

# LA DISTENSION TRIASIQUE CONTEMPORAINE DU RIFTING DE L'ATLANTIQUE CENTRAL DANS LE COULOIR D'ARGANA (HAUT ATLAS OCCIDENTAL, MAROC)

Fida MEDINA<sup>1</sup>

ملخص

فداء مدينة

التمدد الترياسي المتزامن مع انفتاح المحيط الاطلسي، في ممر أركانة (الاطلس الكبير الغربي، المغرب). تمكّن الدراسات البنيوية التحليلية المطبقة بممر أركانة، من وضع نموذج لنشاط الفوالق أثناء التمدد الترياسي المتزامن مع انفتاح المحيط الاطلسي الاوسط. نشاط معظم هذه الفوالق المزامنة للتربسب، توقف أثناء الترياسي الاعلى.

## RÉSUMÉ

L'application des méthodes d'analyse structurale dans le couloir d'Argana permet de dégager un modèle de fonctionnement des accidents pendant la distension triasique contemporaine du rifting de l'Atlantique central. Les accidents orientés NNE-SSW fonctionnent en failles synsédimentaires normales dextres, ceux de direction ENE-WSW à NW-SE en normales senestres, synsédimentaires pour la plupart. L'activité de la majorité des accidents cesse à la fin du Trias.

## SUMMARY

The triassic distension, contemporaneous of Central Atlantic rifting in the Argana corridor (western High Atlas, Morocco). Structural analysis methods applied to triassic rocks of Argana corridor, permit to draw up a fault-activity model during triassic distension, contemporaneous of Central Atlantic early rifting. Faults oriented NNE-SSW are synsedimentary normal dextral, those oriented ENE-WSW to NW-SE are synsedimentary normal sinistral. Activity of most of them ends during late triassic.

Dans l'ensemble de l'Atlas, de nombreux travaux montrent l'existence d'une forte activité distensive triasique, dont résulte l'apparition de fossés ENE-WSW recueillant d'épais sédiments détritiques rouges (PROUST, 1962; HUVELIN, 1973; BROWN, 1974 et 1980; PETIT, 1976; MATTAUER, et al., 1977; LAVILLE, 1981; BIRON, 1982; LAVILLE et al., 1982). Cette distension prépare l'incursion tethysienne du Lias inférieur dans le Haut Atlas central et oriental et dans le Moyen Atlas. Dans le Haut Atlas occidental, la distension correspond aux premières étapes de l'ouverture d'un vrai océan : l'Atlantique central. Elle y est accompagnée par une importante subsidence et une importante fracturation que la tectonique tardive tertiaire n'a guère modifiée, d'où l'intérêt que revêt l'étude de la fracturation dans le couloir d'Argana pour la compréhension des mécanismes liés au rifting de l'Atlantique pendant le Trias.

## LOCALISATION

Le couloir d'Argana est une longue dépression NNE-SSW, entaillée par l'oued Issène dans le Permo-Trias. Il est dominé à l'Est par les hauts reliefs paléozoïques du massif du Tichka at-

<sup>1</sup> Département de Télédétection, Institut Scientifique, Avenue Ibn Batouta, B.P. 703 RABAT-Agdal.

