables et favorables à la réalisation d'un barrage. Du point de vue hydroclimatique, La zone du barrage est située dans un sous sous bassin versant Soubella a une superficie modérée 185 km<sup>2</sup> et un périmètre de 95 Km ; et caractérisé par un Altitude moyenne 1200m, Altitude médiane 1170m, Altitude maximale 1886m et Altitude minimale 725m (fig 1). Selon la valeur de indice de compacité de Gravelius obtenue ( $K_c = 1.95$ ), le sous sous bassin versant Soubella est relativement allongé dans le sens ouest-est, donc la concentration des eaux à l'exutoire se fait lentement. A partir de dimension du rectangle équivalent on obtient une longueur de 43.05 km et largeur 4.30 Km. On obtient aussi un indice de pente globale moyen  $I_g = 0.0153$  qui traduit un relief modéré favorisant l'infiltration. L'évapotranspiration potentielle calculée (2006-2016) est d'environ 1052 mm et des précipitations moyennes mensuelles 344 mm. Le Volume mort adoptée pour le débit solide déposé au niveau de l'exutoire est de 180.112 (t/km<sup>2</sup>/An).

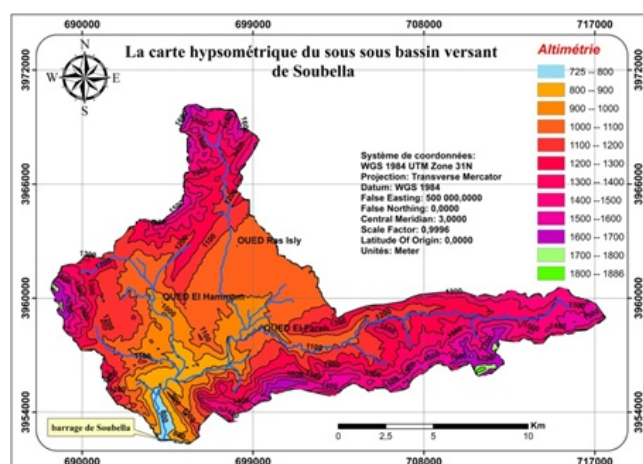


Figure 1. Carte hypsométrique du sous sous bassin versant de Soubella.

Pour l'appréciation de la stabilité du barrage de Soubella et la vérification des valeurs des fruits des parements adoptés, nous avons utilisé la méthode des tranches (Méthode de FELLENIUS), et un calcul par ordinateur (GEOSLOPE), Cette méthode est très répandue, il suffit d'avoir un programme permettant d'étudier de nombreuses hypothèses. Quatre cas peuvent être vérifiés parement amont (cas fin de construction et vidange rapide) et parement aval (cas fin de construction et fonctionnement normal). Les coefficients de sécurité trouvés par la méthode manuelle, soit dans les conditions normales, ou bien en cas des séismes (entre 1,99 et 4,56 dans les cas normaux et entre 1,26 et 2,41 en cas des séismes), sont presque tous assez grands aux coefficients admissibles. La vérification par le logiciel GEOSTUDIO (fig 2) basé sur la méthode de Bishop qu'on a utilisé, et qui possède une option de l'engendrement d'un coefficient de séisme, nous permet de tester et confirmer la stabilité du barrage en cas des conditions normales et en cas des séismes.

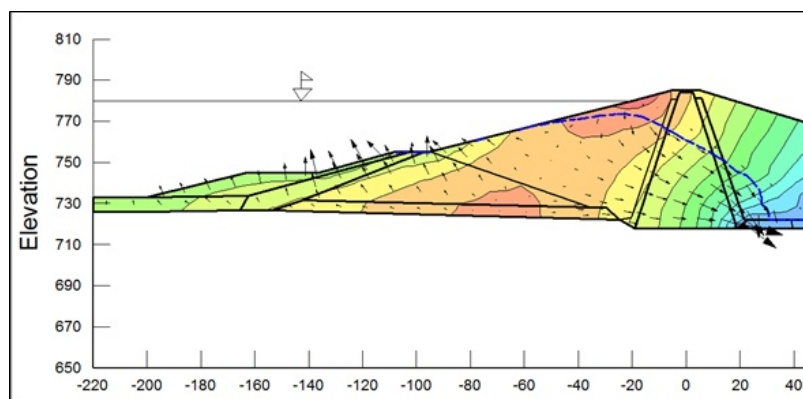


Figure 2. Dissipation des pressions interstitielles dans le barrage de Soubella après le vidange (Geoslope, 2007).

**Mots clés :** Barrage - Soubella - Géologie - Stabilité - Géostudio.

## Références

- Coyne, Bellier, 2009. Avant projet détaillé du Barrage de Soubella Mission 05 notes de calcul, rapport 12035-rp-0502-b.  
 Coyne, Bellier, 2009. Avant projet détaillé mémoire de synthèse rapport 12035-RP-0501-B.  
 Coyne, Bellier, 2009. Etude d'avant projet détaillé du Barrage de Soubella Mission 03 études géologique, géotechnique et de sismicité rapport 12035-RP-0301.



## Utilisation des courbes hauteur-durée-fréquence pour améliorer la prévision des crues exceptionnelles et la décision dans les différents projets hydrotechniques au niveau du Bassin de la Medjerda-mellegue.

S.Guechi<sup>1</sup> et L.Beloulou<sup>1</sup>

<sup>1</sup>département de géologie. Faculté des sciences de la terre. Chercheur au Laboratoire Ressources Naturelles et Aménagement (LRNA), Université Badji Mokhtar Annaba. [salima.guechi@yahoo.fr](mailto:salima.guechi@yahoo.fr)

La connaissance de la distribution spatiale et temporelle des averses et leurs impacts sur les personnes et les biens revêtent une importance primordiale en hydrologie. Pour faire face aux risques causés par les averses et qui constituent une entrave au développement socio-économique, une étude des pluies de courte durée est nécessaire surtout lorsqu'on veut réaliser des études hydrotechniques et notamment lorsqu'on veut modéliser les crues exceptionnelles.

La présente étude consiste à établir la relation "Hauteur-Durée-fréquence (HDF)" pour les stations équipées de pluviographes au niveau du Bassin de la Medjerda-Mellegue (12). Ces courbes, expriment les relations entre la lame d'eau précipitée, la durée et la période de récurrence (ou fréquence) de l'événement pluvieux sous forme graphique ou analytique.

Les résultats de l'étude des fréquences sur des séries annuelles synthétiques (loi des Valeurs Extrêmes Généralisées (GEV), Log-Pearson 3(LP3), Gamma à 3 paramètres (G-3p), Fréchet à 3 paramètres (Fr-3p), Log normale à 3 paramètres (LN-3p), ) et de l'analyse corrélatoire (méthode des moindres carrés) permettent d'obtenir une courbe enveloppe de la distribution des pluies intenses probables dans la région. Ce résultat peut être utilisé pour estimer, à partir des relevés pluviométriques journaliers, la quantité de pluie susceptible de tomber au cours d'une durée déterminée dans les bassins non équipés de pluviographes.

Trois postes pluviométriques (Tebessa, Ain Zerga, Cheikh Abdallah) contenant entre 31 et 100 ans d'observations sont retenus pour la construction de courbes HDF. Les autres sont éliminés pour insuffisance de la taille de l'échantillon (Ain Seynour)

**Mots clés :** averse, Bassin de la Medjerda-Mellegue, Algérie, HDF, probabilité, loi de distribution, courbe enveloppe.

### Références

Koutsoyiannis, D. (2004a) *Statistics of extremes and estimation of extreme rainfall: I. Theoretical investigation*. *Hydrol. Sci. J.* 49(4), 575-590.

Mora, R. D., et al., (2005) *Approche régionale pour l'estimation des distributions ponctuelles des pluies journalières dans le Languedoc-Roussillon (France)*. *Hydrol. Sci. J.* 50(1), 17-29.

Olofintoye, O.O, et al., (2009). *Best-fit Probability distribution model for peak daily rainfall of selected Cities in Nigeria*. *New York Science Journal*, 2(3), pp. 1.

Mebarki. A (2009). *Ressources en eau et aménagement en Algérie. Les bassins hydrographiques de l'Est*, thèse de doctorat

## Impact of climate change on Rainfall-Induced landslides: case study of Ouled Driss region (NE Algeria)

R. Hadji

*Département des Sciences de la Terre, Institut de l'Architecture et des Sciences de la Terre, Université Sétif 1 Algérie*

It is widely accepted that climate change is occurring and that this will affect the processes and parameters that influence natural hazards. There remains, however, significant uncertainty in forecasting these changes in the long term. Rainfall-induced landslides are hazardous phenomena that could cause serious damages to infrastructures and citizens. To understand the climatic triggering conditions of shallow landslides in an area of Ouled Driss, (NE Algeria) a field monitoring was conducted. In this work the precipitation values, data at monitoring stations (1988-1989 to 2016-2017, from 16 meteorological sites located near the study area), are shown, focusing on the meteo/hydrological behaviour of the studied materials as function of rainfall and its effect on slope stability. Our research uses GIS and RS for a regional climate model simulations, to monitoring the expected changes of landslides intensity/frequency. Simulated rainfall was used in comparison with rainfall thresholds for landslide occurrence derived by two observation-based statistical models (i) the cumulative event rainfall/rainfall duration model, and (ii) the Bayesian probabilistic model. Results show an overall increase in projected landslide occurrence. Landslides frequency change presents considerable seasonal patterns, with winter displaying the steepest positive trend. The proposed methodology aims at representing an effective tool for future landslide-hazard assessment.

**Key words :** Slope monitoring, Landslides intensity/frequency, Stability analysis; Simulation Bayesian model.

## Le phénomène de retrait-gonflement dans les formation argilo-marneuses, une manifestation

R. Hadji

*Département des Sciences de la Terre, Institut de l'Architecture et des Sciences de la Terre, Université Sétif 1 Algérie*

Le phénomène de retrait-gonflement chez certaines formations argileuses et/ou marneuses se manifeste par des désordres dans l'habitat individuel, la voirie, et réseau d'eau potable et d'assainissement. Le Nord-est Algérien est sévèrement affecté par ce sinistre. Le phénomène est amplifié par les déficits pluviométriques saisonniers dus au changement climatique et le déploiement sur des terrain de propriétés géotechniques médiocres. La commune de Souk Ahras fait partie des localités sensibles à cet aléa, les désordres ont pris une réelle ampleur lors des périodes sèches des années 93-94, 2000-2001, 2005-2006 et 2007-2008, d'où plus de 118 sinistre alloués à la sécheresse y ont été recensés.

La cartographie synthétique des formations à dominante argileuse, sur un fond de carte géologique N°77 en 1/50000 a permis l'identification de 17 formations argileuses ou marneuses. Ces formations ont ensuite fait l'objet d'une hiérarchisation quant à leur susceptibilité vis-à-vis du phénomène. Cette classification a été établie sur la base des propriétés lithologiques ; combinaison minéralogique; et comportement géotechnique.

L'utilisation de la technologie SIG a permis le croisement de ces caractéristiques avec des couches d'informations spatiales interprétant les variabilités spatio-temporelles des thèmes suivants : les précipitations annuelles moyennes ; les températures annuelles moyennes ; l'évapotranspiration potentielle annuelle moyenne ; le déficit d'écoulement annuel moyen ; le déficit en eau agricole ; et le couvert végétal ... Le résultat final consiste en une carte de la susceptibilité des formations argileuses au phénomène retrait-gonflement. Sur cette carte, les formations sont hiérarchisées en trois niveaux d'aléa, conceptualisés respectivement en rouge, orange et jaune ; indiquant que 3,25 % de la superficie communale est classée en aléa fort ; 31,70 % en aléa moyen ; 61,48 % en aléa faible ; alors que 03,57 % de la surface correspond à des zones a priori non argileuses. Cette carte pourra servir d'outil réglementaire à des actions d'information préventive dans la commune.

**Mots clés:** aléa retrait-gonflement, Minéralogie, argile, changements climatiques, Déficit agricole, évapotranspiration, Souk Ahras

## Classification géomécanique basé sur un SIG des falaises calcaires du Cap Aokas : caractérisation géologique-géotechnique et cartographie de la susceptibilité aux phénomènes gravitaires.

N.Hallal<sup>1</sup>, M.Hamidatou<sup>1</sup>, Y.Mohammedi<sup>1</sup>, B.Meziani<sup>1</sup> et A.Yelles Chaouche<sup>1</sup>, L.Djadia<sup>1</sup>, A.Abtout<sup>2</sup>, D.djamel<sup>1</sup>, I.Hamai<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Centre de Recherche en Astronomie, Astrophysique et Géophysique (CRAAG), Route de l'Observatoire B.P 63, Bouzereah, Algérie.  
[n.hallal@craag.dz](mailto:n.hallal@craag.dz)

<sup>3</sup>Département Aléa Sismique, CGS. 1 Rue Kaddour Rahim, BP 252, Hussein Dey, Alger, Algérie.

Dans la région d'Aokas (w. Bejaïa), les falaises du massif calcaire dolomitique qui borde la ville du côté ouest ont enregistré plusieurs phénomènes spectaculaires de type chute de bloc et éboulement-écroulement. Les plus importants date de 2005, 2014 et 2015. Ce massif est affecté par plusieurs failles, la plus importante est subverticale, transpressive à composante sénestre accompagnée d'un mouvement inverse et des failles normales d'effondrement à regard NW (HALLAL et al, 2011). Cette déformation est à l'origine de la naissance de plusieurs réseaux de fractures de direction et pendage différents qui rendent ces falaises très instables et vulnérables aux éboulements-écroulements. Plusieurs stations de mesures de la fracturation sont réalisées. Une analyse statistique est effectuée.

Pour caractériser la stabilité de ce type de falaise, l'application des classifications géomécaniques (Neil Bar et Nick Barton. 2017) est très importante afin de déterminer la qualité de la masse rocheuse des talus en pentes fortes exposée aux phénomènes gravitaire. L'application de cette méthodologie à pour objectif la caractérisation géologique-géotechnique des falaises du massif calcaire dolomitique du Cap Aokas.

Une carte de susceptibilité de ces falaises aux mouvements gravitaires sera établie. Elle classe les zones en trois types différents : versant stable, versant moyennement stable et versant instable qui correspond respectivement aux susceptibilité faible, moyenne et forte vis-à-vis des mouvements gravitaires.

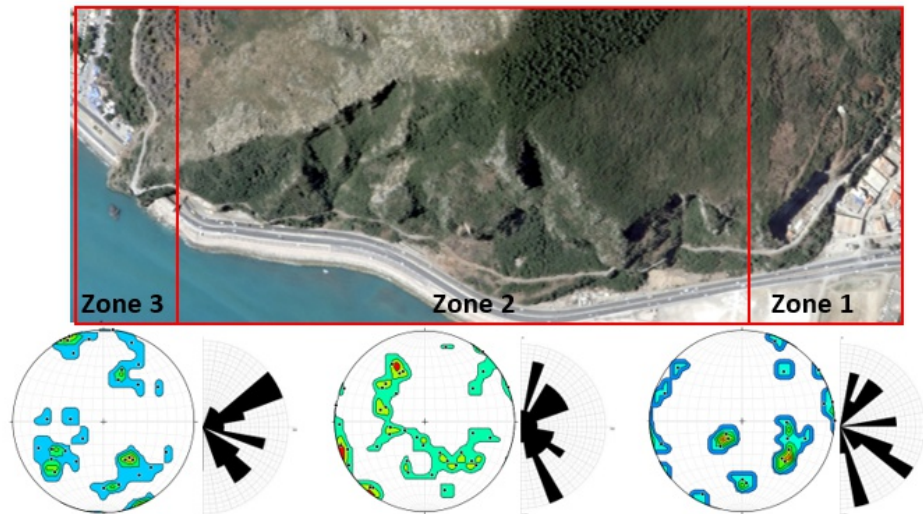


Figure1. Organisation des discontinuités en familles directionnelles et classification des zones.

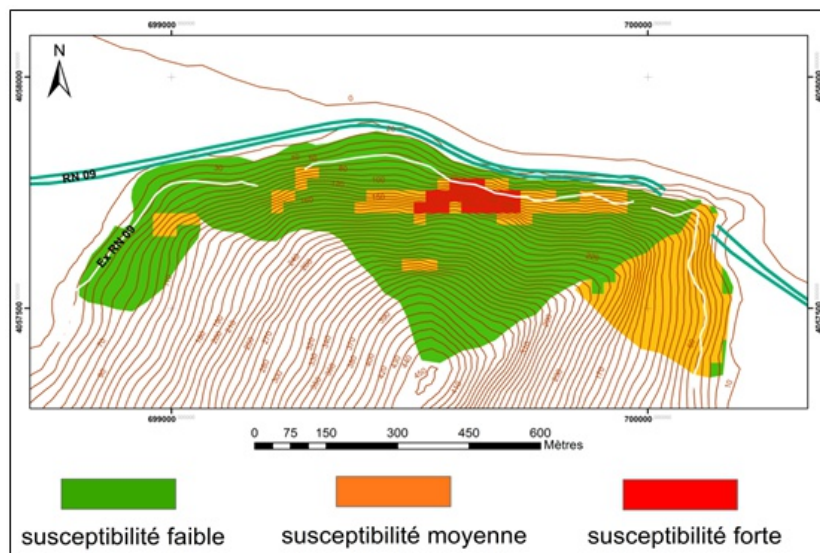


Figure 2. Carte de susceptibilité des falaises calcaires aux mouvements gravitaire.

**Mots clés :** Falaises calcaires, fracturation, classification géomécanique, cartographie, susceptibilité.

### Références

- Hallal. N., Bougdal. R., Bensafia. W. 2013. Dédoublment du tunnel d'Aokas (BEJAIA): géologie et caractérisation géotechnique du massif traversé. Stabilité de l'ouvrage. Bull Eng Geol Environ DOI 10.1007/s10064-013-0508-1
- Hallal. N, Bensafia W. 2011. Dédoublment de tunnel d'Aokas. Caractérisation géologique et géotechnique. Stabilité de l'ouvrage. Mémoire de fin d'étude.
- Neil Bar et Nick Barton. 2017. The Q-Slope Method for Rock Slope Engineering. Rock Mech Rock Eng, DOI 10.1007/s00603-017-1305-0.

## Evaluation des effets de site des zones affectées par le séisme de Boumerdès 2003

Y.Hanache<sup>1</sup>, N.El-H.Boudjenana<sup>1</sup>, D.Machane<sup>2</sup> et R.Bensalem<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Faculté des sciences de la Terre, Géographie et Aménagement du Territoire, Université des Sciences et de la Technologie Houari Boumediene, Alger. [yhanache@usthb.dz](mailto:yhanache@usthb.dz)

<sup>2</sup>Centre national de recherche appliquée en génie parasismique.CGS, 01 Rue Kaddour Rahim, BP. 252, Hussein-Dey, Alger.

En raison de sa situation à la limite de convergence des plaques africaine et eurasiennne, la marge nord algérienne a connu au cours de son histoire plusieurs séismes dévastateurs,le dernier en date est celui de Zemmouri du 21 mai 2003 (Ms=6,8). De nombreux dégâts matériels ont eu lieu et l'expertise a montré que de nombreux ouvrages n'avaient pas subit beaucoup de dégâts alors que d'autres même similaires du point de vue architectural et conceptuel se sont effondrés.

Entre la zone de rupture à l'origine d'un événement sismique et la surface de la terre, il existe un milieu très hétérogène constitué de différents dépôts sédimentaires, c'est la raison pour laquelle le mouvement en surface résultant diffère d'un endroit à un autre en fonction de différents paramètres tels que la propagation des ondes et les conditions locales (géologiques, topographiques ou géotechniques), c'est ce qu'on appelle « effet de site ». Donc, ce n'est pas toujours près de l'épicentre que les dégâts et les effets sur les bâtiments sont les plus important.

Dans la littérature il existe plusieurs techniques pour l'évaluation des effets de site. Dans notre travail, on s'est intéressé à la technique des rapports spectraux H/V bruit de fond, que nous avons réalisé au niveau de quelques communes environnantes de la ville de Boumerdès, où très peu de travaux ont été réalisés pour l'évaluation des effets de site en relation avec les destructions totales ou partielles dues au séisme du 21/05/2003.

Enfin, cette étude sera réalisée afin de pouvoir cerner tous les paramètres pouvant influencer le comportement sismique des sols, en combinant les différentes techniques tel que : les données géotechniques pour la caractérisation des sols ; acquisitions des enregistrements de bruit de fond (H/V) pour déterminer les fréquences de résonance propre du sol et ainsi que leurs niveaux d'amplification. Les résultats préliminaires que nous avons obtenus sont prometteurs, et suggérant la généralisation de ces acquisitions dans les autres sites affectés par ce séisme.

**Mots clés :** Séisme de Boumerdès 2003 - Effets de sites -Aléa sismique - H/V bruit de fond.

### Références

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.

Osmani, M, Ouzerara, M., 2003. Le séisme du 21 mai 2003 : Contribution à l'étude de l'effet de site par mesure du bruit de fond sismique(Méthode H/V) -Boumerdès. Mémoire d'ingénieur, FSTGAT-USTHB, Alger.

## Stratégie de stabilisation des terrains lors de la construction d'une liaison autoroutière dans quelques types de terrains de la chaîne des Maghrébides. Cas du tronçon Chiffa Berrouaghia.

R.Hebib<sup>1,2</sup>, A.Meridja<sup>2</sup> et S.Chermouti<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Institut d'Architecture et des Sciences de la Terre, Université Ferhat Abbas, Sétif. [hebib.rafik@univ-setif.dz](mailto:hebib.rafik@univ-setif.dz)

<sup>2</sup>BET COBA Group ingénieurs-conseils (Portugal)

Une des particularités de la construction autoroutière dans les zones montagneuses est la quantité importante de travaux de terrassement qui impliquent des mouvements de terre considérables. La gestion de ces travaux requiert une attention particulière en terme de stabilité des terrains impliqués dans la construction. En effet, l'occurrence d'instabilités constitue une contrainte majeure pour le déroulement du projet autoroutier, qui pourraient devenir un lourd héritage après la finalisation des travaux, avec la persistance de risque important susceptible d'affecter l'ouvrage, son environnement, et ses usagés (figure 01).

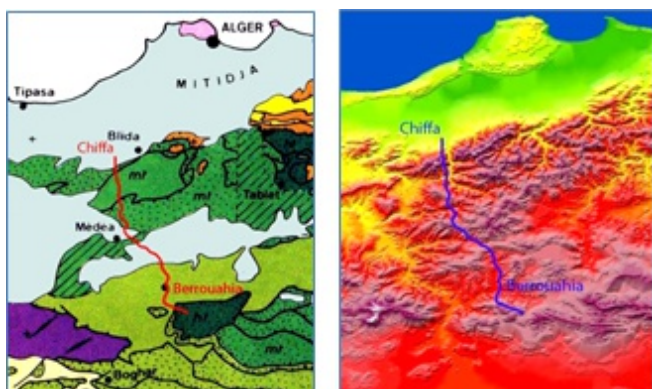
Cette étude a pour objectif de décrire, d'une part, les principaux paramètres qui conditionnent la stratégie de stabilisation des terrains lors d'une construction autoroutière, et d'autre part, les principales solutions de stabilisation identifiées dans le cadre du projet de la liaison autoroutière Chiffa-Berrouaghia.

Pour ce faire, et en premier lieu, l'étude débute par l'identification des multiples critères de décision pour le choix des solutions de stabilisation. Il s'agit, entre autres, des aspects suivants :





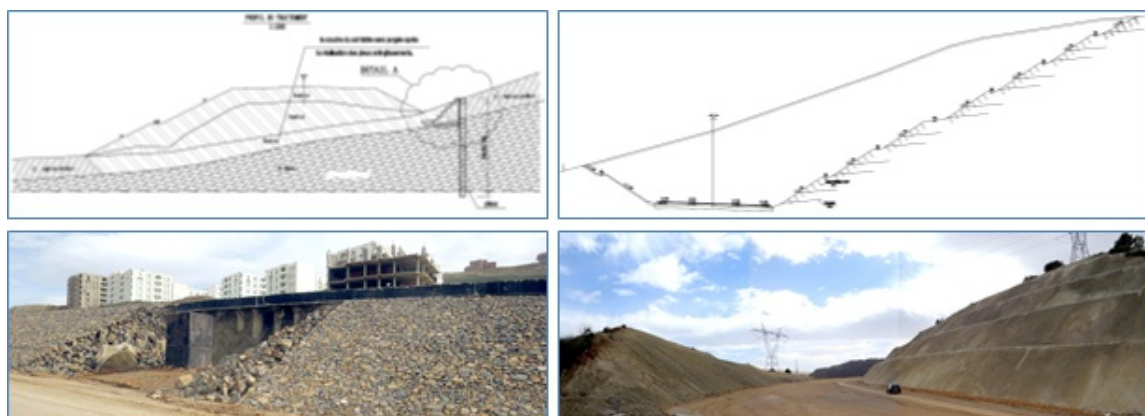
**Figure 01.** a. Glissement de terrain sur une zone autoroutière à Taiwan (source : [https://blogs.agu.org/landslideblog/files/2010/10/10\\_04-Highway-4.jpg](https://blogs.agu.org/landslideblog/files/2010/10/10_04-Highway-4.jpg)). b. Glissement au niveau de l'autoroute est-ouest dans la région de Tlemcen (source : [http://www.leconews.com/images/2015/04/04/large-11288\\_854604\\_679x417.jpg](http://www.leconews.com/images/2015/04/04/large-11288_854604_679x417.jpg)).



**Figure 02.** Présentation du contexte géologique et géomorphologique de la liaison autoroutière.

(I) caractéristiques géologiques et géotechniques du terrain et son degré de stabilité initiale ; (II) type d'implication du terrain dans les travaux ; (III) type des travaux de terrassement et leurs dimensions ; (IV) contraintes affectant le projet et les dispositions contractuelles ; etc. En second lieu, l'étude décrit des cas de gestion de la stabilisation des terrains au niveau du projet de la liaison autoroutière Chiffa – Berrouaghia. Ainsi, une description est faite pour les conditions géologiques et géotechniques des terrains traversés par le tracé de l'autoroute (figure 02), qui font partie de la chaîne des maghrébides (Durand Delga et Fontbote 1980). Il s'agit du domaine externe représenté par le massif de l'Atlas blidéen (Kirèche 1993) et de l'extrémité occidentale de la chaîne des Bibans (Kieken 1975), ainsi que du bassin intra-montagneux de Médéa.

La description des cas se poursuit par une présentation des contextes des zones d'interventions (types et dimensions des travaux, stabilité initiale...). Il s'agit des sections variables de déblais, de remblais sur des pentes, et de profils mixtes. Enfin, la description des cas se termine par un descriptif des solutions envisagées pour chaque contexte (figure 03).



**Figure 03.** Exemples de stabilisation de terrain au niveau du projet de la liaison autoroutière Chiffa-Berrouaghia.

**Mots clés :** Atlas blidéen – Bassin de Médéa – Autoroute – instabilité – Géotechnique.

### Références

- Durand Delga. M., Fontbote J.M., 1980. Le cadre structural de la Méditerranée occidentale Mém. BRGM, N °135, 1-14.  
 Kieken. M., 1975. Étude géologique du Hodna, du Titteri et de la partie occidentale des Biban (Algérie). Se. car.géol.Algérie, 2 vol. t.1 : 217 p., t.2 : 298 p., 232 fig., 20 pl. h-t.  
 Kirèche, O., 1993. Évolution géodynamique de la marge tellienne des Maghrébides d'après l'étude de domaine parautochtone schistosé (massif du Chélif, de l'Oranie, Blida-Bou Mâad, des Babors et Biban) Thèse es Sc. USHB, Alger, 328 p.



## Etude de vulnérabilité au mouvement de terrain de la route nationale n° 75 wilaya de Sétif

Z. Ladjel et R. Hadji

Département des Sciences de la Terre, Institut d'Architecture et des Sciences de la Terre, Université Sétif 1

Les enjeux corporels, fonctionnels et structurels sont constamment menacés par plusieurs phénomènes naturels dans le NE Algérien. L'aléa mouvement de masse en fait partie. La route nationale RN75 est exposée chaque année durant la période hivernale à des dégradations ; qui sont causées principalement par les mouvements de terrain et particulièrement de type glissement de terrain, affaissement et chute de bloc. Ces mouvements de terrain sont déclenchés soit par des causes naturelles et ou anthropique. Les technologies SIG constituent l'outil idéal pour combiner les différents facteurs qui réagissent directement ou indirectement sur la stabilité des pentes. Elles peuvent être modélisées en données puis les interprétées sous forme de couches d'information de facteur causaux (géologique, topographique, hydrologique et géotechnique). La carte d'Aléa de notre zone d'étude est établie par la superposition pondérée des couches d'information de facteurs en se basant sur la méthode déterministe en utilisant les poids relatifs tirés de la méthode AHP (Processus d'analyse Hiérarchique). La corrélation entre la localisation des dégradations relevées par l'inventaire avec les zones à risque moyen et élevé, ressort un taux de 65% de validation. L'analyse de la vulnérabilité des sols aux mouvements de terrain au moyen du SIG constitue une démarche importante sur la protection et la prévention des enjeux contre les risques naturels.

**Mots clés :** RN75, Glissement de terrain, AHP, Arcgis, validation.

## Identification des fréquences propres du sol de la ville de Sétif par la méthode H/V- bruit ambiant : résultats préliminaires

K.Layadi<sup>1</sup>, F.Semmane<sup>1</sup>, A.Yelles-Chaouche<sup>1</sup> et S.Madadi<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Centre de Recherche en Astronomie Astrophysique et Géophysique, [k.layadi@craagdz](mailto:k.layadi@craagdz).

<sup>2</sup>Département de Physique, Faculté des Science, Université Ferhat Abbas, Sétif.

Le risque sismique augmente avec la vulnérabilité des immeubles d'une zone urbaine. La prévention sismique est le seul moyen pour la sécurité des personnes et des biens; le respect des règles parasismiques est une solution adéquate. La durée de la sollicitation de l'immeuble durant un séisme accroît la probabilité de son effondrement. L'allongement de la durée des secousses est dû aux effets de site. La résonance sismique se manifeste quand il y a rapprochement en valeur de la période propre de l'immeuble et celle du sol. De ce fait, il est recommandé d'identifier cette période ou fréquence propre du sol. La méthode H/V-bruit ambiant est devenue un outil excellent pour définir les fréquences propres du sol d'une zone urbaine. Dans cette étude, la ville de Sétif est sélectionnée pour estimer ses effets de site par cette méthode, dans un ensemble de point distribués en fonction de la géologie locale, l'urbanisme et la disponibilité des données souterraines antérieurs. Au cours du temps, l'urbanisation de la ville de Sétif a connu une accélération par rapport aux années antérieures. Elle est située dans un contexte sismotectonique moyennement active. La ville de Sétif comporte 2 types de structure géologique, les plis et les failles. La région de Sétif présente des formations peu ou non tectonisées, représentées par le Quaternaire et le Mio-pliocène continental, et des formations tectonisées représentées par l'anté-néogène d'Eocène (Figure 1).

Une campagne des mesures ponctuelles du bruit ambiant a été réalisée au niveau de la ville de Sétif. Pour la distribution des points de mesure, nous avons effectué une grille irrégulière, c'est-à-dire, la distance entre les points n'est pas constante, dont son minimum est 200 m. Au total, 47 points

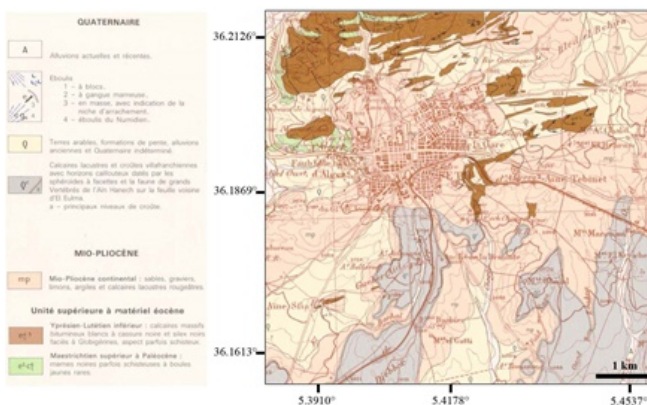


Figure 1. Segment de la carte géologique de la région de Sétif, 1/50 000, montrant les différents dépôts sédimentaires de la ville de Sétif (Sonatrach, 1977).

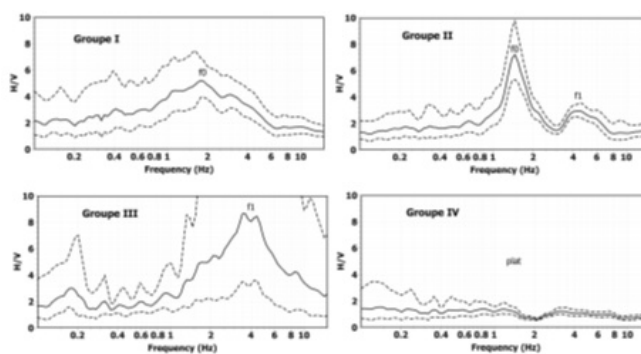


Figure 2. Différents groupes obtenus par la méthode H/V dans la ville de Sétif.

de mesures de bruit ambiant ont été effectués afin de couvrir la zone d'étude. Pour le traitement et le calcul des courbes H/V des points de mesure, nous avons utilisé le logiciel GEOPSY du Projet SESAME (2004).

Par son application première dans la ville de Sétif, la méthode H/V-bruit ambiant a identifié un ensemble de résultats. Ces derniers ont été regroupés en fonction de la forme de la courbe H/V obtenue. Ce classement a dégagé 4 groupes (Figure 2) :

1. Groupe I englobe des sites caractérisés par une fréquence fondamentale,  $f_0$ , comprise entre 0.7 et 2.4 Hz ;
2. Groupe II englobe des sites caractérisés par,  $f_0$ , comprise entre 0.7 et 2.4 Hz, et un second pic,  $f_1$  supérieur à 3 Hz ;
3. Groupe III englobe des sites caractérisés par la disparition de  $f_0$ , et le reste du  $f_1$  supérieur à 3 Hz ;
4. Groupe IV englobe des sites ayant une courbe H/V plate.

**Mots clés :** méthode H/V – bruit ambiant – fréquence du sol – Sétif.

## Références

Sonatrach, 1977. Carte géologique de Sétif, feuille n° 93.

SESAM projet, 2004. Guidelines for the implantation of the H/V spectral ration technique on ambient vibrations: Measurements, processing and interpretation, SESAME European Research Project No. EVG1-CT-2000-00026 SESAME, Deliverable No. D23.12.

## Effets de site sismiques en Algérie et applications sur les zones de rupture (faille et glissement de terrain).

D.Machane<sup>1</sup>, R.Bensalem<sup>1</sup>, E.H.Oubaiche<sup>1</sup>, H.Moulouel<sup>1</sup>, A.Bouchellouh<sup>1</sup>, L.Djadia<sup>2</sup>, Y.Tebbouche<sup>1</sup>, A.Meziani<sup>1</sup> et A.Benguesmia<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Centre national de recherche appliquée en génie parasismique CGS.

<sup>2</sup>Centre de Recherche en Astronomie Astrophysique et Géophysique CRAAG

L'Algérie du Nord est menacée par des aléas géologiques (Séismes, Effets de Site, Glissement de terrain...), qui peuvent causer périodiquement des catastrophes. Ces phénomènes dangereux dont les plus courants sont les séismes et les glissements de terrain se manifestent par les ruptures des masses rocheuses. Ces ruptures 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).

En effet, l'étude des zones de déformation et/ou rupture (Machane et al. 2008, Machane 2009) joue un rôle important dans l'évaluation de l'aléa sismique aussi bien local (effets de site) que régional ainsi que les risques associés. Ces effets de site correspondent à une amplification des ondes sismiques dans les couches géologiques superficielles. Le mouvement du sol peut être fortement amplifié lorsque des conditions géologiques défavorables sont réunies (couches sédimentaires meubles reposant sur un substratum, zone de déformation par faille, zone de remaniement causé par un glissement...).

C'est autour de cette problématique que nous présentons les résultats préliminaires de nos travaux et à travers lesquelles nous avons tenté d'analyser les réponses sismiques (sources sismiques passives par le bruit vibratoire ambiant et/ou actives par la sismique réfraction) et les profils d'Imagerie électrique, des sites et appliquées sur quelques exemples d'aléas géologiques dans l'Atlas tellien.

**Mots clés :** Zones de rupture - Effets de sites - H/V bruit de fond, Imagerie électrique.

## Références

Machane D (2009) Fracturation néotectonique dans les Kabylies, potentiel sismique des failles actives et effets géologiques induits. Doctorat Thesis, FSTGAT, USTHB, Algiers, p 222

Machane D, et al (2008) Examples of geomorphologic and geological hazards in Algeria. Nat Hazards 45:295-308

## Caractérisation d'un versant instable par approche cartographique et géotechnique. Cas du versant Chaâbet El Merdja-Constantine

M.I.Madaoui<sup>1</sup> et M.Kacimi<sup>1</sup>

*Département des Sciences de la Terre, Institut d'Architecture et des Sciences de la Terre, Université Ferhat Abbas, Sétif.*

Constantine par sa position géographique et ses caractéristiques naturelles, est l'une des villes les plus peuplées en Algérie, mais elle souffre depuis longtemps de l'occurrence infinie des glissements de terrains -vu sa topographie et autres facteurs- qui menacent plusieurs quartiers d'une forte densité démographique et mêmes les versant nus. Ce travail a été axé sur une étude géologique et cartographique détaillée justifiée par une autre géotechnique du secteur cible en s'appuyant sur le traitement des photos aériennes pour décrypter l'évolution du versant. Le site d'étude s'est formé par des argiles Mio-Plio-Quaternaire favorisant le déclenchement des glissements de terrains. La synthèse des données traitées montre que ces instabilités parfois anciennes ou qui se réactivent en formant de nouvelles surfaces de rupture, sont le fruit de conjointement de plusieurs facteurs de prédisposition et de déclenchement, et que la bonne gestion de ces risques peut minimiser leur survenance mais pas l'éliminer.

**Mots clés :** Glissements de terrains-Photos aériennes-Mio-Plio-Quaternaire-Survenance.

## Etude comparative géologique et géotechnique des carrières de granulats dans la wilaya de Sétif

A.Mahleb et F.Zahri

*Département des Sciences de la Terre, Institut d'Architecture et des Sciences de la Terre, Université Ferhat Abbas, Sétif.*

Les carrières exploitées pour la production de matériaux de construction dans le domaine de bâtiment et des travaux publics (BTP) souffrent souvent de pathologies d'instabilités causées par la présence des discontinuités tectoniques, stratigraphiques ou anthropiques. Les carrières de la wilaya de Sétif apparaissent comme un cas d'étude exemplaire des difficultés que pose la problématique de la « stabilité des sites de production des granulats ». Ce problème influe considérablement sur la productivité et la sécurité de l'activité minière. L'objectif de notre travail est d'exploiter les données expérimentales de laboratoire et/ou in situ, pour déterminer la qualité des massifs rocheux destinés pour l'industrie d'exploitation de matériaux de construction. Pour atteindre cet objectif et par nécessité d'ordre méthodologique, nous avons appliqué une approche analytique par projection stéréographique, des approches empiriques (RMR, SMR, Q et GSI), des méthodes statistiques et la modélisation numérique. Les résultats de l'étude ont permis de déterminer les différentes familles des discontinuités, d'évaluer la stabilité des talus et de caractériser la qualité des massifs rocheux. Ces approches ont permis de prouver que les sites étudiés souffrent d'un grave problème de stabilité/sécurité (mouvements de pentes) qui influe sérieusement sur la productivité et la durabilité de l'activité d'exploitation des produits finis.

**Mots clés :** stabilité, calcaire, fracture, granulats, projection stéréographique.

## Contribution des méthodes géophysiques (HVSR et Down Hole) et géotechniques dans la caractérisation du Glissement d'Aomar (W. Bouira, Algérie).

B.Meziani<sup>1</sup>, D.Machane<sup>3</sup>, A.Bendaoud<sup>2</sup>, Y.Mohamedi<sup>1,2</sup>, N.Hallal<sup>1</sup>, S.Adjiri<sup>1,2</sup>

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

<sup>2</sup>FSTGAT, USTHB, B.P. 32. El Alia, 16111 Bab Ezzouar, Alger, Algérie.

<sup>3</sup>Centre national de recherché appliqué en Génie parasismique (CGS), 1 Rue Kadour Rahim, B.P 252 Hussein Dey, Algiers, Algeria.

Un mouvement de terrain est apparu sur un talus situé à proximité de la route nationale RN25 dans la commune d'Aomar (Wilaya de BOUIRA), appelé talus d'Aomar (fig.1). Le site du glissement concerné par la présente étude fait partie du bassin post-nappes d'Aomar-Ben-Haroun d'âge miocène supérieur.

Ce bassin est situé au sud du bloc de la grande Kabylie, segment central de la chaîne des Maghrébides. Il se présente comme un synclinal de direction générale Nord Ouest -Sud Est (Ficheur, 1890). Ce glissement menace le groupement scolaire (Lycée et C.E.M), situé en amont du versant instable. Il est caractérisé par un mouvement actif s'étendant sur un versant plus ou moins important, de l'ordre d'une centaine de mètres (Meziani, B., 2018).

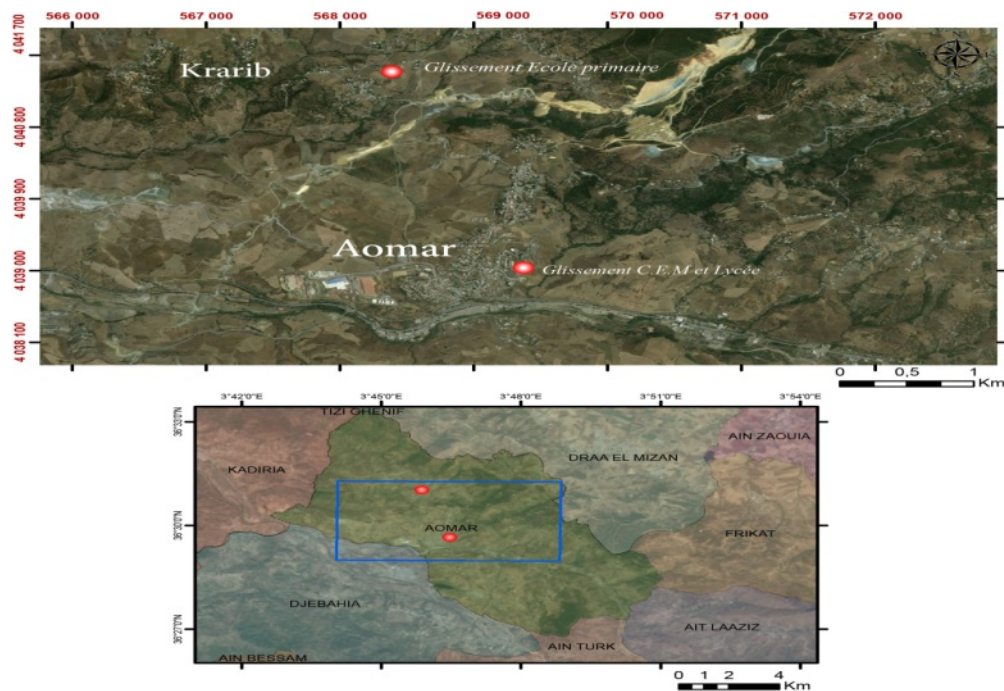


Figure1. Carte de localisation de la commune d'Aomar et le glissement de terrain d'Aomar (groupeement scolaire C.E.M et Lycée).

D'un point de vue géotechnique, les formations affectées par cette instabilité sont constituées principalement de formations argilo-marneuses et marne sableuse (fig.2). Ces formations sont complètement fissurées et remodelées par conséquent ayant perdu complètement de leur consistance et leurs caractéristiques physico-mécaniques originelles.

D'un point de vue géophysique, l'application des méthodes géophysiques (Down hole et HVSR (des pics de fréquence d'ordre 7 Hz et 13 Hz)) ont donné des résultats satisfaisant sur la géométrie des formations géologiques. Les acquisitions de bruit de fond sismique et le traitement par la technique H/V bruit de fond ainsi que celles des analyses géotechniques réalisées au niveau du site concerné par l'instabilité nous ont confortés dans nos interprétations sur la profondeur et la géométrie de la surface de glissement.

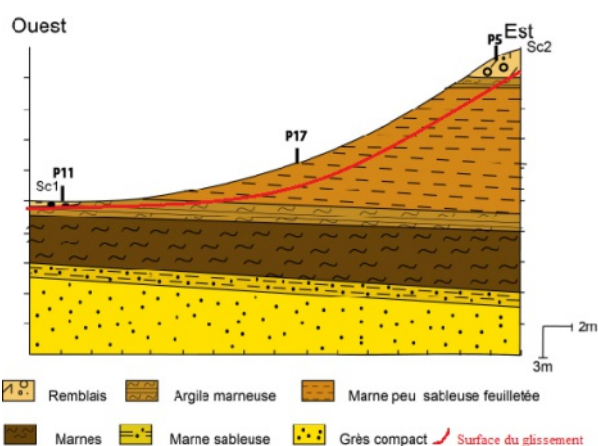


Figure 2. Coupe lithologique synthétique du site du glissement d'Aomar.

**Mots clés :** Glissement de terrain – Géophysique – Down hole – HVSR – Marne.

### Références

- Ficheur, E., 1890. *Kabylie du djurdjura, étude spéciale des terrain tertiaires*. Alger: imprimerie pierre Fontana et Cie.  
 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 USTHB, 183p.



## Etude d'un glissement de terrain en Grande Kabylie par méthodes géophysiques.

A.A.Meziani<sup>1,2</sup>, M.Nadji<sup>1</sup>, D.Machane<sup>2</sup>, M.Y.Tebbouche<sup>2,3</sup>, H. Bournene<sup>2</sup>, R.Bensalem<sup>2</sup>, H.Oubaiche<sup>2</sup> et S.Bedr<sup>2</sup>.

<sup>1</sup>Université Mohamed Ben Ahmed Oran 2;

<sup>2</sup>Centre National de Recherche Appliquée en Génie Parasismique (CGS);

<sup>3</sup>Université des Sciences et Technologie Houari Boumediene (USTHB);

L'Atlas tellien est exposé à de nombreux aléas géologiques, notamment les glissements de terrain. La Kabylie est affectée par de nombreux glissements de terrain qui affectent différentes localités de cette région montagneuse. L'étude de l'aléa glissement de terrain est importante pour améliorer la prévention et réduire le risque pour les populations concernées. L'objectif de ce travail est de tester l'applicabilité de la méthode du bruit sismique ambiant et le traitement H/V, sur certains glissements de la Kabylie. Cela permettra la détermination de la fréquence de résonance du sol et un possible effet de site. Cette méthode peut éventuellement servir à identifier l'extension horizontale et verticale du mouvement de terrain en caractérisant l'interface du glissement qui constitue la limite entre la masse glissée et la partie stable. Notre travail a consisté en l'acquisition de bruit de fond sismique au niveau de plusieurs glissements constatés. Par la suite nous avons appliqué la méthode du rapport spectral des composantes horizontales sur la composante verticale (H/V) qui permet de déterminer la fréquence de résonance d'un site donné. L'analyse de courbes obtenues, nous a permis d'identifier différent réponse du site étudié. Les résultats préliminaires laisse penser que la présence de ces pics de fréquence indique un contraste d'impédance au niveau des interfaces séparant les différentes couches de sols, ces interfaces soulignent un changement des vitesse de cisaillement Vs, qui peuvent avoir comme origine le remaniement de la masse glissante, d'où la diminution de ses caractéristiques physico-mécaniques, variation du taux de saturation en eau (niveau d'eau) dans le sous-sol ou encore par un changement lithologique. La corrélation des résultats obtenus avec les logs de sondages ou avec d'autres méthodes géophysiques telle que la sismique réfraction, pourrait confirmer la localisation de la ou des interfaces des surfaces de rupture.

**Key words :** Glissements, Bruit de fond, Grande Kabylie.

## Contribution du SIG à la cartographie et l'inventaire des mouvements gravitaire dans l'Ouest de Tipaza

S.Mokadem<sup>1</sup> et K.Nimour<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Agence du Service Géologique de l'Algérie

Les mouvements gravitaires sont l'un des aléas naturels les plus répandus dans la région de Tipaza et essentiellement dans sa partie occidentale, cela est dû principalement à l'interaction de plusieurs facteurs naturels ( relief accidenté, nature des formations lithologiques, meubles, très sensibles à l'eau et autres de nature rocheuses fracturées, et une précipitations intense en période hivernale,...), ces phénomènes sont de plus en plus amplifiés par le développement rapide de l'urbanisation (facteurs anthropiques). Ces facteurs sont responsables de développement de plusieurs types de mouvements gravitaires, tels que les glissements de terrain, les éboulements, les chutes de pierres et les ravinements.

Cette étude va permettre d'inventorier, localiser, et caractériser les principaux mouvements gravitaires qui se sont produits dans la zone occidentale de Tipaza, puis d'intégrer l'ensembles de ces renseignements dans un SIG.

Ce travail pourra servir à estimer à partir de l'analyse des occurrences historiques, la nature lithologique, l'ampleur et la répartition géographique des mouvements susceptibles de se produire dans le futur. La carte d'inventaire de ces phénomènes identifiés à partir de l'interprétation des images satellitaires, et les observations sur terrain, constitue un support fondamental de la plupart des techniques de zonage de l'aléa mouvement gravitaire.

**Mots clés :** mouvements gravitaires – Tipaza – SIG – Pétrographie – Géochimie.



## Caractérisation Géologique et Analyse de la Stabilité des massif rocheux de la Carrière de Chouf-Amar, M'sila, Algérie.

H.A.Rached<sup>1</sup> et S.Yahyaoui<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Laboratoire des Ressources Naturelles Aménagement (L.R.N.A), Département des Mines, Faculté de Science de la Terre, Université Badji Mokhtar, BP 12, 23000, Annaba, Algérie. [azzouzrached@hotmail.com](mailto:azzouzrached@hotmail.com).

<sup>2</sup>Département de Génie Minier, L'Ecole Nationale Polytechnique (ENP), 10 Rue des Frères Oudek, El Harrach 16200 Algérie

La structure d'un massif a une influence très importante sur la stabilité des gradins et le tir des roches. Elle détermine tout d'abord la taille des blocs in situ, elle conditionne la mise en œuvre du tir (foration et plans de tir), le fonctionnement même de l'énergie explosive et sa transmission au massif, et peut occasionner des problèmes de stabilité au niveau des trous de tir ou de gradins, voire de talus entiers. Du fait de l'ébranlement du massif sous l'action de tirs successifs, il peut aussi arriver que dans le cas de discontinuités remplies de matériaux mécaniquement peu résistants (argiles, produits d'altération), la résistance maximale au cisaillement de ceux-ci soit dépassée et on ne mobilise plus alors que leur résistance résiduelle, beaucoup plus faible. Un nouveau tir peut alors déclencher une instabilité au niveau de ces joints en fonction de l'orientation des discontinuités par rapport au front, on peut ainsi générer des glissements vers la fosse (pendage vers le front) ou toppling (pendage vers l'intérieur du massif). Le but de notre travail est systématiquement et numériquement mesurer l'orientation des discontinuités par la méthode d'analyse structurelle d'après l'échantillonnage de lignes en utilisant la technique du système de projection stéréographique. par logicielle DIPS version 6.008 pour la carrière de ciment Chouf-Amar - M'sila - Algérie et bien caractériser le massif par la méthode de balayage en ligne pour déterminer l'orientation et l'emplacement des familles principales, pour estimer un certain nombre de paramètres géométriques tels que la distance, fréquence, surface et densité de fracture. Dans cet article, trois méthodes de classification de la masse rocheuse sont choisies. Les méthodes sélectionnées sont le RMR Bieniawski (1989) et l'indice de masse de la pente d'origine SMR (Romana, 1985), SMR continu (Tomás et al., 2007). L'évaluation de la stabilité pour les talus rocheuse en utilisant les trois méthodes empiriques choisies a été menée et leur validité examinée. Tous les résultats pour la description du talus rocheuse et les catégories de stabilité ont également été comparés. Ces méthodes de classification a été appliqué sur la base des observations et des mesures sur le terrain, et des tests de laboratoire pour estimer la force de la masse rocheuse et d'évaluer la stabilité des masses rocheuses sur les talus formant les bords exploitable de la carrière de Chouf-Amar, M'Sila, située à 250 km au Sud-Est de la capitale Alger. Cette procédure est bénéfique pour acquérir une meilleure compréhension de l'influence des paramètres géologiques et de résistance des roches, et le mécanisme de rupture de la roche sur l'analyse de la stabilité des talus et les processus de l'extraction à ciel ouvert et des carrières.

**Mots clés :** Rock Mass Rating (RMR) - Slope Mass Rating (SMR) - Slope stability - Geomechanics - Chouf-Amar.

## GIS-based landslide susceptibility assessment using weight of evidence and analytical hierarchy process approaches for Tafraoui municipality Oran province, NW Algeria

Z.Roukh<sup>1</sup>, A.Nadji<sup>1</sup>, MH.Malki<sup>2</sup> et I.Benaouda<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Laboratoire Géorressources, Environnements et Risques Naturels, Université d'Oran 2 Mohamed BENAHMED, B.P1 1524 El-M'Naouar, Oran 31000, Algérie.

<sup>2</sup>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.

The main objective of this study is to establish a precondition maps to predict landslide susceptibility and to mitigate landslide consequences for Tafraoui municipality, Oran province (North western of Algeria). To achieve this goal, firstly, a data base collection contain, landslide spatial distribution map were elaborated using satellite images, fields surveys, GPS and interview with farmers; Fourteen causative factors were considered to evaluate landslide susceptibility index such as, slope degrees, aspect, lithology, distance to faults, annual precipitation, distance to rivers, distance to springs, land use, NDVI, STI, SPI, plan of curvature, profile of curvature and altitude. Secondly, the landslide susceptibility indexes were assessed using Weight Of Evidence (WOE) and Analytical Hierarchy Process (AHP) approaches. Thirdly, the obtained results of the landslide susceptibility indexes were classified into five classes using natural breaks (Jenks). Finally, the two landslide susceptibility maps were validated by comparing the LSMs with the 20% of the landslide inventory using ROC curve method. Based on the AUC values of the ROC curve diagrams, WOE model (95.89%) provide more accurate of landslide susceptibility mapping than the AHP model (95.06%). We observed that the two model used in this study provide a good accuracy in predicting landslide susceptibility of the Tafraoui municipality, Oran Province. These thematic maps present an important document for the local communities and decision makers in choosing suitable terrain for future project and to take safety measures against active landslide and areas of high and very high landslide susceptibility.

**Keys words:** GIS, Landslide susceptibility, WOE, AHP, Tafraoui, Algeria

## Interprétation hydroclimatologique et visualisation des dégâts des inondations du 2012 à El Tarf (N.E algérien).

B.Saadali<sup>1</sup>, H.Zerrouki<sup>1</sup>, A.Khiari<sup>2</sup> et H.Mazouz<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Département de géologie, Faculté des Sciences de la Terre et d'Architecture, Université Larbi Ben M'hidi, Oum El Bouaghi.

<sup>2</sup>Laboratoire des Ressources naturelles et aménagement des milieux sensibles, Université Larbi Ben M'hidi, Oum El Bouaghi.

Les inondations, comme étant des phénomènes de submersion des terres, sont dépendantes de pluies intensives, de processus de transferts des eaux au sein d'un bassin versant (Scarwell H.-J., Laganier, R., 2004), de l'imperméabilité des sols et de l'étendue du réseau hydrographique et, par l'intrusion anthropique, elles deviennent accidentelles (Salomon J.-N., 1997). En Algérie, de nombreuses inondations ont été recensées et sont parfois meurtrières à savoir les inondations de Bab El Oued – Alger en 2001, de Sidi Bel Abbes en 2006, de Ghardaïa en 2008 et El Bayadh en 2011. Les inondations qui ont touchées la wilaya d'El Tarf (fig. 1) les jours du 22 et 23 février 2012 étaient remarquables. Selon la presse algérienne, cette catastrophe naturelle a fait trois morts, près de 7000 sinistrés et des dégâts estimés à deux milliards de dinars algériens.



Figure 1. Imagerie satellitaire des inondations à El Tarf en 2012 (Source : ASAL-Alsat 2A).

Les secteurs de l'agriculture et de l'hydraulique sont les plus touchés (fig. 2). L'objectif primordial de ce travail est d'expliquer les circonstances qui ont conduit à la survenue des inondations en traitant les données hydrologiques et climatiques disponibles. D'une part, nous avons rassemblé les cartes topographiques de la région d'étude pour permettre d'étudier la topographie et l'hydrographie en étudiant les bassins versants existants et leurs caractéristiques hydrologiques. D'autre part, nous avons collecté les données pluviométriques de trois stations réparties dans la région (Rmel Souk-Ain Assel-Ain Kerma) pour les années hydrologiques 2010/2011 - 2011/2012 - 2012/2013 et interpréter leur bilan hydrologique.



Figure 2. Inondation des terres dans des communes à El Tarf en 2012 (Source : Canal Algérie TV).

Les résultats obtenus montrent que le bassin versant de la Mafragh et les côtières d'El Kala et de Bouteldja forment les terrains de la région étudiée alors que les eaux superficielles s'écoulent depuis les territoires tunisiens. Le relief est assez fort à assez faible en allant vers le nord. Le réseau hydrographique est plutôt dense au sud et au sud-est de la région alors qu'il est moins dense au nord avec la formation de deux principaux oueds (Bounamoussa et El Kebir-Est) qui donnent naissance à l'oued Mafragh (l'exutoire). D'après les données des stations pluviométriques (fig. 3), la période 2011/2012 est marquée par une pluviométrie importante comparée à la période 2010/2011 et celle de 2012/2013 où les précipitations dépassent les 310mm durant le moins de février 2012. Le bilan hydrique, d'après CW. Thorntwaite, montre que les fortes précipitations enregistrées dès le mois d'octobre 2012 a permis la saturation du sol pour un RFU égal à 100mm favorisant un écoulement important en surface dès les mois de décembre et de janvier. Ces inondations sont plutôt liées aux fortes précipitations tombées à l'intérieur d'un bassin versant permettant l'apport superficiel à des quantités exceptionnelles ce qui a permis le remplissage des barrages situés à l'intérieur du bassin versant à leur maximum.

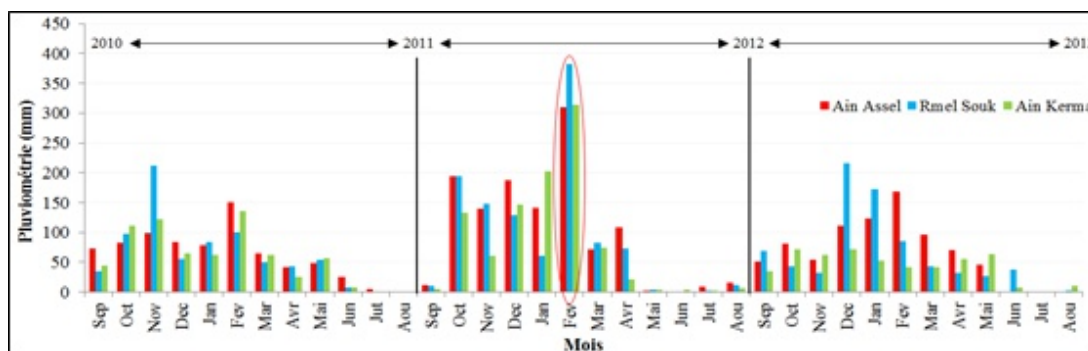


Figure 2. Quantités d'eaux de pluies tombées dans la région d'étude entre 2010 et 2013 (Source : ANRH-Constantine)

**Mots clés :** El Tarf – inondations – pluviométrie – bassin versant - Mafragh.

## Analyse Des Effets De Site Dans Les Zones De Deformations De Failles Bordieres De La Mitidja

M.Y.Tebbouche<sup>1</sup>, A.A.Meziani<sup>3</sup>, D.Machane<sup>2</sup> et R.Bensalem<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Faculté des sciences de la Terre, Géographie et Aménagement du Territoire, Université des Sciences et de la Technologie Houari Boumediene,

<sup>2</sup>Centre national de recherche appliquée en génie parasismique.CGS, 01 Rue Kaddour Rahim, BP. 252, Hussein-Dey, Alger.

<sup>3</sup>Université Oran 2, laboratoire GEOREN.

Le nord de l'Algérie est sismiquement actif, ceci est dû à la présence de plusieurs failles actives et souvent leur tracé exact est méconnu. L'étude des zones de déformation de ces failles joue un rôle important dans l'évaluation de l'aléa sismique et les risques associés tels que les effets de site, ainsi que dans la détermination de la zone exacte des failles. L'approche consiste en la caractérisation géophysique et géotechnique des zones de déformation liées aux failles bordières de la Mitidja (Algérie), à travers l'étude des Effets de Site et l'analyse par la technique H/V bruit sismique afin de déterminer les Fréquences d'amplification, ainsi que par d'autres techniques géophysiques telles que la tomographie électrique. La corrélation entre ces différentes méthodes permet d'imager la structure subsurface de la zone de déformation de faille dans le but de la délimiter mais aussi d'estimer le degré de déformation selon l'amplification des formations géologiques. Les résultats déterminés à partir de ces différentes méthodes serviront à définir des couloirs de déformation et leur caractérisation dans le but de définir une méthodologie d'analyse des zones de failles.

**Mots clés :** Faille active – Zone de déformation – Effets de site – Méthode H/V – Tomographie électrique

## An approach for GIS-based statistical landslide susceptibility zonation, with a case study in Setif province

Z. Karim

*Department of Earth Sciences, Institute of Architecture and Earth Sciences, Setif 1 University, 19000, Algeria.*

The present study is focused on a comparative evaluation of Logistic Regression (LR), Frequency Ratio (FR), Information Value (IV), and Weight of Evidence (WoE) methods for landslides susceptibility assessment in Bouandas region, North of Setif (NE Algeria). Information about landslide inventory and 17 pre-defined causative factors were prepared from multiple sources. The four methods are used to derive the weighted value of causative factors along the study area. The results were validated using Receiver Operating Characteristic (ROC) and the Areas Under the Curves (AUC) obtained using the FR, LR, IV and WoE methods are 0.86, 0.84, 0.81 and 0.79, respectively. The landslide susceptibility map produced from FR model is proposed to be more useful for the study area. It could reveal the relative importance of different factors in explaining landslides, and it may assist engineers in land-use planning.

**Mots clés :** Landslide Prediction; Frequency Ratio; Logistic Regression; Information Value; Weight of Evidence.

# ***LE DOMAINE ATLASIQUE***





## The Cenomanian-Turonian of the Ksour Mountains (Saharan Atlas, Algeria): Litho- and biostratigraphy and depositional sequences

M.Adaci<sup>1</sup>, M.Benyoucef<sup>2</sup> et M.Bensalah<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Faculté des sciences de la nature et de la vie, laboratoire de recherche n° 25, université Abou-Bekr Belkaïd, Tlemcen. [m\\_adaci@yahoo.fr](mailto:m_adaci@yahoo.fr).

<sup>2</sup>Faculté des sciences de la nature et de la vie, université de Mascara, 29000 Mascara, Algérie.

The Cenomanian-Turonian deposits exposed in the Ksour Mountains, western part of the Saharan Atlas (Algeria), document marine shelf environments that had been thriving on the North African passive margin, connected northwards to the Tethys Ocean, and fringed southwards by the Saharan craton. Their lithological, palaeontological, and sedimentological characteristics have been investigated to provide new insights into the biostratigraphy, palaeo-environmental evolution and sea-level changes in this western part of the Saharan Atlas. Three formations are recognized, from base to top: 1. The El Rhelida Formation comprising two informal units: the mixed siliciclastic-carbonate unit deposited under different flow regime conditions, from shoreline to backshore environments; the limestone-claystone unit including coastal mudflat deposits prone to storm events. The early Cenomanian age of the El Rhelida Formation is supported by vertebrate assemblages. 2. The Mdaouer Formation comprising two units: the evaporitic unit dominated by claystone and evaporite alternations deposited on a flat coastal sabkha with occasional storms; the marlstone-limestone unit deposited in a peritidal-lagoonal environment. The Mdaouer Formation is of early-middle Cenomanian age. 3. The Rhoundjaïa Formation comprising three units: The lower limestone unit consisting of relatively homogeneous fossiliferous limestones; the middle marly unit composed of marlstone and bioclastic limestones; the upper limestone unit consisting of carbonates showing vertical variations in faunal content and stratonomy. The Rhoundjaïa Formation was deposited in homoclinal ramp setting. Ammonite data indicate an early late Cenomanian to early Turonian age for the studied interval. Within an overall transgressive trend, the Cenomanian-Turonian deposits of the Ksour Mountains record three third-order depositional sequences bounded each by regional discontinuities.

**Keywords:** Cenomanian-Turonian, Saharan Atlas, stratigraphy, facies analysis, depositional environments.

## Le Paléogène de la région de Ghassira (entre Batna et Biskra) : biostratigraphie, paléoenvironnement

T.Amrane, M. Tlili, et O.Mebarki

Laboratoire de géodynamique et ressources naturelles. Département de géologie. Faculté des sciences de la terre – Université Badji Mokhtar Annaba. [amrane.thiziri@yahoo.com](mailto:amrane.thiziri@yahoo.com)

La région de Ghassira occupe la partie ouest du massif de l'Aurès, administrativement elle est rattachée à la wilaya de Batna, située à 85 Km au sud-est de Batna et à 30km au nord-ouest de de la wilaya de Biskra. Le travail proposé a pour objectif d'étudier la série paléogène constituée essentiellement des formations carbonatées, et cela du point de vue biostratigraphique, d'identifier les différents paléoenvironnement sédimentaires. Une coupe a été réalisée au cœur du synclinal de Ghassira, des échantillons ont été prélevés servant à la confection des lames minces et au lavage des marnes dans le but de déterminer la microfaune. Les résultats de cette étude ont permis de reconnaître les différents paléoenvironnement qui ont caractérisés le paléogène de ce synclinal à prédominance carbonatée déposée dans des milieux marins de la plate-forme. Les différents ensembles rencontrés ont permis de reconnaître le paléocène et l'éocène.



**Figure1.** Exemple d'une lame mince de l'échantillon ATg 04 montrant les différentes espèces dans la zone d'étude.

**Mots clés :** synclinal – Ghassira – biostratigraphie – paléogène – paléoenvironnement.



## The biostratigraphy of the Late Miocene basin of Lower Chelif on the basis of Planktonic foraminiferal biozonation

M.Benzina<sup>1,2</sup>, H.Hebib<sup>3</sup>, M.Bensalah<sup>1</sup>, A.Charif<sup>2</sup>, A.M.Draoui<sup>2</sup>, A.M.Mazouzi<sup>2</sup> et K.Ziout<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> Laboratoire de Recherche n°25 « PRHPM-LECT », Université de Tlemcen, B.P. 119, 13000 Tlemcen, Algeria. [benzina.mostapha3@gmail.com](mailto:benzina.mostapha3@gmail.com)

<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> Université de Tlemcen, Laboratoire de Paléontologie, Stratigraphique et Paléoenvironnement LPSP, Université d'Oran 2, 31000, Algeria.

A biostratigraphic study based on planktonic foraminifera was carried out in the (late Neogene) Lower basin. The study involves two sections; Djebel Meni and Oued Derdoussa. According to the biozonation of Belkbir (1996). The finding unable us First; to recognize the three biozones in Oued Derdoussa that are; Biozone Neogloboquadrina acostaensis in the middle Tortonian, biozone of Neogloboquadrina dutertrei and Neogloboquadrina humerosa in the upper Tortonian, and finally the biozone of Globorotalia mediterranea in the whole Messinian stages. Thus, subsequently have the possibility to draw the boundary between the Tortonian and the Messinian stages. Whereas Djebel Meni section yielded only the last two biozones. The first two biozones corresponds to marly formation while the third one corresponds to the diatomitic marls formation. The (NDZ) non distinctive zone is marked in both sections; it corresponds to gypseous formation.

The lowermost of Oued Derdoussa section is reddish clayey marls that It contains polygenic pebbles with some altering passages of blue marls (thickness about 4m). This part is ascribed to the Serravallian (Belkbir et al., 2002).

**Key words:** Biostratigraphic, planktonic foraminifera, Neogene, biozones. Djebel Meni , Oued Derdoussa.

### References:

Belkbir. L., Bessidik, M., Ameur-Chahbeur, A., Anglada, R., 1996. *Le miocène des bassins nord occidentaux d'Algérie : biostratigraphie et eustatisme*. Elf Aquitaine éditions, pau, 16 :553-561

Belkbir. L., Bessidik, M., Mansour B., 2002. *Le miocène supérieur du bassin du Chelif : attribution biostratigraphie à partir des foraminifères planctoniques*. Mémoires des Services géologiques d'Algérie 11 : 187-194.

## Mise en évidence de l'ichnofaciès à Cruziana dans l'OxfordienKimméridgien des monts du

I.Bouchemla et M.Bendella

Faculté des Sciences de la Terre et de l'Univers, Université d'Oran2 Mohamed Ben Ahmed. Laboratoire de Géodynamique des Bassins et Bilan

Le Malm, dans les Monts du Nador est caractérisé par le développement de la formation des "Argiles de Faïdja". Ils correspondent à un domaine mixte appelé communément, le domaine pré-atlasique (Guiraud, 1973 ; Elmi, 1978, 1984) ou atlasico-tlemcenien (Ouared, 1987). Cette formation d'âge Oxfordien supérieur-Kimméridgien moyen est représentée par un événement détritique majeur sous forme d'une alternance silico-clastique étalée dans l'espace. Cette formation fait l'objet de ce présent travail, basé essentiellement et pour la première fois sur une étude ichnologique. Pendant ce laps de temps, les monts du Nador sont le siège d'une accumulation détritique perturbée en intermittence par trois épisodes carbonatés. La formation des "Argiles de Faïdja" est faite de l'empilement de trois ensembles différents et qui sont : Un ensemble argilo-gréseux basal, formé essentiellement par une alternance serrée d'argiles et des grès. De point de vue ichnologique, plusieurs ichnogenres ont été mis en évidence : Aulichnites ; Cardioichnus ; Cylindrichnus ; Helminthopsis abeli ; cf. Hormosiroide ; Lockeia ; Neonereites biserialis ; Neonerites uniserialis ; Nereites isp ; ?Nereites ; Nereites missouriensis ; Ophiomorpha ; Planolites ; cf. Protovirgularia isp ; Protovirgularia cf dichotoma ; Scalarituba ; Scolicia vertebralis ; Strobilorphaphe pusilla ; Thalassinoides ; Treptichnus et Urhohemithoida. L'assemblage de ces ichnogenres illustre l'ichnofaciès à Cruziana dans sa partie la plus distale. Un ensemble argilo-marno-calcaires médian, différent de l'ensemble précédant par l'apparition brutal des carbonates dans un milieu relativement calme. L'étude ichnologique de cet ensemble révèle un une ichnodiversité relativement faible. Elle est dominée surtout par des terriers branchus tel que : Thalassinoides ; Spongiliomorpha (terrier significatif témoignant la présence d'un substrat ferme, firmgroiund) ; Cylindrichnus. Enfin il faut signaler la présence d'un substrat dur (Hardground) marqué par la présence des perforations de l'ichnogenre Entobia. Un ensemble argilo-gréseux sommital, illustre le retour de la sédimentation silico-clastique, formé majoritairement d'une alternance dilatée d'argiles et de grès. L'inventaire des traces fossiles révèle une certaine ichnodiversité : Chondrites ; Mammillichnus ; Ophiomorpha ; O. rudis ; O. nodosa ; Palaeophycus ; P. striatus ; P. tubularis ; P. heberti ; Planolites ; Protovirgularia ; Thalassinoides. Cet assemblage reflète l'ichnofaciès à Cruziana dans sa partie la plus proximale. L'étude ichnologique de la

formation " des Argiles de Faidja " a révélé une sédimentation mise en place dans une plate-forme ouverte qui s'étale de l'offshore inférieur au shoreface supérieur avec une évolution bathydécroissante dans un régime régressif, correspondant à l'ichnofaciès à Cruziana. Cette architecture de dépôt coïncide avec la cicatrization totale du sillon pré-atlasique après une longue période de comblement.

**Mots clés :** Cruziana - Oxfordien-Kimméridgien - les monts du Nador - domaine pré-atlasique - traces fossiles.

## Synthèse des travaux, réalisés en Algérie, sur le Coniacien à partir des Ammonites

W-S.Bourouiba

*Département des Sciences de la Terre, FSTGAT-USTHB, BP. 32 El Alia Bab Ezzouar, Alger*

Dans les travaux récents traitant de stratigraphie basée sur les ammonites, le Coniacien est subdivisé en trois sous-étage : Un Coniacien inférieur à *Forresteria petrocoriensis* et *Peroniceras tridorsatum*, un Coniacien moyen à *Gauthiericeras margae* et un Coniacien supérieur à *Paratexanites serratomarginatus*.

En Algérie, si les sous-étages inférieur et moyen ont pu être précisés, il n'en est pas de même pour le supérieur. L'étude des faunes présentes, dans les alternances de cet étage, n'a pas permis de le définir le Coniacien supérieur.

Dans les travaux remontant au début du siècle dernier, les auteurs ont défini le Coniacien supérieur au toit des niveaux renfermant les *Tissotiidae*, formes marquant le Coniacien moyen, par analogie à ce qui se faisait en France.

Les coupes que nous avons levées dans le Coniacien, que ce soit dans le cadre de notre mémoire de doctorat ; dans les régions de Djelfa (Chebibita), de Bousaada (Khenguet Grouz), d'El Kantara (les Tamarins) et enfin Khenchela (Kelaat et Trab) ou bien dans le cadre de mémoires de fin d'études; dans la région de Bousaada et de Maadid, ont livré une faune ammonitique assez abondante et diversifiée montrant cependant des espèces typiquement thétysiennes.

A Chebibita, seules les *Tissotiidae* ont été récoltées, il en est de même pour Khenguet Grouz et la région de Maadid.

Aux Tamarins et à Kelaat et Trab, nous avons trouvé *Heterotissotia neoceratites* du Coniacien inférieur, différents représentants des *Tissotiidae* ainsi que des *Gauthiericeras margae* et des *Gauthiericeras roquei* marqueurs du Coniacien moyen.

Aucune des coupes levées n'a montré de formes du Coniacien supérieur. Pour pallier à cela, une étude de la microfaune a été réalisée dans la région de Maadid. Cette dernière montre la présence de foraminifères benthiques (seulement) et d'ostracodes. L'absence de foraminifères planctoniques indique une zone peu profonde proche de la zone infratidale. La bathymétrie pourrait expliquer l'absence des ammonites.

L'absence de faune ammonitique et de foraminifères planctoniques marquant le Coniacien supérieur est probablement due à des conditions environnementales particulières à la marge algérienne voire africaine. Pour la datation et la mise en évidence du Coniacien supérieur, il faudrait faire appel à la géochimie.

**Mots clés :** Coniacien – biostratigraphie – ammonites

### Références

Abdallah, H. et al. 1995. Le Crétacé de la chaîne nord des chotts (Tunisie du centre-sud) : bio-stratigraphie et comparaison avec les régions voisines. *Cretaceous research* 18, 487-538

Bouhafs A. et Dahel I., 2017- Le Coniacien moyen de la région de Mechta Maaza (NO de M'Sila, Algérie) : Lithostratigraphie, biostratigraphie, sédimentologie et systématique des ammonites.

Laffitte, R.1939. Etude géologique de l'Aurès. *Bulletin du Service de la Carte Géologique de l'Algérie*, sér. 2, n° :15, pp.175.

Löser, H.2000. *Hermatypische Korallen der Unterkreide und Oberkreide (Beriasian-cenoman) im europäischen Tethyraum und Boreal verbreitung in raum und Zeit, Diversitätsentwicklung un Evolution. Ph. D. Thesis Erlangen. Stratigraphical Framework*

Luger, P et Gröschke, M. 1989. Late cretaceous ammonites from the Wadi Qena area in the Egyptian Eastern desert. *Paleontology*, Vol.32, part.2, pp.305-407, pls.38-49.

Redjimi-Bourouiba, W.S. 2002. Etude paléontologique des ammonites du Crétacé supérieur de l'Algérie. *Systématique, Biostratigraphie et Paléobiogéographie. Thèse Magistère, USTHB, 178 pp., 33figs. et 12 pls.*

Wiese (Kiel), F.1997. *Das Turon and unter- coniac in Nordkantabrischen Becken (Provinz Kantabrien, Nordspanien) : Faziesentwicklung, Bioevent- und sequenzstratigraphie. Berliner geowiss. Abh., (E)24, I-VIII, 131S., 19 Taf., p.70.*

## Etude lithostratigraphique et analyse séquentiel des formations d'âge Albien au Turonien inférieur dans l'atlas saharien centrale El-Bayadh, Algérie.

F-Z.Bousmaha

Faculté des Sciences de la Terre et de l'univers, Dpt Sciences de la Terre, Université d'Oran. E-mail : [bousmaha.zahra97@hotmail.com](mailto:bousmaha.zahra97@hotmail.com)

L'Atlas saharien central (Monts du Djebel Amour) forme une zone d'articulation à sédimentation mixte argilo-gréseuse et carbonatée au crétacé.

Dans l'atlas saharien central, les formations continentales succédant aux dernières formations marines du crétacé inférieur sont organisées en quatre grands ensembles lithostratigraphiques :

- La Formation grés-argileuse de Tiout d'âge Albien.
- La Formation marno-dolomitique d'El Rhelida d'âge Vranconien.
- La formation marno-gypsifère d'El M'douar d'âge cénomanien inférieur.
- La Formation calcaire-dolomitique de Khoundjaia d'âge cénomanien supérieur-Turonien inférieur.

