APPORT DE LA TÉLÉDÉTECTION A L'ÉTUDE DE LA FRACTURATION DANS LES MONTS DES TRARAS (ORANIE NORD-OCCIDENTALE, ALGÉRIE)

Ahmed Zine Eddine SAAD [a1], Mohamed ZERKA[b2]

[a] Centre des Techniques Spatiales, Division d'Observation de la Terre
[b] Faculté des Sciences de la Terre, Université d'Oran
Téléphone [(1)] (041) 47 22 17, poste 229 ; télécopieur [(1)] (041) 47 36 6
Téléphone [(2)] 0776697798
Courriel : [(1)] a_z_saad@yahoo.fr ; [(2)] mzerka@yahoo.fr

Soumis le 10 mars 2008, accepté le 15 mars 2011, mis en ligne le 30 mai 2011 © *Revue Télédétection*, 2011, vol. 10, n° 1, p. 5-10

Résumé

La présente étude a porté sur la reconnaissance et l'analyse de la fracturation dans les monts des Traras (Oranie nord occidentale, Algérie) grâce à l'interprétation des images de télédétection. Les monts des Traras s'intègrent dans le bloc oranais nord-occidental de la chaîne alpine. Ces terrains font partie de l'avant-pays tello-rifain et correspondent au domaine tlemcénien septentrional. Ils se distinguent en deux unités structurales principales : une couverture méso-cénozoïque reposant sur un socle siluro-dévonien intrudé par un batholite granitique. L'approche méthodologique adoptée est fondée sur l'utilisation des images spatiales de Landsat 5 Thematic Mapper. Cette approche qui est à une échelle stratégique se base sur l'analyse des caractéristiques radiométriques, morpho-structurales et texturales des formations géologiques existantes.

L'interprétation géologique a été faite sur la trichromie à partir des images des canaux TM5, TM3 et TM2. Des unités géologiques homogènes ont été caractérisées. La tectogenèse des monts des Traras est assez difficile à reconstituer à cause de la superposition d'au moins deux cycles orogéniques reconnus dans la région: un cycle ancien hercynien et un cycle récent alpin. L'analyse d'images satellitaires des monts des Traras a permis de reconnaître quatre familles de fractures d'importance régionale. Ces failles, d'orientation moyenne N 00, N 20, N 50 et N 120, ont toutes contribué, ensemble ou séparément et ce depuis l'Hercynien, à la structuration de ce tronçon de l'Atlas tellien. Les failles de direction moyenne N 00 ou failles subméridiennes, sont décrites ici pour la première fois dans les monts des Traras grâce à l'apport de la télédétection. Elles apparaissent dans la couverture méso-cénozoïque bordant le socle au Nord-Ouest et dans l'extrémité occidentale du chaînon du Fillaoussène. Les résultats obtenus sont corrélés aux différents travaux réalisés dans la région et permettent de préciser une chronologie de la fracturation dans les monts des Traras.

Mots- clés : fracturation ; télédétection ; données-images ; photo-interprétation ; monts des Traras ; Algérie.

APPLICATION OF REMOTE SENSING TO THE STUDY OF THE FRACTURATION IN THE TRARAS MOUNTAINS (WESTERN ORANIE, ALGERIA)

Abstract

The objective of this study is the assessment of the fracturation pattern of the mounts of Traras from remote sensing imagery analysis. The Traras massif essentially mountainous is located in the north west block of Oran of the alpine chain and corresponds to the northern domain of Tlemcen. It is limited at the North by the Mediterranean sea, to the East by the quaternary basin of Tafna, to the West by the Beni - Snassen (eastern Morocco) and to the south by the depression of Maghnia. The region of study includes two very distinct domains, structurally and lithologically. A sedimentary cover essentially formed of lands of ante-triasic age, mainly calcareous-marly and clayey formations, on a substratum of primary Devonian pelite-gray and microconglomeratic conjugated to a hercynian granite.