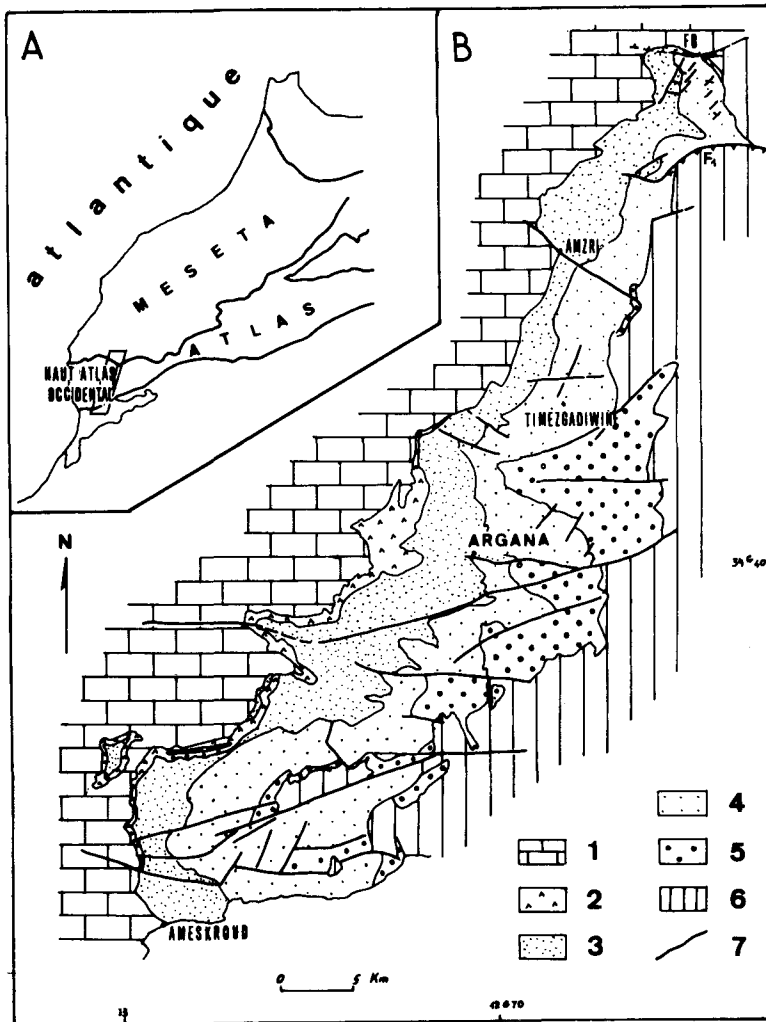
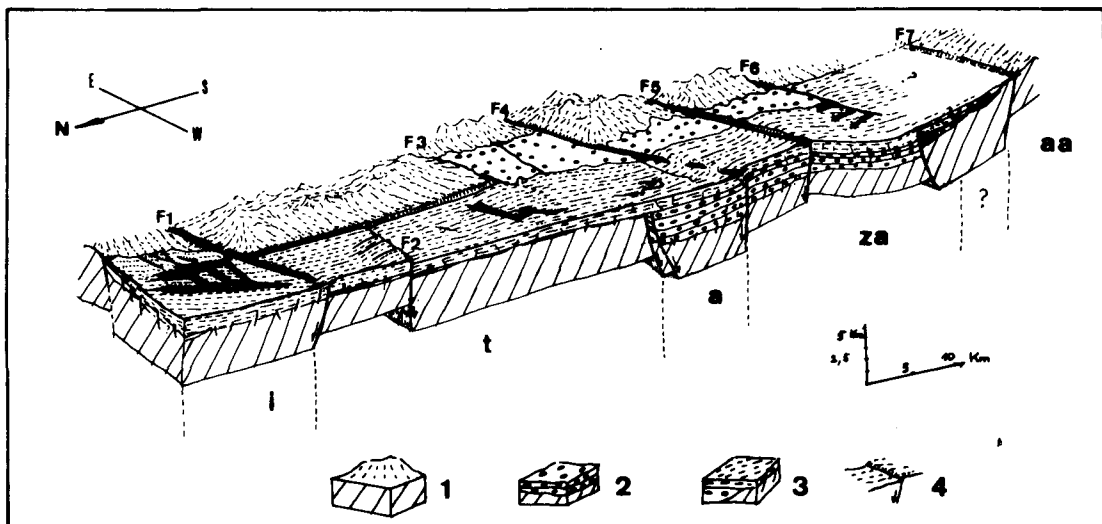


Figure 1:A, localisation du couloir d'Argana; B, schéma géologique simplifié. 1, Jurassique et Crétacé; 2, basaltes doléritiques; 3, Formation de Bigoudine; 4, Formation de Timezgadiwine (ou Timezgadiwine); 5, Formation d'Ikakern; 6, socle paléozoïque; 7, accidents principaux.

Figure 2: Bloc-diagramme schématique de l'état du domaine à la fin du Trias. 1, socle paléozoïque; 2, Formation d'Ikakern; 3, Formation de Timezgadiwine et Formation de Bigoudine; 4, failles principales. Blocs: i, Irohalène; t, Timezgadiwine; a, Argana; za, Zone axiale; aa, domaine anti-atlasique. Failles: F1, faille du Tizi n'Machou; F2, faille d'Amzri; F3, faille de Timezgadiwine; F4, accident de Bigoudine; F5, faille d'Iferd; F6, faille de l'Oued Issene; F7, accident "sud-atlasique" (?).



teignant 3551 m, et à l'Ouest par la corniche de Jurassique supérieur (1400-1500m). Sa longueur totale est proche de 70 km pour une largeur de 5 à 15 km (fig. 1).

