

Structures de réactivation dans l'Atlas Saharien (Djebel Amour, Algérie) d'après l'analyse d'images SPOT et Landsat-TM

Par *NOUAR Omar*

Centre de Recherche en Astronomie Astrophysique et Géophysique
BP 63 Bouzaréah - Alger

ملخص:

إن دراسة منطقة جبال عمور بالأطلس الصحراوي بواسطة صور الأقمار الصناعية " لاند سات " (Landsat) و سبوت (SPOT) سمحت بالملاحظات التالية:
- وجود انطواءات موجهة 45° -N50° و منكسرة على طول محاورها؛
- تغيرات في كثافة الطبقات الرسوبية و عدم التناسق بينها بسبب هذه الإنكسارات.
هذه الانطواءات ناتجة عن تحركات الإنكسارات الكبرى في مرحلتين : مرحلة تباعدية و مزامنة للترسب ثم مرحلة ضغظية في طور ثاني.
مقارنة هذه الكيفية لتكوين الانطواءات مع نموذج معروف في الأطلس الأعلى بالمغرب الأقصى تسمح لنا اقتراح نموذج تكوين أشمل و متكامل مع النموذج المغربي.

Résumé :

Dans la région de Djebel Amour de l'Atlas Saharien, l'analyse combinée d'images de télédétection à haute résolution, SPOT et Landsat-TM , permet d'observer: premièrement des anticlinaux éjectifs à matériel jurassique orientés 45° à 50° N et faillés le long des axes; et deuxièmement des variations d'épaisseurs et des discordances progressives associées à ces failles. Ces anticlinaux sont le résultat de jeux de failles successifs, extensifs syn-sédimentaires puis compressifs. Ce modèle de formation a été déjà proposé pour le Haut Atlas au Maroc. Dans l'Atlas Saharien, ce sont toutefois les niveaux stratigraphiques supérieurs qui sont observés. Cette comparaison permet de proposer un modèle de formation complémentaire à celui déjà envisagé pour le Haut Atlas.

Mots clés: *Tectonique, Réactivation, Style éjectif, Télédétection, Atlas Saharien.*

Abstract :

In Djebel Amour of the Saharan Atlas, the combined analysis of high resolution remote sensing images, SPOT and Landsat-TM, allows to observe: first ejective style anticlines with Jurassic material oriented 45° to 50° N faulted along their axis; second thickness variations and progressive discordances in association to these faults. Those anticlines are the result of successive faults movements, syn-deposit extensive then compressive. This model has already been proposed for the High Atlas in Morocco. However, in the Saharan Atlas, the outcrops are representative of upper stratigraphic levels, so the model presented is complementary to that one envisaged for the High Atlas.

Introduction

Les premiers satellites Landsat, munis des capteurs MSS, se sont avérés utiles en géologie grâce à leur vue synoptique permettant des analyses d'ensemble. Cependant, leur faible résolution spatiale ne permettait pas l'observation d'objets géologiques de petites dimensions, tels que les bancs. Les nouveaux capteurs passifs Landsat-TM et SPOT ont, par leur résolution spatiale (30 mètres pour Landsat-TM et respectivement 20 et 10 mètres pour SPOT Multispectral et Panchromatique), la capacité de saisir plus de détails et d'aborder des études structurales plus fines, tout en gardant l'effet synoptique. De plus, la stéréoscopie résultant des visées obliques du satellite SPOT permet d'observer les objets géologiques en trois dimensions.

Dans les chaînes atlasiques d'Afrique du Nord, les structures de réactivation positive, c'est-à-dire la reprise en compression de structures extensives sont connues, plus particulièrement dans le Haut Atlas marocain (Proust, 1962; Mattauer et al., 1977; Laville et Armand, 1982; Chorowicz et al., 1982; Brede et Heintz, 1986; El Kochri et Chorowicz, 1988; Seufert, 1988)

ainsi que dans les Aurès (Bureau, 1986; Bureau & Lorenz, 1986) et en Tunisie (Turki et al., 1988; Gourmelen et al., 1989; Soyer et Tricart, 1989).

Ces structures ont une expression particulière en carte car elles comportent des anticlinaux étroits dont l'axe est parcouru par une faille et qui sont séparés par de larges synclinaux, formant le style éjectif (Stille, 1917).

Les anticlinaux sont disposés selon des directions majeures qui sont celles de failles normales synsédimentaires du Jurassique, délimitant des blocs basculés. La compression s'est exercée depuis la fin du Crétacé (Laville, 1978), principalement au Cénozoïque (Guiraud, 1973; Monbaron, 1982; Petit et al., 1985). Dans l'Atlas Saharien, les anticlinaux éjectifs sont mentionnés (Kazi-Tani, 1986) mais ne sont pas associés à de la réactivation positive.

Notre étude a pour objectif la mise en évidence et l'étude de certaines d'entre elles par l'utilisation combinée des images SPOT et des images Landsat-TM, dans la région du Djebel Amour de l'Atlas Saharien central.