The methodological approach relies on the use of the images of Landsat 5 Thematic Mapper, and is based on the radiometric, morpho-structural and textural feature analysis of existing geological formations. The geological interpretation has been made from the color composite image obtained from the TM5, TM3 and TM2 channels. So some

homogeneous geological units have been characterized. The tectogenic of the Traras mounts seems relatively difficult to reconstruct because of the superposition at least of two orogenetic cycles recognized in the area : an hercynian old cycle and an alpine recent cycle. The analysis of satellite images of the Traras mounts allowed us to recognize four families of fractures of regional importance. These faults of orientation N 00, N 20, N 50 and N 120, have all contributed, together or separately, and this since the hercynian until the alpine, to the structuring of this section of the Atlas Tellien mountains. The faults of middle direction N 00 are described here for the first time in the Traras, thanks to the contribution of remote sensing. They are located in their totality in the meso-cenozoïc cover edging the pedestal at the Northwest and in the Western extremity of the Fillaoussène mountains. The obtained results were compared to several previous different works in the same area.

Keywords : fracturation ; remote-sensing images ; photo-interpretation; Traras mountains; Algeria

INTRODUCTION

Dans cette étude, nous nous sommes intéressés à la reconnaissance et à l'analyse de la fracturation dans les monts des Traras en faisant appel aux techniques de la télédétection.

Nous avons utilisé des images du capteur Thematic Mapper de Landsat5 visualisées l'échelle de 1/ 100 000, conformément à l'échelle des travaux qui ont été réalisés dans cette région et qui nous serviront pour la validation de notre travail.

L'interprétation des unités géologiques est faite sur la trichromie RVB à partir d'images tm5, 3, 2.

2. SITUATION GÉOGRAPHIQUE ET APERÇU GÉOLOGIQUE

Les monts des Traras s'intègrent dans le bloc oranais nord occidental de la chaîne alpine **(**Elmi, 1973 ; Guardia, 1975 ; Ameur, 1988). Ils sont limités au Nord par la Méditerranée, à l'Est par le bassin mio-plio-quaternaire de la Tafna, à l'Ouest par les monts des Beni-Snassen (Maroc oriental) et au Sud par la dépression de Maghnia (Figure 1).