Les terrains permo-triasiques font partie de la couverture mésozoïque du "Bassin du Sud-Ouest marocain", de dépendance atlantique, qui s'étend entre El Jadida et Agadir. Ces terrains ont fait l'objet de plusieurs travaux concernant la stratigraphie et la paléontologie (DEFRETIN, 1951; DUFFAUD, 1960; DUTUIT, 1964-76; TIXERONT, 1973), et plus rarement la tectonique (BROWN, 1974 et 1980).

### CADRE STRATIGRAPHIQUE

La succession sommaire des terrains attribués au Permo-Trias (fig.1), est la suivante d'après BROWN (1980) :

- à la base, un ensemble grossier conglomératique puis gréseux (Formation d'Ikakern), discordant sur le Paléozoïque, épais de 3500m au maximum. Les grès ont fourni *Voltzia heterophylla* BR. (DE KONING, 1957);
- au milieu, un ensemble plus fin, discordant sur le premier (Formation de Timezgadiwine).. Il regroupe des pélites brunes à la base puis des argiles et des grès rouges. L'épaisseur est de 1000m en moyenne. Les argiles ont livré une abondante faune de Vertébrés triasiques (DUTUIT, 1964-76);
- au sommet, un ensemble discordant en partie sur les deux autres (Formation de Bigoudine). Des grès roses puis bruns et des argiles à Esthéries en font partie. Une coulée de basaltes doléritiques (limite Trias-Lias selon AMBROGGI, 1963 et MANSPEIZER et al., 1978) surmonte cet ensemble épais de 1000m.

### LES DIFFÉRENTES STRUCTURES

La structure du couloir d'Argana est une structure faillée, les quelques plis observables n'étant, en général, que des crochons liés aux accidents. Trois directions principales se dégagent d'après la consultation des cartes géologiques, l'observation des photographies aériennes et celle des images spatiales. Elles s'orientent à N010-045, N120-130 et N060-100; cette dernière, de loin la plus importante, délimite du Nord au Sud les blocs suivants (fig.2) :

- le bloc des Irohalène (i);      - le bloc de Timezgadiwine (t);
- le bloc d'Argana (a);              - la zone axiale (za).

### DESCRIPTION SOMMAIRE DES STRUCTURES

#### DANS LE BLOC DES IROHALENE

##### 1. Les failles bordières

La flexure bordière (fig. 1, FB) correspond dans ce bloc à l'ennoyage du Trias vers le Nord sous le Jurassique et le Crétacé. Elle s'exprime sous la forme d'une flexure évoluant vers l'Est en faille inverse. Les discordances progressives observables dans le Jurassique et à la base du Crétacé, ainsi que les variations des épaisseurs militent en faveur d'un paléojou jurassique normal, compartiment nord affaissé. Aucune trace d'activité triasique, pourtant probable, n'est visible.

La faille du Tizi n'Machou (fig. 1 et fig. 2, F1) est à jeu inverse vers l'Est et normal à l'Ouest, où le dernier niveau de Trias la fossilise. Il s'agit donc d'une paléofaille normale triasique reprise partiellement en faille inverse par la tectonique tardive.

teignant 3551 m, et à l'Ouest par la corniche de Jurassique supérieur (1400-1500m). Sa longueur totale est proche de 70 km pour une largeur de 5 à 15 km (fig. 1).

Les terrains permo-triasiques font partie de la couverture mésozoïque du "Bassin du Sud-Ouest marocain", de dépendance atlantique, qui s'étend entre El Jadida et Agadir. Ces terrains ont fait l'objet de plusieurs travaux concernant la stratigraphie et la paléontologie (DEFRETIN, 1951; DUFFAUD, 1960; DUTUIT, 1964-76; TIXERONT, 1973), et plus rarement la tectonique (BROWN, 1974 et 1980).

### CADRE STRATIGRAPHIQUE

La succession sommaire des terrains attribués au Permo-Trias (fig.1), est la suivante d'après BROWN (1980) :

- à la base, un ensemble grossier conglomératique puis gréseux (Formation d'Ikakern), discordant sur le Paléozoïque, épais de 3500m au maximum. Les grès ont fourni *Volttzia heterophylla* BR. (DE KONING, 1957);
- au milieu, un ensemble plus fin, discordant sur le premier (Formation de Timezgadiwine). Il regroupe des pélites brunes à la base puis des argiles et des grès rouges. L'épaisseur est de 1000m en moyenne. Les argiles ont livré une abondante faune de Vertébrés triasiques (DUTUIT, 1964-76);
- au sommet, un ensemble discordant en partie sur les deux autres (Formation de Bigoudine). Des grès roses puis bruns et des argiles à Esthéries en font partie. Une coulée de basaltes doléritiques (limite Trias-Lias selon AMBROGGI, 1963 et MANSPEIZER et al., 1978) surmonte cet ensemble épais de 1000m.

