

ÉTUDE DE LA RÉGION DE DJEBEL ER-RADJEL À DÉFORMATION POLYPHASÉE AVEC MISE EN ÉVIDENCE D'UNE INVERSION TECTONIQUE (ATLAS SAHARIEN CENTRAL - ALGÉRIE).

Abdellah BETTAHAR*, Rachid AÏT OUALI* et Amina BÊCHE*

RÉSUMÉ

Le djebel Er-Radjel, situé au Sud de Bousaâda, fait partie du domaine atlasique central où se développent de nombreuses rides anticlinales NE – SW très fracturées.

Il est constitué de terrains d'âge Jurassique et Crétacé.

C'est une zone à déformation polyphasée où sont décelées quatre phases majeures de déformations distinctes, dont une représente une inversion tectonique.

La première compressive, compatible avec un raccourcissement WNW-ESE, est d'âge Jurassique supérieur - Crétacé inférieur.

La deuxième, transcurrente sénestre, résultant d'un raccourcissement orienté NNE-SSW, est d'âge Crétacé supérieur.

La troisième, transcurrente dextre, traduisant un raccourcissement orienté E-W, est d'âge Eocène moyen-supérieur.

La dernière compressive, générée par un raccourcissement NW-SE à N-S, est probablement d'âge Mio-Pliocène.

Cette dernière phase de déformation donne la structuration actuelle de la région.

Mots-clés - Djebel Er- Radjel - Domaine atlasique - Déformation polyphasée - Inversion tectonique - Transcurrente -Raccourcissement.

* Faculté des Sciences de la Terre, de la Géographie et de l'Aménagement du Territoire– USTHB BP. 32 El-Alia Alger, Algérie.

* Laboratoire de Géodynamique des bassins sédimentaires et des orogènes- USTHB BP.32 El-Alia Alger Algérie.

* bettaharabd@yahoo.fr.

- Manuscrit déposé le 22 Octobre 2005, accepté après révision le 24 Avril 2006.

**DESCRIPTION OF THE MULTIPHASE DEFORMATION DJEBEL ER RADJEL AREA WITH A TECTONIC INVERSION.
(SAHARAN CENTRAL ATLAS - ALGERIA)**

ABSTRACT

The djebel Er-Radjel, located south of Boussada, is a part of the central atlasic area. Where are developed several NE-SW anticlinal- ridge, with strong fracturation.

It consists jurassic and cretaceous age series.

It is a zone with multiphase deformation where are detected four major phases, one of which represents a tectonic inversion.

The first one is compressive, compatible with a WNW-ESE shortening, of upper Jurassic - Cretaceous.

The second one is, sinistral transcurrente, resulting from a shortening trending NNE-SSW, of upper Cretaceous age.

The dextral third one, transcurrente. Representing a shortening trending E-W, is of middle to upper eocene age.

The last one is compressive, generated by a shortening NW-SE with NS, is probably of miocene age.

This last phase of deformation gives the present structuring of the area.

Key-words - Djebel Er-Radjel -Atlasic area -Multiphase deformation -Tectonic Inversion - Transcurrent -Shortening.

A. INTRODUCTION

Le Djebel Er-Radjel constitue la terminaison orientale des monts des Ouled Naïl.

Il se situe à environ 100 km au Sud de Bousaâda et se caractérise par une direction morphologique NE-SW avec un point culminant à 1147m (fig.1).

Il fait partie de la chaîne intracontinentale de l'Atlas saharien central appartenant à la chaîne alpine.

C'est une zone à tectonique polyphasée, où plusieurs phases de déformation peuvent être décelées.

La chaîne atlasique est séparée de la plate forme saharienne au Sud par l'accident sud atlasique et, au Nord des hauts plateaux, par l'accident nord atlasique (fig.2).

B. STRATIGRAPHIE

Les terrains affleurants dans cette région, appartiennent pour la plupart au Jurassique supérieur - Crétacé inférieur.

Les travaux de Emberger (1960), Kazi Tani (1970), Aït Ouali (1982), Herkat (1982) et Guiraud (1990), ainsi que nos données de terrain, nous ont permis de résumer les caractéristiques lithologiques des séries (fig. 3, 4 et 5).

ÉTUDE DE LA RÉGION DE DJEBEL ER-RADJEL À DÉFORMATION POLYPHASÉE AVEC MISE EN ÉVIDENCE D'UNE INVERSION
TECTONIQUE (ATLAS SAHARIEN CENTRAL - ALGÉRIE)

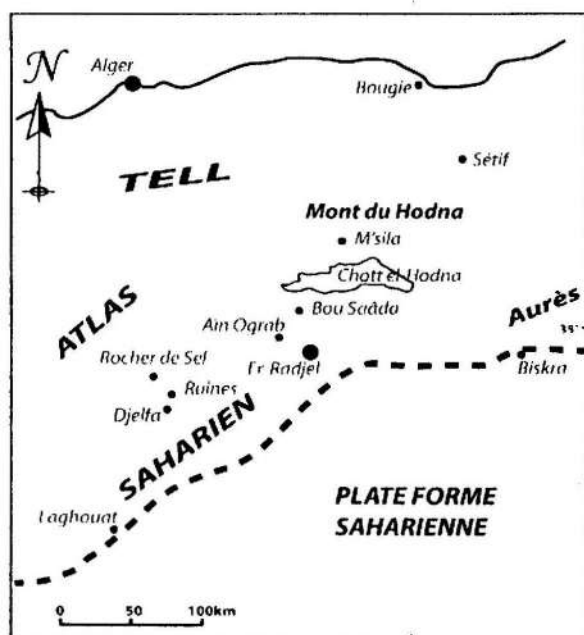


Fig. 1 - Situation géographique du secteur d'étude
Geographical situation of study sector

1. Le Jurassique

Il constitue les affleurements les plus anciens et apparaît au cœur de l'anticlinal de Dj. Er-Radjel. Ce sont généralement des calcaires oolithiques massifs. Il présente au cœur du pli et à son sommet des bancs calcaires métriques avec parfois des intercalations de niveaux marneux, attribués au Portlandien. Dans le détail, plusieurs microfaciès sont reconnus par Kazi Tani, (1970). L'épaisseur visible de cet ensemble est d'environ 200m.