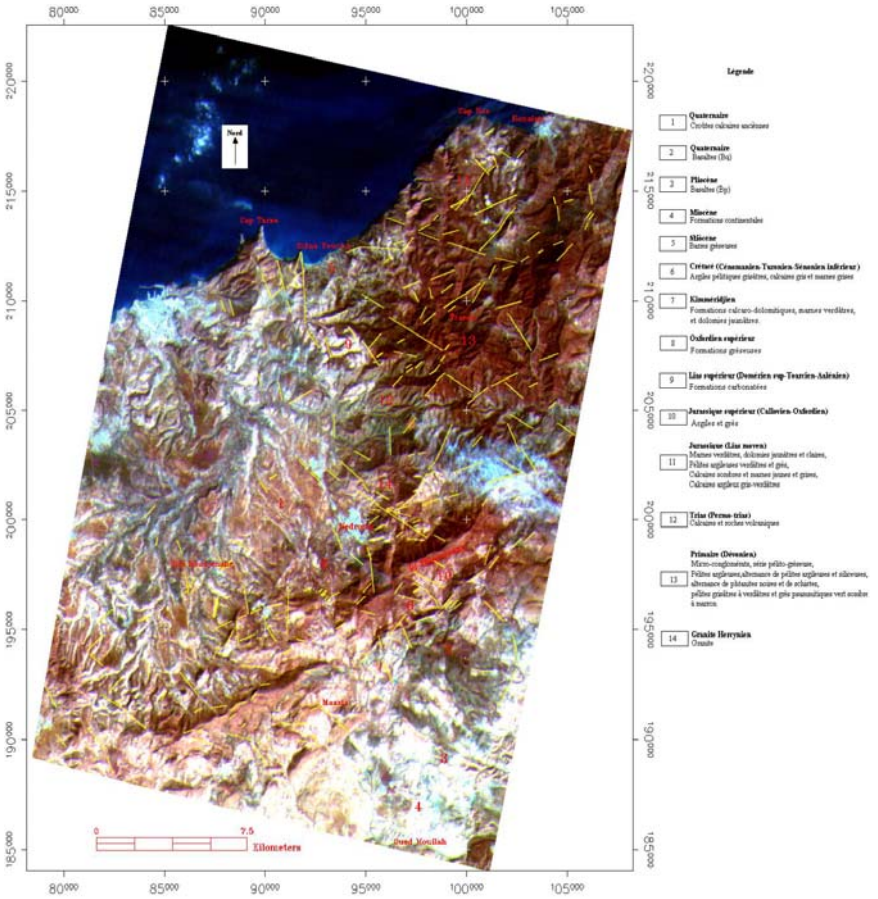


Figure 1 : Caractérisation de la fracturation dans les monts des Traras
à partir des différents traitements numériques d'images réalisés sur la zone d'étude.
Characterization of the fracturation in the Traras Mountains from different digital processing of images in the study area.

Les monts des Traras forment une boutonnière, globalement allongée NE-SW, et comportant deux domaines bien distincts structuralement et lithologiquement. Une couverture sédimentaire méso-cénozoïque, formée essentiellement de terrains calcaro-marneux, argileux ou gréseux, reposant sur un socle siluro-dévonien dont les formations gréso-pélitiques à micro-conglomératiques ont été intrudées par un batholite granitique d'âge Carbonifère (Tableau 1).

Tableau 1 : Interprétation des différentes formations lithologiques de la région des monts des Traras à partir de la composition colorée des canaux TM 5, 3, 2

Interpretation of the different lithological formations of Traras Mountains from the color composite image from TM channels 5, 3, 2

Age des formations	Lithologie	Tonalité	Composition colorée tm5, 3, 2
Quaternaire	croûtes calcaires anciennes et formations dunaires	moyenne	marron clair
Quaternaire (Bp)	basaltes	faible	vert sombre
Pliocène(Bp)	basaltes	élevée	vert bleuâtre
Miocène continental	formations continentales.	élevée	blanc vif
Miocène	barres gréseuses.	moyenne à faible	vert noirâtre
Cénomanien-Turonien-Sénonien inférieur	argiles pélitiques grisâtres, calcaires gris et marnes grises	faible	marron verdâtre
Kimméridgien	formations calcaro-dolomitiques, marnes verdâtres et dolomies jaunâtres	moyenne	marron rougeâtre
Oxfordien supérieur	formations gréseuses	moyenne	marron rougeâtre
Domérien-supérieur–Toarcien-Aalénien	formations carbonatées	élevée	blanc dégradé
Callovien-Oxfordien	argiles et grès	élevée	blanc rougeâtre
Lias moyen	marnes verdâtres, dolomies jaunâtres et claires, pélites argileuses verdâtres, et grés,calcaires sombres et marnes jaunes et grises, calcaires argileux gris-verdâtres.	moyenne	violet clair
Permo-Trias	conglomérats, argiles et roches volcaniques.	faible	verdâtre
Paléozoïque (Siluro-Dévonien)	micro-conglomérats, série gréso-pélitique, alternance de pélites argileuses et siliceuses, alternance de phtanites noires et de schistes, pélites grisâtes à verdâtres et grés psammitiques.	faible	violet sombre
Granite hercynien	granite	Moyenne à faible	marron vif