I. - L'ATLAS SAHARIEN

Le Djebel Amour constitue un faisceau de plis centraux de l'Atlas Saharien, situés entre le Djebel Ksour au sud-ouest et le Djebel Oulad-Naïl au nord-est (Fig.1). Ces trois chaînons appartiennent à l'Atlas Saharien, allongé N60°, que l'on suit en Algérie de la région de Figuig au sud-ouest, dans le prolongement du Haut Atlas marocain, jusqu'au Hodna au nord-est où il est relayé par les Atlas aurésien et tunisien.

L'Atlas Saharien constitue le domaine méridional du système alpin algérien, bordé au sud par la plate-forme saharienne stable. Les deux domaines sont séparés par l'accident sud atlasique, qui est une ligne tectonique complexe, constituée de plusieurs structures qui se relaient. Plus au nord, se trouve la zone pré-atlasique, incluant (Guiraud, 1973) les Hauts Plateaux et des zones tabulaires, avec des structures larges et coffrées, perturbées par une halocinèse et des failles parallèles aux axes de plis.

La zone atlasique est structurée par des plis et des plis failles, formant deux familles orientées N40° et N60°, les premiers étant obliques par rapport à la direction générale de la chaîne et les seconds parallèles. Les anticlinaux sont étroits, parfois disposés en échelon, et ils séparent de larges synclinaux en cuvette, conférant à ces régions un style de type éjectif. Ces anticlinaux sont parfois déjetés, notamment dans la partie orientale de la chaîne (Guiraud, 1973).

Les terrains sédimentaires vont du Trias au Cénozoïque. D'une manière générale, des niveaux d'érosion différents font que le Jurassique affleure surtout dans l'Atlas Saharien occidental, le Crétacé n'apparaissant qu'à l'est du Djebel Ksour.

Le Trias forme des pointements gréseux et argilo-gypseux à salifères dont les surfaces et la forme varient mais dont l'origine tectonique, généralement diapirique, est reconnue. Au Lias, dans le Ksour et le Haut Atlas, la sédimentation est marquée par des dolomies, des calcaires dolomitiques et des calcaires noirs. Le Dogger est une alternance de marnes, de marno-calcaires et de calcaires. Il est bien représenté dans les Ksour avec une puissance de 2500m, et aussi dans le Djebel Amour où se trouvent des faciès de pro-delta (Abed, 1982), caractérisés par des argiles silteuses et des grès carbonatés alternant avec des calcaires massifs.

Le jurassique supérieur est représenté dans les Ksour par une séquence deltaïque complète (Delfaud, 1973). Plus à l'est, dans le Djebel Amour, le Malm a une puissance d'environ 1500 m, constitué par des calcaires de haute énergie, bioclastiques et à polypiers, alternant avec des épisodes gréseux dans le Kimméridgien notamment.

Au Crétacé inférieur, les influences gréseuses sont fortes notamment au Barrémien, où le flux deltaïque arrive sur la région des futurs monts des Oulad Naïl à l'est. L'épisode aptien est marqué par la présence d'une barre calcaire à orbitolines, quasi-constante dans tout l'Atlas Saharien.

Le Crétacé supérieur dans le Djebel Amour est marqué par une sédimentation de type lagunaire, caractérisée par des marnes gypseuses au Cénomaniens et des dolomies et du gypse au Sénonien.

L'Atlas Saharien doit ses traits tectoniques principaux à la phase atlasique, qui se serait produite au Lutétien (Guiraud, 1973). Cependant, il existe des phases précoces, notamment au Sénonien, responsables de bombements accompagnés de failles NW, NE à ENE, et des phases tardives au Miocène et au Pliocène (Guiraud, 1973).

II. - ANALYSE DES IMAGES

1) Données utilisées

Les données utilisées sont: - une scène SPOT-XS, kj. 50-282 du 23 Février 1986 (une des toutes premières scènes acquises par le satellite SPOT1); - une scène LANDSAT-TM, path and row 196-36 du 17 Mai 1986. La surface commune concernée par ces deux scènes couvre une partie du Djebel Amour. La carte géologique de Laghouat, au 1/200.000 établie en 1971, est l'unique soutien cartographique durant cette étude.

Un couple stéréoscopique a été réalisé à l'aide d'une image TM et d'une image SPOT-XS. Une grande partie de l'étude a porté sur la réalisation d'une carte géologique au 1/200.000 (Fig.2), à partir du couple ainsi obtenu.

Les traitements numériques ont été effectués sur les images Landsat-TM qui offrent plus de possibilités sur le plan spectral. Ce sont des traitements destinés à améliorer l'interprétation des images - étalement de la dynamique, automatiquement ou par paliers; - compositions colorées à partir de l'analyse en composantes principales et de transformations en intensité couleur saturation. Deux fenêtres localisées en figure 2 ont été particulièrement retenues, l'une dans le Djebel Zlakh (photo.1), l'autre dans le Djebel Mimouna.