2. Le Crétacé

Le passage Jurassique supérieur - Crétacé inférieur est marqué par une zone d'alternance. Elle est composée de dolomies, de calcaires, de grès et d'argiles attribués au Néocomien.

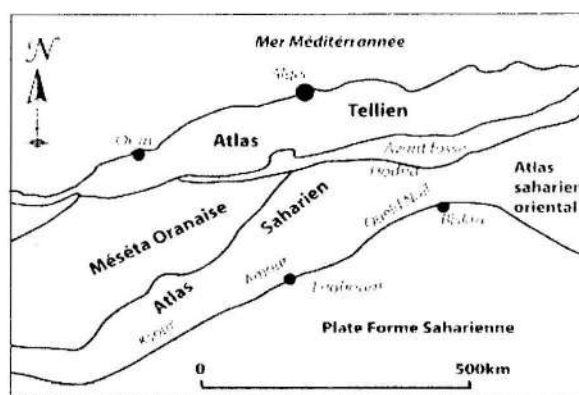


Fig. 2 - Localisation de la chaîne atlasique
Location of the geological whole atlasic chain of the North Algerian

a. Le Néocomien (Zone de transition)

La limite supérieure de cette zone est placée au dernier niveau carbonaté (fig.3, 4), au-dessus duquel commence une alternance de grès et d'argiles sableuses de milieu laguno - continental; ce dernier niveau pourrait appartenir au Barrémien (Emberger, 1960).

D'après nos observations sur le terrain, la série des alternances puissante de 250 m environ, repose sur les calcaires du Jurassique, elle est constituée:

1. de marnes vert jaunâtres litées présentant un débit en frites.
2. de calcaires parfois dolomitisés, montrant une évolution strato-décroissante.
3. d'argiles de couleur le plus souvent rouge-grenat.
4. de grès de couleur beige, dont l'épaisseur croît en montant dans la série, atteignant 50cm.

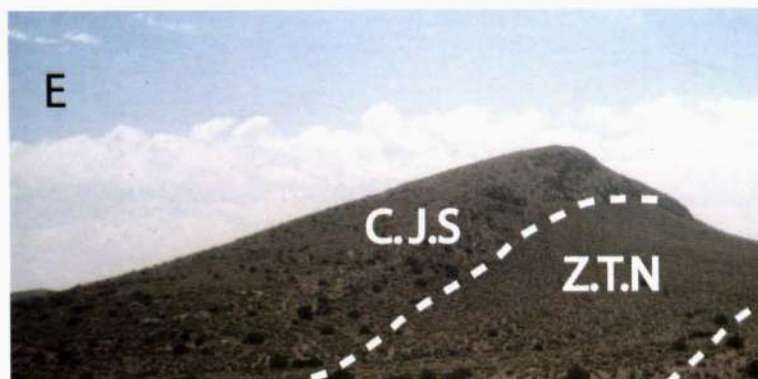


Fig. 3 - Limites entre les calcaires du Jurassique, la zone d'alternances du Néocomien et les grès du Barrémien.

Limits between limestones of upper Jurassic, the zone of alternations of Neocomian and the sandstones of Barremian

C.J.S : calcaire du Jurassique supérieur (*Limestone of upper Jurassic*)
 Z.T.N : zone de transition néocomienne (*Neocomian transition zone*)
 G.B : grès du Barrémien (*Sandstone of Barremian*)

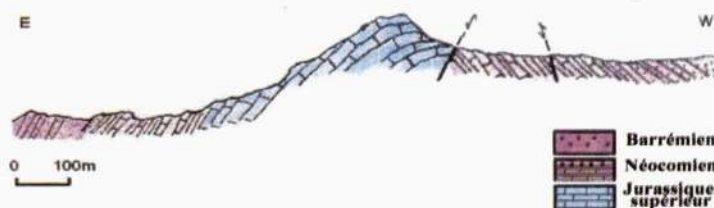


Fig. 4 - Coupe géologique de terrain représentant les différents termes jurassiques et crétacés.

The geologic cross-section showing the different series lithological

b. Le Barrémien

En plus de la disparition des bancs de calcaires, un banc-repère métrique de conglomérats souligne la fin de la zone de transition et le début du Barrémien.

Il est représenté par une série argilo-gréseuse très épaisse (plus de 350m), elle débute par des argiles vertes à jaunâtres légèrement gréseuses qui alternent avec des grès rouges. Au sommet de la série, les grès deviennent plus grossiers et s'enrichissent en dragées de quartz.

3. Évolution des environnements de dépôts

Au Jurassique supérieur- Crétacé inférieur, le milieu de sédimentation est franchement marin

de haute énergie. Ainsi, une nette tendance régressive caractérise cette période.

Cette évolution se traduit par la présence des dolomies, lumachelles et surtout un enrichissement en fossiles de types: Foraminifères arénacés-Huîtres, montrant que la région a été recouverte par une mer peu profonde au Néocomien.

Ce caractère néritique était constant durant tout le dépôt de la série néocomienne.

Une diminution progressive de la profondeur de la mer coïncide avec une période caractérisée par des apports gréseux et une tendance à l'émersion durant le Néocomien supérieur (Emberger, 1960 et Kazi Tani, 1970 ; Aït Ouali, 1982).

ÉTUDE DE LA RÉGION DE DJEBEL ER-RADJEL À DÉFORMATION POLYPHASÉE AVEC MISE EN ÉVIDENCE D'UNE INVERSION
TECTONIQUE (ATLAS SAHARIEN CENTRAL -ALGÉRIE)

D. ANALYSE STRUCTURALE

1. Introduction

Le but du travail consiste surtout à déceler et à analyser les déformations jurassiques et crétacées. La région du Djebel Er-Radjel est précisément une zone où ces déformations sont assez bien exprimées (fig.5).

Les études antérieures orientées surtout sur la stratigraphie, et la carte géologique au 1/200.000 de la région, soulignent un accident majeur sénestre de direction NNE-SSW qui recoupe longitudinalement la structure anticlinale du Djebel Er-Radjel (fig. 5 et 6).