3. APERÇU STRUCTURAL DE LA RÉGION D'ÉTUDE

La tectogenèse des monts des Traras est assez délicate à reconstituer à cause de la superposition d'au moins deux cycles orogéniques reconnus par les différents auteurs dans la région : un cycle ancien hercynien et un cycle récent alpin (Elmi, 1973 ; Guardia, 1975 ; Ameur, 1988). Actuellement, les effets du dernier cycle sont plus facilement reconnaissables et se sont le plus souvent surimposées aux structures héritées de l'hercynien. Guardia (1975) subdivise la tectogenèse des monts des Traras en deux grandes périodes : une période tectogénique pré-atlasique et une période tectogénique atlasique. La tectogenèse pré-atlasique comprend tous les mouvements tectoniques ayant affecté le socle au cours de la sédimentation de la couverture secondaire. Ces mouvements sont décelés grâce aux perturbations provoquées au cours de la subsidence. Ils concernent les failles N 20 et N 50 qui rejouent ainsi en extension et permettent l'individualisation des bordures orientale et occidentale des monts des Traras respectivement du Trias au Jurassique moyen et du Jurassique supérieur au Crétacé.

La tectogenèse atlasique concerne les mouvements qui se sont produits pendant l'émersion définitive de la région depuis le Crétacé supérieur jusqu'à la transgression miocène. Les structures observées sont à rapporter à trois phases tectogéniques essentielles.

La première phase majeure, d'âge Eocène, est compressive. Elle est responsable de l'ébauche des principaux plis NE-SW de grande envergure qui déforment la région.

La seconde phase est attribuée à l'Oligo-Miocène. Elle est distensive et se révèle d'une très grande importance dans l'édification architecturale de la région. Elle s'est traduite par l'individualisation de horsts et de grabens suite aux importants re-jeux verticaux des accidents principaux N 50 et pour une moindre part N 20.

La dernière phase est compressive. Elle débute au Miocène supérieur et ses effets s'étendent jusqu'au Quaternaire. Elle se manifeste par des re-jeux d'accidents en mouvements décrochants et par des déversements des structures plissées des phases atlasiques antérieures.

4. MÉTHODOLOGIE

La méthodologie qui est à une échelle stratégique par rapport à notre région d'étude; (contrairement à une échelle de détails), se base sur l'analyse des caractéristiques radiométriques (ayant une relation avec la signature spectrale avec la lithologie), morpho-structurales et texturales des formations géologiques, issues de la photo-interprétation.

A la différence de l'information spectrale qui donne le niveau de gris ou la classe de niveau de gris de la géologie de l'image, l'information texturale définie la forme et la distribution des différents types de pixels dans cette même image.

5. RÉSULTATS ET ANALYSE

La caractérisation de la fracturation dans les monts des Traras s'est basée essentiellement sur une cartographie synthétique déduite de l'interprétation des images satellitaires (Figure 1). Les images utilisées sont issues des canaux du visible tm2 et tm3 et celui du proche infrarouge tm5 des données T M de Landsat 5. Le faciès image, associé aux trois paramètres fondamentaux de la photo-interprétation, a été également confronté aux travaux déjà effectués dans la région. Le pseudo canal de la troisième composante, (Figure 2), a permis surtout de caractériser les failles de direction subméridienne reconnues ici pour la première fois.