### LES DIFFÉRENTES STRUCTURES

La structure du couloir d'Argana est une structure faillée, les quelques plis observables n'étant, en général, que des crochons liés aux accidents. Trois directions principales se dégagent d'après la consultation des cartes géologiques, l'observation des photographies aériennes et celle des images spatiales. Elles s'orientent à N010-045, N120-130 et N060-100; cette dernière, de loin la plus importante, délimite du Nord au Sud les blocs suivants (fig.2) :

- le bloc des Irohalène (i);      - le bloc de Timezgadiwine (t);
- le bloc d'Argana (a);              - la zone axiale (za).

### DESCRIPTION SOMMAIRE DES STRUCTURES

#### DANS LE BLOC DES IROHALENE

##### 1. Les failles bordières

La flexure bordière (fig. 1, FB) correspond dans ce bloc à l'ennoyage du Trias vers le Nord sous le Jurassique et le Crétacé. Elle s'exprime sous la forme d'une flexure évoluant vers l'Est en faille inverse. Les discordances progressives observables dans le Jurassique et à la base du Crétacé, ainsi que les variations des épaisseurs militent en faveur d'un paléojou jurassique normal, compartiment nord affaissé. Aucune trace d'activité triasique, pourtant probable, n'est visible.

La faille du Tizi n'Machou (fig. 1 et fig. 2, F1) est à jeu inverse vers l'Est et normal à l'Ouest, où le dernier niveau de Trias la fossilise. Il s'agit donc d'une paléofaille normale triasique reprise partiellement en faille inverse par la tectonique tardive.

## 2. Failles intra-bloc

Le bloc des Irohalène montre de nombreuses failles conjuguées à N030 et N070 dans les pélites brunes, et à N010-020 et N100 dans les argiles rouges et les grès roses. Une importante faille à N030 recoupe ce réseau. Le conglomérat attribué au Dogger scelle l'ensemble.

Les failles à N010-030 sont à jeu normal dextre/dextre normal, celles à N070-090 sont à jeu senestre normal/normale senestre. La direction d'extension déduite d'après le traitement des mesures par la méthode des dièdres droits (ANGELIER & MECHLER, 1977), s'oriente entre N110 et N150 suivant les sites (fig.3). L'estimation des rejets et des pendages moyens des plans de faille permet d'évaluer l'allongement à 5% au maximum.

## DANS LE BLOC DE TIMEZGADIWINE

### 1. L'accident d'Amzri

Cet accident de direction N120 (fig. 1 et fig. 2, F2) se présente dans le Trias sous l'aspect d'une faille normale et dans le Jurassique sous la forme d'une flexure synsédimentaire qui engendre des discordances et des biseaux stratigraphiques. Elle est reprise par la tectonique tardive en vaste anticlinal dissymétrique. Le jeu est essentiellement jurassique ; cependant, un jeu triasique ne peut être exclu : les niveaux triasiques montrent des épaisseurs différentes dans les deux compartiments.

### 2. L'accident de Timezgadiwine

De part et d'autre de cet accident de direction N070-080, la Formation d'Ikakern montre une très grande différence des épaisseurs (fig.2). Dans le compartiment nord, la formation est presque absente et c'est la Formation de Timezgadiwine qui repose parfois directement sur les terrains paléozoïques. Dans le compartiment sud la Formation d'Ikakern atteint 3500m.

Les différentes branches de l'accident de Timezgadiwine s'arrêtent à la base de la Formation de Timezgadiwine par amortissement sommital de faille normale. Aucun rejeu tardif ne se manifeste.

## DANS LE BLOC D'ARGANA

### 1. L'accident de Bigoudine

Elément structural majeur de la région (fig.2, F4), cet accident sépare la zone à collines modestes de celle à grands reliefs où les séries se trouvent rehaussées de 500m. Il se présente dans le Trias tantôt en flexure simple, tantôt en une série de failles cachetées normales à pendage nord. Dans le Paléozoïque et dans le Jurassique, il apparaît plutôt comme une faille inverse, traduisant un rejeu tardif lors des phases compressives (fig.1B, F4). Dans la portion de l'accident qui est visible dans le Trias, la tectonique tardive est quasiment absente.