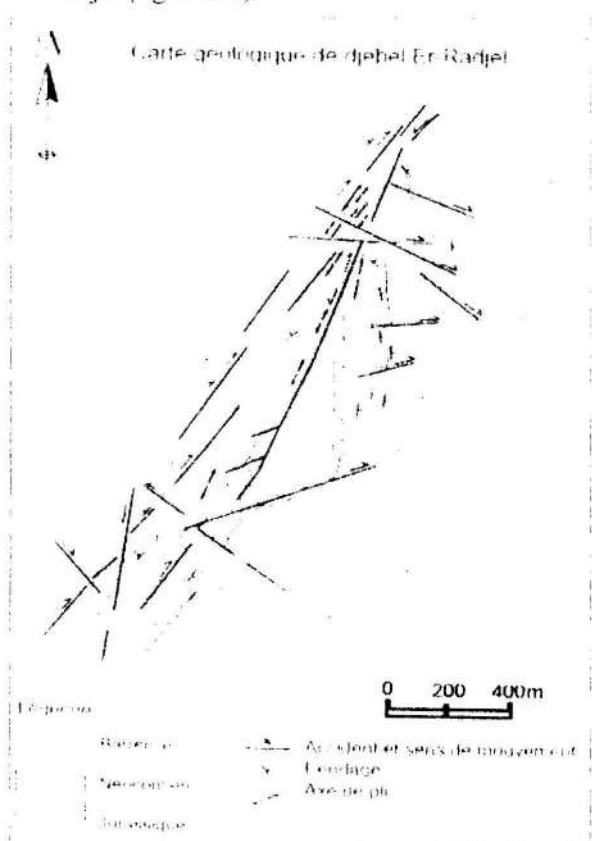


Fig. 5 - Carte géologique de Dj. Er-Radjel
Geological map of Dj. Er-Radjel

Notre travail s'oriente vers une étude structurale plus détaillée afin de distinguer les différentes phases de déformation, ainsi qu'une analyse de leurs géométrie et cinématique.

Cela permettra de corriger et compléter la carte géologique de Aïn Rich au 1/200.000, dans ce secteur (Basseto et *al.*, 1972).

Le Djebel Er-Radjel est une vaste aire anticlinale, dont le cœur est d'âge fini jurassique, il est tronqué longitudinalement par un accident, donnant naissance à une falaise à regard nord-ouest.

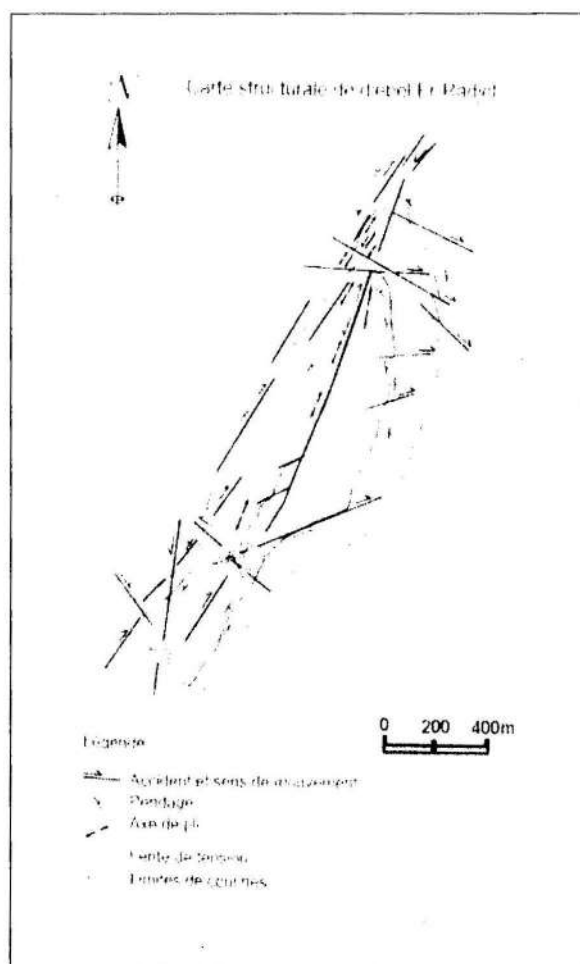


Fig. 6 - Carte structurale de Dj. Er-Radjel
Structural map of Dj. Er-Radjel

2. Analyse des éléments structuraux

L'étude géométrique englobe les structures tectoniques simples et les composites, alors que l'analyse cinématique détermine les indices de déplacement (stries-tectoglyphes- fentes de tension-crochons et lentilles,...). Elle donne la chronologie d'apparition des éléments structuraux et permet de proposer un modèle cinématique.

Les éléments structuraux analysés se résument à des structures cassantes (failles, fentes de tension et boudinage) et plicatives (plis) (fig.7, 8,9, 10 et 11).

a. Plis

Le Dj.Er-Radjel est une structure anticlinale affectée longitudinalement par un couloir d'accidents majeurs.

Sur le terrain, on remarque que les plis métriques sont essentiellement développés à l'intérieur de la zone de transition le long de ce couloir d'accidents majeurs.

- Plis majeurs

Le pli d'Er-Radjel, est un anticlinal d'ordre kilométrique, il est caractérisé par un flanc SE régulier, dont le pendage ne dépasse guère les 50°. Par contre son flanc NW est tronqué par un accident majeur, et il ne subsiste qu'une partie de la charnière (fig. 6 et 7).

La projection stéréographique des mesures des axes de plis prises au cœur du pli (calcaires du Jurassique supérieur) a donné un axe de 27 N010 (Stéréo.1), par contre la projection des axes de pli déduits dans les faciès de la zone d'alternance néocomienne, a donné un axe de 20 N030 et un plan axial N030 78SE (stéréo.2).

- Plis mineurs

Une analyse statistique quantitative des directions des axes et des plans axiaux des plis a été réalisée, regroupant d'une part les valeurs déduites

après projection stéréographique et d'autre part les valeurs directement mesurées sur les plis.

La projection des axes de plis sur canevas de Schmidt, montre que les valeurs sont très proches et que les champs de densité maximale sont presque confondus (stéréo.3).

Les moyennes des axes de pli et des plans axiaux sont respectivement 40° N042 et N027 80SE pour les valeurs déduites (stéréo.3 et 4), par contre, les valeurs mesurées varient de 35° N 050 à 40° N035 pour les axes de pli et de N030 à N050 pour les plans axiaux.