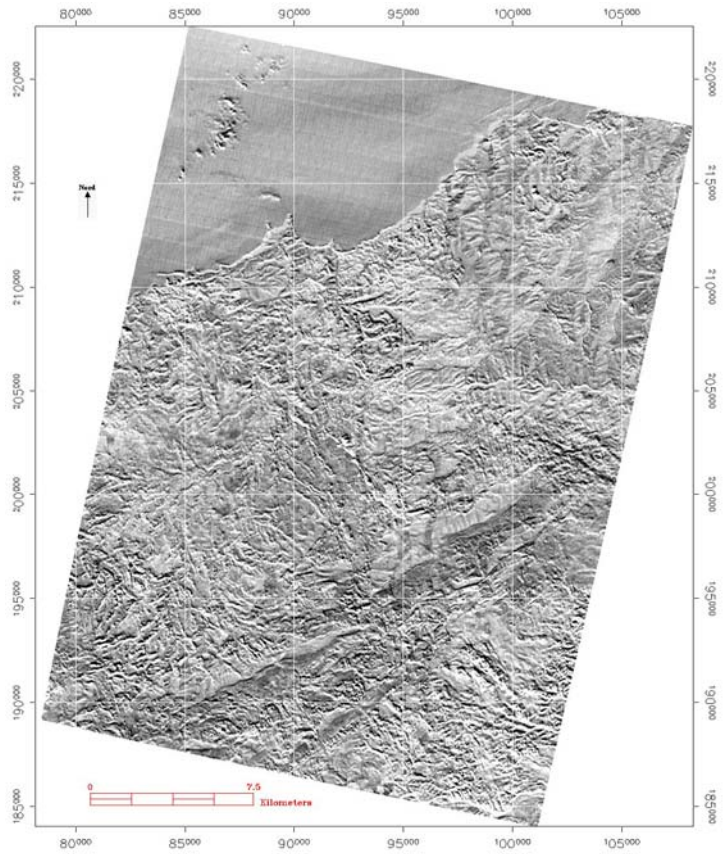


Figure 2 : Caractérisation de la fracturation des monts des Traras à partir de l'analyse de la troisième composante principale
Characterization of the fracturation of the Traras Mountains from the analysis of the third principal component

Les linéaments structuraux sont interprétés directement, cas de linéaments évidents, ou indirectement lorsqu'il s'agit d'une «rupture radiométrique» (rupture dans une direction). Le traitement et l'interprétation des images satellitaires ont abouti à la mise en évidence de près de 210 linéaments représentant la fracturation dans les monts des Traras. L'analyse

statistique a abouti à la reconnaissance de 04 classes, espacées par pas de 20°, correspondant à 04 familles principales de fractures de directions moyennes : N 00, N 20, N 50 et N 120 (Figure 3).

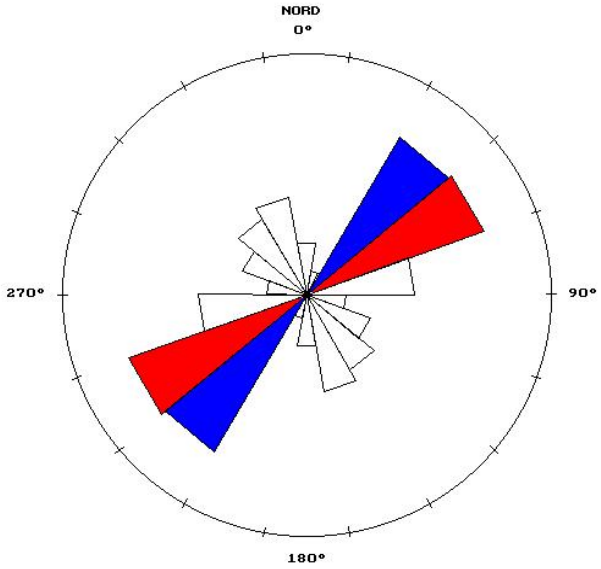


Figure 3 : Rosace de distribution directionnelle des linéaments encaissés dans le socle paléozoïque et dans la couverture mésozoïque des monts des Traras. Nombre total : 213. Le pas est de 20°
Rosace of directional distribution of lineaments collected in the Palaeozoic basement and the Mesozoic cover of the Traras Mountains. Total number 213. Step is 20°

5.1. Les failles de direction moyenne N 00

Cette classe comprend 28 mesures dont les orientations varient de N 160 à N 03 et dont la direction moyenne serait alors proche de N 00. Cette famille de fractures peut donc être considérée comme une direction subméridienne. Elle a été reconnue uniquement dans la couverture méso-cénozoïque jalonnant surtout les limites occidentales du socle. Les relations chronologiques que montre cette famille de fractures subméridiennes avec les autres directions de failles indiquent qu'elle est la plus récente. Elle est reconnue, pour la première fois dans la région, grâce à l'interprétation des images satellitaires.