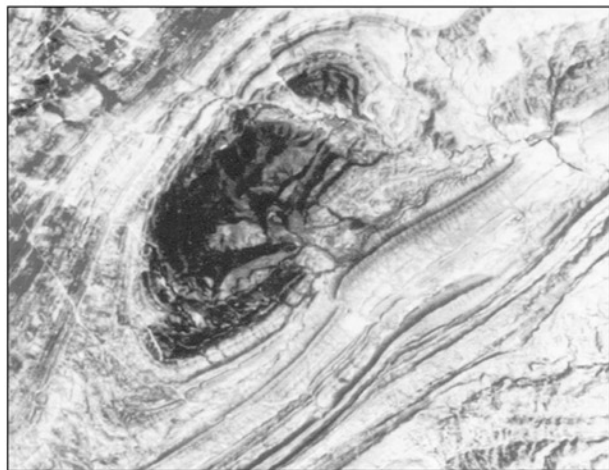


Photo1 : Extrait de l'image Landsat TM dans la zone de Djebel Zlakh

2) Observations clés

Dans la zone étudiée (Fig.2), le Djebel Amour est formé par des plis, orientés sensiblement NE-SW. Trois zones anticlinales sont séparées par les larges synclinaux d'Aflou et d'Ed Dor. Les coeurs anticlinales sont à matériel jurassique et les coeurs synclinaux à matériel du Crétacé. Les anticlinaux étudiés sont symétriques avec des pendages semblables de part et d'autre, et les variations de largeur d'affleurement mettent donc en évidence des variations d'épaisseur. Un diapirisme faisant remonter le Trias s'est développé dans la région.

Des modifications significatives ont été apportées à la carte préexistante, notamment par la mise en évidence de failles NE-SW qui longent les axes anticlinales ou les flancs des plis. Ces failles se trouvent presque systématiquement dans le Jurassique, et s'amortissent vers la limite Jurassique-Crétacé inférieur ou dans le Crétacé inférieur. Dans les Djebels Zlakh et Mimouna, ces failles sont en échelon. Des variations d'épaisseur et des changements de faciès sont liés aux plus grandes d'entre elles.