- Conclusion

Les plis mineurs observés sur le terrain, sont presque tous caractérisés par une charnière épaissie et des flancs amincis.

Les directions des axes de plis montrent deux directions principales :

- NNE (N010) : Elle caractérise le pli des terrains jurassiques.

- NE (N035-N050) : Elle correspond aux plis qui sont à l'intérieur du couloir de l'accident majeur et des terrains néocomiens.

A partir de l'analyse des plis, deux directions de raccourcissement maximal (Z) ont été déduites :

Z 1= E-W (N100)

Z 2= NW-SE (N315)

Ces deux directions de raccourcissement sont liées respectivement aux événements tectoniques d'âges néo-cimmérien et atlasique.

b. Fracturation

Un certain nombre d'indice de déformation cassante a été recensé sur le terrain.

ÉTUDE DE LA RÉGION DE DJIBEL ER-RAJDEL A DÉFORMATION POLYPHASÉE AVEC MISE EN ÉVIDENCE D'UNE INVERSION
TECTONIQUE (ATLAS SAHARIEN CENTRAL - ALGÉRIE)

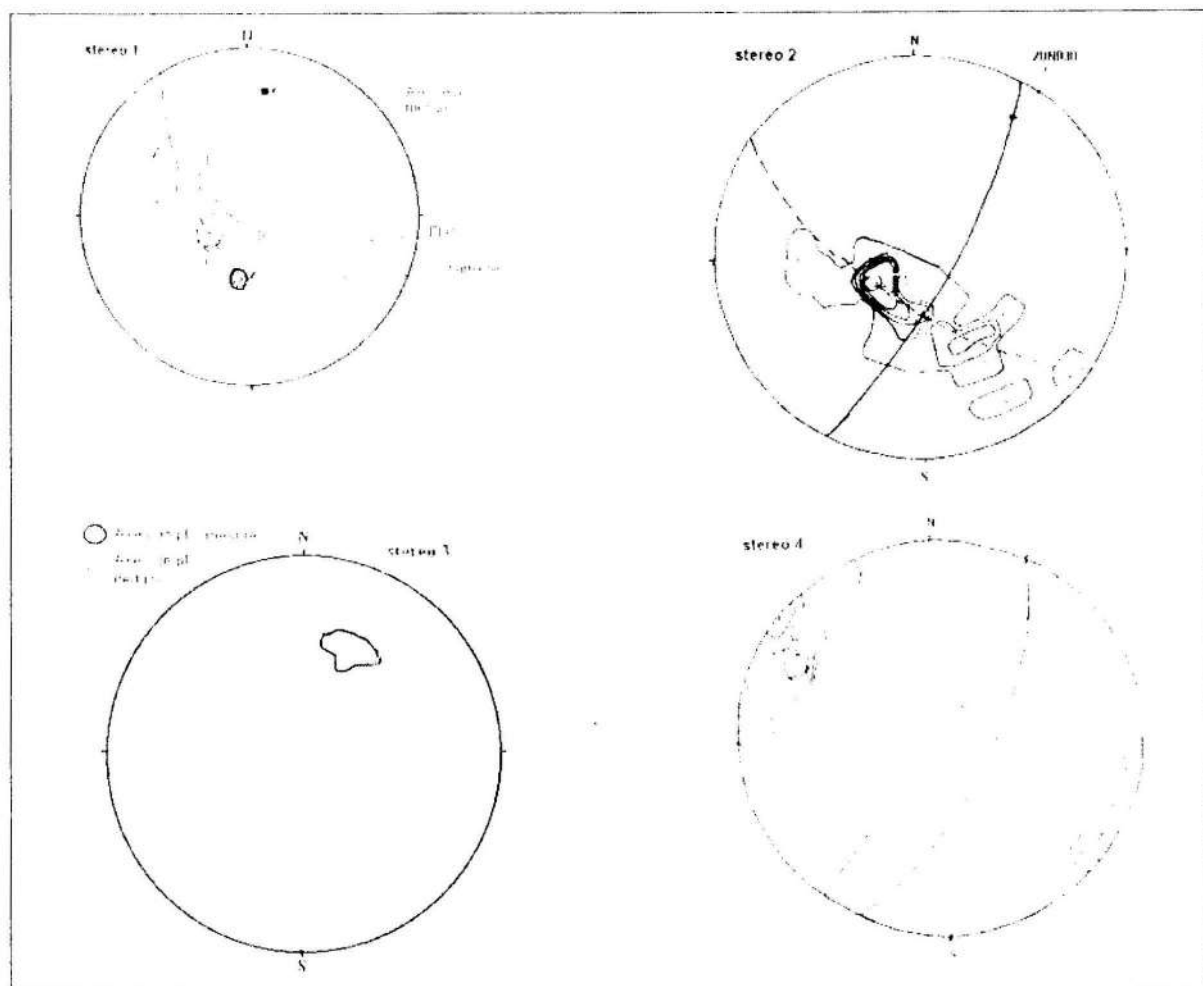


Fig. 7 - Axes de pli et plans axiaux déduits et mesurés, dans les terrains Néocomien et Jurassique (Hémisphère inférieur, canevas de Schmidt).

Distribution of the axial plans and fold axis (inferior Hemisphere)

Stéréo 1. Axes de pli mesurés dans le Jurassique (*Fold axis measured in Jurassic*)

Stéréo 2. Axes des plis déduits dans le Néocomien (*Fold axis deduced in Neocomian (zone de transition)*)

Stéréo 3. Axes des plis déduits et mesurés dans le Néocomien (*Fold axis deduced and measured in Neocomian*)

Stéréo 4. Plans axiaux déduits et mesurés dans les terrains néocomiens (*Axial plans deduced and measured in Neocomian*)

Divers marqueurs cinématiques ont permis de définir la direction et le sens des mouvements que nous essayerons d'analyser.

- Les décrochements

Ce sont les accidents les plus importants et les plus fréquents dans cette zone, ils ont une composante horizontale qui varie entre 0° et 45° (pitch), d'échelle métrique à kilométrique, ils sont simples ou conjugués.

L'analyse sur le terrain des différentes directions des accidents nous a permis de définir, à partir des décrochements simples et des décrochements conjugués, leurs caractéristiques géométriques et cinématiques.