5.1.2. Les failles de direction moyenne N 20

Cette famille de fractures est représentée par 21 mesures dont les orientations oscillent entre N 08 et N 32 et qui peuvent être regroupées en une direction moyenne proche de N 20. Cette famille de failles a été décrite dans les monts des Traras par les travaux de terrain de Guardia (1975). Ce réseau de fractures apparaît très lié aux limites entre le socle et la couverture notamment sur la bordure nord-occidentale des monts des Traras. Ces failles semblent prendre naissance dans le socle et se propagent également dans la couverture. Elles constituent un réseau hérité d'une phase hercynienne et repris postérieurement très probablement par la phase oligo-miocène responsable de l'exhaussement du socle.

5.1.3. Les failles de direction moyenne N 50

Dans la région d'étude, le réseau de fractures de direction moyenne N 50 est le plus important du point de vue quantitatif. Plus de 100 mesures d'orientations comprises entre N 40 et N 80 ont été relevées. Pratiquement les mêmes orientations ont été également déterminées par Guardia (1975) et qu'il considère lui aussi comme une direction moyenne N 50 correspondant à la direction atlasique et parallèle à l'allongement NE - SW du chaînon du Fillaoussène. Ce réseau est largement représenté dans le socle et jalonne les limites entre socle et couverture notamment le long de la terminaison occidentale du chaînon du Fillaoussène. Il correspond également à un réseau de fractures hercyniennes ayant été conjuguées aux failles de direction moyenne N 20 au cours de rejeux hercyniens à tardi-hercyniens et ensuite reprises lors de la phase distensive oligo-miocène.

5.1.4. Les failles de direction moyenne N 120

Près d'une soixantaine de mesures caractérisent cette direction moyenne. Elles oscillent toutes entre N 93 et N 154 mais plus de 70 % d'entre elles sont restreintes entre N 100 et N 130. Leur direction moyenne peut être considérée proche de N 120. Ce réseau de failles prédomine dans la couverture mais recoupe, quelquefois, les structures du socle. Guardia (1975) estime que ces fractures, bien représentées dans la Méséta oranaise, passent pratiquement inaperçues dans les monts des Traras. L'image satellitale montre, cependant, qu'elles sont assez prépondérantes dans la région.

6. CONCLUSION ET CHRONOLOGIE DES FRACTURES

L'analyse d'images satellitaires des monts des Traras a permis de reconnaître quatre familles de fractures d'importance régionale. Ces failles, d'orientation moyenne N 00, N 20, N 50 et N 120, ont toutes contribué, ensemble ou séparément et ce depuis l'hercynien, à la structuration de ce tronçon de l'Atlas tellien.

L'interprétation des images satellitaires, corrélée aux travaux antérieurs de terrain, permet de retracer la chronologie de ces fractures par rapport aux deux cycles orogéniques qui se sont succédés dans les monts des Traras.

Les réseaux de failles de direction moyenne N 20 et N 50 affectent essentiellement le socle mais se retrouvent aussi mais avec une moindre fréquence dans la couverture. Ils paraissent ainsi hérités de l'orogenèse hercynienne et ont été également réactivés au cours du cycle alpin.