### 2. Failles intra-bloc

Plusieurs failles d'allure conjuguée apparaissent dans le bloc d'Argana. Elles s'orientent à N010-020 et à N070-090. L'examen des stries montre qu'il s'agit de failles normales décrochantes triasiques reprises en décrochements de faible ampleur par la tectonique tertiaire. La direction d'extension est voisine de celle déterminée dans le bloc des Irohalène (cf. fig. 3).

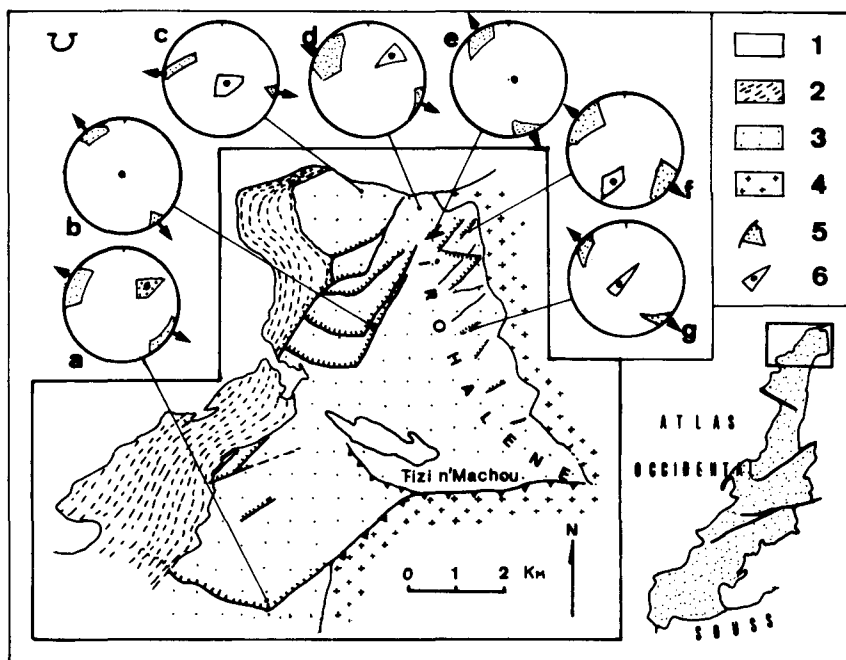


Figure 3: Distribution des directions d'extension dans la vallée des Irohalène pendant le Trias. 1, terrains post-triasiques; 2, argiles rouges terminales; 3, reste des terrains triasiques; 4, socle paléozoïque; 5, compartiment en compression; a à g, diagrammes des mesures microtectoniques recueillies sur les miroirs de faille (canevas de Wulff, hémisphère inférieur).

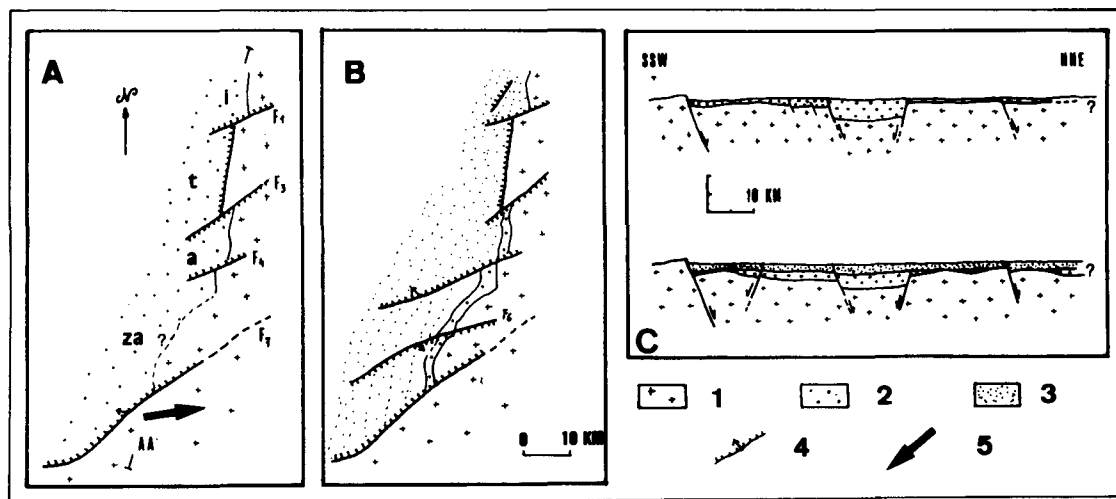


Figure 4: Etat du domaine au Trias inférieur (?) (A), au Trias supérieur (B) et coupes respectives (C). 1, socle paléozoïque; 2, Formation d'Ikarkern; 3, Formations de Timezgadiwine et de Bigoudine; 4, faille normale avec strie moyenne; 5, mouvement supposé du bloc anti-atlasique. (Pour i, t, a, za, voir fig. 2)