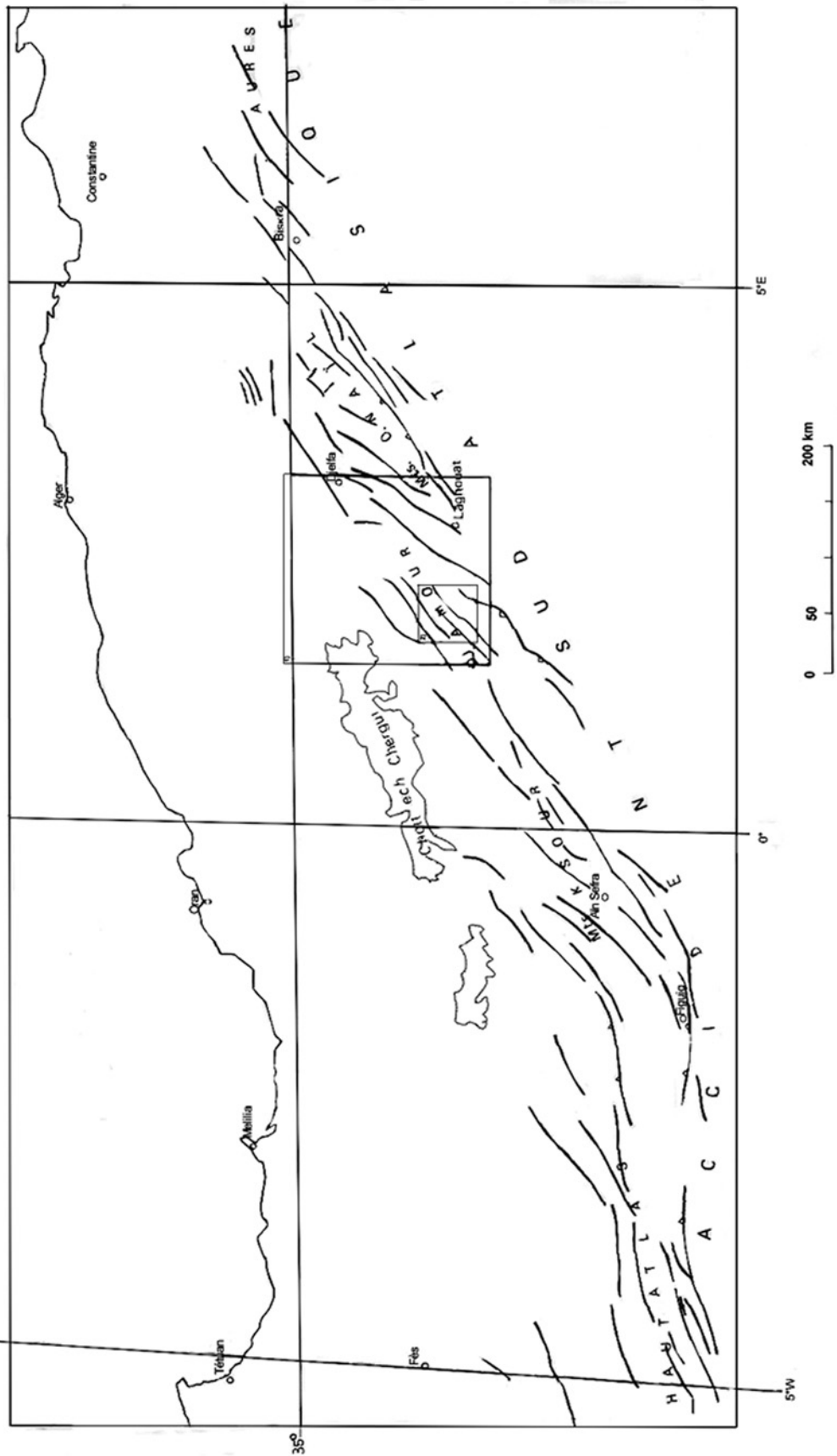


Fig 1. Schéma des principaux plis et chevauchements du Haut Atlas Oriental et de l'Atlas Saharien avec localisation des images utilisées. 1) Images Land-T M ; 2) Images SPOT.

- Légende**
- | | |
|----|-------------------------------------|
| 14 | Turonien |
| 13 | Cénomanién |
| 12 | Albien supérieur |
| 11 | Albien inférieur |
| 10 | Aptien |
| 9 | Valanginien - Barrémien |
| 8 | Portlandien - Berrassien |
| 7 | Kimméridgien terminal - Portlandien |
| 6 | Kimméridgien calcaire |
| 5 | Kimméridgien marmo-calcaire |
| 4 | Kimméridgien gréseux |
| 3 | Kimméridgien basal |
| 2 | Oxfordien |
| 1 | Trias |
-
- | | |
|--|--------------------|
| | Limite de couche |
| | Limite interprétée |
| | Banc repaire |
| | Discordance |
| | Faïlle |
| | Faïlle interprétée |
-
- | | |
|--|---------------------|
| | Pendages Horizontal |
| | Faible |
| | Moyen |
| | Fort |
| | Vertical |



D'après fanalyses d'images SPOT - XS et Landsat - TM
 Levé à l'échelle 1/200 000



Fig.2) Carte géologique de la zone d'étude (localisée fig.1) établie à partir de la carte "Laghoua"t au 1/200000 et de l'analyse des images

Le Djebel Chebka est un anticlinal étroit situé dans le nord-ouest de l'anticlinal du djebel Zlakh séparé de ce dernier par le large synclinal d'Alfou. Son axe à matériel de Jurassique supérieur est parcouru dans toute sa longueur par une faille N.40° qui s'amortit au sud-ouest entre le Valanginien-Barrémien et l'Aptien et qui devient diffuse au niveau des affleurements crétacés à la terminaison périclinale du djebel Gourou, où est observé un diapirisme. Les bancs de part et d'autre de la faille sont très redressés (Fig.4a), et le pli ne montre pas de véritable charnière. La faille est accompagnée dans le Kimméridgien de petites failles secondaires orientées N.120°.

Le cœur anticlinal du Djebel Zlakh est formé également de couches du Jurassique supérieur. Sa direction générale est N50° environ mais le cœur est déformé par de petites failles en échelon orientées N90° alors qu'apparaît un segment de faille de direction N.40°, sub-parallèle à l'axe du pli. L'une de ces failles orientées N90° est très nettement recouverte en discordance par des bancs marno-calcaires du Kimméridgien inférieur (5 sur la Fig.2) il s'agit donc d'une faille au moins jurassique qui a cessé de fonctionner au Kimméridgien. Une autre faille de cette famille est soulignée par du Trias diapirique. Des variations d'épaisseur d'un flanc à l'autre du pli sont bien visibles dans les couches du Jurassique, notamment dans le Kimméridgien marno-calcaire <5> et calcaire <6>. On note également un diapir situé à la fermeture ouest du pli.

L'anticlinal du Djebel Mimouna est parcouru dans toute sa longueur par une faille de direction N.45° qui longe le flanc nord au sud-ouest et se place plutôt dans le flanc sud au nord-est, là où la faille s'amortit dans le Kimméridgien supérieur. Une écaille de grès kimméridgiens affleure le long de cet accident. Deux autres failles situées plus au sud-est lui sont parallèles. Dans la partie sud-ouest du Djebel, le cœur à matériel oxfordien-kimméridgien inférieur est affecté par des failles N.80-90. La composante horizontale du rejet de ces failles est dextre, comme c'est le cas dans le Djebel Mimouna (Fig.2). L'une d'entre-elles tourne vers l'est et prend la direction N.110, parallèlement à une autre faille qui se branche à l'ouest sur la faille majeure, ces deux failles N.110 s'amortissant vers l'est dans le Kimméridgien. Le Kimméridgien marno-calcaire <5> est plus épais au sud qu'au nord du secteur d'amortissement.