L'étude sédimentologique de ces quatre formations nous permet d'identifier que la formation de Tiout correspond des dépôts de plaine deltaïque à dominante fluviale durant l'Albien, suivis par une plateforme carbonatée pour la formation de Rhelida. Pendant le cénomanien inférieur nous assistons à la mise en place d'une sédimentation évaporitique.

A partir du cénomanien supérieur une transgression marine est bien marquée dans tout l'atlas saharien

L'analyse séquentielle permet de distinguer quatre séquences moyennes (ou méso-séquences) transgressives-régressives ont été individualisées :

- Méso-séquence SI à tendance régressive durant l'Albien qui témoigne la fin d'un cycle fluvio deltaïque.
- Méso-séquence SII durant le Vranconien témoigne une phase d'émersion.
- Méso-séquence SIII de cénomanien inférieur a tendance régressive.
- Méso-séquence SIV de cénomanien supérieur-Turonien inférieur indiquant un changement brutal de faciès et d'environnements sédimentaires (transgression Céno-manien-Turonien).

Ces méso-séquences ont été regroupées dans une seule méga-séquence transgressive.

**Mots clés :** Atlas saharien, Djebel Amour, méso-séquences

## Cartographie 3D de l'accident sud atlasique dans la région de Biskra : Apport de l'imagerie satellitale et des données géophysique aéroportées

R.Boutouba<sup>1</sup>, H.Boubekri<sup>1</sup>, A.Bendaoud<sup>2</sup>, D.Machane<sup>3</sup> et M.Hamoudi<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Laboratoire de Géophysique. (FSTGAT)/USTHB, Algérie

<sup>2</sup>Laboratoire de Géodynamique Géologie de l'Ingénieur et Planétologie. (FSTGAT)/USTHB, Algérie

<sup>3</sup>CGS: Centre National de Recherche Appliquée en Génie ParaSismique

La région de Biskra représente une transition structurale entre les domaines atlasiques montagneux plissés du Nord et les étendues plates désertiques du Sahara septentrional au Sud. Entre ces deux domaines distincts, on trouve un ensemble de flexures, de plis-failles et de failles, d'orientation Est-Ouest, appelé "accident sud atlasique". Cet accident, s'est développé lors de la phase paroxysmale pliocène et post-pliocène de la surrection de l'Aurès. Cette phase est également responsable de toutes les déformations du continental néogène (Mio-Pliocène).

La région de Biskra est localisée dans un synclinal affecté d'un ensemble de plis et de failles ainsi qu'une succession de petits synclinaux et anticlinaux. Dans le détail, il s'agit d'une ligne brisée dont les tronçons successifs de celle-ci se répartissent en trois familles principales de cassures, de directions NE – SW, E – W et NW – SE.

Ce travail consiste à faire une étude basée sur l'imagerie satellitale et les données aéroportées de géophysique pour d'une part faire une cartographie 3D de la géologie de la région et d'autre part apporter des contraintes sur son évolution structurale au cours de l'orogénèse alpine et détecter le rôle de la réactivation des structures panafricaines et éventuellement hercyniennes dans sa structuration.

**Mots clés :** Biskra- Accident sud atlasique- cartographie 3D- imagerie satellitale.

### Référence :

BRACÈNE, R. 2002. *Géodynamique du Nord de l'Algérie : impact sur l'exploration pétrolière*, Thèse doctorat, univ. Cergy-Pontoise, France.

CHEBBAH M. (2007). *Lithostratigraphie, Sédimentologie et Modèles de Bassins des dépôts néogènes de la région de Biskra, de part et d'autre de l'Accident Sud Atlasique*. Zibans, Algérie. Thèse Doct. d'état, (option : géologie). Univ.Mentouri - Constantine.

## Contribution de la biostratigraphie et la fluorescence X dans la détermination de la limite Crétacé-Tertiaire KT, Nord-est Algérien

S.Chellat<sup>1</sup>, R.Chahdane<sup>2</sup>, A.Mehmel<sup>3</sup>, A.Bourefis<sup>1</sup>, M.C.Chabou<sup>4</sup> et B.Kebabi<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Laboratoire de géologie de l'environnement. Université Constantine 1. [smaine.chellat@gmail.com](mailto:smaine.chellat@gmail.com)

<sup>2</sup> Centre Nucléaire de Draria, Alger, Algérie.

<sup>3</sup> Laboratoire HTDS Algérie - Hi-Tech Detection Systems, Sarl, Ben Aknoun, Algérie.

<sup>4</sup> Institut d'Architecture et des Sciences de la Terre, Université Ferhat Abbas, Sétif, Algérie.

<sup>5</sup> Laboratoire Pollution et Traitement des Eaux, Département de Chimie, Université Constantine 1

La limite crétacée-tertiaire étudiée à Tébessa, présente un intérêt important à la reconnaissance des principaux événements conduisant à la réduction ou disparition des groupes marins planctoniques. Plusieurs campagnes de prélèvements ont été l'objet d'une analyse micropaléontologique et géochimique tel la fluorescence X. Les principales espèces marqueur de la limite KT sont les pseudogumbelina palpepra ; Pulmmerita hatkinioides et l'apparition de l'espèce Parvularugoglobigerina longiapertura et Parvularugoglobigerina eugubina. La fluorescence X a montré des valeurs de l'Iridium Ir de 0.001 % dans les échantillons proche de la limite KT et des valeurs nuls dans les autres échantillons. Ces différents paramètres révèlent une indication sur une crise biologique causée par un agent interne (volcanisme) ou extra-terrestre (astéroïde), le sujet qui reste à confirmer par une datation absolue et des analyses radiométriques.

**Mots clés :** Tébessa, Évènement, Limite KT, Iridium, Radiométrie.

## Approche géologique, Intérêt scientifique, Archéologique et touristique du Canyon de l'Oued Rhumel, Constantine, Nord-est Algérien.

S.Chellat<sup>1</sup>, W.Chettah<sup>1</sup>, A.Bourefis<sup>1</sup>, S.Benghersallah<sup>1</sup> et D-M.Diabaoui<sup>1</sup>

Laboratoire de géologie de l'environnement. Université Constantine 1, Route Ain El Bey Zouaghi Slimane Constantine 25 000.

Email: [smaine.chellat@gmail.com](mailto:smaine.chellat@gmail.com)

Les Gorges de Oued Rhumel (canyon) creusés dans les roches carbonatées du mole néritique constantinois d'âges Crétacés à tertiaire ; donne un aspect panoramique à la ville ancienne (El kasba) d'un côté et les strates sédimentaires d'un autre côté, cette merveille naturelle présente un patrimoine national, la gorge est un passage étroit qui relie le sud et le nord de la ville, il représente le canal d'eau qui passe par les ruines romaines, grottes naturelles. Des prélèvements ont été faits sur le côté aval nord du canal (sorti), après un tamisage ses sédiments contiennent les traces des différentes civilisations qui ont survécu dans la région. Ce qui mène à renforcer les recherches géologiques, archéologiques pour mieux valoriser ce site remarquable.

**Mots clés :** Gorges, Canal, Rhumel, Civilisation, Néritique.

## Ichnologic and Paleoenvironment of the Berriasian-Valanginian Ouarsenis Range (Northwest Algeria).

A.Cherif<sup>1</sup>, M.Benyoucef<sup>2</sup>, M.Benzina<sup>3</sup>, A.M.Draoui<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Faculté des Hydrocarbures, Energies renouvelables, Université de Kasdi-Merbah, Ouargla [acherif11@gmail.com](mailto:acherif11@gmail.com)

<sup>2</sup> Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, Université de Mascara, 29000, Mascara, Algérie.

<sup>3</sup> Faculté des Hydrocarbures, Energies renouvelables, Sciences de la Terre et de l'Univers, Université de Kasdi-Merbah, Ouargla, 30000, Algérie.

<sup>4</sup> Faculté des Hydrocarbures, Energies renouvelables, Sciences de la Terre et de l'Univers, Université de Kasdi-Merbah, Ouargla, 30000, Algérie.

The study area is situated in Aïn El Hadjela, belonging to the eastern Ouarsenis Mountain (northwestern Algeria, western), in Tissemsilet province (Wilaya). The present paper purposes aiming at finding the depositional setting of the Berriasian-Valanginian interval of the Ouarsenis massive, neighboring parts to the Southern Tethyan margin. This approach is being done on the base of ichnologic data and facies analysis. This study comprises the description and interpretation of the Berriasian-Valanginian marl-limestone in Aïn El Hadjela locality.

In this present study, the following trace fossils have been identified: Chondrites intricatus (Brongniart, 1823), Planolites (Nicholson, 1873), Rhizocorallium (Zenker, 1836), Thalassinoides (Ehrenberg, 1944) and Zoophycos brianteus (Massalongo, 1855). This low diversity trace fossils assemblage is characteristic of the Zoophycos ichnofacies (Seilacher, 1967), and demonstrates stressed quiet-water deep sea (distal platform-basin). Zoophycos and Chondrites are produced by non-vigile organisms from oxygen-restricted environments (McIlroy, 2004).

**Keyword:** Ain El Hadjela; Berriasian-Valanginian; Ouarsenis; Zoophycos Ichnofacies.

## Stratigraphie intégrée des dépôts Paléogènes à Henchir Souar (Tunisie centro-septentrionale) : Enregistrement tectono-eustatique et conséquences paléogéographique

A.Chermity<sup>1</sup>, Y.Moumni<sup>2</sup>, M.H.Msaddek<sup>2</sup>, A.Amri<sup>1</sup> et M.Ben Youssef<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Laboratoire de Géoressources, Centre des Recherches et des Technologies des Eaux

<sup>2</sup> Département de Géologie, Faculté des Sciences de Tunis

Une étude multidisciplinaire basée sur la sédimentologie, la biostratigraphie et la minéralogie a été appliquée à l'étude des dépôts du Paléogène de la coupe de Henchir Souar, en Tunisie centro-Septentrionale, afin de reconstituer le paléo-environnement et de déterminer les principaux facteurs contrôlant la sédimentation et la mise en place des différents faciès dans l'espace et dans le temps.

L'étude litho-biostratigraphique d'une centaine des échantillons récoltés dans différents niveaux nous a permis de mettre en évidence six unités lithologique encadrés par des surfaces de valeurs inégale. L'étude micropaléontologique de la coupe de Henchir Souar a permis d'identifier une abondance de foraminifères planctoniques qui ont conduit à dater les différentes unités. La première unité est caractérisée par la présence de Globotruncana mayaroensis (BOLLI), Globotruncanita stuartiformis (DALBIEZ) et Gansserina gansseri (BOLLI) qui indique le dernier biozone du Maastrichtien. La deuxième unité est représentée par un niveau carbonaté riche en foraminifères planctoniques la fréquence de Morozovella velascoensis (CUSHMAN), Morozovella angulata (WHITE) qui indique le biozone E1 du Thanetien supérieur, associées à Globotruncana arca (CUSHMAN) et Abathomphalus mayaroensis (BOLLI) qui indique le dernier biozone du Maastrichtien (Bergreen et Pearson 2005). Ce banc présente un niveau de remaniement avec lacune du Danien et Sélandien. Plus haut, la troisième unité est caractérisée par une série carbonatée dont l'analyse de microfacies a relevé la présence de Morozovella aragonensis (NUTTALL), Planorotalites marginodentata (SUBBOTINA) et Morozovella aequa (CUSHMAN & RENZ) qui indique le biozone E3 (Biozone à M. marginodentata). Le sommet de cette unité est représentée par Morozovella formosa (BOLLI) et Morozovella aragonensis (NUTTALL) qui indique le biozone E 4. Ceci a permis d'attribuer l'Yprésien à cette unité. Alors que la quatrième unité est représentée par l'abondance de foraminifères planctoniques dont Morozovella aragonensis (NUTTALL), M. marginodentata (SUBBOTINA), Parasubbotina griffinae (BLOW), Parasubbotina inaequispira (SUBBOTINA), qui indique les biozones E5 à E10 du Lutétien (Bergreen et Pearson 2005). Le sommet de cette unité est marqué par la présence de Morozovelloides lehneri (CUSHMAN & JARVIS), Acarinina rohri (BRONNIMANN & BERMUDEZ), Parasubbotina griffinae (BLOW), Truncorotaloides libyaensis (ELKHOUDARY), Globigerinatheka subconglobata (SHUTSKAYA), Globigerinatheka mexicana mexicana (CUSHMAN) qui caractérisent les biozones E 9 – E10 indiquant le Bartonien basal. (Bergreen et Pearson 2005). Concernant la cinquième unité, elle est caractérisée par l'abondance de foraminifères benthiques. Parmi les foraminifères planctoniques récoltées, Globigerinatheka subconglobata (SHUTSKAYA), Morozovelloides lehneri (CUSHMAN & JARVIS), Acarinina topilensis (CUSHMAN), Turborotalia cerroazulensis (COLE) qui indique le biozone E14 d'âge Bartonien supérieur (Bergreen et Pearson 2005).

La coupe se termine par une sixième unité qui est caractérisée par la présence de rares foraminifères planctoniques dont Globotruncana arca (CUSHMAN) et Subbotina triloculinoïdes (PLUMMER), indiquent ainsi la présence de remaniement du Crétacé.

L'analyse minéralogique, effectuée par la diffraction des rayons X sur la roche totale, a montré une variation de la composition minéralogique. Les dépôts de la formation El Haria sont caractérisés par des proportions importantes en calcite et phyllosilicates. L'analyse minéralogique du banc carbonaté qui marque le passage Crétacé-Paléocène a montré l'abondance de calcite associée au quartz. Ce qui indique que le passage est associé à une lacune stratigraphique. La composition minéralogique des dépôts de l'Yprésien est représentée par un taux de calcite très élevée. La formation Souar est caractérisée par des proportions variables en calcite et phyllosilicates et en quartz, bien que ce dernier d'abord en proportions faibles, augmente ensuite dans les dépôts d'âge Oligocène.

**Mots clés:** Paléogène-micropaléontologie-minéralogie- remaniement-géodynamique



## Références :

Pearson, P.N., Olsson, R.K., Huber, B.T., Hemleben, C., Berggren, W.A. (EDS.), 2006. Atlas of Eocene planktonic foraminifera. Cushman Foundation for Foraminiferal Research, Special Publication 51, 1-513

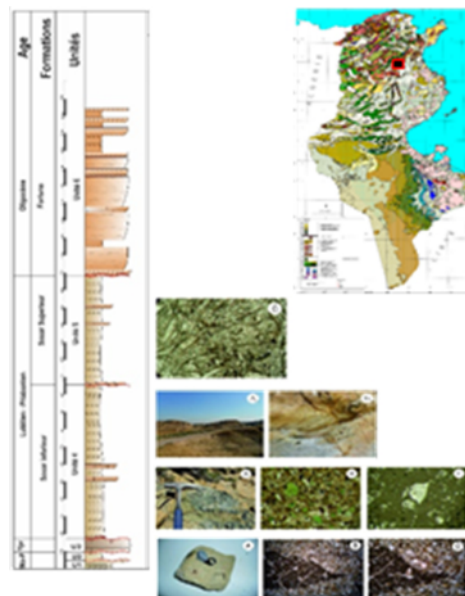


Figure : colonne synthétique de différentes unités

## Cartographie et étude structurale de l'Accident Sud Atlasique dans la région de Beni Ounif. (Extrémité SW de l'Atlas Saharien Occidental, Algérie).

R.Djeddi<sup>1</sup> et A.Bettahar<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Laboratoire de Géodynamique des Bassins Sédimentaires et des Orogènes, Faculté des Sciences de Terre, la Géographie et Aménagement du Territoire. Université Sciences de la Technologie Houari Boumediene. Algérie. [djeddirabah@gmail.com](mailto:djeddirabah@gmail.com), [bettaharabd@yahoo.fr](mailto:bettaharabd@yahoo.fr).

La cartographie détaillée et l'étude structurale de l'Accident Sud Atlasique dans la région de Djebel Kerdacha (Béni Ounif) ont permis de définir sa géométrie et sa cinématique.

Cet Accident est orienté NE-SW et fortement incliné vers le NW. Les éléments Structuraux observés sur le terrain, mettent en évidence deux jeux distincts :

-Le premier correspond à un décrochement dextre.

-Le second représente un mouvement inverse permettant le chevauchement de l'Atlas Saharien sur la Plate-Forme Saharienne, et mettant les formations du Jurassiques moyen à supérieur en contact avec le Cenomano-Turonien.

Les jeux définis marquent les phases de déformations suivantes :

-La phase atlasique d'âge Eocène moyen, caractérisée par un régime transpressif et une contrainte maximale orientée EW.

-La phase alpine d'âge Miocène moyen, caractérisée par un régime compressif et une contrainte maximale orientée NW-SE.

**Mots-Clés :** Atlas Saharien Occidental – Accident Sud Atlasique – phase alpine – phase atlasique – Beni Ounif.

## Références

Bettahar A. 2009: les accidents majeurs de l'Atlas Saharien Central et les Structure Associées. Thèse Doc Es Science USTHB

Cheriqui A. 2002 : Les monts des Ksour. Atlas Saharien occidental. Structure et tectonique. Thèse Mag. USTHB.

Galmier D. 1970 : Photogéologie de la région d'Ain Sefra (Algérie). Thèse Sci. Paris, 9 cartes h.t.

## Ouverture en méga-fentes de transpression dans l'Atlas Tunisien Central; exemple Fossé d'effondrement de Kalaat Kahaba

I.Ezzine<sup>1</sup>, R.Dhahri<sup>1</sup>, Y.Jazzar<sup>1</sup> et M.Ghanmi<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Laboratoire Géosciences, Ressources Minérales, Énergétiques et Environnement (L.G.R.M.E.E.), Faculté des Sciences de Tunis, Université Tunis-El Manar, Campus Universitaire, 1060, Tunis, Tunisie*

Une étude géométrique, effectuée sur la structure du Dj. Bou El Hanèche dans l'Atlas Tunisien central, révèle la présence d'un pli – faille type pli de rampe. Il s'agit d'un pli de propagation de rampe de direction ENE-WSW associés à un accident de direction NW-SE bordant le fossé d'effondrement de Kalâat Khasba.

La compression atlasique de direction NW-SE a permis la genèse de ce pli avec le début de l'ouverture de fossé d'effondrement de Kalâat Khasba qui lui est associé. Cette ouverture est similaire à l'ouverture des fentes géantes ou méga-fente de transpression; lorsque la partie centrale s'ouvre, les extrémités se raccourcissent. Il s'agit donc d'une déformation de la couverture sédimentaire par glissement qui s'écarte du cisaillement simple en raison d'une composante simultanée du raccourcissement perpendiculaire au plan de la faille. Ce mouvement aboutit à un cisaillement oblique. Ce dernier se traduit par un jeu dextre de la faille NW-SE bordière du fossé d'effondrement de Kalaat Khasba jouant le rôle d'une rampe latérale.

La compression post villafranchienne de direction NNW-SSE, a permis (1) l'accentuation de l'altitude de ce pli avec la migration de la rampe. Cette propagation est facilitée par un niveau de décollement situé dans les séries triasiques (2) La continuité de l'ouverture du fossé d'effondrements de Kalâat Khasba.

**Mots clés :** Atlas central, étude géométrique, pli de propagation de rampe, fente géante, fossé d'effondrement, transpression, rampe latérale.

## La mobilisation des formations triasiques dans l'Atlas saharien oriental. Exemple : Le diapir de Mesloul-Mkririga.

E.H. Fettous<sup>1</sup> et Y. Mahdjoub<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *FSTGAT-USTHB, BP.32 El-Alia Bab Ezzouar 16111, Alger, Algérie.*

Le diapir de Mesloul-Mkririga affleure dans les Monts de Mellègue, appartenant à l'Atlas saharien oriental, qui est l'avant pays des Maghrébides.

Le diapir de Mesloul-Mkririga occupe le cœur d'un anticlinal, impliquant des formations crétacées, orienté NE-SW et associé à des failles décrochantes dextres de direction ENE-WSW et senestres de direction NNW-SSE. Ces différentes structures sont le résultat d'une déformation transpressive de direction Est-Ouest, dextre et d'âge controversé, tortonien (Rouvier, 1977 ; Vila, 1980) et priabonien (Kazi-Tani, 1986).

Le croisement de la géologie de surface et des données de sismique réflexion montre en affleurement une structure elliptique allongée parallèlement au plissement régional, et bordée par des flancs redressés à renversés. En profondeur, la largeur de la structure évolue latéralement mais se rétrécit systématiquement attestant ainsi de son débordement en surface.

Les travaux expérimentaux montrent que les mouvements halocinétiques ne sont pas déclenchés par des surcharges sédimentaires entraînant des inversions de densités mais plutôt par des mouvements extensifs et que le fluage des évaporites est guidé par des failles.

Les formations triasiques de Mesloul-Mkririga auraient entamé leur ascension avant le Barrémien à la faveur du jeu normal de la faille régionale Mesloul-LeKef, de direction NE-SW. Cette ascension crétacée a engendré latéralement des gouttières de compensation subsidentes, Oued Melah au Nord-ouest et Assechioum au Sud-est, enregistrant un fort taux de sédimentation. Ces gouttières bordent un dôme ayant pris naissance à l'aplomb de la zone de faille et marqué par des dépôts de type plate-forme et accompagnés d'importantes réductions d'épaisseurs.

Les failles normales scellées par les terrains albo-aptiens et cénomano-turonien témoignent d'une activité tectonique extensive crétacée ayant accompagné les mouvements halocinétiques qui auraient atteint une phase de percement avant l'Aptien comme le suggèrent les croupes de calcaires aptiens (Boudjabeur et Kef Rekhma) reposant directement sur le Trias.

Tous ces phénomènes prédisent une histoire polyphasée et complexe comprenant une mobilisation et une ascension des formations triasiques au moins au début du Crétacé. Cette ascension a été accentuée par les serrages post-crétacés donnant la morphologie actuelle en diapir de type champignon à lames débordantes.

**Mots clés :** Trias, Diapir, Halocinèse, Barrémien, Atlas Saharien

### Références bibliographiques

Rouvier, H. (1977). *Géologie de l'Extrême Nord tunisien : tectoniques et paléogéographies superposées à l'extrémité de la chaîne nord-maghrébine*. Ann. Mines Géol., n 29, 427p., Ed. Serv. Géol. Tunisie, Tunis, 1985.

Vila, J.M. (1980). *La chaîne alpine d'Algérie orientale et des confins algéro-tunisiens*. Thèse Sci. Univ. Paris VI.

Kazi-Tani, N. (1986). *Evolution géodynamique de la bordure Nord africaine. Le domaine Intraplaque Algérien, Approche Mégaséquentielle*. Doct. es-Sciences.

---

## Salt tectonics in the Tunisian Central-Southern: from Halokinesis to Halotectonics

M-A.Ghanmi et M.Ghanmi

University of Tunis El Manar , Faculty of Sciences – Tunis

In the North African Atlas, Triassic sedimentary rocks crop out along thousands of kilometers from Morocco Westward to Tunisia Eastward. In the Tunisian Atlas. These Triassic evaporitic series exhibit complex structures and various geometries from North to South. This study aims to better analyze and understand halokinetic structures along Tunisian Central-Southern Atlas in the Maknassy-Mezzouna region. Thus, we tend to present an integrated study of Triassic movements of the Maknassy-Mezzouna fold-and-thrust belt using geologic and geophysical data. Both field mapping and seismic data indicate a complex evolution of these Triassic salt rocks reflecting contribution of extensional/transtensional and compressional/transpressional tectonic regime and sedimentary loading. This evolution presumed along three major pulsations of either lateral or vertical migration of Triassic salt rocks. The first one Lower Jurassic in age is tectonic-driven and is tied to extensional/transtensional tectonic regime related to break-up of Pangea and rifting of Neotethyan Ocean. The second remobilization of salt Triassic rock presumed during Cretaceous. The precursor of salt Triassic lateral and vertical movement is the sedimentary loading with a little contribution of tectonic forces. During its third stage of evolution salt Triassic rocks evolve into salt sheets thanks to shortening occurring during Tertiary and Quaternary and that results in the closure of the Neotethyan realm.

**Keywords:** salt tectonics, Central-Southern Atlas, Halokinesis, Halotectonics, tectonic, sedimentary loading.

---

## La gravimétrie des bassins transfrontaliers cas de bassin Tébessa –Kasserine (Algérie-Tunisie)

A.Hamad, R.Hadji, F.Baali, R.Legrioui, I.Abdeslam et Y.Hamed

La méthode gravimétrique dans les bassins transfrontaliers facilite d'atteindre l'objectif de reconnaissance des structures profondes dans la zone d'étude dont les roches carbonatées fracturées sont des bons réservoirs hydriques pour les grandes villes de Tébessa - Kasserine. L'analyse qualitative et quantitative des données gravimétriques a permis de mettre en évidence l'architecture structurale en sub-surface des structures géologiques à différentes profondeurs dont les principaux résultats sont : -La carte d'anomalie régionale reflète l'effet des structures profondes. la carte comprend deux anomalies de direction presque N105, une anomalie négative au Sud de la région d'étude est de -19,58 mGal, dont les valeurs varient de -26,62 à -46,2 mGal et une anomalie positive au Nord est de -5,01 mGal, dont les valeurs varient de -46,2 à -51,21 mGal.-la carte MGH et celle des maxima locaux du gradient horizontal calculés à différentes altitudes du prolongement vers le haut nous ont permis de définir les contacts majeurs affectant principalement les aquifères calcaires de Crétacé supérieur et de l'Eocène inférieur et les dépôts Mio-Pliocène-Quaternaires;- la carte de déconvolution eulérienne représente les résultats de la répartition des accidents en fonction de la profondeur, ces accidents dépassent les 2500 m de profondeur et qui affectent les réservoirs carbonatés du Crétacé supérieur aux flancs des anticlinaux (Dj. Douleb, Dj Semmama, Dj. Hamra, Dj. Assilats, Dj. Bou Djellal, Dj. Doukkane, Dj. Troubia...) et les synclinaux (Dj Dyr, Dj. Gouraye, ...). Ces accidents de direction NW-SE sont de plus en plus profonds dans limites des fossés d'effondrement où les failles sont subverticales et qui sont associés avec les affleurements triasiques de Foussana, Bekkaria, Youkous et Boulhaf Dj. Ezitouna

**Mots clé :** gravimétrie. bassin transfrontalier .

## Le Quaternaire de la région de Bou Saada (Atlas saharien central - Monts des Ouled Nail); sédimentologie et interprétation géodynamique

R.Hamdidouche<sup>1</sup>, A.Amanzougarene<sup>1</sup> et A.Arhab<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Laboratoire de géodynamique des Bassins Sédimentaires et des Orogènes. (LGBSO - FSTGAT - USTHB). BP, 32, El Aalia, 16111 Bab Ezzouar Alger.  
hamdidoucherachid@gmail.com*

Le travail que nous proposons est relatif aux dépôts récents dans la région de Bou Saada. Il concerne à la fois la zone pré-atlasique et l'Atlas saharien lui-même.

De nombreuses coupes sont, en effet, levées dans la région d'Eddis et une coupe au pied de l'Atlas dans la région de Menkeb Sidi Brahim.

Très souvent considéré comme des dépôts superficiels, sans intérêt géologique, les dépôts de piémonts des Djebel Arrar, Kef el Bizane et Kef el Aakaf, montrent une organisation séquentielle rythmée en dessinant des séquences de glacis complexes.

L'interprétation de ces séquences met en évidence des influences multiples; tant topographiques, tectoniques que climatiques.

Les facteurs topographiques et tectoniques se matérialisent par une répartition granulométrique décroissante en relation avec un hydrodynamisme déclinant et une organisation en trois séquences majeures.

Le facteur climatique marque son empreinte par des croûtes calcaires pédogénétiques marquant les fins de séquences et un hydrodynamisme assez fort fourni par des précipitations qui ont été certainement fortes à cette époque.

**Mots clés:** Bou Saada, Quaternaire, topographie, pédogenèse, climat

## La caractérisation spectrale de l'activité éolienne sur des sables dans la région de Zahrez, Djelfa, Algérie.

M.Hassani<sup>1</sup>, M.Sánchez Marañón<sup>2</sup>, D.Saadoud<sup>3</sup>, M.C.Chabou<sup>1</sup> et F.J.Martin Peinado<sup>2</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> *Department of Soil Science, Faculty of Sciences, University of Granada, Granada, Spain.*

<sup>3</sup> *Université des sciences et de la technologie Houari Boumediene.*

Cette étude vise à appliquer des techniques de télédétection multispectrales sur des images de Sentinel-2A (S2A) et de Landsat-8 OLI afin de cartographier les types et le degré de rougeur des sables du cordon dunaire dans la région de Zahrez (Djelfa). Le résultat montre au moins trois couleurs de sable différentes qui sont le rouge, le jaune et le blanc. Les analyses physico-chimiques (spectrophotométriques, dithionite, DRX, MEB et EDX) réalisées au laboratoire, sur des échantillons de sable, ont permis de caractériser les différentes couleurs montrées par les données multi-spectrales. En effet, l'analyse spectrophotométrique a permis de caractériser la réflectance spectrale de chaque type de sable. Ce résultat montre que les sables rouges ont une teneur élevée en goéthite et une teneur moins importante en hématite. Le sable jaune présente une teneur en goéthite moins importante que celle dans le sable rouge. Le sable blanc présente une teneur en oxyde fer négligeable et une teneur en gypse élevée. En outre, l'analyse semi-quantitative, réalisée par DRX (minéralogie totale), montre que le quartz est présent en moyenne de 93.18 % dans le sable rouge, de 84.15% dans le sable jaune et de 66.92% dans le sable blanc. Alors que le gypse n'est présent que dans le sable blanc avec une moyenne de 29.55%. La mesure de la quantité de citrate/dithionite-extractable iron (Fed) par l'absorption atomique a montré une corrélation de 0.80 avec l'indice de rougeur calculé à partir des données multispectrales et une corrélation de 0.81 avec les surfaces d'absorption calculées à partir de résultat de la spectrophotométrie. Le résultat du MEB montre que les grains de quartz des trois types de sables, présentent des marques de percussion, ce qui explique le phénomène de turn-over que subit le grain de quartz par le processus éolien. Le phénomène de turn-over provoque ainsi l'abrasion des grains de quartz ce qui conduit à l'arrachement des oxydes de fer (goéthite et hématite) qui couvrent ce grain. Nonobstant, le résultat de l'EDX réalisé sur l'image de l'intensité en électron montre que les grains du sable rouge sont recouverts par de fer alors que ce dernier n'est plus présent dans les grains du sable blanc.

Les résultats ressortis durant cette étude montrent le contrôle de processus éolien sur le changement des caractéristiques spectrales des dunes de sable du cordon dunaire.

**Mots-clés:** Télédétection; oxydes de fer; le sable; couleur, réflectance spectrale.

## Origine des Variations latérales d'épaisseur et de faciès des dépôts Crétacé-Tertiaire dans la région Maknassy Mezzouna (Atlas central tunisien) : Cas du synclinal Jebbes El Meheri

Y.Jallali<sup>1</sup>, Y.Moumni<sup>2</sup>, M.Khlifi<sup>3</sup> et M.F.Zagrarni<sup>1</sup>

<sup>1</sup>U. R. Hydrosiences appliquées UR 13 ES 81, Institut Supérieur des Sciences et Techniques des Eaux de Gabes, Université Gabes, Rue Omar Ibn Khattab, 6029 Gabes, Tunisie.

<sup>2</sup>Unité de recherche de Paléogéographie, Géomatériaux et Risques Sismiques, Département de géologie, faculté des sciences de Tunis, université Tunis El Manar, 1060 Tunis, Tunisie

<sup>3</sup>Laboratoire 3E, Ecole Nationale des Ingénieurs de Sfax, Université Sfax, Tunisie.

Les différentes phases tectoniques qui ont affecté l'Afrique du Nord depuis le Crétacé supérieur au Tertiaire ont fortement déformé la série Mésocénozoïque au niveau de l'Atlas Central tunisien. L'interférence des phénomènes tectoniques et halocinétiques est à l'origine de l'individualisation du bassin Maknassy- Mezzouna. Une cartographie géologique détaillée, des coupes géologiques et une étude de la cinématique de failles ont été utilisées pour caractériser la géométrie et la géodynamique du synclinal Jebbes El Meheri, une des structures appartenant à ce bassin Maknassy Mezzouna. Ce dernier forme la terminaison méridionale au sens stricte de l'accident Nord-Sud. Il s'agit d'un synclinal perché, de forme elliptique, jalonné de part et d'autre par les émergences du Trias. L'ossature est formée par des terrains d'âge Eocène, qui se trouvent plus ou moins perturbés que ce soit par la tectonique ou pour la remontée du Trias. Bien que les affleurements du Trias jalonnent presque la totalité du synclinal, la terminaison méridionale paraît moins affectée par la tectonique et les effets du trias, quant aux deux flancs paraissent affectés à intensité différente par l'activité tectonique et halocinétique.

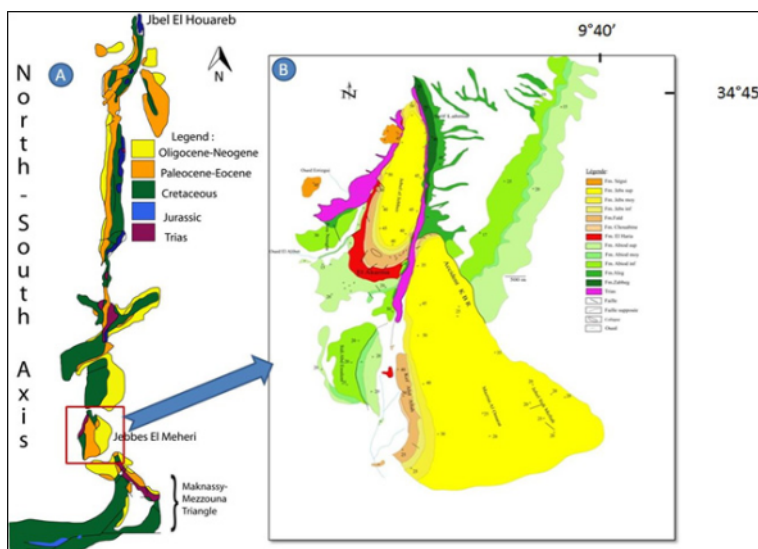


Figure 1. Localisation: A: l'Axe Nord- Sud, B: Carte géologique du secteur d'étude: Synclinal Jebbes El Meheri de l'Atlas central Tunisien.

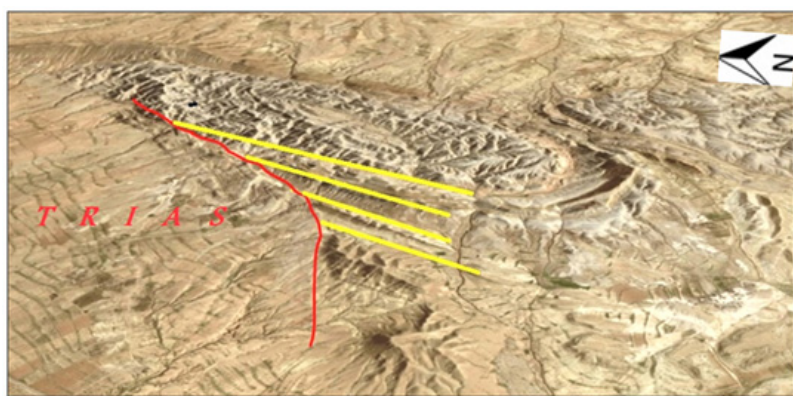


Figure 2. Vue aérienne montrant la forme elliptique et le biseautage progressif du Sud vers le Nord des différentes formations au niveau du flanc Ouest du synclinal

L'évolution géodynamique du synclinal Jebbes El Meheri montre qu'il est le résultat de la coexistence de l'activité diapirique et tectonique ayant manifestés à partir du Crétacé supérieur. L'analyse des déformations syn-sédimentaires Mésocénozoïques affectant cette structure montre un réseau de failles multidirectionnelles et une grande variation d'épaisseur des différentes Formations. La mobilité des affleurements triasiques est bien soulignée au niveau de la terminaison méridionale de cette structure, où toutes les Formations montrent une grande variation d'épaisseur donnant naissance à un rym-syncline. Ce qui justifie l'épaississement des différentes Formations sur de courtes distances. Le présent travail tente à clarifier et retracer l'histoire géologique de la région au cours des ères Mésozoïque et Cénozoïque en fonction des données de surface analysés.

**Mots-clés:** Halocinèse, synsédimentaire, axe N-S, diapir, rym-syncline.



## Les radiolaires crétacés de l'Ouarsenis oriental (Nord-Ouest algérien).

T.Kentri<sup>1</sup>, M.Ben Fadhel<sup>2</sup>, M.Benyoucef<sup>3</sup>, M.Adaci<sup>1</sup> et M.Bensalah<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Laboratoire de recherche n° 25, PRHPM-LECT, Université de Tlemcen, Algérie, [kentri.touria@gmail.com](mailto:kentri.touria@gmail.com)

<sup>2</sup> Département des Sciences de La Terre, Faculté des Sciences de Gafsa-Campus Universitaire, Université de Gafsa, Tunisie,

<sup>3</sup> Faculté des Sciences de la Nature et de la vie, Département des Sciences de la Terre et de l'Univers, Université de Mascara, Algérie.

La coupe de Douar El Menkouchi dans l'Ouarsenis oriental est représentée par des alternances de marnes, de calcaire massif, et des calcaires en plaquettes qui vers le sommet s'alternent avec une barre siliceuse (phtanites). Elle a livré une association de radiolaires diversifiés et bien préservés. L'étude biostratigraphique de ce groupe de microfossiles a permis d'identifier des assemblages qui caractérisent le passage cénomano-turonien (fig. 1).

L'unité marneuse, située dans la partie inférieure de la coupe de Douar El Menkouchi, regroupe les espèces *Holocryptocanium barbu* Dumitrica, *Cryptamphorella conara* (Foreman) et *Dorypyle anisa* (Foreman). Ces espèces caractérisent la sous-zone à *Anisa* d'âge Albien supérieur à Cénomaniens inférieurs (O'Dogherty, 1994).

L'unité marno-calcaire est marquée par deux associations de radiolaires qui représentent deux biozones.

La partie inférieure de cette unité est marquée par la présence des espèces *Pseudodictyomitra tiara* (Holmes), *Pseudodictyomitra pseudomacrocephala* (Squinabol), *Holocryptocanium barbu* Dumitrica, *Cryptamphorella conara* (Foreman) et *Pessagnobrachia fabianii* (Squinabol) qui s'associent vers le sommet avec l'espèce *Stichomitra communis* Squinabol. Cet assemblage caractérise la zone à *Silviae* qui correspond à l'intervalle compris entre les biochronozones UA16 et UA19 définies par O'Dogherty (1994). Cette partie de la coupe est attribuée au Cénomaniens moyen à supérieur (O'Dogherty 1994). Un tel assemblage a été mentionné dans les niveaux cénomaniens de la partie moyenne de l'intervalle Bonarelli en Italie centrale (Premoli-Silva et al., 1999), considéré comme un intervalle latéral de la formation Bahloul (Soua & Tribouillard, 2007).

La partie supérieure de la coupe de Douar El Menkouchi est caractérisée par l'assemblage de l'espèce marqueur *Alievium* cf. *superbum* (Squinabol) avec les espèces *Crucella cachensis* Pessagno, *Dictyomitra formosa* Squinabol, *Pseudodictyomitra pseudomacrocephala* (Squinabol), *Pseudodictyomitra tiara* (Holmes), *Pyramispongia glascockensis* Pessagno, *Crucella* cf. *irwini* Pessagno, *Stichomitra communis* Squinabol et *Holocryptocanium barbu* Dumitrica. Cette partie est attribuée au Turonien inférieur et correspond à la zone *Superbum* (O'Dogherty, 1994).

Cette zone définit la transition Cénomaniens-Turonien qui se situe à quelques mètres au dessus des bancs à phtanites.

Des assemblages formés exclusivement par les espèces *Alievium* cf. *superbum* et *Crucella cachensis* ont été identifiés comme des indicateurs de la base du Turonien (O'Dogherty 1994 ; Bragina & Bragin, 2016).

**Mots clés :** Crétacé - radiolaires - Ouarsenis oriental - transition Cénomaniens-Turonien.

### Références :

- Bragina, L. & Bragin, N., 2016. Cretaceous (Albian to Turonian) radiolarians from chert blocks of the Moni Mélange (Southern Cyprus). *Revue de micropaléontologie* 59 (4), pp. 311-338.
- O'Dogherty, L., 1994. Biochronology and paleontology of the mid-cretaceous radiolarian from Northern Apennines (Italy) and Betic Cordillera (Spain). *Mémoires de Géologie (Lausanne)* 21, 415 p.
- Premoli-Silva, I., Erba, E., Salvini, G., Locatelli, C. & Verga, D., 1999. Biotic changes in Cretaceous Oceanic Anoxic Events of the Tethys. *Journal of Foraminiferal Research* 29 (4), pp. 352-370.
- Soua, M. & Tribouillard, N., 2007. Modèle de sédimentation au passage Cénomaniens/Turonien pour la formation Bahloul en Tunisie. *Comptes Rendues Geosciences* 339, pp. 692-701.



## Les terrains de crétacé inférieur ? dans l'atlas saharien central, El Bayadh / résultat préliminaire

C.Y.Mahboubi et H.Limam

Laboratoire de Paléontologie Stratigraphique et Paléoenvironnements (LPSP), Faculté des Sciences de la Terre et de l'univers, Dpt Sciences de la Terre, Université d'Oran 2 - Mohamed Ben Ahmed, BP 1015 El-M'Naouer, Oran 31 000 (Algérie). [mahboubi.chikhyounes@univ-oran2.dz](mailto:mahboubi.chikhyounes@univ-oran2.dz)

Le Djebel Amour forme une zone d'articulation à sédimentation mixte, argilo gréseuse et carbonatée entre le domaine occidental à sédimentation carbonatée jurassique et un domaine oriental à sédimentation terrigène crétacé. Nous avons effectué une étude lithostratigraphique, paléontologique et paléoenvironnementale dans le crétacé inférieur au Nord d'El Bayadh. La coupe de synclinal d'El Bayadh s'étend selon une direction NNO-SSE. Elle montre une succession de trois formations : -Formation grés massif : cette formation est composée par des alternances d'argile rougeâtre et de grés massifs chenalisé reformant des bois fossiles silicifié. Cette formation forme les reliefs le plus culminants de la région d'El Bayadh. - Formation marno-calcaire : est formée essentiellement par une alternance de marnes de calcaire lumachelique à huitres de marnes vert, versicolore avec des passés de gypse. Cette formation est connue par la présence de pas de dinosaures (MAAMER 2018). -Formation grés-argilo-calcaire : est subdivisée en deux membres : un membre inférieur gréseux et un autre membre supérieur représenté par des bancs décimétriques à métrique de calcaire jaune avec une faune benthique abondante (brachiopodes, bivalves gastéropodes, oursins). A partir des facies, des figures sédimentaires combinées aux caractères paléontologiques, un modèle de dépôt est proposé figurant les milieux de sédimentation :-Un milieu margino-littoral pour la formation grés massif.-Un milieu lagunaire à supratidale pour la formation marno-calcaire.-Un milieu subtidal (plateforme interne) pour la formation grés-argilo-calcaire, cette plateforme carbonatée dont la formation est perturbée par le détritisme (le membre inférieur). Dans cette région, aucune étude biostratigraphique n'a pu être réalisée. Cet état de fait pose un réel problème. Cependant de nombreux travaux ont été consacrés à la limite dans les trois parties de l'Atlas saharien. Ces différentes études ont conduit à une certaine subdivision qui restera à discuter jusqu'à nos jours, car les limites proposées ne sont que des limites lithologiques.

**Mots clés :** Atlas saharien, Crétacé inférieur, Djebel Amour, El Bayadh.

## A new small mammal assemblage from Amama 3 locality (El Eulma Basin, Algeria): Biochronological implication.

S.Mahboubi<sup>1</sup>, M.Benammi<sup>2</sup> et S.Maouche<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Université de Tlemcen, Laboratoire de Recherche n°25 Tlemcen, Algérie. [salamet.mahboubi@gmail.com](mailto:salamet.mahboubi@gmail.com)

<sup>2</sup> IPHEP, UMR-CNRS 7262, Université de Poitiers - 6 rue Michel Brunet, 86022-Poitiers, France.

<sup>3</sup> CRAAG, Centre de Recherche en Astronomie, Astrophysique et Géophysique, Route de l'Observatoire BP63 Bouzaréah, Alger, Algérie.

The Mio-Pliocene continental sedimentary record of the El Eulma Basin (Northeastern of Algeria) is marked by an interrupted sedimentary record. These deposits have yielded three fossiliferous micromammals levels : Amama 1, 2 and 3. The new paleontological investigations in this area have allowed to describe new materials. The micromammals fauna discovered at the Amama 3 have yielded diverse rodents that are dominated by Muridae. Two species of Paraethomys, and Muridae gen. indet sp. indet have been identified in this work. The new chronological data based on systematic paleontology of these fauna led us to propose a time-interval starting from the Middle Turolian to the Early Ruscinian. These layers have been dated and calibrated by magnetostratigraphy and radiometric data (Coiffait, 1994, Mahboubi, 2014). The variation of the relative abundance of these micromammals fauna shows two faunistic replacement between the Middle-Late Turolian transition and the Late Turolian-Early Ruscinian transition.

**Keywords:** El Eulma Basin, Turolian, Ruscinian, micromammals, rodents.

### Bibliographie:

Coiffait, B. 1991. Contribution des rongeurs du Néogène d'Afrique à la biostratigraphie d'Afrique du Nord Occidentale. Thèse Doctorat. Université de Nancy I. 389p.

Mahboubi S. (2014). Les rongeurs du Miocène Supérieur et Terminal d'Afrique Nord-occidentale : biochronologie, magnétostratigraphie, biogéographie et paléoenvironnements. Univ. Poitiers, France, 267p.

## Paléoenvironnements de la série paléogène de Djebel Dyr (Tebessa, NE Agérien)

O.Mebarki, M.Tlili et T.Amrane

*Département de géologie, Faculté des sciences de la terre -Université BADJI Mokhtar- Annaba .*

La série marno-calcaire à niveaux phosphatés du Paléogène inférieur du site de Djebel Dyr est située à 20 Km au Nord-est de la ville de Tébéssa et à 11 Km au Nord-Ouest du Kouif, structurellement, elle est rattachée à l'Atlas saharien oriental. Il s'agit d'un synclinal perché orienté NNE-SSW qui représente un fragment de l'éocène inférieur. La série est dominée par des dépôts de plate-forme, caractérisée par des faciès argileux et marno-carbonatés et phosphatés. Les milieux de dépôt se situent dans une plate-forme évoluant depuis la zone externe jusqu'à la zone la plus interne. Dans la série étudiée, la partie basale est constituée d'argiles et de marnes grises d'âge paléocène, de milieu d'offshore, surmontée d'un ensemble phosphaté et marno-calcaire à silex déposés dans la zone circalittorale. Un ensemble carbonaté, représenté par des barres calcaires d'ordre métrique, riches en Nummulites, Bivalves et Gastéropodes constitue une corniche surplombant la série marno argileuse de la base. Cet ensemble calcaire peut être scindé en plusieurs paraséquences, évoluant depuis la plate moyenne jusqu'à la zone la plus interne de la plate-forme. L'évolution séquentielle, à tendance régressive, est en relation très étroite avec les variations du niveau marin relatif qui se sont manifestées à partir du Paléocène jusqu'au début du Lutétien, annonçant la régression éocène, sous un régime compressif.

**Mots clé :** Paléogène inférieur, Djebel Dyr, Phosphate, régression éocène.

---

## Le Cénomaniens des Hameimats, nouvelles données biostratigraphiques (Hameimats, Nord-Tébéssa, NE-Algérie).

S.Mendir<sup>1</sup>, S.Salmi-Laouar<sup>2</sup> et D.Belhai<sup>1</sup>

*<sup>1</sup> Université des Sciences et de la Technologie Houari Boumediene (Alger). <sup>2</sup> Université de Badji Mokhtar (Annaba).*

Le Nord de Tébéssa est la zone frontalière algéro-tunisienne située à l'extrémité orientale de l'Atlas saharien. Cette zone correspond à une partie des Monts du Mellègue et appartient à une vaste province paléogéographique étendue de part et d'autre de la frontière algéro-tunisienne appelée le bassin atlasique algéro-tunisien. L'essentiel des affleurements du Nord de Tébéssa est constitué par le Crétacé, essentiellement marneux et calcaire, très fossilifère dans sa partie supérieure. Le Cénomaniens, avec une puissance considérable, correspond à l'étage le plus épais de la série crétacée (jusqu'à 1100 mètres) qui affleure en diverses localités, entre autres, la région des Hameimats avec plus de 650 mètres d'épaisseur. Dans les faciès marneux, très constants, du Cénomaniens, une riche macrofaune d'invertébrés a été livrée le long d'une coupe lithologique levée dans les massifs des Hameimats (nord et sud) à travers deux tronçons, représentée principalement par des Bivalves (Exogyres surtout), Echinides, Gastéropodes ainsi que des Céphalopodes (Nautilides et Ammonites). Quinze (15) espèces ammonitiques ont été répertoriées, classifiées et discutées parmi vingt-cinq (25) spécimens récoltés. Ces derniers, de par leur importance stratigraphique, furent la clé du découpage stratigraphique de cette formation. Ils ont fait l'objet d'une étude systématique détaillée. Au total, quatre biozones sont déduites depuis la base du Cénomaniens jusqu'au sommet : la zone à *Mantelliceras mantelli* du Cénomaniens inférieur avec deux sous-zones à *Sharpeiceras schlueteri* et à *Mantelliceras saxbii*, la zone à *Acanthoceras rhotomagense* du Cénomaniens moyen, et enfin, les zones à *Calycoceras naviculare* et à *Metoicoceras geslinianum* permettant d'attribuer à un âge cénomaniens supérieur aux faciès supérieurs de la formation cénomaniens. La comparaison des résultats obtenus à Hameimats avec ceux trouvés ailleurs dans le monde, en Téthys particulièrement (Algérie, Tunisie, Egypte, Lybie, etc.), a permis de constater une étroite affinité paléo-biogéographique à cette période d'où l'éventualité d'établir des corrélations régionales et inter-bassins.

Mots-clés : Hameimats – Atlas saharien oriental – Ammonites – Biostratigraphie – Cénomaniens.

## Manifestations tectono-sédimentaires d'âge Crétacé inférieur en Tunisie centrale

Y.Moumni<sup>1</sup>, A.Chermi<sup>2</sup>, M.H.Msaddek<sup>3</sup> et M.Ben Youssef<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Institut supérieur des sciences et techniques des eaux de Gabès*

<sup>2</sup>*Laboratoire géoressources, centre des recherches et des technologies des eaux, technopole borj cedria*

<sup>3</sup>*URI3ES26, Paléoenvironnement, Géomatériaux et Risques Géologiques, Faculté des sciences de Tunis, Université de Tunis El Manar, Tunis, Tunisie*

La Tunisie centrale a connu une succession des phénomènes tectoniques de natures et âges différents qui sont responsables à la formation des structures et des reliefs actuels, à travers le jeu et rejeu des failles préexistantes. Des nombreux travaux effectués dans cette région ont apporté des précisions sur les régimes et les phases tectoniques. Parmi eux nous pouvons citer Chihi (1984), Dlala (1984 et 1995), Ben Ayed (1993), Chekhma (1996) etc...

Dans ce contexte s'engage le présent travail qui vise à caractériser le style tectonique de l'atlas tunisien central au cours du crétacé inférieur à partir des données de terrain, des forages pétroliers et des profils sismiques. Les résultats obtenus ont montrés qu'au cours du Néocomien et du Barrémien, la zone d'étude forme un bassin peu profond caractérisé par des dépôts silico-clastiques. Ces séries présentent des épaisseurs très importantes dans l'ensemble de la zone d'étude, qui peut atteindre 1200 m au jebel Majoura. Cette variation d'épaisseur liée aux ensembles de failles normales synsédimentaires. Au Jebel Majoura, la série Hauterivienne-Barrémienne passe de 600 m d'épaisseur sur le flanc nord à 1200 m sur le flanc sud.

Au cours du Néocomien et du Barrémien, la zone d'étude forme un bassin peu profond, siège d'une sédimentation argileuse à carbonatée. Ces séries présentent des épaisseurs très importantes dans l'ensemble de la zone d'étude, qui peut atteindre 1200 m au jebel Majoura. Cette variation d'épaisseur liée aux failles normales synsédimentaires. En fait, toutes les structures anticlinales dans la zone d'étude sont associées à des failles normales anciennes, qui ont joué pendant la période du Néocomien -Barrémien, provoquant ainsi une variation significative d'épaisseur des séries de deux flancs de chaque anticlinal. Au Jebel Majoura, la série Hauterivienne-Barrémienne passe de 600 m d'épaisseur sur le flanc nord à 1200 m sur le flanc sud.

Pendant l'aptien, il y a un changement dans la nature de sédimentation ; Les niveaux de carbonate de la formation Orbata signent une transgression majeure à l'échelle du centre de la Tunisie et à l'échelle globale. Ces dépôts ont été affectés par des failles normales synsédimentaires provoquant l'érosion ou le non-dépôt de l'Aptien supérieur. Au niveau de Khanguet Zebbag au Jebel Meloussi, les niveaux supérieurs de la formation Orbata de l'Aptien moyen à supérieur sont limités par deux failles synsédimentaires. Sur les deux compartiments de ces deux failles, seul le niveau dolomitique de l'Aptien inférieur est présent surmonté d'un conglomérat. Ce qui est presque le cas dans toute la zone d'étude sauf le Jebel Kebar. Dans le secteur du jebel kebar, une série continentale a été identifiée par Khessibi en 1987, nommée Formation Kebar, formée par des niveaux calcaires, dolomies, marnes et paléosols. Cette série est attribuée à l'Aptien supérieur - Albien inférieur. L'interface entre l'Aptien pp et l'Albien moyen à supérieur est jalonnée par les dépôts continentaux de la formation Kebar, l'Albien supérieur transgressif vient sur un substratum hétérochrone. Ces alternances de carbonates, des marnes et de gypse sont affectés au niveau du jebel Ben Aoun et jebel Majoura par des failles normales synsédimentaires. Ces résultats prouvent une configuration de l'atlas central en aires de dépôts limités par des failles de directions N-S et E-W, ces failles vont contrôler le style de plissement au cours des phases compressives récentes.

**Mots clés :** Crétacé inférieur, Atlas central, tectonique synsédimentaire

### Références

BEN AYED N. (1993), *Évolution tectonique de l'avant pays de la chaîne alpine de Tunisie du début du Mésozoïque à l'actuel. Annales des Mines et Géologie N°32, Serv. Géol. Tunisie, 285p.*

CHEKHMA H. (1996), *Etude stratigraphique, sédimentologique et tectonique de la région de BirElHfay Sidi Ali Ben Aoun (Tunisie Centrale), Univ Tunis 2 faculté des sciences de Tunis, 261 p.*

CHIH L., (1984). *Etude tectonique et microtectonique du graben de Kasserine (Tunisie centrale) et des structures voisines Jebel Selloum et Jebel Maargaba. Thèse Troisième Cycle, Université Paris Sud, Centre d'Orsay, France, 116 p.*



## **Application des modèles géo-mathématiques pour l'évaluation de la distribution des fractures et de la complexité des structures géologiques, exemple de la branche orientale de l'accident sud-atlasique, Tunisie**

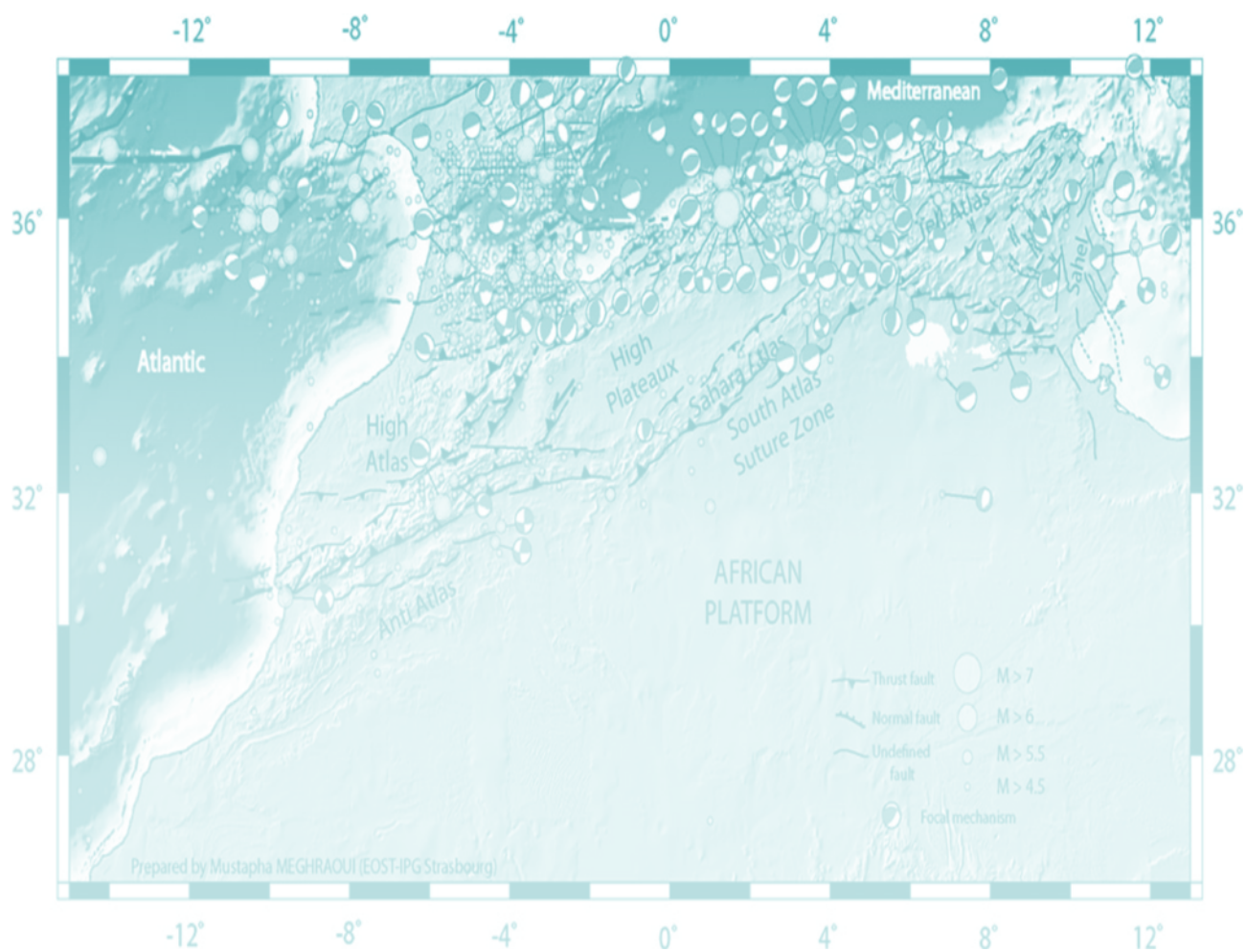
**M.H.Msaddek<sup>1</sup>, Y.Moumni<sup>1</sup>, I.Chenini<sup>1</sup> et M.Dlala<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> *UR13ES26, Paléoenvironnement, Géomatériaux et Risques Géologiques, Faculté des sciences de Tunis, Université de Tunis El Manar, Tunis, Tunisie*

L'analyse de la distribution spatiale des fractures et son apport sur l'évaluation de la complexité des structures géologiques joue un rôle primordial dans différents domaines comme les investigations géotechniques, minières, pétrolières et hydrogéologiques etc. Cette approche d'analyse et d'évaluation implique l'intégration des lois géostatistiques et des modèles mathématiques pour estimer la complexité des fractures et des structures géologiques. Ce travail établit un modèle d'évaluation mathématique basée sur des fonctions d'appartenances trapézoïdales en utilisant les mathématiques matricielles. Cinq paramètres ont été sélectionnés, notamment des données quantitatives et qualitatives à différentes échelles, dont les paramètres de dimension fractale ; la longueur de fractures ; l'intensité de fractures ; l'angle d'intersection entre fractures et bancs et la densité de fractures. Ce modèle a été appliqué à l'évaluation de la complexité de la branche orientale de l'accident sud-atlasique en Tunisie. Cette région est connue par sa complexité tectonique due à l'existence des plusieurs failles dérivées de l'accident sud-atlasique comme la faille de Gafsa et la faille d'El Mech. Le secteur d'étude a été subdivisé en 10 sub-zones selon l'individualisation des structures et le passage des grandes failles. Les résultats montrent que Jebal Orbata et Jebal Chamsi ont la plus grande complexité en raison de leur position à côté du tracé de la faille de Gafsa. La partie orientale et centrale de la zone d'étude présente la complexité la plus faible.

**Mots-clés :** complexité des fractures, structures géologiques, géo-mathématiques, accident sud-atlasique, Tunisie

# **SISMICITÉ, SISMOTECTONIQUE ET NÉOTECTONIQUE DU DOMAINE DES MAGHRÉBIDES**



## Recent seismicity and stress field variations in Northeastern Algeria

I. Abacha, A. Yelles-Chaouache, H. Bendjama et O. Boulahia

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

The earthquakes occurrence in Northern Algeria remains an important research topic for many reasons that are both scientific and societal due to their disastrous impact on the socio-economic development of the country. Through the development of the Algerian seismological network since 2000 [Yelles-Chaouache et al. 2013], the first maps of reliable seismicity appeared as well as the first hazard studies. One of the important characteristics of Algeria seismicity is its concentration in the Eastern part of the country. Indeed, almost 2/3 of the Algerian seismic events occur in this region. This region remained poorly studied until recent time while important earthquakes happened. In the last twenty years many moderate events occurred in several parts of this region such as, The 2000 Beni-Quartilane earthquake of Md=5.3, the 2006 Lalaam earthquake Md=5.2, the 2010 Beni-Ilmane earthquake sequence Md=5.2, the 2012-2013 Bejaia earthquake sequences, the 2015 Ain Azel earthquake sequence and the 2017 seismic sequence along the North Constantine Fault. Induced seismicity has been also detected for some events such as, the 2007 Mila seismic crisis. This study is devoted to the analysis of these main events present their sources parameters and the stress state based on the inversion of focal solutions. The seismic data was collected through the Algerian seismic network and also during the several seismic surveys made after the occurrence of the several moderate shocks. The first step is determining the source parameters of these events with their focal mechanisms. In the second step we used the Win-Tensor program [Delvaux and Sperner, 2003] for the inversion of focal mechanisms for the stress tensor calculation. The strike-slip regime is observed in our study area (horizontal  $\sigma_1$  and  $\sigma_3$ ).

**Key words:** Tellian chain, earthquake sequence, strike-slip fault, focal mechanisms, stress tensor

### References

Delvaux, D., and B. Sperner 2003, *New aspects of tectonic stress inversion with reference to the Tensor program*, *Geol. Soc. London Spec. Publ.*, 212(1), 75-100.

Yelles-Chaouache AK, Allili T, Alili A, Messemen W, Beldjoudi H, Semmane F, Kherroubi A, Djellit H, Larbes Y, Haned S, Deramchi A, Amrani A, Chouiref A, Chaoui F, Khellaf K, Nait Sidi Said C 2013. *The new Algerian Digital Seismic Network (ADSN): towards an earthquake early-warning system*. *Adv. Geosci.*, 36, 31-38. doi: 10.5194/adgeo-36-31.

## Neotectonique et tectonique active dans le Dahra-bassin du Bas Chélif ; implication sismotectonique.

M. Abbouda<sup>1</sup>, S. Maouche<sup>2</sup>, Y. Bouhadad<sup>1</sup>, D. Belhai<sup>3</sup>.

<sup>1</sup> Centre national de recherche appliquée en génie parasismique (CGS)

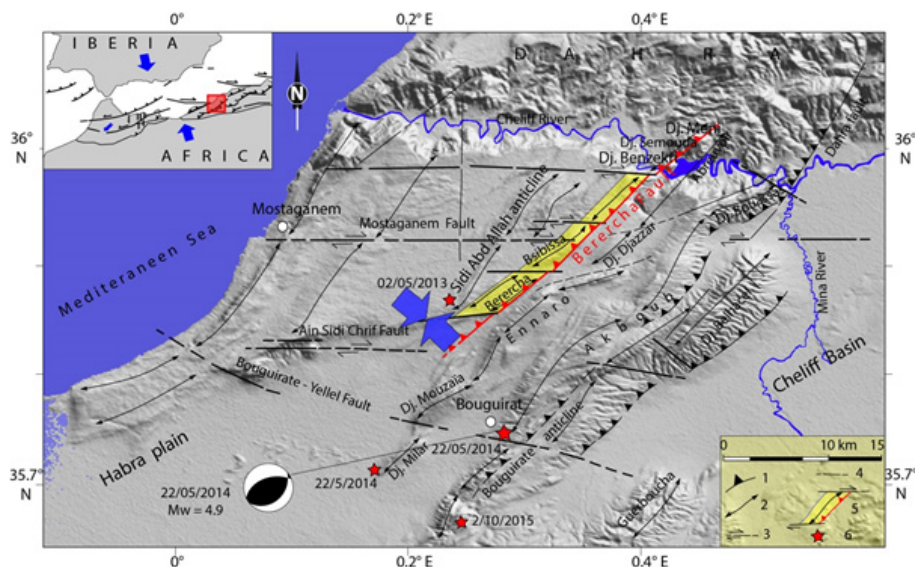
<sup>2</sup> Centre de recherche en astronomie, astrophysique et géophysique

<sup>3</sup> Université des sciences et de la technologie Houari-Boumediene (USTHB).

Le bassin du Chélif est formé essentiellement lors des dernières étapes de l'orogène alpine (Perrodon, 1957). Les phases tectoniques post-nappes accommodent en grande partie la fermeture progressive du bassin et sont responsables au relief actuel bordière suivant une tectonique compressive NO-SE au Tortono-Messenien à NNO-SSE et NS durant le Quaternaire (Meghraoui, 1982 et 1988). Dans ce segment de l'Atlas Tellien, le modèle de déformation est marqué par la présence des plis et des pli-failles, répartis "en-échelon", dans une bande étroite délimitée par des grands accidents dextres E-O.

La limite nord du bassin du Bas Chélif est marquée par le massif du Dahra et le plateau du Mostaganem, ces derniers sont marqués par une série des plis (anticlinaux) Plio-Quaternaires, asymétriques, orientées NE-SO, disposés "en-échelon" et montrent des flancs sud-est fortement redressés et plongent sous les formations récentes du bassin du Chélif où la limite est marquée par des discordances progressives suggère une tectonique compressive récente.

Les structures étudiées dans cette région (structure de Benzekri, Djebel Semouda, Abreuvoir-Meni, Djebel Bouassas et Djebel Belhacel), sont orientées NE-SO, distribuée "en-échelon", et qui sont délimitées par des accidents profonds dextres (l'accident du Mostaganem, l'accident de Ain Sidi Cherif) (Thomas, 1985), confirmant le modèle de déformation adopté précédemment dans cette zone (Figure 1). Les résultats obtenus par la détermination des axes des contraintes à partir des données du terrain montrent une compatibilité avec celles déjà déterminé par les mécanismes focaux des séismes récents. D'autre part, les pli-failles identifiées montrent des caractéristiques géométriques semblables aux différentes structures sismogéniques connu dans l'Atlas Tellien, à l'exemple des pli-failles d'Abu El Hassan et du Oued Fodda réactivées pendant les séismes destructeurs de 1922 (Mw=6.0) et de 1980 (Mw=7.3), respectivement. Par conséquent, les failles identifiées, en fonction de leurs paramètres géométriques, sont capables de produire des séismes de Mw  $\geq$  6,0.



**Figure 1.** Géomorphologie de la région d'étude montre les structures étudiées et le modèle de déformation adopté (1 : faille inverse ; 2 : axe anticlinale ; 3 : décrochements ; 4 : failles ; 5 : modèle de déformation). (les failles sont de Andersson (1936) ; Perrodon (1957) ; Thomas (1985), Meghraoui et al., (1986 et 1988)). Mécanisme focal du séisme 22/05/2014 (Mw=4.9) de Abbouda et al., 2018.

**Mots clés :** néotectonique, pli-faille, Dahra, plateau du Mostaganem, morpho-structurale.

### Références

- Abbouda, M., Bouhadad, Y., Benfedda, A., Slimani, A., (2018) *Seismotectonic and Seismological aspects of the Mostaganem (Western Algeria) May 22, 2014 (Mw 4.9) seismic event.* *Arabian Journal of Geosciences* 11 (3). DOI: 10.1007/s12517-018-3404-y.
- Anderson, R. Van Vleck., (1936) *Geology in the Coastal Atlas of Western Algeria.* Geological Society of America. Memoir. 4 (pp. 450).
- Perrodon, A., (1957) *Etude géologique des bassins néogènes sublittoraux de l'Algérie occidentale.* Bulletin NO 12. Service de la Carte géologique de l'Algérie. Algérie.
- Thomas, G., 1985. *Géodynamique d'un bassin intra-montagneux. Le bassin du Bas Chélif occidental (Algérie) durant le Mio-Plio-Quaternaire.* Thèse Doctorat. Es-sciences Pau.
- 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.

## Évidences néotectoniques dans la bordure sud mitidja (région de Blida)

D.Ait Benamar, H.Moulouel, M.Y.Tebbouche, A.A.Meziani, R.Bensalem, E.H.Oubaiche, S.Aourari

Centre national de recherche appliquée en génie parasismique.CGS, 01 Rue Kaddour Rahim, BP. 252, Hussein-Dey, Alger.

La bordure sud du bassin Mio-Plio-Quaternaire de la Mitidja constitue l'une des principale source sismogène. Cette bordure est caractérisée par une rupture de pente entre le massif de Blida et la plaine de la Mitidja, qui se manifeste par le chevauchement des schistes ou flyschs créacés sur les différents niveaux du Miocène post-nappes (Bonneton .1977 et 1979 ; Boudiaf. 1996 et Glangeaud.1932 et 1955). Cette limite est marquée par un système de failles décrochantes dextre et senestre et des chevauchements, qui affectent parfois les dépôts récents. Nos investigations géologiques et géophysiques ont permis de confirmer : - Un important accident chevauchant attesté par les déformations observées sur terrains ou les formations miocènes post nappes et créacées chevauchent respectivement les formations du Pliocène, à savoir les grès astiens fortement déformés au niveau de Tabainet et les marnes grises du Plaisancien au niveau de Bouinan. -Dans la région de la Chiffa qui représente l'extrémité occidentale de la faille de Blida, le front du chevauchement sud Mitidjien se traduit par la surélévation des terrasses alluviales à environs trente (30) mètres du sol. Ces observations montrent que cet accident chevauchant constitue un élément structural majeur dans cette région, auquel on peut rattacher une partie de l'activité sismique qui caractérise la bordure sud du bassin de la Mitidja. L'importance de la déformation qu'il induit dans les formations Miocène et Pliocène, en font un chevauchement actif. -Une structure transverse de direction NW-SE dans la région de hammam Melouane recoupant l'Atlas Blidéen pour disparaître sous les dépôts quaternaires du bassin. Ce décrochement est bien matérialisé sur le terrain avec des structures dextres imprégnées dans les formations gréseuses.

**Mots clés :** sismogène, décrochement, chevauchement, bassin de la Mitidja.



## Contexte néotectonique et sismicité associée dans les Babors (Nord-Est Algérien)

S. Aourari et D. Machane

*Division Aléa Sismique, Centre National de Recherche Appliquée en Génie Parasismique (CGS) Rue Kaddour Rahim, BP252 Hussein Dey- Alger.*

La chaîne des Babors désignée par le domaine sud-kabyle, est parcourue par des failles kilométriques dans la majorité, sont parallèles à sa direction orographique. Ces failles correspondraient aux grands chevauchements de direction E-W à NE-SW juxtaposant ses différentes unités lithostratigraphiques ou nappes baboriennes décrites dans la littérature. Les chevauchements sont d'âge alpin (miocène ou plus ancien), décalés par des failles distinctes N-S à NNE-SSW orientées N010 à N025 et à jeu vertical ou décrochant, d'ordre moins important. Dans cette étude, nous examinerons la structure régionale cartographiée par Obert (1981), qui sépare la chaîne en deux domaines ; les Babors orientaux des Babors occidentaux. C'est un décrochement de direction NE-SW, à jeu senestre dont l'âge serait miocène (Post-langhien). La structuration polyphasée depuis les temps hercyniens avec une réactivation durant les phases alpines, est indiquée par Kirèche (1993). Au cours de la période néotectonique, Coutelle (1984) décrit notamment des failles de longueurs cartographiques courtes affectant la chaîne. Ces failles seraient d'âge pliocène à quaternaire et pourraient avoir un rôle dans la sismicité dans la région.



Figure1: Carte néotectonique du domaine Kabyle réalisée sur la base de la géologie et données publiées al., 2018.

**Mots clés :** faille intra-baborienne, unités baboriennes, Babors, domaine sud kabyle, Maghrébides

## Kinematic and elastic models of faults-related-folds: Examples from active folds of the Tell Atlas (Northern Algeria)

S. Bagdi-Issaad<sup>1,2</sup>, M. Meghraoui<sup>1</sup>, J. Kariche<sup>1,2</sup> et A. Nedjari<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Institut de physique du Globe, Strasbourg, Université de Strasbourg, UMR 7516 CNRS,

<sup>2</sup>Faculté des Sciences de la Terre, Géographie et Aménagement du Territoire, USTHB, Alger.

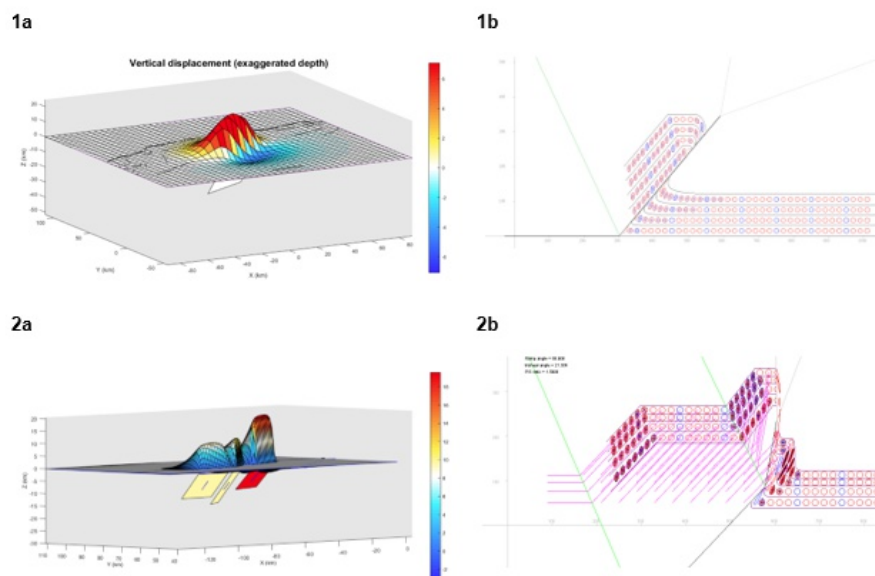
[souhila.bagdi@gmail.com](mailto:souhila.bagdi@gmail.com)

Active folds may constitute tectonic structures with seismogenic potential able to generate large magnitude earthquakes with  $M_w > 6.5$ . Here, we compare the elastic modelling with the kinematic modelling of active fold using field observations and seismic parameters of moderate to large earthquakes occurred in the Tell Atlas of Algeria. In this work, we focus on three tectonic structures of El Asnam, Sahel and Tenes-Abou Al Hassan (Meghraoui, 1988). The Tell Atlas experienced large and moderate shallow earthquakes ( $M_w 7.1$  in 1980 at El Asnam and  $M_w 6.8$  in 2003 at Zemmouri) associated with E-W to ENE-WSW trending faults-related folds, where the El Asnam fold-related fault (associated with an  $M_w 7.1$  in 1980) is considered as a reference tectonic and seismogenic structure for comparison. Beside the El Asnam fold-related fault, the other active tectonic structures are identified from tectonic geomorphology approach, the seismotectonic background, and characterized using high-resolution panchromatic 'Pleiades' tri-stereo-satellite images (0.5m resolution).

The elastic modelling is performed using the Okada's code (1992) based on dislocation in a isotropic and homogeneous half space and choose a seismic parameters as an input (focal mechanism, fault geometry and coseismic slip). For the kinematic model, we use the Trishear modelling (Allmendinger, 1999), which is kinematic model that involves the thickness of sedimentary units and their folding from a successive slip along a reverse or thrust fault; the changing dip combined with the flat and ramp geometry constrain the folding shape asymmetry, size and segmentation. Both modelling approaches consider either blind or surface faulting and can be compared to field observations.

Our results show the correlation between visible coseismic tectonic structures with cumulative surface deformation, their geometry at depth and their capability of generating large earthquakes. We also observe that the tectonic geomorphology and geometry of surface folding depend on the thickness of seismogenic layer and to the level of crustal deformation (i.e., interplate tectonic domain). Understanding the geometry and evolution of faults-related-folds is a crucial factor to determine their seismogenic potential and related seismic hazard assessment.





**Figure 1.** Elastic modelling using Okada (1985) of the El Asnam fault-related-fold (1a) and the Sahel Anticline (2a). Kinematic modelling using Trishear (v.4.5; Allmendinger, 1999) of the El Asnam fault-related-fold (1b) and the Sahel Anticline (2b).