## DANS LA ZONE AXIALE

L'accident le plus important de la région est celui de l'Oued Issène (fig. 2, F6) : il se présente en faille cartographiquement subverticale, de direction N070. Le jeu est normal senestre, compartiment sud effondré. De nombreuses structures le jalonnent : failles listriques cachetées subparallèles entre elles, discordances progressives, un synclinal à axe plongeant fortement vers l'Ouest dans le compartiment sud. Dans le compartiment nord, les structures associées sont des failles normales dextres N-S à N010 et des discordances.

L'accident de l'Oued Issène n'affecte pas les couches supérieures du Trias. Son rejeu tertiaire est très faible, en décrochement senestre inverse.

### FONCTIONNEMENT DES ACCIDENTS EN RELATION AVEC LE RIFTING

L'étude des différentes structures dans le couloir d'Argana permet d'établir un schéma de fonctionnement des accidents lors de la distension.

Au Trias inférieur (voire au Permien), se mettent en place des failles normales senestres de direction N070-080, reprenant très probablement d'anciens accidents tardihercyniens. Ces failles délimitent des horsts et des grabens où s'effectue une sédimentation différentielle. L'épaisseur maximale est atteinte dans le graben d'Argana (fig. 4, A). La direction d'extension régionale étant NW-SE, ce système de failles suggère un léger déplacement cumulé senestre du bloc mesétien par rapport au bloc africain.

Au Trias moyen et supérieur, la distension se poursuit; cependant, certains accidents cessent de fonctionner (F3 par exemple). Les formations de Timezgadiwine et de Bigoudine se déposent en discordance sur la formation d'Ikakern, basculée. Des failles N010-045, direction "atlantique", prennent naissance dans la région. La majorité de ces accidents cesse de fonctionner à la fin du Trias, scellés par les basaltes. Seules la faille d'Amzri, la flexure bordière et l'accident qui devait border le domaine vers le Sud continuent de fonctionner pendant le Jurassique.

### APERCU SUR LA DISTENSION DANS LA COUVERTURE JURASSIQUE

Les manifestations distensives observées dans le Trias se poursuivent dans le Jurassique et dans les séries de base du Crétacé, mais avec une intensité beaucoup plus faible. Des discordances progressives, des failles normales synsédimentaires accompagnées de brèches intraformationnelles, des biseaux stratigraphiques en sont les éléments principaux (MEDINA & CHOROWICZ, 1983).

### CONCLUSIONS

La distension triasique contemporaine du rifting de l'Atlantique central se manifeste dans le Haut Atlas occidental en général, et dans le couloir d'Argana en particulier par le fonctionnement en faille normale à composante décrochante d'un réseau d'accidents orientés à N010-045, N060-100 et N120-130. Des discordances locales et progressives, des failles synsédimentaires et une forte subsidence accompagnent cet épisode. L'interférence entre l'ouverture de l'Atlantique