Les décrochements majeurs simples de Dj. Er-Radjel

A partir des résultats des rosaces, nous avons analysé quelques exemples de décrochements représentant les diverses directions.

Grâce aux éléments structuraux relevés sur le terrain, telles que les figures sigmoïdes et les stries, nous avons déterminé avec précision le sens du mouvement.

La structure étudiée est affectée par trois grands cisaillements dont, deux sont presque confondus, mais avec des jeux contraires.

Le premier est un décrochement dextre qui décale la grande masse d'affleurement des calcaires et s'estompe dans la zone de transition. Il est orienté N060 à N080, avec un plongement de 60° NNW à 90° et un pitch de 10° N060.

Le second accident affecte le cœur de Dj. Er-Radjel, il tronque le pli majeur et le décale dans un mouvement sénestre. Il s'observe sous forme de reliques surtout dans les formations marneuses et marno-calcaires de la zone de transition, et dans les alternances de marnes et de calcaires situées au cœur du pli du Jurassique supérieur.

Il est décrochant à jeu sénestre orienté N050 et il est généralement vertical, avec un pitch de 5° N230 (fig. 8).

Cet accident majeur est probablement lié à la phase tectonique du Crétacé supérieur.

Le troisième, reprend l'accident décrit précédemment en oblitérant ses indices cinématiques et se présente sous forme de réseau dans un grand couloir. Il s'observe dans toutes les formations et il est le plus représentatif de la région.

Il est marqué par un jeu dextre d'orientation N040 à N050 et d'un plongement généralement fort à vertical vers le SE, le pitch des stries est de 25° N040 à N050; caractéristique de la phase atlasique (fig. 8).

Les décrochements conjugués

La projection des plans de décrochements conjugués, permet de déterminer les différentes directions principales des axes de la déformation (Arthaud, 1969).

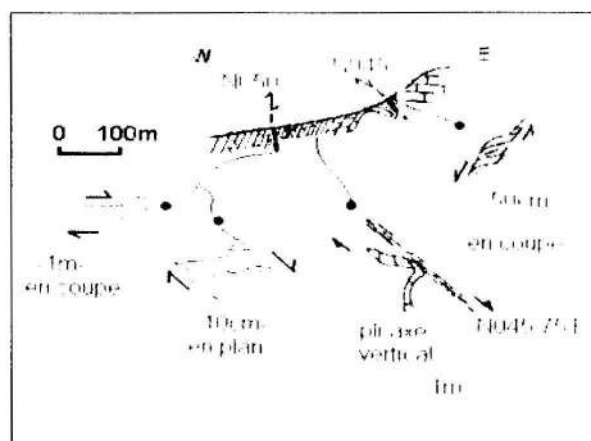


Fig. 8 - Coupe géologique et schémas montrant la direction de mouvement.

Geological Cross-section and diagrams giving the movement direction

ÉTUDE DE LA RÉGION DE DJEBEL ER-RADJEL À DÉFORMATION POLYPHASÉE AVEC MISE EN ÉVIDENCE D'UNE INVERSION
TECTONIQUE (ATLAS SAHARIEN CENTRAL - ALGÉRIE)

On constate qu'il existe deux familles de décrochements conjugués, avec parfois des mouvements contraires pour la même direction, c'est à dire sénestre et dextre.

On remarque également, grâce aux projections stéréographiques, que l'axe de raccourcissement maximum (σ_1) des familles conjuguées NE-SW dextre (N060-N080) avec les NW-SE sénestre (N120), est orienté WNW-ESE et varie de N100 à N110 (fig.9).

Pour les familles de décrochements N-S (N000) sénestres et les NW-SE (N300) dextres, les projections stéréographiques montrent une direction de raccourcissement NNW-SSE variant de N320 à N330 (fig.10).

Ces deux familles conjuguées sont respectivement caractéristiques des phases de déformation Néo-cimmérienne et Mio-pliocène.

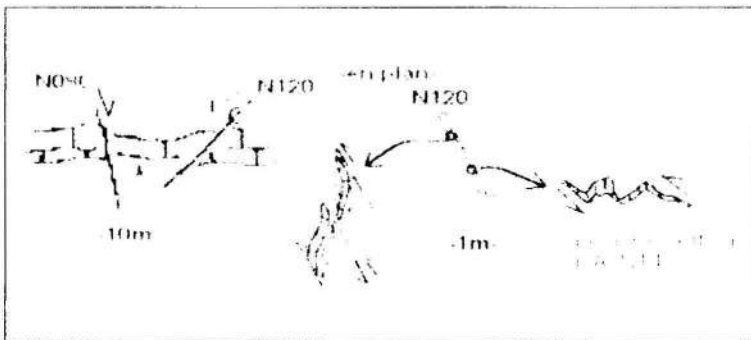


Fig. 9 - Diagramme et schémas illustrant les décrochements conjugués NE-SW dextre et NW-SE sénestre

Diagrams illustrating conjugate NE-SW dextral and NW-SE sinistral strike-slip faults

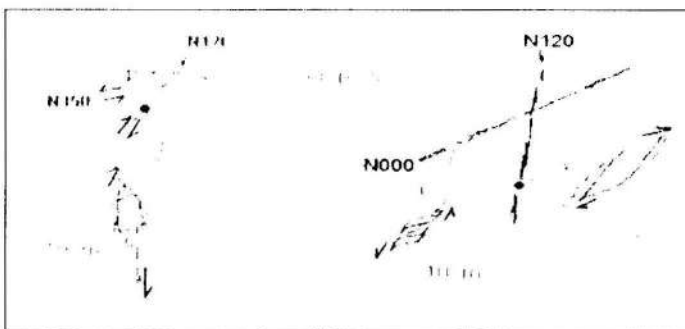
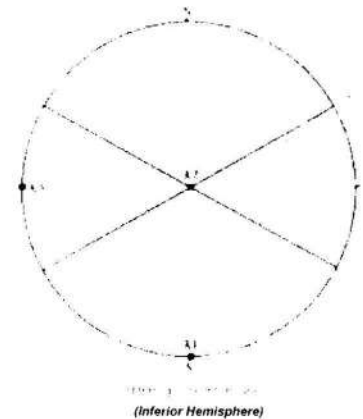
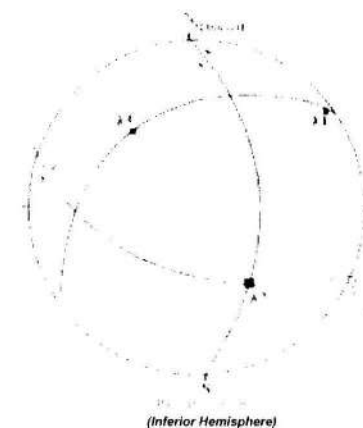


Fig. 10 - Diagramme et schémas représentant les décrochements conjugués N-S sénestres et NW-SE dextres.