**Keywords:** Tell Atlas -Fault-related fold -kinematic model-elastic model.

#### References

- Allmendinger, R. W., 1999, *Propagation-to-slip ratio and fold style in fault-propagation folds: perspectives gained from trishear modeling*, in *Geological Society of America Abstracts with Programs*.
- Okada, Y. 1992. *Internal deformation due to shear and tensile faults in a half-space*. *Bulletin of the Seismological Society of America*, 82(2), 1018-1040. DOI: <http://dx.doi.org/>

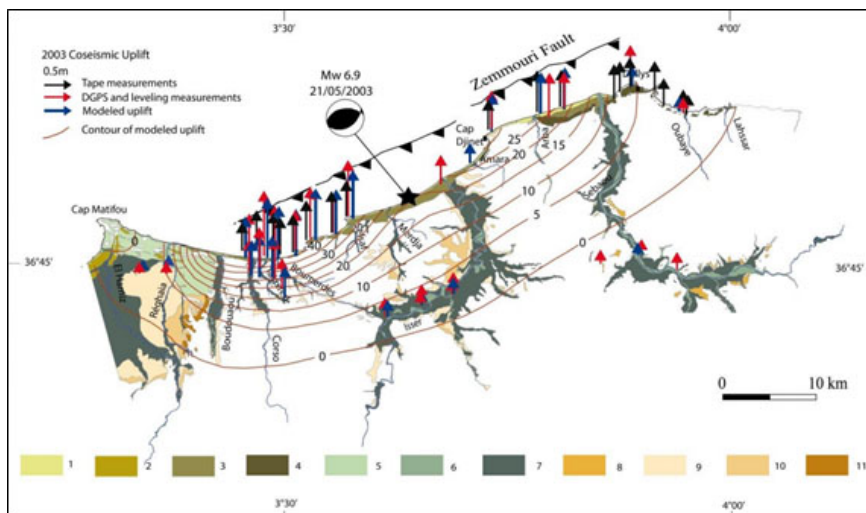
## Tectonic geomorphology of the 2003 Zemmouri earthquake area (Mw 6.8, Tell Atlas, Algeria): An analysis of the coastal uplift.

S. Bagdi-Issaad<sup>1,2</sup>, M. Meghraoui<sup>1</sup> et A. Nedjari<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Institut de physique du Globe, Strasbourg, Université de Strasbourg, UMR 7516 CNRS,

<sup>2</sup>Faculté des Sciences de la Terre, Géographie et Aménagement du Territoire, USTHB, Alger.  
[souhila.bagdi@gmail.com](mailto:souhila.bagdi@gmail.com)

Geomorphological, geological and structural markers attest for earthquake faulting and cumulative coseismic uplift during the late Quaternary along the Algerian Tell Atlas and coastal zone (Meghraoui, 1988). This continental band belongs to Africa-Eurasia convergent plate boundary, characterized by large and moderate shallow earthquakes ( $M_w \geq 6$ ). The aim of this work is to show the correlation between the 2003 coseismic uplift with an average of 0.5 m along 55 km shoreline, (Maouche et al., 2011). The long-term active deformation is determined using the distribution of Quaternary marine and alluvial terraces and drainage network (Burbank and Anderson, 2001). Exhumed old rocks attest for a vertical displacement related to active tectonic (Yeats et al., 1997), and taking into account the geology of the 2003 Zemmouri uplift area we observe exhumed pre-Neogene rocks. Quaternary marine terraces show stairlike geomorphology and deformation along the coast where main rivers also attest for successive uplift during this period (Fig.1). The river system and tectonic geomorphology of the coastal zone show a drainage network with small and large rivers that illustrate the distribution and trend of present-day and past river channels. The analysis of satellite images and aerial photographs combined with digital elevation model and field observations reveal concave upward shape of most river profiles and river mouth deflections near the coastline. Longitudinal profiles in river channels and the distribution of Quaternary deposits illustrate the response of river mouths to the successive past and recent uplift. Coastal features show three pre-2003 major notch levels formed in the last 21.9 ka along with five alluvial terrace levels deposited during the Pleistocene. The coseismic uplift documented from coastal tectonics, seismology and geodetic (InSAR and GPS) investigations appear as a continuation of the late Quaternary deformation at 1 to 2 mm/year uplift rate. Contours isoclines modelled uplift obtained from the inversion (Belabbès et al., 2009) show the concordance of vertical displacement rates during the 2003 earthquake and drainage network on long term long-term in the Zemmouri uplift area (Fig.1). The coastal uplift and related late Quaternary tectonic process are decisive components for the identification of active faults and related seismic hazard assessment in the Tell Atlas of Algeria.



**Figure 01.** Distribution of Quaternary deposits in the uplifted zone of the 2003 Zemmouri earthquake area (star is 2003 earthquake epicentre and offshore faulting are from Ayadi et al. (2008). Contours lines are modelled uplift as obtained from the inversion of InSAR, GPS and coastal uplift (Belabbes et al., 2009). The large scale deviated rivers (with their recent alluvial deposits in dark grey) and location of Quaternary units testify for the constant uplift deformation along this coastal region. 1: current or weakly consolidated sand bar, 2: consolidated quaternary sand bars of eastern Algiers, 3 and 4: successive marine terraces, 5: current clastic deposits in Cap Matifou, 6: current alluvial channel deposits, 7: recent alluvial channel deposits, 8: old alluvial deposits, 9: lowermost alluvial deposits, 10: alluvial deposits, 11: Pre-alluvial deposits.

**Keywords:** Tell Atlas- Geomorphology - uplift -river deflection.

### Références

- Burbank, D.W., Anderson, R.S., 2001. *Tectonic geomorphology*. Balckwell, pp. 274.
- Belabbes, S., Wicks C., Cakir Z., and Mustapha Meghraoui. 2009. "Rupture Parameters of the 2003 Zemmouri (M-W 6.8) Algeria, Earthquake from Joint Inversion of Interferometric Synthetic Aperture Radar, Coastal Uplift, and GPS." *Journal of Geophysical Research-Solid Earth* 114 (March): B03406. doi: 10.1029/2008JB005912.
- Maouche, S., Meghraoui M., Morhange C., Belabbes, S., Bouhadad Y., and Haddoum, H., 2011. 490 "Active Coastal Thrusting and Folding, and Uplift Rate of the Sahel Anticline and Zemmouri 491 Earthquake Area (Tell Atlas, Algeria)." *Tectonophysics* 509 (1-2): 69-80. 492 doi:10.1016/j.tecto.2011.06.003.
- Meghraoui, M., 1988. *Géologie des zones sismiques du nord de l'Algérie (Paléosismologie, Tectonique active et synthèse sismotectonique)*, Thèse de doctorat d'Etat, Université de Paris-Sud, Centre d'Orsay (France) 356 pages.
- Yeats, R., Allen, C. and Sieh, K., 1997. *The geology of earthquakes*. 576 pp. ISBN: 539 9780195078275.

## Tectonique active dans le bassin d'Oran et des zones limitrophes

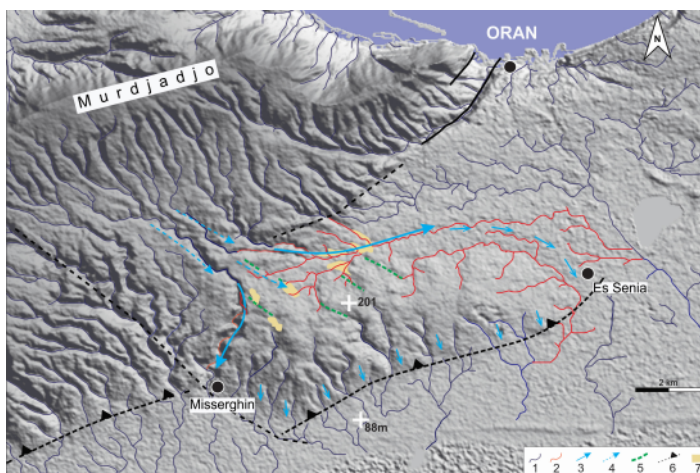
I.M.Benbakhti<sup>1,2</sup>, S.Maouche<sup>3</sup>, D.Belhai<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Laboratoire de Géodynamique, Géologie de l'Ingénieur et Planétologie (FSTGAT, USTHB) BP 32, El Alia, Bab Ezzouar, Alger, Algérie

<sup>2</sup>Agence du Service Géologique de l'Algérie (ASGA), Lot. 11 Décembre 1960, El-Biar, Alger, Algérie

<sup>3</sup>Centre de Recherche en Astronomie, Astrophysique et Géophysique, BP. 63, Bouzaréah, 16340, Alger, Algérie

La région Ouest méditerranéenne est une zone active où les structures sismogènes sont le résultat de la convergence de la plaque Africaine et de la plaque Eurasiatique depuis l'Eocène, avec une direction N-S à NW-SE (Mckenzie 1972, Dewey et al., 1989) et un taux de 4-6 mm/ans (Nocquet et Calais 2004, Serpelloni et al., 2007, Meghraoui et Pondrelli 2012). Dans le bassin plio-quatenaire d'Oran, l'activité tectonique récente est difficilement identifiable d'une manière directe. Dans ce travail nous présenterons nos récentes observations qui nous ont permis une meilleure compréhension de l'activité sismotectonique du bassin d'Oran. La combinaison des analyses géomorphologiques, dont le traitement du modèle numérique de terrain, l'analyse du réseau hydrographique ainsi que la photographie aérienne associés aux observations de terrain permet de mettre en évidence une activité tectonique durant le Quaternaire. Le



**Figure1.** Comportement (forme) du réseau hydrographique de dans la zone de Messerghine-Es Sania et son orientation en relation avec les déformation en surface (1 et 2) réseau hydrographique (rouge: bifurcation) (3) direction d'écoulement (4) ancienne direction (5) dépôts fluviale anciens abandonnés

recours à l'étude géomorphologique peut dans certains cas être le seul moyen d'apporter des preuves d'une activité tectonique pleistocène (Fig. 1). Les plis et plis-failles affectant les dépôts quaternaires, montrent que la région est affectée par une déformation compressive continue dans le temps. Ces observation et mesure associées à la sismicité de la région permet de discuter le cadre sismotectonique de cette partie de l'Atlas.

**Mots-clés :** Oran, Nord-Ouest Algérien, tectonique active, sismotectonique.

## Les séismites dans les dépôts quaternaires de la région de Jijel : inventaire et typologie.

A. Benhamouche<sup>1</sup> et A. Nedjari<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Centre National de Recherche Appliquée En Génie Parasismique (CGS)

<sup>2</sup> Laboratoire de géodynamique des bassins sédimentaires et des orogènes (FSTGAT-USTHB)

Le terme de séismites a été introduit pour la première fois par Seilacher (1969), pour désigner une variété d'effets sédimentologiques induits par les secousses sismiques. Les séismites sont des déformations syn-sédimentaires des sédiments meubles non lithifiés en relation avec l'expulsion soudaine de l'eau sous l'effet d'ondes sismiques (Plaziat et Ahmamou, 1998; Montenat et al., 2007). Ces structures sont utilisées pour l'identification de séismes historiques (Meghraoui et Crone 2001; Obermeier, 1996 et Bouhadad et al., 2009), l'évaluation le degré de sismicité d'une région donnée (Kuribayashi et Tatsuoka, 1975 ; Youd, 1977 ; Youd et Perkins, 1978 ; Ambraseys, 1988 ; Gerassimos et al., 1993 et Jewell et Etensohn, 2004) et la détermination des périodes de retour des séismes (Sims, 1975; Obermeier et al., 1985; Marcos et al., 1996; Hibsich et al., 1997; Bowman et al., 2001; Ken-Tor et al., 2001). Dans la région de Jijel (Est-algérien) plusieurs épisodes scellés de déformations des sédiments meubles ont été observées sous différentes formes et tailles dans les dépôts côtiers du Quaternaire récent. Ces déformations s'observent dans les terrasses marines de la ville de Jijel (grès de plage et calcarénites) et dans les dépôts de sable dunaire dans la région d'El Kennar et au niveau de la plage El Bazol. Dans la région de Sidi Abdelaziz, dépôts dunaires sont affectés de dykes sédimentaires. Ces déformations sont le résultat de la liquéfaction de sédiments meubles, fraîchement déposés, non lithifiés, peu enfouis et saturés en eau. Plusieurs facteurs (endogènes et/ou exogènes) comme la pente, l'action des vagues ou d'une crue, ou pendant l'écroulement d'un matériel grenu le long d'une pente peuvent être le déclencheur des phénomènes de liquéfaction et générer ce genre de structures. Cependant, ces conditions ne peuvent s'appliquer aux grès de plage de la terrasse marine et aux dépôts de sables dunaires. Des chocs sismiques seraient la cause la plus probable et ces traits de paléoliquéfaction qualifiés à juste titre de séismites.

**Mots clés :** séismites, dépôts quaternaires, Jijel

## A combination of gravity and electrical resistivity for the structural study of Ain Azel region

D. Boubaya<sup>1</sup>, M.H. Bencharef<sup>1</sup> et F. Bendiab<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Laboratoire Eau et Environnement, Université de Tébessa, Algeria.

<sup>2</sup> Laboratoire de Géophysique, USTHB, B.P. 32, El Alia, 16111 Dar el Beida, Algiers, Algeria.

The Ain Azel region in northern Algeria is rich in mineral and water resources; however, its deep structure that contain them remains unknown. The study area is characterised by four (4) structurally contrasting geologic units. The Southern Tellian nappe of Djebel Sattor, the South Setifian allochthonous group represented by the Ain el Hadjar and Djebel Sekrine thrust slices, the Djebel Hajar Labiod anticline which belongs to the Hodnean parautochthonous group and the exotic or extrusive Triassic rocks exposed in an abnormal position, usually as diapirs. With these varying geological structures, the Ain Azel region is an interesting example, that one can analysis the tectonics of the whole eastern Algeria. In this study, gravity data and Vertical Electrical Sounding (VES) data are used respectively to study the whole area and the vicinity of the Kherzet Youcef fault. The minimum curvature method was used to prepare the complete Bouguer anomaly with a grid spacing of 500 m. A residual gravity map corresponding to short wavelength anomalies was prepared from the complete Bouguer anomaly using upward continuation. About twenty VES points were used to study the deep parts of the Kherzet Youcef fault, using the Schlumberger electrode configuration array with current electrode (A, B) and spacing between 3 and 6 km. The enhancement of gravity data revealed two gravity highs that correlate with the Djebel Sekrine and Djebel El Hassene. These two highs are separated by a large linear gravity low which correlates with Ain Oulmane - Salah Bey fault. The El Bahira diapir is characterized by an isolated strong gravity low, indicating that is deeply rooted. The modeling of this dipairic structure indicated that its top is at a depth about 2500 m below the surface level. The deep VES study of Kherzet Youcef fault enabled the mapping of the deep parts and the internal geometry of the area surrounding the fault.

**Key Words:** Ain Azel, Kherzet Youcef, El bahira, gravity, VES,

## Contribution of aeromagnetism to the identification of magnetized structures in North-West Algeria: evidences of active faults and underground structure.

H.Boukerbout, A.Abtout et B.Bouyahiaoui

*Centre de Recherche en Astronomie, Astrophysique & Géophysique-Observatoire d'Alger. Alger. Algeria. [s.boukerbout@craaq.dz](mailto:s.boukerbout@craaq.dz).*

The NW of Algeria is known as one of the most seismic active zone in Algeria and the West Mediterranean region. It constitutes a key area to study neotectonics structures and their geodynamical context. Until now, there is a little information about existence of deep active faults, which generate this strong activity. Potential fields data (aeromagnetic and gravity) are an important resource of information on crustal structure. The aim of this work is giving a reliable geometry of the major faults relative to the kinematics of this region. The results obtained from various filtered maps (shaded relief, derivatives, upward continuation) of the magnetic and gravity data were used to generate a structural map of the studied area. Whilst the continuous wavelet and ridgelet transforms can help in automatic detection of elongated structures in 3-D both onshore and offshore, to estimate their strike direction, shape and depth. The short wavelength potential fields anomalies are related to volcanic rocks on the coast and to the basement in sedimentary basins. The long wavelength anomalies are associated mainly with deep E-W structures, limiting the basins. In the North, similar structures have been identified in the Mediterranean Sea. This work yields to a 3-D image of the region and confirms the existence of several faults, localized or inferred, from former geological studies.

**Keywords:** magnetic anomalies, NW Algeria, wavelet and ridgelet transforms, ridgelet, 2-D and 3-D imaging, structural map.

## The 2012-2013 Bejaia, Algeria, earthquake sequence: source parameters, scaling relationships, stress tensor, stress change.

O.Boulahia<sup>1</sup>, I.Abacha<sup>1</sup>, A.Yelles-Chaouche<sup>1</sup> et H.Bendjama<sup>1</sup>

*<sup>1</sup>Centre de Recherche en Astronomie Astrophysique et Géophysique, Alger, Algérie. [o.boulahia@craaq.dz](mailto:o.boulahia@craaq.dz)*

The 2012-2013 Bejaia earthquake sequence (north-central Algeria) was occurred in the region of Babors chain and Bejaia Gulf where tectonics seems complex because it is the junction of several seismogenic zones. The aftershock distribution and the FM parameters show that the seismic sequence was generated by at least two subvertical left-lateral strike-slip faults trending NW-SE. The Source parameters of the major events of the 2012-2013 Bejaia earthquake sequence were estimated using data recorded by Broadband permanent stations of Algeria Digital Seismic Network (ADSN). The displacement spectra for P and S waves were analyzed by applying Brune's seismic source model to obtain the spectra parameters. Spectra were corrected from path attenuation using coda Q. The average seismic moment for P and S waves ranged from  $1.56 \times 10^{13}$  to  $9.10 \times 10^{16}$  Nm, with the logarithmic mean  $M_0(S)/M_0(P)$  ratio of 0.96. The source radius spanned from 168 to 1891 m, with average  $r(S)$  to  $r(P)$  ratio of 0.99. The stress drop varied from 0.1 to 5.9 MPa with an average ratio of 0.58. The corner frequency ( $f_c$ ) varies from 0.9 to 9.1 Hz and the moment magnitude ( $M_w$ ) ranges from 2.7 to 5.2. The scaling relation between the seismic moment, the source radius and the stress drop indicates a decrease in stress drop and source radius with decreasing seismic moment. We have also estimated the moment tensor solutions for the main shocks of this sequence. The seismic moment and the moment magnitude obtained show similar results compared to the results obtained by spectrum analysis. The focal solutions present a strike-slip faulting in agreement with those obtained by the first arrivals. We used these focal mechanisms to calculate stress tensor. The axis of the minimum principal stress is a nearly horizontal with E-W direction, while the axis of the maximum principal stress is also in a nearly horizontal with NNW-SSE direction, the medium principal stress is in a nearly vertical. The obtained stress field leads to strike slip regime with N182 direction in agreement with that obtained by (Stich et al 2006; Ayadi et al 2008) but present some difference with N325 obtained by Beldjoudi et al., 2009 for the 2006 Lalaam (Bejaia) earthquake. Finally, The Coulomb stress change shows charged zones along and at the ends of the NW-SE Kharreta fault, where future earthquakes are likely to be triggered. For example the epicenter of the last earthquake that hit the Aokas region on August 19, 2018 is located in a charged zone.

**Mots clés :** Babors chain, Bejaia Gulf, statistical analysis, scaling laws, moment tensor solutions, stress tensor, CFF.



## Cartographie des failles bordières du bassin de la Mitidja

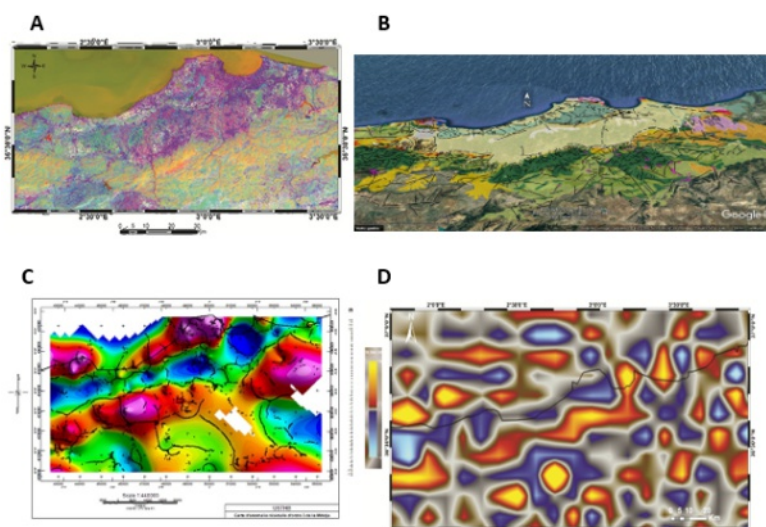
R.chebli<sup>1,2</sup>, A.Bendaoud<sup>1</sup>, D.Machane<sup>3</sup> et Z.Gaci<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Université des sciences et de la technologie Houari-Boumediène, Alger.

<sup>2</sup> Ecole est observatoire des sciences de la terre, Strasbourg, [ryma.chebli@etu.unistra.fr](mailto:ryma.chebli@etu.unistra.fr)

<sup>3</sup> Centre National de Recherche Appliquée en Génie Parasismique.

Le bassin de la Mitidja se situe juste au Sud d'Alger, au pied des Mont de l'Atlas se présente comme une vaste dépression recouverte par des dépôts alluvionnaires d'âge Quaternaire. Cette dépression correspond à un bassin allongé ENE-WSW de 100 km environ de long et de 20 km de large. C'est un bassin dont la formation a commencé au Miocène inférieur à moyen. Sa structure est encore mal connue et les failles sismogènes ne sont pas toutes identifiées MAOUCHE.S et al. (2011). Pourtant, la proximité avec la capitale Alger en fait une source de risque majeur en cas de fort séisme. En outre, l'expansion démographique fait que ce bassin est de plus en plus habité et que de nombreuses habitations se construisent à proximité des grandes failles déjà connues. Caractériser la structure de ce bassin représente donc un enjeu majeur en terme de risque HARBIA, S. et al. (2011).



**Figure 1.**

(A) Couleur composée RGB LandSat 8, (B) Carte linéaire faite à partir des traitements représentés sur fonds Google Earth, (C) Maxima du gradient horizontal posté sur la carte de l'anomalie résiduelle d'ordre 3, (D) Coupe horizontale à 3 km des contrastes de densités obtenue par inversion des données gravimétriques, la chaîne numidique de Mila-NE Algérie.



**Figure 2.** en haut de l'escarpement de la faille Sud Méridienne les calcaires miocènes sont affectés par des failles.

Notre étude est essentiellement basé sur la cartographie, et se veut une contribution à une meilleure connaissance de la géologie de la région algéroise afin de mieux appréhender son évolution récente avec les risques sismique quelle présente. Ce travail a consisté à utiliser trois outils différents pour la cartographie des failles qui délimitent le bassin de la Mitidja : le traitement d'images satellitales (Landsat 8 et Sentinel 2) ; des travaux de terrain (même si ils furent limités) et le traitement de données Gravimétriques. - l'intégration des résultats obtenus par les traitements d'images satellites au sein d'un SIG (Fig.1-A) permet une cartographie extrêmement précise aussi bien des failles majeures qui bordent le bassin de la Mitidja que les failles plus réduites qui les recoupent et les décalent ; - les mesures sur le terrain nous a permis de faire des vérifications sur la localisation de certaines de ces failles et de déterminer leur nature et leur jeu apparent (Fig.1B, Fig.2) ; - le traitement des données gravimétriques (Fig.1C-D)

a permis de confirmer l'existence de certaines failles qui pouvaient être ambiguës, telles que les failles N-S qui recoupent le bassin et l'Atlas Blidéen. Il permet également de retrouver la forme du bassin et la localisation des failles majeures qui le bordent et d'observer que le bassin se poursuit légèrement sous la mer vers le NE. L'inversion de ces données BOUBEKRI.H et al (2015), comme le montre une coupe horizontale à 3 km de profondeur du contraste de densités (Fig.1D), permet de voir la forme compartimentée du Bassin de la Mitidja et confirme la plupart des observations citées plus haut BEZZEGHOUD M. et al (1994).

Les différents technique ont apportés des arguments qui montrent que les outils utilisés, le traitement d'images satellites et de données géophysiques déjà disponibles peuvent donner des résultats qui non seulement sont loin d'être négligeables mais sont même parfois remarquables.

**Mots clés :** Mitidja- Imagerie Satellite- gravimétrie.



## Analyse De La Sismicite Du Nord-Est De L'algerie

M.Hamidatou<sup>1</sup>, Y.Mohammedi<sup>1</sup>, N.Hallal<sup>1</sup> et S.Lebdioui<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Centre de Recherche en Astronomie Astrophysique et Géophysique, Algérie [m.hamidatou@craag.dz](mailto:m.hamidatou@craag.dz)

<sup>2</sup>Departement de Génie Civil, Université 20 Aout 1955-Skikda, Algérie

L'objectif de cet article est le traitement statistique du catalogue sismique. La première étape consiste à la compilation du catalogue de sismicité pour l'Est de l'Algérie (267- 2018) à partir des différentes sources et agences (CRAAG, IGN, USGS, ISC,...). Dans ce cadre, les questions d'uniformisation et d'homogénéisation ont fait l'objet d'une attention particulière, ce qui a permis de suggérer des relations appropriées aux données acquises. Pour la seconde étape de ce travail, la notion de Declustering (élimination des répliques) et completeness (analyse de la complétude du catalogue) ont été largement abordées. L'adaptation de la méthode de Gardner et Knopoff (1974) ou encore celle de Reasenberg (1982) au fichier établi a permis d'une part une maîtrise complète de cette notion, qui est considérée comme une étape essentielle pour l'acquisition d'événements qui ont un caractère poissonien. L'introduction des deux méthodes de lecture graphiques (Nombre cumulé de séismes et la méthode de Stepp (1972), ont permis d'avoir les périodes de complétude pour chaque classe de magnitude.

**Mots clés :** b-value, magnitude de complétude, Algérie, catalogue de sismicité.

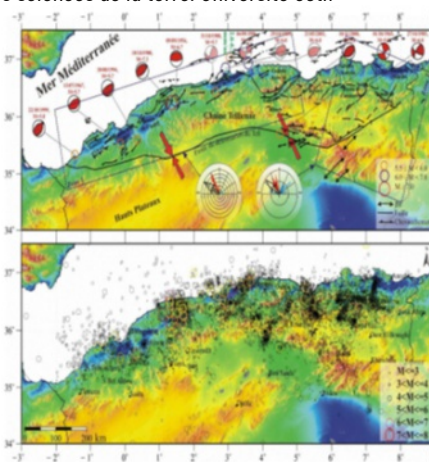
## Catalogue homogène de sismicité du Nord-est de l'Algérie et détermination de la magnitude de complétude

M.Hamlaoui et A. Demdoun

Département des sciences de la terre; institut d'Architecture et des sciences de la terre. Université Sétif

Un catalogue des tremblements de terre survenus dans le Nord est de l'Algérie entre 1954 et 2018 a été élaboré pour obtenir une homogénéité des magnitudes. Les données proviennent du Centre de recherche en astrophysique, astronomie et géophysique (CRAAG) et du centre international de sismologie (ISC), où les magnitudes des séismes sont rapportées à différentes échelles et proviennent de sources variées. Pour établir une expression de magnitude commune, à savoir une magnitude de moment équivalente  $M_w$ , de nouvelles relations mettant en corrélation les différentes échelles de magnitude sont obtenues en convertissant autant que possible les magnitudes rapportées dans les bulletins ISC. Après les conversions de magnitude, la magnitude de complétude  $M_c$  est recherchée en modifiant la méthode de la qualité de l'ajustement de Wiemer et Wyss (2000) afin qu'elle soit plus appropriée pour les ensembles de données avec un échantillon plus petit et des seuils de  $M_c$  plus élevés. La région d'étude est divisée en six régions plus petites sur la base de l'homogénéité des données spatiales, tandis que différentes périodes de performances de réseau sismique similaires sont reconnues et testées pour rechercher la variation spatio-temporelle de  $M_c$ . Les résultats obtenus dans chaque cas sont comparés à ceux obtenus par l'application initiale de la méthode et de qualité de l'ajustement et de la courbure maximale. Ils se révèlent très similaires, même s'il existe encore des cas avec une différence supérieure à 0,3 magnitude. La méthode de la qualité de l'ajustement est très sensible dans la sélection du pourcentage souhaitable d'adaptation d'une loi de puissance (90% ou 95%), tandis que la modification proposée la rend indépendante de cette sélection de niveau et donne de meilleurs résultats notamment pour les jeux de données comprenant les événements antérieurs à l'an 2000, lorsque des grandeurs de complétude plus élevées sont évidentes.

La motivation de ce travail est d'atteindre une homogénéité de magnitude dans le catalogue des tremblements de terre au Nord est de l'Algérie (figure. 1). À cette fin, toutes les magnitudes rapportées pour chaque tremblement de terre ont été collectées, puis des lois d'échelle ont été établies entre différentes échelles de magnitude, afin que les magnitudes soient converties en une échelle de magnitude du moment équivalente,  $M_w$ , largement reconnue comme étant la plus fiable. un pour exprimer la taille du séisme. Les estimations de magnitude sont disponibles auprès des réseaux régionaux de l'observatoire de CRAAG (Ambraseys N. N (1982, enhallou, H., Ferrer, A and Roussel, J., 1971), ainsi que avec des estimations de magnitude fournies par le Centre sismologique international (ISC). Nous avons découvert que la base de données ISC inclut tous les événements partiellement inclus dans les catalogues régionaux susmentionnés. nous avons donc décidé d'utiliser cette source pour notre analyse. Après conversions de magnitude et expression commune pour tous les événements de notre catalogue, nous cherchons la magnitude de complétude  $M_c$  et ses variations possibles, à la fois dans l'espace et dans le temps. La détermination de  $M_c$  est une condition préalable essentielle requise par de nombreux types de méthodes basées sur la sismicité et indique le seuil de magnitude minimum au-dessus duquel toutes les événements d'un catalogue donné sont enregistrés par le réseau sur un intervalle de temps spécifié. Dans les régions



**Figure 1.** carte sismotectonique de l'Algérie du Nord, montrant les principales structures actives dans le tectonisme (Meghraoui et al; 1988, Audia et al 2000, Harbi et al, 2011) ( en haut); en bas les grandes événements de  $M > 5$  pour la période (1954 au 2018).

bien surveillées, il est possible d'obtenir un  $M_c$  relativement faible, même pour les périodes antérieures. Comme notre site d'étude ne dispose pas de connaissances sur l'état et l'évolution du réseau, nous rechercherons son efficacité temporelle en divisant la région en six zones plus petites, permettant ainsi la similarité, puis nous reconnaitrons périodes de performances réseau stables. Cette analyse est préférable ici plutôt que de mapper  $M_c$  dans une grille plus dense en raison de la pénurie de données dans des zones plus petites. Néanmoins, nous avons également tenté de cartographier  $M_c$  en respectant certaines contraintes spatiales, puis comparé les magnitude de complétude résultant de chaque approche.

**Mots clés :** Catalogue de tremblements de terre avec magnitude de moment équivalent pour la l'Algérie de Est.

## Shallow Sediments layers characterization in Oued Fodda city by ambient vibrations data inversion

A.Issaadi<sup>1,2</sup>, K.Layadi<sup>1</sup>, A.Yelles-chauouche<sup>1</sup>, J.J.Galiana-Merino<sup>2</sup> and F.Semmane<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Centre de Recherche en Astronomie, Astrophysique et Géophysique (CRAAG), Algiers, Algeria. [A.Issaadi@craag.dz](mailto:A.Issaadi@craag.dz)

<sup>2</sup>University Institute of Physics Applied to Sciences and Technologies, University of Alicante, Alicante, Spain

The city of Oued Fodda is located in north-central Algeria in the margins of the Middle-Chelif basin. This region has suffered several destructive earthquakes, the strongest was the 1980 El-Asnam earthquake (Ms7.3). The causative fault of this earthquake is located about 1 Km north of the city of Oued-Fodda. It is well known that a good knowledge of the soil characteristics in a city may lead to better evaluate the seismic risk and therefore help to minimize damages in the future. For this purpose, we used ambient vibration data and the Horizontal-to-Vertical Spectral Ratio method (HVSr) to estimate the soil Fundamental frequencies ( $f_0$ ) and the corresponding amplitudes (AO) in the city of Oued Fodda. In a first step, the HVSr curves were inverted entirely to estimate the S-wave velocity in the shallow sediment layers. In the second step, we inverted only Rayleigh wave ellipticity curves. Finally, a comparison of the results is done and a velocity soil profile of the study area is suggested.

**Keywords:** Oued-Fodda, Chelif basin, ambient vibrations, fundamental frequencies, Rayleigh wave ellipticity.

## Transfert de contrainte et caractéristiques physiques des ruptures sismiques : Cas du Tell Atlas algérien et du Rif marocain

J.Kariche<sup>1,2</sup> et M.Meghraoui<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Institut de physique du Globe, Strasbourg, Université de Strasbourg, UMR 7516 CNRS,

<sup>2</sup>Faculté des Sciences de la Terre, Géographie et Aménagement du Territoire, USTHB, Alger.

Ce present travail est consacré à une séquence de tremblements de terre modérés à forts, de 1891 à 2003, avec une magnitude maximale de  $M_w=7.3$  qui s'est produite dans le Tell Atlas algérien. L'analyse géomorphologique des séismes historiques ainsi que l'analyse des mécanismes aux foyers et les données de sismicité historique donnent des régimes tectoniques en failles inverses. La modélisation  $\Delta CFF$  montre une augmentation de la contrainte de Coulomb de 0.1 bar à 0.8 bar à une profondeur de 7 km, sur la majeure partie des failles-cibles. Le coefficient de friction effective  $\mu'$  choisi est égal à 0.4 et suggère une augmentation de la pression des pores probablement associée à des déformations poroélastiques. La modélisation montre aussi, qu'il existe une distinction dans le déclenchement des tremblements de terre de tailles moyennes et de grandes tailles dans le Tell Atlas.

Une autre partie est consacré à une série de tremblements de terre et à la migration des contraintes dans le Rif marocain et la mer d'Alboran. Cette séquence sismique comprend trois séismes modérés à fort : le séisme du 26 mai 1994 ( $M_w$  6.0), celui du 24 février 2004 ( $M_w$  6.4) et celui du 25 janvier 2016 ( $M_w$  6.3). Cette séquence sismique nous a offert la possibilité de : (i) modéliser l'évolution de la contrainte de Coulomb en incluant la pression des pores, (ii) comprendre les mécanismes d'interaction entre ces trois séismes et (iii) analyser la mécanique de rupture et déduire le temps d'avancement de chaque séisme. La modélisation  $\Delta CFF$  et l'analyse de la sismicité montrent que cette séquence sismique est apparemment contrôlée par les propriétés poroélastiques de la couche sismogène.

**Mots-clés :** Contrainte de Coulomb, élasticité, faille, fluide, poroélasticité, sismicité

## Structure de la plaque Adriatique à partir du bruit sismique ambiant

R.Kherchouche<sup>1,2,3</sup>, A.Aoudia<sup>1</sup>, M.Ouyed<sup>2</sup>, F.Javed<sup>1</sup>, S.Pachhai<sup>1,4,5</sup>, M.Guidarelli<sup>1,6</sup>, J.Stipcevic<sup>7</sup>, M.Herak<sup>7</sup>, D.Manu-Marfo<sup>1,8</sup>

<sup>1</sup>The Abdus Salam international Center for Theoretical Physics (ICTP), Trieste, Italy. <sup>2</sup> Université des sciences et de la Technologie Houari Boumediene (USTHB), Alger, Algérie. <sup>3</sup> Now at Research center for Astronomy, Astrophysics and Geophysics (CRAAG), Algiers, Algeria. <sup>4</sup> Bullard Laboratories, Department of Earth Sciences, University of Cambridge, Cambridge, UK. <sup>5</sup> Now at Institute of Geophysics and Paleotary Physics, Scripps Institution of Oceanography, University of California, San Diego, California, USA. <sup>6</sup> Istituto nazionale Di Oceanografia Di Geofisica Sperimentale OGS, Sgonico (TS), Italy. <sup>7</sup> Department of Geophysics, Faculty of Science and Mathematics, University of Zagreb, Horvaticac 95, 10000 Zagreb, Croatia. <sup>8</sup> University of Trieste, Trieste, Italy

Plusieurs études sur la microplaque Adriatique expliquent le processus géodynamique de cette région par une convergence de la microplaque vers le continent européen, suivant une rotation au sens antihoraire, avec un pôle de rotation se situant au nord de l'Italie (N. Venisti et al 2005) (J. Stipcevic et al 2011). Dans notre étude, nous nous intéressons à la structure de la lithosphère sous la plaque Adriatique. Pour cela, nous avons utilisé des enregistrements continus du bruit sismique ambiant de 63 stations à large-bande (BHZ) pour une durée d'enregistrement de 4 années. La corrélation et la somme de ces enregistrements entre chaque paire de ces stations, nous a permis d'extraire plus de 1300 courbes de dispersion correspondantes aux vitesses de groupe, et plus de 790 courbes de dispersion correspondantes aux vitesses de phase des ondes de Rayleigh. Nous avons calculé les vitesses moyennes de ces courbes en utilisant une grille de taille 0.5 \* 0.5 degrés. Ceci nous a permis d'obtenir des cartes tomographiques à des périodes qui varient entre 5s et 45s pour les vitesses de groupe et des périodes qui varient entre 10s et 80s pour les vitesses de phase. Les résultats tomographiques obtenus sont en accord avec plusieurs études (A.pontevivo, G.F Panza 2002) (H. Li, F. Bernardi and A. Michelini 2010). En inversant simultanément les vitesses de groupe et de phase en utilisant une méthode d'inversion linéaire, nous avons pu déterminer les modèles de vitesses Vs sous chaque nœud de notre grille, atteignant des profondeurs de 200km avec une résolution spatiale latérale de 150km. Nous avons présenté aussi quelques sections verticales qui traversent la région d'étude qui mappent le gradient de vitesses représentant la croûte et le manteau supérieure de la microplaque Adriatique.

**Mots-clés:** Plaque Adriatique, bruit sismique ambiant, tomographie régionale, onde de surface.

## Les évidences morphotectoniques des séismes historiques de la région de Tizi Ouzou ( Grande Kabylie)

R.Lounis<sup>1</sup>, D.Machane<sup>2</sup>, S.Dahmani<sup>1</sup> et T.Saïki<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Université Mouloud Mammeri de Tizi Ouzou (UMMTO)

<sup>2</sup> Centre National de Recherche Appliquée en Génie Parasismique (CGS)

Les évidences morpho-tectoniques permettent de corroborer et d'identifier des séismes historiques d'une région donnée (Meghraoui et Crone 2001; Bouhadad al., 2009 et Obermeier, 1996) ainsi que la détermination de leurs périodes de retour (Sims, 1975; Obermeier et al., 1985; Hibsich et al., 1997; Ken-Tor et al., 2001) et l'évaluation du degré de sismicité (Youd et Perkins, 1978 ; Ambraseys, 1988 ; Gerassimos et al., 1993 et Jewell et Etensohn, 2004). Dans la région de Tizi Ouzou (Grande Kabylie) plusieurs épisodes sismiques ont induit des déformations à plusieurs échelles dans les dépôts quaternaires du bassin néogène de Tizi Ouzou (Aïte, 1994 ; Boudiaf, 1996) :

i) Des déformations syn-sédimentaires dans les sédiments meubles non lithifiés qui se traduisent par des phénomènes de liquéfaction provoqués par une expulsion brutale de l'eau : les séismites (Plaziat et Ahmamou, 1998, Montenat et al, 2007).

ii) Des soulèvements de compartiments géologiques provoquant une déviation d'un affluent de l'Oued Sébaou

iii) Des escarpements dans les terrasses alluviales du Quaternaire (Benhassaine. N , 1980)

iv) Des failles de triage dans les dépôts quaternaires (Seilacher A., 1969).

Ces déformations constituent des indices paléosismologiques : ce sont des preuves irréfutables des événements sismiques importants ayant affecté cette région dans le passé.

**Mots clés :** Bassin néogène - Dépôts quaternaire - Séismites - Failles de triage - Escarpements.

## Le Massif De Jebel Korbous (Tunisie Orientale) : Un Site Pedagogique Pour L'étude Des Georisques

R.Maamri, W.Marzougui et H.Chouaieb

Office National des Mines. Tunis. [ridha.maamri@onm.nat.tn](mailto:ridha.maamri@onm.nat.tn)

Le Jebel Korbous est un important massif qui culmine à 416 m et qui surplombe par une imposante falaise la bordure sud-ouest du golfe de Tunis. L'essentiel de la série géologique du Jebel Korbous correspond à la formation Fortuna d'âge oligo-aquitainien. IL correspond à une structure anticlinale dont le flanc occidental est effondré sous les eaux marines du golfe de Tunis, par une grande faille normale de direction subméridienne. Nos récents travaux basés sur la cartographie de détail, l'analyse morphologique des affleurements et les données bathymétriques de haute résolution ont permis de préciser l'allure générale de cet accident majeur qui montre un réseau de failles conjuguées NS, NW-SE et NE-SW. A l'échelle de la structure de Jebel Korbous, plusieurs facteurs agissent simultanément rendant cette structure très vulnérable. Ainsi, nous avons pu mettre en évidence des

déformations néotectoniques matérialisées par une faille normale de direction N145 qui affecte aussi bien un banc gréseux que la série conglomératique de la plage fossile tyrrhénienne et des éolianites würmiennes. De plus, des failles N-S affectant un dépôt de pente quaternaire encroûté indiquant une activité néotectonique qui s'exprime par des fractures N-S de pendages conjugués isolant une structure en micro-graben.

Par ailleurs, les niveaux gréseux de la formation Fortuna ainsi que les murs de soutènement, conçus pour la protection de la route sont très fracturés. Ils sont affectés par deux réseaux de failles normales de directions orthogonales (N30 à 50 et N130 à 150). L'effet de ces deux directions orthogonales provoque le détachement de gros blocs cubiques de grès. L'eau d'infiltration et de circulation favorise davantage le démantèlement de ces blocs. Les murs éclatent sous l'effet du poids des éboulis, que et la pression engendrée par le gonflement des intercalations argileuses. Ainsi, un système de glissement et de basculement de blocs généré par les fractures verticales parallèles, crée une situation d'instabilité dangereuse.

À la base, l'érosion marine provoquée par l'action hydrodynamique des vagues et des courants marins côtiers est très active. Elle attaque facilement les intercalations argileuses du pied de la falaise, laissant les niveaux gréseux plus durs en porte-à-faux.

Tous ces facteurs agissant simultanément, contribuent à l'éboulement et à l'effondrement progressif et continu des blocs de grès et à la détérioration de l'état de l'infrastructure.

**Mots clés :** jebel korbus, néotectonique, fracturation, éboulement, glissement, érosion marine.

## Moho depth and crustal velocity structure north of Algeria by teleseismic receiver function analysis

B.Melouk<sup>1,2</sup>, A.Yelles-Chaouche<sup>1</sup>, J.J.Galiana-Merino<sup>2</sup>, C.Aidi<sup>1</sup> and Fethi Semmane<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Centre de Recherche en Astronomie Astrophysique et Géophysique (CRAAG) Algiers, Algeria

<sup>2</sup> University Institute of Physics Applied to Science and Technologies University of Alicante, Spain

The Mohorovic discontinuity (Moho) which separates the Earth's crust from the underlying mantle, represents a major change in seismic velocities, chemical compositions and rheology. The depth of the Moho is an important parameter to characterize the overall structure of the crust; it can often be related to geology and tectonic evolution of the region. In northern Algeria, recent studies were conducted in the offshore Algerian margin (SPIRAL) particularly to estimate the Moho depth using different geophysical methods as for example the wide-angle seismic reflection. The results show that the continental Moho discontinuity is ranging for example for the central part of Algeria, between 20-25 km depth. In order to better constrain the Moho depth, we use in this work the teleseismic Receiver Function (RF) technique to estimate the crustal thickness and Vp/Vs ratios beneath the Algerian broadband seismic network. Indeed for this purpose, 17 broadband and very broadband stations, BBVS-60 and STS-2 sensors respectively, installed throughout the northern part of the country from east to west, are used. This provides a unique opportunity to map out the lateral variation of the Moho depth using the RF method. For now, we selected 35 earthquakes data (Mw>6.0) that occurred between January 2016 and June 2017 and recorded at an epicentral distance 30°-90° by several stations. All the selected 3C seismograms show a good signal-to-noise ratio (SNR). We calculated the P-wave RFs by deconvolving the radial component of the seismogram by the vertical component to obtain the PS converted waves. We used the RF stacking algorithm (H-K stacking method) to transform the time domain waveforms into the depth domain, which usually gives the best estimations for both the crustal thickness and Vp/Vs ratios. As preliminary results, we obtained the Moho depth beneath each broadband station. Our obtained first results are in agreement with the recent results obtained during the SPIRAL project using a tomographic inversion of the travel times along a wide angle seismic profile. In the next step of this study, we will apply this technique to all available data to obtain a 1 D velocity profile beneath each station and the generating a 3D map of the Moho depth variation in northern Algeria.

**Keywords:** Receiver function, Crustal thickness, Mohorovic discontinuity (Moho)

## Etude sédimentologique d'un cône alluvial du Quaternaire de la région d'Oued Harbil

I.Metatla, L.Bentoudja, R.Hamdidouche et N.Benkerrou

Faculté des Sciences de la Terre, Géographie et Aménagement du Territoire, USTHB, Alger.

Nombreux au pied des reliefs, les cônes alluviaux constituent un lieu privilégié du stockage de l'information concernant l'évolution de leur bassin versant (J.N. Salomon 2007). La présente étude analyse pour la première fois la structure interne d'un cône alluvial du Quaternaire situé à oued Harbil (Damous), le cône repose en discordance angulaire sur les flyschs maurétanien (C. Lepvrier 1969) et massylien (F. Oussaid 2009). Une coupe stratigraphique ainsi que des analyses granulométriques, calcimétriques, diffraction à rayons X et biostratigraphiques ont été réalisées et nous ont mené à une meilleure compréhension de son édification et de son évolution. Les dépôts observés dans la coupe sont massifs et mal triés, ils sont composés de fragments anguleux grossiers entre lesquels on retrouve une matrice abondante constituée d'argiles et de sables, ces dépôts sont de composition locales (flyschs) liés à une mise en place par des écoulements générés lors de précipitations de forte intensité. Les dépôts fins quant à eux sont liés à des périodes d'accalmie ou l'installation des paléosols a été favorable. La sédimentation continue et horizontale est dû probablement à des eaux stagnantes ; la mise en place de nos cônes alluviaux s'est produite de façon épisodique. Ce mémoire établit les bases pour les futures études sur la dynamique des cônes alluviaux évoluant en milieu humide au Nord de l'Algérie.

**Mots clés :** Cônes alluviaux, Quaternaire, Granulométrie, Diffraction à rayon X, Damous.

## Identification de la déformation de surface liée aux séismes modérés dans le Tell Atlas par l'InSAR : Cas du séisme de Mihoub (28 mai 2016, Mw5.4)

S.F.Z. Miloudi<sup>1</sup> et M.Meghraoui<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Département de Géodésie Spatiale, Centre des Techniques Spatiales, Oran-Arzew. [miloudi.cts@gmail.com](mailto:miloudi.cts@gmail.com)

<sup>2</sup>Institut de physique du Globe (IPGS), Strasbourg, France.

L'imagerie SAR est un outil utile pour quantifier les déformations Co-sismiques et Post-sismiques en surface. L'application des méthodes de l'InSAR aux séismes de Ain Témouchent (22/12/1999) de magnitude Mw5.7 et de Zemmouri (21/05/2003) de magnitude Mw6.8 ont montré l'existence d'une déformation Co-sismique et Post-sismique perceptible en surface grâce aux images ERS et ENVISAT de l'ESA (Belabess et al. 2009). Dans ce travail nous recherchons le niveau de détection d'une déformation de surface pour des séismes de magnitude modérée inférieurs à Mw 5.5. Nous présentons l'identification et l'analyse des déplacements de surface associés au séisme du 28 mai 2016 de Mihoub (wilaya de Médéa), situé à 60km au sud-est d'Alger. Le séisme de magnitude Mw5.4 est superficiel est localisé à 5.4km ±2 km de profondeur (Khellif et al. 2018). A cet effet, le traitement des images Sentinel 1A a été utilisé pour mettre en évidence la zone de déformation et caractériser l'ampleur des déplacements en surface liée au choc principal. Le traitement prend en compte les effets de la topographie par l'utilisation des données SRTM 1sec (USGS, 2018), ainsi que les corrections orbitales et atmosphériques qui peuvent affecter le signal radar (Goldstein and Werner, 1998). A partir d'un ensemble d'interférogrammes trois franges réparties en lobe indiquent un déplacement minimum de 8,4 cm en LOS, ce qui implique une bonne signature de déformation en surface. La méthode InSAR permet de caractériser un déplacement Co-sismique en surface lié à un séisme de magnitude modérée inférieure à Mw 5.5.

**Mot-clé :** InSAR, Co-sismique, interférogramme,

## Techniques d'élaboration d'un sismogramme artificiel

M.Mobarki<sup>1</sup>, A.Talbi<sup>1</sup>, D.Machane<sup>2</sup> et F.Bellalem<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Centre de Recherche en Astronomie Astrophysique et Géophysique (CRAAG), Alger, Algérie. [mourad.mobarki@gmail.com](mailto:mourad.mobarki@gmail.com)

<sup>2</sup>Centre de Génie Sismique (CGS) BP 252.Hussein Dey Alger, Algérie.

La construction des ouvrages d'art stratégiques (barrage, centrale nucléaire etc....) nécessite une étude d'évaluation préliminaire de l'aléa sismique spécifique au site de construction. Une telle étude peut être confrontée au manque de données relatives à la sismicité de la région. Cette contrainte majeure conditionne aussi la réalisation de l'étude de la vulnérabilité du site. Plusieurs solutions potentielles peuvent être envisagées, en particulier l'utilisation des enregistrements des séismes types (El Asnam, Imperial Valley, Northridge...etc) qui sont généralement sélectionnés à partir d'un catalogue national ou mondial. Une autre solution alternative consiste en la réalisation d'un sismogramme artificiel. Dans cette étude, on se propose de discuter les différentes étapes de l'élaboration d'un sismogramme artificiel. L'élaboration commence par la génération d'une première fonction du temps dont la forme nécessite des transformations dans le domaine temporel et fréquentiel pour arriver à une forme similaire à un accélérogramme. La première transformation consiste à multiplier la fonction précédente par une autre fonction non stationnaire pour permettre de reproduire les variations de l'amplitude dans l'accélérogramme réel. La deuxième transformation permet d'intégrer un contenu fréquentiel semblable à celui d'un accélérogramme réel. Les données relatives au spectre cible sont intégrées en utilisant le rapport entre les ordonnées des deux spectres cible et calculé, et ce pour chaque fréquence de la transformée de Fourier. Le choix des différents paramètres correspondants est aussi discuté. Dans cette étude, l'application est illustrée par des données réelles correspondantes à une colonne stratigraphique. L'évaluation du sismogramme artificiel construit peut se faire en comparant les résultats obtenus en surface (PGA, PGV, PGD) par un séisme artificiel et un autre réel.

**Mots clés :** sismogramme artificiel, vulnérabilité, ouvrages stratégiques, spectre.

## Structures Riedel des grands décrochements néotectoniques maghrébins : cas des failles de Thénia et de Hammam Melouane

H.Moulouel, D.Ait Benamar, R.Bensalem, E.Oubaich et D.Machane

Centre National de Recherche Appliquée en Génie-Parasismique, CGS, rue Kaddour Rahim B.P. 252 Hussein-Dey Alger.

La faille de Thénia est la structure décrochante la plus importante passant à proximité des régions d'Alger et Boumerdes. Elle recoupe l'extrémité NE continentale du bassin néogène de la Mitidja. Le segment oriental de cette faille apparaît, au niveau de la région de Thénia, avec une orientation N115° à N120°, le contact géomorphologiquement bien marqué juxtapose à l'affleurement, sur 5 km de distance, la granodiorite massives d'âge miocène aux marnes grises d'âge Miocène et/ou Pliocène (Ficheur 1891; Ait 1994; Belanteur et al. 1995 ; Boudiaf et al. 1999). A la lumière de travaux récents, des progrès ont été fait sur des problématiques relatives au rôle sismotectonique, potentiel sismogénique, structure interne ainsi que la localisation exacte de cette faille majeure (Moulouel et al. 2017). Dans le même axe, les nouvelles données acquises permettent de caractériser les structures Riedel imprimées aux environs de la zone de faille principale. La faille décrochante de Hammam Melouane, orientée N115°, est de la même famille que la faille de Thénia ; sa signature en surface fondue dans un paysage très déformé la rendu pour longtemps peu évidente ; mais grâce à la crise sismique de 2013 à 2015 qui a secoué la région de Hammam Melouane ; des investigations géologiques et sismologique entreprises ont permis d'en connaître d'avantage sur son tracé, structure interne et surtout la fracturation en système Riedel la caractérisant.

**Mots clés :** Faille de Thénia – Faille de Hammam Melouane – Structures Riedel – Décrochement.



## Seismic Anisotropy of north Algeria from shear-wave splitting analysis

Z. Radi et A. Yelles-Chaouche

*Centre de Recherche en Astronomie Astrophysique et Géophysique (CRAAG), Alger, Algérie.*

There are only few studies of internal deformation under Northern Africa; firstly we studied the eastern north area and results published (Radi et al 2015), here we present such a study. We analyse teleseismic shear-wave splitting for the north part of Algeria, which improves our knowledge of lithospheric and asthenospheric deformation mechanisms in this region. The data are from several broadband (BB) stations that have recently been installed in this part of Algeria (Yelles et al 2007). This allows us to study waveform data generated by many tens of teleseismic events that were recorded at seventeen broadband stations. These stations cover thus a large area from the Tellian geological units in the North to the Saharian Atlas units in the South. Analysis of SKS-wave splitting results in significant spatial variations in fast polarization orientation, over scale length of 100 km and possibly less. The seismic anisotropy shows three clear spatial patterns observed at the stations. One pattern is a general ENE-WSW orientation observed for the subsurface under the stations in the North. This polarization orientation follows the direction of the Tell Atlas mountain chain, which is perpendicular to the convergence direction between Africa and Eurasia. Delay times vary significantly across the region, between 0.6 and 2 sec. At several stations there is an indication of a WNW-ESE polarization orientation, which is apparently related with a later geodynamic evolution phase of this region. A third pattern of seismic anisotropy emerges in the South, with roughly N-S orientation. We discuss the observations in light of geodynamic models and present-day geodetic motion.

**Mots clés :** Seismic anisotropy – Shear wave – Splitting – Deformation.

## Archaeoseismology in Algeria: Observed Damages Related to Probable Past Earthquakes on Archaeological Remains on Roman Sites (Tel Atlas of Algeria).

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

<sup>1</sup>Institut d'Archéologie, Université d'Alger 2

<sup>2</sup>Centre de Recherche en Astronomie Astrophysique et Géophysique

For the period before 1365, the catalogue of historical earthquakes in Algeria remains sparse. A number of earthquakes have been identified in archived documents, and yet others can be inferred from their damage to archaeological structures. In this study, we focus on the Roman period (BC 146-429), the Vandal and Byzantine period (AD 429-533) in the region of the Tell Atlas. In this study, we aim at contributing towards archaeoseismology in Algeria by presenting examples of observed damage and disorders on several Roman sites. The deformations and disorders observed in this study were carefully analyzed following observations that have been made by other authors on other sites. The Roman sites we have examined are located within the Tell Atlas considered as a seismic active zone in northern Algeria. We tried to identify the action of probable past strong earthquakes considering the damage observed on archaeological structures.

Attention was given to deformation that is not of seismic origin but of bad repairing procedures or other source of action. The bad repairing process was observed on several sites as on the Septime Severe Temple and Arch of Caracalla in Cuicul which are the best examples. The Septime Severe Temple was badly repaired as shown by the old and recent pictures of the structure, and the Arch of Caracalla was disassembled for transportation to France (during the French colonization in the beginning of the twentieth century) and reassembled on site, unfortunately with some deformation and disorders on it.

We focused in this study on damage and disorders that are related to probable earthquakes. This work should be completed by a detailed tectonic investigation in the archaeological sites and their surroundings to identify active faults. Much remains to be done on the dating of damage and the seismic events associated in relation with the tectonic context where the archaeological site is located. This will be useful and be the objective for seismologists dealing with historical seismology who need to assign dates on the observed damage. In Algeria, except for few seismic event retrieved from some epigraphic documents, the seismic catalogues seriously suffer of lacks for the period prior to 1365. The recognition of earthquake effects on archaeological sites should lead us to pay more attention to this heritage to better save them by engaging a serious policy of preservation of the archaeological heritage.

**Key words:** Archaeoseismology, damage, Roman sites, earthquakes, seismic catalogues.

## Induced Effects Of An Earthquake In The Region Of Algiers, Algeria

O. Sadou, A. Haddouche, H. Bourenane et C. Louni

Landslides, rock blocks falls, liquefaction, the appearance of surface fault and flood present the principle geological-hazard in relationship with earthquakes, will be mapped in the region of Algiers.

The determination of these areas passes through a qualitative and quantitative analysis based on a recognition of the soil conditions: geological, lithological, hydro-geological, topographic, morphological and geotechnical.

The assessment and mapping of the degree of induced hazard allows to individualize homogeneous areas that can behave similarly during earthquakes.

**Keywords:** geological hazards, landslides, liquefaction, seismic loads, Algiers.

## Cartographie par technique GPS du tracé de la faille d'El Asnam

A.Sebbane, S.Khantar, K.Lamali et A.Yelles-Chaouche

Centre de Recherche en Astronomie Astrophysique et Géophysique (CRAAG), BP 63 Route de l'observatoire Bouzareah 16340 Alger, Algérie.

Afin de mieux comprendre et modéliser les phénomènes sismiques dans le nord Algérien en générale et en particulier dans la région du Chélif, Nous sommes en train de faire une cartographie détaillée des tracés de surface de la faille provoquées par le séisme d'El Asnam du 10 octobre 1980, et mettre à jour les travaux précédents de cartographie, qui ont été réalisés pendant les années 1980. Dans ce but, nous cherchons à identifier, délimiter et matérialiser la partie restante du tracé superficiel de la faille de Chlef. Ceci pourrait être un ouvrage de référence, aux chercheurs et étudiants dans leurs futures études et projets, et permettra de fournir, aux institutions et organismes étatiques concernées, un guide pour intégrer cette faille dans les futurs projets et les programmes d'aménagement du territoire d'urbanisme. Ce travail est basé sur les résultats, des premières campagnes de recherche, qui ont été menées dans la région d'El Asnam (H.Philip et M.Meghraoui, 1980. G.Yielding et al, 1981. K.Lammali et al, 1990), et à lumière de ces résultats, nous avons pu recueillir des informations qui nous ont permis de réaliser ce projet. Notre méthode de travail est fondée sur : • La synthèse des connaissances géologiques et sismotectoniques de la région par la collecte et l'analyse des diverses publications (notices des cartes géologiques, thèses, autres publications) et données cartographiques (géologiques, MNT, sismicité). • Une synthèse des connaissances par failles et leurs classifications selon leur type. • L'identification des différents phénomènes observés et leurs cartographies par un GPS de navigation de type Garmin Cxs60. Notre expérience sur le terrain nous a montré qu'au fil des années après le séisme du 10 octobre 1980, la nature de la roche et du sol sont la mémoire des tracés de surface. Ces tracés ont presque disparu, surtout sur les terrains de Quaternaires ; les parties restantes ont été affectées par les différents facteurs de l'altération et l'érosion. La disparition des parties du tracé superficiel de la faille d'El Asnam, et la diminution de ces déformations observées, ne diminue pas l'importance de son activité et son existence dans la région de Chélif, et à cette fin, nous avons lancé ce projet de cartographie et nous travaillons toujours à le développer.

**Mots clés :** La faille d'El Asnam, Chlef, 10 octobre 1980, Cartographie, Zone de rupture

## Les indices de la paléosismicité dans la région de Tizi Ouzou

N.Sidi Said<sup>1</sup>, A.Benhamouche<sup>1</sup>, S.Aourari<sup>1</sup>, D.Machane<sup>1</sup> et S.A.Kechid<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Centre National de Recherche Appliquée en Génie Parasismique (CGS). [nadsidsaid@yahoo.fr](mailto:nadsidsaid@yahoo.fr)

<sup>2</sup> Université des Sciences et de la Technologie Houari Boumediène, Algiers, Algeria

Les dépôts quaternaires et côtiers de la Grande Kabylie montrent des déformations typiques de paléosismicité, y compris des paléoliquéfaction (sismoslumps, coins thixotropes, dish...), le soulèvement côtier, et les blocs. Les observations de terrain indiquent que ces déformations existent à la limite du bassin de Tizi Ouzou. Cette étude a démontré que ces structures sont liées aux paléoséismes. Plusieurs arguments démontrent l'origine sismique : la nature thixotropique des déformations et leur position dans des dépôts qui est juste avec la limite bassin socle, les encoches au niveau de la cote qui sont des bons indicateurs des soulèvements marins. Cela permet de caractériser ces déformations comme des indices de paléosismicité et permet de révéler l'existence de traces d'anciens séismes qui auraient affecté cette région.

**Mots clés :** Séisme - paléoliquéfaction - Grande Kabylie - Paléoséismologie

## Particularité morphogéologique et des indices néotectonique dans la région de Tébessa

H.Taib, B.Chaouki et A.kahiari

Laboratoire de recherche ressources naturelles et milieu sensible, université D'Oum el Bouaghi Algérie [housemboutarfif@gmail.com](mailto:housemboutarfif@gmail.com)

La zone d'étude se situe à l'extrémité orientale des chaînes de l'Atlas saharien, aux confins algéro-tunisiens sur le piémont Nord des Nememchats. Dans ce contexte s'engage cette étude pour la caractérisation des zones à risques de mouvement des masses rocheuses dans la ville de Tébessa ainsi que leur relation avec les failles actives de la région. Les objectifs de cette étude sont repérer des failles actives susceptibles de produire des glissement du terrain par l'étude des traces et empreintes laissées dans le paysage. L'analyse des carte topographique, des différents lèves géologique, l'analyse morpho-structural et photo-interprétation ainsi que les observations sur terrain montrent une multitude de particularités morpho-géologique au niveau de cette région telles que : Ravinement linéaires très développés dans marne et argiles. Présence de versants rectilignes alignés probablement sur des segments d'accidents tectonique. La mise en évidence de la subdivision du bassin d'effondrement Morsott Tébessa en trois rameaux ou branches, Morsott, Hammamet BelKfif et Tébessa La carte montre des glissements assez actifs dans la région de Bordj Hadj Abdallah, sur le flanc oriental du Guerigueur et à l'aval de l'Oued El Mebdaoua Escarpements de failles directionnelles (avec éboulis). Les formations moi-plio-quaternaire sont très fracturées dans un certains endroits. Toutes ces particularités morpho-géologique nous amènent à penser que la région de Tébessa à du connaître des périodes d'activités

**Mots clé :** Tébessa , faille, glissement, morpho-géologique, néotectonique.

# ***DOMAINE SAHARIEN***



## Le Complexe Récifal Serpukhovien (Carbonifère inférieur) dans la bordure Méridionale du Bassin de Bechar : Lithologie et répartition de la faune benthique.

M.Aimouch<sup>1</sup>, K.Atif<sup>2</sup> et T.Faiçal<sup>2</sup>

<sup>1-2</sup> *Laboratoire de Paléontologie Stratigraphique et Paléoenvironnement, Université d'Oran, Algérie. [aimouchmed@yahoo.com](mailto:aimouchmed@yahoo.com)*

Le bassin de Béchar occupe une place primordiale sur le craton ouest africain et correspond au domaine compris entre la chaîne atlasique au nord et la chaîne de l'Ougarta au sud. Les terrains paléozoïques affleurent largement et, particulièrement, ceux du carbonifère qui présentent une puissante série marine très fossilifère, avec notamment les complexes récifaux du Serpukhovien, dont le présent travail, qui s'en dégagera une vue d'ensemble sur la répartition de la faune benthique liée à la construction récifale de la formation de Djenien (Serpukhovien supérieur) dans le secteur Arlal- EL Mouggar.

Ce dernier est situé à environ 65 km au sud de la ville de Béchar et correspond à la bordure méridionale du bassin qui a enregistré ce phénomène récifal pendant cette période.

L'analyse lithostratigraphique et paléontologique menée dans ce secteur est basée sur le levé de plusieurs coupes lithologiques dans différentes localités (Djebel Arhlal, Hassi Arhlal, EL Mouggar), dont l'étude comparative a permis d'obtenir un schéma global du complexe récifal et de la faune benthique associée le long de la marge récifale méridionale de la région de Bechar.

Aux niveaux des coupes étudiées on peut définir une succession de trois principales unités: unité anté-récifale – récifale et post-récifale. La première unité montre une dominance marno-calcaire évolue progressivement vers le haut à des niveaux de plus en plus carbonatés, ces derniers exposent une concentration et une variété de faune benthique dont les représentants sont le plus souvent des échinodermes, des fragments de gastéropodes, de brachiopodes et de polypiers solitaires, des foraminifères et quelques algues.

L'unité récifale, correspond au récif au sens strict. Elle est représentée par un biostrome édifié essentiellement par des coraux hermatypiques (surtout des Lithostrotions) auxquels s'associent des matériaux biodétritiques et une variété de faune benthique (brachiopodes, crinoïdes, polypiers solitaires, gastéropodes).

L'unité post-récifale correspond à des arrivées détritiques et des calcaires argileux noduleux. Des polypiers solitaires de taille décimétrique, d'abord très fréquents, deviennent progressivement moins abondants dans les calcaires crinoïdiques et dolomitiques supérieurs. Outre des gastéropodes et des goniatites, les brachiopodes sont dominés surtout par des Productidae. Cette unité montre aussi une ultime tentative de réinstallation d'une nouvelle colonie de polypiers (Siphonodendron) dont l'épaisseur ne dépasse pas 10 cm.

**Mots clés :** Algérie, bassin de Bechar, Arhlal-El Mouggar, récif, faune benthique.

## The Neoproterozoic metamorphic history of the upper Egéré unit from the Egéré-Aleksode terrane (Central Hoggar, South Algeria)

A.Arab<sup>1,2</sup>, K.Ouzegane<sup>2</sup>, U.Linneman<sup>3</sup>, G.Gaston<sup>4</sup>, S.Doukkari<sup>2</sup>, A.Bendaoud<sup>2</sup>, J-R.Kienast<sup>4</sup> et S.Zetoutou<sup>2</sup>

<sup>1</sup> *Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et des Sciences de la Terre, Université de Bouira (UAMOB), Bouira, Algeria. [a.arab@univ-bouira.dz](mailto:a.arab@univ-bouira.dz)*

<sup>2</sup> *LGGIP, FSTGAT, USTHB, BP 32 El Alia, Dar el Beida, 16111 Algiers, Algeria. [amarab@usthb.dz](mailto:amarab@usthb.dz)*

<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> *IPGP, 1, rue Jussieu, 75238 Paris Cedex 05, France*

The upper Egéré metasedimentary unit consists of various lithologies, essentially kyanite-bearing metapelites, marbles, quartzites and mafic rocks. This area shows enormous masses of highly mature metasediments that have reached an eclogitic facies conditions during the Pan-African orogeny. The obtained geochemical and U-Pb results provide a wide range of information concerning the source and material as well as their metamorphism history.

The geochemical results reveal an E-MORB affinity for the eclogite's basaltic protoliths, whereas the metapelitic protolith is similar to the North American Shale Composite (NASC) and to the Post-Archean Australian Shale (PAAS); furthermore, the source of sediments is likely a mixture of felsic and intermediate rocks deposited predominantly in a passive margin.

The cathodoluminescence (CL) images of zircons either in metapelites or quartzites reveal an internal age zoning of the majority of grains, with an inherited detrital core and metamorphic overgrowth rim. Two main ages were identified: Archean to Proterozoic zircons with an age between 3094 and 1672 Ma derived from different cratons and terranes from the neighborhood areas (Tuareg shield, Gour Oumelalen, Arechchoum basement) or from foreign areas (The Amazonian craton).

The second zircon population is Neoproterozoic in age (745-588 Ma) and considered as a result of the Pan-African orogen. The peak of the high pressure Pan-African metamorphic event is recognized by the eclogitic metapelites at  $648 \pm 10$  Ma.

The textural observations noticed in both felsic and mafic rocks are interpreted via the application of P-T pseudosections. These phase diagrams were calculated in a  $\text{Na}_2\text{O}-\text{CaO}-\text{K}_2\text{O}-\text{FeO}-\text{MgO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2-\text{H}_2\text{O}-\text{TiO}_2-\text{Fe}_2\text{O}_3$  (NCKFMASHTO) system. Detailed assessment indicate that the Egeré rocks followed a clockwise PT path, with a prograde trajectory till the metamorphism peak conditions (18 kbar and 700-800 °C), that was followed by strong decompression down to around 8-9 kbar and 700-750 °C. This evolution is related to the structuring of the Hoggar along the Pan-African orogeny.

**Keywords:** Egeré – Metapelite – eclogite – geochemistry – U-Pb geochronology.

## Mapping and discriminating the Pan-African magmatic rocks of Oued Takalous area (Central Hoggar) through airborne geophysics and Landsat 8 OLI data.

K.Araïbia<sup>1</sup>, C.Harouz<sup>2</sup>, K.Amri<sup>1</sup>, M.Amara<sup>2</sup>, A.Bendaoud<sup>1</sup> et M.Hamoudi<sup>2</sup>

<sup>1</sup> LGGIP, FSTGAT, U.S.T.H.B., B.P. 32 El Alia, Dar el Beïda, 16111-Algiers, Algeria. [araibia.kawther@gmail.com](mailto:araibia.kawther@gmail.com)

<sup>2</sup> LGOPH, FSTGAT, U.S.T.H.B., B.P. 32 El Alia, Dar el Beïda, 16111-Algiers, Algeria.

The study area belongs to the Tuareg Shield which was built up during the Pan-African orogeny. It is located in Central Hoggar at the junction of four terranes with different geological histories. In Oued Takalous area we observe several magmatic bodies that intrude paleoproterozoic orthogneisses and metasedimentary rocks. Airborne geophysics, particularly gamma ray spectrometry made easy the discrimination of lithological formations such as the different granitoids, basic, metamorphic and sedimentary rocks (Zerrouk et al., 2016).

With these methods, we define different granitoids and basic rock types according to their geochemical signatures on the total count (Tc), potassium (K), thorium (Th) and Uranium (U) maps. On the other hand, magnetic data enabled us to report the direction and depth of major lithospheric shear-zones which are often oriented N-S and 10km deep.

The use of Landsat 8 OLI satellite images of Oued Takalous region has also been useful to highlight the Pan-African deformation that affects the studied rocks through various spectral and textural enhancements. The structural mapping showed lineaments mainly oriented NNE-SSW, NE-SW, NW-SE and N-S. We consider that during the final compressive phase, the unquantified E-W shortening in this region, wedged between the West African craton and the Saharan metacraton (Caby, 2003; Liégeois et al, 2003) may have been absorbed by lateral movements along shear zones with a main sinistral component.

**Key words:** Tuareg shield, Central Hoggar, Pan-African, Airborne geophysics, Remote sensing, Geological mapping.

### References:

Caby, R. (2003). Terrane assembly and geodynamic evolution of Central-Western Hoggar: A synthesis. *Journal of African Earth Sciences*, 37, 133-159.

Liégeois, J.P., Latouche, L., Boughrara, M., Navez, J., Guiraud, M., 2003. The LATEA

metacraton (Central Hoggar, Tuareg shield, Algeria): Behavior of an old passive margin during the pan-African orogeny. *Journal of African Earth Sciences* 37, 161-190.

Zerrouk, S., et al., Mapping and discriminating the Pan-African granitoids in the Hoggar (southern Algeria) using Landsat 7 ETM<sub>p</sub> data and airborne geophysics, *Journal of African Earth Sciences* (2016)

## Apport de la Télédétection (Traitement d'images Land-Sat et Aster Global DEM), des données aéro-magnétiques et spectrométriques dans l'étude géologique de la région d'Asséo (Bassin de Tin Séririne).

L.Asselah<sup>1</sup>, A.Bourouis<sup>1</sup>, S.Bagdi-Issaad<sup>1,2</sup> et D.Groun<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Faculté des Sciences de la Terre, Géographie et Aménagement du Territoire, USTHB, Alger. [d.asselah.letissia@gmail.com](mailto:d.asselah.letissia@gmail.com)

<sup>2</sup> Institut de physique du Globe, Strasbourg, Université de Strasbourg, UMR 7516 CNRS,

<sup>3</sup> Centre de Recherche Nucléaire, Draria, Alger.

La feuille d'Asséo occupe le flanc Nord-Est du bassin sédimentaire de Tin Séririne. Elle est caractérisée par ses concentrations uranifères traduites par le gisement Tahaggart. Les anomalies radiométriques sont mises en évidence le long du contact socle Précambrien-couverture Paléozoïque.



Les études géologiques et géophysiques sont utilisées pour comprendre l'aspect géologique de cette région. Pour cela nous nous sommes basés sur les moyens récents de prospection, à savoir la télédétection en utilisant les Landsats et les Asters. Celles-ci nous ont permis la discrimination de la lithologie et des linéaments. Un traitement de données aéro-magnétiques a été réalisé pour la détection des anomalies magnétiques. Enfin une étude aéro-spectrométrique nous a permis la distinction des différentes formations lithologiques et de mettre en évidence les zones potentiellement intéressantes pour une exploitation d'uranium dans la région.

La superposition litho-spectrométrique, nous a permis la distinction entre le socle et la couverture quant à la corrélation structuro-magnétométrique appliquée par la méthode de Déconvolution d'Euler a été utilisée pour la détermination des structures tectoniques.

**Mots-clés** : Asséo, Tahaggart, Tin Séririne, Télédétection, aéro-magnétique, aéro-spectrométrique, méthode de Déconvolution d'Euler.

---

## Utilisation de l'imagerie satellitaires (rapports de bandes et ACP sur les images Landsat 8) pour la discrimination des formations géologiques et les volcanites dans les monts d'Ougarta, Algérie.

N. Atmane<sup>1</sup>, T. Bouïma<sup>1</sup>

*1*Département des Sciences de la Terre, IAST, Université Ferhat Abbas, Sétif. [nassim.atmani@univ-setif.com](mailto:nassim.atmani@univ-setif.com)

Des roches volcaniques ont été décrites dans les monts d'Ougarta (Chikhaoui, 1974, Remichi, 1987), et sont représentées sur les cartes géologiques de la région qui sont très anciennes et ne couvrent pas toute l'étendue de la chaîne. La cartographie de ces volcanites manque ainsi de précision. L'intégration des différentes techniques de la télédétection permet une bonne discrimination des formations géologiques de l'Ougarta ainsi que des massifs volcaniques et leurs répartitions spatiales. Dans ce travail, nous avons utilisé différents traitements sur les images multi-spectrales de Landsat 8, qui nous fournissent des bandes allant du visible jusqu'au SWIR 2 avec une résolution de 30m. Les premiers traitements ACP ont permis de faire ressortir les grands ensembles magmatiques et sédimentaires (les roches volcaniques ont tendance à avoir un fort contraste aux bandes SWIR, alors que les formations sédimentaires quartziques et arkosiques ainsi que les argiles marquent un important contraste dans les bandes 2, 3 et 4) mais certaines formations ne sont pas bien discriminées. Nous avons eu recours au traitement par rapports de bandes (les volcanites ont moins de réflectance dans les bandes 1, 2 et 3 par rapport aux bandes 4, 5, SWIR 1 et SWIR 2). Les rapports B7/B2, B6/B7 et B5/B6 ont livré une meilleure cartographie des formations volcaniques et ont permis une bonne discrimination de ces formations du reste de l'ensemble magmatique du massif de l'Ougarta. Une deuxième approche consiste à cibler et identifier les formations volcaniques par la technique de détection de cible (Target Detection Wizard), cette méthode permet d'avoir des signatures spectrales sur les cibles recherchées à partir des spectres individualisés et spécifiques pour la recherche effectuée, ces spectres ont été rassemblés dans la bibliothèque spectrale de réflectance numérique de l'USGS (La bibliothèque comprend des échantillons de minéraux, de roches, de sols... etc.). Dans notre cas, nous avons tenté d'obtenir des spectres de référence propres aux volcanites de l'Ougarta à partir d'échantillons pixélisés connus de ces formations pour une prise en cible optimale et précise. Cela nous a conduit à une discrimination beaucoup plus avancée que les rapports de bandes.

**Mots clés** : Ougarta, volcanites, télédétection, image multi-spectrale, spectre.

### Références

- Chikhaoui M., 1974. *Les ignimbrites et les roches basiques du Précambrien supérieur des Monts d'Ougarta (Saoura)*. Thèse de 3<sup>ème</sup> cycle; Alger, 150 p.
- Remichi L., 1987. *Etude géologique du précambrien du Damrane (chaîne d'Ougarta-ALGERIE)*. Le volcanisme et minéralisations associées. *Mém serv géol ; Académie de Paris*. 114 p.

## Lithological and hydrothermal alteration mapping combining Sentinel 2A and ASTER imagery with airborne geophysical data: Preliminary results on Central Hoggar (Algeria), a portion from Sereouenout terrane

B.Ayad<sup>1,2</sup>, H.Sahraoui<sup>1</sup> et K.Lacene<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Agence du Service Géologique de l'Algérie, Boumèrdes, [brahim.ayad@asga.dz](mailto:brahim.ayad@asga.dz); [bayad@usthb.dz](mailto:bayad@usthb.dz).

<sup>2</sup> Laboratoire de Géodynamique, Géologie de l'Ingénieur et de Planétologie, Faculté des Sciences de la Terre, Géographie et Aménagement du Territoire, USTHB., BP 32 El Alia, Bab Ezzouar 16111, Alger, Algérie

The classic geological mapping methods almost entirely based on the field work are often a long and laborious processes especially for remote places with sometimes very limited access. For several years, remote sensing data -derived from satellite imagery and/or geophysical sensing methods like aeromagnetic and aeroradiometric data- have been used as potential tools for geological investigations such as mapping, mineral exploration, water resources evaluation, etc.