Le synclinal étroit de Rbib est un brusque repli dans le flanc nord-ouest de l'anticlinal du Djebel Mimouna. L'anticlinal associé est parcouru le long de son axe par une faille qui s'amortit dans le Kimméridgien terminal-Portlandien basal.

IV.- DISCUSSION

1) Interprétation

Tous les anticlinaux de la zone étudiée sont associés à des failles ou à des zones de failles longitudinales. Les variations d'épaisseur de part et d'autre des accidents, la présence de discordances vers la limite Jurassique-Crétacé prouvent qu'il s'agit de failles normales synsédimentaires, actives dans la zone étudiée au moins de l'Oxfordien au Crétacé inférieur. Au cours du Crétacé inférieur les mouvements à composante verticale ont cessé le long de ces failles. La région a été reprise en compression au Lutétien (Guiraud, 1973) et les failles normales ont servi à ancrer les anticlinaux, avec sans doute un modeste rejeu inverse.

Les failles NE-SW sont les plus importantes et les anticlinaux se sont formés essentiellement selon cette direction. Par extrapolation à l'ensemble de l'Atlas Saharien, nous pouvons

considérer que tous les plis et les chevauchements qui leur sont associés, présentent les mêmes caractéristiques (Fig.1). Les directions structurales de l'Atlas Saharien sont donc héritées du dispositif jurassique. Certaines structures sont placées en bordure de la chaîne et parallèlement à sa direction d'ensemble N.60°, alors que d'autres, en position plus centrale, sont obliques, de tracé sigmoïdal et en échelon. Cette disposition suggère qu'au Jurassique un mouvement décrochant senestre accompagnait les mouvements verticaux le long des failles normales. L'Atlas Saharien était à cette époque un fossé à composante décrochante senestre, permettant un mouvement transtensif entre la zone pré-atlasique et la plate-forme saharienne.

Dans le Djebel Amour, il existe des failles de moindre importance orientées, situées à l'axe des anticlinaux. Elles sont associées aux failles longitudinales et représentent sans doute des failles conjuguées des failles majeures senestres, c'est-à-dire qu'elles auraient une composante horizontale du rejet dextre, comme c'est le cas dans le Djebel Mimouna (Fig.2). Dans le Djebel Zlakh, ces failles N.85°- 90° sont dans la zone d'amortissement du jeu synsédimentaire, à la limite Jurassique-Crétacé. Nous en concluons qu'à l'amortissement vers le haut de la faille majeure synsédimentaire ce sont les failles conjuguées qui s'expriment encore alors que, plus profondément, l'accident majeur sur lequel est ancré l'anticlinal est orienté NE-SW.

Des failles discrètes d'orientation N.80° qui traversent le synclinal d'Ed Dor ou l'anticlinal du Djebel Mimouna, pourraient être des failles transversales accommodant les mouvements des principaux blocs basculés, c'est-à-dire des failles de transfert plus ou moins parallèles au mouvement d'écartement entre les blocs pré-atlasique et de la plate-forme saharienne. Ces failles transversales sont en effet à chaque fois associées à une remontée axiale du synclinal ou de l'anticlinal attestant d'un régime de déformation au Jurassique plus compressif, donc plus décrochant que sur les autres failles.

Les terminaisons coordonnées et brusques de l'anticlinal du Djebel Zlakh et du synclinal d'Ed Dor, soulignées par un diapir de Trias, pourraient être dues à un accident transverse non affleurant, situé en profondeur. La brusque terminaison du synclinal du Djebel Gourou pourrait avoir une origine semblable.

2) Comparaison avec le Haut Atlas

Dans le Haut Atlas, les structures de réactivation sont décrites et argumentées par des observations de terrains (Proust, 1962; Mattauer et al., 1977; Laville et Harmand, 1982; Chorowicz et al., 1982; Jenny, 1984; Chorowicz et Medina, 1986; El Koehri et Chorowicz, 1988; Seufert, 1988). Des failles normales synsédimentaires, initiées dès le Trias supérieur ont fonctionné, pour certaines d'entre elles, jusqu'au Jurassique supérieur.