Diagrams illustrating conjugate N-S sinistral strike-slip faults and dextral NW-SE faults



- Fentes de tension

Les fentes de tension s'observent uniquement dans les calcaires du Jurassique supérieur, elles se présentent en une seule famille ou en familles conjuguées. Elles se répartissent en deux catégories scalaires.

Des fentes de tension montrant des ouvertures qui atteignent le mètre, avec un remplissage en fibres ou en cristaux, de nature massive ou radiale.

L'ouverture s'est faite en plusieurs étapes avec remplissage soit de calcite, soit de minéraux opaques. La direction de l'axe de raccourcissement maximal (Z) est orientée N100 (fig. 11).

Des fentes de tension simples d'échelles centimétriques à décimétriques avec des axes de raccourcissement maximum (Z) : N300 et N000.

L'axe de raccourcissement déduit des familles en échelons conjuguées est orienté à N330 (fig. 11).

- Boudinage

On a rencontré ce type de structure dans la zone d'alternance, avec un axe d'étirement (X) orienté à N045.

C. DISCUSSION ET CONCLUSION

L'analyse des marqueurs structuraux nous a permis de mettre en évidence quatre phases de déformation distinctes, dont la chronologie a été établie cartographiquement à partir des terrains affectés d'une part, et d'autre part par analogie aux directions de contrainte retrouvées par ailleurs par les auteurs.

L'ensemble de ces résultats permet de distinguer différentes phases de déformation (fig. 12).

La phase la plus ancienne est localisée au passage Jurassique - Crétacé et se caractérise essentiellement par un pli majeur d'orientation N010 dans les faciès du Jurassique supérieur, un décrochement majeur N060 à N080 dextre qui décale l'axe du pli suscité, des décrochements

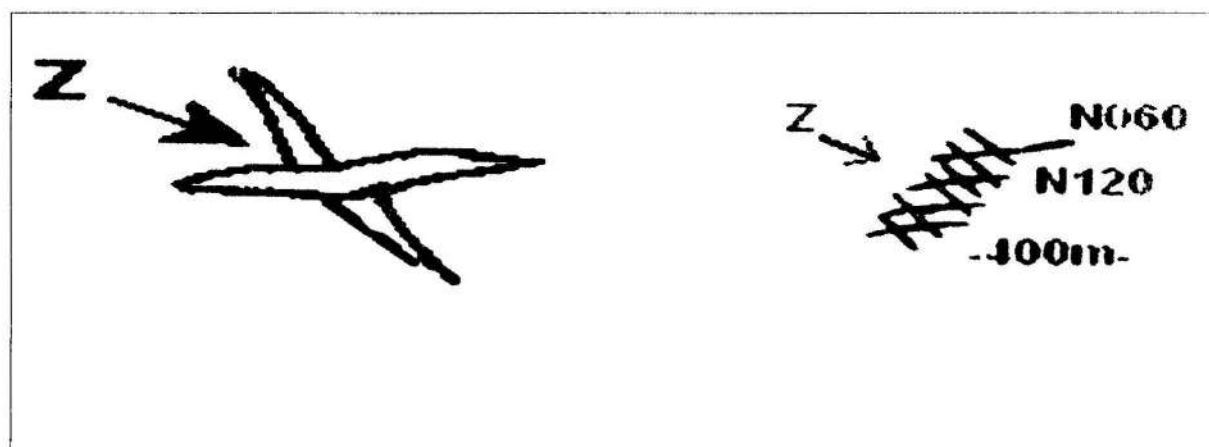


Fig. 11 - Axe de raccourcissement des fentes de tension

Shorting axis of the slits of tension

ÉTUDE DE LA RÉGION DE DJEBEL ER-RADJEL À DÉFORMATION POLYPHASÉE AVEC MISE EN ÉVIDENCE D'UNE INVERSION
TECTONIQUE (ATLAS SAHARIEN CENTRAL -ALGÉRIE)