In this study we present a number of methods and techniques of remote sensing mapping. For this matter, we propose to map a particular region south of Serouenout terrane between the 7°00' and 7°30' major faults. Our methodology consists on using combined data from multispectral satellite images of Sentinel 2A (Mostly for lithology: Composite Bands, Band Ratios, PCA Principal Component Analysis, MNF Minimum Noise Fraction, PPI Pixel Purity Index supervised classification, etc) and ASTER (mostly for hydrothermal alteration: using mainly Band Maths and Band Ratios for defined mineral indices) along with aeromagnetic anomaly images (define and locate new features both on surface and in depth like for instance a fault or body hidden by a sedimentary cover) and aeroradiometric anomaly images (spot radiometric anomalies of possible radioactive element concentrations: eU, eTh, K%, U/Th, U/K, Th/K, etc.).

The juvenile Neoproterozoic Serouenout terrane in Central Hoggar (Tuareg Shield) mainly consists of metasediments and shows probable vestiges of an old oceanic crust which was subducted then exhumed and strongly deformed. Two main units can be defined: an old gneissic basement and its younger cover series which contains a complex mixture of metabasites, peridotites, serpentinites, serpentinite breccias (ophites) chlorite schists and hydrothermal sulphide ores (Bitam-Derridj et al., 2010; Adjerid et al., 2012). The most particular feature of this region is the presence of whiteschists (kyanite+talc schists) reported by Adjerid et al. (2015) as the first occurrence of the kind in the entire Hoggar. Recent geochemical studies indicate that this oceanic mélange has undergone an intense hydrothermal alteration preceding their high pressure metamorphism. Such highly altered rocks (whiteschists, serpentinites, chlorite schists, sulphide ores) can be hosts for economic minerals and REE -rare earth elements- (copper, gold, silver, zinc, asbestos, U, K, Th, etc.) and, thus, are very interesting to investigate remotely prior to any field prospecting work.

From this point of view, we take a special interest in coupling geophysical radiometric data with hydrothermal alteration maps (carbonate, argillic, phyllic, propylitic, silicic, etc.) derived from VNIR, SWIR and TIR ASTER data along with some other mineral indices. Lithological discriminations and structural interpretation from Sentinel 2A multispectral images and aeromagnetic anomalies provide a well contrasted geological formation frames for the potential mineral deposit sites. Indeed, the preliminary results show that all these techniques allow to successfully identify the different geological units when compared to the existing ancient geological maps which allows their validation or correction. Although, no field work has been carried out yet to verify these results, the same methods were used and successfully verified in-situ in the Eglab region (Reguibat Shield, Western Algeria) which proved them to be valuable mapping tools for geological exploration providing preliminary lithological and hydrothermal alteration maps that can be qualified as time and cost savers (ongoing work). The different results were gathered, correlated and processed using a GIS: Geographic Information System.

**Keywords:** Serouenout – Hoggar – ASTER – Sentinel 2A – Hydrothermal alteration – Geophysics.

### References

- Adjerid Z, Godard G, Ouzegane K (2015) High-pressure whiteschists from the Ti-N-Eggoleh area (Central Hoggar, Algeria): a record of Pan-African oceanic subduction. *Lithos* 226:201-216
- Adjerid, Z., Ouzegane, K., Godard, G., Bitam-Derridj, A., Kiénast, J.R., 2012. Le Sérourènout: Un fragment de lithosphère océanique subducté à haute pression, exhumé, puis granulitisé à haute température. *Bulletin du Service Géologique National [Algérien]* 23(3), 199-217.
- Bitam-Derridj, A., Ouzegane, K., Adjerid, Z., Godard, G., Kiénast, J.R., 2010. Les éclogites granulitisées de TiN-Eggoleh (terrane du Sérourènout, Hoggar central): étude métamorphique et conséquence géodynamique. *Bulletin du Service Géologique National [Algérien]* 21(2), 117-136.

## Apport des données aéromagnétiques et gravimétrique dans la caractérisation de la lithosphère du Hoggar central : conséquences sur l'origine du volcanisme cénozoïque

R.Ben El Khaznadj<sup>1-2</sup>, A.Bendaoud<sup>1-3</sup>, H.Boubekri<sup>1-4</sup> et M.Hamoudi<sup>1-4</sup>

<sup>1</sup> Université des sciences et technologie Houari Boumediene, BP 32, El Alia Bab Ezzouar 16111 Alger, Algérie.

<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, Algérie

<sup>4</sup> Laboratoire de Géophysique, FSTGAT – USTHB, B.P. 32, El Alia, 16111 Babezouar, Alger, Algérie

Le bouclier touareg est constitué par l'accolement, au cours de l'orogénèse panafricaine, de 23 blocs (terrane) d'âges archéo-paléoprotozoïque et panafricain (Black et al, 1993, Liégeois et al, 2003). Le Hoggar qui s'étend sur plus de 500 000 Km<sup>2</sup> en est la partie algérienne. A l'Eocène, survient un bombement asthénosphérique, qui permet l'affleurement de ces terrains précambiens. A ce bombement est associée une importante anomalie gravimétrique négative localisée dans la partie centrale du Hoggar ; et décrite comme étant grossièrement allongée NE-SW (Crough, 1981, Lesquer et al, 1989) dont l'extension limite un volcanisme de plus en plus récent en périphérie, quelques centaines de milliers d'années, et devient plus anciens qu'on se rapproche du centre de l'anomalie négative, autours de 35 M (Aït-Hamou et al, 2000). Ce volcanisme se localise le long des grands accidents d'échelle lithosphérique qui séparent le plus souvent certains terranes qui composent le Hoggar.

S'appuyant sur des données géologiques, géochimiques ou géophysiques, différents modèles ont été proposés pour expliquer l'origine de ce volcanisme. La remontée d'un panache mantellique (Aït-Hamou, 2000, Courtillot et al, 2003, Dostal et al, 2011), mise en place du volcanisme à l'intersection de rifts créacés (Dautria et Lesquer, (1989), Dautria (comm 2005), une délamination lithosphérique linéaire le long des grands accidents subméridiens panafricains remobilisés par les contraintes dues à l'ouverture de l'océan atlantique accompagnée par de l'Edge-driven convection lié à la proximité de l'épaisse lithosphère du Craton Ouest Africain (Liégeois et al., 2005 ; Rougier, et al., 2013 ; Bouzid et al., 2015), ou des délamination plus importante permettant une remontée asthénosphérique (Beccaluva, 2007).

Le but de cette présentation est d'utiliser de nouveaux résultats de traitements de données géophysiques (Magnétiques et gravimétrique) et d'imagerie satellitale pour apporter de nouvelles contraintes à ce débat et proposer un nouveau modèle original qui suggère l'implication importante des héritages panafricain et créacé ayant conduit à des délaminations lithosphériques à l'échelle de certains terranes et une refertilisation permettant à une source mantellique située entre 60 et 80 km d'être remobilisée lors de phases alpines.

## Découverte de nouvelles traces fossiles dans le Famennien terminal de la Saoura : ichnofaciès et paléobathymétrie

M.Bendella<sup>1</sup> et I.Bouchemla<sup>1</sup>

<sup>1</sup> faculté des Sciences de la Terre et de l'Univers, Université d'Oran, [bendellamohamed@hotmail.com](mailto:bendellamohamed@hotmail.com), [bouchemlaimad@gmail.com](mailto:bouchemlaimad@gmail.com)

Les études ichnologiques récentes menées dans la Saoura ont permis de mettre à jours de nouvelles traces fossiles signalées pour la première fois en Algérie. Ces ichnofossiles sont : Lophoctenium, Multina et Urohelmeinthoida, l'intérêt paléobathymétrique profond de ces trois ichnogenres est irréfutable. La série fini-dévonienne et plus précisément le Famennien terminal, a fait l'objet de très nombreuses études (Menchinkoff, 1932 ; Alimen & al., 1952 ; Conrad et al., 1970). Les principaux caractères sont bien connus, notamment la partie basale du Dévonien supérieur. Par contre, la partie supérieure de la série dévonienne est beaucoup moins connue dans le détail. Ce travail a pour objectif de donner une nouvelle interprétation sédimentologique et ichnologique de la série du Famennien (zone IV à VI). L'évènement détritique fini-dévonien est illustré par deux formation : la Formation des "Argiles de Marhouma" et la formation des "Grès de Marhouma ou de Ouarrourout" (Legrand-Blain, 2002). Ces deux formations succèdent à une série carbonatée (calcaires griottes de la formation "carbonaté de Marhouma"), qui s'est avérée hétérochrone. Elles correspondent à une succession silico-clastique rythmique matérialisée généralement par des tempestites ou des turbidites de plus en plus abondantes du NW vers le SE. L'étude ichnologique de ces formations (Bendella & Ouali mehadji 2014) en plus des traces sus-citées révèle la présence de plusieurs ichnogenres (Arthropycus cf. stricus, Chondrites, Cruziana, Dendrotrichium llarena,, Gordia marina, Helminthopsis, Ichnispica, Lophoctenium, Megagraptus, Multina, Nereites. cambriensis, Nereites irregularis, Nereites jacksoni, Nereites missouriensis, Palaeophycus, Planolites beverleyensis, Protopaleodictyon, Thalassinoides, Torrowangea et Urohelmeinthoida). L'association de ces traces fossiles montre deux ichnofaciès différents, l'ichofaciès à Cruziana dans le secteur de Ouarrourout et à Nereites dans les secteurs de Marhouma et Tamtert. Cette différence peut être expliquée par des rejeux tectoniques qui soulèvent le premier secteur, alors que l'axe Marhouma-Tamtert devient plus subsident.

**Mots clés :** traces fossiles-Famennien terminal-Saoura-Nereites-Cruziana.

## Références

- Alimen, H., Le Maître, D., Menchinnkoff, N., Petter, G., Pouyeto, A., 1952. Les Chaînes d'Ougarta et la Saoura. - XIX<sup>ème</sup> Congr. Géol. Intern., Alger, 1<sup>ère</sup> série. Algérie, 15, p. 1-114.
- Bendella, M., Ouali Mehadj, A., 2014. Depositional environment and Ichnology (Nereites ichnofacies) of the Late Devonian Sahara region (SW) Algeria. *Arabian Journal of Geosciences*
- Conrad, J., Pareyn, C.-L., Weyant, M., 1970. Mise en évidence du Tournaisien inférieur dans la vallée de la Saoura (Sahara nord occidental) et conséquences paléogéographiques. - C. R. Ac. Sci. Paris., 271 (II), 900-903.
- Legrand-Blain, M., 2002. Le Strunien et le Tournaisien au Sahara algérien : Limites lithostratigraphiques et biostratigraphiques régionales. - Bulletin Service Géologique de l'Algérie., 11, 61-85, 2 fig., 6 tabl.
- Menchikoff, N., 1932. Sur le Dévonien à Céphalopodes de l'Oued Saoura et les chaînes d'Ougarta (Sahara oranais). - *Compte Rendu Académie Sciences, Paris.*, 194, 1966-1968.

## Identification of high-pressure granulites in Tassendjanet terrane (Western Hoggar): Pyrigarnites of In Zize and their geodynamic implications.

C. Bendimerad<sup>1</sup>, A. Bendaoud<sup>1</sup>, K. Ouzegane<sup>1</sup>, G. Godard<sup>2</sup> et J.-R. Kienast<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Faculté des Sciences de la Terre, Aménagement du territoire et de la Géographie, U.S.T.H.B., B.P.32, Algiers, Algeria. [chaouki.world@gmail.com](mailto:chaouki.world@gmail.com),

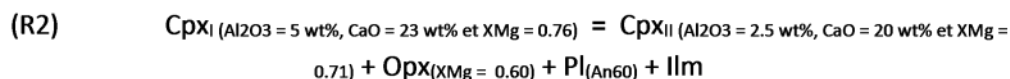
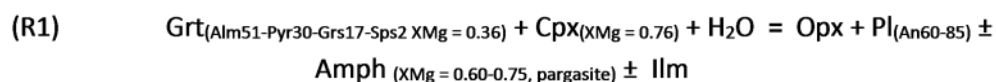
<sup>2</sup>Laboratoire de Pétrologie, URA CNRS 736, Université de Paris VI-VII, Tour 26-0, 4 place Jussieu, 75252, Paris, France.

The In-zize region (Tilouine) is located in the western part of Touareg Shield, between the south-east part of Tassendjanet terrane and the western part of the In Ouzzal terrane. This latter has large areas that belong to the Archean which are highly remobilized during the Eburnean (around 2 By). Tassendjanet terrane includes a Paleoproterozoic basement overlain by the Panafrican nappes made up by stromatolite series and Late-Proterozoic volcanic graywackes (NVVG) [Caby et al 1977; Caby and Monié, 2003]. The edge between the two terranes has been interpreted previously by Caby, [2003] as former subduction process took place during the Proterozoic recorded by the high-pressure metamorphic belt.

The mafic ultramafic complex of In Zize region is ten kilometers large and folded in the core where we find kyanite bearing eclogites. The thermobarometry of those eclogites shows the peak condition 18-22 kbar, 600-650 C° and a decompression to 6-10 kbar, 600 C° [Caby and Monié, 2003; Berger et al, 2014]. U-Pb zircon dating on this eclogitic event has given an age of 620 My, interpreted as the syn-collisional exhumation stage of the high-pressure unite from a former slab [Berger et al, 2014]. However, Caby and Monié, [2003] have shown that in the western part of Tassendjanet terrane a high-temperature condition is well defined from 750-800 C° to 500-600 C° and pressure below 4.5 kbar.

This work is focusing on samples that have been sampled in the east part of the mafic ultramafic complex of In Zize, showing a composition of pyrigarnite with garnet, clinopyroxene, amphibole, orthopyroxene, plagioclase and quartz. Data from major and trace elements indicate a tholeiite arc signature depleted in HFSE and enriched in LILE (same as MORB signature).

Petrographic investigation with thin sections shows spectacular reactions provided by the symplectites textures (Reaction R1) and exsolutions of plagioclase, orthopyroxene and ilmenite in clinopyroxene (Reaction R2):



Modeled phase relationships were performed including pseudosections in H<sub>2</sub>O saturated and none-saturated conditions, T-H<sub>2</sub>O, T-Mo and Thermobarometry shows that these pyrigarnites underwent a decompression from 9.3 ±1.5 Kbar and 890 ±56 C° to 6 ±1.1 Kbar 738 ±36 C°. This indicates a different Pressure-Temperature path from the high-pressure eclogites of Tassendjanet as predicted by Caby and Monié, [2003] and Berger et al, [2014]. However, two hypotheses may explain the geodynamic origin of those pyrigarnites. First, they may derive from an old subduction slab that undergone an exhumation as tholeiitic arc magma during the panafraicain event. Secondly, they might be an outcrop of the adjacent In Ouzzal terrane, tectonically brought to Tassendjanet terrane in the western part. Only dating will bring the light on the geodynamic implication of these pyrigarnites.

## Upper Cenomanian oysters from the Sahara (Algeria) [ Les huîtres du Cénomanién supérieur du Sahara (Algérie) ]

M.Benyoucef<sup>1</sup>, A.Fethia Ghenim<sup>2</sup>, M.Adaci<sup>2</sup>, D.Zaoui<sup>2</sup> et M.Bensalah<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Faculté des sciences de la nature et de la vie, université de Mascara, 29000 Mascara, Algérie. [benyoucefmada@gmail.com](mailto:benyoucefmada@gmail.com).

<sup>2</sup> Faculté des sciences de la nature et de la vie, laboratoire de recherche n° 25, université Abou-Bekr Belkaid, Tlemcen, Algérie.

Due to its position in North African passive margin during the Late Cretaceous, Algeria had benefitted from a particular paleogeography influenced by the Tethysian closing in the north. Consequently, two different paleogeographic domains were generated: a deep-marine basin named the Tellian trough in the north, and a carbonate platform (Saharan Atlas, Preafrican Trough and Saharan Platform) in the south.

The first major marine transgression in the South Algeria took place during the early upper Cenomanian (Neolobites bioevent), documented by the deposition of highly fossiliferous shallow marine sediments that are widely distributed, well exposed at several localities and forming laterally traceable horizons. Macrofossils are rich and diverse, including bivalves, gastropods, echinoids, ammonites and nautiloids, but they have received very little attention. Early upper Cenomanian oysters occur in great numbers and wide distribution; they are well preserved and can be used as excellent guide fossils in south Algeria. They are identified, described and discussed, on the basis of new collections sampled during recent geological investigation. Four subfamilies including nine species of typical Tethyan palaeobiogeographic affinity are distinguished: *Pycnodonte (Phygraea) vesicularis vesiculosa* (Sowerby), *Exogyra conica* (Sowerby), *Costagyra alisiponensis* (Sharpe), *Ceratostreon flabellatum* (Goldfuss), *Ilymatogyra africana* (Lamarck), *Rhynchostreon suborbiculatum* (Lamarck), *Curvostrearouvillei* (Coquand), *Ambigostrea pseudovillei* Malchus, *Lopha syphax* (Coquand), *Rastellum carinatum* (Lamarck). The inferred palaeoenvironment as implied by the oysters is that of a mid-shelf.

**Key words:** Upper Cenomanian, South Algeria, Oyster, Palaeobiogeography

## Impact du trend structural d'Assekaifaf sur le piégeage des hydrocarbures, bassin d'Illizi, Algérie

N.Berrahmane<sup>1</sup>, E-H.Fettous<sup>1</sup>, R.Bouhil<sup>1</sup> et F.Mezali<sup>2</sup>

<sup>1</sup> LGGIP, FSTGAT, U.S.T.H.B., B.P. 32 El Alia, Dar el Beida, 16111-Alger, Algérie,

<sup>2</sup> Division production engineering development, SONATRACH Djenane El Malik Hydra

La région d'Assekaifaf appartenant au bassin d'Illizi, située à environ 80 km au Nord d'Illizi et à 130 Km au Sud-ouest d'In Amenas, et située géologiquement à l'aplomb du grand trend structural bordier de Fadnoun-Assekaifaf-Tigentourine, long de plus de 230 kilomètres.

L'interprétation des données de sub-surface, stratigraphie, la structure et la pétrophysique obtenu sur le train d'Assekaifaf, ont permis de mettre en évidence l'existence d'un couloir structural, de direction NE-SW, qui prolonge vers le Nord l'axe régional de Fadnoun.

L'étude stratigraphique mis en évidence une évolution caractérisée par une augmentation d'épaisseur du Paléozoïque vers le Sud, plus particulièrement le Siluro-Dévonien (F6), Dévonien inférieur (F4) et le Dévonien supérieur (F2) conduisant à la mise en place des dépo-centres dans le Sud du compartiment oriental.

L'étude structurale a montré un couloir de cisaillement NNE-SSW à N-S, défini par des failles à fort pendage, décrochantes dextres et montrant des composantes de mouvements inverses, parfois à déversements opposés vers l'Est et vers l'Ouest. Les structures plissées à surfaces axiales subméridiennes structurent les deux compartiments montrant de grandes longueurs d'ondes et deviennent plus serrées vers le couloir de cisaillement. L'orientation des surfaces axiales, évoluant du N-S à NNE-SSW et indique un mouvement décrochant dextre.

Les failles de direction NW-SE et NE-SW, respectivement senestres et dextres, avec ou sans, jeu tangent, réorientent localement les structures antérieures (failles et plis). Les failles E-W, normales à transtensives, complètent le réseau de failles. Toutes ces structures sont compatibles avec une direction de raccourcissement globalement E-W qui peuvent traduire une évolution d'une même déformation ou le résultat de déformations superposées. L'âge de ces structures reste mal contraint. Elles peuvent être rattachées aux contres coups de l'orogénèse hercynienne et probablement réactivées durant la phase autrichienne.

Le trend d'Assekaifaf apparaît avoir joué un rôle important dans l'accumulation des hydrocarbures par la mise en place des structures fermées, générées en partie antérieurement à la maturation des hydrocarbures et ayant des amplitudes de 30 à 50 m, pour les réservoirs du Silurien et du Dévonien.

**Mots clés :** Assekaifaf, Fadnoun, dépo-centre, Hydrocarbures,



## Mapping CAMP formation in the northern flank of Tindouf basin by integrating remote sensing and geochemistry data

M.Bersi<sup>1</sup>, M-C.Chabou<sup>1</sup>, H.Saibi<sup>2</sup> et R.Kherchouche<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Department of Earth Sciences, Ferhat Abbas University, El Bez Campus, 19000. Sétif, Algeria. [mbersi@univ-setif.dz](mailto:mbersi@univ-setif.dz)

<sup>2</sup> College of Science, Geology Department, United Arab Emirates University.

<sup>3</sup> Department of geophysics, Houari Boumediene University of Sciences and Technology, 16111 Al Alia, Algiers, Algeria.

The Central Atlantic Magmatic Province (CAMP) is one of the Large Igneous Provinces (LIPs) in the world. It coincides with the breakup of Pangea and first opening stages of the central Atlantic Ocean. The CAMP consists of mafic rocks, often in a form of sills, dikes and lava flows which spread across four continents (Africa, North America, South America and Europe). The Algerian CAMP appears in the southwestern Paleozoic basins (Bechar, Tindouf, Hank and Taoudeni) where the magma is intruded within the Paleozoic sedimentary series in the form of giant sills and long dikes. The CAMP formations in western Africa are classically subdivided into four stratigraphic units (Lower, Intermediate, Upper and Recurrent). However, only the upper and recurrent units were recognized by previous works in the Tindouf basin. These two units are geochemically and petrographically well studied. But, their spatial distribution and emplacement mode are still unknown.

This study aims to map CAMP units in the northern flank of Tindouf basin by integrating geochemical and remote sensing data. In a first step, a basic remote sensing techniques such as color composites and ratioing have been applied to Landsat 8 images to locate the different CAMP outcrops in the study area. Then, a field mission was performed to validate the preliminary results and collect samples for geochemical and petrographic analysis. The field and laboratory observations show the existence of three different units: upper, recurrent and chimneys units. The analysis of the combined geochemical results and reflectance values shows a strong concordance between the mineralogical composition and the spectral response of samples. Therefore, we can see that the reflectance variation on CAMP units is widely controlled by iron, magnesium and calcium oxides. According to previous results, advanced image processing techniques have been applied on Landsat 8 and Sentinel 2A images. The three units were located and mapped with 10 meters accuracy. Furthermore, the analysis of the spatial distribution of these units, linked to the formation type (sill, dike or chimney) and to the stratigraphic hosted level (Devonian or carboniferous), may give us keys to understand the emplacement mechanism and ore potentialities.

**Keywords:** CAMP; Tindouf Basin; remote sensing; volcanic sulfides; dolerite

### References

- Chabou, M.C., 2008. Datation <sup>39</sup>Ar-<sup>40</sup>Ar et géochimie de la province magmatique de l'atlantique central dans le Sud-Ouest algérien. Ecole nationale supérieure polytechnique.
- Chabou, M.C., Bertrand, H., Sebaï, A., 2010. Geochemistry of the Central Atlantic Magmatic Province (CAMP) in south-western Algeria. *Journal of African Earth Sciences* 58, 211-219.
- Marzoli, A., Bertrand, H., Knight, K.B., Cirilli, S., Buratti, N., Vérati, C., Nomade, S., Renne, P.R., Youbi, N., Martini, R., 2004. Synchrony of the Central Atlantic magmatic province and the Triassic-Jurassic boundary climatic and biotic crisis. *Geology* 32, 973-976.
- Marzoli, A., Callegaro, S., Dal Corso, J., Davies, J.H., Chiaradia, M., Youbi, N., Bertrand, H., Reisberg, L., Merle, R., Jourdan, F., 2018. The Central Atlantic Magmatic Province (CAMP): A Review, *The Late Triassic World*. Springer, pp. 91-125.
- McHone, J.G., 2003. Volatile emissions from Central Atlantic Magmatic Province basalts: mass assumptions and environmental consequences. *The Central Atlantic Magmatic Province: Insights from fragments of Pangea*, 241-254.
- Meddah, A., Bertrand, H., Benhamou, M., 2010. The Central Atlantic Magmatic Province (CAMP) and Birth Ksour Basin (Saharan Atlas, Algeria), *Marine and non-marine Jurassic—Short papers for the 8-(th) International Congress on the Jurassic System*.

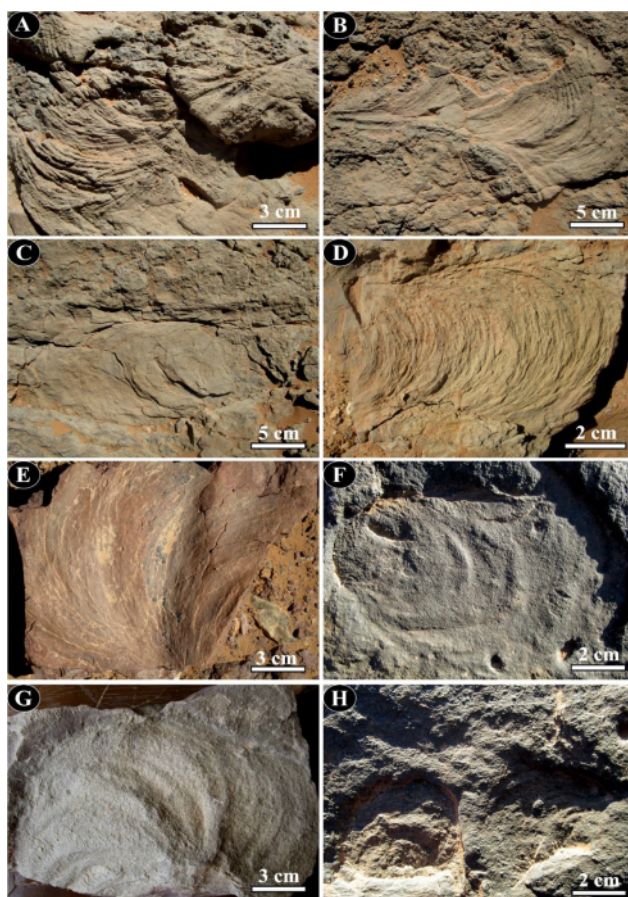
## Les Zoophycos du Dévonien inférieur-moyen de la région de Marhouma (Saoura-Sahara Algérien) : implication morphologique et éthologique

I.Bouchemla<sup>1</sup> et M.Bendella<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Faculté des Sciences de la Terre et de l'Univers, Université d'Oran 2 Mohamed Ben Ahmed. Laboratoire de Géodynamique des Bassins et Bilan Sédimentaire. B.p. 1524 El M'Naouer, 31000. Oran, Algérie. [bouchemlaamad@gmail.com](mailto:bouchemlaamad@gmail.com), [bendellamohamed@hotmail.com](mailto:bendellamohamed@hotmail.com)

Cette étude, a été menée sur les Zoophycos caractérisant les carbonates dévoniens de la chaîne d'Ougarta (Sud-Ouest algérien). Deux formations ont été choisies de la coupe de référence du KM 30, la formation de Teferguenite (Dévonien inférieur) et Chefar El Ahmer (Dévonien moyen). Les résultats préliminaires de cette étude sont d'une grande importance et originelle pour les variations morphologiques des différents morphotypes inventoriés et leurs interprétations paléo-environnementales. Les Morphotypes étudiés ont des formes (circulaire, en U, et en J) et des dimensions très variables (atteignant plusieurs dizaines de centimètres). Le terrier des Zoophycos se construit en remontant dans un sédiment cohérent. Dans cette étude, la pénétration est de quelques centimètres dans un faciès généralement bioclastique expliquant probablement le comportement de l'auteur des Zoophycos (recherche de nourriture biogégradable). Ces variations morphologiques et la physiologie du terrier suggèrent probablement une différenciation du taux de matière nutritive dans le milieu, étant donné que les Zoophycos sont des traces de nourriture (Fodinichnia). Ce qui oblige les différents auteurs d'opter pour de nouvelles stratégies de construction des terriers standards. Ce comportement est en guise de recherche de maximum de matière nutritive. Ceci peut être expliqué par une grande adaptation de l'individu responsable face aux changements des conditions du milieu. De ce fait, la coexistence des formes minuscules et gigantesques dans des faciès similaires suggère une variabilité des stades ontogéniques de l'organisme producteur. La distribution des Zoophycos du secteur étudié est bien inégale quantitativement, et dépend largement aux facteurs paléo-écologiques qui régnaient dans le milieu. Cette différenciation est probablement due à la concurrence féroce de la part de la faune benthique, en leur obligeant d'éviter les agglomérations benthiques, ce qui explique la rareté de la faune coexistant les Zoophycos. L'inventaire ichnologique de la coupe étudiée révèle plusieurs associations de traces fossiles (Zoophycos, Thalassinoides ; Zoophycos, Chondrites & Zoophycos, Nereites irregularis), ces ichnoassociation montre clairement une éthologie commune entre elles de type Fodinichnia.)

**Mots clés :** Zoophycos - Dévonien inférieur & moyen - Saoura - Algérie - Morphologie et Ethologie.



**Figure 1.** Les différents types de Zoophycos récoltés : les formes de Dévonien inférieur (A-B-C-D) de la Formation de Teferguenite et celles de Dévonien moyen (E-F-G-H) de la Formation de Chefar El Ahmar.

## Etude géologique et géophysique des séries paléozoïques et mésozoïques dans la partie Sud-Est de la Tunisie

Sh.Boussabat<sup>1</sup>, M.Ghanmi<sup>2</sup> et W.Mahmoudi<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Faculté des Sciences de Tunis, <sup>2</sup>Faculté des Sciences de Tunis, <sup>3</sup>Entreprise Tunisienne des Activités Pétrolières.

Dans le cadre des activités d'exploration pétrolière dans la partie Sud-est de la Tunisie, une étude géologique et géophysique a été réalisée à partir des données de subsurface. Ce travail a été mené en étroite collaboration entre la faculté des Sciences de Tunis et l'entreprise Tunisienne des Activités pétrolières.

La première partie de l'étude a porté sur le cadre géologique et géographique de la zone étudiée, la deuxième partie est basée sur le découpage lithostratigraphique des séries Permienne, triasiques et jurassiques en se basant sur les réponses diagradiques plus précisément de Gamma ray, l'objectif de cette partie est de mieux comprendre la paléogéographie et les différents milieux de dépôts des formations géologiques y existantes.

Ces résultats amènent à bien identifier les différentes composantes des systèmes pétroliers existants et par conséquent de révéler les zones potentielles dans le secteur étudié.

**Mots clés :** lithostratigraphie, gamma ray, Permien, Trias, Jurassique

## Geochronologie et modélisation thermodynamique de l'unité Arechchoum de l'Egéré (Hoggar Central, Algérie)

S.Doukkari<sup>1</sup>, K.Ouzegane<sup>1</sup>, U.Linneman<sup>2</sup>, G.Godard<sup>3</sup>, A.Arab<sup>1</sup>, J-R.Kienast<sup>3</sup> et A.Draren<sup>1</sup>

<sup>1</sup> LGGIP, FSTGAT, U.S.T.H.B., B.P. 32 El Alia, Dar el Beida, 16111-Alger, Algérie.

<sup>2</sup> Senckenberg Naturhistorische Sammlungen Dresden, Museum für Mineralogie und Geologie, Sektion Geochronologie, GeoPlasma Lab, Königsbrücker Landstr. 159, D-01109 Dresden

<sup>3</sup> IPGP, 1, rue Jussieu 75238 Paris Cedex 05, France.

Le terrane de l'Egéré-Aleksod (Nord du Hoggar) est un site privilégié pour l'étude d'une part des séries de haute pression montrant des éclogites exceptionnellement bien préservées et d'autre part leurs relations avec l'unité de l'Arechchoum. Les éclogites les mieux préservées du Hoggar, montrent un stade pré-éclogitique représenté par des inclusions d'amphibole et d'épidotes dans les grenats, une paragenèse à omphacite-grenat-édénite- quartz- rutile du pic du métamorphisme et des textures réactionnelles avec des symplectites et des kelyphites. La paragenèse du pic du métamorphisme est remarquable par l'omphacite, la plus riche en jadéite ( $X_{\text{Jd}} = 0.36$ ). Une paragenèse secondaire apparaît au détriment de l'association éclogitique avec des couronnes et des symplectites à amphibole-plagioclase autour du grenat ou diopside-plagioclase, comme produit de destabilisation de l'omphacite.

La modélisation thermodynamique en utilisant le logiciel THERMOCALC (Powell et Holland, 1988) a montré que les éclogites de l'Egéré ont préservé l'évolution prograde grâce aux inclusions d'amphiboles dans les grenats et aux grenat eux-mêmes qui montre une zonation prograde témoin du passage depuis le faciès amphibolite M1 (13-14 kbar,  $580 \pm 30$  °C) au faciès éclogite M2 (19 kbar, 650-700 °C). Après le pic du métamorphisme dans les conditions saturées en H<sub>2</sub>O, les éclogites parcourent une décompression isotherme en conditions pauvres en H<sub>2</sub>O jusqu'à M3 (8-9 kbar ; 700-750 °C).

Les roches les plus anciennes datées de l'Egéré sont les gneiss rubanés avec un protolithe d'une composition granodioritique. Les données U-Pb sur zircons suggèrent un âge de mise en place entre  $2419 \pm 11$  Ma et  $2514 \pm 13$  Ma. Les analyses isotopique Sm/Nd donnent un âge TDM de 2411 Ma suggérant que ces granitoïdes sont juvéniles. Entre 2.15 Ga et 2.25 Ga, des gabbros dont l'étude géochimique a montré qu'ils se sont formés dans un contexte d'arc, sont mis en place en lentille dans les gneiss rubanés. A 1.75 Ga, des tonalites, dont la géochimie montre une mise en place dans contexte de rift océanique, recoupent les gneiss rubanés et les gabbros. Ces tonalites enregistrent un âge TDM de 2477 Ma qui est comparable à celui des gneiss rubanés donc il est très probable que leur source soient ces gneiss rubanés. Cet épisode du rifting continue jusqu'à la mise en place des E-MORB (protolithe des éclogites) à 1.56 Ga.

**Mots clés :** Egéré - Geochronologie - modélisation thermodynamique - Eclogite.

### Références

Powell, R., Holland, T.J.B., 1988. An internally consistent thermodynamic dataset with uncertainties and correlations: 3. Applications to geobarometry, worked examples and a computer program. *Journal of Metamorphic Geology* 6, 173-204.

## Le Dévonien Inférieur de Ben Zireg : Caractéristiques Stratigraphiques et Paléo-Environnementales (Bechar, Sahara Algerien Nord Occidental).

A.-H.Fellah<sup>1,2</sup>, A.Ouali Mehadji<sup>2</sup>, A.Mekkaoui<sup>1</sup>, Y.Khalidi<sup>2</sup>. et A.Abbache<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Université de Bechar. [fellahamza@yahoo.fr](mailto:fellahamza@yahoo.fr).

<sup>2</sup> Laboratoire de paléontologie stratigraphique et paléo-environnement Université Oran 2

Le Dévonien inférieur a fait l'objet de plusieurs études dans les régions de la Saoura (Algérie) et dans l'Anti Atlas oriental marocain, tandis que celle de l'anticlinale de Ben Zireg charnière entre les deux, n'a été étudiée qu'au cours des reconnaissances régionales d'ordre stratigraphiques sans aucune indication sur les environnements de dépôts (Flamand 1911, Paryen 1961 et Massa et al 1965). L'anticlinal de Ben Zireg est situé sur la marge nord occidentale de la plate forme saharienne au pied de l'Atlas Saharien. Au Dévonien inférieur cette structure occupe une partie de la marge Nord gondwanienne.

Lithostratigraphiquement, Le Dévonien inférieur de Ben Zireg est représenté par une série d'une épaisseur d'environ 380 m, constituée par deux formations : la première c'est la formation des carbonates de l'Oued Khoufane d'une puissance d'environ 100m (Lochkovien- Emsien inférieur) matérialisée par une alternance marno-argilo-carbonatée. Cette formation est divisée en trois épisodes : (1) alternance marno-calcaire à orthocère (faune pélagique), (2) alternance argilo-calcaire à faune mixte (bivalves, brachiopodes, orthocères polypiers solitaire et trilobites) et (3) alternance marno-calcaire à entroque. L'épisode (2) (marno-calcaire à faune mixte) est attribué au Parguien moyen sur la base des trilobites.

La deuxième formation des silico-clastiques de l'Oued Kouffane (Emsien supérieur) une puissante série de 280 m d'épaisseur. C'est une formation à deux ensembles : ensemble (1) une série argilo-gréseuses à riche traces fossiles, et l'ensemble (2) est matérialisé par alternance rythmique serré et monotone silt et argile.

L'analyse séquentielle et l'étude paléoenvironnementale ont permis de montrer que le Dévonien inférieur de Ben Zireg est représenté par une séquence de deuxième ordre (Lochkovien- Emsien si), d'une tendance régressive. Elle comprend plusieurs séquences d'ordre inférieur, à caractère transgressif-régressif ; cette séquence évoluant depuis une plate forme distale vers un environnement proximale.

Sur le plan paléogéographique régional de la plate forme occidentale saharienne, cette régression a été coïncidée avec une phase d'émersion dans l'Ahnet et avec les dépôts de la Formation du Teferguenite (Saoura) qui s'inscrivent dans une dynamique de type « régression forcée » concomitante à une exondation sur la bordure nord du craton ouest africain (Ahnet-Bled el Massaxe Fom Belrem) (Ouali mehadji et al., 2011).

Les corrélations régionales, nous à permis de détecter que le dévonien inférieur de Ben zireg est proche de celle de l'Anti atlas (Maider et Tafilalt) que celle de la Saoura et à l'Ahnet. Un paysage paléogéographique marqué dans sa partie basale (Lochkovien – Emsien inférieur) par l'installation d'une plate forme carbonatée, et dans sa partie sommitale (Emsien supérieur) par l'agencement d'un épais épisode détritiques (Talux argilo-géseux de Massa et al, 1965 ; Hollard 1967).

**Mots clés :** Dévonien inférieur - Ben zireg- stratigraphie- paléo-environnement, la marge Nord gondwanienne.

## Apport de l'imagerie satellitaire à la cartographie de la Province Magmatique de l'Atlantique Central de la bordure sédimentaire méridionale du massif des Eglabes (région de Hank).

A.Fodil<sup>1</sup> et M-C.Chabou<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> Département de Géophysique, USTHB, 16100 El Alia, Alger, Algérie. Email : [abdou.geotec91@gmail.com](mailto:abdou.geotec91@gmail.com).

<sup>2</sup> Département des Sciences de la Terre, UFAS, Sétif 1, Algérie. Email: [charaf.chabou@hotmail.com](mailto:charaf.chabou@hotmail.com).

La Province Magmatique de l'Atlantique Centrale (CAMP) est l'une des plus grandes provinces magmatique sur Terre (Marzoli et al., 1999). Sa mise en place est autour de la limite Trias-Jurassique vers 200 Ma (Marzoli et al., 2018. Chabou et al., 2008). Les formations ignées de la CAMP sont représentées essentiellement par des dolérites et des basaltes. Les formations de cette province se manifestent sous forme de coulées, sills et dykes. Dans le Sud-ouest Algérien la CAMP occupe de vastes étendues, une grande partie de ces formations se trouvent dans la partie Nord-est du grand bassin de Taoudenni « bassin de Hank » (Chabou, 2008).

Le bassin de Hank est une structure synclinale qui occupe la partie Nord-est du grand bassin de Taoudenni. La couverture sédimentaire du bassin est composée de terrains néoprotozoïques et paléozoïques. Ces formations sont injectées par des sills et des dykes doléritiques de la CAMP (Villeneuve, 2005 .Chabou, 2008). Le but de ce travail est de présenter une cartographie des dolérites du bassin de Hank sur la base de la télédétection. Pour faire, nous avons opté à une discrimination des formations géologiques en utilisant les images Landsat 8 (OLI). Ces images sont très utilisées dans la cartographie géologique de part leur résolution spectrale et le nombre important de bandes qu'elles fournissent. L'affichage en fausse couleur a été élaboré après le calcul de « l'optimum index factor » (OIF) ce calcul a permet de retenir la meilleur composition colorée (754).

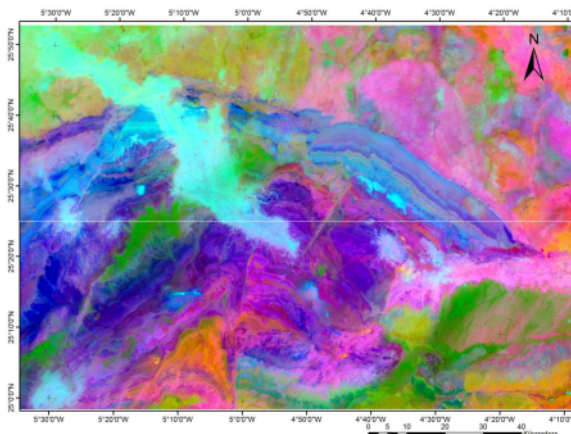


L'analyse en composantes principales (ACP) a permis en premier lieu une différenciation entre les formations du socle des Eglabs et le bassin du Hank, et une meilleure distinction entre les dolérites et les formations sédimentaires néoprotérozoïques et paléozoïques en deuxième lieu (Figure 01). La variation de la réflectance entre les Dolérites et les formations sédimentaires est bien visible dans les bandes b3, b4, b5 et b7, ces 4 bandes ont été choisies pour définir des rapports de bandes, une application suivant les rapports B5/B7, B4/B1, B8/B2 sur l'ensemble des images qui couvrent la région d'étude ont fourni une très bonne discrimination entre les dolérites et les formations encaissantes.

**Mots-clés :** CAMP- bassin de Hank- télédétection- Landsat 8OLI.

**Référence :**

Chabou, M.C., 2008. Datation 39Ar-40Ar et géochimie de la province magmatique de l'atlantique central dans le Sud-ouest algérien. Ecole nationale supérieure polytechnique.  
Marzoli, A et al., 1999. Extensive 200-million-year-old continental flood basalts of the Central Atlantic Magmatic Province. Marzoli, A et al., 2018. The Central Atlantic Magmatic Province (CAMP): A Review.



**Figure 01 :** image ACP (CP1,CP2,CP3) RGB réalisée à partir des 6 bandes 1,2,3,4,5,7 d'une partie de la scène Landsat 8(OLI)(Path 199 ; Row 042)

## Application de l'inversion 3-D des données magnétotellurique à l'étude structural: Cas du bassin de M'rara, Sahara Algérien

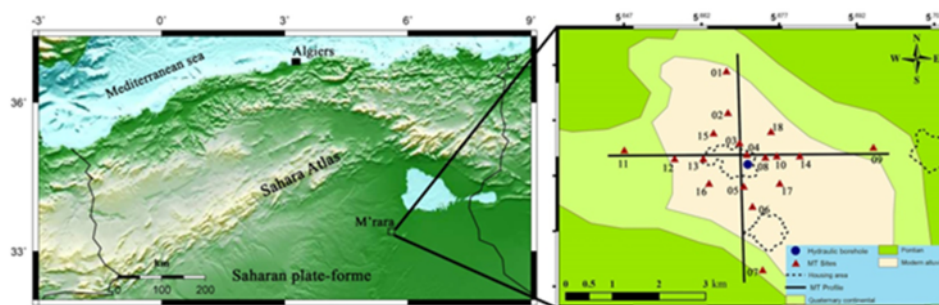
D.Foudili<sup>1</sup>, A.Bouzid<sup>2</sup> et M-C.Berquig<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Laboratoire de géophysique, Département de géophysique, Université USTHB, BP 32 El Alia, Alger, Algérie. [foudilidjibir@gmail.com](mailto:foudilidjibir@gmail.com)

<sup>2</sup> CRAAG, Route de l'Observatoire, BP 63 Bouzaréah, Algiers, 16340, Algeria.

La région de M'rara appartient au bassin nord-est du Sahara algérien. Pour l'exploitation de l'aquifère continental intercalaire (CI) dans cette région. Une étude magnétotellurique (MT) a été menée pour étudier les structures souterraines situées dans dix-huit (18) sites (**Figure 1**). Les mesures MT permettent d'identifier les différents aquifères et structures pouvant exister dans ce bassin. Il convient de noter que la méthode MT est une technique géophysique sensible à la distribution de la résistivité électrique souterraine. En effet, cette technique semble être la méthode la plus appropriée pour étudier les structures plus profondes, elle peut facilement atteindre plusieurs kilomètres (Cagniard, 1953).

L'interprétation des données MT par l'inversion 3D est devenu faisable; cette technique a été largement utilisée dans les grandes études structurales (Ślęzak et al., 2016; Spratt et al., 2014). Un nouveau modèle de résistivité 3D pour toutes les données MT dans 18 sites a été obtenu grâce du code de ModEM (Egbert et Kelbert, 2012; Kelbert et al., 2014).

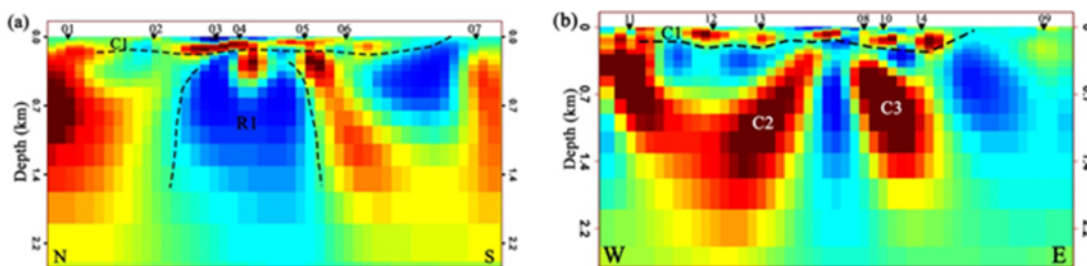


**Figure 1.** Localisation de la région de M'rara (panneau de gauche). Répartition des sites MT sur la carte géologique simplifiée (panneau de droite). Les emplacements des sites MT sont représentés par des triangles.

Les sections N-S et W-E (**Figure 2**) ont trouvé, à une surface moins profonde, la couche géoélectrique horizontale C1 ayant une caractéristique conductrice spécifique. Cette couche de faible résistivité, qui s'étend de la surface à une profondeur d'environ 150 m, peut être interprétée, par comparaison avec la formation lithostratigraphique dans cette région, comme des unités de Mio-Pliocène et Eocène. Ces unités sont composées par d'argile, de sable et de grès, ce qui confirme la faible conductivité. En outre, il existe différents types d'aquifère complexe terminal (CT) situés dans l'unité Mio-Pliocène et dans les couches des calcaires fracturés de l'Eocène, à conductivité élevée.

La principale caractéristique distinctive est la couche résistive R1 à la forme anticlinale dans le profil vertical N-S (**Figure 2a**). Les couches pliées de forme anticlinale peuvent être interprétées en corrélation avec les informations lithologiques par deux grandes unités, qui présentent des caractéristiques à la fois résistives et imperméables. Ces deux unités sont du Sénonien et Cénomaniens.





**Figure 2.** Les résultats de l'inversion 3-D. (a) et (b) Sections verticales dérivées à partir du modèle de résistivité 3-D le long des profils N-S et W-E, respectivement. C et R désignent les anomalies conductrices et résistives, respectivement.

De plus, les anomalies de conductivité C2 et C3 dans le profil vertical W-E (Figure 2b) peuvent être interprétées comme des fractures s'étendant dans la zone charnière de la structure anticlinale.

**Mots clés :** Magnétotellurique - Inversion 3-D - Structure anticlinale - région du M'rara.

### Références

- Cagniard, L., 1953. BASIC THEORY OF THE MAGNETOTELLURIC METHOD OF GEOPHYSICAL PROSPECTING. *GEOPHYSICS* 18, 605-635.  
 Egbert, G.D., Kelbert, A., 2012. Computational recipes for electromagnetic inverse problems. *Geophys. J. Int.* 189, 251-267.  
 Kelbert, A., Meqbel, N., Egbert, G.D., Tandon, K., 2014. MadEM: A modular system for inversion of electromagnetic geophysical data. *Comput. Geosci.* 66, 40-53.

## Palaeoecology and palaeogeography of Cenomanian Veneroid bivalves from the Guir Basin (SW Algeria).

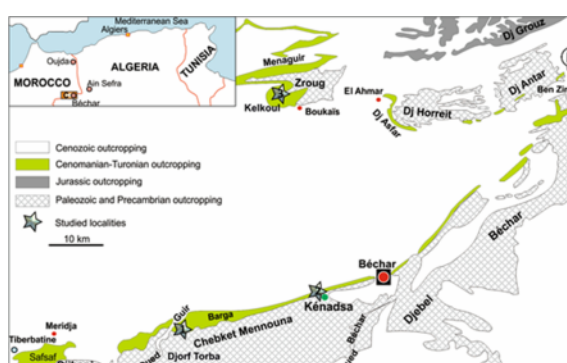
A-F.Ghenim<sup>1</sup>, M.Benyoucef<sup>2</sup>, G.El Qot<sup>3</sup>, M.Adaci<sup>1</sup> et M.Bensalah<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Département des Sciences de la Terre et de l'Univers, Laboratoire de recherche n°25 "PRHPM-LECT", Université Abou Bekr Belkaid de Tlemcen [asma1430@gmail.com](mailto:asma1430@gmail.com). <sup>2</sup> Faculté des Sciences Naturelles, Université Mustapha Stambouli de Mascara. <sup>3</sup> Département de Géologie, Faculté des Sciences, Université de Benha, Égypte.

The Upper Cenomanian marine sediments are widespread in south Algeria and they are rich in bivalves. The veneroids fauna are mentioned occasionally where a few taxa were illustrated by Benyoucef (2012). The detail taxonomical study of these veneroids is done by Ghenim et al. (2018). Here we discuss the palaeoecology and the palaeobiogeographic distribution of the veneroids collected from the Guir Basin, SW Algeria.

The material had been collected from the lower part of the "Calcaires de Sidi Mohamed Ben Bouziane" Formation, in three sections: the Kelkoul section (northern part of the Guir Basin), the Kénadsa and the Djorf Torba sections (southern part of the Basin) (Fig. 1).

**Figure 1.** Geologic map of the study area (extract from the geological map of the "Hamada du Guir").



The material had been collected from the lower part of the "Calcaires de Sidi Mohamed Ben Bouziane" Formation, in three sections: the Kelkoul section (northern part of the Guir Basin), the Kénadsa and the Djorf Torba sections (southern part of the Basin) (Fig. 1). Ghenim et al (2018) described twenty species: *Lucina fallax* Forbes.; *Sphaera* cf. *corrugate* J. Sowerby, *Maghrebella* cf. *forgemoli* (Coquand), *Maghrebella* cf., *Crassatella* (*Rochella*) *tenuicostata* (Seguenza), *Granocardium* cf. *carolinum* (d'Orbigny), *G. desvauxi* (Coquand), *G. productum* (J. de C. Sowerby), *G. productum* (J. de C. Sowerby) var. *byzacenica* (Pervinquière), *Protocardia hillana* (J. Sowerby), *Protocardia* sp., *Arctica cordata* (Sharpe), *A. humei* (Cox), *A. inornata* (d'Orbigny), *A. picteti* (Coquand), *Tenea delettrei* (Coquand), *Glossus aquilinus* (Coquand), *Paraesa faba* (J. de C. Sowerby), *Meretrix desvauxi* (Coquand) and *Meretrix* sp.

The study indicates that the substrate was not rocky but soft enough for these infaunal organisms (Berndt, 2002; Ayoub-Hannaa, 2011). The veneroid fauna from the Guir Basin is typically of marine environment. This interpretation is corroborated by the presence of other marine fauna such as ammonites, nautiloids, gastropods, and echinoids.

Taxa Locality	Western and southern Europe					Western and northern Africa							Middle East	India	
	England	France	Spain	Portugal	Italy	Nigeria	Morocco	Tunisia	SW Algeria	SE Algeria	Libya	Egypt			
<i>Lucina fallax</i>												x	x		x
<i>Sphaera cf. corrugata</i>													x		
<i>Maghrebella cf. forgemoli</i>		x			x			x	x	x			x	x	
<i>Crassatella (Rochella) tenuicostata</i>													x		
<i>Granocardium cf. carolinum</i>		x							x	x			x	x	
<i>Granocardium dezauxi</i>													x		
<i>Granocardium productum</i>				x	x	x		x	x	x	x		x	x	
<i>Granocardium productum</i> var. <i>byzantina</i>								x							
<i>Protocardia hillana</i>	x						x						x	x	x
<i>Arctica cordata</i>													x		
<i>Arctica humei</i>													x		
<i>Arctica inornata</i>		x						x					x		
<i>Arctica picteti</i>					x			x	x	x	x		x		
<i>Tenea delectrei</i>					x			x	x	x	x		x	x	
<i>Glossus aquilinus</i>				x				x	x	x	x		x	x	
<i>Parasza faba</i>	x				x		x	x	x	x	x		x		
<i>Meretrix dezauxi</i>									x	x			x		

**Table 1.** The palaeogeographic distribution of the upper Cenomanian veneroid bivalves of Algeria and of some coeval faunal assemblages reported in other regions.

From a palaeobiogeographic point of view, the most studied taxa link the study area (Southwestern Algeria) with other Tethyan regions in North Africa, South Europe, Middle East, and South India (Table 1). Furthermore, the present material shows a great similarity with faunal elements of Tunisia, Egypt and Jordan.

**Keywords :** Veneroidea, Bivalves, Upper Cenomanian, Guir Basin, Algeria.

## References

- Ayoub-Hannaa, W.S., Fürsich, F. T., El Qot, G.M., 2014. Cenomanian-Turonian bivalves from Eastern Sinai, Egypt. *Palaeontographica Abteilung A* 301(3-6), 63-168.
- Benyoucef, M., Meister, C., Bensalah, M., Malti, F.Z., 2012. La plateforme préafrique (Cénomanien supérieur-Turonien inférieur) dans la région de Béchar (Algérie) : stratigraphie, paléoenvironnements et signification paléobiogéographique. *Revue de Paléobiologie* 31(1), 205-218.
- Berndt, R., 2002. Palaeoecology and taxonomy of the macrobenthic fauna from the upper Cretaceous Ajlun Group, southern Jordan. PhD Thesis Würzburg University, Germany, 222 p. (Unpublished).
- Ghenim, A. F., Benyoucef, M., El Qot, G., Adaci, M., Bensalah, M., 2018. Upper Cenomanian bivalves from the Guir Basin (southwestern Algeria): Order Veneroidea. *Annales de Paléontologie* 104(4), 19 p. DOI: 10.1016/j.annpal.2018.10.004

## Cartographie Multi-sources des séries (méta)sédimentaires protérozoïques et cambriennes de l'Ouest du Hoggar Occidental

M.Guemama<sup>1</sup>, M.Amara<sup>1</sup>, A.Draren<sup>1</sup>, K.Ouzegane<sup>1</sup>, R.Caby<sup>2</sup>, M.Hamoudi<sup>1</sup> et A.Bendaoud<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Faculté des Sciences de la Terre, de la Géographie et de l'Aménagement du Territoire, USTHB, BP 32, Dar el Beida 16111, Alger, Algérie

<sup>2</sup> Géosciences Montpellier, cc 056, Université de Montpellier, Place Eugène Bataillon, F-34095 Montpellier, France

La partie Ouest du Hoggar occidental a connu plusieurs orogénèses, depuis l'Archéen (3.2 - 2.5 Ga) jusqu'au panafricain (750-550 Ma), en passant par l'orogénèse éburnéenne (2100-1950 Ma). On y observe également plusieurs périodes de dépôt d'importantes séries sédimentaires dans des bassins de différentes natures (cratoniques, rifts, marges passives, etc...).

Ce travail correspond à la cartographie multi-sources (imagerie satellitales, données aéromagnétiques et radiométriques, associée à un travail de synthèse des travaux antérieurs) de certaines de ces formations sédimentaires (dont certaines métamorphisées). Il concerne notamment trois de ces séries que Caby (2003) définit comme suit :

- **La série du Paléoprotérozoïque supérieur monocyclique**, dont la plus ancienne unité est une formation épaisse de métaquartzites alumineuses surmontée d'une formation métapélitique alumineuse (Caby et Monie, 2003). L'âge présumé du dépôt est à peu près le même que celui des métharhyolites et des orthogneisses sub-alcalines intercalées datées entre 1837 et 1755 Ma dans l'Adrar des Iforas et le Hoggar occidental (Caby et Andreopoulos-Renaud, 1983, Bendaoud et al., 2017). Ce magmatisme enregistre un stade de rift paléoprotérozoïque tardif bien connu dans d'autres parties du Gondwana occidental (Trompette, 1994, et ses références). Le soubassement à cet ensemble vient d'être reconnu dans la région de Tirek comme étant des orthogneiss ayant une affinité de TTG et un âge de 1965 Ma (Bendaoud et al., 2017). Dans l'Ahnet, des quartzites non métamorphiques épaisses de 3500 m (Moussine-Pouchkine et al., 1988) sont considérées comme l'équivalent de la série précédente. Des basaltes, des trachytes, des rhyolites potassiques et diverses roches hypovolcaniques, toutes avec une empreinte métamorphique panafricaine négligeable, y ont été identifiés. Cette séquence est surmontée en discordance par une formation de grès non alumineux à grain plus grossier, allant jusqu'à 1000 m d'épaisseur.

- **La série à Stromatolites** qui comprend des calcaires et dolomies riches en horizons stromatolitiques très similaires à ceux déposés sur le craton ouest africain (Bertrand-Sarfati et al., 1987). Ces formations qui recouvrent les quartzites du Paléoprotérozoïque tardif (Moussine-Pouchkine et al., 1988) peuvent atteindre une épaisseur de 6000 m, avec des schistes intercalés et des quartzites. Ces séries ont été déposées à la fois dans des zones cratoniques à péri-cratoniques et dans des environnements de paléomarges passives non volcaniques. Dans le Nord du Mali, des microfossiles suggèrent un âge paléoprotérozoïque alors que dans la région de Tirek un âge Plomb de 1100-1145 Ma sur galène (Fariss, 2000) a été obtenu sur des marbres, équivalant métamorphiques de la série à stromatolithes.

- **Les Molasses Cambriennes**, notamment la série pourprée, où des successions clastiques continentales de type rouge sont les dépôts prédominants remplissant les bassins molassiques résiduels pouvant atteindre 6 km d'épaisseur (Caby et Moussu, 1967; Fabre et al., 1988). Des milieux glaciaires à glacio-marins ont été identifiés dans la formation Ouallen épaisse de 1500 m (Caby et Moussu, 1967), ainsi que des faciès éoliens (Ait Kaci Ahmed et Moussine-Pouchkine, 1987).

Cette cartographie servira comme base à une étude géochronologique que nous comptons mener sur ces séries.

## Références

- Ait Kaci Ahmed, A., Moussine-Pouchkine, A., 1987. Lithostratigraphie, sédimentologie et évolution de deux bassins molassiques intramontagneux de la chaîne Pan-Africaine: la Série pourprée de l'Ahnet, Nord-Ouest du Hoggar, Algérie. *Journal of African Earth Sciences* 6, 525-535.
- Bendaoud, A., Caby, R., Djemai, S., Bruquier, O., Ouzegane, K., Kienast, J-R., Deramchi, A., Haddoum, H. 2017. Precambrian evolution of the Tirek terrane (Hoggar, Algeria) : Evidence for the existence of an Archeo-Paleoproterozoic continent in the western part of the Tuareg shield. 2nd Symposium IGCP 638, Casablanca, Morocco, Nov 7-12, 2017.
- Bertrand-Sarfati, J., Moussine-Pouchkine, A., Caby, R., 1987. Les corrélations du Protérozoïque au Cambrien en Afrique de l'Ouest: nouvelle interprétation géodynamique. *Bulletin de la Société Géologique de France* 8, 855-865.
- Caby, R., 2003. Terrane assembly and geodynamic evolution of central-western Hoggar: a synthesis. *Journal of African Earth Sciences* 37, 133-159.
- Caby, R., Andreopoulos-Renaud, U., 1983. Age à 1800 Ma du magmatisme sub-alkalin associé aux métasédiments monocycliques dans la chaîne pan-Africaine du Sahara central. *Journal of African Earth Sciences* 1, 193-197.
- Caby, R., Monié, P., 2003. Neoproterozoic subductions and differential exhumation of western Hoggar (southwest Algeria): new structural, petrological and geochronological evidence. *Journal of African Earth Sciences* 37, 269-293.
- Caby, R., Moussu, H., 1967. Une grande série détritique du Sahara: stratigraphie, paléogéographie et évolution structurale de la "série pourprée" dans l'Asegrad et le Tanezrouft oriental (Sahara algérien). *Bulletin de la Société Géologique de France* 7, 876-882.
- Fabre, J., Ait Kaci, A., Bouïma, T., Moussine-Pouchkine, A., 1988. Le cycle molassique dans le rameau trans-saharien de la chaîne panafricaine. *Journal of African Earth Sciences* 7, 41-55.
- Fariss, K., 2000. Contribution de la composition isotopique en Pb à la compréhension de la genèse et de l'évolution des gisements aurifères et à métaux de base du domaine péri-méditerranéen. Unpublished Thesis, Université de Montpellier II, France, 386 p.
- Moussine-Pouchkine, A., Bertrand-Sarfati, J., Ball, E., Caby, R., 1988. Les séries sédimentaires et volcaniques anorogéniques protérozoïques impliquées dans la chaîne pan africaine: la région de l'Adrar Ahnet (NW Hoggar, Algérie). *Journal of African Earth Sciences* 7, 57-75.
- Trompette, R., 1994. In: *Geology of Western Gondwana (2000-500 Ma)*. Balkema, Amsterdam, p. 350.

## Cartographie et distribution des cheminées doléritiques dans le bassin de Tindouf par imagerie satellitaire, Landsat 8 et Sentinel 2A.

O.Hachemaoui<sup>1-2</sup>, M-C.Chabou<sup>1-2</sup>, M.Bersi<sup>1</sup> et C.Verati<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Département des Sciences de la Terre, Institut d'Architecture et des Sciences de la Terre, UFAS, Sétif. [oubaida.hachemaoui@univ-setif.dz](mailto:oubaida.hachemaoui@univ-setif.dz).

<sup>2</sup> Unité de Recherche des Matériaux Emergents (U.R.M.E) Campus Mabouda, Université Sétif 1, 19000 Algérie.

<sup>3</sup> UMR Geoazur, Université de Nice Sophia Antipolis, Observatoire de la Côte d'Azur, Sophia Antipolis, 06560, Valbonne, France.

Des cheminées doléritiques sont connues dans le bassin de Tindouf en Algérie depuis les travaux de Jaquemont (1952) et Gevin (1960), et sont supposées appartenir à la Province Magmatique de l'Atlantique Central (CAMP). Le bassin de Tindouf est caractérisé par une abondance de formations magmatiques appartenant à la CAMP (Chabou, 2008; Bersi, 2016) qui affleurent sous forme de sills et de dykes. Ces formations magmatiques représentées essentiellement par des dolérites, se sont mises en place à la limite Trias-Jurassique (201 Ma) (Chabou, 2008). Les sills s'injectent dans les formations dévono-carbonifères et leur épaisseur totale peut atteindre une centaine de mètres (Chabou, 2008; Bersi, 2016). Les cheminées doléritiques affleurent dans les deux flancs du bassin sous forme de massifs sub-circulaires qui recoupent les formations paléozoïques. Sur le flanc Nord ces manifestations sont limitées au cœur des anticlinaux de Zemoul, d'Oum El Ksi, d'Igma, de Smeïra et de Tinfouchy, alors que dans le flanc Sud les cheminées sont localisées dans les formations argilo-calcaires du Viséen. Par ailleurs, elles sont très riches en sulfures et peuvent représenter l'équivalent de roches différenciées de LIP'S riches en PGE (éléments du groupe du platine) comme celle de la province volcanique de Sibérie (Noril'sk), d'où l'intérêt de ces cheminées.

La cartographie de ces manifestations semble être indispensable pour la compréhension de leur distribution spatiale et leur importance dans l'ensemble des formations magmatiques dans le bassin de Tindouf. Les images satellitaires sont d'un apport inévitable pour une meilleure cartographie, pour cela nous avons couplé deux sources de données multispectrales afin de mieux ressortir l'information spectrale nécessaire. Les images utilisées sont les images Landsat 8 avec une résolution spectrale de 30

mètres, et les images Sentinel 2A pour une résolution de 10 mètres, les traitements utilisés en géologie sur ce type d'image ont livré une meilleure cartographie en utilisant les ACP et les rapports de band (Bersi, 2016) mais les cheminées restent toujours confondues avec le reste des formations doléritiques, pour les séparer du reste nous avons fait appel à une technique de détection semi-automatique avec l'outil Target Detection Wizard sous le logiciel ENVI, cette technique permet de détecter des cibles en faisant une corrélation sur tous les spectres de l'image avec des spectres obtenus au laboratoire. Pour faire face aux problèmes des effets de la patine et les autres perturbations (liées à l'altération) sur les réponses spectrales des roches, nous avons opté à créer une bibliothèque spectral propre aux cheminées, en récupérons les signatures spectrales depuis les pixels confirmés d'être des cheminées.

Cette technique a permis non seulement une cartographie précise des cheminées doléritiques dans le bassin du Tindouf mais aussi de comprendre leur distribution spatiale qu'il semble avoir des contrôles lithologiques et structuraux pour leur mise en place. Ainsi, dans le flanc nord ces cheminées sont limitées aux cœurs des anticlinaux là où il y a le maximum de fracturations pour la facilité d'ascensions du magma, tandis que, sur le flanc sud ces formations doléritiques se trouvent au sein des formations argilo-calcaires viséennes, cela peut être expliqué par l'aspect tendre de ces dernières.

**Mots clés :** CAMP – Cheminées doléritique – Tindouf – Cartographie – Télédétection.

### Références

- Bersi, M., 2016. *Cartographie et mode de mise en place des sills et des dykes de la province magmatique de l'Atlantique central (CAMP), bassin de Tindouf, Algérie. Thèse de doctorat, USTHB.*
- Chabou, M.C., 2008. *Datation 39Ar-40Ar et géochimie de la province magmatique de l'atlantique central dans le Sud-Ouest algérien. Thèse de doctorat, Ecole nationale supérieure polytechnique.*
- Gevin, P., 1960. *Études et reconnaissances géologiques sur l'axe cristallin Yetti-Eglab et ses bordures sédimentaires: Bordures sédimentaires. Bull n° 23 Service de la carte géologique de l'Algérie.*
- Jacquemont, P et Naif, R., 1952. *Étude de l'anticlinal du Zemoul. Rapport interne, Sonatrach.*

## Field- and Landsat-based mapping of the Pan-African Shear Zones in the Arabian-Nubian Shield: example from Atalla Shear Zone, central Eastern Desert, Egypt.

W.Hagag<sup>1</sup>, Z.Hamimi<sup>1</sup>, S-Z. Kamh<sup>2</sup>, S-M. Hasan<sup>3</sup>, and A.El-Araby<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Geology Department, Faculty of Science, Benha University, 13518 Benha, Egypt. [waelhagag78@yahoo.com](mailto:waelhagag78@yahoo.com)*

<sup>2</sup> *Geology Department, Faculty of Science, Tanta University, Tanta 31527, Egypt*

<sup>3</sup> *NARSS, 23 Joseph Tito Street, El-Nozha El-Gedida (P.O. Box : 1564 Alf Maskan), Egypt*

Pan-African Shear zones in the Arabian-Nubian Shield (ANS), the northern continuation of East African Orogen (EAO), are variably-sized and provide ample evidence for strain localization, structural heterogeneity and in most cases show a transition of various proportions between brittle and ductile deformation at both macroscopic- and microscopic-scales. The Atalla Shear Zone (ASZ) is a NW-oriented Najd-related megashear in the central Eastern Desert of Egypt. Such high strain zone has a complete and best typified basement succession in the Eastern Desert of Egypt along with the Fawakhir and Atallah gold mines that are evidently genetically and kinematically related to the ASZ. The Atalla area comprises variety of Neoproterozoic rocks including serpentinites, island-arc assemblage of metasediments and metavolcanics, Dokhan volcanics, Hammamat sediments and granitoids. The main objective of the present work is to integrate the remote sensing data, petrography and fieldwork in lithologic and structural mapping of the Atalla area. The Landsat Enhanced Thematic Mapper Plus (ETM+) and Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer (ASTER) have gained best reputation for lithological mapping over the last decades. They have the advantage of combining wide spectral coverage and high spatial resolution in the visible and infrared bands, which make them effective for geological and structural mapping. However, lithological mapping of the study area is carried out by using Landsat 8 (ETM+) and ASTER image processing techniques, including false color composites (FCC), principal component analysis (PCA) and RGB band ratios. The produced images of FCC (RGB 753 and 764) of Landsat 8 and (RGB 468) of ASTER besides the PCA (RGB PC1, PC2, PC3) of Landsat 8 and (RGB PC1, PC2, PC5) of ASTER fruitfully helped in tracing the lithological and structural contacts between the different rock units and in turn enhanced the Atalla shear zone. Where the band ratios of (6/2, 6/7, 6/5), (7/6, 7/5, 5/3), (4/3, 6/2, 7/4), (7/6, 5/4, 3/2) of Landsat 8 and (4/7, 3/4, 2/1), (4/5, 6/7, 3/4), (4/1, 4/5, 4/7) of ASTER were able to discriminate the different rock units in the study area, they were efficiently enhanced the main NW-SE trend of the rock foliations. The extracted lineaments from the SRTM and Landsat 8 data using PCI Geomatica software revealed 1280 and 1267 elements, respectively, with dominant ENE-WSW and NE-SW trends.



## Contribution des méthodes d'extraction automatique de l'information télédétectée en cartographie lithologique

N.Hammad<sup>1</sup> et N.Boussaada-Maabdi<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Laboratoire de Géologie du Sahara, Université KasdiMerbah, BP 511 Ouargla 30000, Algérie [hammadnabila69@gmail.com](mailto:hammadnabila69@gmail.com).

<sup>2</sup>Laboratoire de Géologie, Université Badji Moukhtar, BP N° 12 El Hadjar 23200 Annaba, Algérie

Le flux croissant des données de télédétection rend indispensable le développement de nouvelles méthodes d'analyse. Pour répondre à ce besoin urgent, de nombreuses méthodes d'extraction automatique ont été développées. Elles tentent de remédier aux différents problèmes d'interprétation et d'extraction de l'information à partir d'images satellitaires, notamment en géologie tel que l'occupation du sol, de la détection et l'extraction d'objets surfaciques ou linéiques.

Cette étude a été réalisée dans le but d'évaluer l'efficacité de ces méthodes, notamment "la classification", en cartographie lithologique.

L'application s'est effectuée sur la région d'El Kseibat au Sud Ouest algérien. Ce terrain a été choisi en raison de l'exceptionnelle exposition des différents affleurements des formations paléozoïques allant du Cambrien au Dévonien Supérieur. Le terrain est dépourvu de tout couvert végétal ou de structures anthropologiques, mis à part quelque palmeraie très localisées.

Le travail s'appuie sur image extraite de la scène p197r 40, acquise le 16/04/2000 de LANDSAT 7 ETM+. Les images LANDSAT sont très appréciées en cartographie lithostructurale à petite échelle en raison de leurs caractéristiques spectrales et spatiales (Scanvic, 1989 ; Jourda et al., 2006). D'autres données géoscientifiques ont été utilisées : la carte géologique d'El Kseibat au 1/200.000<sup>ème</sup> (M. Wilczynski et al, 1987) et une autre au 1/500.000<sup>ème</sup> de la région de Kerzaz. Ces cartes ont été analysées en vue de comprendre la lithostratigraphie et utilisées comme vérité terrain pour valider les résultats.

Avant de procéder à la caractérisation lithologique, les données ont fait l'objet de plusieurs traitements d'amélioration et de transformation (HAMMAD, 2016) en vue de leur amélioration et optimisation. La cartographie automatique des unités lithologiques s'est effectuée en deux étapes complémentaires :

-La première consiste à caractériser et à identifier les unités lithologiques et ce par analyse visuelle des unités lithologiques, pouvant être reconnue sur les images. Cette étape est essentielle pour l'échantillonnage des formations (Fig.1) ultérieurement. Pour évaluer le degré discriminant des méthodes automatiques ainsi que celui des données multispectrales dont disposant à caractériser spectralement entre les différentes formations géologiques, une caractérisation radiométrique des roches est effectuée par classification non supervisée..

-La seconde étape consiste en une délimitation et extraction automatique des différentes formations par classification supervisée. Cette étape constitue le meilleur moyen pour établir un plan de répartition des unités géologiques affleurantes. Cette méthode "mathématique" consiste à déterminer les classes par un apprentissage effectué sur la scène traitée et vise à leur attribuer des labels dont l'origine est thématique.

Nombreuses classifications ont été testées à savoir : "maximum de vraisemblance" et "Support Vecteur Machine". La comparaison des résultats est effectuée d'abord par une appréciation visuelle critique ensuite de façon rigoureuse par les matrices de confusion qui permettent d'évaluer la qualité de chaque classification.

La contribution de l'analyse et l'extraction automatique de l'information des images satellitaires dans la caractérisation des principales unités lithologiques structurales a été prouvée et évaluée à travers les résultats obtenus. Cette approche, dont l'apport est considérable et compétitif en matière de qualité et de temps, peut désormais être testée en d'autres régions de notre pays.

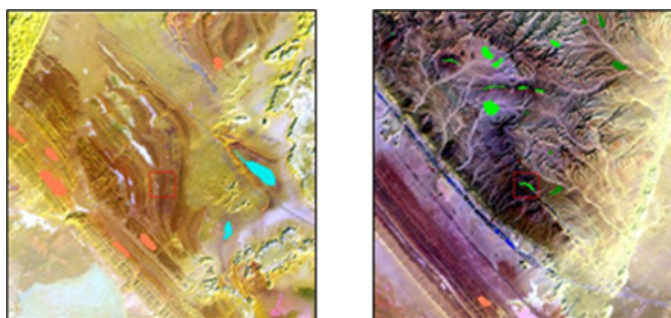


Figure 1. procédure d'échantillonnage.

**Mots Clés:** Télédétection – extraction – automatique – lithologie – cartographie

### Références

- Hammad, N., 2016. Cartographie géologique et analyse linéaire de la région d'El Kseibat (Sahara du sud-ouest) à partir des images spatiales. Incidence sur l'exploration minière. Thèse Doctorat, Univ. Kasdi Merbah Ouargla, 157p
- Scanvic, J.-Y., 1989. Télédétection aérospatiale et informations géologiques. Éds BRGM, Orléans, France, 388 p
- Jourda, J. P., Djagoua, É.V., Kouamé, K., Saley, M. B. Gronayes, C., Achy, J. J., Biémi J., Razack, M., 2006. Identification et cartographie des unités lithologiques et des accidents structuraux majeurs du département de Korhogo (nord de la côte d'ivoire) : apport de l'imagerie ETM+ de Landsat



## Contribution of Airborne data and remote sensing for the structural analysis and lithological discrimination of the Ougarta range (South-West Algeria).

C.Harouz<sup>1</sup>, K.Araibia<sup>2</sup>, K.Amri<sup>2</sup>, M.Amara<sup>1</sup>, A.Bendaoued<sup>2</sup>, R.Hamdidouche<sup>3</sup> et M.Hammoudi<sup>1</sup>.

1 LGEPH/USTHB BP N°32 El Alia 16111 Bab Ezzouar, Algeria, [chakib-harouz@live.fr](mailto:chakib-harouz@live.fr)

2 LGGIP/ USTHB BP N°32 El Alia 16111 Bab Ezzouar, Algeria

3 LGBSO / USTHB BP N°32 El Alia 16111 Bab Ezzouar, Algeria

The Ougarta belt took shape in a suture zone which separates the Tuareg shield to the East and the West African Craton to the West. The Ougarta belt is a strongly folded region, these folds were controlled by large pan-African shear zones during the Hercynian orogeny and later compression phases. They have been reactivated as inverse faults. (Collomb et donzeau 1974).

Satellite imagery combined with airborne geophysical data and field observations were employed for geologic mapping of the Ougarta belt.

The specific treatments applied to the Landsat 8 OLI multispectral images and airborne geophysics were helpful for lithological discrimination as well as in spotting the hercynian associated structures and the structures associated with the large Pan-African shear-zones. It has allowed us to sketch up preliminary tectonic interpretations as three major directions NW-SE, E-W and NE-SW were determined. We highlighted the fold axes trends, these are mainly oriented NW-SE. They are conform to a compressive stress oriented NE-SW, which would correspond to the hercynian orogeny

The treatments also gave us a good lithological discrimination. Indeed, we have been able to highlight the magmatic complexes as well as the sedimentary ones.

**Key words :** Ougarta belt, Hercynian orogeny, Pan-African Shear zones, remote sensing, airborne data.

### Références

Collomb P., Donzeau M., 1974 - Relation entre kink-bands décamétriques et fractures du socle dans l'Hercynien des monts d'Ougarta (Sahara occidental, Algérie). *Tectonophysics*, 24, 213-242.

## Evolution P-T et géochronologie des schistes à talc-disthène-quartz de Ti-N-Eggoleh (Terrane de Sérrouenout, Hoggar Central, Algérie): Implication sur l'assemblage du Gondwana

K.Lacene<sup>1-2</sup>, Z.Adjerid<sup>2-3</sup>, A.Bendaoued<sup>2</sup>, J-C.Garrido<sup>4</sup>, K.Ouzegane<sup>2</sup> et B.Cenki-Tok<sup>5</sup>

<sup>1</sup>: ASGA, <sup>2</sup>: FSTGAT-USTHB, <sup>3</sup>: ENS-Kouba, <sup>4</sup>: IACT-Granada, <sup>5</sup>: GM-Montp2

Des séries méta-ophiolitiques de haute pression sont observées dans le terrane de Sérrouenout, qui s'étend le long de l'ancienne marge orientale de la ceinture orogénique du Gondwana occidental. Les formations cartographiées dans la région de Ti-N-Eggoleh (partie Sud de ce terrane) sont composées principalement de métasédiments à dominance schisteuse et des masses basiques et ultrabasiques ayant subi un métamorphisme de haute pression, caractéristique des zones de subduction et/ou de suture.