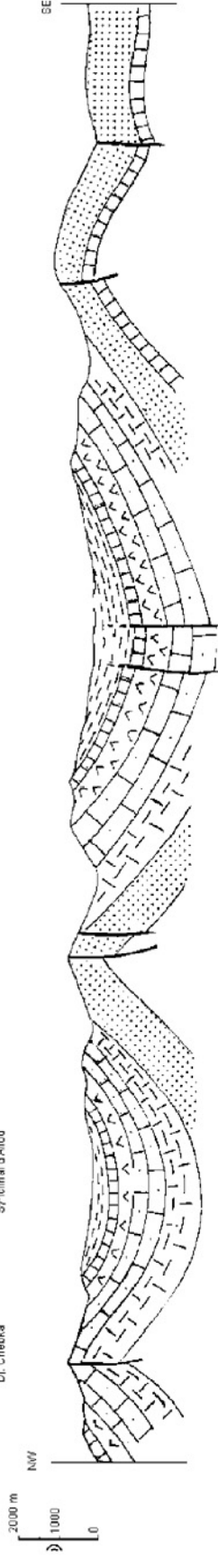
Elles ont ensuite été reprises en compression dès la fin du Crétacé, le maximum de compression se produisant au Cénozoïque (Monbaron 1982). Cependant, la plupart des anticlinaux du Haut Atlas sont érodés jusqu'au Lias supérieur et il en résulte: (a) la présence d'un style éjectif très bien marqué, les anticlinaux étant étroits et les synclinaux larges; (b) la difficulté d'analyser les parties supérieures des plis et leur genèse.

Dans l'Atlas Saharien, l'érosion étant dans l'ensemble plus modeste, on ne voit que la partie supérieure des plis. Le style éjectif est donc beaucoup moins net mais par contre, l'amortissement des failles vers le haut est bien observable.

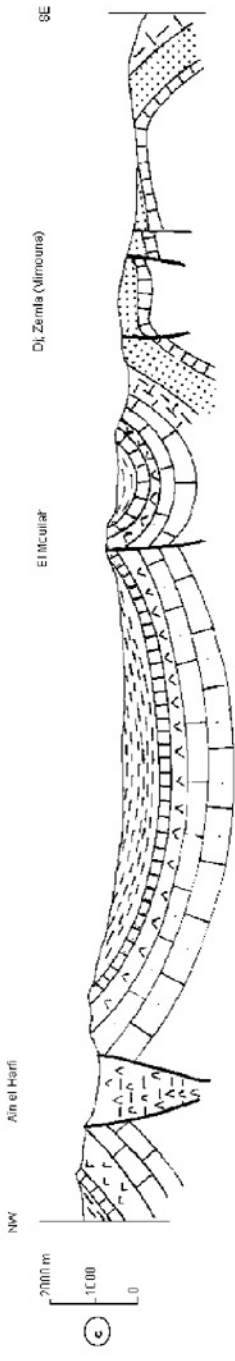
Dj. Zlakh
Synclinal de El-Dour
Dj. Mimouna



Dj. Chebka
Synclinal d'Alou
Dj. Zemla (Mimouna)



Ain el Harfi
El-Moular
Dj. Zemla (Mimouna)



- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9

Nous faisons l'hypothèse que le dispositif du Haut Atlas visible au Maroc est celui qui se trouve dans les parties profondes de l'Atlas Saharien en Algérie. Nous proposons donc un modèle de formation de ces plis, plus complet que celui qui avait été envisagé dans le Haut Atlas seul (Chorowicz et al, 1982).

3) Modèle de formation

Dans l'Atlas Saharien et le Haut Atlas, les plis se sont formés en deux temps où se succèdent extension synsédimentaire et compression.

A partir du Trias supérieur, ces régions ont été des fossés intracontinentaux, affectés de failles normales à composante décrochante. Les failles normales délimitaient des blocs basculés affectant le socle (Fig.4A). Après un épisode de rifting au Lias, les mouvements relatifs entre les blocs basculés se sont progressivement atténués au cours du Jurassique pour s'annuler au début du Crétacé (Fig.4A), la subsidence d'ensemble du bassin ne cessant qu'au Crétacé supérieur. Le dispositif sédimentaire était en éventail, les composantes normales du rejet se cumulant vers la profondeur et le pli d'entraînement lié au jeu de la faille normale étant plus marqué au niveau du Lias que dans le Jurassique supérieur.

La compression cénozoïque a réactivé légèrement les failles en inverse et l'ensemble s'est plissé (Fig.4B). Les synclinaux se sont formés entre les failles majeures ce qui a pour conséquence de situer les anticlinaux à l'aplomb de ces failles (Fig.4B). Certaines d'entre elles se terminent dans le Crétacé inférieur. L'érosion relativement faible dans l'Atlas Saharien a conservé les plis dans le Crétacé et permet d'observer le Jurassique supérieur et les parties hautes des anciennes failles normales (décrochantes) synsédimentaires. L'érosion beaucoup plus importante dans le Haut Atlas n'a laissé subsister que des anticlinaux étroits à coeur liasique, séparés par de larges synclinaux, formant un style éjectif.

Les pendages du Lias au contact de la faille majeure, déjà forts à la fin de la période de subsidence à cause du dispositif sédimentaire en éventail et de l'accentuation du pli d'entraînement de la faille normale avec la profondeur, se sont encore accentués en raison de la compression. Le faible rejeu inverse des failles normales n'a pas permis la formation de plis d'entraînement compressifs au niveau du Lias, alors que dans le Jurassique supérieur, les plis d'entraînement compressifs compensent ceux de la distension qui sont très faibles à ce niveau.