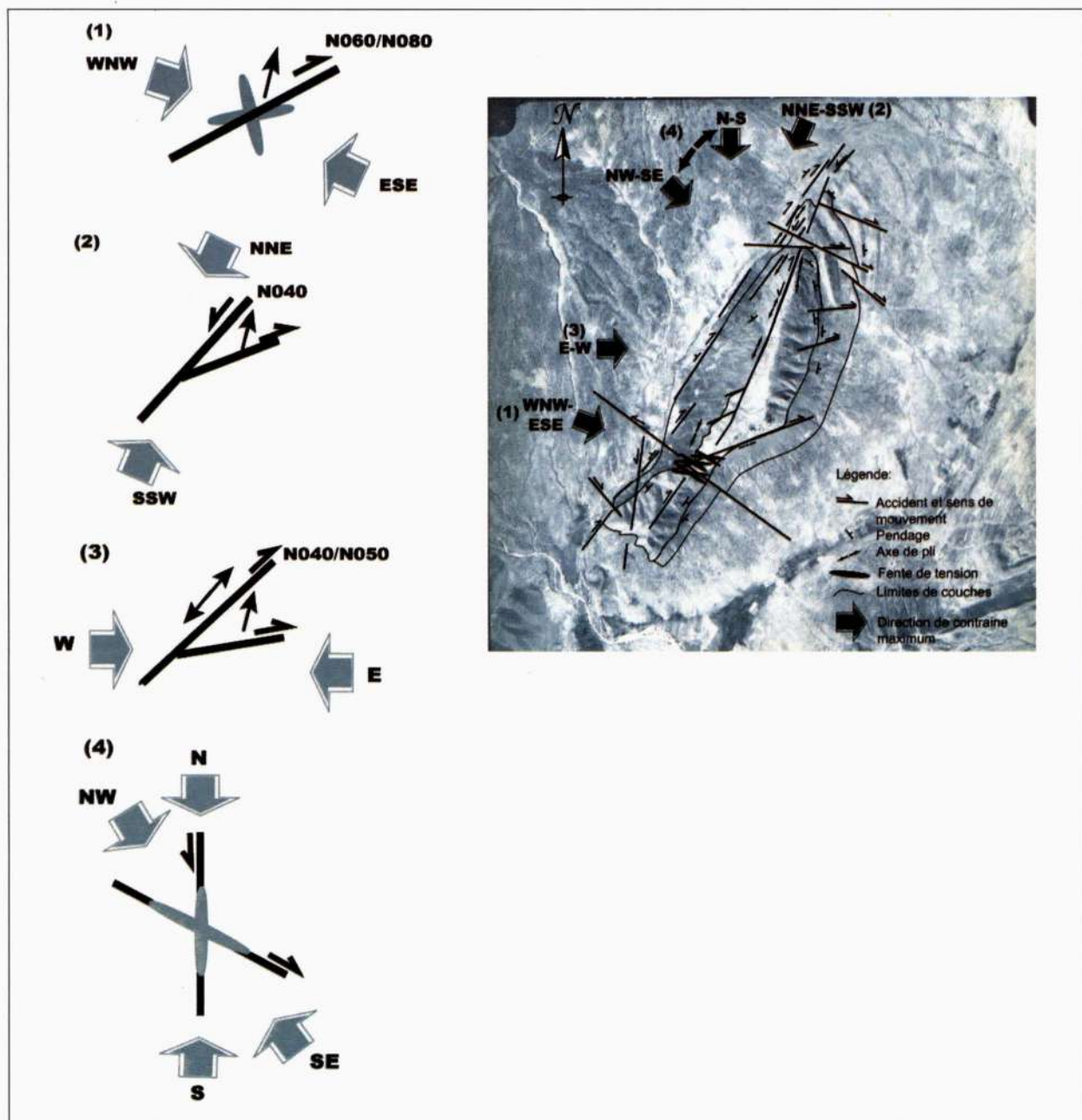


Fig. 12 - Direction des axes de déformation maximale sur la photographie aérienne de Djebel Er-Radjel.
Direction of the maximal deformation axis carried out from aerian-photo of Djebel Er-Radjel

conjugués mineurs N120 sénestres et N080 dextres, et des fentes de tension conjuguées de même direction.

Cette phase a été engendrée par un raccourcissement de direction WNW-ESE (N100-N110).

Elle est compatible avec un régime transpressif permettant la surrection précoce de Dj. Er Radjel par rapport aux régions voisines.

Il s'agit de la phase néo-cimmérienne (Jurassique supérieur/Crétacé) décrite et datée par Kazi Tani (1970) et Bettahar et *al.*, (2004).

La deuxième phase de déformation est caractérisée par un décrochement sénestre orienté N040 à rejet très important et tronque longitudinalement le pli majeur.

Il s'agit d'une phase transcurrente sénestre de direction NNE-SSW (N010) liée à la phase du Crétacé supérieur.

Elle a été décrite dans l'Atlas saharien par, Haddadi (1990) dans la région de Aïn Oghrab, Serir et Sekour (2003) dans la région de Koudiet Toualet et dans la région de transition Atlas saharien central- oriental (Chaïba- Mimouna) par Sebaïbi et Koptan (2003).

Elle rejoint ainsi les conclusions de Laville (1985) et Kazi-Tani (1986).

C'est la phase la plus marquée et la plus connue dans la région (phase atlasique). Elle correspond à la reprise du décrochement N040 sénestre par une bande de cisaillement à jeu dextre donnant un axe de déformation maximal E-W. Elle est aussi caractérisée par des décrochements de moindre ampleur orientés N080 dextres, des plis développés à l'intérieur du couloir de cet accident dont les axes de pli sont de direction N030 à N040 ainsi que

par les plis majeurs des terrains néocomiens d'orientation N035.

Cette phase est transpressive, avec un axe de raccourcissement maximum d'orientation E-W (N270) marquant ainsi une inversion tectonique dans la région à l'Eocène moyen-supérieur.

Elle a été définie pour la première fois dans l'Atlas saharien par Emberger (1960), ensuite, décrite dans la même région par Guiraud (1973, 1975 et 1990), Aissaoui (1984), Kazi Tani (1986), Bettahar (1996) et Bettahar et *al.*, 2002, ainsi que dans le nord de l'Algérie par Belhai et *al.*, (1990) dans le Chenoua et par Mahdjoub et *al.*, (1990) dans le massif de Petite Kabylie.

La dernière phase est caractérisée par un axe de déformation maximum variable orienté NW-SE à N-S (N330 à N000).

Elle est marquée par les décrochements N120 dextres et N000 sénestres, avec des fentes de tension dont l'axe de raccourcissement est N330 à N000 et un boudinage à axe d'étirement N045.

Cette phase de déformation a été attribuée au Mio-Pliocène dans les Aurès par H. Ghandriche (1991), dans l'Atlas saharien central par Kazi Tani (1986) et dans l'Atlas saharien occidental (région d'El-Kohol) par Habani et Medaouri (1994).

Elle a été mise en évidence et datée Miocène inférieur dans le nord de l'Algérie, dans les massifs de Petite et Grande Kabylie respectivement par Mahdjoub et *al.*, (1990), Bettahar (1990) et Aïté (1994).

Au terme de cette étude, un modèle de déformation peut être proposé.

Il s'inscrit dans un système de bassin en pull-apart, dont l'ouverture ayant fonctionné

ÉTUDE DE LA RÉGION DE DJEBEL ER-RADJEL À DÉFORMATION POLYPHASÉE AVEC MISE EN ÉVIDENCE D'UNE INVERSION
TECTONIQUE (ATLAS SAHARIEN CENTRAL -ALGÉRIE)

au Jurassique supérieur, dans un champ de contraintes orienté NE-SW.

La fermeture de ce bassin s'est faite par transpression dextre au cours de la phase atlasique à l'Eocène moyen, grâce à une inversion tectonique qui est le résultat d'une compression orientée E-W.

Par contre la structuration actuelle résulte de la phase Mio-Pliocène.