L'étude géochimique indique que ces formations sont issues d'une altération hydrothermale de sédiments océaniques et dérivent d'un mélange de protolithes basiques et acides.

La paragenèse principale dans les schistes blancs est à talc, kyanite et quartz. Cette dernière est typique des domaines de haute pression du faciès éclobite; toutefois la faible variance de cet assemblage dans les différents systèmes d'étude ne permet de contraindre de manière rigoureuse les conditions physiques enregistrées lors du pic du métamorphisme (P >11 kbar et ~ 600°C). Lors du stade rétrograde de cette évolution une nette augmentation de la température est notée par l'apparition d'assemblage à saphirine-cordiérite impliquant des températures proches de 800°C. L'origine de cette hausse remarquable de la température ayant atteint les conditions du faciès granulite peut être attribuée à une remontée asthénosphérique suite à une délamination de la lithosphère, dont les témoins seraient les nombreuses masses de roches basiques et ultrabasiques signalées sur le terrain.

Des données géochronologiques récentes indiquent qu'une partie des produits détritiques qui s'est déposée dans le bassin dérive de roches formées à 2200 Ma et qu'un événement métamorphique important a engendré une discordia à environ 720 Ma. Ces données montrent également que les roches du Hoggar ont enregistré un événement lié à l'ouverture de l'océan atlantique.

A la lumière de toutes ces données on peut imaginer que les séries de Ti-N-Eggoleh représentaient un segment de la ceinture orogénique du Gondwana occidental pendant l'orogénèse panafricaine au cours du Néoproterozoïque.

**Mots Clés:** Hoggar central, schiste blanc, faciès éclobite, orogénèse panafricaine, Gondwana

### Références

Adjerid, Z., Godard, G. & Ouzegane, K. (2015) High-pressure whiteschists from the Ti-N-Eggoleh area (Central Hoggar, Algeria): A record of Pan-African oceanic subduction. *Lithos* 226, 201-216.

Adjerid, Z., Ouzegane, K., Godard, G., Bitam-Derridj, A. & Kienast, J.-R. (2012) Le Serouenout: Un Fragment De Lithosphere Oceanique Subducte a Haute Pression, Exhume Puis Granulitise a Haute Temperature. *Bull. du Serv. Géologique Natl.* 23, 199-217.

## Le terrane ou les terranes de Sérrouènout? Synthèse des données pétrologiques et géochronologiques actuelles

K.Lacen<sup>1,2</sup>, Z.Adjerid<sup>2-3</sup>, A.Bendaoud<sup>2</sup>, J-C.Garrido<sup>4</sup>, A.Manuel Jesus Roman<sup>4</sup> et K.Ouzegane<sup>2</sup>

<sup>1</sup> ASGA, <sup>2</sup> FSTGAT-USTHB, <sup>3</sup> ENS-Kouba, <sup>4</sup> IACT-Granada

Le Sérrouènout (Hoggar Central) forme une bande subméridienne qui s'étend depuis l'Amador au Nord jusqu'aux Tassilis d'In Azaoua au Sud (frontière avec le Niger). Il est limité par les terranes de Tazat et d'Issalane à l'Est et par le microcontinent LATEA, à l'Ouest. Vu sa grande étendue, peu de données sont disponibles sur la nature des roches qui le compose et le style de déformation ayant affecté ses séries. Toutefois, depuis les travaux pionniers du B.R.G.M (1960), puis ceux de Guerrangé (1966) dans la région de Timasint tous les auteurs s'accordent sur le fait que ce terrane correspond bel et bien à des vestiges d'une ancienne croûte océanique ayant été emprise et prise au piège lors de l'amalgamation du Hoggar et la fermeture des bassins au cours de l'événement Panafricain.

Des missions de terrain récentes effectuées dans plusieurs secteurs de ce bloc révèlent une incohérence notable entre ses différentes parties, contrairement à ce qui était présumé. En effet, la région de Ti-N-Eggoleh située dans la partie méridionale de ce terrane est composée de formations typiques des milieux océaniques ayant subi les conditions des faciès élogite de haute pression (> 12 kbar) et granulite de haute température (800°C), alors qu'au niveau d'Adrar Imzaden, Adrar Ouzzaaf et même Timasint (formant la partie centrale du Sérrouènout) les séries métasédimentaires enregistrent des conditions modérées du faciès amphibolite (7-8 kbar, 500-600°C) et parfois même du schiste vert de bas degré, selon les diagrammes de phases.

De leur côté, les données géochronologiques (U/Pb sur zircon et monazite) affirment que la croûte au niveau de l'Adrar Imzaden est juvénile puisque aucun âge supérieur à 690 n'a été défini ni dans les migmatites de ce qui est considéré comme socle, ni dans les micaschistes de la couverture contrairement à ce qui est observé à Ti-N-Eggoleh (se trouvant à peine à une cinquantaine de kilomètres au Sud de l'Adrar Imzaden) où des produits détritiques déposés dans le bassin dérivent de roches formées à 2200 Ma.

A noter que l'étude géochimique dévoile que les formations métasédimentaires étudiées sont issues de mélanges de roches basiques et acides en milieu marin et peuvent être considérées, à l'heure actuelle, comme des termes d'une série ophiolitique complète observée sur le terrain.

Toutes ces données laissent entendre que le Sérrouènout est formé d'unités différentes qui peuvent être subdivisées en deux terranes bien distincts, si aucune relation structurale claire n'est mise en évidence entre elles.

Une conception comparable à la notre a été suggérée récemment par Liégeois (2019) qui s'est basé sur les travaux de Bitam-Derridj et al (2010) et Adjerid et al (2012; 2015) mais sans avancer d'arguments forts pour soutenir son postulat.

**Mots Clés :** Hoggar central, Sérrouènout, U/Pb sur zircon/monazite, orogénèse panafricaine, Gondwana

### Références

- Adjerid, Z., Godard, G. & Ouzegane, K. High-pressure whiteschists from the Ti-N-Eggoleh area (Central Hoggar, Algeria): A record of Pan-African oceanic subduction. *Lithos* 226, 201-216 (2015).
- Adjerid, Z., Ouzegane, K., Godard, G., Bitam-Derridj, A. & Kienast, J.-R. Le Serouenout: Un Fragment De Lithosphere Oceanique Subducte À Haute Pression, Exhume Puis Granulitise À Haute Temperature. *Bull. du Serv. Geologique Natl.* 23, 199-217 (2012).
- Amel, D. ep. B. *Granulite et amphibolite de haute pression du Sud du Hoggar Central.* (2011).
- Liégeois, J. P. A New Synthetic Geological Map of the Tuareg Shield: An Overview of Its Global Structure and Geological Evolution. In *The Geology of the Arab World-An Overview* (pp. 83-107). Springer, Cham (2019).

## Apport de l'aéromagnétisme et de la gravimétrie à la compréhension de la préservation d'une réaimantation Permienne dans les formations paléozoïques du bassin d'Illizi (Algérie).

A.Lamali<sup>1</sup>, L.Hamai<sup>1</sup>, N-E.Merabet<sup>1</sup>, A.Yelles Chaouche<sup>1</sup>, B.Henry<sup>2</sup>, A.Abtout<sup>1</sup>, S.Maouche<sup>1</sup>, M.Amenna<sup>1</sup> et M.Hamoudi<sup>3</sup>

<sup>1</sup> CRAAG, B.P. 63, Bouzaréah 16340 Alger, Algérie. [a.lamali@craag.dz](mailto:a.lamali@craag.dz).

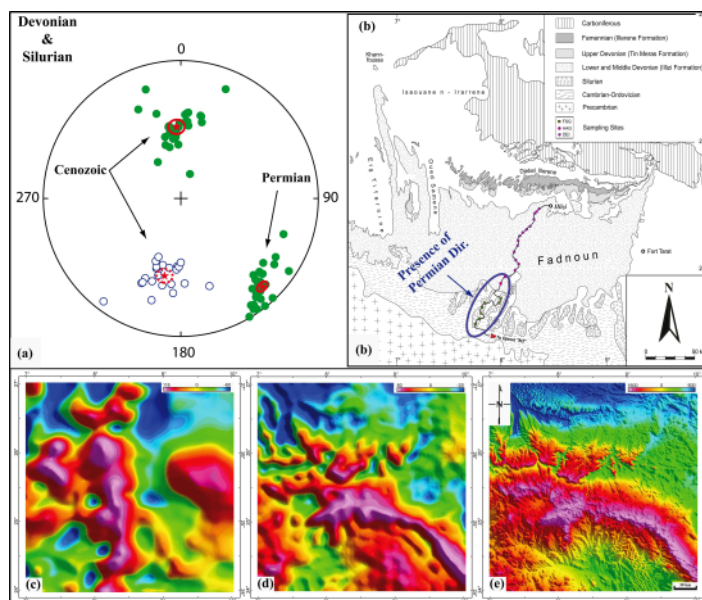
<sup>2</sup> Institut de Physique du Globe de Paris, Sorbonne Paris Cité, Univ. Paris, France.

<sup>3</sup> FSTGAT, Département de géophysique, USTHB. B.P. 32, El Alia. Alger, Algérie.

Des analyses paléomagnétiques dans les formations paléozoïques (Silurien et Dévonien inférieur) du bassin d'Illizi ont mis en évidence deux composantes d'aimantation distinctes (Lamali et al., 2014). Malgré des tests paléomagnétiques positifs (tests de l'inversion et du pli), la comparaison avec la CDAP africaine montre clairement qu'elles sont toutes deux des réaimantations, d'âges cénozoïque et permien respectivement (Fig 1a). Au niveau de la distribution de ces différentes composantes, une moitié des sites (Fig. 1b) ne comporte qu'une seule parmi les deux composantes mais la composante permienne est la seule dans les 3 sites où elle a été déterminée.

Cependant, sa préservation exclusivement dans 3 niveaux avec un plongement modéré vers la SE et n'est que de polarité inverse, suggère une relation avec la lithologie. Il est possible que certains sites, aient été protégés des circulations "variables" de fluides du fait de leur faciès. Une telle variation, qui a une relation avec l'altitude, pourrait avoir été liée à un changement de conditions climatiques, à une intensification de l'érosion, à un soulèvement (bombement du Hoggar) ou encore à un très léger basculement régional. Nous montrons que, dans ce cadre interprétatif, les anomalies géophysiques régionales viennent à corroborer ces suppositions. En effet, la carte d'anomalies magnétiques obtenue pour la zone d'étude (Fig. 1c) a permis de détecter dans le bassin d'Illizi, une anomalie étendue sur plusieurs kilomètres, d'orientation NNO-SSE. Cette anomalie peut être corrélée avec la structure géologique (accident 8°30') qui est dominée par une structuration subméridienne. Son allongement longitudinal témoigne de l'existence de phénomènes tectoniques profonds et récents, tout en considérant une remobilisation de ces accidents probablement résultant de la distension et/ou soulèvement. La carte d'anomalies gravimétriques (Fig. 1d) quant à elle, montre que les variations régionales du champ de gravité viennent à se superposer fidèlement à une signature locale de la topographie (Fig. 1e). Cette carte met en évidence le contraste de densité net entre le Hoggar au Sud, caractérisé par des anomalies maximales et les formations sédimentaires du bassin d'Illizi au Nord, de faible intensité. Des résultats très semblables avaient été trouvés par Lesquer et al. (1990) dans la même région d'étude. Ces auteurs ont montré l'existence d'une perturbation thermique récente (15-20 Ma) avec un flux de chaleur relativement élevé (> 100 mW.m<sup>-2</sup> dans le bassin d'Illizi) et de conclure que, l'axe Illizi-In Salah-Tindouf se distingue par un manteau supérieur chaud et léger.

**Figure 1.** a) Directions paléomagnétiques des différents échantillons et directions moyennes pour les composantes "B<sub>1</sub>" normale, "B<sub>2</sub>" inverse et "B<sub>3</sub>", avec leur cône de confiance à 95% associé, pour les formations du Dévonien inférieur et du Silurien, b) Localisation précise des sites prélevés dans les formations étudiées du bassin d'Illizi. Anomalies magnétiques et gravimétriques dans et autour du bassin d'Illizi, bouclier de Tuareg, c) Carte d'anomalies magnétique issue de la base de données EMAG2, d) Cartes d'anomalies gravimétriques issue de la base de données WGM2012, e) MNT issu de la base de données SRTM.



En conclusion, il n'empêche que ces résultats dont on dispose laissent entrevoir comment l'ensemble des sites ait été affecté par la réaimantation permienne, mais que cette dernière ait été "remplacée" par la réaimantation cénozoïque seulement dans une partie des sites.

**Mots clés :** Réaimantation – Aéromagnétisme – Gravimétrie – Permien – Illizi.

### Références

Lamali, A., Merabet, N., Henry, B., Maouche, S., Hamoudi, M., Ayache, M., 2014. *Bulletin du Service Géologique National*, Vol. 25, n° 2, pp. 181 - 199.  
Lesquer A., Takherist D., Dautria J.M., Hadiouche O., 1990. *Earth and Planetary Science Letters*, 96, 407-418.

## Toward understanding of the Saharan Platform dynamic : sedimentary environments, sea level change and anoxic events.

A.Mahboubi<sup>1-2</sup>, T.Hassen<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Département du Vivant et de l'Environnement, Faculté des Sciences de la Vie et de l'Environnement, Université des Sciences et de la Technologie (MB), El Mnaouar, BP 1505, Bir El Djir 31000.

<sup>2</sup> Laboratoire de Paléontologie Stratigraphique et Paléoenvironnement, BP 1015 El-M'naouer 31 000 Oran (Algérie).  
[mahboubi.abdessamed@gmail.com](mailto:mahboubi.abdessamed@gmail.com)

The Upper Devonian deposits of the North-western margin of Algerian Sahara include one the largest and well-exposed paleozoic platform in the world. Conodont investigations from the Upper Devonian has been realised in two sections belonging to this stable portion of Gondwana margin: Marhouma section (Ougarta basin) and Ben Zireg section (Bechar basin).

It allowed to give a proposal of a detailed biostratigraphical frame with almost complete Frasnian zones for the Marhouma section, further a major stratigraphic hiatus at the Givetian/Frasnian passage has been depicted at the Ben Zireg section. Fine-scale conodont correlation reveals a strong condensation at the Ben Zireg section during the Middle Frasnian, when accumulation rate became high at the Marhouma section. During the Upper Frasnian, the sedimentation became more homogenous with equal thick in each basin.

This study examines also depositional setting of both sections by using a multidisciplinary approaches based on sedimentology of facies, magnetic susceptibility, conodont biofacies. The combination of such tools indicates that during the Frasnian, under the limit of storm wave-base, a pelagic and muddy outer environment (ramp or platform) was well established in northwestern Algerian Sahara. The proximal areas were mainly dominated by bioclastic limestones that yielded pelagic communities, whereas the distal areas were dominated by muddy and argillaceous nodular facies with rare fauna.

The temporal evolution of these proxies allows also describing the fluctuation of the sea-level with a similar trend in the deepening and shallowing occurring synchronically in our investigated sections. The long-term history indicates globally rising sea-level through the Frasnian, that was interrupted by a minor drop during the base of the Upper Frasnian interval. A major eustatic fall was identified for the first time in the North Africa realm during the Frasnian/ Famennian boundary.

The regional syn-drowning of Algerian Saharan Platform has a major factor to the emergence of various anoxic stats especially in the South Marhouma section that might reflect global events. Among them the Upper Kellwasser horizon, is defined as the biggest mass extinction event in Earth's history.

**Key-words:**– conodonts – biostratigraphy – environment – sea-level; anoxic events.

## Les Zoophycos du Dévonien inférieur-moyen de la région de Marhouma (Saoura-Sahara Algérien) : implication morphologique et éthologique

B. Mansour<sup>1</sup>, S. Mennad<sup>1</sup>, N. Bachiri<sup>1</sup>, A. Hamadai<sup>1,2</sup>, N. Yahiaoui, M. Mahboubi<sup>1</sup> & C. Mammeri<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup>Laboratoire de Paléontologie Stratigraphique et Paléoenvironnement, Département des Sciences de la Terre, FSTU, Université d'Oran2, Algérie.

<sup>2</sup> Centre Universitaire de Chlef, Algérie. <sup>3</sup> Centre Universitaire d'El Bayadh, Algérie. [bouhameur@gmail.com](mailto:bouhameur@gmail.com)

Des dépôts lacustres ou palustres d'âge holocène (de nature carbonatées et/ou diatomitiques et même parfois détritiques), affleurent sous forme de butte témoin, dans de nombreuses dépressions interdunaires du Grand Erg Occidental (Algérie). Ces dépôts révèlent une richesse particulières en biomarqueurs, représentés par : des diatomées ; des ostracodes ; des foraminifères ; des charophytes et de la malacofaune.

Dans le cadre d'une étude multi-proxy réalisée sur plusieurs sites représentés sous forme de butte témoin (Daeit Mahouche, Hassi Medjna, Hassi Mouina et Hassi El Aaz), l'analyse des biorestes permettent une reconstitution environnementale de ces paléolacs durant l'holocène dans le Sahara algérien.

Les variations spatio-temporelles de la microflore diatomique associée à des ostracodes et autres biomarqueurs traduisent un milieu de dépôt évoluant en général en deux phases de sédimentation :

- une phase peu profonde à forte turbulence des eaux correspondant à une période de forte précipitation (Holocène humide) ;
- une deuxième phase très peu profonde qui évolue à une période de forte évaporation (Holocène aride).

Par ailleurs, les données de certains sites étudiés montrent que ces deux phases sont ponctuées, respectivement, de brefs épisodes d'aridité et d'humidité

**Mots clés :** Grand Erg Occidental, paléolacs, holocène, biomarqueurs, environnement

## Les ostracodes des dépôts lacustres holocènes de Daeit Sid El Ala (Grand Erg Occidental, NW du Sahara Algérien) et reconstitution paléoenvironnementale

S.Mennad<sup>1</sup>, B.Mansour<sup>1</sup>, N.Bachiri<sup>1</sup> et M.Mahboubi<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Laboratoire de Paléontologie Stratigraphique et Paléoenvironnement, Université d'Oran 2. [n.sm@live.fr](mailto:n.sm@live.fr), [sassiy2@gmail.com](mailto:sassiy2@gmail.com)

Une des buttes témoins des dépôts lacustres holocènes de la dépression interdunaire Daeit Sid El Ala, située en bordure Nord-Ouest du Grand Erg Occidental a fait l'objet d'une étude lithologique et micropaléontologique (ostracodes et foraminifères) dans le but d'une reconstitution paléoenvironnementale.

Cette butte témoin d'épaisseur dépassant les 3 m (3,98 m), repose sur des sables jaunes grésifiés et constituée globalement de trois (03) ensembles. Des calcaires beiges riches en gastéropodes (1 m) séparés d'un niveau argileux verdâtre (18 cm) et reposent sur des passées de sables argileux noirâtres (5cm). Des calcaires beiges diatomitiques, d'épaisseur métrique (2 m) révélant une riche flore diatomique. Ces derniers sont séparés des premiers par un niveau repère de calcaires argilo-sableux à *Ceratoderma glaucum* (15 cm). Le tout est couronné par un troisième ensemble de 60 cm de calcaires argileux à quelques *Ceratoderma* à la base et de des argiles gypseuses au sommet.

L'inventaire micropaléontologique a mis en évidence 15 espèces d'ostracodes réunies en 10 genres et 02 espèces de foraminifères. L'analyse quantitative et qualitative des ostracodes a mis en évidence trois assemblages : un assemblage de forme d'eau douce (*Darwinula stevensoni*, *Darwinula* sp., *Paralimnocythere psammophila*, *P. compressa*, *P. messanai*) ; un assemblage d'eau oligosaline à mésosaline (*Ilyocypris bradyi*, *Limnocythere inopinata*, *Limnocythere* sp., *Candona neglecta*, *Fabaformicondona protez*, *Heterocypris salina*, *Pseudocondona* sp.) et un assemblage de forme Eusaline à Hypersaline (*Leptocythere porcellanea* et *Loxoconcha elliptica*), 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.

Les trois assemblages mis en évidence de bas en haut de la butte témoin, suggèrent ainsi un milieu de sédimentation peu profond à tranche d'eau évoluant en trois périodes distinctes. Chaque période de sédimentation est caractérisée par trois phases principales d'évolution de la tranche d'eau :

- une phase de mise en place du lac caractérisée par des espèces dominantes d'eau douce à oligosaline ;
- une phase plus ou moins saline, caractérisée par un changement du milieu lacustre en faveur des espèces d'eau mésosaline ;
- une troisième phase 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 Sid El Ala, lithologie, ostracodes, paléoenvironnement.

## Le Dévonien inférieur de l'Ahnet occidental-Bled El Mass (Sahara algérien), formations et environnements

Isma Mofredj<sup>1-2</sup>

<sup>1</sup> Laboratoire de Géo-environnement, FSTGAT-USTHB, BP.32, El Alia, Bab Ezzouar, Alger

<sup>2</sup> Laboratoire de Géodynamique des Bassins Sédimentaires et des Orogenèses, FSTGAT-USTHB, BP.32, El Alia, Bab Ezzouar, Alger

Le bassin de l'Ahnet (Ahnet occidental -Bled El Mass) dans le Sahara Central algérien se singularise par sa complexité tectonique et son degré de structuration intense liés à sa situation. Il se localise à la jonction de deux ensembles géologiques cratonisés à deux époques différentes, le Craton Ouest Africain stable depuis la fin de l'orogénèse éburnéenne (2000 Ma) et la chaîne mobile du Hoggar, résultant de l'orogénèse panafricaine, et régulièrement sollicitée en liaison avec la cinématique des plaques.

Nous avons revisité le Dévonien inférieur de cette région et le découpage basé sur la lithologie. Celui que nous proposons fait appel aux discontinuités, expressions d'évènements majeurs dans l'évolution géodynamique. Ce sont dans ce cas des paléopédogénèses.

Cette nouvelle approche d'une part discrimine le Dévonien inférieur de la partie occidentale du bassin de l'Ahnet en quatre formations notées FI, FII, FIII et FIV et permet d'autre part de reconstituer leur paléo environnements de dépôt.

En l'absence de datation de ces formations et par analogie avec les ensembles similaires des régions de l'Ougarta et de Reggane nous proposons les âges suivants :

- Lochkovien pour les formations FI et F II.
- Praguien pour la formation FIII.
- Emsien pour la formation FIV.

**Mots clés :** Ahnet, Sahara, Dévonien inférieur, paléopédogénèses, formations, membres



## Références

- AKKOUCHE, M., 2007. Application de la datation par traces de fission à l'analyse de la thermicité de bassins à potentialités pétrolières. Exemple de la cuvette de Sbaâ et du bassin de l'Ahnet-Nord (plate-forme saharienne occidentale, Algérie) Thèse de doctorat. Université Bordeaux 1. 282p.
- HADDOUN, H., 2009. Les structures hercyniennes dans la couverture sédimentaire paléozoïque de l'Ahnet occidentale et de bled el mass (N.O. du Hoggar, Algérie) : une conséquence du rejeu des failles panafricaines. Publication Service Géologique National pp. 221 - 243, 18 fig., 3 ph.

## Cartographie satellitale et géophysique aéroportée des structures circulaires de la région volcanique d'In Téria (Bassin d'Illizi), Algérie.

K.Nedjraoui<sup>1</sup>, M.Hamoudi<sup>1</sup>, R.Ben El Khaznadj<sup>2</sup>, A.Bendaoud<sup>2</sup>, H.Boubekri<sup>1</sup>, S-A.Kechid<sup>2</sup> et S.Oughou<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Laboratoire de Géophysique, FSTGAT – USTHB, Babezzouar, Algiers, Algeria. [nedjraoui.khedoudja@gmail.com](mailto:nedjraoui.khedoudja@gmail.com).

<sup>2</sup>Laboratoire de Métallogénie et Magmatisme de l'Algérie, FSTGAT – USTHB, Babezzouar, Algiers, Algeria.

La région d'étude d'In Téria est située au sud-est du bassin d'Illizi et au Nord des Tassilis internes. Une vingtaine de structures circulaires d'origine volcanique y affleurent dans une zone allongée WNW-ESE. Les appareils volcaniques, étudiés par Megartsi en 1972 ont principalement émis des laves à mélilitites, soupçonnées d'être l'ultime stade d'un volcanisme polyphasé (Dautria et al., 1992).

Des points de vue minéralogiques et géochimiques, ces études ont ciblé quatre faciès pétrographiques : des xénolites de péridotites, des xénolites de clinopyroxénites, des mélilitites et des tufs pyroclastiques qui indiquent des manifestations volcaniques explosives. La présence de la péridotite à grenat (Dautria et al., 1992) suggère des conditions minimales de températures entre 1000 et 1200°C et des pressions dans le champ de stabilité du grenat ( $P \geq 20$  kbar) à des profondeurs supérieures à 100 km. Ce qui fait de cette région volcanique une zone de choix pour l'exploration diamantifère.

L'objectif du présent travail est de faire une cartographie 3D de la région centrée sur ce volcanisme (26°20'N - 27°30'N et 9°10'E - 10°E) et ceci à partir de l'imagerie optique et radar satellitale et de données aéromagnétiques. La base de données utilisée pour la carte linéamentaire et des structures volcaniques comporte les cartes topographiques d'Edjeleh et Fort Tarat à l'échelle 1/200000, et la carte géologique de Fort Tarat (1/200000) réalisée par l'ANGCM (Agence Nationale de la géologie et du control Minier). A ces données, s'ajoutent deux images Landsat 8 OLI-TIRS (scènes 190-41/42) acquises le 23 Janvier 2018 et une image radarsat.

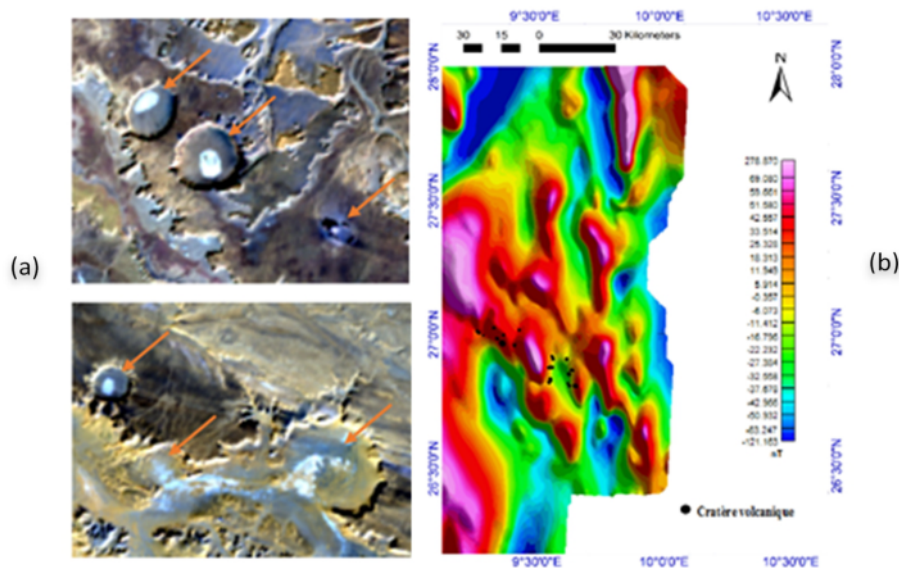
La carte linéamentaire qui en résulte comporte 694 linéaments. La représentation de ces derniers dans un diagramme de fréquence a montré que les directions les plus importantes sont les E-W, WNW-ESE et ENE-WSW. Alors que la répartition des cratères et structures circulaires (Figure 1a) se fait suivant l'allongement E-W et WNW-ESE, suivant des failles de mêmes directions. Selon Megartsi (1972), la direction E-W est parfaitement conforme à celle d'un linéament E-W que l'on peut mettre en évidence grâce à des arguments d'ordre structuraux (Haddoun et al., 2002) et géophysique, suite à la découverte d'une zone d'importantes anomalies thermiques et gravimétrique (Lesquer et al., 1990). Elle s'étend dans une direction E-W depuis le bassin d'Illizi jusqu'au bassin de l'Ahnet. Les linéaments NE, NW ou subméridiens sont aussi répandus, et sont probablement dûs au prolongement des accidents majeurs précambriens du Hoggar central étant donné que la région d'In Téria se trouve dans la zone du raccordement du Hoggar avec la synclise Est-algérienne, au point de jonction de trois structures importantes : le bombement de Tihemboka, le monoclin d'Illizi-sud et le semi-bassin d'Illizi central (Kechid, 2006). Quant à la direction ENE-WSW, elle est dans le prolongement de l'Oued Amded qui traverse le Hoggar et suivant lequel une partie importante du volcanisme cénozoïque du Hoggar se répartit.

Les données aéromagnétiques (voir Boubekri et al., 2015 pour les caractéristiques de ces données), en plus de confirmer les observations obtenues à partir de l'imagerie satellitale sur la surface, permet d'imager la région en profondeur.

Ainsi, la carte du champ magnétique réduit aux pôles (Figure 1b), dans la région d'In Téria, montre des anomalies de grandes et courtes longueurs d'ondes, d'intensités entre -50 nT à 270 nT et de directions : NS, NESW, NWSE et EW. Dans la zone de répartition des cratères les valeurs d'intensité du champ magnétique sont élevées entre 6 nT à 40 nT traduisant les effets thermiques dans les signatures magnétiques des occurrences magmatiques et des accidents majeurs qui traversent la région. Une inversion de ces données nous a permis d'imager la structuration de la région sur une profondeur allant jusqu'à 20 km de profondeur.

**Mots clés :** Cartographie – In Téria – Mélilitites – Carte linéamentaire – Anomalies magnétiques

**Figure 1.** (a) Images Landsat 8 OLI-TIRS montrant quelques cratères volcaniques et structures circulaires (indiqués par les flèches) à In Téria. (b) Carte du champ magnétique réduit au pôle de la région d'In Téria



## Références

- Megartsi M. : Etude des structures circulaires du NORD-EST d'Illizi (ex FORT-POLIGNAC) Sahara Nord-Oriental, Algérie. USTHB, Algiers, Algeria, (1972).
- J.M. Dautria, C. Dupuy, D. Takherist, J. Dostal, 'Carbonate metasomatism in the lithospheric mantle: peridotitic xenoliths from a melilitic district of the Sahara basin', *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 111(1), pp 37-52, June 1992.
- Haddoum, H., Guiraud, R. and Moussine-Pouchkine, A.: Hercynien compressional deformations of the Ahnet-Mouydir Basin, Algerian Sahara Platform: far-field stress effects of the late Paleozoic orogeny. *Terra Nova*, 3, 220-226. (2001).
- Lesquer, A., Takherist, D., Dautria, J.M. and Hadiouche, O.: Geophysical and petrological evidence for the presence of an Anomalous upper mantle beneath the Sahara Basins (Algeria). *Earth Planet Sci Lett*, 96, 407-418. 1990.
- Kechid S.A.: Les xénolithes de péridotites réfractaires et clinopyroxénites alcalines des laves à méllilites d'In Téria (Illizi, Algérie) : pétrologie et implications dans l'évolution géodynamique de la lithosphère saharienne. FSTGAT, USTHB, Algiers, Algeria, (2006).
- Boubekri H., Hamoudi M., Bendaoud A., Allek K.: 3D structural cartography based on magnetic and gravity data inversion - Case of South-West Algeria. *Journal of African Earth Sciences*, 12(part B), pp 471-484, Feb 2015.

## Analyse sédimentologique et estimations des réserves dans les formations argileux-gréseuses de la région de Hassi R'Mel sud

H.Nouali<sup>1</sup>, A-K.Khiari<sup>2</sup> et M.Tlili<sup>3</sup>

<sup>1,2</sup> Département de géologie, Faculté des sciences de la Terre et d'architecture, Université L'arbi Ben M'hidi, Oum El Bouaghi.

<sup>3</sup> Département de géologie, Faculté des Sciences de la Terre, Université de Badji Mokhtar, Annaba.

La région de Hassi R'Mel présente un grand réservoir de gaz en Algérie, et aussi un réservoir pétrolier non négligeable dans cette partie sud. Ce travail présente un essai de caractérisation d'un réservoir pétrolier dont l'objectif est de valoriser le réservoir argileux-gréseux dans le secteur à l'échelle locale (Hassi R'Mel sud). Pour mieux caractériser notre réservoir et définir l'environnement de dépôt plusieurs méthodes ont été utilisées à partir de l'approche sédimentologique ; passant par la description des carottes de deux puits, le découpage séquentiel afin d'établir des corrélations et de retracer la révolution des réservoirs, analyses des faciès à partir des diagraphies essentiellement le gamma-ray et l'établissement des cartes en isobathes et isopaques.

Dans cet essai, le dépôt et d'origine fluviale dont cinq cycles ont été identifiés, ces cycles sont encadrés par la discordance hercynienne et éruptive ce qui permet une approche de la géométrie et des continuités latérales tout en intégrant le résultat de l'analyse séquentielle. En combinant les cotes de la surface hercynienne de chaque puits selon les transects choisis, et l'épaisseur des réservoirs sans l'épisode éruptif (le mur), et les résultats des corrélations, on arrive à détecter des niveaux argileux plus ou moins continus latéralement et qui auront un rôle important en qualité d'écrans imperméables. Ces écrans codifiés de haut en bas illustrent les prévisions en termes de masses gréseuses et d'écrans argileux. Il est à noter qu'un écran peut contenir quelques lentilles gréseuses mais d'extension et d'épaisseur très réduite et que nous avons négligées par commodité d'échelle. Enfin ce réservoir renferme localement un potentiel important d'hydrocarbures.

**Mots-clés :** Hassi R'Mel Sud, Réservoir pétrolier, Diagraphies, Sédimentologie.

## Références :

Beicip, 1978. *Etude géologique du champ de Hassi R'Mel*, Institut Français du Pétrole, Paris.

Boudjemaa, A, 1987. *Evolution structurale du bassin pétrolier (triasique) du Sahara Nord Oriental (Algérie)*.

Hamel, A, 1988. *Etude géologique des grès triasiques du gisement pétrolier de Hassi R'Mel (Algérie) : caractérisation, Extension et milieu de dépôt*.

Sonatrach DP: Data Base.

Well Evaluation Conference (wec), Sonatrach et schlumberger. *Algerie(2007)*.

## Analyse factorielle krigeante du volume en hydrocarbure VO – cas du réservoir TAGI du Hassi Berkine Sud- Algérie

S.Souadnia<sup>1</sup> et H.Mezghache<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Département des Sciences de la Terre, Institut d'Architecture et des Sciences de la Terre, UFAS, Sétif1. [souadniageo@yahoo.fr](mailto:souadniageo@yahoo.fr).

<sup>2</sup>Laboratoire de Recherche en Géologie (LRG) - Université Badji Mokhtar - Annaba. BP. 12 - Annaba; 23000 - Algérie

Le réservoir d'hydrocarbure du Trias Argilo Gréseux Inférieur de Hassi Berkine Sud appartient à la province pétrolière orientale du Sahara algérien. Les paramètres pétrophysiques perméabilité (K), porosité ( $\Phi$ ), saturation en eau (Sw) et en hydrocarbure (SH), gamma Ray (GRCC), Sonic (DTCC), densité (RHCC), Neutron (TNPHCC) et volume en argile (Vclay) ont été mesurés par diagraphie sur des intervalles de 0.15 m.l de la couche réservoir qui a été explorée par 61 puits réalisés par SONATRACH/ANADARKO.

L'analyse factorielle krigeante -AFK- a été effectuée sur la variable régionalisée volume en hydrocarbure VO qui est le produit de trois paramètres  $\Phi$ , SH et H l'épaisseur de la couche réservoir. La variographie effectuée sur VO a montré une structure gigogne. C'est donc une fonction aléatoire multiple : de deux composantes spatiales, l'une locale due à l'effet de pépite et l'autre régionale représentée par le model sphérique. L'AFK a permis de calculer ces deux composantes.

Les résultats de l'AFK ont permis de déduire que la composante locale du volume en hydrocarbure VO représente les quantités en pétroles dans les pores de formations. La composante régionale représente les ressources en pétrole dans les méandres, chenaux et les failles. Ces composantes ont été cartographiées.

L'étude géostatistique (Analyse Factorielle Krigeante) a donc permis de quantifier les différentes ressources en hydrocarbures et de localiser les zones où la réalisation de puits d'exploitations permettrait d'optimiser cette dernière.

**Mots clés :** Hassi Berkine, Hydrocarbure, Géostatistique, Analyse factorielles krigeante, Ressources.

## The Tinrhert Plateau (Cenomanian-Turonian, SE Algeria): litho-biostratigraphy and sedimentological framework

D.Zaoui<sup>1</sup>, M.Bensalah<sup>1</sup>, M.Benyoucef<sup>2</sup>, A.Mennad<sup>1</sup> et M.Adaci<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Faculté des sciences de la nature et de la vie, laboratoire de recherche n° 25, université Abou-Bekr Belkaïd, Tlemcen, [zaouidjm@gmail.com](mailto:zaouidjm@gmail.com).

<sup>2</sup> Faculté des sciences de la nature et de la vie, université de Mascara, 29000 Mascara, Algérie.

The present work reviews the lithostratigraphy, biostratigraphy, and sedimentology of the Cenomanian-Turonian interval across the Tinrhert Plateau (southeastern Algeria). Five stratigraphic units, the Mazoula (lower-middle Cenomanian), the Bordj Omar Driss (upper Cenomanian-lower Turonian), the In Adaoui (lower Turonian), the Ben Houilet (lower-middle Turonian), and the Takouazet (upper Turonian) formations previously considered as informal units are formalized. The Mazoula Formation consists of gypsiferous marls with a few bioclastic horizons. The Bordj Omar Driss Formation comprises three informal units: (a) the lower limestones unit is composed of hard bioclastic limestones containing bivalves (mostly oysters), gastropods, and echinoids, (b) the middle limestones unit consists of muddy facies, with an abundance of bivalves, gastropods, echinoids, ammonoids, and benthic foraminifers, (c) the upper limestones unit is dominated by fine-grained limestones containing abundant ammonites, planktic foraminifers, and roveacrinids. The In Adaoui Formation is characterized by rich-ammonite limestone beds interbedded with yellowish-greenish marls. The Ben Houilet Formation can be subdivided informally into three units: (a) the mixed siliciclastic-carbonate unit composed of green marls interbedded with sandstones and bioclastic limestones; (b) the marly-limestone unit; (c) the gypsum and red beds unit. The Takouazet Formation corresponds to indurated limestone beds devoid of fossils.

The investigated succession is subdivided into four ammonite biozones: the *Neolobites vibrayeanus*, the *Nigericeras gadeni*, the *Vascoceras cauvini*, and the *Pseudotissotia nigeriensis-Choffaticeras sinaiticum* zones. The Cenomanian-Turonian boundary is located at the limit between the Bordj Omar Driss and In Adaoui formations, coincident with the base of the *Pseudotissotia nigeriensis-Choffaticeras sinaiticum* Zone. The studied succession documents a ramp depositional system developing in response to the early Late Cretaceous second-order sea-level rise at the southern margin of the Tethys. Sequence-stratigraphic surfaces and system tracts are identified and tracked across the Tinrhert Plateau resulting in a detailed framework. Four sedimentary unconformities (SB Tin 1-4) are recognized and tracked laterally, defining three third-order depositional sequences (DS Tin 1-3).

**Keywords.** Upper Cretaceous; Tinrhert; lithostratigraphy; ammonite biozones, depositional model.

# ***RESSOURCES MINÉRALES DU DOMAINE DE L'OROGENÈ ALPIN D'AFRIQUE DU NORD***



## Cyberinfrastructure des ressources minérales algérienne : l'interactivité comme outil de collecte et partage de données

F.Ait Merzeg, F.Aissat, S.Hazam, S.Belmiri, S.Djema, S.Zemmache, R.Benommar, A.D.Hamitouche, K.Bachari et N.F.Charif

Centre de Recherche Scientifique et Technique en Analyse Physico-Chimiques BP 384, Zone Industrielle Bou-Ismaïl CP 42004.

La présente étude est un projet proposé par le Centre de Recherche Scientifique et Technique en Analyses Physico-Chimiques et financé par la Direction Générale de la Recherche Scientifique et du Développement Technologique dont l'intitulé est "Référentiel National des richesses minières algérienne". Le but ultime de ce projet, qui s'insère dans une étude globale, serait de constituer une banque de données regroupant les caractéristiques physico-chimiques de chaque gisement et d'assurer un suivi dans le temps de ces caractéristiques, car aujourd'hui, la recherche menée dans tous les domaines requiert de plus en plus de données. Nous voulons dire par analyses physico-chimiques, l'identification des propriétés propres des ressources minérales et ceci à travers l'identification de la signature spectrale (Spectroscopie Infrarouge, Raman), la minéralogie (Diffraction des Rayons X), la détermination de la composition chimique (ICP, FRX), la stabilité thermique et le magnétisme.... Au final, ces informations seront intégrées dans une base de données et mise à disposition du public à travers un site Web et/ou une application smartphone. L'étude est conduite en trois phases: i) Echantillonnage des minerais bruts (tout-venant) ; ii) Préparation mécanique des minerais bruts : concassage, tamisage et quartage dans le but d'avoir un échantillon représentatif destiné pour les analyses; iii) Etude analytique comprenant l'analyse physico-chimiques, minéralogique, texturale et thermique des échantillons bruts par différentes méthodes d'analyses. Parmi les différents minerais analysés et afin d'illustrer notre démarche, un échantillon de minerai de zinc du gisement Chaabet el Hamra (wilaya de Sétif) est pris comme échantillon d'étude. La caractérisation minéralogique a été effectuée sur un diffractomètre RX D8 Advance. L'identification chimique des éléments majeurs a été faite sur un analyseur de FRX de marque Rigaku. L'analyse IRTF a été effectuée sur un spectromètre de marque Bruker. La texture du minerai a été identifiée par un microscope électronique à balayage Quanta 250 (FEI). Les résultats sont regroupés sur la figure 2.

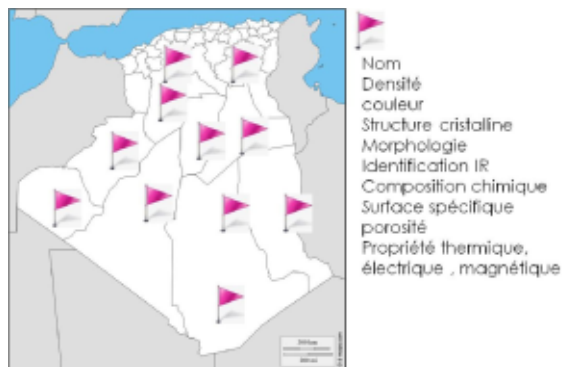


Figure 1. Schéma illustrant le but final du projet référentiel des richesses minières.

Rappelons que nous avons tenté de respecter lors de ce travail les concepts fondamentaux d'échantillonnage. Afin de mettre en place ce projet, la contribution de chaque spécialité à savoir la géologie, la chimie, la physique est primordiale.

Rappelons que nous avons tenté de respecter lors de ce travail les concepts fondamentaux d'échantillonnage. Afin de mettre en place ce projet, la contribution de chaque spécialité à savoir la géologie, la chimie, la physique est primordiale.

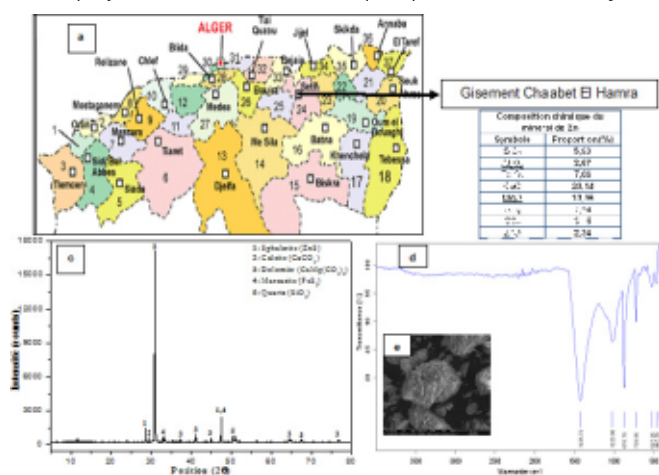


Figure 2. Carte d'identité (partielle) du minerai de zinc du gisement de Chaabet el Hamra.(a) localisation du gisement

**Mots clés :** Cyberinfrastructure - Minerai- Données - Caractéristique - Interactivité.

### Références

Bezzi, N., Aïfa, T., Hamoudi, S., Merabet, D., 2012. *Procedia Engineering* 42,1915 – 1927.



## Création d'un outil de veille informationnelle sur les Terres Rares : intégration de Méthodes automatiques, du Crowdsourcing et de la Gamification

O.Annad<sup>1</sup>, A.Bendaoud<sup>1</sup> et S.Goria<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Laboratoire de Géodynamique Géologie de l'Ingénieur et de la Planétologie, Faculté des Sciences de la Terre, Géographie et Aménagement du Territoire, Université des Sciences et de la Technologie Houari Boumédiène, BP 32 El-Alia, Bab Ezzouar, Algiers, Algeria

<sup>2</sup>Centre de recherches sur les médiations - Université de Lorraine, Département Sciences de l'Information et de la Communication, UFR Sciences Humaines et Sociales (Nancy), Campus Lettres et Sciences Humaines, 23 boulevard Albert 1er - BP 13397 - 54015 NANCY

Durant ces dernières années, l'utilisation des Technologies de l'Information et de la Communication TIC dans les géosciences a connu une croissance rapide, produisant ainsi un gros volume de données de différents types (articles scientifique, rapports, images,...). Cette tendance a un impact direct sur les possibilités de découverte de nouvelles connaissances et la façon dont la recherche scientifique doit être menée. Désormais, les géoscientifiques doivent disposer des moyens et des outils leur permettant la collecte, le tri et l'analyse des différents types de données. Dans ce travail, nous nous intéressons à l'extraction d'informations stratégiques dans le domaine des terres rares - qui peut être étendu à d'autres éléments critiques telles que les PGE (groupe des platinoïdes). Les terres rares (REE) sont considérées comme des métaux stratégiques et sont aujourd'hui indispensables pour de nombreuses applications telles que l'électronique, les sciences médicales, des énergies renouvelables, etc. Les études sur les terres rares sont ainsi devenues parmi les axes de recherche les plus prioritaires dans plusieurs pays. La gouvernance de ce domaine de recherche nécessite d'avoir un accès continu à de l'information scientifique et technique et de disposer d'outils de veille stratégique capables d'explorer plusieurs sources d'information afin d'en extraire des informations à valeur ajoutée et de fournir aux géoscientifiques et aux responsables de la R&D et de l'investissement dans le domaine des terres rares un support d'aide à la décision. De par leur nature pluridisciplinaire, les systèmes de veille informationnelle et les moteurs de recherche scientifiques tels que : Elsevier, Springer et Google Scholar, ne satisfont pas les vrais besoins informationnels de la communauté des géoscientifiques. Ces derniers ont des besoins très précis lors de la recherche d'information, qui ciblent souvent des parties bien précises du documents et non pas sa totalité. Par exemple, ils souhaitent savoir les méthodologies permettant la séparation des terres rares (Méthodologies citées dans le document), les gisements des terres rares (régions citées dans le document), les roches qui les contiennent (nom des roches citées dans le document) ..... Pour pouvoir répondre à ces besoins, il est nécessaire d'indexer différentes unités informationnelles (Méthodologie, résultats, régions, roches...) contenues dans les nombreux (plusieurs milliers) de documents scientifiques consacrés aux terres rares. Afin d'atteindre cet objectif, le système de veille que nous proposons dans ce projet, repose sur une approche de traitement et d'analyse des documents qui combine à la fois, les méthodes automatiques de fouille de données mais également des méthodes basées sur l'intervention humaine (Crowdsourcing et Gamification). En effet, l'utilisation conjointe de méthodes automatiques issues du domaine de l'intelligence artificielle (fouille de données) et de méthodes faisant recours à l'intelligence humaine (Gamification), dans notre démarche de veille informationnelle, fait émerger des connaissances à valeur ajoutée à partir de gros volume de données non structurées. Nous montrons ainsi, dans cette étude, comment notre système de veille peut servir les géoscientifiques à mieux explorer les différents documents de domaine de la recherche sur les terres rares pour pouvoir comprendre son évolution à travers des analyses complexes et d'avoir un accès rapide aux informations pertinentes.

## Les minéralisations ferrifères de Kef Sidi Marouf (Petite Kabylie)

A.Benlamari<sup>1</sup>, Y.Bouftouha<sup>2</sup>, R.Zedam<sup>1</sup> et H.Mezerzi<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Faculté des Sciences de la Terre et d'Architecture, Université L'arbi Ben M'hidi Oum El Bouaghi. Avenue 01 Novembre 1954 Oum El Bouaghi Algérie.

<sup>2</sup>Laboratoire de Génie géologique (LGG), Université Mohammed Seddik Benyahia BP 98, Jijel, 18000 - Algérie.

La zone d'étude est localisée dans la Petite Kabylie plus précisément dans la commune de Sidi Maarouf (Jijel), à 85km au Nord-Ouest de Constantine, 10Km au Sud d'El-Milia et à environ 80Km au Sud-Est de Jijel. Le massif de Sidi Maarouf dans les Babors orientaux appartient aux zones externes des Maghrébides, plus précisément aux nappes telliennes, il se situe dans une zone de transition entre le cristallophyllien au Nord, et le tellien, au Sud. Le Sidi Maarouf, est un important rocher calcaire avec des arêtes dentelées, dont la plus importante culmine à 1268 m. En plan il s'agit d'un quadrilatère de terrains d'âge essentiellement jurassique, allongé de l'Est à l'Ouest sur près de 5 km, et une largeur ne dépasse pas les 2 km. Sur le plan stratigraphique, il est formé par de divers niveaux stratigraphiques, les plus hauts (dans le relief) sont majoritairement carbonatés appartiennent au jurassique, sont mis en relief (Bouillin, 1977) par de grands jeux de failles. Alors que les niveaux les plus récents d'âge crétacé à éocène, sont à dominante marneuse. Sur le plan tectonique il est intensément affecté par de divers accidents tectoniques, dont les plus importants sont orientés ; E-W, N-S et NNE-SSW. Du point de vue géologique, les calcaires et les calcaires dolomitiques du Lias formant les crêtes du massif, constituent le principal porteur de la minéralisation ferrifère du Djebel Sidi Maarouf, Ils sont marquées par des particularités lithologiques, texturales et paléontologiques. La minéralisation se manifeste, tantôt comme étant des amas minéralisés dites principales de forme patatoïde de dimension considérable et tantôt sous forme de filons et colonnes qui peuvent atteindre 20 m de longueur et jusqu'à 2 m d'épaisseur. Ces filons peuvent être ou pas des ramifications des amas principaux, et dont les directions sont diverses. La direction la plus fréquente de ces filons suit la direction de fractures NNE-SSW (Durand Delga, 1955). Les observations macroscopiques et microscopiques de la minéralisation et de son encaissante

révèlent l'existence des textures suivantes : massive, disséminée, veinulée, géodique et poudreuse. L'observation macroscopique et l'étude métallographique montrent que la minéralisation est constituée principalement par des oxydes et hydroxydes de fer (hématite, goëthite, limonite), ces minéraux sont le plus souvent, accompagnés par le cuivre gris et ses produits d'altération (malachite et azurite) et la barytine. La reconstitution de la succession paragenétique permet de mettre en évidence deux phases pour la mise en place de la minéralisation : une phase de minéralisation primaire et une phase d'altération et d'oxydation.

**Mots clés :** Kef Sidi Maarouf, filon, gîtologie, minéralisation.

## Références

Aris Y. (1994) : *Etude tectonique et micro tectonique des séries jurassiques à plio-quaternaires du Constantinois central (Algérie nord orientale) caractérisation des différentes phases de déformations.* Thèse de doctorat d'état, université, Nancy I, 215p.

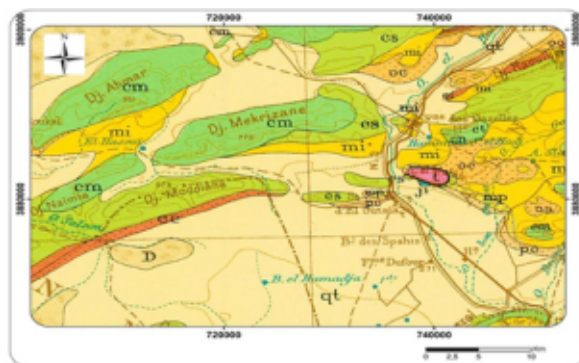
Bouillin J. P. (1977) : *Géologie alpine de la petite kabylie dans les régions de Collo et d'El Milia.* Thèse de doctorat d'état, université de Paris VI (Pierre et Marie Curie), 511p.

## Apport de la télédétection dans l'étude des évaporites : cas du diapir d'El-Outaya (Biskra, Nord-Est d'Algérie).

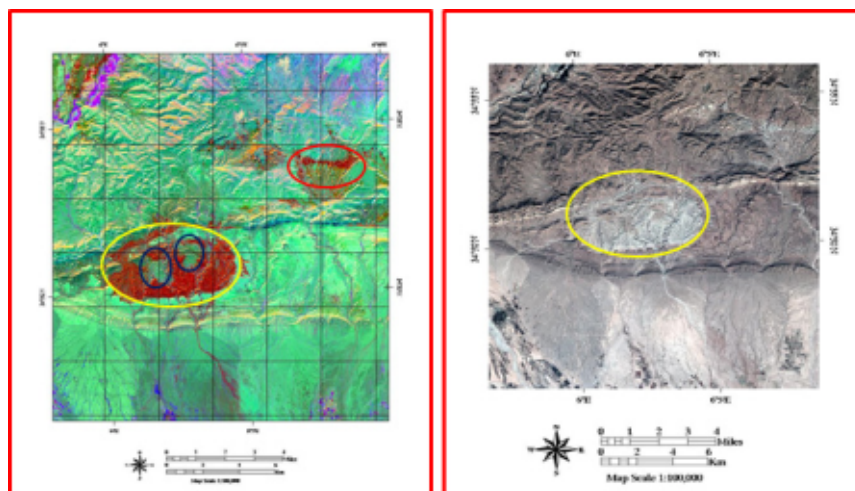
H.Boukhari et N.Bouttine

*Département des Sciences de la Terre, Institut d'Architecture et des Sciences de la Terre, Université Ferhat Abbas, Sétif.*

L'observation à distance par les moyens de la télédétection est très utile pour l'étude des formations évaporitiques. Le traitement des images satellite permettant de localiser avec précision certaines structures, circulaires ou linéaires (diapirs, cicatrices, etc.), ainsi que les traces d'halocinèse facilitent la cartographie des corps évaporitiques sous-jacents. Le pointement triasique d'El-Outaya connu par le nom de Djebel El Maleh, décrit par Laffite 1939 et Guiraud 1973 et 1990. Il s'agit d'un grand dôme de sel éjecté à la surface en position anormale par le phénomène de l'halocinèse (Fig. 1). Il est formé par du sel gemme qui est l'élément dominant, le gypse est fréquent en forme de plaquettes blancs grisâtre ; des lambeaux dolomitiques attribués au Lias sont associés au corps salifère. Dans ce travail nous allons montrer l'apport de la cartographie numérique par le traitement des images satellite (Landsat 7 ETM+ sous logiciel ENVI 4.5) pour l'étude des séries évaporitiques. L'utilisation de cette technique nous a permis de suivre la lithologie de la région d'étude et de localiser avec précision la structure circulaire du dôme de sel. En plus elle nous a montré l'existence d'autres formations évaporitiques dans la région qui n'ont pas été signalé dans la carte géologique, ainsi qu'elle nous a donné de détails sur la localisation et la géométrie des formations dolomitiques liasiques emballées dans le diapir salifère d'El-Outaya (Fig. 2).



**Figure 1.** Carte géologique de la région d'El-Outaya (Giraud 1990) : en cercle le trias d'El-Outaya.



**Figure 2.** Traitement de l'image Landsat 7 ETM+ : à droite traitement en compositions colorées 3 21 (couleurs naturelles) ; à gauche Image RVB obtenue par composantes principales ACP 123 (cercle jaune : les évaporites du diapir ; cercle rouge : autres évaporites détectés dans la région avoisinante ; cercles bleus : formations dolomitiques du lias au sein du diapir salifères).

**Mots clés :** diapir – EL-Outaya – évaporites – télédétection.

## Références

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.

LAFFITE, R., (1939). *Etude géologique de l'Aurès.* Publ. Serv. Carte géol. Algérie. Bull, n 5, 451 p, Alger.

## La Baryte de Draïssa (Béchar), Géologie Général du Gisement

M.E.Brahmi<sup>1</sup>, M.OuldHamou<sup>1</sup>, I.Aziz<sup>2</sup> et D.Benkaci<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Laboratoire de Génie minier (LGM), Ecole Nationale Polytechnique Alger, 10 Avenue Hassen Badi BP 182 El Harrach 16200 Alger Algérie

<sup>2</sup>Département Des Mines, Faculté Sciences de la Terre, Université Badji Mokhtar, Annaba, Algérie

La baryte (BaSO<sub>4</sub>), sulfate de baryum, est un minéral incolore ou blanc. Elle peut être légèrement teintée de jaune, marron, vert, rouge, brun ou gris. Ces nuances sont le résultat de la présence d'oxyde de fer, de sulfures ou de matières organiques. Elle est utilisée essentiellement, au niveau mondial, en tant qu'additif dans les boues de forage, mais aussi dans de nombreuses autres industries, du fait de ses propriétés particulières. Le minerai de baryte de Draïssa est renfermé dans des formations géologiques de géométries diverses, on parle souvent de champs filoniens dont les filons sont de taille différentes. Sa minéralisation est encaissée essentiellement dans les formations géologiques quartzitiques, gréseuses et grés-argileuses du Cambrien moyen, caractérisé essentiellement par une minéralisation hydrothermale de type filonien, liée aux accidents tectoniques disjonctifs multidirectionnels à remplissage de quartz, quartz-baryte et baryte accompagnée par des oxydes de fer et de manganèse (hématite, limonite et pyrolusite). Ces filons se présentent souvent en renflements et rétrécissements, par endroits en discontinuité, encaissés dans les roches Cambriennes. Le filon principal du gîte de Draïssa est constitué de baryte associée à des roches siliceuses, ce qui rend son exploitation et son traitement difficile en raison de présence de matériaux abrasifs. Les réserves de baryte de Draïssa sont très importante prouvée par différents travaux de prospection, L'indice de barytine couvre une très grande superficie (94 000 Ha). Il est subdivisé en quatre secteurs (A, B, C et D) :

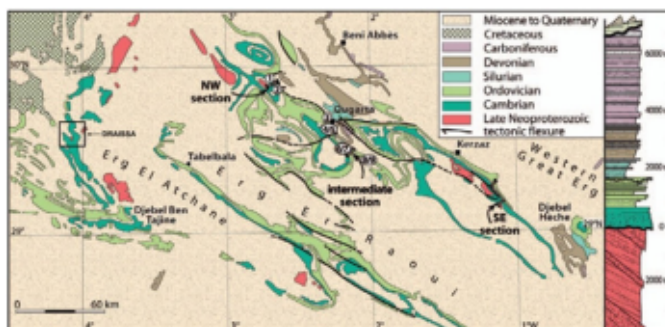


Figure 1. Carte géologique de Draïssa

L'objectif de notre travail consiste à éliminer les impuretés associés au minerai de baryte en utilisant les différentes méthodes de traitement afin de valoriser au mieux possible ce minéral ayant une importance stratégique pour l'économie du pays puisque une grande partie de la baryte utilisée pour les boues de forages est importée auprès des pays voisins. Notre défi est d'adapter les méthodes de traitement conventionnelles aux conditions climatiques de la région.

Secteur	Ressources Minérales (M T)	Teneur en BaSO <sub>4</sub>
A	1.8	81%
B	4.4	87%
C	2.12	76%
D	2.66	73%
Total	11	

L'objectif de notre travail consiste à éliminer les impuretés associés au minerai de baryte en utilisant les différentes méthodes de traitement afin de valoriser au mieux possible ce minéral ayant une importance stratégique pour l'économie du pays puisque une grande partie de la baryte utilisée pour les boues de forages est importée auprès des pays voisins. Notre défi est d'adapter les méthodes de traitement conventionnelles aux conditions climatiques de la région.

**Mots clés :** Baryte - Filon - Réserves - Minéralisation - Traitement.

## Etude Géologique de la Minéralisation Ferrifère de Djebel Hellel en comparaison avec le gisement de Djebel Annini (Wilaya de Sétif).

N.Chibout<sup>1</sup> et M.Kacimi<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Laboratoire Ressources naturelles et Aménagement des Milieux sensibles Université L'Arbi Ben M'hidi, Département de Géologie Dynamique Appliquée, Oum El Bouaghi.

<sup>2</sup>Département des sciences géologiques, Université des frères Mentouri, Constantine,

Le Djebel Hellel appartient aux séries péni-telliennes partie intégrante du domaine externe de la chaîne des Maghrébides. Il affleure, comme le djebel Anini, en fenêtre sous les formations de la nappe de Djemila. Cette dernière est à faciès marneux et marno-calcaires datés du Lias jusqu'à la fin de l'Éocène. Les Djebels Hellel et Anini quant à eux sont formés essentiellement de calcaires d'âge allant de l'Aptien au Cénomano-Turonien. Ces derniers intensément fracturés encaissent des minéralisations ferrifères, en remplissage de poche karstique et sous forme d'amas allongés décamétriques à hectométriques. La direction des amas est sensiblement NW-SE (N120°E à N130°E) pour djebel Hellel et Nord-sud pour djebel Anini.

La minéralisation à djebel Hellel est de l'hématite massive avec de la barytine comme gangue. On trouve également d'autres minéraux d'altération, la Smithsonite, l'Hémimorphite, l'Hydrozincite pour le zinc et Azurite, Malachite pour le Cuivre gris. De la galène a été également trouvée à faible proportion. Par contre à djebel Anini c'est de l'hématite avec des textures de haute acidité en association quelque fois avec de la goéthite et une gangue carbonatée (calcite) et parfois siliceuse (quartz).

L'étude des deux minéralisations montre des similitudes et aussi des différences tant par la nature des roches encaissantes que par la minéralogie et par le type morphologique des corps de minerai. Toutefois elles présentent un contrôle structural, et semble être épigénétique.

**Mots clés :** Maghrébides, Djebel Hellel, minéralisation, épigénétique, Hématite.

## Reconstitution paléogéographique des conditions de dépôt du gisement de phosphate de Kef Essennoun (Nord-Est algérien)

M.Dassamiour<sup>1</sup>, H.Mezghache<sup>2</sup>, O.Raji<sup>3</sup> et J.L.Bodinier<sup>3,4</sup>

<sup>1</sup>Département des Sciences de la Terre Institut d'Architecture et des Sciences de la Terre Université Ferhat Abbas -Sétif 1, Sétif 19000, Algérie, [dassamiour.m@univ-setif.dz](mailto:dassamiour.m@univ-setif.dz)

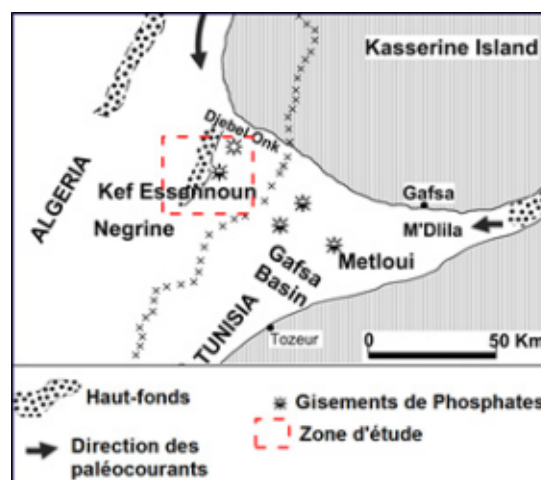
<sup>2</sup>Département de Géologie Université Badji Mokhtar - Annaba, Laboratoire de Recherche en Géologie (LRG), Annaba 23000, Algérie.

<sup>3</sup>Géologie et Exploitation Minière Durable, Université Mohammed VI Polytechnique. 4Géosciences Montpellier, Université de Montpellier, 34095 Montpellier Cedex 5, France

Le gisement de phosphate Kef Essennoun, appartenant au bassin de Djebel Onk, est situé au nord-est de l'Algérie. Elle se présente sous forme d'une couche monoclinale d'une épaisseur moyenne de 35 m et d'une inclinaison qui varie de 10° à 15° vers le sud. La carte paléogéographique de l'Yprésien montre que ce gisement est localisé au sud-ouest de l'île de Kasserine et à l'est du haut-fond d'Ain Fouris qui s'étend du nord-est au sud-ouest (Fig. 1 ; Chaabani, 1995). À l'échelle des affleurements, les phosphorites de Kef Essennoun présentent une structure sédimentaire particulière liée aux conditions hydrodynamiques de dépôt moins bien comprises. Ce travail vise, d'une part, à étudier ces conditions de dépôt à l'aide de l'analyse granulométrique et, d'autre part, à fournir un modèle décrivant la structure sédimentaire de ces phosphorites, ainsi que leur cadre paléogéographique, au moyen de la simulation séquentielle gaussienne (SSG) de la distribution des teneurs en  $P_2O_5$ .

L'analyse granulométrique de 23 échantillons, prélevés sur le front d'exploitation de la carrière de Kef Essennoun avec un pas d'échantillonnage de 1 m et perpendiculairement à la couche principale de phosphate, a révélé que ces phosphorites présentent une faible variabilité de la taille des grains ; ils sont classés comme des sables fins à moyens mal à modérément triés. La partition hydrodynamique de ces phosphorites sédimentaires se compose de roulage (moyenne 4,70%), de saltation (moyenne 80,88%) et de suspension (moyenne 31,42%) ; ainsi, la saltation est le mode de transport dominant. Le diagramme C-M de Passega (1964) confirme ces résultats et indique un environnement de haute énergie. La SSG a été utilisée pour simuler la distribution des teneurs en  $P_2O_5$  déterminées sur 961 carottes de 1 m et provenant de 29 sondages carottés. Ses résultats montrent la disposition de la formation de phosphate en une structure allongée dans la direction nord-est avec une longueur de 2800 m et une largeur de 1380 m. De nombreux caractères révèlent le transport et la migration de ces phosphorites sous forme de dune sous-marine : (1) la texture sableuse de ces phosphorites ; (2) le milieu marin peu profond ; (3) la stratification croisée à grande échelle représentait en réalité les lits frontales dunaires ; (4) la structure allongée déterminée par SSG des teneurs en  $P_2O_5$  ; (5) la domination du transport de la saltation qui était contrôlée par le transport du matériel de phosphate ; (6) le plongement de la stratification croisée qui indique une direction d'écoulement et de transport NE en parallèle avec l'élongation du haut-fond d'Ain Fouris. En conclu que l'interaction des paléocourants avec la topographie du haut-fond d'Ain Fouris a permis de définir leur direction. De plus, la combinaison des conditions hydrodynamiques et océanographiques a conduit au transport de ces phosphorites sous forme de dune sous-marine. De plus, le haut-fond constituait un piège environnemental convenable pour le dépôt de ces phosphorites sur leur pente. En conséquence, les couches ont été disposées dans une forme allongée parallèlement à l'élongation du haut-fond.

**Mots clés :** Kef Essennoun - Phosphate - dune sous-marine - paléocourants



**Figure 1.** Situation paléogéographique du gisement de Kef Essennoun à l'intérieur du bassin phosphaté de Gafsa-Métlaoui-Onk (In Chaabani, 1995)

## Etude des minéralisations ferrifères de la région de l'Oranie nord occidentale

F.Dehim et A.Boutaleb

LMMA, FSTGAT, U.S.T.H.B., Bp. 32 El Alia, Dar El Beida, 16111-Alger, Algérie

La région d'étude appartient au domaine externe de la chaîne alpine qui se subdivise en deux zones : Une zone atlasique constituée de terrains autochtones, qui comprend la chaîne de Fillaoussène et le massif des Traras. Une zone tellienne qui s'étend de Tifaraouine jusqu'à la frontière marocaine, et regroupe quatre (04) ensembles : l'autochtone et le para autochtone, l'allochtone métamorphique, l'allochtone non métamorphique, et les lambeaux du Nmidien. Cette région est affectée par la tectonique hercynienne, atlasique et néogène. Elle est caractérisée par la présence de différents produits intrusifs et effusifs, résultat d'une activité volcanique. Les roches intrusives d'âge hercynien, se rencontrent dans les horsts de Ghar Rouban, à Nédroma, (massif des Traras), et dans quelques structures diapiriques de roches triasiques (massif montagneux de Sidi El Abed). Quant aux roches volcaniques mio-plio-quadernaires telles que les basaltes, les rhyolites, et les andésites, elles affleurent dans la région de Nédroma



– Fillaoussène (volcanisme de la moyenne Tafna), dans la région de M'Sirda Fouaga, et Béni Saf –Sidi Ben Adda (volcanisme de la basse Tafna). Plusieurs indices et gîtes ferrifères ont été décelés dans ce territoire. On y rencontre plus de 50 indices et gisements de fer, dont la genèse se rapporte au type des gisements de fer hydrothermaux – métasomatiques. Le minéral principal est l'hématite avec une quantité moindre de goethite, (exception faite dans le Djebel Touila et Oued-El-Guebib (feuille d'El Amria) où on a de la magnétite comme minéral principal). Le minerai se place aussi bien le long des failles de chevauchement, que le long des failles postérieures. Dans certaines fractures, on trouve de l'oligiste (gîtes de Skouna, de Bouhamidi et surtout à Camérata à Béni Saf). Le long des fractures qui affectent le minerai et l'encaissant, on rencontre de la barytine et du quartz en mégacristaux. Le minerai se développe au dépend des calcaires par métasomatose. La question qui se pose étant est-ce que le minerai passe par une phase à siderite, ou bien se transforme en hématite. Plus à l'Ouest et dans le même contexte géologique, se trouve le gisement de Sbabna à l'intersection de la faille de la caldeira avec la principale faille latitudinale. Le gîte de fer se trouve au contact de l'intrusion des andésites à biotite avec les calcaires liasiques, qui constituent le horst de Kirroû. En outre, l'oligiste forme des disséminations dans l'andesite partiellement bentonitisée. Une dizaine d'indices de fer sont localisés dans le secteur de Souahlia. La plupart d'entre eux se trouvent le long des contacts des calcaires liasiques avec les schistes néocomiens. La minéralisation se présente sous forme d'amas et filons d'hématite. Il semble qu'il existe un lien entre l'activité volcanique et le dépôt de la minéralisation ferrifère dans la région. Les températures d'homogénéisation obtenues à partir de l'étude microthermométrique sur la barytine et le quartz de la région de Beni Saf, atteignent les 250°C, et de ce fait elles sont à rattacher aux fluides hydrothermaux chauds, en relation probable avec la mise en place du volcanisme plio-quadernaire de la région.

**Mots clés :** hématite, métasomatose, fluides minéralisateurs.

## Contribution de la télédétection à la caractérisation du gisement minier de Djebel Boukhadra (Nord-Est algérien)

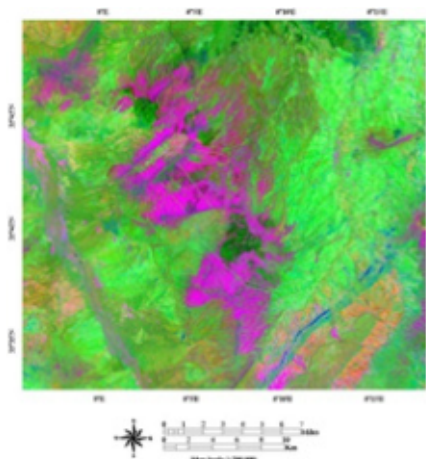
N.Hammad<sup>1</sup>, L.Beguiret<sup>1,2</sup>, N.Boussaada-Maabdi<sup>1,2</sup>, F.Sabri et M.Boughzala

<sup>1</sup>Laboratoire de Géologie du Sahara, Université KasdiMerbah, BP 511 Ouargla 30000, Algérie.

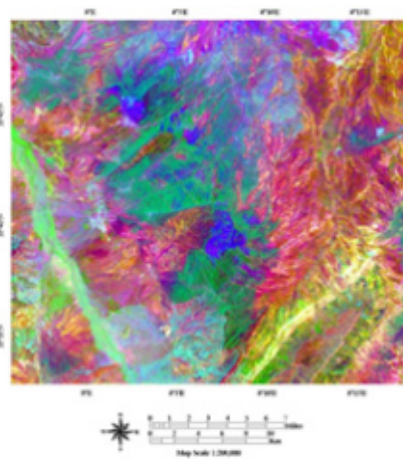
<sup>2</sup>Laboratoire de Géologie, Université Badji Moukhtar, BP N° 12 El Hadjar 23200 Annaba, Algérie

Grâce aux nouveaux capteurs à haute résolution, riches en informations spectrales et radiométriques, la télédétection aérospatiale s'impose comme un des plus fiables, rapides et précis des outils de cartographie géologique. Elle permet de mettre en évidence la plupart des grandes structures géologiques et la discrimination, la reconnaissance et l'identification des unités lithologiques par leurs propriétés spectrales. Les roches étant des assemblages de minéraux, leurs signatures spectrales sont donc une combinaison des signatures spectrales des minéraux qui les composent (Gomez, 2004 ; Gomez et al, 2004, Hammad, 2008). L'objectif de cette étude est de caractériser le gisement minier de Boukhadra en utilisant les propriétés de réflexion de ses affleurements lithologiques. Le Djebel de Boukhadra rattaché aux monts du Mellègue, partie du tronçon nord-oriental de la chaîne des Maghrébides, est formé généralement par des assises Albo-Aptiennes en contact tectonique avec le Trias (S. Nadjari Beilhcene & A. Nedjari, 1984). C'est un anticlinal orienté SW-NE qui constitue un massif isolé et qui s'élève de la vallée de Morsott à des altitudes allant de 700 à 800m avec un point culminant à 1463m. La présente étude s'appuie sur le traitement et l'interprétation d'un extrait de la scène Landsat 7 ETM+ Path 192 Row 035 acquise le 7 Décembre 2000 couvrant la région du Boukhadra (Tébessa). La variété des canaux Landsat 7 ETM+ nous offre une multitude de choix pour réaliser les compositions colorées aussi bien avec canaux bruts que des néocanaux. Les nombreuses trichromies sélectionnées ont permis une bonne discrimination entre les formations affleurantes, à savoir les dépôts de calcaire-marneux à la base de Dj.Boukhadra, les calcaires récifaux, la formation marneuse de l'Albien. La carrière de Fer (Fe) apparaît très bien en couleur violée très foncée. Le Ratio ou rapport de bandes est un traitement basé sur la notion de réflectance. Nous avons testé de nombreuses combinaisons de ratios décrites en littérature (Scanvic, 1986), mais celle qui a donné le meilleur résultat est la composition des ratios des canaux ETM5/ETM7 (1,65/2,2µm), ETM3/ETM2 (0,66/0,56µm) et ETM4/ETM5 (0,83/1,65µm), en RVB respectivement (Fig. 1). Cette combinaison restitue en vert les zones riches en oxyde de fer caractérisées par le pic d'absorption du Fer centré sur l'ultraviolet qui s'étend aussi sur les plus grandes longueurs d'onde. Sur ces images de ratio de zones argileuses sont restituées en rouge car les minéraux qui les constituent, induisent l'existence d'une bande d'absorption aux alentours de 2,2 microns et lorsque fer et argile sont mélangés, ils sont restitués en jaune ou orange selon la dominante de l'un ou de l'autre. La trichromie des néocanaux de l'ACP (ACP1, ACP2 et ACP3 en RVB) a permis elle aussi une très bonne discrimination lithologique notamment entre les formations de l'Aptien marne-calcaire et calcaire-gréseux du Djebel Boukhadra et les calcaires récifaux. La carrière de fer apparaît d'un bleu foncé très caractéristique (Fig. 2). Les différents traitements effectués pour la cartographie des unités lithologiques et la caractérisation de la mine de Boukhadra permettent de confirmer encore une fois l'efficacité de la télédétection "géologique" en tant que méthode de prospection des ressources terrestres, qui fournit rapidement d'excellents résultats à des coûts nettement inférieurs à ceux des autres méthodes de prospection. Cette méthode permet également de minimiser considérablement les risques économiques encourus lors d'une campagne de prospection.





**Figure 1.** Composition colorée des ratios ETM5/ETM7, ETM 3/ ETM2 et ETM4/ETM5 en RVB.



**Figure 2.** Composition coloré des bandes ACP ( ACP1, ACP2 et ACP3 en RVB ).

**Mots clés :** Boukhadra - prospection - télédétection - mine - lithologie

## Etude Minéralogique et Pétrographique de la Matière Organique Associée à la Serie Phosphatée Principale du Bassin Maknassy-Mezzouna, Tunisie Centrale

F.Jaballi<sup>1</sup>, M.Felhi<sup>1</sup>, N.Fatteh<sup>2</sup>, K.Zayani<sup>2</sup> et A.Tlili<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Georesources, Materials, Environment and Global Changes Laboratory, Science faculty of Sfax, University Tunisia.

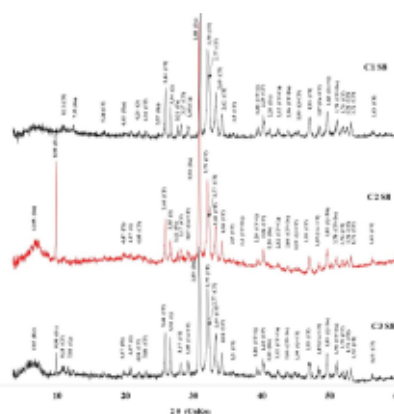
<sup>2</sup>Gafsa Phosphate Company, Research Center Metlaoui 2130, Tunisia.