CONCLUSION

Les images Landsat-TM et SPOT, utilisées simultanément, sont suffisamment précises pour observer des bancs et des failles discrètes. Dans le Djebel Amour, des failles à faible rejet, parfois recouvertes en discordance par des bancs du Jurassique supérieur, ont été mises en évidence. Elles existent systématiquement le long des axes anticlinaux. Nous avons montré que: (a) ce sont des failles normales à composante décrochante, synsédimentaires au Jurassique supérieur au moins; (b) elles s'amortissent vers le haut à la limite Jurassique-Crétacé; (c) lors de la phase compressive paléogène, elles ont légèrement rejoué; (d) les synclinaux se sont formés entre ces failles et les anticlinaux à leur aplomb.

La comparaison avec le Haut Atlas au Maroc permet de proposer un modèle de formation des plis qui fait intervenir une tectonique extensive accompagnée de blocs basculés du Lias à la fin du Jurassique, la sédimentation se poursuivant jusqu'au Crétacé supérieur.

La compression du Cénozoïque a plissé ce dispositif. Les différences entre le Haut Atlas et l'Atlas Saharien sont surtout dues à la profondeur plus grande du niveau de l'érosion dans le Haut Atlas.

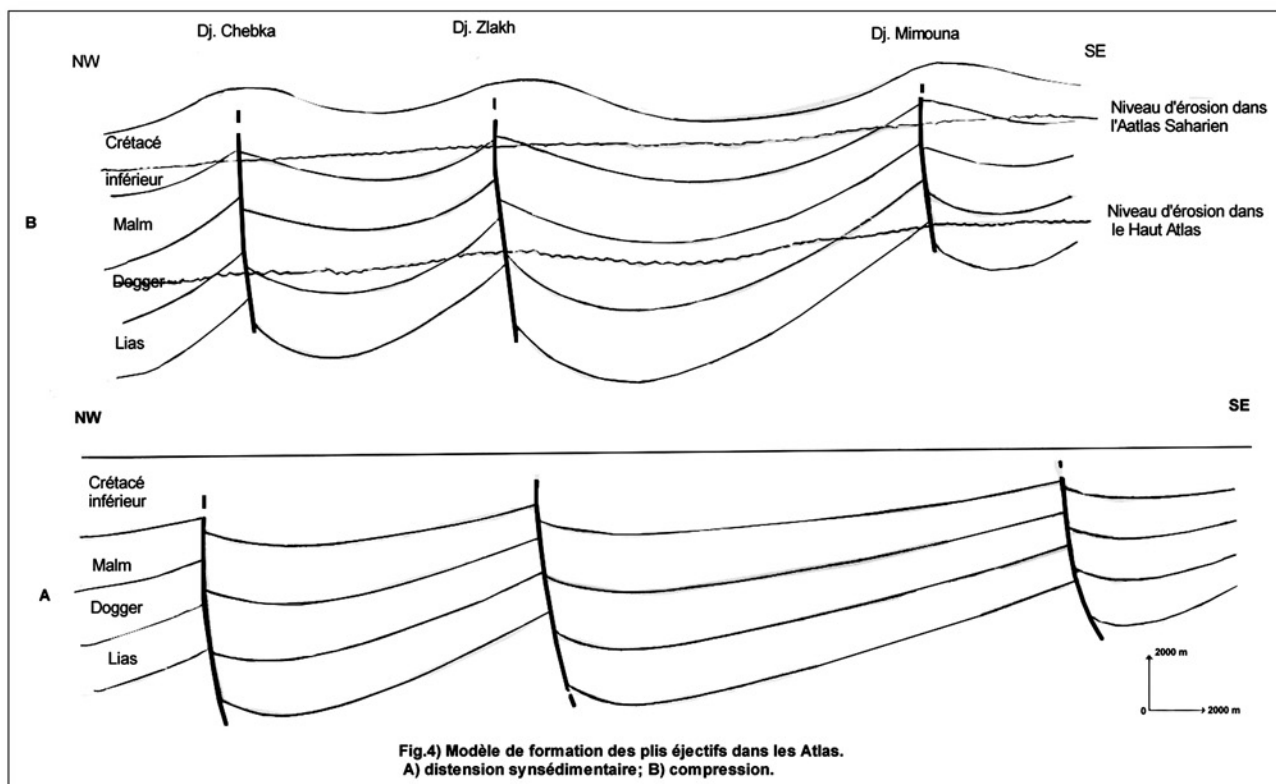


Fig.4) Modèle de formation des plis éjectifs dans les Atlas. A) distension synsédimentaire; B) compression.