BIBLIOGRAPHIE.

- AISSAOUI, D., 1984.** Les structures liées à l'Accident Sud Atlasique entre Biskra et le Djebel Mandra. Evolution cinématique et géométrique. Doctorat 3^{ème} cycle. Thèse, Univ. Strasbourg, France.
- AÏTE, M.R., 1994.** Analyse de la micro-fracturation et paléococontraintes dans le Néogène post-nappes de Grande Kabylie (Algérie). Doctorat 3^{ème} cycle. Thèse, Univ. Maine, France.
- AIT OUALI, R., 1982.** Etudes des stades diagnostiques des séries carbonatées du Jurassique terminal des Monts des Aurès et des Ould Naïl. Doctorat 3^{ème} cycle. Thèse, USTHB, Algérie.
- ARTHAUD, F., 1969.** Méthode de détermination graphique des directions de raccourcissement, d'allongement et intermédiaire d'une population de faille. *Bull. soc. géol. fr.* (7), XI, 729-737.
- BASSETO, D ET GUILLEMOT, J., 1972.** Carte géologique de Aïn Rich 1/200.000.
- BELHAL, D., MERLE, O., SAADALLAH, A., 1990.** Transpression dextre à l'Eocène supérieur dans la chaîne des maghrébides. *C. R. Acad. Sc. Paris*, 310, 795-800.
- BETTAHAR, A., 1990.** Massif de Sidi Ali Bounab (Grande Kabylie). Mise en place d'un granite au cours d'un cisaillement tangentiel à vergence NW à W. Magister. Thèse, USTHB, Algérie.
- BETTAHAR, A., HABANI, H., MEDAOURI, M., 1996.** Analyse structurale d'un tronçon de l'accident sud atlasique El Kohol (Brézina) atlas saharien occidental (Algérie). *Bull. Serv. Géol. Algérie*. Vol. 8, n°1, pp. 81-94, 14 fig.
- BETTAHAR, A., TOUATI, M., BELMEDREK, O., 2002.** Survey on the behavior and oil potential of the south atlasic-Messad- Aïn rich area (Central Saharan Atlas). *Sixth international conference on the geology of the arab world. Cairo, Egypt.* Feb 11-14, 2002, pp54-55.
- BETTAHAR, A., TOUATI, M., BELMEDREK, O., 2002.** Survey on the section Messad- Aïn Rich (South Saharan Atlas). *Sixth international conference on the geology of the arab world. Cairo, Egypt.* Feb 11-14, 2002, p.
- BETTAHAR, A., BÊCHE, A. 2004.** Description of a tectonic inversion in an area with multiphase deformation Dj. Er-Radjel (Saharan Central Atlas, Algeria). 32nd IGC «from the mediterranean area toward a global». Florence, Italy. August 20-28, 2004, p.
- EMBERGER, J., 1960.** Esquisse géologique de la partie orientale des Monts des Ouled Naïl. *Pub. Serv. Géol. Algérie*. N. S. n°27.399p.
- GHANDRICHE, H., 1991.** Modalité de la superposition de structure de plissement. Chevauchement d'âge alpin dans les Aurès. Doctorat Es Sciences. Thèse, Univ. Orsay, France.
- GUIRAUD, R., 1973.** Evolution post-triasique de l'avant pays de la chaîne alpine en Algérie d'après l'étude du bassin du Hodna et des régions voisines. Doctorat Es Sciences. Thèse, Univ. Nice, France.
- GUIRAUD, R. 1975.** Evolution post-triasique de l'avant pays de la chaîne alpine en Algérie d'après l'étude du bassin du Hodna et des régions voisines. *Rev. Géogr. Phys. Géol. dyn.* Vol. xviii, fasc. 4, pp. 427-446.
- GUIRAUD, R., 1990.** Evolution post-triasique de l'avant pays de la chaîne alpine en Algérie d'après l'étude du bassin du Hodna et des régions voisines. *Pub. Office Nat. Algérie, Mém.* 3, 259.

- HABANI, H., MEDAOURI, M., 1994.** Analyse structurale d'un tronçon de l'accident Sud atlasique, El Kohol (Brezina). Atlas Saharien Occidental. *Ing. Mém. USTHB. Algérie.*
- HADDADI, A., 1990.** Etude de la structure sub-circulaire de Khangat Grouz, (Ain Orghrab, Bou Sâada), Atlas Saharien. *Ing. Mém. USTHB. Algérie*
- HERKAT, M., 1982.** Lithostratigraphie et sédimentologie des formations carbonatées du Jurassique supérieur des Monts des Ouled Naïl et de la terminaison Orientale du Dj. Amour (Atlas Saharien). *Doctorat 3^{ème} cycle. Thèse, USTHB. Algérie.*
- KAZI TANI, N., 1970.** 1^{er} sujet : Contribution à l'étude géologique du djebel Fernane et des Monts de Ben Srou (Etude sédimentologique et structurale). 2^{ème} sujet : Le paléomagnétisme : Méthodes et applications à la géologie. *Doctorat 3^{ème} cycle. Thèse, Univ. Alger. Algérie.*
- KAZI TANI, N., 1986.** Evolution géodynamique de la bordure Nord Africaine. Le domaine intra plaque Nord Algérie. Approche méga-séquentielle. *Doctorat Es Science. Thèse, Univ. Pau. France.*
- KOPTAN, A.A., SEBAIBI, A.S., 2003.** La zone de transition Atlas Saharien central-oriental pétrolier. *Ing. Mém. FSTGAT/USTHB. Algérie.*
- LAVILLE, E., 1985.** Evolution sédimentaire, tectonique et magmatique du bassin jurassique du Haut Atlas, Maroc : modèle en relais multiples de décrochements. *Doctorat Es Science. Thèse, Montpellier, France.*
- MAHDJOU, Y., MERLE, O., 1990.** Cinématique des déformations tertiaires dans le massif de Petite Kabylie. *Bull. Soc. Géol. France, (8), VI, N°4, pp.629-634.*
- SEKOUR, M., SERIR, H., 2003.** 1^{ère} partie: Etude structurale de Koudiat Toualat. 2^{ème} partie : Etude structurale et pétrographique du Trias de Zriguet (Atlas Saharien central). *Ing. Mém. FSTGAT/USTHB. Algérie*