L'étude de la matière organique marine associée à la sédimentation phosphatée de la Formation Chouabine d'âge yprésien dans le bassin phosphaté de Maknassy-Mezzouna (Tunisie centrale) a permis d'obtenir des informations sur la matière organique, et d'interpréter les principaux facteurs qui ont contribué aux faibles teneurs de matière organique associée à la sédimentation phosphatée. 3 représentatifs échantillons phosphatés de la série phosphatée principale du sondage ont été prélevés et étudiés par la DRX, MEB et des études pétrographiques de la matière organique(MO) résiduelle. L'analyse minéralogique montre que une association de la francolite cryptocristalline, la dolomite, l'ankérite, la calcite, la Heulandite, l'opale CT et des argiles. Cette association minérale traduit un environnement confiné et réducteur où l'activité bactérienne est intense.

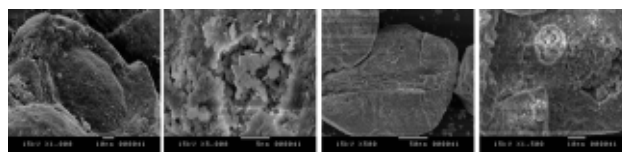
L'observation par MEB a vérifié la présence des zones ennuyées et entourés par des petites pellicules de calcite pour se protéger, qui témoignent la dégradation bactérienne de la MO par les voies enzymatiques. Ainsi que la persistance d'une communauté bactérienne fossilisée même pour des pellets fraîchement découpés. Les phosphorites sont formées par recyclage des phosphates primaires ou l'activité bactérienne contemporaine à la phosphatisation se traduit par la formation des grains phosphatés à enveloppe micritique tels que les oolites, les lithoclastes, des bioclastes et les pellets lustrés et usés.

L'étude pétrographique de la MO résiduelle montre que le kérogène correspond à une MO amorphe avec des textures et des couleurs différentes tels que la matière organique orangé et gélifiée d'origine bactérienne, ainsi qu'une matière organique marron au bord peu net d'origine planctonique.

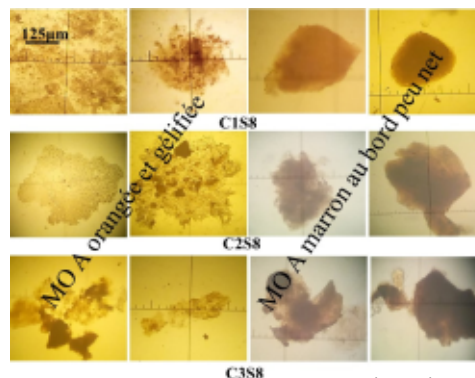
**Mots clés :** Sédimentation phosphatée-Sondage-activité bactérienne-Matière organique amorphe.



**Figure 1.** Diffractogrammes des rayons X de la roche phosphatée totale de l'échantillon du sondage (Gy : Gypse ; CF : Carbonate ; Fluorapatite ; Q : Quartz ; Ca : Calcite ; Do : dolomite, Ph : Phyllosilicates ; He : Heulandite)



**Figure 2.** Observation au MEB des grains phosphatés affectée par l'activité bactérienne



**Figure 3.** Observation au microscope polarisant à lumière transmise des particules organiques amorphes dans les échantillons du sondage le long de la série yprésienne

## Abundance and Distribution of Rare Earth Elements in Phosphorites from the Tébessa Region (Eastern Algeria): New Analyses on Selected Particle Size Fractions

R.Kechiched<sup>1</sup>, R.Laouar<sup>2</sup>, O.Bruguiet<sup>3</sup>, L. Kocsis<sup>4</sup>, D.Bosch<sup>3</sup>, S.Laouar-Salmi<sup>2</sup>, O.A.zaimeche<sup>1</sup>, A.Foufou<sup>5</sup> et H. Larit<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Laboratoire des Réservoirs Souterrains: Pétroliers, Gaziers et Aquifères, Université de Ouargla, 30000, Algérie. [kechiched.ra@univ-ouargla.dz](mailto:kechiched.ra@univ-ouargla.dz)

<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>Geology Group, Faculty of Science, Universiti Brunei Darussalam (UBD), Brunei

<sup>5</sup>Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, Université Ziane Achour-Djelfa, Algérie

The occurrence of rare earth elements (REE) in sedimentary phosphorites is reported by many studies and is suggested for extraction as byproduct to solve the REE crisis due to the current high demand. Algerian sedimentary phosphorites are located mainly in the Tébessa region (Eastern Saharan Atlas) and contain REE as worldwide deposits. They show large REE content variation between different outcrops and stratigraphic positions; the southern deposit (Djebel Onk) being relatively the most enriched in REE, based on recent whole-rock analyses (Kechiched et al., 2016; 2018). In this study, the variation of REE contents within different particle size fractions is investigated. Friable whole-rock samples were dry sieved and fractions of <45 µm, 45-125 µm, 125-250 µm, 250-500 µm and > 500 µm were retained. REE analyses were carried out on each fraction using ICP-MS techniques. Results show variations in both REE concentrations and LREE/HREE ratios from one fraction to another. Samples from older lower layers are more enriched in REE contents, where the size fractions of 45-125 and 125-250 µm yielded the highest concentrations ( $\Sigma$ REE from 539 to 751 ppm). In addition, HREE contents in the 125-250 µm fraction exceed 100 ppm. On the other hand, the young, upper beds are substantially depleted in REE ( $\Sigma$ REE from 157 to 180 ppm) and display similar contents among the different fractions. REE geochemical signatures are similar in the fractions from the same host samples indicating synchronized evolution of all rock components. The high REE contents in the older beds could be interpreted by reworking and long exposure to seawater together with early diagenetic processes, while a quick burial of the upper beds is reflected by their low REE content. These results show the best granulometric fractions that are potential for an eventual REE extraction.

**Keywords:** Phosphorites; Trace elements; Rare earth elements; HREE, LREE, Tébessa.

### References

Kechiched, R., Laouar, R., Bruguiet, O., Salmi-Laouar, S., Amez-Zaimeche, O., Foufou, A., 2016. Preliminary data of REE in Algerian phosphorites: a comparative study and paleo-redox insights. *Procedia Engineering* 138, 19-29.

Kechiched, R., Laouar, R., Bruguiet, O., Salmi-Laouar, S., Kocsis, L., Bosch, D., Foufou, A., Amez-Zaimeche, O., Larit, H., 2018. Glauconite-bearing sedimentary phosphorites from the Tébessa region (eastern Algeria): Evidence of REE enrichment and geochemical constraints on their origin, *Journal of African Earth Sciences* 145, 190-200.

## Contribution à L'étude Géologique, Géochemie et Métallogénique du Gisement de Boudoukha (Skikda, NE Algérie)

H.Kihal et L.Bouabsa

Laboratoire Géodynamique et Ressources Naturelles, Département de Géologie - Faculté des Sciences de la Terre, Université Badji Mokhtar - Annaba.

[hanna.kihal@univ-annaba.org](mailto:hanna.kihal@univ-annaba.org).

Les études géologiques, minéralogiques et géochimiques du gisement de Boudoukha à minéralisation polymétallique qui est situé dans la sous zone métallogénique de la Kabylie de Collo sans le bloc du cap Bougaroun montre que le gisement à Zn, Pb, Cu, Ag et Au est encaissé dans les formations cristallophylliennes du socle kabyle et les granitoïdes de béli Toufout d'âge tertiaire. Ces formations sont structurellement contrôlées par des failles (NE N-S, E-W, NE-SW et NW-SE) qui ont facilité la circulation des fluides hydrothermaux responsables de la mise en place de cette minéralisation. La minéralisation se présente sous trois formes (Bolfa, 1948) : -Filon de Quartz à imprégnation veinulée de sulfures (chalcopryrite, galène et blende). -Amas lenticulaires à texture veinulée dans les schistes métamorphiques.-Skarns à Quartz, galène, blende, et pyrite dans les calcaires métamorphiques. Les altérations hydrothermales ayant affectées les formations sont en relations mutuelles avec la genèse des minéralisations polymétalliques à Cu, Pb, Zn, Ag et Au. L'étude minéralogique de ce gisement révèle la présence d'une paragenèse caractéristique composée de sphalérite, galène, chalcopryrite, arsénopyrite, pyrite minéraux d'argent et or. Les relations microtexturales entre les phases sulfurées indiquent que ces minéralisations résultent de trois stades paragenétiques distincts :-1ère stade de dépôt des sulfures de première génération.-2ème stade de dépôt des sulfures de deuxième génération.-3ème Stade d'altération supergène. Les réserves estimées de ce gisement, en se basant sur les données de 47 sondages carottés (ORGM, 1998) implantés dans le secteur remontent à 3.8M. tonnes de minerai avec une teneur moyen de 5.87% Zn, 1 % Pb, 0.34% Cu, 0.65% As, 0.32% Cd, 0.22% Au 0.22% Sb et Ag 0.11%. L'étude pétrographique, la paragenèse minérale et les analyses géochimiques montrent que le gisement de Boudoukha de forme filonienne, est spatialement lié au formations magmatiques (granitoïdes) et peuvent être considérés comme une minéralisation hydrothermale, péri-plutonique de type sulfuré polymétallique (Zn - Pb - Cu +/-As +/-Cd +/-Au +/-Ag).

**Mots clés :** Minéralisations polymétalliques - granitoïde - paragenèse - Petite Kabylie - Boudoukha.

## Etude des inclusions fluides des minéralisations types Sinters de Djebel Debbag, Nord-Est algérien

H.Larit<sup>1</sup>, A.Toubal<sup>1</sup>, R.Laouar<sup>2</sup>, S.Salmi-Laouar<sup>1</sup>, S.Bouhleb<sup>3</sup>, R.Kechiched<sup>4</sup> et E.O.Ameur-Zaimeche<sup>4</sup>

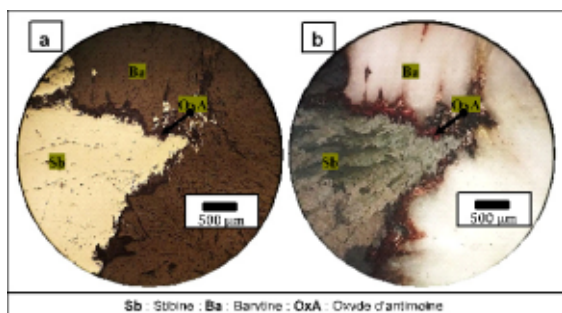
<sup>1</sup>Laboratoire de Recherche de Géologie Université Badji Mokhtar Annaba P.B.12, 23000, Annaba, Algeria.

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

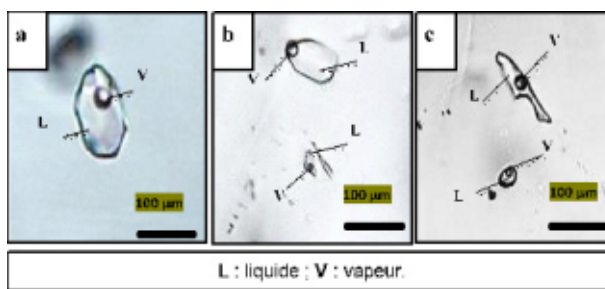
<sup>3</sup>Mineral resources team, LRM2E, Geology Department, faculty of sciences, university Tunis El Manar, Tunis 2092, Tunisia.

<sup>4</sup>Laboratoire des Réservoirs Souterrains: Pétroliers, Gaziers et Aquifères, Université Kasdi Merbah Ouargla, 30000 Algérie.

Les minéralisations à Sb-Zn-Ba de Djebel Debbagh se situent dans la série néritique constantinoise qui appartient à l'Atlas tellien du Nord-Est Algérien. Ces minéralisations sont généralement de texture bréchique et sont composées essentiellement de stibine, sphalérite, barytine et rare cinabre. La stibine se présente sous forme d'aiguilles et sphérolites, d'une taille millimétrique à centimétrique (fig.1). La barytine se présente souvent en forme fibreuse, de différentes tailles (millimétrique à centimétrique) et elle s'associe à des oxydes d'antimoine (valentinite, sénarmontite), des oxydes de fer et à la sphalérite. L'étude préliminaire des inclusions fluides a été effectuée sur des cristaux de quartz. Ces inclusions sont primaires et secondaires. Les inclusions primaires sont biphasées (liquide+vapeur) sous formes ovoïdes, arrondies, polymorphes et des pseudomorphes de cristaux négatifs (fig.2). La taille varie entre 25 à 120 µm et le taux du remplissage liquide varie entre 85 et 95%. Les inclusions secondaires sont des inclusions monophasées (liquide) et biphasées (liquide+vapeur) sous formes arrondies et des petites tailles (>15 µm). Les mesures microthermométriques ont été effectuées sur les inclusions fluides primaires. Les températures d'homogénéisations varient entre 135 et 220°C avec une moyenne de 170°C. Les températures de fin de fusion de la glace varient entre -16.5 et -1°C avec une moyenne de -5.6°C. La salinité calculée sur système eutectique H<sub>2</sub>O-NaCl (Bodnar, 1993) varie entre 1,74 et 15% éq. NaCl (moyenne : 7,74% éq. NaCl). Ces températures supérieures à celles de l'Atlas Saharien (100 à 165°C) et comparables à celles de l'Edough (180 à 189°C).



**Figure 1.** Aspect microscopique de la stibine. a. stibine avec barytine en lumière polarisée ; b. stibine avec barytine en lumière polarisée analysée.



**Figure 2.** Forme et taille des inclusions fluides dans les quartzs hydrothermaux de l'indice de Dj. Debbagh. a. Inclusion fluide biphasée se forme pseudomorphe de cristal négative ; b. Inclusion fluide biphasée se forme ovoïde ; c. Inclusion fluide biphasée se forme arrondie et polymorphe.

**Mots clés :** Stibine ; Barytine ; Quartz ; Inclusion fluides, Djebel Debbagh, Microthermométrie.

## Etude des minéralisations a Pb- Zn -Ba et F de Ain kahla (Monts du Hodna)

F.Lekbal<sup>1</sup> et A.Boutaleb<sup>2</sup>

<sup>1</sup>LMMA - Faculté des Sciences de la Nature et Sciences de la Terre, Université Akli Mohand Oulhadj Bouira . Algerie

<sup>2</sup>LMMA - Département des Sciences de la Terre, faculté des Sciences de la Terre, Université Houari Boumediene - USTHB , ALGER

La zone metallogène du Hodna se caractérise par la présence de nombreuses minéralisations de Pb-Zn associées presque exclusivement à des formations dolomitiques réparties dans de différents niveaux stratigraphiques. L'indice de Ain Kahla fait partie du massif de Hadjar Labiod, qui s'inscrit dans un ensemble montagneux désigné habituellement sous le nom « les monts du Hodna ». Cette chaîne est bien individualisée sauf à son extrémité Est, où elle passe aux courts chaînons des hautes plaines constantinoises. Au Nord, elle borde la vaste dépression du Chott El Hodna qui correspond à la partie orientale des hauts plateaux venus disparaître en forme de coin entre l'Atlas Saharien et l'Atlas tellien. L'indice plombo-Zincifère de Ain Kahla se trouve dans la wilaya de Setif à 50 Km au Sud de chef lieu de cette dernière, à 7 km à l'Ouest de Ain Azel, et à 2,5 Km de la mine de kherzet Youcef. Le site de Ain Kahla, constitue l'un des plus intéressants indices de cette zone. Les corps minéralisés de cette zone sont associés aux dolomies du Lias moyen -supérieur et du Dogger. Ils montrent une concordance avec la stratification, ils se présentent : -en lentilles multicouches liées à la discontinuité sédimentaire du Domerien. -en lentilles multicouches inter stratifiées dans les du Lias et du Dogger. La paragenèse de la minéralisation de Ain Kahla est simple constituée dans l'ensemble de sphalérite, galène, barytine, fluorite et accessoirement pyrite et marcasite. L'étude microthermométrique et géochimique des inclusions fluides des fluorites de Ain Kahla, indiquent que les fluides minéralisateurs sont des e aux connées chaudes et salées et qui sont de deux types nettement différenciées.

**Mots clés :** Ain Kahla , gitologie , paragenèse , minéralisation, fluorite.

## Fluid inclusions evidence for magmatic-hydrothermal mineralizing fluid of the Oued Amizour Zn deposit of Kuroko-type (NE Algeria)

A.Lekoui<sup>1</sup>, R.Laouar<sup>2</sup>, T.Bouima<sup>3</sup> et S.Bouhlef<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Mohamed Seddik Benyahia university, Laboratoire de génie géologique, - Jijel, Algeria [lekouim121@gmail.com](mailto:lekouim121@gmail.com),

<sup>2</sup>Département de géologie, Faculté des Sciences de la Terre, Université Badji Mokhtar Annaba

<sup>3</sup>Département des Sciences de la Terre, Institut d'Architecture et des Sciences de la Terre, Université Ferhat Abbas, Sétif.

<sup>4</sup>Mineral Resources Team, LRM2E, Geology Department, Faculty of Sciences, University Tunis El Manar, Tunis 2092, Tunisia.

The Oued Amizour zinc mineralization is an example of Kuroko-type deposit related to type-I and calc-alkaline igneous rocks of Miocene age. The host rocks (400m depth) are mainly andesites and volcanic tuffs that have been sharply kaolinized and brecciated and are underlined by a thick anhydrite layer (10m). The economic ore body is a sulphide mass consisting mainly of sphalerite, shalenblende, galena, rare but ubiquitous pyrite and marcasite with calcite gangue, whereas the stockwork zone hosted by metasomatized granodiorite shows a Cu enrichment marked by the abundance of Chalcopyrite with pyrite magnetite, hematite and anhydrite gangue. Fluid inclusions study was carried on both calcite and anhydrite gangue minerals. microthermometric measurements yield a mean temperature of ~200 °C and salinity between 22.3 and 26.6% eq. NaCl. These results confirm the magmatic origin of the mineralizing fluids, with a marked contribution of seawater for precipitation of the Oued Amizour Zn mineralization.

**Key words:** Miocene igneous rocks, calc-alkaline, zinc mineralization, fluid inclusion, Oued Amizour

## La minéralisation ferrifère associée aux évaporites triasiques de Koudiat El Bassour en région Sud Sétifienne (NE Algérien)

A.Mezerzi<sup>1</sup>, A.Demdoum<sup>2</sup> et A.Khiari<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Faculté des Sciences de la Terre et d'Architecture, Université L'arbi Ben M'hidi Oum El Bouaghi. Oum El Bouaghi Algérie. Email

<sup>2</sup> Institut d'Architecture et des Sciences de la Terre, Université Ferhat Abbas, Sétif 1, Campus El Bez, 19000 Sétif, Algérie.

En région sud sétifienne, le Trias de Koudiat El Bassour au Nord d'Ain Azel est constitué d'une masse argileuse avec son cortège habituel de roches très variées: amas de gypses, roches éruptives, cargneules, grès et blocs carbonatés. Accompagnant les évaporites triasiques lors de leurs remontées en surface, ces dernières se particularisent par la présence deux types de minéralisation : une à Fe-Cu (la partie inférieure) et une autre ferrifère (la partie supérieure) qui est l'objet de cet travail. Le but de ce travail est la caractérisation géologique, gîtologique, pétrographique et minéralogique des minéralisations ferrifères de Koudiat El Bassour afin de contribuer au développement de cet indice en gîte et de statuer son intérêt économique. Au point de vue structural, le percement triasique se trouve dans une grande ligne de transition structurale qui sépare deux domaines, le domaine autochtone (Monts du Hodna) et le domaine allochtone (Ensemble Sud Sétifien). Ce percement isolé dans la plaine, dont la relation avec les structures existantes n'est pas visible, donc est une accumulation tectonique associée au chevauchement méridional de Djebel Sekrine et plus généralement le front sud sétifien. La minéralisation ferrifère se trouve dans le bloc supérieur à proximité de la crête du Koudiat El Bassour. Cette dernière se développe entre l'encaissant carbonaté et les argiles triasiques. Le contact argile-minerai est marqué par des affleurements d'une belle coloration qui traduisent l'intensité d'oxydation. Du point de vue gîtologique, la minéralisation de Koudiat El Bassour est encaissée pour l'essentiel dans les calcaires et les calcaires dolomitiques d'âge probablement infraliasique. Cette minéralisation est caractérisée par une morphologie essentiellement filonienne. Ces filons minéralisés apparaissent selon deux aspects, soit réguliers d'orientation NE-SW, soit irréguliers de type « stockwerk ». Les observations macroscopiques et microscopiques de la minéralisation et de son encaissant révèlent l'existence des textures suivantes : massive, disséminée, veinulée et poudreuse. La caractérisation minéralogique par DRX ainsi que l'observation au microscope métallographique montrent que la minéralisation est généralement oxydée (hématite, goethite, limonite) développée sur des carbonates de fer (ankérite-sidérite), associée à quelques sulfures (pyrite) et carbonate de cuivre (malachite). La présence de ces minéraux nous a permis de proposer deux phases paragénétiques probables ; une phase de minéralisation primaire et une phase d'altération et d'oxydation.

**Mots clés :** Koudiat El Bassour, Minéralisation, Fer, Trias, évaporites



## Caractérisation des substances utiles associées au diapir triasique de Guellal (Algérie Nord Orientale).

A.Mezerzi<sup>1</sup>, A.Demdoum<sup>2</sup> et A.Khiari<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Faculté des Sciences de la Terre et d'Architecture, Université L'arbi Ben M'hidi Oum El Bouaghi. Oum El Bouaghi Algérie. Email

<sup>2</sup> Institut d'Architecture et des Sciences de la Terre, Université Ferhat Abbas, Sétif 1, Campus El Bez, 19000 Sétif, Algérie.

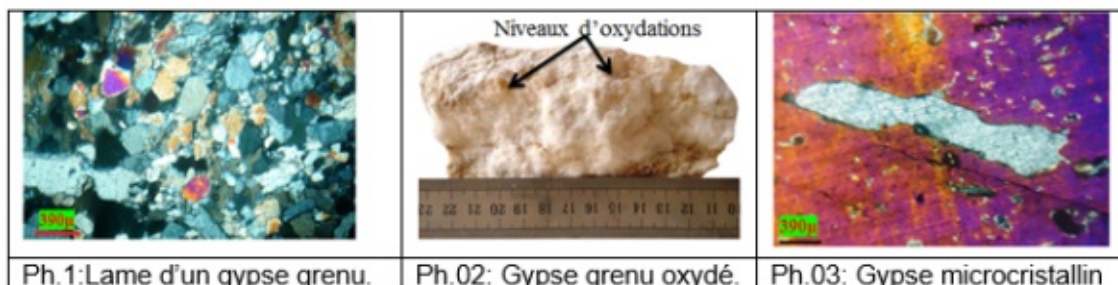
Le diapir triasique de Guellal appartient aux zones externes des Maghrébides, plus précisément à la plateforme sétifienne. Il se situe à 25 Km au Sud de Sétif, entre Djebel Zdim et Djebel Youssef. Il affleure sous forme d'une masse ovale étirée dans le sens méridien. Cette masse triasique suscite depuis les anciens travaux un vif intérêt de plusieurs études géologiques minières et géophysiques mais ses relations tectoniques et à sa géométrie restent jusqu'à présent controversées entre l'hypothèse de l'allochtonie du Trias (J. M. Vila, 1994) et l'hypothèse diapirique (Savornin, 1920 ; Zerdazi, 1990). Cette étude se veut une contribution à la connaissance des potentialités de diapir en substances utiles aussi bien sur l'aspect qualitatif que quantitatif. Sur le plan minier, il est caractérisé par l'existence de deux types de gisements de roches évaporitiques (gypse, sel gemme), et un indice de dolomie, le gypse est répandu en surface. Alors que le sel gemme (halite) est répandu uniquement en profondeur. La caractérisation pétrographique et minéralogique par DRX de gypse montrent que le gypse de Guellal est présent essentiellement sous trois aspects, cristallin, microcristallin et grenu, il est intimement associé à l'argile, l'anhydrite, la calcite, aux oxydes et à l'hydroxyde de fer. L'analyse chimique par (FRX) révèle que le gypse de Guellal est caractérisé par une teneur élevée de SO<sub>3</sub> (supérieure à 40%) ce qui confirme sa bonne qualité. Ces caractéristiques nous ont permis de mettre en évidence les différentes utilisations de ce gypse dans les divers domaines.

	Résultats des analyses chimiques					
	Ech1	Ech2	Ech3	Ech4	Ech5	Moy
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	0.26	0.11	0.19	0.13	0.67	0.27
CaO%	33.45	32.67	31.79	33.56	30.71	32.49
SO <sub>3</sub> %	46.23	47.93	45.94	39.35	36.24	43.13

Les dolomies se présentent sous forme de dômes de 10 mètres de hauteur avec une superficie réduite 0.2 km<sup>2</sup>, elles ont été classées comme un indice sans grande importance économique. Le sel gemme est répandu uniquement en profondeur constitue un gisement d'une grande importance économique avec des réserves qui atteignent 263.000.000 t (Sonarem, 1972). La composition chimique essentielle de sel est l'halite (NaCl) et l'anhydrite (CaSO<sub>4</sub>), le pourcentage de la halite est supérieur à 90% avec un pourcentage très faible pour d'autres sels habituels accompagnateurs des gisements évaporitiques tel que : Sylvinite et Carnallite.

La configuration de gisement sel de Guellal est unique dans l'Algérie puisqu'il s'agit d'un diapir souterrain à noyau non affleurant dont la saumure se forme par dissolution naturelle suite au rechargement de la nappe par les pluies. Il est exploité par la méthode combinée, l'exploitation est méthodique, et assurée par l'ENASel. Les résultats des analyses chimiques de produit montrent que le sel gemme est caractérisé par une pureté élevée (supérieure à 98% de NaCl) ce qui confirme sa très bonne qualité alimentaire. La dissolution des évaporites influence la qualité des eaux et provoque l'instabilité du sous-sol, donc il est nécessaire de signaler que des effondrements peuvent très probablement se produire dans les cavités formées par la dissolution spontanée du noyau salifère suit à une exploitation aveugle et incontrôlée de sel gemme.

E.chim	Résultats d'analyse chimique d'un échantillon du sel alimentaire labo- ENASel.								
	H <sub>2</sub> O	RI	Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup>	CaSO <sub>4</sub>	MgSO <sub>4</sub>	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	NaCl
%	0.041	0.097	0.102	0.038	0.429	0.347	0.190	0.048	99.31



**Mots clés :** Guellal, substances minérales, Diapir, exploitation, Trias.

### Références

- Mezerzi A. (2015) : Les formations évaporitiques triasiques des Hautes Plaines Sétifiennes (NE Algérien) :Mém, magister, Ressources minérales. Université de Mentouri Constantine, 170p.  
 Savornin J. (1920): Bull. n° 7, Serv. Carte Géol. Alg, 2ème série. Rég n°7,499p, 94 fig.  
 Sonarem. (1972): Rapport géologique de gisement de sel gemme. Rapport inédit. pp.56-83.  
 Vila J.M. (1994) : Mém. Serv. Géol. Algérie, n6, pp. 105-152, 25 fig.  
 Zerdazi A. (1990): Thèse. Doct. Sci. Univ de l'Ausane. Suisse. Tome I, 124p.



## Etude minéralogique des filons aurifères d'Amesmesssa (Hoggar)

C.Oulebsir<sup>1,2</sup>, A.Bourefis<sup>2</sup> et A.Cepedal<sup>3</sup>

<sup>1</sup>ASGA/ agence du Service Géologique de l'Algérie, [oulebsir.chabha@umc.edu.dz](mailto:oulebsir.chabha@umc.edu.dz)

<sup>2</sup>Université des Frères Mentouri Constantine

<sup>3</sup>Université d'Oviedo, Asturias / Área de Cristalografía y Mineralogía Departamento de Geología Espag

Le gisement d'or d'Amesmesssa est l'un des gisements les plus riches en Algérie, bien que la minéralisation aurifère de ce gîte ait fait l'objet de plusieurs études géologiques et métallogéniques, mais sa genèse demeure l'objet de nombreuses discussions et controverses et constitue toujours un sujet de recherche pertinent. La présente note, se propose une étude détaillée des principales caractéristiques géologiques et gilogiques de cette minéralisation et de son encaissant, dans le but d'une meilleure caractérisation minéralogique. Le gisement d'Amesmesssa situé au Hoggar occidental, à environ 2600 km au sud d'Alger et à environ 460 km au sud-ouest de la ville de Tamanrasset. Administrativement il est localisé dans la commune de Tin Zaouatine, dans la wilaya de Tamanrasset. C'est l'un des gisements d'or les plus productifs en Algérie. Géologiquement la région d'Amesmesssa est localisée dans le Môle de l'In Ouzal (Hoggar occidental), le long d'une grande shear zone (cisaillement probablement lithosphérique) 2°30' orientée N-S ; séparant le bloc granulitique archéen de l'In Ouzal à l'ouest du bloc protérozoïque à l'est.

Les observations macroscopiques in situ du terrain en question nous ont permis de caractériser la morphologie, la structure, la texture, la composition minéralogique et la relation entre les corps minéralisés et les différentes formations encaissantes du gîte d'Amesmesssa. Les ressources en or du gisement d'Amesmesssa se trouvent principalement dans des filons, filonnets et lentilles de quartz de direction majeur N-S. ces corps minéralisés sont disposés en échelon traversant les bérésites : roches d'altération hydrothermale. Les filons minéralisés constituent un réseau de filons principaux plus ou moins parallèles avec des terminaisons en forme de queue de cheval et reliées entre eux par des veinules obliques. Les grands filons ont environ 150 à 300 m de long, et une épaisseur allant de 1 à 3m. Leur pendage moyen de 60° W. Les filons de quartz montrent une structure lenticulaire rubanée marquée par l'alternance de rubans de quartz gris et de quartz blanc, épais de quelques centimètres qui sont essentiellement parallèles à la foliation des ultramytonites. Les rubans de quartz sont séparés par des plans de fractures ferrugineuses. La minéralisation se présente sous forme d'association de sulfures, d'or et très rarement de tellures. L'or se trouve sous diverses formes : 1) Il est libre, dans la matrice quartzreuse, sous forme de petits grains allant de 0,2 à 1mm. 2) L'or est aussi intimement associé aux sulfures, notamment la galène, la pyrite, la sphalérite et la chalcopryrite. La pyrite est présente en cristaux automorphes ou en agrégats de cristaux. L'étude des cristaux automorphes de pyrite au Microscope électronique à balayage (MEB), nous a permis détecter quelques micro-inclusions de sulfures de nickel et fer (probablement de la pentlandite) ainsi que d'autres micro-inclusions de cuivre natif, qui s'installent le long des microfractures affectant la pyrite. La galène est relativement plus présente dans les zones les plus riches en or « Mouchoir de l'or ». Elle remplit des microcavités millimétriques ramifiées le long des joints le long de joints intergranulaires du quartz. La chalcopryrite se caractérise par sa présence le long des plans de clivage de la sphalérite, constituant ainsi une texture de "chalcopryrite diseas". L'approche métallographique nous a permis de mettre en évidence les différentes phases minérales métalliques intimement associées aux filons de quartz riches en ressources aurifères. L'or se montre très présent en relation avec les différents sulfures et plus précisément avec la galène, cette dernière remplace partiellement la sphalérite qui montre une texture de chalcopryrite diseas, celle-ci prend place le long des plans de clivage de la sphalérite. Les résultats des analyses issus de la microsonde, des différents cristaux d'or ont prouvé que l'or n'est pas natif et composé d'une proportion d'argent assez stable ; Au :85% et Ag : 15% ? ayant une forte corrélation négative ( $R = -0,92$ ) ; d'où une relation inversement proportionnelle entre les teneurs en argent et celle de l'or (figure 1). En déduit alors que l'or est électrum. Afin de résoudre la problématique de l'origine des concentrations aurifères d'Amesmesssa, il est strictement nécessaire d'approfondir nos résultats préliminaires et de mener d'autres études minéralogiques et géochimiques de pointe comme : - Étude détaillée des échantillons de l'encaissant (lithogéochimie en roche total). - Utilisation de la méthode de l'ablation laser ICP-MS sur les divers cristaux minéralisations.

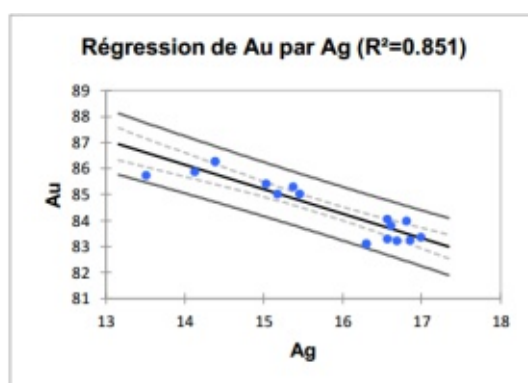


Figure1. Diagramme de corrélation de L'électrum Au/Ag (Xlstat 2017)

**Mots clés :** électrum, filons de quartz, microsonde, shear zone, Amesmessa

## Références

Caby, R., 1996. A review of the In Ouzzal granulitic terrane (Tuareg shield, Algeria): its significance within the Pan-African Trans-Saharan belt. *Journal Metamorphic Geology* 14, 659-666.

Djemai, S., Haddoum, H., Bendaoud, A., Ouzegane, K et Kienast, J-R., (2009) : « Les séries archéennes d'Amesmessa (ouest Hoggar) remobilisées au protérozoïque : cartographie, évolution tectonique et cheminement P-T ». *Bulletin du Service Géologique National* Vol. 20, n°1, pp. 3 - 29, 12 fig., 4 tabl.

Ferkous, K., 1995. « Filons de quartz aurifère dans une zone de cisaillement lithosphérique panafricaine (Tirek-Amesmessa, Hoggar Ouest, Algérie), Thèse de doctorat, université Montpellier 2, P 264.

Semiani, A., 1995 : « Metallogénie de la zone de cisaillement aurifère Est-Ouzzalienne : structure, pétrologie et géochimie des gisements d'or de Tirek-Amesmessa (Hoggar occidentale, Algérie) », Thèse de doctorat, université de Renne 1, P 262.

## La minéralisation à Ba-Cu-Fe du massif de Chenoua (Chaîne des Maghrébides occidentale –W. Tipaza- Algérie)

A.A.Semchaoui, A.Boutaleb et T.Zerrouki

LMMA (Laboratoire de Métallogénie et du Magmatisme de l'Algérie)- Faculté de Sciences de la Terre – Université des Sciences et des Technologies Houari Boumedienne (USTHB) BP 32, 16111 Bab Ezzouar, Alger, (Algérie).  
[semchaoui.ahmed@gmail.com](mailto:semchaoui.ahmed@gmail.com)

Le massif du Chenoua est situé à environ 70 km à l'Ouest d'Alger et à 20 km à l'Ouest de Tipaza. Il appartient à la chaîne tellienne des Maghrébides occidentale où il est constitué par un socle anté-Silurien recouvert par une couverture d'âge allant du Carbonifère jusqu'à l'Éo-Oligo-Miocène. Cet ensemble est affecté par une tectonique frustrée résulte de deux principales orogénèses, hercynienne et alpine qui est la plus marquante.

La région d'Oued El Hachem(NW du massif) correspond à un synclinal d'orientation E-W formé par des terrains sédimentaires représentés par des microconglomérats à Amphiope et de grès conglomératiques rouges d'âge Miocène inférieur.

Cette région a connu une activité volcanique entre le Miocène supérieur et le Pliocène, ce qui a mis en place un appareil calco-alcalin matérialisé par de : l'andésite, le basalte et la dacite.

La minéralisation à Ba- Cu- Fe d'Oued El Hachem est encaissée dans les formations détritiques du Néogène et épouse le plus souvent les plans tectoniques principalement d'orientation N090°.

Elle est constituée essentiellement de veinules de barytine, de chalcopryrite, de cuivre gris avec des disséminations des minéraux supergènes tels que : la malachite, l'azurite et les oxydes de fer.

Cette minéralisation a été mise en place dans un contexte volcanogène connu dans toute la partie septentrionale de l'Algérie. Elle est liée à la phase tardive du Miocène supérieur à Pliocène.

**Mots clé :** Maghrébide, Chenoua, volcanisme tertiaire, minéralisations néogènes.

## La Géophysique et le géo thermalisme du nord-est Algérien

H. Shout

Laboratoire de Géologie et l'Environnement Faculté des Sciences de la Terre de la Géographie et de l'Aménagement du Territoire Université des Frères Mentouri de Constantine [shouthocine@yahoo.fr](mailto:shouthocine@yahoo.fr)

La géophysique est un outil incontournable d'exploration, pas uniquement dans le domaine pétrolier, mais également dans de nombreux domaines des sciences de la terre et de l'Univers en général. Aujourd'hui, elle s'intéresse de plus en plus à la sub surface (la partie superficielle de la terre). Les sources thermales et thermo minérales d'origine profonde ou semi profonde ont une importance capitale soit dans le domaine touristique, énergétique ou médical. Dans de nombreux cas ces sources sont liées à de phénomènes géologiques touchant cette partie de l'Afrique du Nord et particulièrement celle du Nord-est Algérien. Elles sont essentiellement liés à une activité dynamique étalée dans le temps, liée à l'évolution de la marge continentale du continent euro asiatique. En effet, l'activité sismique suivant les axes NE-SW le long des côtes méditerranéennes est très intense et engendre aujourd'hui une activité tectonique récente mettant en confrontation les deux continents, l'Afrique à l'Europe. Les données géophysiques ; géo tectoniques ; géomorphologiques et géochimiques permettent d'expliquer cette tendance évolutive de la partie Nord Africaine. Nous nous sommes basés dans cette étude, pour expliquer l'évolution de ce phénomène tectonique et les conséquences liées sur les données géophysiques et les données géothermiques, l'aspect géomorphologiques et géotectoniques sont les conséquences également de ces phénomènes tectoniques. En effet les cartes magnétiques et gravimétriques révèlent des structures denses et bouleversées le long des côtes méditerranéennes. Le paysage structural de ces régions est continuellement modifié par l'activité sismique. La carte géothermique de la région dessine dans l'ensemble une cohérence quant à la répartition des sources thermales. L'instabilité La répartition de ces sources géothermiques est étroitement liée d'une part à la

mise en place des stocks magmatiques intrusifs au voisinage du socle et même dans le sédimentaire aussi à un réajustement tectonique causés par des séismes qui se manifeste régulièrement le long des axes privilégiés NE-SW. Notre contribution dans ce travail est de révéler d'une part l'importance de cette ressource énergétique (source d'énergie que sont les gisements géothermiques et leurs évolutions par rapport à l'intense activité sismique que connaît cette région du Nord Est Algérien. Le caractère géologique et géomorphologique de ces sources est très complexe, les méthodes géophysiques spécifiques utilisées sont onéreuses, cela rend leurs études très limitées .

**Mots clés** – Tectonique, Hydrochimie, Géothermie, Tectonique, géophysique, magnétique , gravimétrie, sismique.

## **Estimation Geostatistique Des Ressources Minières : Cas De Gisement Zinc De Chaaba El Hamra -W. Setif**

**S.Souadnia<sup>1</sup>, H.Mezghache<sup>2</sup>, M.Dassamiour<sup>1</sup> et M.Kaabache<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 ; 19000 - Algérie.*  
[souadniageo@yahoo.fr](mailto:souadniageo@yahoo.fr)

<sup>2</sup> *Département de Géologie - Faculté des Sciences de la Terre - Laboratoire de Recherche en Géologie (LRG) - université Badji Mokhtar – Annaba. BP. 12 – Annaba ; 23000 – Algérie.*

Les hautes plaines setifiennes hodnéennes renferment un certain nombre de gisements et indices polymétalliques qui sont encaissés dans des horizons carbonatés dolomitiques du Jurassique et du Crétacé inférieur (Hauterivien, Barrémien et l'Aptien). Parmi lesquels le gisement de Chaabet El Hamra qui a fait l'objet d'une campagne de prospection en 1992. Ce gisement est situé à 53 Km au sud de Sétif, à 3 km au sud d'Ain Azel. La minéralisation plombo-zincifère de Chaabat El Hamra est encaissée essentiellement dans les formations carbonatées de l'Hauterivien (Grés, Dolomie, calcaires dolomitiques). Elle se présente sous plusieurs morphologies : massif, en tache de recristallisation, fissure et brèche. Les minéraux principaux sont la sphalérite, la pyrite et la marcassite, les minéraux secondaires sont la galène et l'hématite. Les minéraux de gangue sont la calcite, la barytine, la dolomie et plus rarement le quartz et le gypse. Ce travail de recherche qui a été effectué consiste en compilation, traitements et l'interprétation statistique des tous les données (Pb, Zn, Ag, Cd, CaF<sub>2</sub>, BaSO<sub>4</sub>, Soufre pyrite, Soufre total) et l'estimation des ressources/ réserves en minerai de Zn l'aide de différents moyens et logiciels de calcul. L'étude statistique multivariable ACP des données géochimiques a été effectué pour déterminer les corrélations et les associations géochimiques de ces éléments dont deux principales associations ont été déterminées. L'estimation de ressources/réserves par krigeage ordinaire à l'aide des résultats des variogrammes expérimentaux horizontal et vertical à 3D a permis d'estimer les teneurs et les variances de krigeage en Zn dans chacun de blocs de 10x10x5m. Les ressources/réserves du minerai de Zinc du gisement de Chaâbet El Hamra dans la partie centrale sont estimées à environ 3.42 millions de tonnes.

**Mots clés** : Chaabat El Hamra, zinc, variogramme, krigeage ordinaire, ressources.

## **Aperçu Sur Les Indices Mineralises Des Monts De La Medjirda - Souk Ahras (Confins Algero-Tunisiens).**

**T.Zerrouki , A.A.Semchaoui et A.Boutaleb**

*Faculté des Sciences de la Terre de Géographie et de l'Aménagement du Territoire – Université des Sciences et Technologie Houari Boumedienne BP 32, 16111 Bab Ezzouar (Algérie).*

Les Monts de la Medjirda sont situés à la limite entre deux domaines distincts, le domaine Tellien au Nord et l'Atlas Saharien au Sud. Ces Monts sont en fait bordés au Nord par l'Oued Seybouse, vers l'Est par les frontières algéro-tunisiennes, à l'Ouest par les domaines constantinois et au Sud par l'Atlas Saharien (Monts de Mellag W.de Tebessa).

Ils sont structurés en nappes appelées nappes telliennes. La configuration actuelle comprend :

- Les terrains autochtones et para-autochtones renferment le Trias de nature argileuse et marno-gypsifère, le Crétacé carbonaté (marne et calcaires), le Paléogène, l'Éocène marno-calcaires et enfin le Miocène continental grés-argileux.
- Les terrains allochtones sont formés par les nappes telliennes de nature argilo-carbonatée (nappes de la Sellaoua) et par les nappes numidiennes constituées par les grés et les argiles sous numidiennes.
- Les terrains post nappes d'âge Plio-Quaternaire de nature grés-conglomératique, argileuse et alluvionnaire couvrent des surfaces importantes dans cette zone relativement plate et aux alentours des oueds. Les travaux de prospections systématiques réalisées par les différentes équipes de l'Ex SONAREM puis l'EREM et enfin l'ORMont pu mettre en évidence une anomalie géochimique en (Cu-Sb-As-Ba-Zn, Pb et Ag) sur une longueur de 2Km dans la région d'El Khanga. A cela s'ajoute des indices et des gisements polymétalliques dans la région des confins algéro-tunisiens. La région d'Ain Zana qui fait partie de ces monts renferme de nombreuses minéralisations à Ba, Cu, F, Zn, Fe (Au et Ag) telles que : d'El Khanga, de Chaabet El Bellout, Masela et El Barda. Le contexte lithologique de cette zone correspond à bande étroite du Trias appartenant à la bande de Djelmana qui sillonne les calcaires et les marnes du Campanien et même du Maestrichtien. Au Nord, on rencontre la zone des plis Numidiens et vers le Sud, les dépôts du Miocène continental grés- conglomératique qui dominant. Les minéralisations d'El Khanga(Ba-Cu-F-Au-Ag), de

Chaabet El Bellout (Fe-Cu) et de Masela (Zn-Pb) sont encaissées dans des formations du Crétacé et du Miocène. La première minéralisation recoupe les argiles sous numidiennes de l'Oligo-Miocène, la seconde traverse les niveaux gréseux carbonatés et marneux attribués au Miocène et la dernière est portée par les carbonates du Crétacé. Les fluides à l'origine de cette minéralisation de cette région sont considérés comme des saumures relativement chaudes générées par l'interaction des évaporites triasiques bien exprimées dans la région avec les séries sédimentaires. La source des métaux (Cu-Sb-As-Pb) serait probablement liée aux séries sédimentaires post-triasique, sans exclure la contribution du socle métamorphique paléozoïque. La présence de Sb en teneurs significatives dans cette région rentre dans le cadre général de la grande anomalie signalée le long du Nord Est algérien liée aux fractures profondes affectant le socle et sa couverture.

**Mots clés :** Souk Ahras, Algérie, minéralisation, Trias, polymétaux.

# ***RESSOURCES HYDRIQUES***





## Structure géologique et systèmes aquifères du Djurdjura : Les potentialités en eau du Djurdjura

M.Abdesselam<sup>1</sup>, S.Ramdane<sup>2</sup> et C.Aigoun<sup>1</sup>

<sup>1</sup> UMMTO; <sup>2</sup> Univ. Khemis Miliana, [malekabdesselam@yahoo.fr](mailto:malekabdesselam@yahoo.fr)

Le Djurdjura est une chaîne de montagnes récente soulevée avec des versants à la verticale de plus de 1000 mètres de dénivelée. C'est un massif en forme d'épine dorsale allongée d'Est en Ouest sur une soixantaine de Kilomètres et une faible largeur (entre 1 et 5 km) avec des reliefs abrupts. Les crêtes oscillent entre 1200 et 2308 mètres à son point culminant (Tamgout - Lalla Khedidja).

Le Djurdjura est formé de plusieurs unités structurales allongées Est-Ouest sous forme d'écaillés redressées à la verticale. Les calcaires, du Lias inférieur et de l'Eocène, qui les forment se présentent sous forme de barres fracturées et karstifiées. Les terrains tendres forment de profondes vallées entre les grandes masses calcaires. Sa morphologie superficielle est typique d'un karst de haute montagne du à l'intense tectonisation (plissement et fracturation), les grandes dénivellations, les massifs décomprimés par la détente mécanique (appel du vide) et le climat de type nival. En profondeur cette décompression n'est pas réalisée, ce qui ne permet pas l'ouverture des fractures.

Les formes de surface ont subi un défonçage nivo-karstique donnant une topographie dolinaire (Timedouines) très développée ainsi que des champs de lapiés, des dolines-puits (Tesserefts), de longs couloirs karstiques (Agouni) et des poljés (plateaux de Tachgagalts-Haizer et cuvettes d'Assouil) où se localisent de nombreuses pertes sous le remplissage alluvial qui évoluent vers des formes souterraines donnant des gouffres pénétrables de plusieurs centaines de mètres de profondeur (1250m à Iflis et 930m à Assouil).

Le climat sur le massif du Djurdjura, est de type montagnard à nuances méditerranéennes, caractérisé par un hiver froid et humide avec des précipitations importantes (plus de 1500 mm/an) et plusieurs mois consécutifs d'enneigement (4 à 6 mois).

Les unités structurales forment ainsi, dans les calcaires karstifiés, des aquifères allongés parallèles à la direction générale de la chaîne et individualisés par contacts anormaux et les formations imperméables du Carbonifère (pelites), du Trias (argiles rouges) et du Jurassique supérieur-Crétacé (marnes). Le karst de surface et les drains et gros conduits karstiques, absorbent la majorité des précipitations directes et la fonte de la neige et des névés ainsi que les écoulements de surface qui alimentent les réservoirs souterrains. Ces derniers se vidangent par d'importantes sources à gros débits (plus de 400l/s en moyenne à Tinzert, Lansar Aberkane et Ait Ouabane; plus de 100l/s à Aghvailou1, Aghvailou 2 et Taliouine et une multitude de sources à plus de 10l/s Tabourt Lansar, Tirourda ...).

En étiage estival ses débits diminuent fortement. Ces aquifères et leurs écoulements, pratiquement indépendants les uns des autres, ont été reconnus d'une part grâce à des expériences de traçages et d'autre part par leurs faciès chimiques différenciés ce qui est en concordance avec l'analyse structurale des unités géologiques.

Les études hydrodynamiques ont montré des fonctionnements typiques d'aquifères karstiques à réseaux de gros conduits très transmissifs à forts débits et à vitesse élevées (50 à 100m/h) sous de forts gradients hydrauliques en hautes eaux. En étiage, le tarissement montre des coefficients faibles avec de petits débits montrant un karst profond peu transmissif et peu développé. Il est aussi caractérisé par une minéralisation élevés, voir saumâtre, de ses eaux et des temps de séjours longs.

**Mots clés:** Djurdjura, neige, aquifères karstiques, traçage, tarissement.

## Etude hydrochimique et pollution des eaux souterraines en contexte urbain : cas de l'agglomération Oranaise (Willaya d'Oran)

M.Adda<sup>1</sup> et M-I.Hassani<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Laboratoire Géoressources, Environnement & Risques Naturels (GEOREN), FSTU, Université Oran 2, Algérie. : [addamouloud@yahoo.com](mailto:addamouloud@yahoo.com)

L'agglomération oranaise se caractérise par la présence dans son sous-sol d'une importante nappe d'eau souterraine de nature hydrodynamique essentiellement libre. Cette nappe est sollicitée pour nombre d'usages agricoles et industriels. La nappe reste également sollicitée pour approvisionner des nombreux bains-douches et, dans certain secteurs, à une alimentation d'appoint en eau potable. La présence de cette ressource hydrique dans un contexte urbain, à croissance parfois mal maîtrisée, augmente sa vulnérabilité aux pollutions multifformes habituellement générées par ce milieu (fosses perdues, fuites du réseau d'assainissement, effluents industriels, lessivage des chaussées, etc.).

La présente étude a permis d'avancer dans l'état de la connaissance hydrogéologique de cet aquifère, d'évaluer leur état d'affectation par la pollution et plus généralement d'apprécier le degré de vulnérabilité des eaux souterraines aux pollutions urbaines. Après une étude exhaustive du cadre physique de la région d'étude rendant compte du contexte hydrogéologique du système aquifère étudié, l'étude hydrochimique des eaux de la nappe s'est basée sur l'interprétation des résultats d'analyses effectuées sur quatorze échantillons d'eau prélevés au niveau de différents points d'eau (puits et sources) lors d'une campagne d'échantillonnage réalisée en octobre 2011. L'étude statistique des différents paramètres analysés, de leur répartition spatiale et des principaux faciès et sous-faciès chimiques déterminés à renseigne sur l'origine et l'évolution des minéralisations. L'état de la qualité des eaux a été appréciée a travers de l'étude des paramètres indicateurs de pollution des eaux prélevées, l'état bactériologique des eaux dans la partie occidentale de l'agglomération oranaise ainsi et que la teneur en éléments mineurs (métaux lourds).

**Mots clés :** Plateau d'Oran, Djebel Murdjadjo, agglomération oranaise, eau souterraine, hydrochimie.

## Hydrochimie et géochimie des isotopes comme outils d'investigation hydrodynamique des eaux souterraines : Aquifère Mio-Plio-Quaternaire du Hodna (M'Sila, Sud-Est algérien).

A.Amroune<sup>1</sup>, R.Mihoub<sup>2</sup> et S.Lachache<sup>3</sup>

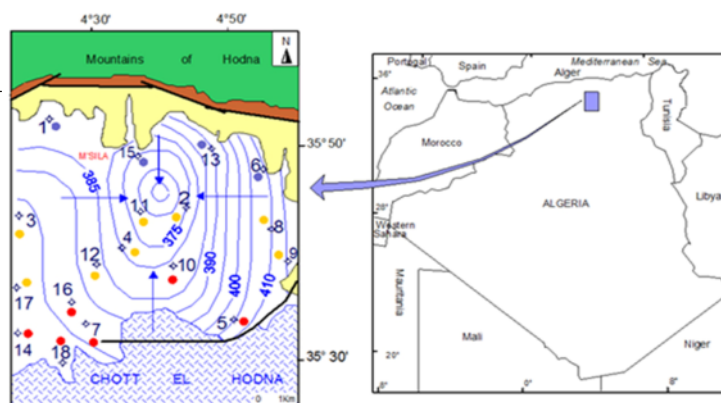
<sup>1</sup> Département d'agronomie, Université de M'Sila, 28000 M'Sila, Algérie. [amroune.abdelouahab@gmail.com](mailto:amroune.abdelouahab@gmail.com)

<sup>2</sup> Centre de Développement des Energies Renouvelables, CDER, 47133, Ghardaïa, Algérie.

<sup>3</sup> Institut d'hydraulique, Université Tahri Mohammed Béchir, Béchir 08000, Algérie.

La région de M'Sila se trouve piégée dans un système hydrographique endoréique appartenant au grand bassin Algérois-Hodna-Soummam.

Les principales formations aquifères sont les niveaux appartenant au Mio-Plio-Quaternaire formant le cœur de la plaine de M'Sila. Cet aquifère est captif, constitué essentiellement des sables, graviers, galets et des conglomérats et présent dans l'ensemble de la cuvette. Durant les trois campagnes piézométriques qui ont été effectuées durant l'année 2012 (Juin, septembre et décembre), la nappe a gardée la même structure. Cet état est caractérisé par la présence d'une dépression piézométrique au centre de la plaine où l'activité agricole est intense (fig. 1).

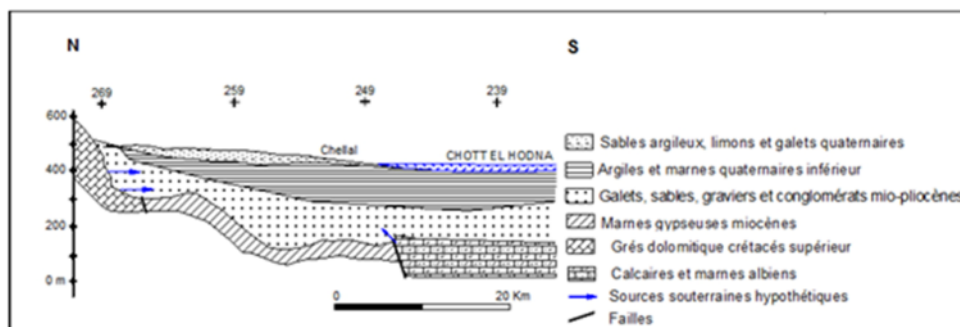


**Figure 1.** Carte piézométrique de l'aquifère Mio-Plio-Quaternaire

Les échantillons d'eau souterraine de la zone d'étude ont des valeurs de  $pH > 7$ , ce qui indique que l'eau souterraine de la région est alcaline. La conductivité électrique variée entre 1016 et 3600  $\mu S/cm$ . La dureté est également très forte ( $> 54^\circ F$ ), ceci est dû à la forte concentration du calcium et du magnésium où 33 à 44% des points d'eaux ont des teneurs supérieures aux normes de potabilité de L'OMS (WHO 2006). Le faciès chimique dominant est le chloruré, sulfaté calcique et magnésien avec 77% des échantillons. Ceci est à mettre en liaison avec les apports souterrains des eaux originaires des formations mésozoïques et cénozoïques du Chott El Hodna (fig. 2).

Le premier résultat de l'ACP (Analyse en Composantes Principales) qui apparaît, est le coefficient de corrélation qui est couramment utilisé pour estimer la relation entre deux variables. Les valeurs de la CE présentent une grande corrélation positive (0,52 à 0,64) avec Ca, Mg, Na, Cl et  $SO_4$ . Ceci traduit la participation de ces éléments à l'acquisition de la charge saline des eaux souterraines.

**Figure. 2 :** Coupe hydrogéophysique de la cuvette hodnéenne



Ces corrélations, avec la corrélation inverse  $SO_4-HCO_3$ , semble indiquer un processus de dolomitisation. Les fortes teneurs de  $Na^+$ ,  $Cl^-$ ,  $Ca_2^+$  et  $SO_4^{2-}$ , détectés dans certaines échantillons peuvent suggérer la dissolution de sels de chlorure et de sulfates.

Le G1 :  $Ca-HCO_3$  correspondent à des eaux provenant des massifs carbonatés en zone de recharge (N).

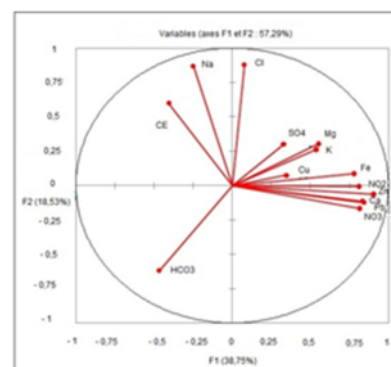
Le G2 :  $SO_4-Cl-Na$  de la proximité du Chott El Hodna qui représente naturellement l'exutoire des eaux de la nappe.

Le G3 : qui est un mélange des deux groupes précédents.

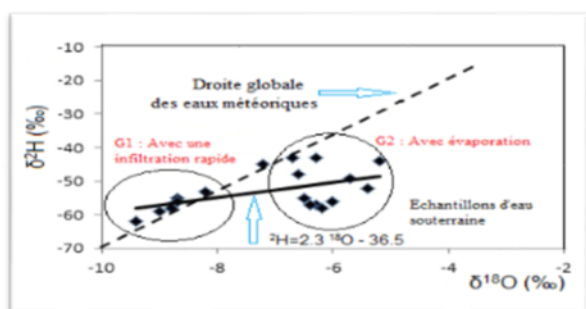
La recharge de l'aquifère ayant 02 origines diverses; la première recharge est assuré au niveau des affleurements carbonatés (N) et sous une infiltration assez rapide sans aucune variation isotopique par évaporation.

Alors que, la deuxième alimentation se fait par les eaux salées du Chott El Hodna (S) où l'influence du phénomène d'évaporation est significative.

$^{14}C$  : indiquent une faible activité, ce qui montre que les eaux de la plaine du Hodna sont très anciennes, datées de plus de 20 000 ans.



**Figure. 3 :** Plan des facteurs F1/F2



**Figure. 3 :** Relation  $\delta^2H / \delta^{18}O$  des eaux souterraines

**Mots-clés:** Algérie -Hodna - Hydrogéochimie - Isotopes - Lac salé - Nappe alluviale.

**Références**

Amroune, A., 2008. Hydrogéologie et qualité des eaux souterraines de la plaine de M'Sila-Zone nord occidentale du bassin du Hodna-Algérie. Thèse magistère en hydraulique, Université de Batna (Algérie).  
 Kieken, M, 1970. Résumé des connaissances acquises au cours des vingt dernières années dans le Hodna, le Titteri et la partie occidentale des Biban. Bulletin B.R.G.M, section IV, N°1. Alger. Algérie.  
 Subramani T, Rajmohan N and Elango L, 2010. Groundwater geochemistry and identification of hydrogeochemical processes in a hard rock region, Southern India. Environment Monitoring Assessment. 162 (1-4), 123-137.

# Identification des zones de stockage des eaux souterraines à l'aide de la télédétection et du SIG : cas de la région de Hammam Melouane

A.Belaroui<sup>1</sup>, F-Z.Haouchine<sup>1</sup> et A.Haouchine<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Laboratoire de Géo-Environnement, Département de géologie FSTGAT - USTHB - B.P. 32 El Alia 16.111, [belarouiabdelhakim@gmail.com](mailto:belarouiabdelhakim@gmail.com)

## Introduction

La disponibilité des ressources en eau est un agent important pour le développement économique, l'amélioration du niveau de vie des populations et leur stabilisation. L'exploration, l'exploitation et la gestion de ces ressources nécessite une bonne connaissance des paramètres climatiques, hydrologiques, géomorphologiques, géologiques et hydrogéologiques.

## Description de la région d'étude

Le bassin d'oued Hammam Melouane appartient au grand bassin versant de la Mitidja. Cette région correspond à une zone montagneuse où 85% de l'espace est recouvert de forêts qui se sont développées sur des matériaux argileux calcaires, marneux, schisteux et gréseux calcaires.

## Méthodologie

Dans le but de faire face aux besoins en ressources en eau, l'utilisation des techniques géo-informatiques telles que la télédétection et les Systèmes d'Information Géographique (SIG), devient très intéressante afin de mieux étudier, gérer et évaluer la quantité et la qualité de ces ressources.

## Résultats et discussion

Les données relatives à cinq paramètres influençant le stockage des eaux souterraines (la pluviométrie, la lithologie, la fracturation des roches, la pente et le drainage) ont été intégrées dans un modèle empirique.

Les résultats montrent que la zone d'étude est riche en eaux souterraines étant donné que 40% de sa surface présente un potentiel moyen à fort pour le stockage des eaux.

Le modèle réalisé constitue un important outil d'aide à la décision pour une bonne gestion des ressources en eaux souterraines.

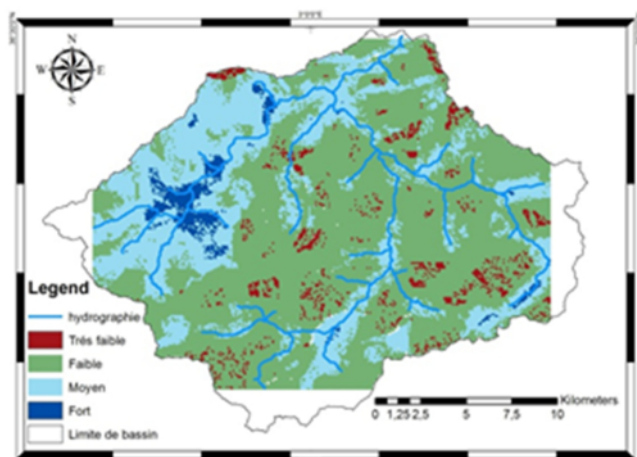


Figure 2. Carte des zones de stockage des eaux souterraines

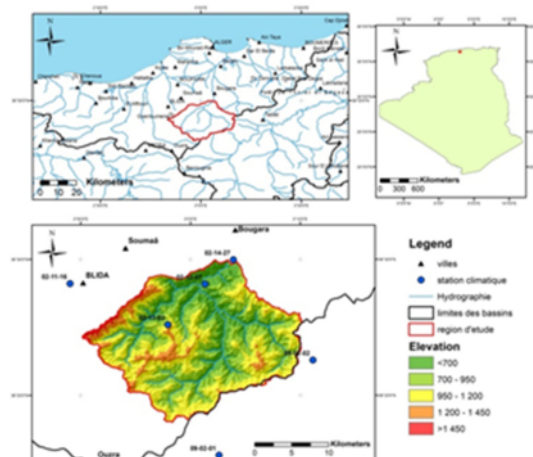


Figure 1. Situation de la région d'étude

**Mots clés :** Eaux souterraines, zones de stockage, Télédétection & SIG, Le bassin d'oued Hammam Melouane.

## Références bibliographiques

- A belaroui et al 2018 « modélisation pluie-débit : caractérisation des écoulements de oued hammam melouane algérie »  
 A Halimi, 1980 l'atlas blidéen: climat et étages végétaux. O.p.u., alger  
 F Kanohin et al 2012 « apport de la télédétection et des sig dans l'identification des ressources en eau souterraine dans la région de daoukro (centre-est de la côte d'ivoire) »  
 M Benslimane et al « utilisation de la teledetection et des sig pour la modelisation hydrologique du bassin versant de brezina »  
 M Hamimeche, 2007. Relation végétation - avifaune dans le secteur est (hammam melouane) du parc national de chréa (wilaya de bliida) thèse de magister. Institut national agronomique. El harrach - alger.  
 N Nouayti et al 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  
 S Ailane, A Belaroui. 2014 « contribution à l'étude hydrogéologique du site thermal de Hammam Melouane », mémoire de master. Fstgat/usthb alger.

## Hydro-géochimie des eaux souterraines des nappes telliennes : Cas des aquifères perchés de la région de Guelma, NE Algérie.

K.Benmarce<sup>1</sup>, R.Hadji<sup>1</sup>, Y.Hamed<sup>2</sup> et Z.Fisli<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Département des Sciences de la Terre, Institut de l'Architecture et des Sciences de la Terre, Université Sétif 1 Algérie.

<sup>2</sup> Département des Sciences de la Terre, Faculté des Sciences, université de Gafsa, Tunisie

La zone d'étude fait partie de la terminaison nord- orientale de la chaîne des Maghrébides. Le but assigné à cette étude est la caractérisation qualitative des eaux souterraines des nappes telliennes de la région de Guelma. Ces aquifères de type perché culminent à des altitudes moyennes de 1000 m. L'étude géochimique, a pour objectif :

- De caractériser à l'échelle régionale les eaux sur la base de l'hydrofaciès : cela apporte des informations précieuses sur l'identification des unités aquifères et la circulation des eaux souterraines ainsi que sur les conditions de recharge.
- De caractériser à l'échelle locale, les paramètres hydrochimiques des eaux sur la base de leur potabilité, afin de déterminer le type de matériaux à choisir pour les installations d'exploitation.

Dans cette approche, les paramètres physico-chimiques de douze points d'eau (11 sources et un forage) ont été analysés en périodes de hautes eaux, (décembre /2017).

L'interprétation des différents résultats obtenus, a permis de déterminer les propriétés physiques et chimiques des eaux souterraines. L'utilisation de diagrammes de représentation graphique des eaux (diagramme de Stiff) a permis de définir les ions dominants responsables des faciès chimiques des eaux et les formations géologiques à l'origine de ces faciès.

L'analyse en composantes principales (ACP), comme outil d'aide à l'interprétation, a permis de connaître les principaux facteurs qui représentent les différents processus intervenant dans la composition chimique des eaux.

**Mots clés :** Hydrogéochimie, eaux, nappes telliennes, Guelma, Algérie.

### Références

Domzig A., 2006. Déformation active et récente, et structuration tectono-sédimentaire de la marge sous-marine algérienne. Thèse de doctorat.

## Mobilisation et aménagement des eaux de surface du bassin versant de l'Oued El Hammam (Nord-Est Algérie)

S. Titi Benrabah<sup>1</sup> et B. Attoui<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Université Badji Mokhtar, Faculté des sciences de la terre, Département de Géologie, Laboratoire de Géologie (LRG), Annaba, 23 000, Algérie  
Email: [hydroannaba@hotmail.fr](mailto:hydroannaba@hotmail.fr)

Le bassin versant de l'oued El Hammam se situe dans le Nord-Est de l'Algérie, avec une superficie de 523,46 Km<sup>2</sup>, l'oued prend sa source à partir des sources thermales de Hammam Ouled Ali dans la région de Guelma. Le barrage de Zit-Emba implanté dans le terrain du bassin, était initialement destiné à l'irrigation des terres de la wilaya de Skikda. Actuellement il alimente en eau potable les populations de la région de Skikda et celles de la daïra d'Azzaba.

Le choix des sites de prélèvement a été fixé sur la base de la répartition spatiale de différentes sources de charges polluantes (thermalisme, eau usée urbaine et rejets industriels). Par conséquent, tous les prélèvements sont faits à l'aval de chaque rejet. (figure.1).

Figure 1. Lieux de prélèvements et leur proximité aux points de rejets dans le bassin d'étude





**MOBILISATION DES EAUX:**

Le régime des précipitations est caractérisé par une grande variabilité temporelle et spatiale. Les pluies moyennes annuelles varient de 400 à 700 mm, près de 680mm à la station de Bouati Mahmoud et moins de 500 mm à la station de Bekouche Lakhdar.

Dans ce contexte climatique, globalement les apports pluviométriques sur l'ensemble du territoire sont estimés à près de 353.5 millions de m<sup>3</sup> par an. (TABLEAU1).

TABLEAU1. Récapitulatif des volumes mobilisés dans le bassin d'étude.

Pluviométrie (m <sup>3</sup> /an)		Les ressources en eaux (Hm <sup>3</sup> )			
		Barrage	Retenues collinaires	Les sources	Total
La capacité	353.433	120	0.425	0.788	121.21

Les eaux de surface contribuent également à cette ressource avec près de 25,414 Hm<sup>3</sup> dont 15,464 Hm<sup>3</sup> pour l'irrigation des terres agricoles, et 9,95 Hm<sup>3</sup> pour l'alimentation en eau potable. (TABLEAU2).

TABLEAU2. Usagers de l'eau et type de prélèvement dans le bassin versant de l'Oued El Hammam

Usagers de l'eau	Prélèvements			
	Eau souterraine (Hm <sup>3</sup> )	Eau superficielle (Hm <sup>3</sup> )	Total	
			(Hm <sup>3</sup> )	(%)
Irrigation	1	15.464	16.464	50.91
Eau Potable	5.925	9.95	15.875	49.09
<b>Total</b>	<b>6.925</b>	<b>25.414</b>	<b>32.339</b>	<b>100</b>

Sur le réseau hydrographique du bassin on relève 120 prises d'eau destinées à l'irrigation totalisant un volume moyen annuel de 14 Hm<sup>3</sup>.

Deux sources sont captées, assurant l'alimentation en eau potable de la commune d'Azzaba, avec un débit de 25 l/s, le volume moyen annuel est de 0.788 Hm<sup>3</sup>. (TABLEAU3).

TABLEAU3. Récapitulatif des volumes mobilisés dans le bassin d'étude.

Pluviométrie (m <sup>3</sup> /an)		Les ressources en eaux (Hm <sup>3</sup> )			
		Barrage	Retenues collinaires	Les sources	Total
La capacité	353.433	120	0.425	0.788	121.21

Selon les prévisions entre 2006 et 2030 alors que les besoins de la population urbaine auront doublés, ceux éparses auront diminués de 38% alors que les besoins de la population rurale se maintiendront presque stables.

Les besoins totaux en eau à usage domestique en 2030 seront de l'ordre de 11.08 Hm<sup>3</sup>

**Mots clés :** Bassin versant ; Oued El Hammam ; ressources en eau ; demandes en eau

FERRAH .A et YAHIAOUI S, (2004) : *Eau et agriculture en Algérie, problématique et enjeux*, GREDAAL. Algérie, 17 P.

DEBIECHE T. H. : 2002 : *Evolution de la qualité des eaux (salinité, azote & métaux lourds) sous l'effet de la pollution saline, agricole et industrielle - thèse doctorat* 199 p.

COTE M., 1983: *L'eau en Algérie, mise en œuvre et utilisation. Essai de mise au point*, Colloque : L'eau en Algérie : ressources et utilisations, Constantine, Institut des Sciences de la terre, 10-13 avril 1983, 16 p.

HEOUAINE. A et TATAT .N, (2007) : *Qualité des eaux superficielles et souterraines de la région de Azzaba- Relation entre minéraux et solutions, mémoire d'ingénieur en hydrogéologie*. 122 p. Université Badji Mokhtar- Annaba.

## Hydrogéochimie, géothermométrie et mélanges des eaux thermales de la région de Guelma, NE de l'Algérie.

F.Bouaicha<sup>1</sup>, H.Dib<sup>1</sup>, N.Chabour<sup>1</sup>, K.Boufaa<sup>2</sup>, N.Menchar<sup>3</sup> et O.Bouteraa<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Laboratoire de géologie et environnement (LGE), Université frères Mentouri Constantine 1 [fouedbouaicha@gmail.com](mailto:fouedbouaicha@gmail.com).

<sup>2</sup>Laboratoire de génie géologique, Université Mouhamed Seddik Benyahia Jijel. <sup>3</sup>Université Larbi Ben M'hidi, Oum El Boughi.

Les sources thermales en Algérie sont nombreuses et sont plus répandues dans le nord qu'au Sud algérien, elles se concentrent plus dans la région Est qu'à l'Ouest. Cette région se caractérise par un gradient géothermique remarquable qui atteint 50°C/Km dans la région de Guelma (Algérie, NE) où les températures des sources varient entre 30 et 94 °C.

Le présent travail consiste à identifier l'origine des constituants dissous des eaux thermales dans leurs contexte géologique ainsi que l'estimation de la température du réservoir des champs géothermiques associés de la région de Guelma (Algérie NE) et ce par l'utilisation de différentes méthodes statistiques. Ainsi, des éléments majeurs et des métaux lourds de 13 échantillons de source hydrothermales ont été analysés par diverses techniques.

L'analyse de la classification hiérarchique en Q-mode suggère trois groupes et qui sont d'ailleurs confirmés par l'ACP et FCM. Les sources d'eau ont été classées comme des eaux de basse salinité, modérée et élevée. Les indices de saturation minérale (IS) calculés à partir des ions majeurs indiquent que les eaux des sources sont sursaturées avec la plus grande partie en minéraux carbonatés, et que tous les échantillons d'eau des sources sont sous-saturés en minéraux évaporitiques.

Il est donc retenu que les eaux des sources thermales ont une origine météorique et que tous les échantillons sont immatures avec un fort mélange entre les eaux chaudes et les eaux peu profondes des réservoirs auxquels se rapportent les eaux thermales. Les températures au sein du réservoir varient entre 84 et 140 °C. La circulation profonde des eaux météoriques dans la zone d'étude est alimentée par le gradient géothermique élevé autour de 4.5 °C par 100 m et atteint une température élevée avant de remonter à la surface. Les profondeurs de circulation estimées varieraient de 3000 et 4200 m.

**Mots clés :** Source hydrothermale, hydrogéochimie, géothermomètres chimiques, gradient géothermal, Guelma, Algérie.

### Références

Dib, H, 1985. *Le thermalisme de l'Est algérien.*, Alger, Algérie, 315p.

Foued, B., Hénia, D., Lazhar, B., Nabil, M., Nabil, C., 2017. *Hydrogeochemistry and geothermometry of*

*573 thermal springs from the Guelma region, Algeria. J Geol Soc India 90 (2), 226-232.*

Dib, H, 2008. *Guide pratique des sources thermales de l'Est algérien. Mémoires du Service Géologique national. Editions du Service Géologique national, Alger, 106 pp.*

## Caractérisation hydrogéochimique des eaux souterraines de la nappe alluviale de l'oued Djendjen (Jijel, NE algérien)

A.Boufekane<sup>1</sup>, O.Saighi<sup>2</sup> et H.Belaroui<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Ecole Nationale Supérieure d'Hydraulique, LGEE, BP 31, Blida, Algérie. [a.boufekane@ensh.dz](mailto:a.boufekane@ensh.dz)

<sup>2</sup>Université des Sciences et de la Technologie Houari Boumedienne, FSTGAT, BEZ, Alger, Algérie

### Introduction

Les eaux souterraines de la nappe alluviale de l'oued Djendjen (Jijel, NE algérien) ont de tout temps été utilisées pour l'alimentation en eau potable des villes riveraines (Jijel, Taher, Chekfa, El Kenar) et l'irrigation des terres agricoles qui les entourent (périmètre irrigué du Taher). Dans ce travail, l'objectif est de comprendre les processus majeurs qui régissent la minéralisation et la qualité des eaux souterraines à travers une approche géochimique complétée par une analyse statistique multivariée (ACP). Cette étude a été développée en fonction des données mises à notre disposition. Ces données sont récoltées lors de la réalisation d'une campagne et d'échantillonnage dans la plaine en mai 2015.

### Région d'étude

La plaine alluviale étudiée, située dans le Nord Est de l'Algérie, fait partie des plaines côtières de la région de Jijel. Couvrant une superficie de 58 km<sup>2</sup>, elle correspond à la basse vallée de l'oued Djendjen qui est bordée au Nord par la mer Méditerranée. Le climat y est de type tempéré méditerranéen. Le contexte géologique est de nature cristallophyllienne (schistes et micaschistes), recouvert par endroits par des formations sédimentaires, essentiellement marneuses du Mio-Pliocène.

Les dépressions sont comblées d'alluvions du Quaternaire constituant des terrasses aquifères intéressantes. Les marnes du Burdigalien qui affleurent sur les bordures de la plaine, forment le substratum du réservoir alluvionnaire.



Figure 1. Zone d'étude

### Matériel et méthode

Un total de 42 échantillons a été prélevé à partir du système aquifère durant la période de mai 2015. Les paramètres physico-chimiques (pH, conductivité, température) ont été mesurés in situ. Les analyses chimiques des éléments majeurs ont été réalisées aux : laboratoire de l'Agence Nationale des Ressources Hydrauliques (ANRH) et le laboratoire d'hygiène et de la prévention de la wilaya de Jijel.

L'approche hydrochimique classique est présentée sous forme de diagrammes réalisés par le logiciel Diagramme. L'analyse statistique, multivariée, présentée dans cette partie est faite par le logiciel Origin Pro 9.0. (2013), qui porte un module dédié aux traitements statistiques.

### Résultats et discussion

- Faciès hydrochimiques : La présentation des résultats des analyses chimiques sur le diagramme de Piper (Fig. 2) fait apparaître que les eaux de la nappe alluviale de Djendjen sont caractérisées par la dominance du faciès chloruré et sulfaté calcique et magnésien.

- Analyse en Composantes Principales (ACP) :

Analyse du cercle de corrélation de l'ACP (Fig.3) montre:

- Les pourcentages d'inertie sont 49,65 % pour l'axe principal F1 et 16,27 % pour l'axe principal F2, soit un pourcentage total de 65,93 % pour le plan 1.

- Une très bonne corrélation entre les variables : (Na<sup>+</sup>, Cl<sup>-</sup> et Mg<sup>2+</sup>) (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> et la conductivité électrique). Ceci suggère l'existence de qualités communes (même origine).