Les fractures de direction moyenne N 20 correspondent le plus souvent à des failles verticales ou des failles-plis jalonnant surtout les limites socle-couverture. Leur origine serait très probablement liée au bombement d'ensemble du massif associant également le batholite granitique (Guardia, 1975). La mise en place du pluton est fini-Westphalien (Abdelhalim, 1973 ; Guardia, 1975 ; Remaci, 2005) et les déformations qu'il engendre dans l'encaissant semblent avoir eu peu d'effets à l'échelle régionale. Par ailleurs, ces failles de direction moyenne N 20 correspondent également à l'orientation de certaines transversales définies en Oranie par Glangeaud (1951). Il apparait ainsi que les fractures de direction N 20 sont nées d'une phase postérieure à la mise en place du pluton granitique et donc correspondant très probablement à une phase tardi-hercynienne située à la limite du Westphalien et du Stéphanien. Cette phase serait donc responsable de la surrection finale de la boutonnière paléozoïque des Traras, moulée autour du batholite granitique, et orientée globalement à N 20. Les fractures de direction moyenne N 20 se conjuguent à celles orientées à N 50 qui constituent, dans la région, les seuls vestiges structuraux hérités de phases hercyniennes antérieures.

Dans la couverture, les failles de direction N 00 et N 120 sont plus prépondérantes et se surimposent aux fractures orientées à N 00 et N 50. Elles paraissent donc plus récentes et sont liées à des phases atlasiques qui, selon Guardia (1975), ont également réactivé les failles N 50 et N 20 en contacts sub-verticaux et en failles-plis.

La famille d'accidents à N 120 jalonne le plus souvent le socle dans sa partie occidentale et apparait largement. Sur l'image satellitale, la famille d'accidents à N 120 apparaît clairement dans la chaîne du Fillaoussène ainsi qu'au moins le long de trois alignements de failles très nettes jalonnant les limites de socle ou se prolongeant même dans celui-ci. Ce réseau, en se combinant aux accidents N 50 et N 20, semble former des figures losangiques.

Les failles de direction moyenne N 00, ou failles subméridiennes, sont décrites ici pour la première fois dans les Traras grâce à l'apport de la télédétection. Elles affectent surtout la couverture méso-cénozoïque bordant le socle au nord-ouest et dans l'extrémité occidentale du Fillaoussène. Elles sont, certes, peu nombreuses et peu accentuées mais constituent néanmoins un jalon supplémentaire dans la compréhension de la structure des monts des Traras. Ces failles recoupent, notamment aux environs de Sidna Youcha - Cap Tarsa et dans la terminaison occidentale du Fillaoussène, les autres accidents à N 20, N 50 et N 120. Ce réseau est donc le plus récent et semble très probablement acquis au cours de l'une des phases tardi-orogéniques alpines. Il correspondrait à des failles de moindre envergure accompagnant les transversales subméridiennes définies par Glangeaud (1951).

Bibliographie

Abdelhalim R. (1973). Etude pétrographique et structurale du granite de Nédroma et de son auréole de métamorphisme. Thèse Doct. 3e Cycle, Univ. Alger, 96 p.

Ameur M. (1988). Etude stratigraphique et sédimentologique du Jurassique inférieur et moyen de la partie orientale de la chaîne du Fillaoussène. Thèse Doct. Etat, Univ. Oran, 192 p.

Elmi S. (1973). Décrochements et mouvements atlasiques dans la région frontalière algéro-marocaine (monts de Rhar Roubane). Comptes Rendus de l'Académie des Sciences, Paris, série D, t.276, pp.1521-1540.

Glangeaud L. (1951). Interprétation tectonophysique des caractères structuraux et paléogéographiques de la Méditerranée occidentale. Bulletin de la Société Géologique de France, (6), t. 1, pp. 735-762.

Guardia P. (1975). Géodynamique de la marge alpine du continent africain d'après l'étude de l'Oranie nord - occidentale. Relations structurales et paléogéographiques entre le rif externe, le tell et l'avant - pays atlasique. Thèse Doct. Etat, Univ. Nice, 289 p.

Remaci N. (2005). Pétrologie et géochimie des associations «felsiques-mafiques» tardi-hercyniennes de l'Oranie (Algérie nord occidentale): implication pétrogénétiques et géodynamiques. Thèse Doct. Etat, Univ. Oran, 249 p.