Références Bibliographiques:

- * ABED S. (1982). - Lithostratigraphie et sédimentologie du Jurassique moyen et supérieur du Djebel Amour (Atlas saharien). - Th. 3ème cycle. Univ. de Pau.
- * BREDE R., HEINITZ W. (1986). - Zum Bau des Hohen Atlas Zwischen. Errachidia und Midelt (Marokko). - Berliner geowiss. Abh., im Druck, Berlin, (A), 66, pp. 433-454.
- * 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). - Th. doc. Etat, Univ. Paris 6, 441 pages.
- * BUREAU D et LORENZ C. (1986). - Dynamique structurale d'une couverture en blocs basculés synsédimentaires, lors d'une compression ultérieure. - C.R. Acad. Sc. Paris, t. 303, Série II, n°11.
- * CHOROWICZ J., ALEM E.M., BAHMAD A., CHARIAI H., EL KOCHRI A., MEDINA F., TAMAIN G. (1982). - Les anticlinaux éjectifs du Haut Atlas: résultats de tectoniques atlasiques superposées. - C.R. Acad. Sc. Paris. t. 294, 25 Janv. 1982, pp. 271-294.
- * DELFAUD J. (1973). - Sur l'appartenance de certains pseudo flyschs aux faciès pro deltaïque de plate-forme. - C.R. Acad. Sc. Paris t. 277, 1 Oct. 1973, Série D, pp. 1125- 112,.
- * GOURMELEN C., OUALI J., TRICART P. (1989). - Les blocs basculés mésozoïques dans l'axe nord-sud de Tunisie centrale° importance et signification. - Bull. Soc. géol. France, (8), V, 1, 117-122.
- * GUIRAUD R.(1973) - Evolution post-triasique de l'avant-pays de la chaîne alpine en Algérie d'après l'étude du Bassin du Hona et des régions voisines. - Th. Sc. nat. Nice, 270 pages.
- * EL KOCHRI A. et CHOROWICZ J. (1988). - Tectonique synsédimentaire et style éjectif dans la couverture mésozoïque du Haut Atlas Oriental (Maroc): exemple de la boutonnière de Mougueur. - Bull. Soc. géol. France, 1988, (8), t.IV, n°4, pp. 541-550.
- * KAZI-TANI N. (1986). - Evolution géodynamique de la bordure nord-africaine le domaine intra plaque nord algérien. Approche méga séquentielle. - Th. Doc. es sc. Univ. Pau. 2 vol. 870 pages.
- * MONBARON N. (1982). - Précision sur la chronologie de la tectogenèse atlasique; exemple du domaine atlasique mésogéen du Maroc - C.R. Acad. Sci., Paris, 294, pp. 883-886.
- * PETIT .P., RAYNAUD S. & CAUTRU J.P (1985). - Microtectonique cassante lors du plissement d'un conglomérat (Mio- Pliocène du Haut Atlas - Maroc). - Bull. Soc. géol. France, Paris, (8), I, 3, pp. 415-421.
- * PROUST F. (1962). - Tectonique de socle par failles inverses en liaison avec d'anciennes failles normales, dans le Haut Atlas (Maroc). - C.R. Somm. Soc. Géol. France, Paris, pp. 9-10.
- * SEUFERT G. (1988). - Jurassic sediments and synsedimentary tectonics in the Central High Atlas, Morocco. - Bull. Soc. géol. France. (8), t. IV, n°3, pp 375-390.
- * SOYER C. & TRICART P. (1989). - Tectonique d'inversion en Tunisie centrale. - Bull. Soc. géol. France, Paris, V, 4, pp. 829-836.
- * STILLE H. (1917). Injectivfaltung und damit Zusammenhängende Erscheinungen. - Geol. Rundsch., Stuttgart, 8, pp. 89-142.
- * TURKI M.M., DELTEIL J., TRUILLET R., YAICI C. (1988). - Les inversions tectoniques de la Tunisie centro-septentrionale. - Bull. Soc. géol. France. (8), IV, 3, 399-406.
- * JENNY J. (1984). - Dynamique de la phase tectonique synsédimentaire du Jurassique moyen dans le Haut Atlas central (Maroc). - Eclogae géol. helv., Bâle, 77, pp. 143-152.
- * LAVILLE E. (1978). - Incidence de jeux successifs d'un accident synsédimentaire sur les structures plicatives du versant nord du Haut Atlas central (Maroc). - Bull. Soc. géol. France, Paris, (7), XX, 3, pp.329-337.
- * LAVILLE E., HARMAND C. (1982). - Evolution magmatique et tectonique du bassin intracontinental mésozoïque du Haut Atlas (Maroc), un modèle de mise en place synsédimentaire de massifs anorogéniques liés à des décrochements. - Bull. Soc. géol. France, (7), XXIV, 2, pp. 213-227.
- * MATTAUER M., TAPPONNIER P., PROUST F. (1977).- Sur le mécanisme de formation des chaînes intra-continentales: l'exemple des chaînes atlasiques du Maroc. - Bull. Soc. géol. France, Paris, (7), XIX, 3, pp. 521-526.