Figure 2. Présentation des analyses chimiques sur le diagramme de Piper

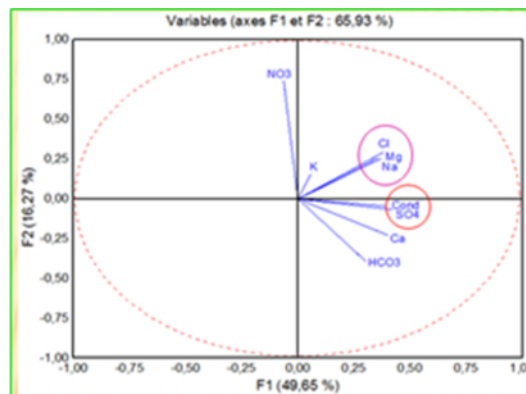


Figure 3. Représentation graphique des variables sur le plan factoriel (1-2) de la campagne 2015

La représentation graphique des variables sur le plan factoriel (1-2), pour la campagne de 2015, montre que l'axe principal F1 est représentatif et confirme les résultats de l'Analyse de la matrice de corrélation, qui montre la présence des faciès : bicarbonaté calcique, sulfaté calcique et chloruré sodique. L'axe principal F2 est affirmé que le NO<sub>3</sub><sup>-</sup> est un facteur de la pollution agricole.

### Conclusion

L'évolution du chimisme des eaux de la nappe alluviale de l'oued Djendjen (NE algérien) conduit à conclure que le chimisme de l'eau s'accroît dans le sens de l'écoulement, généralement d'amont en aval. La chimie des eaux souterraines met en évidence tous les facteurs intervenant dans l'acquisition de la minéralisation tel : l'influence des formations géologiques, l'intrusion du biseau salé, les rejets domestiques et industriels et l'usage des engrais sur la nature des faciès chimiques.

**Mots clés :** Eaux souterraines, Qualité, Analyse statistique, nappe alluviale de Djendjen.

## Pollution Des Eaux Souterraines De La Plaine de Gadaïne - Ain Yaghout Nord-Est de Batna, Algerie.

I.Dib<sup>1</sup> et W.Chettah<sup>2</sup>

<sup>1</sup> *Département des Sciences et Technologie, Université Abdelhafid Boussouf Mila, route de Zeghaia 43000, Mila, Algérie, [dib.imen@yahoo.fr](mailto:dib.imen@yahoo.fr)*

<sup>2</sup> *Département des Sciences Géologiques, Université des Frères Mentouri Constantine 1, route de Ain El Bey 25000, Constantine, Algérie.*

Dans la plupart des régions arides et semi-arides dans le monde, la disponibilité de suffisamment d'eau douce est devenue un facteur limitant de développement. Dans les régions d'Afrique du Nord, où la rareté de l'eau a toujours été un problème dominant, l'interférence du cycle de l'eau naturelle en raison de la surexploitation de ressources en eau souterraine pour satisfaire les besoins de l'agriculture et des activités urbaines ainsi des changements de l'utilisation de la terre ont provoqué la réduction de l'eau disponible. Quant à notre région d'étude (plaine de Gadaïne - Ain Yaghout), l'utilisation intensive des pesticides, des engrais chimiques, des fumiers et les rejets d'eaux usées domestiques dans les fosses septiques ne sont que quelques exemples d'activités anthropiques qui mènent à la contamination des eaux souterraines. En plus, le facteur interaction eau-roche et la durée de cette interaction ont abouti à la détérioration des ressources en eau dans cette région.

Les objectifs de notre étude étaient d'évaluer les caractéristiques et la distribution spatio-temporelle des deux indicateurs de pollution (concentration des éléments nutritifs et la salinité) et leurs origines (naturelle ou anthropique) ainsi de déterminer les principaux facteurs de migration de l'azote à travers le sol vers les eaux souterraines de la zone d'étude.

Pour atteindre ces objectifs, cinquante échantillons d'eau souterraine de l'aquifère Mio-plio-quadernaire ont été prélevés en Mai 2009 (période des hautes eaux) et en Septembre 2009 (période des basses eaux).

En Septembre, la majorité des échantillons ont des concentrations plus élevé que ceux du mois de Mai ce qui augmente le risque de contamination des eaux souterraines par les nutriments. Dans la zone d'étude, ces échantillons ont été principalement prises à proximité des zones urbaines et agricoles où les rejets des eaux usées domestiques, la déchargées effluents d'élevage et l'application des engrais ont le potentiel de polluer non seulement le sol, mais aussi les eaux souterraines par la perte des nitrates et leurs migration vers ces eaux. Cette migration est influencée principalement par les caractéristiques du sol, la nature et la quantité des engrais appliquée ainsi les techniques d'irrigation utilisées.

**Mots clés :** Contamination, eaux souterraines, engrais chimiques, fumiers, éléments nutritifs.

### Références bibliographiques :

ATSDR., (2004) : Toxicological profile for ammonia. Agency for Toxic Substances and Disease Registry, Atlanta, Georgie.

Kiaune, L. et Singhasemanon, N., (2011) :Pesticidalcopper (I) oxide: Environmental fate and aquatictoxicity. Dans :Reviews of environmental contamination and toxicology, volume 213. Chapitre 1. Whitacre, D.M. (éd.). Springer,pp. 1-26.

---

## Ressources en eau de surface de la région lacustre d'El Kala (Nord-Est algérien)

Z.Fisli<sup>1</sup>, D.Zouini<sup>2</sup>, K.Benmarce<sup>1</sup>, A.Maou<sup>1</sup> et L.Boubazine<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. [fislizoulaikha@yahoo.fr](mailto:fislizoulaikha@yahoo.fr)*

<sup>2</sup> *Département des Sciences de la Terre, Université Badji Mokhtar -Annaba. [zouinali@yahoo.fr](mailto:zouinali@yahoo.fr)*

L'eau est l'objet d'une exploitation concurrentielle .Par ailleurs, l'agriculture, l'industrie et la ville se disputent sur sa disponibilité et influent par leur effet sur sa qualité, perturbant ainsi les systèmes aquatiques,considérée également comme une ressource rare dont l'acuité des conflits d'usage aussi bien que les détériorations de sa qualité sont particulièrement ressentis dans les villes puisque l'urbanisation,l'effet de serre, les risques de pollution et les prélèvements excessifs d'eau disqualifient un certains nombre de ses reseves.

Situé au Nord Est algérien, la zone lacustre d'El Kala couvre une superficie d'environ 17000ha est marquée par deux ensembles morphologiques,au Nord, la zone des lacs et au Sud, la chaîne de montagne pouvant atteindre les 1000m d'altitude.

L'objectif de ce travail, est consacré à l'identification de la ressource en eau superficielle qui caractérise la région étudiée et constitue un réservoir aquatique considérable de renommé international étant reconnu comme réserve de la biosphère, réagissant avec la pression croissante exercée par les facteurs anthropiques.

**Mots clés :** Ressource, Eau, Lacs, El Kala, Région.

## Isotope tracing in groundwater applications

Y.Hamed

International Association of Water Resources in the Southern Mediterranean Basin - Faculty of Sciences of Gafsa-Tunisia.  
 Research Unit of Geosystems, Georesources and Geoenvironments 3G-Gabès-Tunisia, [hamed\\_younes@yahoo.fr](mailto:hamed_younes@yahoo.fr)

Isotopes ( $^2\text{H}$ ,  $^3\text{H}$ ,  $^{16}\text{O}/^{18}\text{O}$ ,  $^{13}\text{C}/^{14}\text{C}$ ) in groundwater hydrology and hydrogeology give a direct and indirect insight into the movement and distribution processes within the aquifer. Groundwater in its natural state contains environmental isotopes and conclusions may be drawn from their abundance variations. The isotopes commonly employed in groundwater investigations are the heavy stable isotopes of the water molecule,  $^2\text{H}$  and  $^{18}\text{O}$  and the radioactive isotopes, tritium ( $^3\text{H}$ ) and carbon-14 ( $^{14}\text{C}$ ). The stable isotopes are excellent indicators of the hydrodynamic of water, while the radioactive isotopes are of special value in detecting the residence time, recharge/discharge area, assuming no contamination of the water has occurred. The application of these techniques in connection with surface and groundwater in North Africa (arid/desertic climate) are discussed in this study. It can be concluded that these techniques complement the more traditional hydrological and hydrogeological methods employed in water resource and environmental investigations.

**Keywords :** Groundwater, Isotope, hydrogeology, Climate, North Africa

## Approche hydrogéologique et hydrochimique des eaux souterraines d'une région semi-aride : cas de la plaine de Bir Haddada, région de Sétif.

H.Kada<sup>1</sup> et A.Demdoum<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Département des Sciences de la Terre, Institut d'Architecture et des Sciences de la Terre, Université Ferhat Abbas, Sétif. [tectites@gmail.com](mailto:tectites@gmail.com)

La salinité des eaux souterraines pose un problème en zones arides et semi-arides, et détériore leur qualité. Le système aquifère mio-plio-quadernaire de la plaine de Bir Haddada est logé dans des formations détritiques. Il est essentiellement alimenté par les précipitations et par des failles conditionnant et favorisant l'écoulement des eaux souterraines. Pour la période d'observation prise en compte, la valeur moyenne de l'évapotranspiration réelle (E.T.R.) est de 93 % des précipitations et celle du coefficient d'infiltration est de 0,48 %. Les pompages d'essai exécutés dans la zone d'étude montrent de bonnes transmissivités de l'ordre de 10-3 m<sup>2</sup>/s. L'étude des paramètres physico-chimiques du système aquifère superficiel a permis de mettre en évidence leurs faciès chimiques dominants. Les eaux de l'aquifère superficiel de la zone d'étude présentent une salinité faible à élevée. Lors de leurs trajets en profondeur, les éléments chimiques dans l'eau ont évolué en deux faciès dominants : chloruré et sulfaté calcique et magnésien et le chloruré sodique et potassique ou sulfaté sodique.

**Mots clés:** Eaux souterraines- Bir Haddada- Transmissivité-

### Références

- I.G.N. "Esquisse de la carte géologique de Ain azel et Mezlou au 1/50000, Direction des mines et de la géologie, Service de la carte géologique de l'Algérie, (1973).  
 UNESCO, "International glossary of hydrogeology", First preliminary edition, Technical documents in hydrology, U.N.E.S.C.O., SC-77/WS/71, Paris, (1978), p. 120.  
 Abdesselam O. et Djessas H., "Hydrogéologie de la plaine de Bir Haddada (Sétif)", Mémoire d'Ingéniorat d'Etat en Géologie; option: Hydrogéologie, Université Mentouri, Constantine, (1999), 180 p.  
 Ghebouli S. et Bencheikh Lehocine M., "Origine de la salinité des eaux souterraines- Cas des hautes plaines sétifiennes (Algérie)", Sciences et Technologie, N° 28 A, Revue Semestrielle de l'Université Mentouri, Constantine, Algérie, (2008), pp. 37 - 46.

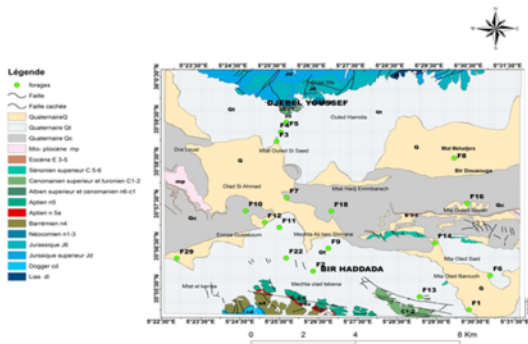


Figure 1. Inventaire des points d'eau

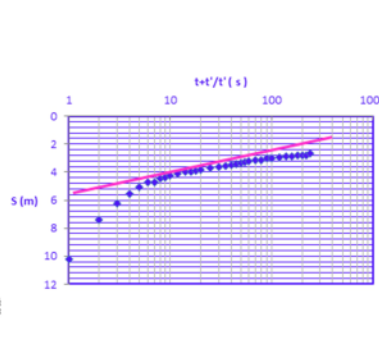


Figure 2. Courbe de la remontée



Figure 3. Diagramme de facies (Piper)



## Factors for assessment of groundwater vulnerability in semi-arid and arid zones

R.Kerzabi<sup>1</sup>, H.Mansour<sup>2</sup>, S.Yousfi<sup>1</sup>, J.Mudry<sup>3</sup>, A.Benchaib<sup>4</sup>, M-S.Bentoumi<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Laboratoire numéro 25 «PRHPM-LE-CT» Département des Sciences de la Terre et de l'Univers Faculté SNV-STU—Université de Tlemcen ;

<sup>2</sup>Laboratoire Géorressources, Environnement et Risques Naturels, Département des Sciences de la Terre, Faculté FSTGAT—Université d'Oran ;

<sup>3</sup>Laboratoire Chrono-Environnement, UMR Université de Franche Comté ;

<sup>4</sup>Laboratoire des Systèmes Dynamiques et Applications, Département de Mathématiques, Faculté des sciences, Université de Tlemcen,

<sup>5</sup>NALTIS Communication, Tlemcen.

Aquifer protection from pollution is an important action for a development and wise exploitation of the groundwater resources. In arid and semi-arid zones, rare surface water resources make groundwater the principal source of drinking, industrial and agricultural exploitation water. The idea of this work is to present the different factors participating in natural protection and assessing the groundwater vulnerability in a particular climatic context "arid and semi-arid", so four factors are chosen for vulnerability mapping: lithology, water surface depth, infiltration conditions and effective rainfall. Each parameter is classified to identify a large variability. The vulnerability index is calculated by multiplication of four factor's rating. A pilot site, the ElBayadh syncline is used to test this methodology in terms of typical physical and hydrogeological characteristics. The vulnerability map shows about 75% of the surface pilot site is classified as very high vulnerability. These areas could consequently be protected for future development.

**Keywords:** groundwater, arid zone, vulnerability, ElBayadh syncline.

## Premier modèle 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, [fareskessasra@yahoo.fr](mailto:fareskessasra@yahoo.fr)

<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,(USTHB), BP 32 El Alia, Alger, Algérie

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. La région renferme d'énormes quantités d'eaux souterraines qui jouent un rôle important dans le développement de l'industrie pétrolière et l'agriculture saharienne. Ces ressources en eaux sont assurées par deux systèmes aquifères à savoir la nappe du Continental Intercalaire (CI) et la nappe du Complexe Terminal (CT). Le Continental Intercalaire est caractérisé par une profondeur de 1000 à 1500 m et la nappe du Complexe Terminal avec 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 résultats du modèle montrent un calage jugé satisfaisant dans sa globalité. 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. La modélisation n'est pas utilisée ici comme un outil de prévision mais comme un moyen de tester le niveau de compréhension du système et de fonctionnement hydrodynamique de l'aquifère du Complexe Terminal en prenant en compte des facteurs clés comme les pompages et la variation spatiale des paramètres hydrodynamiques et les paramètres géométriques.

Nos perspectives de recherches se basent essentiellement sur l'amélioration du modèle par la projection des études complémentaires pour mieux caler et confirmer le modèle. Les lacunes signalées devraient être complétées par de nouvelles

recherches bibliographiques et de nouvelles acquisitions sur terrain. 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. L'objectif serait de répondre aux nombreuses questions de gestion de la ressource en eau saharienne et d'établir un plan de gestion intégrée des ressources en eaux pour une meilleure prévention et protection de cette ressource vitale à la vie.

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

## Moyen d'investigation des sous-sols et identification de la cause directe générant le problème de la remontée des eaux de la nappe libre d'Oued Souf (SE Algérien)

S.Khechana<sup>1</sup>, A.Ghomri<sup>2</sup> et A.Miloudi<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Laboratoire d'Exploitation et de Valorisation des Ressources Énergétiques Saharienne (LEVRES) – Université d'El-Oued.

<sup>2</sup> Laboratoire LARHYSS – Département de Génie civil et d'hydraulique – Université de Biskra

E-Mail: [khechana-salim@univ-eloued.dz](mailto:khechana-salim@univ-eloued.dz)

Après deux ans de fonctionnement du projet, les résultats attendus de système de drainage vertical n'ont pas atteint, où les débits de certains forages restent très faibles, ainsi que le niveau d'eau souterraine continu à s'augmenter, surtout dans les endroits les plus affectées par le problème de la remontée des eaux (cité de Chott et Sidi-Mestour). Les responsables de ce système manquaient un outil pour comprendre la cause de cet échec. Pour répondre à cette préoccupation, nous avons procédé à l'interprétation des résultats des essais de pompage effectué aux trois forages de système de drainage vertical.

### Essais de pompage:

L'analyse précise des essais de pompage effectués dans l'aquifère à nappe libre de la région est considérablement entravée par des difficultés à décrire la structure interne de cette réserve avec précision.

La répartition spatiale des différents domaines hétérogènes de différentes perméabilités semble souvent fortement imprévisible, sinon totalement aléatoire. Cependant, la connaissance de ces structures est nécessaire pour déterminer le sens d'écoulement dans différentes zones et de comprendre s'il y a des limites étanches ou flux imposé.

Pour déterminer les limites de l'aquifère libre de la région et afin d'indiquer s'il y a des anomalies dans les structures internes du sous sol, nous nous sommes intéressés par les essais de pompage au niveau de trois forages de drainage (D05, D20 et D53) qui ont été réalisées à l'hiver 2008.

La durée des essais de pompage est de 24 heures avec un temps de remontée de 12 heures et les débits de pompage étaient de 2,8, 2,5 et 5,10 l/s respectivement. Nous avons choisi ces forages en raison de ses faibles débits (inférieur à 6 l/s) mesurées à la fin de l'opération de forage et de ses emplacements dans les cités les plus touchées par le problème de la remontée des eaux souterraines.

Après 24 heures des essais, nous avons pompé en deux puisards (SD5 et SD20) à proximité de D5 et D20 respectivement, en utilisant une pompe émergée. Les rabattements et les rabattements résiduels sont mesurés au niveau des forages eux-mêmes (D05, D20 et D53) et aux deux puisards (SD5 et SD20). Les figures 7, 8 et 9 montrent les variations des niveaux piézométriques en fonction du temps pendant les essais aux trois forages. Juste après le début de pompage, le niveau d'eau est diminué rapidement dans les forages. Au forage D05, le niveau statique a été 1.34m avec un débit de pompage de 2.8 l/s. Le rabattement a atteint plus de 6.5m après 3 minutes de pompage et 6.96m après 1440 minutes (24 heures). Le niveau d'eau à D05 montre une réponse rapide après un temps réduit (3 min). Au cours du temps restant de pompage, le rabattement a atteint seulement 0.51m. Après deux minutes de l'arrêt de pompage, le niveau d'eau est monté rapidement à 6.5m, après ce temps, il y a une augmentation constante du niveau en fonction du temps.

Au puisard (SD05), distant de 12m au forage D05, qui a été utilisé comme point d'observation, la réponse du niveau piézométrique est très lente, elle est de l'ordre de 1 à 2 cm après 04 heures de pompage. Du même, le pompage au puisard SD05 n'a aucun effet sur le niveau d'eau du forage D05.

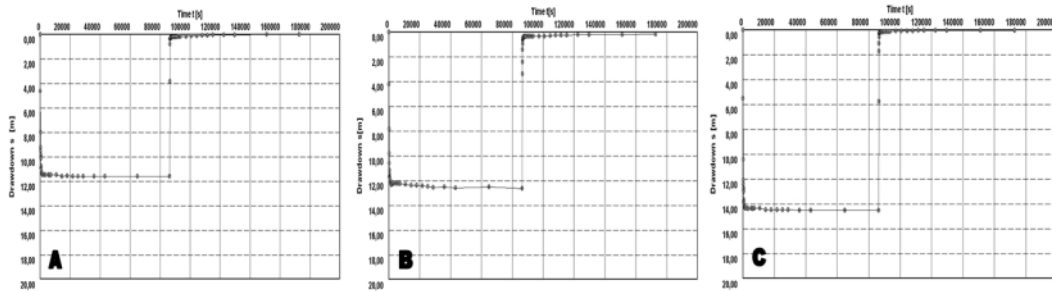


Figure 1 : Courbes de remontée et de remontée résiduelles mesurées dans D05, D20 and D53 A: Remontée dans D05; B: Remontée dans D20; C: Remontée dans D53.

**Résultats et discussion:**

- La courbe de descente: Cette courbe montre deux phases:

Le premier est le résultat de l'effet de la capacité caractériser le couple aquifère / puits et de vider le trou de forage .La seconde partie de la courbe avait une augmentation régulière du rabattement en fonction du temps, ce qui nous permet de tirer une ligne de pente C. Cette pente reflète l'impact d'une limite susceptible étanche.

Le calcul de la transmission T donné par C.V Theis :

Q: débit (l/s) et C: la pente de la courbe.

Après l'application numérique, on trouve que :

Pour  $D_{05}$ ,  $Q = 3$  l/s et  $C_{05} = 4.2$ , donc,  $T = 0.183Q / C_{05} = 2.18 \times 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$ .

Pour  $D_{20}$ ,  $Q = 2.5$  l/s et  $C_{20} = 4$ , donc,  $T = 0.183Q / C_{20} = 1.14 \times 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$ .

Pour  $D_{53}$ ,  $Q = 5.10$  l/s et  $C_{53} = 3.9$ , donc,  $T = 0.183Q / C_{53} = 2.39 \times 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$ .

- La courbe de remontée a montré deux phases distinctes:

La première phase dans laquelle une augmentation rapide du niveau d'eau est observée en raison du phénomène de post-production et la reprise de la charge hydraulique dans le puits de pompage.

En deuxième phase, l'augmentation du niveau de l'eau était stable indiquant une remontée normale du niveau d'eau, où a remontée est résiduelle.

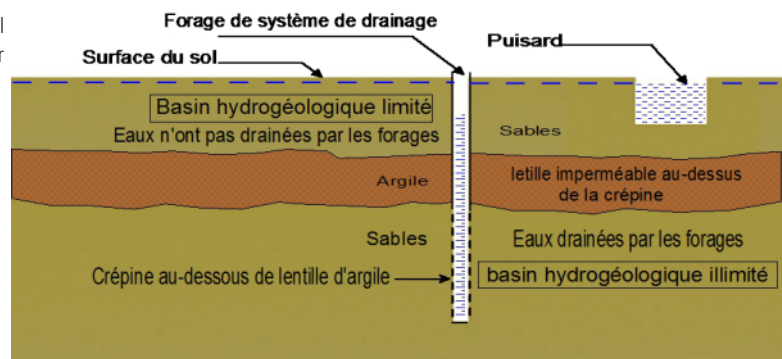
Le niveau d'eau dans les puisards ne change pas pendant le pompage dans les puits, du même, le pompage dans les puisards n'a pas montré une quelconque influence sur le niveau des eaux souterraines dans les forages de drainage qui confirme l'existence d'une limite étanche entre deux aquifères séparés : le premier aquifère est en bas, soutient les eaux pompées dans les puits de drainage et la seconde est en haut, qui contient des eaux apparaissent dans les puisards (SD05 et SD20).

Cette étanchéité est probablement due à:

- Soit l'existence d'une faille entre les forages et les puisards, qui est loin de la réalité, en raison de la prédominance des formations sableuses caractérisant une zone inactive du séisme;
- Soit à l'existence de formations imperméables ou semi-perméables (argiles sableuses, sables argileux) joue le rôle de compartimentation de l'aquifère multicouche.

L'existence de deux aquifères discontinus est confirmée par l'indépendance des niveaux d'eau dans les forages D05 et D20 suite aux pompages continus dans les puisards SD05 et SD20 respectivement.

Figure 2 : structure interne de l'aquifère à nappe libre d'El Oued et échec de système de drainage vertical pour évacuer les eaux de la remontée



**Mots clés :** vallée de Oued-Souf, climat hyper aride, sol, bilan hydrique, réserve facilement utilisable (RFU).

**Références:**

Peiyue Li, Hui Qian, Jianhua Wu, Hongwei Liu, Xinsheng Lyu, Hongbo Zhang, 2013, Determining the optimal pumping duration of transient pumping tests for estimating hydraulic properties of leaky aquifers using global curve-fitting method: a simulation approach, Environ Earth Science, DOI 10.1007/s12665-013-2433-9.  
L'existence de deux aquifères discontinus est confirmée par l'indépendance des niveaux d'eau dans les forages D05 et D20 suite aux pompages continus dans les puisards SD05 et SD20 respectivement.

## Caractérisation Hydrochimique des eaux souterraines (Cas de la région de Berrahal) N-E Algérie

K.Khelifa<sup>1</sup>, A.Haniï et N.Bougherira<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Laboratoire de ressource et Développement Durable. Université Badji Mokhtar Annaba-Algérie.

Le développement économique, l'accroissement démographique, l'exploitation excessive des ressources en eau dans les régions littorales et le manque de sensibilisation de la population envers la protection de l'environnement, génèrent des polluants qui peuvent affecter la qualité physicochimique des milieux aquatiques récepteurs (Mullis et al, 1997).

La région de Berrahal qui est une commune relevant de la wilaya d'Annaba et dont un nombre non négligeable de sa population s'alimente en eaux souterraines.

L'objectif de ce travail est l'évaluation de l'état actuel de la qualité des eaux souterraines de la zone d'étude et son évolution dans le temps et dans l'espace.

Pour atteindre ce but, un suivi d'une campagne d'échantillonnage a été réalisé pendant le moi d'Octobre 2016 avec une analyse complète des paramètres physico-chimiques.

La répartition spatiale des paramètres dans la région d'étude montre que la température varie entre 19,4 °C et 24°C. Le pH oscille entre 6 et 9. Cela est dû au contact direct avec l'air pour les rejets et à cause de l'absence des apports acides ou alcalins pour les eaux souterraines (Puits). Par contre Les valeurs de la conductivité sont très élevées. La minéralisation augmente progressivement de l'amont vers l'aval des cours d'eau. Elle est minime au puits P2 de l'ordre de 590 µS/cm et atteint son maximum au point R1 (Rejet) avec 6980µS/cm.

Ces différences sont dues aux apports pluvieux qui diluent les concentrations, et à l'effet de la dissolution des évaporites.

La variation de la conductivité donne des informations importantes sur l'évolution de la qualité de l'eau. Le tableau ci-dessous présente la relation qui lie les valeurs de conductivité à la minéralisation.

La carte du magnésium (Fig. 1) montre que les valeurs sont faibles et inférieures à la norme de 50 mg/l sur toute la région.

Tableau 1. Relation entre conductivité et minéralisation (Detay, 1997).

Conductivité en µS/cm, à 20°C	Minéralisation
- inférieur à10.	- eau de minéralisation très faible.
- comprise entre 100 et 200.	- eau de minéralisation faible.
- comprise entre 200 et 400.	- eau de minéralisation peu accentuée.
- comprise entre 400 et 600.	- eau de minéralisation moyenne.
- comprise entre 600 et 1000.	- eau de minéralisation importante.
- supérieur à 1000.	- eau de minéralisation excessive.

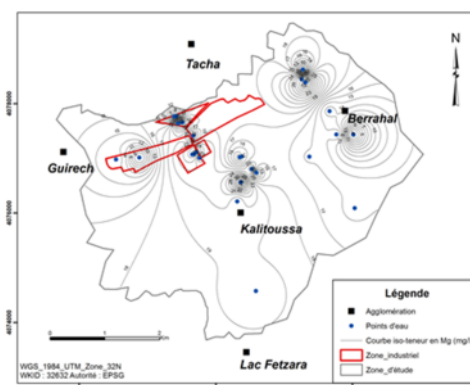


Figure1. Carte iso-teneur en Magnésium

Pour les concentrations en calcium ( $Ca^{+2}$ ) et en sodium ( $Na^{+}$ ) des eaux souterraines de la région, ne dépassent pas 200 mg/l, mais les plus importantes teneurs de sodium sont mesurées au Sud-Est de la région, impactées par les rejets (R1, R3), ainsi qu'au Sud-Est en contact avec le lac Fetzara (P2).

Les concentrations des bicarbonates, les chlorures et les sulfates n'atteignent pas les normes de la potabilité fixée par l'organisation mondiale de la santé (OMS).

D'après les résultats obtenus, on constate que les eaux souterraines de la région d'étude ne présentent aucun risque de pollution industrielle à cause de la fermeture officielle des plusieurs usines prononcé par la direction de l'environnement de la wilaya d'Annaba (journal liberté-Algérie le: 06/03/2016).

**Mots clés :** Berrahal – eaux souterraine – magnésium.

### Références

- Kahoul M., Derbal N., Alioua A., Ayad W., 2014. Evaluation de la Qualité physico-chimique des Eaux de Puits dans la Région de Berrahal (Algérie), ISSN 1112-3680, n°18, Juin 2014, pp. 169-178.
- Khelfaoui, H., 2014. Modélisation des écoulements et de transport de masse dans une région industrielle : Exemple de la nappe de Berrahal, Nord-Est Algérien.

## Classification statistique et hydrochimique des eaux Souterraines du plateau de Chéria (Nord-est Algérien)

C.Khemissi<sup>1</sup>, B.Djaballah<sup>2</sup>, A.Benkhedda<sup>2</sup>, S.Djemmal<sup>3</sup> et N.Defafli<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Labo Eau et Environnement, Université de Tébessa, Algérie. [Geologie84@gmail.com](mailto:Geologie84@gmail.com).

<sup>2</sup> Labo Environnement sédimentaire, ressource minérale et hydrique de l'Algérie orientale, Université de Tébessa, Algérie.

<sup>3</sup> Labo de recherche hydraulique appliquée (LARHA), Université de Batna, Algérie

Le synclinal perché de Chéria appartient au bassin versant de chott Melghir à 45 km au sud ouest du chef lieu de la wilaya de Tébessa. Il est de forme grossièrement triangulaire d'une superficie de 722 km<sup>2</sup>. Le présent travail, tente après une analyse de la situation actuelle du terrain, de mieux cerner les concentrations de quelques éléments chimiques des eaux à leurs classifications statistiques et hydrochimiques. L'exploitation des eaux souterraines à partir des aquifères carbonatées est à présent la seule ressource pour répondre aux besoins en eau, pour la consommation humaine, industrielle et agricole dans la région, tel que l'aquifère alluvionnaire affectée par la dégradation surtout au voisinage du centre ville du Chéria où calcaire karstifiée affleure au surface.

**Mots clés :** Classification Ascendant Hiérarchique, Chéria, Algérie.

### Référence

Baali, F., Rouabhia, A., Kherici, N et Djabri, L., 2006. Natural chemical tracers of urban pollution: case of Born example of application on the area of Algerian Chéria. WRP, LLC ISBN-13: 978-1-887201647-6 Michigan, USA Pp 39-45.

Brinis, N., 2009). La salinité des eaux souterraines de la zone Est de la plaine d'El-Outaya (Région de Biskra, Algérie). Publication au Bulletin du Service Géologique National. /Vol.20, N°1, pp.49-61, 2009.

Rouabhia, Aek., Baali, F., Kherici, N., Djabri, L., 2004. Vulnérabilité et risque de pollution des eaux souterraines de la nappe des sables miocènes de la plaine d'El MA EL Abiod (Algérie) revue Sécheresse n°4, Vol.15.

## Hydrogeochemistry of the thermal waters from the Constantine geothermal field, Algeria.

R.Kouadra<sup>1</sup>, A.Demdoum<sup>2</sup>, R.Benchikh<sup>1</sup>, N.Chabour<sup>1</sup> et L.Cherouana<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Department of Geological Sciences, University of Frères Mentouri (Constantine 1), 25017 Constantine, Algeria.

<sup>2</sup> Department of Earth Sciences, University of Setif 1, Setif, Algeria.

The hydrothermal system of Constantine area has long been appreciated for the recreational and therapeutic benefits of the thermal baths. In order to protect and maintain these thermal resources it is necessary to understand the characteristics of these waters and determine its origin and that of its solutes. In this paper we use chemical and isotopic data as tools for addressing some of those questions. Seven water samples were collected from thermal spring in Constantine geothermal field and analyzed for physicochemical parameters (EC, pH, T, TDS, Ca, Mg, Na, K, HCO<sub>3</sub>, SO<sub>4</sub>, Cl and SiO<sub>2</sub>). The results show that the temperature discharge and electric conductivity between 31 and 49°C and 800 and 5600 µS/cm, respectively. Thermal water samples comprise three relatively types: Na-Cl, Ca-Mg-HCO<sub>3</sub>, and -Ca-Mg-Cl-SO<sub>4</sub>. All thermal waters are plotted in the immature water field in Giggenbach's triangular diagram, reflecting the possibility of mixing with cold waters. Chemical geothermometry applications (cation and silica geothermometers) with fluid-mineral equilibria calculations gave the most reliable estimates of the geothermal reservoir temperatures over the range 20-80 °C. The δ<sup>18</sup>O, δ<sup>2</sup>H isotopes of the thermal waters indicate a deep-circulating meteoric origin.

**Keywords:** Thermal spring, Giggenbach's triangular diagram, chemical geothermometry, fluid-mineral equilibria, hydrothermal system.



## Contribution à l'identification de l'origine de la salinité des eaux. Cas de la région Guerbez-Ben Azzouz (wilaya.Skikda - Nord- Est .Algérie)

F-Z.Lakhal<sup>1</sup> et L.Djabri<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Laboratoire Ressource en Eau et Développement Durable, Université Badji Mokhtar Annaba. Algérie.

Les problèmes posés par l'exploitation des aquifères en zone littorale sont généralement délicats, car ils associent la notion de quantité à celle de qualité (Ledoux, 1986).

La croissance démographique et le développement économique notamment dans les zones littorales, entraînent à une consommation importante des réserves d'eau, le déséquilibre de bilan de la nappe à cause de réchauffement climatique de ces dernières années et la surexploitation de ces eaux conduit à la pollution et à l'intrusion marine à long terme.

Le présent travail porte sur l'évaluation de la qualité des eaux de la région Guerbez et Ben Azzouz. Pour mettre en évidence l'influence marine sur la salinité des eaux de la région étudiée, nous avons suivi en fonction de la distance à la mer l'évolution de quatre rapports  $Mg^{2+}/Ca^{2+}$ ,  $SO_4^{2-}/Cl^-$ ,  $Cl^-/CE$ ,  $Br^-/Cl^-$  ainsi les diagrammes bivariés.

Les résultats obtenus pour le rapport  $Mg^{2+}/Ca^{2+}$  dépassent la valeur limite 4.5 dans tous les forages de la zone contrairement quelque puits n'atteint pas la norme, le rapport  $SO_4^{2-}/Cl^-$  dépasse le 0.103 pour les eaux des puits et des forages. (Tableau 01).

Quand le brome et le chlore proviennent par l'intrusion marine, le rapport de la concentration molaire  $Br^-/Cl^-$  est similaire à celui de l'eau de mer de l'ordre de 1,5‰, Le rapport présente des valeurs très élevée entre 30,92 et 100‰ (Tableau 03) indique une intrusion marine et d'autre origine de la salinité.

Tableau 01: variations des rapports  $Mg^{2+}/Ca^{2+}$ ,  $SO_4^{2-}/Cl^-$ ,  $Cl^-/CE$  dans les puits (juillet 2017)

Points	Distance /Mer (km)	$Mg^{2+}/Ca^{2+}$	$SO_4^{2-}/Cl^-$	$Cl^-/CE$
P1.P2.P7.P5.P11.	14,5. 14,3. 6,7. 11,2. 9,3.	1_5	0,58. 0,11. 0,94. 1,06. 0,4. 0,33.	0,12. 0,3. 0,08. 0,1.
P13.P14.P15	0,9. 10. 17,5		0,61. 0,36	0,18. 0,18. 0,14. 0,22
P6.P8.P12	9,7. 16,3. 0,8	5_10	0,44. 0,41. 0,3. 0,44	0,15. 0,18. 0,13
P3.P4.P9	12,6. 12,7. 13,9	10_30	0,73. 0,41	0,13. 0,16. 0,16

Pour comprendre les origines et les processus de la salinité des eaux souterraines et l'effet de l'invasion marine sur les ions, plusieurs diagrammes bivariés (Figure 01) étaient tracés de but d'illustrer la relation entre la concentration en chlorure et les paramètres suivant : la conductivité électrique, le sodium, le calcium, le magnésium, les sulfates et les bicarbonates.

Si les échantillons prennent la place autour la ligne qui exprime le mélange de l'eau douce et l'eau de mer ; c'est à dire qu'il ya de relation linéaire entre la conductivité électrique et la concentration de chlorure (Milnes et al. 2006).

Les diagrammes bivariés révèlent que l'aquifère est enrichi en sodium, le calcium, le magnésium, les sulfates et les bicarbonates.

La confirmation du phénomène de l'invasion marine doit être basée sur la combinaison de résultats comme on a obtenu ainsi les méthodes de Delta Ionique et à la fois sur la cartographie de la vulnérabilité de l'aquifère à l'intrusion marine utilisant la méthode GALDIT et le système d'information géographique (SIG).

**Mots clés :** Guerbez, Ben Azzouz, salinité, rapport caractéristique, intrusion marine.

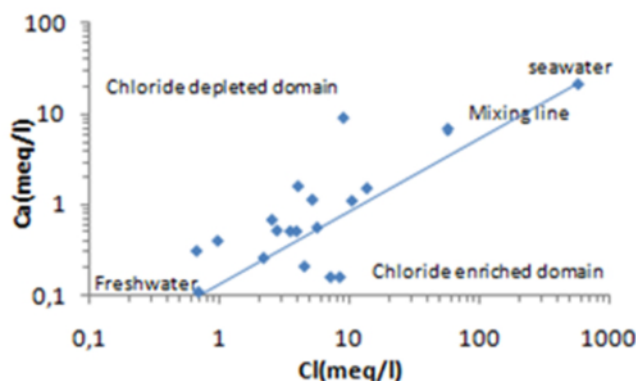


Figure 01 : diagramme bivarié des eaux de la région d'étude: Ca /Cl, (juillet 2017)

### Références bibliographiques

Aichouri, B. Aoun-Sebaiti, A.Hani, L. Djabri, B. Saaidia (2012).

Contribution à la mise en évidence de l'intrusion marine dans la plaine d'Annaba (Nord-Est De l'Algérie). Colloque International « Eau et Climat, Regards croisés, Nord - Sud », Rouen, 25-26 septembre 2012.

Debieche T.H. (2002).- Evolution de la qualité des eaux (salinité, azote et métaux lourds) sous l'effet de la pollution saline, agricole et industrielle. Application à la basse plaine de la Seybouse Nord-Est algérien. Th. Doct. Univ. de Franche-Comté, 199 p.

## Caractéristiques hydrochimiques des eaux souterraines de la nappe alluviale du moyen Chélif (Chlef, Nord-Ouest Algérie)

B.Mehdaoui<sup>1</sup>, H.Chaffai<sup>1</sup> et B.Sakaa<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Faculté des Sciences de la Terre, Laboratoire Ressource en Eau et Développement Durable, Université Badji Mokhtar, BP 12, 23000 Annaba, Algérie. <sup>2</sup> Centre de Recherche Scientifique et Technique sur les Régions Arides CRSTRA, BP 1682 RP, 07000 Biskra, Algérie.

La plaine du moyen chélif est à vocation agricole se base essentiellement sur l'utilisation des eaux souterraines de la nappe alluviale pour irriguer les différentes cultures. Ces dernières années, un essor économique, particulièrement agricole, a eu lieu, ce qui a entraîné, d'une part, l'accroissement des besoins en eau et a provoqué d'autre part la dégradation de la qualité des eaux. (Bouchenouk et al, 2013). La nappe alluviale du moyen Chélif est constituée par des alluvions sableuses, gréseuses et conglomératiques, avec des passages argileux, elle est alimentée principalement à partir des formations carbonatées de bordure sud. (Elmeddahi et al., 2009)

La présente étude consiste à donner un aperçu sur l'état qualitatif actuel de la nappe alluviale du moyen Chélif. Pour atteindre ce but une campagne d'échantillonnage des eaux de dix-huit (18) points d'eau a été réalisée pendant le mois de juillet 2015, la détermination physico-chimiques de l'ensemble des échantillons prélevés a été effectué par le laboratoire de chimie de la direction générale centre de l'ANRH à Blida.

La répartition spatiale des paramètres dans la zone étudiée montre que le PH oscille entre 7,2 et 8. La température varie entre 18 et 23 C°.La qualité de l'eau est médiocre résultant d'une forte salinité influencée par la lithologie et par les facteurs climatiques. (Bettaher et al., 2008) La majorité des points d'eau faisant objet d'échantillonnage présentent des teneurs élevées en nitrates dépassant les normes de potabilité 50 mg/l (fig. 1). Trois faciès chimiques avec prédominance du faciès chloruré sodique (fig. 2). Ceci traduit l'influence des intercalations argileuses au sein des formations alluvionnaires et celle du substratum marneux. Les eaux de la nappe étudiée sont fortement chargées en sels dissouts.

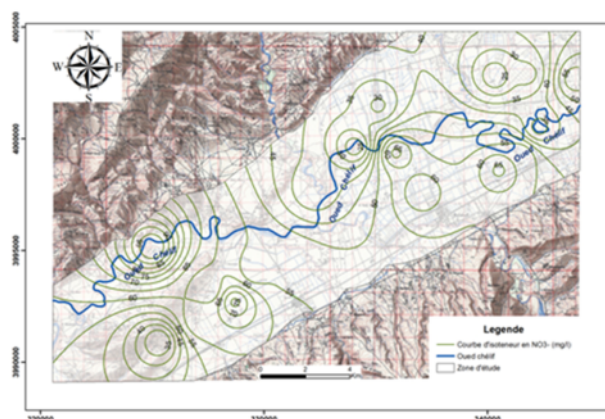


Figure 1. Carte d'iso-teneur en Nitrates

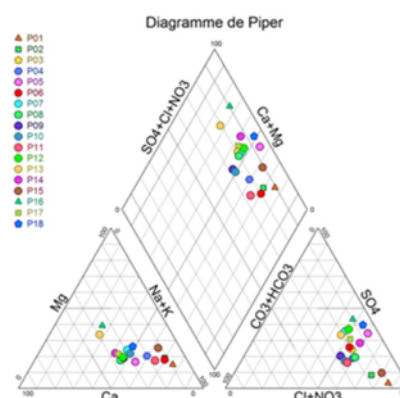


Figure 2. Diagramme de Piper des eaux du Moyen Chélif

**Mots clés :** Moyen Chélif – Eaux souterraines – physico-chimique – nitrates.

### Références

- Pérrodon, A.1957. *Etude géologiques des bassins néogènes sublittoraux de l'Algérie nord occidentale.*  
 Boulaine, J.1957. *Etude des sols des plaines de Chélif.*  
 Rodier, J.1996. *L'analyse de l'eau, eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer 8eme édition Dunod, Paris.*  
 Bouchenouk, I, 2013. *Processus d'enrichissement en nitrates des eaux souterraines dans les zones semi arides cas de la plaine de Boukadir.*  
 Elmeddahi, Y, 2009. *Contribution à l'étude hydrogéologique des réservoirs aquifères du bassin du Moyen Chélif.*

## Geological interpretation of Bouguer gravity data from the Béja area (NW Tunisia): structural and hydrogeological implications

B.Redhaounia<sup>1</sup>, A.Chabaane<sup>1</sup>, S.Brahmi<sup>2</sup>, M.Bedir<sup>1</sup>, H.Gabtni<sup>1</sup>, R.Hadji<sup>3</sup> et Y.Hamed<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Georesources Laboratory, Water Researches and Technologies Center Borj-Cedria (CERTE), BP 273 Soliman 8020, Tunisia. [belgacem.redhaounia@yahoo.fr](mailto:belgacem.redhaounia@yahoo.fr) / [bedmour@yahoo.fr](mailto:bedmour@yahoo.fr)

<sup>2</sup> Water and Environment Laboratory, University of Tebessa-Algeria. [brahmiserhane@gmail.com](mailto:brahmiserhane@gmail.com), [brahmismail71@gmail.com](mailto:brahmismail71@gmail.com)

<sup>3</sup> Faculty of Architecture and Earth Sciences, University of Setif : [hadjirihab@gmail.com](mailto:hadjirihab@gmail.com)

<sup>4</sup> Department of Earth Sciences, Faculty of Sciences of Gafsa, University of Gafsa. [hamed.younes@yahoo.fr](mailto:hamed.younes@yahoo.fr)

The paper presents an interpretation of the Bouguer gravity anomaly for the Béja region (North-western Tunisia), in order to investigate and extract information about the subsurface geological and structural elements of the main carbonate rocks of the Upper Cretaceous and Lower Eocene.

The gravity Bouguer anomaly values of Béja area ranging from -10.19 to 16.45 mGal and contains a variable amplitudes and dimensions. The subsurface spatial distribution of Euler solutions depth deduced from residual gravity map provide new information on tectonic lineaments affected the upper Earth's crust ranging from 125 to 2610 m.

We apply the structural analyse and the subsurface gravity data filtering techniques (Upward continuation, Horizontal Gravity Gradient maxima, Euler deconvolution ...) to identify the depth, the edges and the dipping of gravimetric causative bodies and the relationship with the surface structural geology.

The geophysical results derived from gravity data analyse are helpful for the mapping of the multi-directional subsurface lineaments, for better hydrogeological exploitation of fractured carbonates reservoirs in the North-western Tunisia.

**KEYWORDS** : gravity, lineaments, HGG maxima, Euler deconvolution, North-western Tunisia

## Diagnostic de la pollution mercurielle dans les eaux de district minier de Azzaba

M.Seklaoui<sup>1</sup>, A.Boutaleb<sup>1</sup> et H. Benali<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Laboratoire de Métallogénie et magmatisme de l'Algérie (LMMA), USTHB/FSTGAT, BP. 32, El Alia, BabEzzouar, Alger. [med.seklaoui@gmail.com](mailto:med.seklaoui@gmail.com)

Le district mercuriel d'Azzaba situé au Nord-Est de l'Algérie peut être considéré comme l'anomalie géochimique en mercure la plus importante en Afrique du Nord. La minéralisation exprimée par le cinabre est valorisée par trois mines (Ismail – Guenicha – Mrasma) et une usine de traitement. Pour des raisons techniques et environnementales l'activité minière et métallurgique a cessé en 2005, laissant de nombreux travaux miniers abandonnés sans aménagement et des quantités énormes de stériles et de rejets de traitement. L'impact sur la santé de la population a été prouvé par plusieurs études. Afin de diagnostiquer le vecteur principal (l'eau) de cette toxicité, plusieurs échantillons ont été prélevés dans les eaux métallurgiques et des mines, ainsi que dans les eaux de surface caractérisant le principal oued Fendek et son affluent l'oued Zebda ; d'autres prélèvements ont été collectés dans les puits et sources caractérisant les différentes nappes. L'analyse d'Hg et de sa spéciation est réalisée sur l'ensemble des échantillons afin d'identifier et quantifier les formes d'Hg les plus toxiques.

Les résultats ont montré que les teneurs d'Hg dans les deux bassins industriels et dans les fosses des 03 mines sont très élevées et dépassent les seuils de potabilité et d'irrigation. Les eaux de surface de l'oued Fendek et Zebda à la limite de l'usine de traitement et la mine d'Ismail sont contaminées ; mais en amont et en s'éloignant en aval, les teneurs sont très faibles ; ce qui indique que les valeurs anormalement élevées sont liées à l'activité minière et métallurgique d'Hg. Les eaux souterraines sont plus chargées que celles de surface, la nappe oligocène située au-dessous de complexe métallurgique est plus polluée ; ensuite, la nappe éocène située plus en profondeur, et abritant des réserves géologiques importantes en Hg, présente des teneurs qui dépassent les normes ; par contre, la nappe superficielle quaternaire est non polluée, ce qui peut être dû à son alimentation par des eaux météoriques issues des précipitations qui ont juste précédées la période d'échantillonnage.

La spéciation d'Hg dans les eaux de surface et souterraines de la nappe quaternaire est à majorité particulière non toxique. La fraction dissoute plus toxique est en exception relevée où il y a une présence d'acidités (Mra sma), ou bien en liaison étroite avec le processus de traitement (Bassin de décantation), dans l'oued Zebda à la limite de complexe et dans les eaux souterraines en contact avec la minéralisation mercurielle. La spéciation normative a indiqué que la phase dissoute organique très toxique est existant dans les eaux des deux bassins et à la mine de Mra Sma. Par contre, la phase dissoute métallique faiblement toxique est plus dominante dans les eaux souterraines de secteur d'Ismail.

**Mots clés** : Activité minière et métallurgique, eaux, pollution, mercure et spéciation.

## Combination of geophysical, hydrochemical and geothermal data to understand the origin of thermal water in the northern piedmont of the Tlemcen mountains, NW Algeria

S.Yousfi<sup>1</sup>, R.Kerzabi<sup>1</sup>, M.Bensalah<sup>1</sup>, J.Mudry<sup>2</sup> et A.Achachi<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Laboratoire n°25 « PRHPM-LE-CT » Département des Sciences de la Terre et de l'Univers -Faculté SNV-STU, Tlemcen, Algérie.

<sup>2</sup>Laboratoire Chronoenvironnement, université de Franche Comté, France.

<sup>3</sup>Agence Nationale de la Ressource Hydrique Oran. Algérie.

In previous studies, the average geothermal gradient of the Tlemcen region (NW Algeria) has been estimated low, about 3.7°C / 100 m. A borehole set reveals in the Remchi plain (Northern piedmont of the Tlemcen Mountains) a thermalism and a remarkable artesianism; waters springing at temperatures ranging between 26 and 48°C. The main objective of the present work is to understand the origin and the hydrodynamics of this groundwater. With this purpose, we merged the geophysical data and the physico-chemical parameters to achieve a geological model of groundwater flow;

The geophysical prospecting played a pivotal role in the knowledge of the structure of the studied area. This study enabled mainly:

- to delineate, to locate various sets banks and to estimate the various thicknesses of Serravalian sandstone beds;
- to delineate the extension of the confined zone, as well as the various modalities of its recharge.

The chemical characteristics of waters have been used for a Principal Component Analysis (PCA) in main, which displayed two independent clusters of waters resulting from two hydrodynamic behaviours throughout the aquifer:

- the first gathers the drillings characterized by a bicarbonate type water, typical of the Jurassic calcareous reservoirs, corresponding to a rapid and ascending underflowing;
- the second groups the drillings characterized by chlorinated waters, corresponding to a long residence time through the sandstone aquifer and contamination with Triassic evaporites.

Plotting temperatures versus depths of the top of the sandstone aquifer inserted into the Miocene marls enables to infer a minimal depth reached by water ranging between 268 and 1000m.

Compilation of the geophysical, hydrogeological, hydrochemical and structural studies, allowed us to realize a schematic geological model, which explains hydrodynamics, origin and role of structure in the groundwater flow through the studied region.

**Keywords:** Geophysics, PCA, Thermal water, Miocene basin, Tlemcen Mountains.

# ***GÉOMATÉRIAUX ET GÉNIE MINIER***





## Analyse Physico-chimiques Minéralogique et Thermique du Minerai de Phosphate du Gisement de Djebel Onk (Tébessa)

F.Ait Merzeg, F.Aissat, S.Hazam, S.Belmiri, S.Djema, S.Zemmache, R.Benomar, A.E.Hamitouche, K.Bachari et N.F.Charif

Centre de Recherche Scientifique et Technique en Analyses Physico-Chimiques BP 384, Zone Industrielle Bou-Ismaïl CP 42004.

Le gisement de Djebel Onk est une grande mine située dans la wilaya de Tébessa, cette région présente l'une des plus grandes réserves du minerai de phosphate en Algérie, avec des quantités estimées de 2,8 milliards de tonnes du minerai titrant 24% en  $P_2O_5$ . La région de Djebel Onk présente une série de sept gisements qui sont soumis à l'expertise ; trois sont attenants à l'exploitation actuelle (Djemi-Djema Est et Ouest et Kef Es Sennoun) et trois en sont éloignés de 6 à 35 Km (Djebel Onk Nord, Bled El Hedba et Oued Betita). Le phosphate qui fait l'objet de ce travail provient du gisement de Kef Es Sennoun actuellement exploité en carrière par FERPHOS. L'objectif de notre travail est de caractériser le minerai de phosphate brut du gisement de Djebel Onk par différentes méthodes d'analyses à savoir : 1) analyse minéralogique pour le but de réduire la taille des particules de tout venant par concassage en suite un classement dimensionnel par tamisage pour mettre en évidence le comportement de chaque fraction granulaire, afin de déterminer la classe de coupure, ainsi la composition de chaque tranche et sa proportion pondérale ; 2) analyses physico-chimiques par différentes techniques tels que (DRX, FRX, MEB et FTIR) ; 3) étude de comportement thermique par ATG-ATG et DSC. ).

**Mots clés :** minerai de phosphate, granulométrie, composition minéralogique et chimique, caractérisation.

### Références

N. Bezzi, Merabet, D., Benabdeslam, N., Arkoub, H., *Caractérisation physico-chimique du phosphate de Bled El Hadba*, Ann. Chim. Sci. Mat, 26(6) (2001) 5-23.

Bezzi, Merabet, D., Pivan, J.Y., *Etude comparative des minerais de phosphate : noir (Djemi-Djema) et beige (Kef Es Sennoun) - Djebel Onk (Algérie)*, Les Techniques de l'industrie minière, Société de l'industrie minière, Paris, 2003, pp. 56-68.

## Evaluation de la dégradation des pierres mises en œuvre : le cas du site archéologique de Tipasa

T.Amriou<sup>1</sup>, D.Belhai<sup>1</sup>, B.Alloul<sup>1</sup>, D.Mekkeri<sup>1</sup>, R.Tidadi<sup>1</sup> et M.Chentout<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Université de la Science et de la Technologie Houari Boumediene, LGGIP / FSTGAT, Algérie

La pierre est le matériau de construction par excellence, de grande valeur historique et symbolique. La mise en œuvre de la pierre dans l'édifice la soumet à de nouvelles contraintes et expositions, elle connaît donc de nombreuses réactions physico-chimiques qui altèrent son aspect, sa surface, puis sa structure ce qui met en danger l'ensemble de l'édifice qu'elle compose. L'Algérie, connue par sa grande diversité des formations géologiques, regorge des sites historiques, naturels et de cités millénaires. Parmi ces sites le site archéologique de Tipasa qui abrite les vestiges d'une ancienne ville romaine et phénicienne qui sont de réel repère historique. Située sur la côte, elle est confrontée à différentes conditions qui peuvent provoquer la dégradation de ses pierres. Dans le but de préserver ce site, une étude expérimentale a été réalisée ayant comme objectifs : D'abord, chercher les gisements anciens utilisés dans la construction de cette ville. Ensuite, faire l'inventaire des dégradations observées et essayer de comprendre le processus de détérioration en créant le même environnement auquel sont exposées ces pierres. L'étude expérimentale a été entamée par des travaux de terrain, basé sur une description géologique des pierres mise en œuvre. Quatre catégories de roche ont été recensées, il s'agit de deux variétés de calcaires utilisés comme pierres de construction, la diorite et le marbre beaucoup plus utilisés à titre d'ornement (colonnes, sarcophage...). La dégradation de ces pierres a été évaluée par observation visuel et quantifiée à l'aide des essais in-situ non destructifs, notamment l'Ultrason et le scléromètre qui nous ont permis de définir quatre niveaux d'altérations (figure. 1). Une panoplie d'essai a été réalisée sur les échantillons récupérés au niveau du site archéologique, précédée par une étude en lame mince, suivie par une série d'essais physico-mécaniques dont : la densité apparente, la porosité, la compression simple (à sec et saturée) et la traction par flexion. Trois types d'essai hydrique ont été également réalisées à savoir l'absorption libre, l'évaporation et l'imbibition par capillarité. La dégradation des pierres a été évaluée au laboratoire par l'essai de donc elles donnent de faibles valeurs de propriétés mécaniques et de fortes valeurs de propriétés hydriques. D'autre part, l'étude nous a permis de quantifier la durabilité des pierres soumises à l'essai de cristallisation des sels. Après 100 cycles d'immersion-séchage, des alvéolisation de différentes tailles ont été observées sur les deux variétés de calcaires, qui sont moins importantes sur les cubes de diorite. Le changement de la couleur de la solution saline témoigne également le départ de la matière des pierres testées. Les pesées prises après chaque cycle montrent des pertes en poids dans certains cubes et des gains dans d'autres, cela peut s'expliquer facilement par la précipitation des sels à l'intérieur du réseau poreux. Cette cristallisation de sels provoque une augmentation de la pression à l'intérieur des pores conduisant ainsi la création des fractures et fragilisation de la pierre. Pour

conclure, les roches les plus poreuses sont les plus susceptibles à la détérioration ce qui corrobore avec les observations relevées sur le terrain.

**Mots clés :** Tipasa, site archéologique, durabilité, étude expérimentale, dégradation.

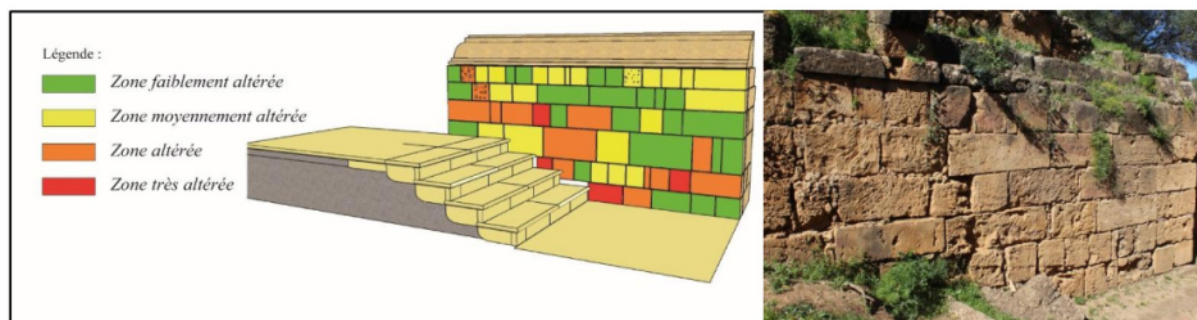


Figure1. Les niveaux d'altération des pierres observées au niveau de l'amphithéâtre

## Caractéristiques physico-chimiques des argiles de la région de SOUK-AHRAS Comparaison entre 3 types d'argiles

A.Baouague<sup>1</sup>, N.Charef<sup>2</sup>, A.Chabbi<sup>2</sup> et A.Chouabbi<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Université Badji Mokhtar ANNABA

<sup>2</sup>Université de SOUK-AHRAS

L'étude des caractéristiques physiques et chimiques des sols a montré sa grande utilité pour la détermination de la nature géologique et minéralogique des sols de surface. La majorité de ces propriétés sont déterminées par des essais au laboratoire ou sur site, d'autres essais sont recommandés pour un accomplissement de la description minéralogique de ces types de sols. 1- Les argiles sous-numidiennes: La zone d'étude est située au nord de la wilaya de Souk-Ahras. La surface topographique, est très irrégulière formée essentiellement par les écaillures calcaires d'Ouled Driss et la nappe numidienne vers Ain Zana, dont le faciès est gréseux au sommet et argilo-marneux à la base. 2 - Les argiles triasiques : La zone d'étude est située au voisinage de la ville de Souk-Ahras, Le terrain est toujours à surface topographique irrégulière formée essentiellement de trias dont le faciès est très hétérogène : argiles bariolées à gypses et anhydrite ; Cargneules et des glaçons de calcaires dolomitiques bleu noirâtres. 3 - Les Argiles de Mio-pliocène : Cette zone est située au sud de la ville de Souk-ahras, Elle couvre en grande partie le synclinal de Taoura - M'daourouch. Le synclinal de Taoura est d'âge Mio-pliocène formée par des marnes, des argiles, des conglomérats et des grès. Son prolongement vers M'daourouch est plio-quatenaire avec des formations essentiellement carbonatées à argiles rouges conglomératiques. Le terrain est toujours à surface topographique irrégulière mais moins accidenté en le comparant avec celui des zones des argiles sous-numidiennes et des argiles triasiques. La lithologie du terrain est formée essentiellement par des marnes, des argiles avec quelques niveaux de croûtes calcaires stratifiées. L'action physique et chimique étant aussi considérables vue les irrégularités des changements des paramètres climatologiques ; elles sont accentuées surtout aux zones où les sources d'eau emmagasinent une quantité d'eau pérenne qui garanti la continuité des réactions chimiques durant toute l'année. L'action des eaux profondes n'est pas visée dans cette étude, cependant, c'est aux eaux de surfaces qu'on donne importance puisqu'elles sont le moteur de changement des caractéristiques physicochimiques des formations de surface et particulièrement les argiles. L'étude des caractéristiques physiques et chimiques des sols a montré sa grande utilité pour la détermination de la nature géologique et minéralogique des sols de surface. La majorité de ces propriétés sont déterminées par des essais au laboratoire ou sur site, cependant, d'autres essais sont recommandés pour un accomplissement de la description surtout minéralogique de ces sols. Du côté granulométrique les argiles du Mio-Pliocène contenant la plus grande proportion des particules fines (0,08mm), tandis que les argiles triasiques et sous-numidiennes sont plus plastiques. L'analyse statistique par ACP (Analyse en composante principale) a été réalisée dans le but de rechercher une corrélation entre les différents paramètres caractéristiques pour les sols des échantillons étudiés. L'ACP a montré aussi que la considération de la teneur en CaCO<sub>3</sub> dans les calculs est importante. De même une bonne corrélation a été marquée entre l'indice de plasticité Ip et la valeur du bleu de méthylène VBS. Un essai sur la cartographie thématique vient d'être réalisé le long de quelques tronçons routiers, en attendant un complément d'information. Dans ce contexte, on s'est engagé à réaliser, au niveau de chacune des trois zones, deux cartes essentielles : une basée sur la distribution dans l'espace de l'indice de plasticité Ip et l'autre de la teneur en CaCO<sub>3</sub>. Ces deux paramètres sont choisis à la base du traitement statistique par ACP (analyse en composante principale) où la corrélation entre les divers paramètres a révélé leurs l'importance de ces paramètres dans l'identification des sols argileux des zones d'étude.

## L'influence de la structure du massif rocheux sur la conception de plan de tir du gisement d'agrégats « Djebel Bouzegza »

K.Bedri<sup>1</sup>, D.Merabet<sup>2</sup>, A.M.A.Bachar<sup>1</sup> et M.C.Mezam<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Laboratoire de Génie Minier, École Nationale Polytechnique, 10 avenue Hassen Badi BP N°182, 16200 Alger, Algérie.

<sup>2</sup>Université d'Abderrahmane Mire de Bejaia,

Comme le massif rocheux est un milieu discontinu, hétérogène et anisotrope, la connaissance du contexte géologique et l'étude de la structure dans lequel se situe le massif sont très nécessaires pour la stabilité, laquelle devient un facteur déterminant pour le choix du mode de l'exploitation (souterraine, à ciel ouvert), le processus technologique de l'exploitation (foration, abattage, chargement et transport) et traitement. En effet, l'analyse structurale des discontinuités et leurs caractéristiques géométriques et caractère de la surface (orientation, extension, espacement, fréquence, densité, et remplissage) et leurs propriétés (physico-mécanique, géomécaniques et technologiques) est un élément indispensable pour : - Implantation et l'orientation des travaux d'exploitation ; - Appréciation de la blocométrie ; - Dimensionnement des engins miniers ; - Efficacité de tir ; - Assurance de la stabilité des parois des ouvrages miniers. Le présent travail est mené dans le gisement de calcaire de Djebel Bouzegza, situé au Sud-ouest de Keddara et occupe le flanc Sud du massif de Bouzegza, qui constitue un potentiel important en matière de substances utiles à savoir les calcaires destinés pour les agrégats. Dans cette étude, nous avons présenté et apprécié les différentes caractéristiques géologiques et propriétés du massif rocheux du gisement « Djebel Bouzegza ». Ainsi, nous avons déterminé les discontinuités existantes et leur effet sur les travaux de développement, d'exploitation et de traitement. L'objectif de ce travail est la conception de plan de tir en fonction de la structure géologique du gisement en utilisant les caractéristiques des discontinuités et à l'aide de logiciel de tir DELPAT.

**Mots clés :** Massif rocheux- Discontinuités – Plan de Tir – Djebel Bouzegza

## Gisement de diatomite de Sig (Mascara), géologie du gisement et état des réserves.

D.Benkaci<sup>1</sup>, M.Ould Hamou<sup>1</sup> et L.Denisa Jianu<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Laboratoire de Génie Minier (LGM), Ecole Nationale Polytechnique, Alger [djamelbenkaci90@gmail.com](mailto:djamelbenkaci90@gmail.com)

<sup>2</sup>Laboratoire de Minéralogie, Faculté de Géologie et de Géophysique, Université de Bucarest, Roumanie.

Reconnues comme des roches sédimentaires, les terres à diatomées sont formées par l'accumulation en milieu aquatique de carapaces siliceuses finement structurées de micro-organismes : les diatomées. D'autres termes comme « diatomite » ou « kieselguhr » désignent ces roches légères, peu consolidées et de couleur claire principalement constituées de fins débris de diatomées. Le gisement de diatomite de Sig est situé au nord-ouest de l'Algérie, au nord-ouest de la wilaya de Mascara. Il fait partie du massif de Tallait. La diatomite possède une combinaison de propriétés physiques et chimiques qui la rend unique : Une faible densité ; Une porosité élevée ; Une perméabilité élevée ; Une fine distribution granulométrique ; Une surface spécifique importante ; Une faible conductivité thermique ; Une capacité d'absorption élevée ; Une dureté variable ; Et une inertie chimique.

Ces propriétés rendent la diatomite un minéral particulier qui possède une large gamme d'utilisations industrielles. D'après la littérature, les utilisations des diatomites se font dans diverses industries et applications essentiellement : Filtration 56%, Ciment 15%, Charge 14%, Absorbant 13%. Le gisement de diatomite de Sig est constitué de plusieurs couches minéralisées pouvant aller jusqu'à 7, la couche n°3 est la plus importante en termes de réserves géologiques et de qualité du minerai, les réserves géologique de cette couche s'élève à 6 575 000 tonnes. Cette couche, elle-même, présente deux qualités de minerai, un minerai massif comportant des lits de diatomite avec peu d'impuretés et un minerai dit « lité » constitué de fins lits de diatomite marneuse et de diatomite massive intercalés les uns sur les autres. Lors de l'extraction de cette couche, l'exploitation sélective s'avère difficile et coûteuse à être réalisée, ce qui rend le tout-venant extrait de la mine impropre pour être utilisé à l'état naturel dans les applications industrielles ayant des exigences strictes en termes de qualité. La diatomite doit donc subir des modifications pour éliminer les impuretés afin de répondre à ces exigences industrielles. Parmi les méthodes de traitement, on citera la calcination, la calcination fluxée et l'attaque à l'acide. Des travaux de recherche sont entrepris afin de trouver la méthode de valorisation la mieux adaptée au minerai de diatomite de Sig. Le massif de Tallait est un relief collinaire en général monoclinale avec des escarpements latéraux et falaises rocheuses qui continuent vers les côtés inférieures avec des pentes qui deviennent moins abruptes sur les sols argileux-marneux. Le réseau hydrographique est composé de cours d'eau ou incisions superficielles de cours d'eau de type éphémère, réglés par des précipitations généralement plus présentes pendant la saison d'hiver, au cours des mois de janvier et février. Le gisement de kieselguhr est composé des formations sédimentaires d'âge Miocène supérieur, surmontées de dépôts meubles d'âge Pliocène et quaternaire. La structure géologique de la région est présentée suivant les données du levé géologique au 1/50.000, effectué par MM. Z. Boulaïne et A. Perrodon, ainsi que les résultats des travaux de prospection, réalisés en 1969-1970 et en 1977-1978 par l'unité SONAREM de Sidi Bel Abbes. La région étudiée se trouve dans la partie littorale de l'Atlas Tellien. Dans la région du gisement, les roches du Miocène et du Pliocène sont plissées et de faible pendage, et forment des structures anticlinales

et synclinales dont les axes ont en général une direction NE. A part les dislocations en plis dans la région, on rencontre des accidents disjonctifs tectoniques. Au sud de la ville de Sig l'anticlinal de direction nord-est est coupé en longueur par une faille avec rejet. Des conglomérats et des grès de teinte rouge du Miocène affleurent dans le noyau de l'anticlinal.

**Mots clés :** Diatomite, Kieselguhr, Tallait, Sig.

**Références :**

SONAREM, 1970, *Rapport sur les travaux géologiques de prospection effectués par la division de recherches avec l'assistance des spécialistes soviétiques en 1968 - Contrat n.1675.*

SONAREM, 1973, *Rapport concernant les possibilités d'exploitation à ciel ouvert du gisement de Grimez, suite à la mission de M.Vincenzo Coccolo, géologue de la société AMI, France. Auteur K.Kostov.*

SONAREM, 1977, *Projet de recherches et de prospection sur les substances utiles dans les régions situées au nord-ouest de l'Algérie en 1978. Auteurs : Litovtchenko N.I., Eret V.V., Sanakoev O.A., Karpov L.V.*

SONAREM, 1977-1978, *Rapport sur les travaux de prospection détaillée effectuées sur le gisement de kieselguhr de Tallait dans la région de Sig - tome I.*

## The upper Miocene clays of Jebel Kessous (Nabeul: North East of Tunisia): Mineralogical and physicochemical characterization

N.Ben Yahia<sup>1</sup>, A.Sebei<sup>1</sup> et M.Azizi<sup>2</sup>

<sup>1</sup> *Laboratory of Mineral Resources and Environment, Department of Geology, Faculty of Sciences of Tunis, University of Tunis*

<sup>2</sup> *National Office of Mines, Tunis, Tunisia*

The aim of this paper is to provide detailed study of clays from Jebel Kessous, located in the region of Nabeul, NE Tunisia, in order to valorize them in the ceramics sector. The age of this deposit is late Miocene. The XRD shows that the mineralogical procession does not present large variations. It consists mainly of Kaolinite and Illite with a varied percentage of Smectite, associated with Calcite and Quartz (total rock). Chemical analyzes show a relatively high silica content, up to 60 %, likewise the alumina content is relatively high. The contents recorded in CaO attest that the carbonate is considered as an impurity. The iron oxide content (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) is considered acceptable for use in ceramics. The particle size analysis also shows that these clays have a fraction less than 63 µm of the order of 87%. Geotechnical tests indicate that these clays are very plastic, with specific surfaces ranging from 104 to 192 m<sup>2</sup> / g.

**Keywords:** Tunisian clays - Jebel Kessous - Characterization - XRD - Chemical analyzes.

## Modélisation et optimisation par les plans d'expériences du procédé de broyage du minerai de phosphate de Kef Essnoun de Djebel Onk (Tébessa, Algérie)

R.Boucif<sup>1</sup>, N.Benabdeslam<sup>1</sup> et M.Maza<sup>2</sup>

<sup>1</sup> *Laboratoire de Technologie des Matériaux et du Génie des Procédés (LTMGP), Faculté de Technologie, Université Abderrahmane Mira, Bejaia 06000, Algérie. [boucif\\_rima06@yahoo.fr](mailto:boucif_rima06@yahoo.fr).*

<sup>2</sup> *Laboratoire de Recherche en hydraulique Appliquée et Environnement (LRHAE), Faculté de Technologie, Université Abderrahmane Mira, Bejaia*

Etant donné que le procédé de broyage est une étape cruciale dans la communiton des minerais (Austin et al., 1984), le présent travail est réalisé dans le but de remédier à la qualité de la fragmentation du minerai de phosphate de Kef Essnoun de djebel Onk (Tébessa, Algérie). A cet effet, la conception expérimentale des plans factoriels complets (Goupy et al., 2006) est appliquée à la modélisation du broyage du minerai de phosphate, ce concept permet de développer un modèle prédictif entre les paramètres clés de broyage tels que le diamètre des boulets (10-25 mm), concentration du minerai (30-70 %), le taux de remplissage (20-60 %) ainsi que le temps de broyage (5-20 min) et la réponse du processus qui est le diamètre correspondant à 80% de passant (d80). Les matériaux phosphatés ont été caractérisés : analyse granulométrique par tamisage, phases minéralogiques par diffraction à rayon X (DRX) et les teneurs en P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, MgO, CO<sub>2</sub> et CaO par spectrométrie de fluorescence des rayons X. L'équation du modèle obtenue a conduit à une classification de ces paramètres en fonction de leur niveau de signification et elle a mis en évidence quatre interactions pertinentes (concentration du minerai - diamètre des boulets ; taux de remplissage - diamètre des boulets ; temps de broyage - diamètre des boulets et taux de remplissage - temps de broyage). L'analyse de surface de réponse a mené aux conditions optimales suivantes pour une meilleure réduction : un diamètre de boulets de 10 mm, concentration de minerai de 30 %, taux de remplissage de 20 % et un temps de broyage de 20 min. Dans ces conditions, le diamètre correspondant à 80% de passant (d80) obtenu est de 159 µm.

**Mots clés :** Plans factoriels complets-Broyage à boulets-Phosphate- Optimisation.

**Références**

Austin, L. G., Klimpel, R., Luckie, P. T., 1984. *Process engineering of size reduction: ball milling, Society of Mining Engineers of the American Institute of Mining, Metallurgical, and Petroleum Engineers, New York, p. 255.*



## Dimensionnement des Structures Minières Par Méthode des Eléments Finis. Cas D'étude : Mine de CHAABET EL HAMRA – AIN AZEL – ALGERIE

M.L.Boukeloul et F.Zahri

*Laboratoire de valorisation des ressources minières et environnement, Université Badji Mokhtar, BP 12, 23000, Annaba, Algérie*

Le but principal de cet article est de dimensionner les piliers de la mine de Zinc de Chaabet El Hamra. Plusieurs problèmes liés aux déformations et à l'instabilité des roches sont fréquemment rencontrés surtout dans les zones surjettent aux nappes et de failles. Et ce, lors de la progression des travaux d'exploitation. Ces problèmes suscités peuvent provoquer à court, à moyen et /ou à long terme des affaissements et des effondrements en surface de la mine. Par conséquent, ces effets affectent sérieusement la sécurité des travailleurs, l'arrêt de la production et même dans certains cas la fermeture de la mine. L'ampleur de ces effets dépend de la structure du massif, des propriétés mécaniques et physiques de la masse rocheuse, de l'état des espaces exploités et d'autres facteurs naturels. Dans cet article nous avons procédé à la détermination des paramètres principaux de la méthode d'exploitation par chambres et piliers tels que les dimensions des piliers et la distance qui les sépare par les méthodes analytique et numérique relatives à l'évaluation de la stabilité des piliers et des espaces exploités. L'objectif ultime de cette étude consiste à obtenir un taux optimal d'extraction en minerai et un facteur de sécurité admissible. L'application de la méthode analytique des aires tributaires de Brady (1985) nous a donné un facteur de sécurité égal à et un taux d'extraction égal à. Quant à la modélisation numérique avec application du logiciel Plaxis 2D, les déplacements totaux sont de l'ordre de 10-6 m avec de faibles déformations. Les résultats de cette étude montrent la similitude des valeurs obtenus aussi bien par la méthode analytique que numérique.

**Mots clés :** Mine de Chaabet el Hamra, Méthode de chambres et piliers, Méthode des aires tributaires, Modélisation numérique, Logiciel, Plaxis 8.2, Environnement.

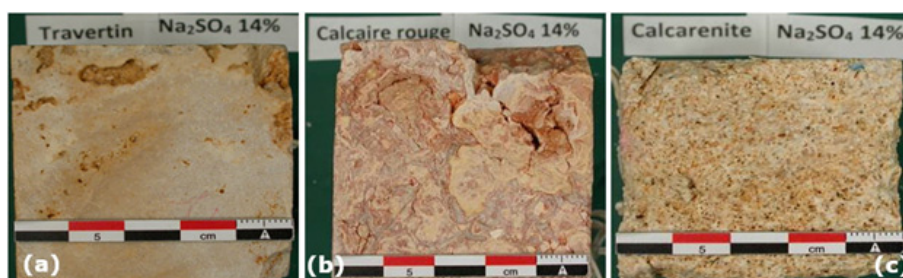
## Experimental study to understand the relationship between the stone's structure and their durability: implication on heritage conservation

M.Chentout<sup>1</sup>, B.Alloul<sup>1</sup>, D.Belhai<sup>1</sup>, C.Thomachot-Schneider<sup>2</sup>, A.Conreux<sup>2</sup> et P.Vázquez<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Scientific University of Algiers, LGGIP / FSTGAT / USTHB, Algeria. [mchentout@usthb.dz](mailto:mchentout@usthb.dz)

<sup>2</sup> GEGENAA, EA 3795, Université de Reims Champagne – Ardenne, France.

Stones extracted from the quarry undergo rapidly significant changes due to their exposition to constant changing media in which their intensity of the variations depends on the aggressivity of the environment. During the construction and restoration, some external agents may contribute to amplify the weathering process such as the presence of rainwater containing salts and pollutants. The Algerian's cultural heritage is built mainly with sedimentary stones, some of them showing a preoccupant degree of weathering. Nevertheless, the lack of petrographic and durability studies of Algerian ornamental stones is an obstacle for their restoration. This study recalls two points, i) the general characterization of three Algerian ornamental stones, by means of the assessment of petrography, physical and mechanical properties, ii) the durability of the Algerian stones by the establishment of the relationship between the stone's structure and salt weathering. Three varieties of limestone were selected for their wide use in western Algeria monuments: a recrystallized travertine characterized by unlocated moldic porosity, a red biomicritic limestone affected by numerous stylolite and a calcarenite with high porosity. Quarries of these stones are located in the Tertiary basins of Tafna, North-West of Algeria. This area is characterized by a very complex geology and high tectonic activity where the age of the materials is from the Primary to Plio-Quaternary. The studied stones are from Eocene age. The petrological examination of the samples was done by means of polarized light microscope. The physical and hydric tests were carried out on six cubes of 5 × 5 × 5 cm for each stone type. Apparent density and open porosity were obtained. For mechanical characterization, both destructive (uniaxial compression and flexural strength) and non-destructive (ultrasound and Schmidt hammer hardness) tests were carried out. After all the tests the average values for each sample are recorded along with standard deviations. Salt crystallization tests were carried by cycles of immersion – drying in pure water and in a saline solution. The samples with dimensions 5\*5\*2 cm were immersed in sodium sulfate solution (Na<sub>2</sub> SO<sub>4</sub>. 10 H<sub>2</sub>O, 14%) during 4 hours and dried at room temperature during 20 hours. Two approaches were used to assess accurately the stone deterioration, i) by visual observation, paying special attention to new crack



**Figure 1.** Visual observations of degradation patterns during salt crystallization test after 20 cycles, a) Cavities of some millimeters observed on TA, b) Detachment and fractures on CR. c) Rounded shape of CA.



development and loss of material on the sample edges. ii) By weight measurement of samples before and at the end of the test. The examination of the samples using a polarized light microscope revealed a wide textural variety of the limestones. The recrystallized travertine had an anisotropic crystalline texture with bands of different colors and composition that controlled the physic-mechanical properties of the stone. The biomicritic limestone showed a complex porous system in which it could be highlighted the secondary porosity due to calcite dissolution in form of cracks and stylolites.