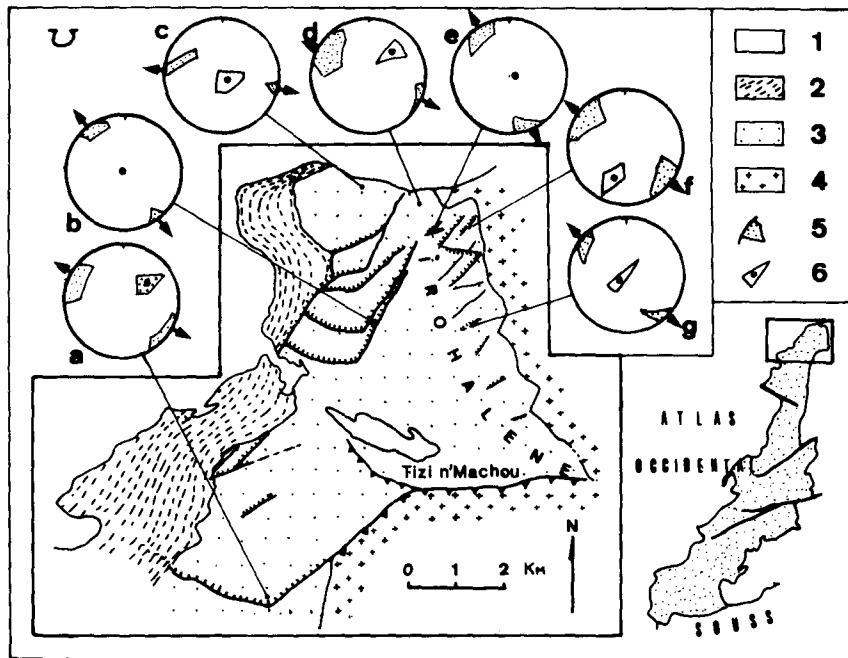


Figure 3: Distribution des directions d'extension dans la vallée des Irohalène pendant le Trias. 1, terrains post-triasiques; 2, argiles rouges terminales; 3, reste des terrains triasiques; 4, socle paléozoïque; 5, compartiment en compression; a à g, diagrammes des mesures microtectoniques recueillies sur les miroirs de faille (canevas de Wulff, hémisphère inférieur).

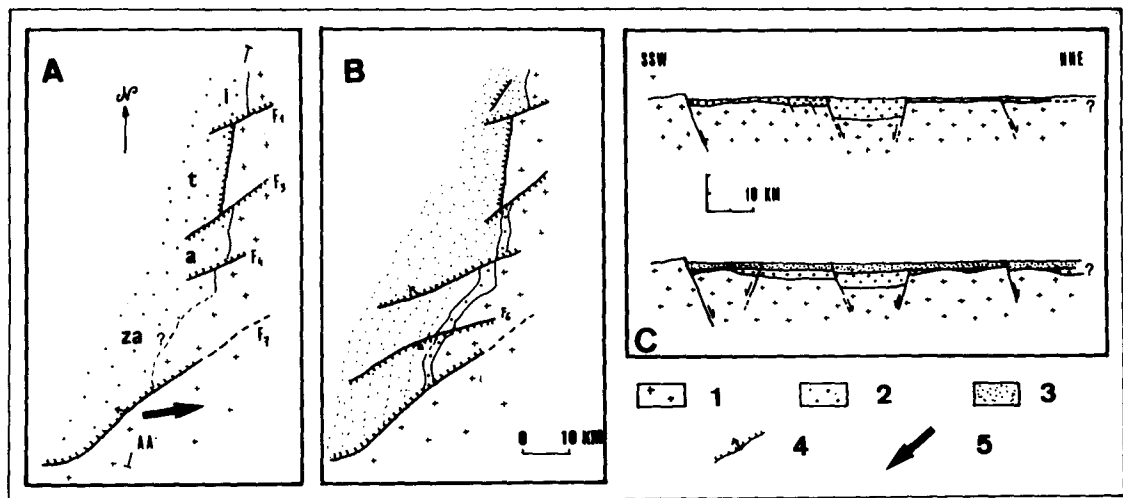


Figure 4: Etat du domaine au Trias inférieur (?) (A), au Trias supérieur (B) et coupes respectives (C). 1, socle paléozoïque; 2, Formation d'Ikarkern; 3, Formations de Timezgadiwine et de Bigoudine; 4, faille normale avec strie moyenne; 5, mouvement supposé du bloc anti-atlasique. (Pour i, t, a, za, voir fig. 2)



et l'évolution du Haut Atlas se marque bien par le jeu de failles "atlantiques" (NE-SW), résultat d'une néofracturation, et "atlasiques" (ENE-WSW à NW-SE), reprenant d'anciennes structures. Ce système suggère un léger déplacement senestre du bloc mesétien par rapport au bloc africain pendant le Trias. Ce déplacement ne se poursuit pas au Jurassique, comme le démontre la diminution du nombre de failles actives dans les terrains jurassiques. Les idées émises par certains auteurs sur la "mobilité" du Maroc (PETIT, 1976; SICHLER et al., 1980; JENNY, 1983) semblent ainsi confirmées.

#### REMERCIEMENTS

L'auteur tient à remercier M. Jean CHOROWICZ, Professeur à l'Université Pierre et Marie Curie pour avoir bien voulu lire et critiquer le texte du présent article.

#### TRAVAUX CITÉS

- AMBROGGI, R. (1963). - Etude géologique du versant méridional du Haut Atlas occidental et de la plaine du Souss. *Not. & Mém. Serv. géol. Maroc*, 157 : 322 p.
- ANGELIER, J. & MECHLER, P. (1977). - Sur une méthode graphique de recherche des contraintes principales également utilisable en tectonique et en séismologie : la méthode des dièdres droits. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 7, 19, 6 : 1309-1318.
- BIRON, P.E. (1982). - *Le permotrias de la région de l'Ourika (Haut Atlas de Marrakech)*. Thèse 3<sup>e</sup> Cycle. Grenoble, 2 tomes.
- BROWN, R. (1974). - The Argana basin of Morocco : a basin analysis of a triassic rift (abs). *Géol. Soc. Amer. Bull., Abs. With prog.*, 6 : 6-7.
- (1980). - Triassic rocks of Argana valley, Southern Morocco, and their regional structural implications. *Amer. Assoc. Petr. Geol. Bull.*, 64, 7 : 988-1003.
- DEFRETIN, S. (1951). - Sur l'âge triasique, probablement keuper moyen, des couches cuprifères d'Argana-Bigoudine (Haut Atlas occidental). *C.R. Acad. Sc. Paris*, 232, 5 : 424-425.
- DUFFAUD, F. (1960). - Contribution à l'étude stratigraphique du bassin secondaire du Haut Atlas occidental (Maroc). *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 7, 2 : 728-734.
- DUTUIT, J.M. (1976). - Où en est la stratigraphie à base paléontologique de la formation rouge d'Argana (Atlas occidental) ? *C. R. Somm. Soc. Géol. Fr.*, 6 : 272-273.
- HUVELIN, P. (1973). - Mouvements pré-atlasiques, atlasiques et récents dans les Jebilet et leur pourtour. *Not. & Mém. Serv. Géol. Maroc*, 249 : 83-124.
- JENNY, J. (1982). - Les décrochements de l'Atlas de Demnat (Haut Atlas Central, Maroc) : prolongation orientale de la zone de décrochement du Tizi n'Test et clef de la compréhension de la tectonique atlasique. *Ecl. Geol. Helv.*, 76, 1 : 243-251.
- KONING, G. de (1957). - *Géologie des Ida-ou-Zal (Maroc). Stratigraphie, pétrographie et tectonique de la partie sud-ouest du bloc occidental du Massif ancien du Haut Atlas (Maroc)*. Edvard. Ijdo N.V., Leyde, 210 p.
- LAVILLE, E. (1981). - Rôle des décrochements dans le mécanisme de formation des bassins d'effondrement du Haut Atlas marocain au cours du temps triasique et liasique. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 7, 3 : 303-312.
- MANSPEIZER, W.; PUFFER, J.H. & COUSMINER, H.L. (1978). - Separation of Morocco and eastern North America : a triassic-liassic stratigraphic record. *Geol. Soc. Amer. Bull.*, 89, 6 : 901-920.

- MATTAUER, M.; TAPPONIER, P. et PROUST, F. (1977). - Sur les mécanismes de formation des chaînes intracontinentales. L'exemple des chaînes atlasiques du Maroc. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 7, 3, : 521-526.
- MEDINA, F. (1983). - *Téledétection géologique et analyse structurale des tectoniques superposées dans le Haut Atlas occidental (Maroc)*. Thèse 3° cycle, Paris 6, Mém. Sc. de la Terre 83-44 : 180 p.
- MEDINA, F. & CHOROWICZ, J. (1983). - Phénomènes synsédimentaires et tectonique extensive mésozoïque : l'exemple de l'anticlinal d'Anklout (Haut Atlas occidental, Maroc). *Bull. Inst. Sc. Rabat*, 7 : 23-32
- PETIT, J.P. (1976). - *La zone de décrochements du Tizi n'Test (Maroc) et son fonctionnement depuis le Carbonifère*. Thèse 3° cycle, Montpellier, 99 p.
- 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. Fr.*, 1 : 9-11.
- SICHLER, B.; OLIVET, J.L.; AUZENDE, J.M.; JONQUET, H.; BONNIN, J. & BONIFAY, A. (1980). - Mobility of Morocco. *Canad. Journ. Earth Sc.*, 17, 11 : 1546-1558.
- FIXERONT, M. (1973). - Lithostratigraphie et minéralisations cuprifères et uranifères stratiformes, syngénétiques et familières des formations détritiques permo-triasiques du couloir d'Argana, Haut Atlas occidental (Maroc). *Not. Serv. Géol. Maroc*, 249 : 147-177.