The calcarenite was a porous bioclastic limestone mainly composed of microcrystalline calcite with bioclasts such as foraminifera. The physical characterization of the three stones permitted to compare them. The calcarenite was the most porous one ( $\approx 25\%$ ) compared to the other two stones with  $\approx 5\%$ . Consequently, the calcarenite also showed low values of mechanical properties and high water absorption. Between the travertine and the red algae limestone, the physical properties could be considered similar, due to the high heterogeneity of the samples than involved elevated standard deviation for close parameter values. Only the capillary water uptake of the travertine was twice the red algae limestone's. The visual observation of the stones after the salt crystallization test showed that the damage was important in the red algae limestone containing stylolites and in the calcarenite by mean of loss of material on the cube edges for both stones. On the travertine, samples exhibited different decay patterns due to the high variability of its crystalline microstructure. Cavities of some millimeters in length and depth were observed corresponding due to the dissolution of calcite or clay leaching. That showed that porosity could not be considered as the only parameter involved in these limestone deteriorations. The crystallization pressure of salts within the pores and stylolites accelerated the decay by the creation of new fissures and by the propagation and the extension of existing ones. The red algae limestone containing iron salts became brown-reddish after immersion in the saline solution and tended to disintegrate because of the increase in volume accompanying the hydrolysis of the ferrous compounds that could also be proved by the color change of the saline solution. The calcarenite and the travertine behave coherently and foreseeable when submitted to salt crystallization due to their high porosity for the first stone and its heterogeneous texture for the second one. The presence of iron salts proved that in spite of its low porosity and high strength, the red algae stone was very sensitive to salt crystallization.

**Key words:** Limestone - structure - porosity - durability test - salt crystallization

## **Soutènement des excavations minières creusées dans les massifs rocheux fissurés ; approche analytique et numérique.**

**L.Gadri<sup>1</sup>, K.Rais<sup>1</sup>, R.Hadji<sup>2</sup> et H.Hamed<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>*laboratoire des mines, Université de Tébessa, Route de Constantine, 12002, TEBESSA-Algérie.*

<sup>2</sup>*Institut des sciences de la terre ; Université de Sétif-Algérie.*

<sup>3</sup>*Institut des sciences ; université de Gafsa-Tunisie.*

la plupart des massifs rocheux se comportent comme des milieux discontinus, hétérogènes et anisotropes. Cette complexité du comportement des milieux rocheux est due à leur fracturation qui intervient à des échelles très variées. Les contraintes transmises par les fondations des ouvrages et des talus rocheux sont faibles et provoquent rarement la rupture de la roche intacte, donc les ruptures dans les massifs rocheux se produisent essentiellement par ouverture des discontinuités préexistantes et/ou glissement relatif des blocs ou des bancs. Par conséquent la stabilité de ces massifs rocheux est gouvernée par les discontinuités géologiques préexistantes. Le terme de boulonnage dans les mines et les tunnels renvoie à une technique de renforcement par des éléments linéaires de caractéristiques mécaniques bien supérieures à celles du massif qu'ils renforcent, sollicités aussi bien en traction qu'en cisaillement. C'est une technique légère de soutènement largement utilisée parce qu'elle est à la fois efficace, peu coûteuse, peu encombrante et d'une mise en œuvre aisée. A la différence des autres types de soutènement, le boulonnage fait partie intégrante du massif à supporté. Il s'agit d'un renforcement interne dont le comportement dépend très fortement de celui du massif excavé

**Mots clés :** Discontinuité, hétérogène, Anisotrope, boulonnage, stabilité.

## **Bentonite commerciale du gisement de Maghnia (Tlemcen, Nord-Ouest Algérien): Une approche pétrographique, minéralogique et géochimique.**

**S.Gana<sup>1,2</sup>, L.Bouabsa<sup>1</sup> et N.Fage<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Laboratoire Géodynamique et Ressources Naturelles, Université Badji Mokhtar – Annaba – Algérie.*

<sup>2</sup>*UR Argiles, Géochimie et Environnements sédimentaires (AGEs) Université de Liège – Belgique.*

Les caractéristiques géologiques des ressources minérales en argile bentonitique dans le monde sont principalement concentrées dans les domaines liés à une activité magmatique intense, les types de dépôts volcano-sédimentaires, les résidus altérés et hydrothermaux sont liés à l'activité volcanique. La bentonite globale d'origine maghrébine est principalement distribuée au nord-est du continent africain, dans ce travail on se base sur les bentonites Algériennes. La zone d'étude est située dans la plaine de Maghnia qui fait partie du bassin de la moyenne Tafna. Ce secteur est situé près du village de Hammam Boughrara, distant de 30 km à l'ouest de la ville de Tlemcen et à 14 km de la frontière Algéro-Marocaine. Cette région est limitée au Nord et à l'Ouest par la chaîne de Fillaoussène, et au Sud par la plaine de Maghnia et les monts de Tlemcen. Cette étude est réalisée afin de fournir des données de base nécessaires sur les bentonites de Maghnia ainsi que d'évaluer leur utilisation industrielle potentielle.

La microscopie optique, la diffraction des rayons X, l'analyse thermique (ATD et ATG), la spectroscopie infrarouge (IFTR) et les analyses chimiques (FRX) ont montré que la composante principale des formations argileuses de Maghnia est une smectite. De plus, la cristobalite, la biotite, les feldspaths potassiques et les plagioclases, le quartz, la dolomite et la kaolinite sont présents dans des proportions variables. Des informations clés sur les relations entre les faciès bentonitiques et les faciès magmatiques qui sont à proximité ont été obtenues à partir de l'étude pétrographique détaillée des lames minces confectionnées sur des échantillons prélevés des trois principaux sites du gisement. Les compositions minéralogiques et chimiques des échantillons étudiés sont typiques des minéraux argileux de type smectite, principalement constituées de montmorillonite. Les résultats ont révélé aussi que cette argile a la qualité nécessaire dans diverses applications telles que les cosmétiques, les terres décolorantes, les médicaments, les peintures, le génie civil, etc...

**Mots clés :** Bentonite - Montmorillonite - Maghnia - Minéralogie - DRX - Géochimie.

## Caractérisation environnementale des rejets miniers de la mine de Sidi Kamber (Oum Toub, Skikda)

M.Issaad<sup>1</sup>, A.Boutaleb<sup>1</sup>, O.Kolli<sup>1</sup>, M.Edahbi<sup>2</sup>, M.Benzaazoua<sup>2</sup> et R.Hakkou<sup>3,4</sup>

<sup>1</sup>FSTGAT, Université des Sciences et de la Technologie Houari Boumediene1, Alger.

<sup>2</sup>IRME, Université du Québec en Abitibi-Témiscamingue, QC J9X5E4, Canada2,

<sup>3</sup>Faculté des Sciences et Techniques, Université Cadi Ayyad, Marrakech,

<sup>4</sup>Materials Science and Nano-engineering Department, UM6P, Ben Guerir, Maroc.

Les rejets miniers constituent un réservoir non négligeable d'éléments traces métalliques (ETM) pouvant impacter de manière irréversible le milieu naturel. L'action de l'eau, combinée aux agents atmosphériques aura pour effet l'oxydation des sulfures, principaux minéraux porteurs d'ETM (Aubertin et al, 2002). Dans le cas de la mine de Sidi Kamber, la nature sulfurée des rejets miniers et l'absence de minéraux carbonatés dans les formations encaissant la minéralisation (Bolfà, 1948), fait que l'acidification des eaux de ruissellement est inéluctable. Ce phénomène, appelé drainage minier acide (DMA) peut aboutir à la remobilisation des agents polluants et leur redistribution dans l'environnement. Une anticipation fiable de ce phénomène, avec comme préalable une caractérisation complète des rejets miniers est indispensable pour comprendre et étudier les impacts environnementaux liés à l'entreposage des déchets miniers mais aussi pour déterminer les coûts et la manière de restaurer les sites miniers pour préserver l'environnement. Afin de réaliser les objectifs fixés précédemment, la méthodologie adoptée s'est déroulée en deux phases. La première phase fut axée sur la caractérisation physique, chimique et minéralogique des rejets miniers. La seconde phase a consisté à comprendre le comportement des rejets miniers vis-à-vis du drainage minier acide et à définir à l'avance la composition probable des effluents liquides provenant des rejets miniers.

**Mots clés :** Drainage minier acide- Sulfures – rejets miniers.

### Références

Aubertin, M., Bussière, B. et Bernier, L. (2002) *Environnement et gestion des rejets miniers*. Cédérom publié par Les Presses Internationales de Polytechnique.

Bolfà J. (1948)- *Contribution à l'étude des gîtes métallifères de la Kabylie de Collo et de la région de Bône*.

## Caractérisation géomécanique des masses rocheuses hétérogènes type Flysch Cas du site de tunnel de Texenna- Jijel au niveau de la pénétrante Djendjen- El Eulma

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

<sup>1</sup> Laboratoire de Génie Géologique « LGG », Département des sciences de la terre et de l'univers, Faculté des sciences de la nature et de la vie, Université Mohamed Seddik Ben Yahia- Jijel. [kebab\\_hamza@yahoo.fr](mailto:kebab_hamza@yahoo.fr)

<sup>2</sup> Faculté des sciences exactes et des sciences de la nature et de la vie, Département des sciences de la terre et de l'univers, Université Larbi Tébessi- Tébessa

Un flysch s'agit d'un type de formation constitué par une répétition monotone de séquences d'épaisseur métrique à décimétriques débutant par des termes à gros grain et se terminant par des niveaux à grain fin. Typiquement un flysch est constitué par une alternance de bancs et des argiles d'aspects schisteux. Pour cela ces formations sont considérées comme des masses rocheuses hétérogènes. Actuellement plusieurs ouvrages de génie civil tel que les barrages et les tunnels sont en cours de construction dans ce type des masses rocheuses hétérogènes type flysch, dont leurs caractérisation géomécanique représente un défi majeur pour les géologues et les géotechniciens, et posent également des problèmes notamment lors leurs classifications, en vue de leurs complexités, hétérogénéités et la particularité de sa structure. Pour cela, elles nécessitent une caractérisation géomécanique particulière. Afin de résoudre ces problèmes, Hoek et al ont proposé en 2001 une nouvelle approche conçue spécialement à la caractérisation des masses rocheuses hétérogènes type Flysch, basée sur l'utilisation du système (GSI), car ce système donne des prévisions fiables et efficaces de la résistance de la plupart types des masses rocheuses normales en surface et souterraine, ainsi le choix de soutènement, et il peut également caractériser les masses rocheuses hétérogènes difficiles à décrire, telles que le flysch, par l'utilisation des paramètres intrinsèques de la roche (m, s), et sa relation paramétrique avec le critère de rupture Hoek

– Brown 2002. Cette approche de Hoek et al. (2001) a été actualisée et modifiée par Marinós en 2011 et 2017. Ce travail porte l'étude sur la caractérisation géomécanique de la masse rocheuse encaissant du projet du tunnel bitube situé dans le SW de Texenna –wilaya de Jijel au niveau de la pénétrante Djen Djen- El – Eulma. Cette masse rocheuse est formée essentiellement par le flysch Massylien. Sa caractérisation géomécanique a été effectuée selon les recommandations d'ISRM et par l'utilisation du système GSI et le critère de rupture de Hoek & Brown 2002. L'étude structurale a montré que le flysch Massylien est traversé par trois familles : schistosité et plans de stratifications, de directions N 110° à 130°E et N 80° à 90° E respectivement et une troisième famille aléatoire. D'après les valeurs de la perméabilité obtenues, par différentes méthodes (empirique et essais in-situ, cette masse rocheuse est caractérisée par une perméabilité modérée à faible. De point de vue géomécanique, elle est de mauvaise à très mauvaise qualité avec une résistance mécanique faible. En effet, les résultats obtenus à travers ce travail ont montré que la masse rocheuse du site du Tunnel présente une hétérogénéité importante en vue de la particularité du flysch. Pour cela, il est recommandé d'utiliser l'approche modifiée par Marinós en 2011 et 2017 de Hoek et al. (2001) qui est conçue spécialement pour les flysch pendant les travaux de la réalisation de ce tunnel.

**Mots Clés :** Tunnel, flysch, GSI, hétérogène

## Characterization and Application of Cretaceous Clays of South–East Tunisia

S.Mahmoudi<sup>1</sup>, A.Bennour<sup>2</sup> et F.Zargouni<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Gabes University, Faculty of Sciences, Department of Earth Sciences, Tunisia [salahmahmoudii@yahoo.fr](mailto:salahmahmoudii@yahoo.fr)

<sup>2</sup> Department of Geology, Faculty of Sciences of Bizerte, Zarzouna 7021, Tunisia.

<sup>3</sup> El Manar University, Faculty of Sciences, Department of geology, Tunisia

Clays were collected from south–east of Tunisia, were subjected to detailed mineralogical, chemical and geotechnical analyses. These clays composed of illite associated with minor amount of kaolinite and illite/smectite mixed layers and. The non-clay minerals were quartz, dolomite and small amount of feldspars and hematite. The presence of these clay minerals gives an indication of their capability to produce a ceramic product, also the absence of some minerals injures the ceramic product like that of gypsum. The geochemical analysis proved that these clays are siliceous (45–65 wt. %), aluminous (16–22 wt. %) and the concentration of CaO does not exceed 3 wt. %. The iron amount was relatively high (4–8 wt. %). Plasticity measurements showed that these clays are slightly plastic. They adapt to fast drying. The firing and drying behavior show that drying and firing shrinkage of these clays are restricted and not exceed 5 and 1.5 wt. %, respectively.

These analyses data were encouraging and can be a very favorable for use in traditional ceramic. The ceramic mixtures give satisfactory results.

**Keywords:** Clays, Mineralogy, Chemistry, ceramic properties, Tunisia.

## Processing of low-grade iron ore using dry high-intensity magnetic separation: case of Rouina deposit - Ain Defla - Algeria

A.Messai<sup>1</sup>, A.Idres<sup>1</sup> et J.M.Menendez-Aguado<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Mineral resources valorization and environment laboratory, Badji Mokhtar University, Annaba, Algeria, BP 12 Annaba 23000

<sup>2</sup> Mineral Raw Materials Processing Research Group, Polytechnic School of Mieres, University of Oviedo, Spain

One of the core objectives pursued by the recent industrial policies in Algeria is to boost a new development momentum for the mining sector, to make a substantial contribution to the economic growth and to play a significant role in the national economy (Hakima Bédouani. 2018). Furthermore, to satisfy the increasing demand of steel, a new metallurgical complex is currently being built in Jijel with a production capacity of 5 million tons per year (Revue de presse. 2017). The present study focuses on the characterization and enrichment of the low-grade iron ores from Rouina deposit -Ain Defla-, belonging to the public subsidiary Spa SOMIFER, FERPHOS group (Algeria). Currently, the ore is used in the cement industry as it is considered a low-grade iron ore. After the sampling process, a physico-chemical and mineralogical characterization was carried out on representative samples. However, the investigation that was carried out by (DRX, FX, and MEB) shows that this iron ore is of the hematite type with clay-siliceous gangue. The average tenor of Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> and Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> contents in the raw material collected from the mine of the case study are 44.12% and 7.77% respectively. The data collected after several preliminary tests of enrichment of the ore by washing (wet sieving) reveal significant results in iron content are 51.03% Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> and 1.45% Alumina. The tests carried out by dry magnetic separation show on the one hand significant results in iron content of 75.83% against 2.15% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> for the size fraction [-0.250 +0.125 mm] with a magnetic field intensity equal to 5A and on the other hand concentrate obtained meets the requirements of metallurgy, the rejects issues of enrichment process can be used as an addition in cement production.

**Keywords:** Rouina, Iron Ore, sampling, washing, Magnetic Separation.

## Mineralogical characterization of limonitic iron ore and application of washing as a preliminary enrichment method, case of Rouina deposit –Ain Defla- Algeria

A.Messai<sup>1</sup>, A.Idres<sup>1</sup> et J.M.Menendez-Aguado<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Mineral resources valorization and environment laboratory, Badji Mokhtar University, Annaba, Algeria, BP 12 Annaba 23000

<sup>2</sup> Mineral Raw Materials Processing Research Group, Polytechnic School of Mieres, University of Oviedo, Spain

The mine of Rouina is one of the oldest operated mines of iron ore in Algeria, its product is used like an adjuvant in the cement industry because the extracted raw material is considered like a low-grade ore. The present paper investigates its mineralogical composition and study the influence of washing on physic-chemical characteristics of sample. The study was based on thin sections analysis, and a sieve analysis followed by washing of each size fraction using a sieve mesh 0.074 um. The results revealed that the iron ore of Rouina mine is clayey low-grade and it is able for treatment and obtaining a high-grade iron ore, which will give a new horizon of use. This study suggests in addition to do a physic-chemical characterization of this ore in order to confirm the prior result (mineralogical characterization) and application of suitable enrichment method.

**Keywords:** iron ore, cement, physic-chemical, mineralogical, washing.

## Étude de principaux facteurs géologiques, géo-mécaniques et technologiques influençant sur la stabilité des bords des mines à ciel ouvert (cas de la mine de Djebel Onk, quartier Kef Essnnon)

M.C.Mezam, M.F.Semmache, Bachar et A.M.Aguid

Laboratoire de Génie Minier, École Nationale Polytechnique, 10 avenue Hassen Badi BP N°182, 16200 El Harrach, Alger, Algérie.

L'assurance de la stabilité des bords de la carrière ou de la mine à ciel ouvert représente une exigence indispensable lors du développement des travaux miniers, afin de garantir la sécurité du personnel, des matériels, des réserves et de l'environnement (Mezam, 2015), pendant toute la vie de la mine. Ce facteur déterminant dépend aux plusieurs paramètres liés aux propriétés géologiques et géo-mécaniques du massif rocheux, ainsi que des paramètres techniques et technologiques liés à la méthode d'exploitation (Mezam, 2016 ; Porokhovoï 1995 ; Wojtkowiak, 1993). La détermination de l'angle optimal du talus, assurant la stabilité de la fosse minière est une étape primordiale lors de l'exploitation des gisements car cet angle a une double influence : 1- sécuritaire : un angle de talus trop élevé peut conduire à des instabilités des talus, entraînant des glissements sur les talus finals de la mine et causant des dégâts. 2- économique : pour des mines très profondes, un changement de l'angle des talus de quelques degrés conduit à une modification des volumes des travaux de découverte qui se chiffrent en millions de mètres cubes, ce qui influe sur la rentabilité du projet (Porokhovoï, 1995). Dans la présente étude, nous avons traité un problème à la fois sécuritaire, technique, technologique et environnemental, concernant la stabilité des bords de la mine de phosphates de Djebel Onk, située au Nord-est de l'Algérie proche de la frontière Algéro-tunisienne. Cette mine a été l'objet d'un grand glissement (7,7 Mm<sup>3</sup>) en 2007, dans son quartier de Kef Essnnon, qui a entraîné l'ensevelissement des réserves et donc, la fermeture de la fosse principale. Après une analyse du problème et dans le souci d'assurer la continuité de la production, l'entreprise SOMIPHOS a ordonné la reprise de l'exploitation par un autre emplacement. Cependant, cette nouvelle disposition du front d'exploitation s'est avérée, au bout de 6 années, non suffisante et déjà, en 2013, de nouvelles fissures sont apparues dans les parties supérieures du côté Nord-ouest de la nouvelle fosse d'exploitation. Cette situation nécessite une étude plus approfondie et bien détaillée sur principaux facteurs géologiques, géo-mécaniques et technologiques influençant sur la stabilité des bords de la mine et la proposition d'une nouvelle méthode d'exploitation pour sa réouverture.

**Mots Clefs:** Djebel Onk, Kef Essnnon, Mine à ciel ouvert, Stabilité des bords, Réouverture de la mine.

### Références

- Akbulut I., (2014). Stability studies of the eastern slopes of Afşin-Elbistan, Kişlaköy open-pit lignite mine (Kahramanmaraş, SE Turkey), using the finite elements and limit equilibrium methods. *Bulletin of MTA* (2014) 148: 107-118.
- Dass Amieur M., Mezghache H et Elouadi B., (2011). The use of three physico-chemical methods in the study of the organic matter associated with the sedimentary phosphorites in Djebel Onk Basin, Algeria. *Arab J Geosci* (2013) 6: 309-319.
- Fleurisson JA., (2012). Slope Design and Implementation in Open Pit Mines: Geological and Geomechanical Approach *Procedia Engineering* 46, p 27-38.
- Fleurisson JA et Grenon M., (2014). Conception géomécanique des talus de mines à ciel ouvert *Rock Slope Stability 2014, Marrakech-Maroc*, pp. 65-84
- Gadri L., (2015). The quarries edges stability in opencast mines: a case study of the Jebel Onk phosphate mine, NE Algeria *Arab J Geosci* (2015) 8, p 8987-8997.
- Gratessolle O. et Loos M., (2014). Diagnostic de l'état des lieux de la mine de Djebel Onk, Rapport IMC, p 150.
- Janbu N., (1956). Application of composite slip surfaces for stability analysis. *Proceedings of the European Conference on the Stability of Earth Slopes, Stockholm, Vol. 3*, p 43-49.

## Petrographical and Environmental control of weathering: Statistical approach applied on the byzantine Wall of Tebessa (Northeastern of Algeria)

F.Nasri<sup>1</sup>, D.Benavente<sup>2</sup>, A.Boumezbear<sup>3</sup>, D.Ait Abdelouahab<sup>1</sup> et H.Mansouri<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Laboratoire de géologie et environnement, Faculté des sciences de la Terre, de la Géographie et de l'Aménagement du Territoire, Université des Frères Mentouri Constantine 1, Route de Aïn-El-Bey, 25000 Constantine, Algérie. [nasri.fatah@umc.edu.dz](mailto:nasri.fatah@umc.edu.dz).

<sup>2</sup>Departamento de Ciencias de la Tierra y el Medio Ambiente, Universidad de Alicante, Ap. 99, 03080 Alicante, Spain

<sup>3</sup>Laboratoire Environnement Sédimentaire et Ressources Minérales et hydriques de l'Algérie orientale, Faculté des sciences, Université Larbi Tébessi, Algérie.

Research in stone conservation, particularly in the stone properties, exposition, the rate of recession and location, are decisive to preserve and manage the built heritage. In this research, we determine factors that control the weathering of the Byzantine Wall at Tebessa via in-situ and laboratory investigations. Pinkish, beige and chalky limestone and carbonate tufa are the main stone used in the different facades of the wall. In-situ investigation showed the presence of many weathering forms (flaking, alveolarization, efflorescence, discolouration, fracturing, material loss and powdering), mainly in the pinkish and chalky limestone which compromises its durability. The weathering is more pronounced in the north and west façade. Generally, weathering affects pinkish limestone and chalky limestone more than carbonate tufa and beige limestone which are controlled mainly by the lithology and the position of the stone within the Wall. Generally, the higher from the ground control the type of weathering forms and their intensity. The laboratory studies show the great role of petrophysical and textural properties to control the weathering of the stone (Nasri et al. 2018). Our result exhibits the weathering is controlled by many processes such as salt action and the wet-dry processes (Nasri and al. 2018). Nevertheless, the thermal action is more critical in the west facade. Finally, the statistical approach contributes to asses and prevent the stone durability in Stone the Byzantine Wall.

**Keywords:** weathering, carbonate, petrographical, environmental, statistical,

## Etude de la fracturation et son influence sur l'exploitation ultérieure des granites destinées à la production des pierres décoratives cas du Silet ( Hoggar occidental )

I.Satouh, M.A. Bachar Assad et N.Laouar Stahi

Département Génie Minier, Ecole Nationale Polytechnique, ALGER

Le Hoggar, musée géologique, à ciel ouvert, présente, depuis toujours, un terrain privilégié pour la communauté des géologues. Il est l'une des plus intéressantes régions du globe, appelé également bouclier Targui, est situé au Sud de l'Algérie avec une superficie de plus de 500 000 Km<sup>2</sup>. Le Hoggar forme un socle ancien dont l'histoire est complexe. Il comprend essentiellement des formations archéennes, paléo-protérozoïques et néo-protérozoïques surmontées en discordance par des formations sédimentaires du bassin de Taoudenî. Il est subdivisé par les failles 4°50 et 8°30 en trois blocs le Hoggar occidental, central et oriental. Le secteur d'étude est situé dans la feuille de Tin Felki dans la partie orientale du Hoggar occidental, au Nord de la feuille de Silet. Le périmètre d'étude est un gisement de granite de superficie de 2.8 Km<sup>2</sup> attribué à la SPA COSIDER CARRIÈRES dont les coordonnées sont les suivantes :

Coordonnées UTM Nord Sahara fuseau 31

POINTS	X	Y
1	635200	2560000
2	636600	2560000
3	636600	2558000
4	635200	2558000



Figure1. Situation géographique du gisement de la zone d'étude image satellitaire Google earth

L'objectif de ce travail consiste à étudier la fracturation par des techniques classiques qui sont consacrés à l'étude géométrique et à l'analyse de la déformation cassante (fracturation) et l'interprétation des données recueillies sur le terrain dans le but de chercher des zones à faible intensité de la chercher des zones à faible intensité de la facturation et déterminer les modalités d'une ultérieure exploitation des granites de Silet .Pour des raisons purement pratiques, nous avons opté pour le « compartimentage » de notre secteur d'étude en Trois (03) zones, qui sont délimitées par les failles de direction majeure NNE-SSO, (voir fig.02). Un total de 1025 prises de mesures a été récolté pour l'ensemble des stations, ces mesures sont triées, séparément et projetées, pour enfin obtenir des diagrammes de rosasses et des valeurs sur la direction et la longueur des différentes fissures et fractures.



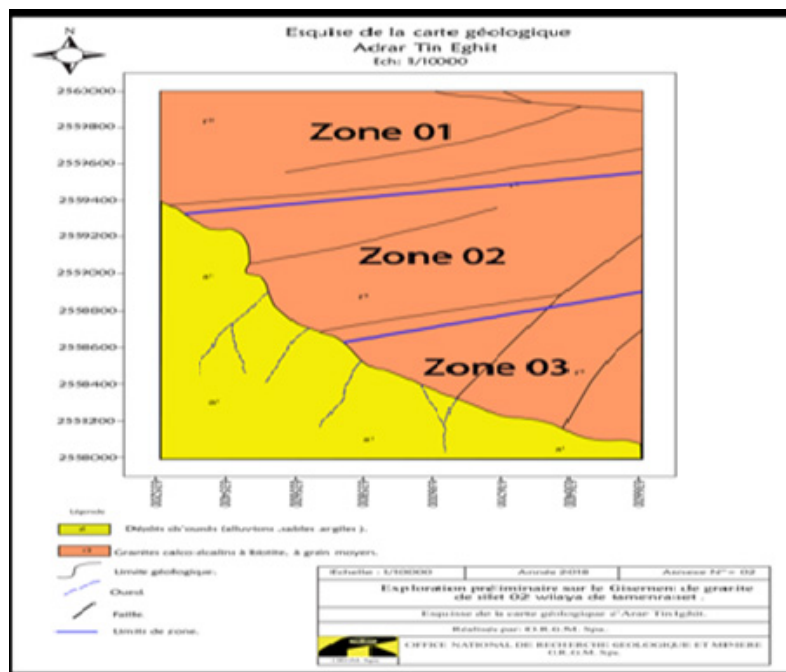


Figure 2. Localisation des trois zones de prise des mesures (rapport d'exploration ORGM pour le compte de Cosider Carrières).

**Mots clés :** Silet - Hoggar Occidental - Etude de fracturation - Rosasses

## La gestion de rejets phosphates liquides (les boues) de complexe miniers de Djebel Onk -TEBESSA-

T.Tahri<sup>1</sup>, A.Bouzenzana<sup>1</sup>, A.N.Bezzi<sup>2</sup> et H.Ramdani<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Laboratoire des Mines, Université de larbi tebessi, Tébessa12002, Algérie

<sup>2</sup>Laboratoire de Technologie des Matériaux et du Génie des Procédés (LTMGP), Faculté des Sciences et des Sciences de l'Ingénieur, Université A. Mira, Bejaia 06000, Algérie

La gestion des rejets de lavage est un problème à la fois technique et environnemental, ce souci majeur suscite les pays producteurs de phosphate à trouver des solutions aux problématiques du stockage des boues. Le complexe minier de Djebel Onk traite en moyenne 10.000 t /jour de minerai avec une teneur de 26 %  $P_2O_5$ , la chaîne de traitement se compose de deux voies : humide et sèche. En raison de la variabilité de la composition chimique et minéralogique des fractions granulométriques du phosphate de Djebel Onk, ce dernier étant un minerai à ciment carbonaté (dolomite et calcite) avec des inclusions argilo-siliceuse, le tout venant subir une classification hydraulique (voie humide) et une classification pneumatique (voie sèche). Par ailleurs, le complexe minier de Djebel Onk consomme énormément d'eau pour le lavage du phosphate traité par classification gravimétrique, les eaux chargées sont principalement rejetées par l'atelier de débouillage et de dépolvissage vers l'Oued. La production de concentrés de phosphate est confrontée aux problèmes de traitement des rejets. La législation, dont la sévérité varie avec les pays, nécessite de plus en plus une gestion rigoureuse et suivie de ces rejets de façon à garantir la sécurité au voisinage des zones du non pollution du sol, du sous-sol et des eaux par des substances toxiques contenues dans les rejets. A un autre point de vue on peut penser que l'évacuation des boues épaissies dans l'oued en aval du site industriel, telle qu'elle est pratiquée actuellement, risque de devenir difficile, soit pour des raisons de mauvais écoulement des boues de plus en plus épaissies, soit pour des raisons de protection de l'environnement. En vue d'une préservation de l'environnement et d'un concept d'un développement durable, cette étude préliminaire, en s'appuyant sur les propriétés intrinsèques des minéraux présents contribuera à la recherche de techniques vers une valorisation des boues et un recyclage des eaux. Le but de cette recherche affère à la récupération des eaux générées par les installations de traitement pour une éventuelle réutilisation dans les laveries du complexe minier.

**Mots clés :** phosphate, boues, pollution, eaux, environnement.

## Rôle des paramètres géomécaniques dans l'évaluation des échecs des pentes rocheuses

F. Zahri

*Département des Sciences de la Terre, Institut d'Architecture et des Sciences de la Terre, Université Ferhat Abbas, Sétif1*

Les propriétés d'un massif rocheux influent directement sur son comportement mécanique. L'analyse de sa stabilité demande une bonne connaissance de la repartition des discontinuités dans sa matrice rocheuse et les mécanismes de déformation. L'objectif de notre étude consiste à cartographier les zones les plus exposées à l'aléa chute des blocs dans les escarpements montagneux de la région Nord de Sétif, connus par leur complexité tectono-structurale. Pour cela une approche basée sur l'hypothèse des milieux discontinus est adoptée pour l'évaluation du risque instabilité des versant rocheux le long de la route longeant Sétif à Bejaia. L'hiérarchisation de ce risque sur une section de cette route met en évidence un niveau de risque jugé comme inquiétant dans plusieurs pentes qualifiées comme susceptibles. Pour cela on suggère d'entreprendre des travaux de soutènement et de protection dans ces falaises

**Mots clés :** chute de blocs, hiérarchisation, aléa, vulnérabilité, risque.

## Etude de la déformation dans le Néogène de la limite sud mitidjienne, secteur de Hammame Melouane

S. Adjiri<sup>1,2</sup> et M.Naak<sup>2</sup>

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

<sup>2</sup>Université des Sciences et de la Technologie Houari Boumediène (U.S.T.H.B)

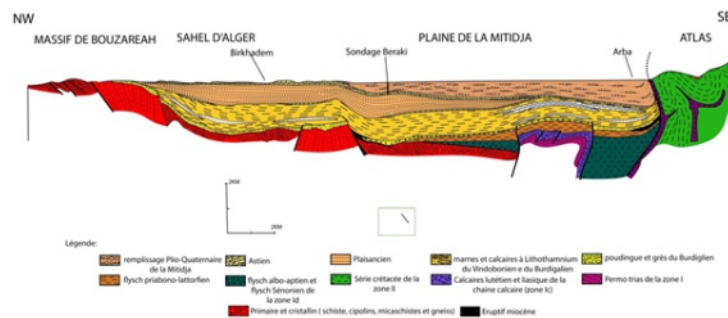
Le synclinal Mio-Plio-Quaternaire de la Mitidja (fig.1), est un bassin d'effondrement (Glangeaud et al., 1952), mise en place suite à un épisode orogénique important à l'échelle du Maghreb. L'origine de son ouverture est liée aux mouvements extensifs d'âge Miocène supérieur, contrôlés par des failles normales bordières de ce bassin, accompagnés d'une manifestation magmatique remarquable dans sa partie sud. Cette structure géologique se trouve en état de compression à l'actuel, sous l'action des mouvements compressifs soulignés par des failles inverses bordières orientées généralement E-W et des plis affectant les formations post-nappes.

Notre choix s'est porté sur le secteur de Hammame Melouane, dont le schéma cartographique montre que ce village est implanté sur une limite géologique majeure. Cette dernière est la frontière Tell-Plaine de la Mitidja présente, plutôt qu'une "limite" impliquant une zone de déformation très visible affectant les formations néogènes et crétacées. Selon nos observations et l'analyses de terrain on a pu distinguer plusieurs structures marquant cette limite :- une discordance majeure (malheureusement tectonisée sur le site établie) représentée par une zone de faille qui met en contact le Crétacé sur le Miocène post-nappes. Ce miocène placé dans le Burdigalien supérieur selon L.Glangeaud, épais de quelque centaines de mètre et représente l'assise de base du néogène.- Des failles normales (fig.2.b) qui marquent les roches calcaires, ainsi que des fentes (fig.2.a) de tension, témoignent du régime extensif qui a contrôlé l'ouverture du bassin de la Mitidja, au Burdigalien supérieur.- Une inversion tectonique soulignée par des failles inverses et des chevauchements (fig.2 c) qui superposent les failles normales, donnant un aspect cassant caractéristique au calcaires burdigaliens.- Un pli synclinal kilométrique à cœur marneux, avec des flancs à formations carbonatés d'âge Miocène Post-nappes, épaisses riches en microfaunes marine (J.R. Bonneton, 1977) qui forment une véritable barrière au Nord de Hammam Melouane.- Des failles décamétriques, avec un mouvement composite en transtension dextre dans les calcaires, ainsi que des décrochements subméridiens en sénestre (fig.2.d), sont associés aux plis de la région, formant un complexe en pli-faille.

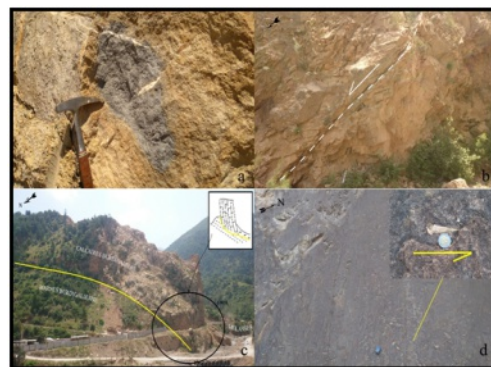
**Mots clés :** Bassin Mitidja, Néogène, déformation, tectonique.

### Références :

- Bonneton J. R (1977) Géologie de la zone de contact entre Mitidja et Atlas de Blida au Sud d'Alger. Th. Doctorat 3eme cycle. Univ. Pierre et Marie Curie, Paris.  
 Glangeaud L. (1932) Etude géologique de la région littorale de la province d'Alger. Thèse sc. Paris et bull. serv. Carte géol. Alger, 2eme série, strat, n° 8.  
 Glangeaud L., A. Aymé, A. Caire, M. Mattauer et P. Muraour (1952) Histoire géologique de la province d'Alger. Monog., Region., 1re Série, Algérie N° 25, 1952.



**Figure 1 :** Coupe géologique de la Mitidja passant par le massif de Bouzaréah, Birkhadem, de Berraki et l'Arba (d'après L. Glangeaud, 1932)



**Figure 1 :** photographies de la déformation cassante dans les formations miocènes de Hammame Melouane.




## Volcanisme Crétacé dans la partie Sud de la mer pélagienne, contexte géodynamique et implication sur les différents systèmes pétrolier

W.Guerzani<sup>1</sup>, M.Ghanmi<sup>1</sup> et A.Nasr<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Université Tunis, Faculté des sciences de Tunis, Département de Géologie, Campus Universitaire 1060 Tunis, Tunisie.

<sup>2</sup>« Entreprise Tunisienne d'activité pétrolière ».

Au cours du Mésozoïque et du Cénozoïque plusieurs épisodes magmatiques ont été reconnus en Tunisie, mais le Crétacé, c'est la période où le volcanisme atteint son maximum d'activité et de complexité. Ce matériel volcanique crétacé a été recoupé par de nombreux sondages pétroliers effectués sur cette marge. Le positionnement de ces sondages sur une carte géographique met en évidence que l'activité volcanique crétacée de la Tunisie s'est effectuée dans une zone qui s'étale sur une bande orientée globalement (NW-SE) (Laridhi Ouazaa, 1994). Et ont eu lieu en milieu marin avec des coulées accompagnées ou non de faciès pyroclastiques et bréchiques. Ces émissions magmatiques se sont effectuées le long de grands accidents E-W et N140°E, ce qui suggère que les éruptions sont contrôlées par des accidents profonds ayant ces mêmes directions. Les mouvements des failles réactivées par les champs de contraintes régionaux de distension et de compression ont permis l'ascension de magmas basaltiques tholéitiques, basaltiques alcalins ainsi que de termes alcalins différenciés et de ponces à quartz selon le contexte tectonique (Haller, 1983 ; Ellouz, 1984 ; Ouali, 1984 ; Gourmelin, 1984 ; Soyer et Tricart, 1987). Ces résultats sont confortés par le caractère évolutif et migratoire spatio-temporel des manifestations magmatiques le long des couloirs de failles ramifiés. Ces mouvements sont en relation avec le caractère des mouvements latéraux et verticaux de transtension et de transpression des couloirs de failles ainsi qu'avec la migration des structures et des bassins associés. La géométrie ramifiée de couloirs de failles joue aussi un rôle important dans la répartition spatio-temporelle des manifestations magmatiques. Cette étude a permis de faire le point sur les relations du magmatisme et des mouvements tectoniques sur la marge orientale de la Tunisie et de proposer des mécanismes géodynamiques permettant de reconstituer et d'expliquer les manifestations magmatiques. Il s'agit d'un système géodynamique fonctionnant d'après l'héritage tectonique et sa réactivation par les contraintes régionales dans un contexte de décrochements conjugués. Le magmatisme crétacé de la Tunisie fait partie d'une large province magmatique alcaline et tholéitique, étendue sur le pourtour circum méditerranéen. Ce magmatisme est lié à une importante fracturation crustale et à des mouvements de rifting en relation avec l'ouverture des grabens de Syrte (Laridhi Ouazaa, 1994). Aussi cette activité magmatique Crétacé a été accompagnée par une élévation du gradient géothermique. L'élévation de la température pourrait avoir un effet important sur la maturation précoce de la roche mère du pétrole.

	Age	Cinématique des failles : EW-NS	Magmatisme	Contrainte régionale
Crétacé	Maastrichtien Campanien	Transpression	Alcalin (volcanisme explosif dominant)	
	Coniacien	Transtension	Alcalin tholéitique	
	turonien		Alcalin tholéitique	
	Cénomaniens	Transtension	Alcalin tholéitique	
	Vraconien	Transtension		
	Aptien	Transtension		

Tab.1. Nature et régime tectonique de volcanisme Crétacé. (Laridhi Ouazaa, 1994)

## Caractérisation sédimentologique et pétrophysique du réservoir El Gueria (yprésien) en Tunisie centrale

N.Kassabi<sup>1</sup>, M.Béatrix<sup>2</sup> et J.Touir<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Laboratoire 3E, Ecole nationale des Ingénieurs de Sfax, PB 1173, 3038, Univ. de Sfax, Tunisie

<sup>2</sup>Laboratoire de Géosciences et Environnement Cergy, Université de Cergy Pontoise, 1 rue Descartes, F95000 Neuville sur Oise, France

En Tunisie, la formation El Gueria d'âge yprésien (Eocène inférieur) représente un bon exemple de réservoir carbonaté dans lequel une telle hétérogénéité peut être étudiée. Ce réservoir a suscité de nombreux travaux de recherche, mais étant donnée la confidentialité des résultats, l'ensemble de ces travaux est resté pour la plupart sous forme de rapports internes inédits. Pour cela nous avons développée une étude sédimentologique et pétrophysique de cette formation dans sa localité type (Tunnel El Gueria, Tunisie centrale). Ce travail a permis de : a) définir sept faciès de dépôts (F1 à F7) de la formation El Gueria, b) caractériser leurs propriétés pétrophysiques conventionnelles et non conventionnelles, c) déterminer l'hétérogénéité et l'anisotropie de ces paramètres dans chaque faciès et d) rechercher les différents niveaux réservoirs à travers cette formation. Les observations micro-texturales sont effectuées en microscopie optique et électronique (MEB). La porosité a été mesurée par la méthode de la triple pesée et a été estimée à l'aide des logiciels *JMicrovision* et *Image.J*

Les différents faciès de dépôts de la formation El Gueria sont caractérisés par une hétérogénéité microstructurale associée à une variation de la porosité. Cette variation des caractéristiques microstructurales des faciès influence également les propriétés électriques, la susceptibilité magnétique et les vitesses acoustiques dans ces différents faciès. Quatre paramètres ont été déterminés de l'étude de la conductivité électrique (conductivité de surface, facteur de formation, tortuosité, exposant de cimentation). Les résultats obtenus pour ces paramètres montrent une hétérogénéité dans la connectivité des pores et dans la disposition des cristaux, des particules et des pores. L'étude de l'anisotropie de la susceptibilité magnétique a permis de distinguer entre les facteurs sédimentaires et les facteurs tectoniques ayant affecté le réservoir de la formation El Gueria. Les résultats des mesures acoustiques montrent que l'évolution verticale de la vitesse acoustique décrit également une anisotropie des calcaires étudiés liée à l'évolution diagénétique et de la microstructure interne de chaque faciès de dépôt. Cette étude acoustique a permis, en plus, de retracer l'histoire diagénétique de cette formation.

La combinaison entre les résultats des analyses sédimentologiques et pétrophysiques a permis de définir deux membres distincts, inférieur et supérieur, dans la formation El Gueria. En effet, cette formation a évolué d'un matériau isotrope avec une fabrique sédimentaire dans le membre inférieur (F1 et F2) vers un matériau anisotrope avec une fabrique de déformation tectonique et de cimentation dans le membre supérieur (F3 à F7)

---

## Geological, mineralogical and geotechnical characterisation of the roads basement materials; the case of the A1 highway (Pk 240+847)

D.Lamri et S. V. Yakovitch

Department of Road Construction and Maintenance, National Transport University, Kiev, Ukraine. [lamri.dahoua@gmail.com](mailto:lamri.dahoua@gmail.com)

Les propriétés d'un massif rocheux influent directement sur son comportement mécanique. L'analyse de sa stabilité demande une bonne connaissance de la repartition des discontinuités dans sa matrice rocheuse et les mécanismes de déformation. L'objectif de notre étude consiste à cartographier les zones les plus exposées à l'aléa chute des blocs dans les escarpements montagneux de la région Nord de Sétif, connus par leur complexité tectono-structurale. Pour cela une approche basée sur l'hypothèse des milieux discontinus est adoptée pour l'évaluation du risque instabilité des versants rocheux le long de la route longeant Sétif à Bejaia. L'hiérarchisation de ce risque sur une section de cette route met en évidence un niveau de risque jugé comme inquiétant dans plusieurs pentes qualifiées comme susceptibles. Pour cela on suggère d'entreprendre des travaux de soutènement et de protection dans ces falaises

**Mots clés :** chute de blocs, hiérarchisation, aléa, vulnérabilité, risque.



## Schéma structural de la zone de Tabellout (Petite Kabylie occidentale)

Y.Mohammedi<sup>1,2</sup>, H.Djellit<sup>1</sup>, A.Yelles-Chaouche<sup>1</sup>, M.Hamidatou<sup>1</sup> et N.Halla<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Centre de Recherche en Astronomie, Astrophysique et Géophysique (CRAAG), Bp 63 Route de l'Observatoire, Bouzarèah, Alger,  
[y.mohammedi@craag.dz](mailto:y.mohammedi@craag.dz)

<sup>2</sup>Université des sciences et de la technologie Houari-Boumediène (USTHB), Bp 32 El Alia 16111 Bab Ezzouar Alger.

La région de Tabellout (Jijel), située en bordure occidentale de la chaîne de la petite kabylie en Algérie, est considérée comme l'une des zones importantes pour la compréhension de la structure de la chaîne alpine en Algérie. Elle montre toutes les unités qui composent cette chaîne ce qui permet une meilleure analyse de leurs relations structurales. Les ensembles structuraux suivants sont présents dans cette région : (1) Un socle cristallophyllien polyphasé très déformé aux conditions catazonales, surmonté par une série paléozoïque épimétamorphique; (2) Un complexe volcano-sédimentaire dont l'âge et le mode de la mise en place est trop controversé (3) Nappes de flysch crétacés-paléogènes dont la position structurale et la nomenclature restent un sujet de controverse entre les différents auteurs, ces flysch sont regroupées en deux principaux ensembles : (a) Un flysch massylien alboaptien à sénonien avec une position infra kabyle, (b) un flysch maurétanien (Flysch de Gerrouch) avec une position suprakabyle ; (3) Les unités telliennes composées de dépôts allant du Lias au Lutétien; (4) Un complexe olistostromiques en position supra-kabyle, composé d'une matrice tendre marno-sableuse dans laquelle on trouve des blocs de différentes tailles et natures emballées par un processus tectonosédimentaire; (5) Les formations post nappes représentées par des marnes à miches calcaires du Tortonien-Messinien et une série conglomératique du Pliocène.

Les différentes unités citées plus haut (sauf le terme post-nappe) sont séparées par des accidents majeurs ayant servi à l'édification de la chaîne de la petite Kabylie, le plus important d'entre ces accidents est le contact frontal sud kabyle, il sépare les unités profondes métamorphiques du socle kabyle de celles des zones externes alpines. Les autres contacts, témoins d'une histoire complexe polyphasée, sont de natures variées selon style tectonique dans lequel se sont développés: (1) des fronts de chevauchement témoignant un transport par poussée à l'arrière, c'est notamment le cas du contact séparant le flysch massylien des unités telliennes; (2) des contacts plats ou légèrement inclinés vers le sud, témoignant d'un transport par glissement gravitaire, le cas représentatif sont le matériel supra-kabyle.

---

## Road embankment reinforcement by geosynthetics

U.Olena , S. V. Yakovitch et D.Lamri

*Department of Road Construction and Maintenance, National Transport University, Kiev, Ukraine.*

Geotextiles are synthetic polymeric materials, which are used in connection with soil, or rock to fulfill various functions in geotechnical structures. The reinforcement of embankments with Geotextiles can provide interesting technical performances in high service levels. This paper focuses on the treatment of the Pk (240+847), of A1 highway, Hanif municipality, NE Algeria by geotextiles. This site includes large embankments and cuttings in flanks often at the equilibrium limit. Technically the incorporation of geotextile layers that do not depend on the presence of bedrock is more advantageous than other options such as anchors, piles, and walls etc. The results show that by changing the road plot (with considering the declivity and curvature radius), we will obtain a route better adapted to site conditions. this change reduces cuts and fills in the project. The typical profile of the reinforced embankment is composed of 19 of geotextile sheets (Bidim-type) of 50 m length with a one meter fold and of 0.7 cm spacing. This solution ensures stability while reducing project costs.

**Keywords:** Reinforcement, A1 Highway, embankments, cuttings, geosynthetic.

## Application de la méthode Drastic, pour la détermination de la vulnérabilité D'un aquifère alluvionnaire Morsott-El Aouinet N.E Algérien : en utilisant Arcgis

I.Abdeslam<sup>1</sup>, C.Fehdi<sup>1</sup>, R.Legrioui<sup>1</sup>, A.Hamad<sup>1</sup> et L.Djabri<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Laboratoire Eau et Environnement, Département des Sciences de la Terre et de l'Univers, Université de Tébessa.

<sup>2</sup>Laboratoire Ressource en Eau et Développement Durable Université d'Annaba.

L'évaluation de la vulnérabilité est devenue un élément important dans la gestion des ressources hydriques. Le présent travail a permis d'examiner la sensibilité d'un aquifère alluvionnaire situé en milieu semi-aride, région de Morsott, Boukhadra et El-Aouinet, N.E Algérien. Pour caractériser cette pollution on a appliqué la méthode DRASTIC qui aidera à délimiter les zones de vulnérabilité et maintenir l'indemnité des zones non atteinte. La diversité des aquifères ainsi que le problème d'augmentation de salinité tout en allant vers le Nord de bassin, nous a emmenée à penser sérieusement à sa protection et essayer d'établir une carte de vulnérabilité en appliquant la méthode DRASTIC (Depth to groundwater, Recherche, Aquifer media, Soil media, Topography, Impact of the vadose zone, Conductivity).

L'examen de la carte de vulnérabilité nous a permis de déterminer trois zones S1, S2 et S3. Ceci se traduit par la délimitation des zones de protection pour les captages de cet aquifère. Ainsi, nous avons les zones suivantes :

La zone S1 dans laquelle il faut éviter les dégâts aux installations de captage et la pollution de leurs environnements immédiats. La zone S2, où on doit éviter que l'eau captée soit polluée en tenant à l'écart des captages, les germes et les virus. Et une dernière zone S3 qui permettra de garantir un assainissement satisfaisant dans l'espace et dans le temps, dans le cas des pollutions accidentelles (figure 01)

A l'aide de cette méthode de cartographier par le biais de SIG on a essayé de démontrer la faisabilité et l'intérêt de l'approche dite DRASTIC, pour bien délimiter les zones susceptibles d'être polluées afin de diminuer le taux de pollution et par la suite protéger notre nappe de toute contamination.

**Mots clés :** pollution, vulnérabilité, SIG, DRASTIC, Morsott-El Aouinet. Algérie.

### Références

ALLER L., BENNET T., LEHR J.H., PETTY R.J. & HACKETT G. (1987), DRASTIC: a standardised system for evaluating groundwater pollution potential using hydrogeologic setting. United States Environmental Protection Agency Report 600/2-87/035. Washington, D.C.

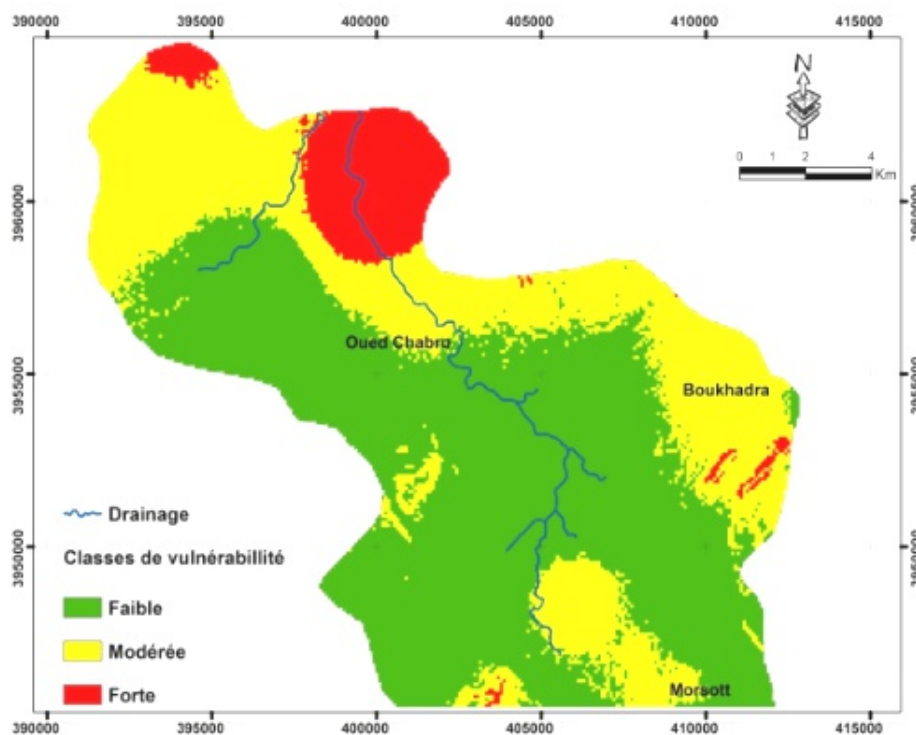


Figure 01: Carte finale selon la méthode DRASTIC

## La détermination de l'origine des sources dans l'aquifère karstique de Tébessa - NE Algérie- par l'analyse des isotopes stables

R.Legrioui, F.Baali, I.Abdeslam, A.Hamad, C.Fehdi

Université Larbi Tébessi - Laboratoire de l'eau et l'environnement - Route de Constantine -Tébessa- Algérie

La zone d'étude (plaine de Hamamet et plateau de Tazbent) fait partie de l'Atlas saharien du Nord-Est de l'Algérie (près des frontières Algéro-Tunisiennes), caractérisée par un climat typiquement semi-aride (hiver froid, humide et été chaud, sec). Elle se compose essentiellement des formations suivantes: \* Formations carbonatées représentées par d'importantes couches de marno-calcaires, calcaires et marnes du Crétacé au Tertiaire. Certaines de ces formations sont observables sur les rives de la plaine de Tébessa - objet de cette étude. \* Un important dépôt alluvial Mio-Plio-Quaternaire qui repose de manière incohérente avec les formations précédentes et forme ainsi le remplissage de la dépression, actuellement de la plaine. Les différents isotopes les plus utilisés en hydrogéologie sont d'une part les isotopes de la molécule d'eau (l'oxygène 18, le tritium et le deutérium) et d'autre part les isotopes des espèces dissoutes (le carbone 14 et le carbone 13) du carbone inorganique. Les isotopes stables nous permettront de connaître une caractéristique spatiale (altitude de recharge, ...) et les isotopes radioactifs, un facteur temporel (âge, ...). Nous avons réalisé des analyses d'oxygène-18 (18O) et du deutérium (2H) (Février 2016) sur les eaux des sources de l'aquifère karstique de Tébessa NE -Algérie-. Ils ont été réalisés à l'aide d'un spectromètre de masse. Les teneurs en 18O et 2H ont été déterminées selon les techniques analytiques (Epstein et Mayeda 1953; Coleman et al, 1982).

Les résultats de  $\delta^{18}\text{O}$  et  $\delta^2\text{H}$  indiquent que les eaux souterraines de l'aquifère karstique de la région de Tébessa sont d'origine météorique (Figure 1). Les échantillons d'eau étudiés prélevés dans des sources sont alimentés par une recharge aux plus hautes altitudes (Figure 2). Selon le digramme de Piper et stiff (Mai 2016) les eaux des sources sont caractérisées par un faciès bicarbonatées calciques ou magnésiennes dans les quatre sources (Ain Youkous, Ain Gaagaa, Ain El Mégalibe et Ain Troubia), connues pour drainer des zones de roches carbonatées (calcaires Eocène et Maestrichtien) (Baali et al., 2006) mais le faciès dans la source d'Ain Sari est le chloruré sulfaté calcique ou magnésien, à cause de la lixiviation des marnes du Maestrichtien, qui contiennent des sulfures.

**Mots-clés:** Isotopes stables - Aquifère karstique - Tébessa - Algérie.

### Références

Baali et al., 2006. Natural chemical tracers of urban pollution: case of born example of application on the area of Algerian Cheria. WRP, LLC ISBN-13: 978-1-887201647-6 Michigan, USA pp 39-45.

Coleman et al, 1982. Réduction de l'eau avec du zinc pour l'analyse des isotopes de l'hydrogène. Anal Chem 54:993-995.

Epstein et Mayeda 1953. Variations of the JSO/16O ratios in natural waters. Geochim Cosmochim. Acta, 4:213-224.

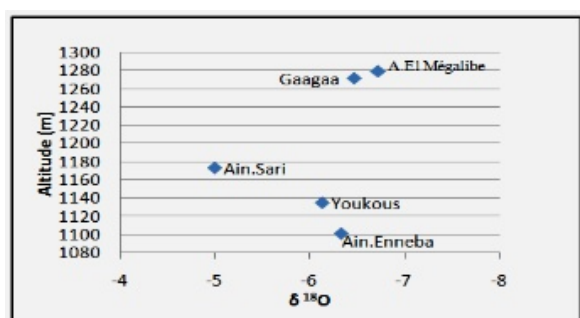


Figure 2. CRelation entre l'altitude des sources et  $\delta^{18}\text{O}$

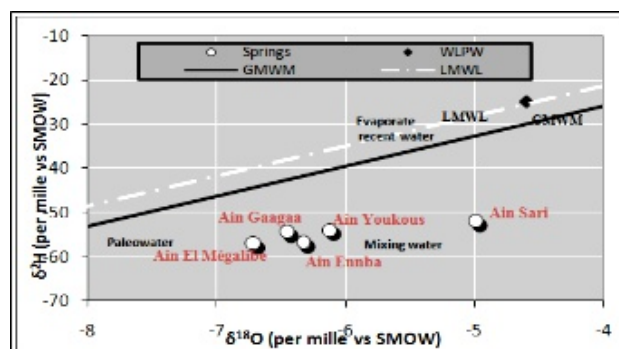


Figure 1. Comparaison entre les eaux souterraines des sources de la zone d'étude et la Ligne d'eau météorologique mondiale (GMWL) et la ligne d'eau météorologique locale (LMWL) de la ville de Sfax et de Tunis

# ***LISTE DES PARTICIPANTS***

<b>Nom</b>	<b>Prénom</b>	<b>Affiliation</b>	<b>Adresse E-mail</b>
Abbouda	Moustafa	CGS	mabbouda.26@gmail.com
Abdesslem	Malek	Université Mouloud Mammeri de Tizi Ouzou	malekabdesselam@yahoo.fr
Abdeslam	Ilhem	Université Larbi Tebessi, Tébessa	Abdeslam.ilhem@yahoo.fr
Abtout	Abdeslem	CRAAG	abtout@yahoo.com
Adaci	Mohammed	Université Abou Bekr Belkaid Tlemcen	m_adaci@yahoo.fr
Adda	Mawloud	Université d'Oran 2	addamouloud@yahoo.com
Adjiri	Seifeddine	CRAAG	adjiriseifeddine@gmail.com
Aimouch	Mohamed	Université d'Oran 2	aimouchmed@yahoo.com
Ait Benamar	Dalila	CGS	daitbenamar@yahoo.fr
Ait Hamou	Farida	CRAAG	farida.aithamou@gmail.com
Amrane	Thiziri	Université Badji Mokhtar Annaba	amrane.thiziri@yahoo.com
Amriou	Tinhinane	USTHB	tamriou@gmail.com
Amroun	Zahra	USTHB	zara.amroun@gmail.com
Amroune	Abdelouahab	Université Mohamed Boudiaf M'Sila	amroune.abdelouahab@gmail.com
Annad	Oussama	USTHB	ouss.ann@hotmail.com
Aourari	Sahra	CGS	sahourari@hotmail.com
Arab	Abdelghani	Université Ahmed Ben Ahmed Oran 2	arabgeo06@gmail.com
Arab	Amar	Université de Bouira	d.arab.amar@gmail.com
Araibia	Kawthar	USTHB	araibia.kawther@gmail.com
Atmane	Nassim	Université Ferhat Abbas Sétif 1	nassim.atmani@univ-setif.dz
Ayadi	Brahim	ASGA	ayadbrahim.usthb@gmail.com
Ayadi	Abdelhakim	CRAAG	abdelhakim.ayadi@gmail.com
Azzouz Rached	Hamza	Université Badji Mokhtar Annaba	azzouzrached@hotmail.com
Baaouague	Abdelbaki	Université Badji Mokhtar Annaba	abed.benmohamed@yahoo.com
Bagdi	Souhila	USTHB	souhila.bagdi@gmail.com
Bedhouche	Djamal	USTHB	djamal_bedhouche@yahoo.com
Bedri	Khaoula	Ecole Nationale Polytechnique d'Alger	khaoula.bedri@g.enp.edu.dz
Belaroui	Abdelhakim	USTHB	belarouiabdelhakim@gmail.com
Beldjoudi	Hamoud	CRAAG	hbeldjoudi2@hotmail.com
Belhai	Djelloul	USTHB	dbelhai2001@yahoo.fr
Ben Chelbi	Mohamed	Université Tunis El Manar	med.benchelbi@gmail.com
Ben El Kheznadji	Riad	USTHB	rbenelkheznadji@usthb.dz
Ben Yahia	Nouha	Université Tunis El Manar	benyahia.nouha@gmail.com
Benbakhti	Imene Meriem	ASGA	benbakhti.imene@gmail.com
Bendaoud	Abderrahmane	USTHB	abendaoud@gmail.com
Bendella	Mohamed	Université Ahmed Ben Ahmed Oran 2	bendellamohamed@hotmail.com
Bendimered	Chaouki	USTHB	chaouki.world@gmail.com
Benkaci	Djamel	Ecole Nationale Polytechnique d'Alger	djamel.benkaci@g.enp.edu.dz
Benlamari	Azzouz	Université Larbi Ben Mhidi Oum El Bouaghi	benlamari@hotmail.com
Bensalah	Mustapha	Université Abou Bekr Belkaid Tlemcen	mus.bensalah@yahoo.fr
Benyoucef	Madani	Université de Mascara	benyoucefmada@gmail.com
Berrahmane	Narimene	USTHB	narimaneberrahmane@gmail.com
Bersi	Mohand	Université Ferhat Abbas Sétif 1	mbersi@hotmail.fr
Bouaicha	Foued	Université des Frères Mentouri Constantine 1	fouedbouaicha@gmail.com
Boubazine	Leila	Université Ferhat Abbas Sétif 1	b.leila@univ-setif.dz
Bouchamla	Imad	Université Mohamed Ben Ahmed Oran 2	bouchemlaimad@gmail.com
Boucif	RIMA	Université Abderrahmane Mira Bejaia	boucif_rima06@yahoo.fr
Boudjenana	Nour El Houda	USTHB	nhboudjenana@gmail.com
Boufekane	Abdelmadjid	Ecole Nationale Supérieure d'Hydraulique	boufekane_ab@yahoo.fr
Boukaoud	El hachemi	Université des Frères Mentouri Constantine 1	hichemboukaoud@hotmail.com
Boukhenifra	Lina souheir	Ecole Nationale Polytechnique d'Alger	boukhenifralyna@gmail.com



Boularouk	Wahiba	Université Badji Mokhtar Annaba	wahibaboularouk@yahoo.fr
Bouragba	Nadjet	Université Ferhat Abbas Sétif 1	bngeologie@gmail.com
Bourenane	Hamid	CGS	b.hamid@hotmail.com
Bousmaha	Fatima zahra	Université Mohamed Ben Ahmed Oran 2	bousmaha.zahra97@hotmail.com
Boussabat	Shahira	Université Tunis El Manar	shahira.boussabat@gmail.com
Boutaleb	Abdelhak	USTHB	abdelhak_boutaleb@yahoo.fr
Boutouba	Rayane	USTHB	boutoubarayane@gmail.com
Bouttine	Nouar	Université Ferhat Abbas Sétif 1	nbouttine@yahoo.fr
Bouzekria	Nacer-Eddine	Ecole Normale Supérieure Alger	bouzekria@gmail.com
Bouziane	Hanan	Université des Frères Mentouri Constantine 1	bouzianehanan@yahoo.fr
Bouزيد	Abderrezak	CRAAG	bouزيد_a@yahoo.fr
Brahmi	Mohamed elamin	Ecole Nationale Polytechnique d'Alger	amine.m.brahmi@gmail.com
Chabbi	Abdallah	Université Mohamed Cherif Messadia Souk Ahras	chabbiabdellah@yahoo.fr
Chabou	Moulley Charaf	Université Ferhat Abbas Sétif 1	charaf.chabou@univ-setif.dz
Chairat	Imen	Université de Batna 2	chairatimen@gmail.com
Chamekh	Khemissi	Université Larbi Tebessi, Tébessa	benkhaddahakim@gmail.com
Chanane	Larouci	Ecole Nationale Polytechnique d'Alger	larouci.chanane@g.enp.edu.dz
Chebli	Ryma	Université de Strasbourg France	chebliryma14@gmail.com
Chellat	Smaine	Université des Frères Mentouri Constantine 1	smaine.chellat@gmail.com
Chentout	Malika	USTHB	M.chentout@yahoo.fr
Chermiti	Asma	CERTE Tunisie	asma.chermiti@gmail.com
Chettah	Wahid	Université des Frères Mentouri Constantine 1	chettah.wahid@gmail.com
Chibout	Nahla	Université Larbi Ben M'hidi Oum El Bouaghi	chiboutnahla5@gmail.com
Dassamiour	Mohamed	Université Ferhat Abbas Sétif 1	dassamiour.m@univ-setif.dz
Dehibi	Lamia	Ecole Nationale Polytechnique d'Alger	dehibilamia@gmail.com
Derder	Mohamed El Messaoud	CRAAG	m.e.m.derder@gmail.com
Dib	Imane	Université de Mila	dib.imen@yahoo.fr
Dinar	Haytham	Université Larbi Ben M'hidi- Oum El Bouaghi	ramzidinar@yahoo.fr
Djadia	Leila	CRAAG	lila2001dz@yahoo.fr
Djeddi	Rabah	ASGA	djeddirabah@gmail.com
Doukkari	Sidali	USTHB	sidali.doukkari@gmail.com
Driouch	Youssef	Université Mohamed Ben Abdallah Fes Maroc	ydriouch@gmail.com
Ezzine	Ines	Université Tunis El Manar	ezzineines82@gmail.com
Fisli	Zoulaikha	Université Ferhat Abbas Sétif 1	fislizoulaikha@yahoo.fr
Fodil	Abderahmane	USTHB	abdou-geotech91@hotmail.com
Foudili	Djabir	USTHB	foudilidjabir@gmail.com
Gacem	Rachid	Ecole Nationale Polytechnique d'Alger	rachid.ga@hotmail.fr
Gadri	Larbi	Université Larbi Tebessi, Tébessa	glsaa2006@yahoo.fr
Gana	Saida	Université Badji Mokhtar Annaba	saida.gana.14@gmail.com
Ghanmi	Mohamed	Université Tunis El Manar	ghanmi.mohamed@gmail.com
Ghenim	Asma Fethia	Université Abou Bekr Belkaid Tlemcen	asma1430@gmail.com
Ghoumaid	Saddam	Université Larbi Tebessi, Tébessa	sadamghomid1991@gmail.com
Guechi	Salima	Université Badji Mokhtar Annaba	salima.guechi@yahoo.fr
Guerzani	Wassila	Université Tunis El Manar	wassila.guerzeni@gmail.com
Hachemaoui	Oubaida	Université Ferhat Abbas Sétif 1	hachemaoui.o@outlook.com
Hachemi	Youba Lyes	Université Hassiba Ben Bouali Chlef	hachemi.lyes2017@gmail.com
Hadji	Riheb	Université Ferhat Abbas Sétif 1	hadjirihab@gmail.com
Hallal	Nassim	CRAAG	nhallal@usthb.dz
Hamai	Lamine	CRAAG	lamine.hamai@yahoo.fr
Hamdache	Mohammed	CRAAG	m_hamdache@hotmail.com
Hamed	Younes	Université de Gafsa, Tunisie	hamed_younes@yahoo.fr
Hamdi	Loubna	Université Larbi Tebessi, Tébessa	hammsiloibna@gmail.com

Hamidatou	Mouloud	CRAAG	mouloudh83@gmail.com
Hamimi	Zakaria	Université de Benha, Egypte	zakariahamimi123@gmail.com
Hamlaoui	Mahmoud	Université Ferhat Abbas Sétif 1	hamlaoui@yahoo.fr
Hammad	Nabila	Université Kasdi Merbah Ouargla	hammadnabila69@gmail.com
Hanache	Yasmina	USTHB	hanache.yasmina@gmail.com
Harbi	Assia	CRAAG	harbi.assia@gmail.com
Harouz	Chakib	USTHB	chakib-harouz@live.fr
Hassani	Mohamed	Université Ferhat Abbas Sétif 1	mhassani@live.fr
Issaad	Mouloud	USTHB	issaad.mouloud@gmail.com
Issaadi	Abdelouahab	CRAAG	a.issaadi@craag.dz
Jallali	Yasmina	Université de Gabes, Tunisie	garderiejlelihamdi@gmail.com
Kada	Houria	Université Ferhat Abbas Sétif 1	tectites@gmail.com
Kariche	Jugurtha	USTHB	jkariche@gmail.com
Kassabi	Nadhem	Université de Sfax, Tunisie	kassabi.nadhem.geo@gmail.com
Kebab	Hamza	Université Mohammed Seddik Ben Yahia -Jijel	kebab_hamza@yahoo.fr
Kechiched	Rabah	Université Kasdi Merbah Ouargla	rabeh21@yahoo.fr
Kentri	Touria	Université Abou Bekr Belkaid Tlemcen	kentri.touria@gmail.com
Kerzabi	Rachid	Université Abou Bekr Belkaid Tlemcen	rachidkerza@gmail.com
Khechana	Salim	Université d'El Oued	khechana-salim@univ-eloued.dz
Khelifa	Kheireddine	Université Badji Mokhtar Annaba	kheireddine.1k@gmail.com
Kherchouche	Radia	CRAAG	radia.kherchouche@gmail.com
Kherroubi	Abdelaziz	CRAAG	aziz_kherroubi@yahoo.fr
Kihal	Hana	Université Badji Mokhtar Annaba	kihal_hana@yahoo.com
Kouadra	Riad	Université des Frères Mentouri Constantine 1	kouadrariad@gmail.com
Lacene	Karima	ASGA	lacene.karima@gmail.com
Lakhal	Fatima Zohra	Université Badji Mokhtar Annaba	fatimazohra.lakhal@yahoo.ca
Lamali	Atmane	CRAAG	lamali_atmane@yahoo.fr
Lamri	Dahoua	National Transport University, Kiev, Ukraine	lamri.dahoua@gmail.com
Laouar	Rabah	Université Badji Mokhtar Annaba	rabahlaouar@yahoo.fr
Larit	Hamza	Université Badji Mokhtar Annaba	hamzalarit90@gmail.com
Layadi	Khalissa	CRAAG	layastar20@yahoo.fr
Legrioui	Radhia	Université Larbi Tebessi, Tébessa	Legrioui.radhia@yahoo.fr
Lekoui	Abdelmalek	Université Mohammed Seddik Ben Yahia -Jijel	lekouim121@gmail.com
Leprêtre	Rémi	Université de Cergy Pontoise, Paris, France	remi.lep@gmail.com
Louni	Chahira	CGS	louni.chahira@gmail.com
Lounis	Rachid	Université Mouloud Mammeri de Tizi Ouzou	raclounis@yahoo.fr
Machane	Djamel	CGS	machanedjamel@yahoo.fr
Madoui	Meriem Ikram	Université Larbi Tebessi, Tébessa	meriem.madoui@gmail.com
Mahboubi	Chikh Younes	Université Ahmed Ben Ahmed Oran 2	mahboubi_32@hotmail.com
Mahboubi	Abdessamed	Université Ahmed Ben Ahmed Oran 2	mahboubi.abdessamed@gmail.com
Mahboubi	Salamet	Université Abou Bekr Belkaid Tlemcen	salamet.mahboubi@gmail.com
Mahleb	Anissa	Université Ferhat Abbas Sétif 1	anissamahleb@gmail.com
Mannad	Saci	Université Ahmed Ben Ahmed Oran 2	Sassiy2@gmail.com
Mansour	Bouhameur	Université Ahmed Ben Ahmed Oran 2	bouhameur@gmail.com
Maouche	Said	CRAAG	said.maouche@gmail.com
Mebarki	Oussama	Université Badji Mokhtar Annaba	oussamambarki248@yahoo.com
Mehdaoui	Ibrahim	Université Badji Mokhtar, Annaba.	dz14ibrahim@gmail.com
Meghraoui	Mustapha	Université de Strasbourg France	m.meghraoui@unistra.fr
Mendir	Samira	USTHB	samira.mendir@yahoo.com
Menzoul	Bouabdellah	Université Abou Bekr Belkaid Tlemcen	menzoul.bouabdellah@hotmail.fr
Messai	Ali	Université Badji Mokhtar Annaba	ali.messai@hotmail.com
Metatla	Imene Meriem	USTHB	imenemetatla@gmail.com

Mezam	Mohammed Cherif	Ecole Nationale Polytechnique d'Alger	mezam.mohammed@enp.edu.dz
Mezerzi	Aboutaleb	Université Larbi Ben M'hidi Oum El Bouaghi	houssam19mez@gmail.com
Meziani	Brahim	Université de Khemis Miliana	mezayaniibrahim@gmail.com
Meziani	Aghiles Abdelghani	CGS	ag.meziani@gmail.com
Michard	André	Université de Paris 6	micharda79@gmail.com
Miloudi	Sihem Fatima Zohra	Centre des Techniques Spatiales	miloudi.cts@gmail.com
Mobarki	Mourad	CRAAG	mourad.mobarki@gmail.com
Mohammedi	Yahia	CRAAG	yahyouhe@yahoo.fr
Mokadem	Safia	ASGA	mokademsafia1@gmail.com
Moulouel	Hakim	CGS	ifp1978@yahoo.fr
Moumni	Yahya	Institut Supérieur des Sciences des eaux de Gabes	moumni.yahya@gmail.com
Nasri	Fatah	Université des Frères Mentouri Constantine 1	nasri.fatah@umc.edu.dz
Nedjari	Ahmed	USTHB	nedjaria@gmail.com
Nedjraoui	Khedoudja	USTHB	nedjraoui.khedoudja@gmail.com
Nouali	Hana	Université Larbi Ben Mhidi Oum El Bouaghi	hanacristale@gmail.com
Ouddah	Amira	Université Larbi Ben Mhidi Oum El Bouaghi	ouddahmiraa@gmail.com
Oulebsir	Chabha	ASGA	chabha.oulebsir@gmail.com
Radi	Zohir	CRAAG	zohiradi34@yahoo.fr
Rebouh	Nouh	Université Larbi Ben M'hidi- Oum El Bouagh	rnouh.doctorant@gmail.com
Rezig	Walid	USTO Mohamed Boudiaf Oran	walidrzg@gmail.com
Rihani	Abla	Université de Batna 2	abla.rihani@gmail.com
Roukh	Zine el abidine	Université Mohamed Ben Ahmed Oran 2	zinougeorisque@gmail.com
Roumane	Kahina	Université Alger 2	roumanekahina@gmail.com
Saadali	Badreddine	Université Larbi Ben Mhidi Oum El Bouaghi	saadali.badreddine@univ-oeb.dz
Saadi	Jalila	Université de Bizerte	saadijalila496@gmail.com
Saddiqi	Omar	Université Hassan II Casablanca Maroc	omarsaddiqi@yahoo.fr
Sadji	Radouane	Université Ahmed Ben Ahmed Oran 2	radouane.sadji@gmail.com
Sallam	Hesham	Université de Mansourah, Egypte	sallam.muvp@gmail.com
Satouh	Imane	Ecole Nationale Polytechnique d'Alger	imane_satouh@yahoo.com
Schulmann	Karel	Université de Strasbourg France	schulman@unistra.fr
Sebai	Amar	Ecole Nationale Polytechnique d'Alger	amarsebai55@gmail.com
Sebbane	Abdelouahab	Ingénieur de soutien a la recherche	seab90@gmail.com
Seffari	Abderraouf	USTHB	seffari.abdr@gmail.com
Seklaoui	M'hamed	USTHB	med.seklaoui@gmail.com
Semchaoui	Abderrahmane	USTHB	semchaoui.ahmed@gmail.com
Sghaier	Dalel	Université de Tunis el Manar	sghaierdalel@yahoo.fr
Shout	Hocine	Université des Frères Mentouri Constantine 1	shouthocine@yahoo.fr
Souadnia	Sabrina	Université Ferhat Abbas Sétif 1	souadniageo@yahoo.fr
Štípská	Pavla	Université de Strasbourg France	stipska@gmail.com
Tahri	Tourkia	Université Larbi Tebessi, Tébessa	tahri2008@yahoo.fr
Taib	Hassan	Université Larbi Ben Mhidi Oum el Bouaghi	housemboutarfif@gmail.com
Talhi	Ahmed	Université Ferhat Abbas Sétif 1	ahmedtalhi1988@yahoo.com
Tebbouche	Mohamed Yacine	CGS	y.tebbouche@gmail.com
Titi Benrabah	Samia	Université Badji Mokhtar Annaba	hydroannaba@hotmail.fr
Yelles-Chaouche	Abdelkrim	CRAAG	a.yelles@craag.dz
Youcef Ibrahim	El Hadj	Université de Batna 2	wahidyb@yahoo.fr
Yousfi	Somia	Université Abou Bekr Belkaid Tlemcen	sou.yousfi@gmail.com
Zahri	Farid	Université Ferhat Abbas Sétif 1	zahrifarid@yahoo.fr
Zaoui	Djamila	Université Abou Bekr Belkaid Tlemcen	zaouidjm@gmail.com
Zerrouki	Tarek	USTHB	zerrouki.tarek@gmail.com