

# Contribution de la Télédétection dans l'étude de la fracturation du HORST de GHAR ROUBAN ( l'ORANIE-ALGERIE )

Par Mohammed TABELIOUNA\* , Ahmed Zine éddine SAAD\*\* et Wassila KOUDJIL\*

\* Laboratoire de Magmatisme et Géodynamique des Bassins Algérien, département des Science de la Terre, BP 1524, Université d'Oran. E-mail : tabeliouna@yahoo.fr

\*\*Laboratoire de télédétection du centre national des techniques spatiales, 01, avenue de la Palestine 31200 Arzew, Oran, Algérie

## ملخص :

إن بنية مرتفعات غار روبان يتغلب عليها النفق المسمى غار روبان أين يتساوى مع الشريط الموجه WSW-ENE ابتداء من الحدود المغربية. عرفت هذه المنطقة منذ مرحلة تكون الجبال الهرسينية عدة مراحل تكتونية مرنة و متكسرة. إن معالجات الصور التي قمنا بها قد ساعدتنا على وصف المجموعة البنيوية للمنطقة. تسمح لنا هذه المعالجات بتعيين وحدات ليتولوجية و التحليل البنيوي لمختلف المراحل التكتونية. عن طريق هذه الوسيلة، و انطلاقا من تحليل صور الأقمار الصناعية لنتق غار روبان، تمكنا من إبراز 06 أنواع من الإنكسارات باتجاهات N00، N20، N135، N50، N90، N160. هذا التحليل مكنا أيضا من تأكيد و تكميل إنكسار المنطقة المدروسة (تحديث شبكة الرسم الأولي). فعلا، قد تعرفنا على نوعين جديدين من الإنكسارات. إنكسارات باتجاهات N160 التي يفترض أنها الأكثر قدا و إنكسارات باتجاه N00 الأكثر حداثة.

## Résumé :

La structure des monts de Ghar Rouban est dominée par le horst dit de Ghar Rouban où le paléozoïque affleure suivant une bande orientée WSW-ENE depuis la frontière Marocaine. Cette région à connue depuis l'orogénèse hercynienne plusieurs phases tectoniques souples et cassantes.

Les traitements des images effectuées, nous ont aidé à caractériser l'ensemble structural de la région. Ces traitements nous permettent le repérage des unités lithologiques et l'analyse structurale des différentes phases tectoniques.

Par le biais de cet outil, et à partir de l'analyse d'images satellitales du horst de Ghar Rouban, nous avons pu mettre en évidence six (06) familles de fractures de directions N160, N90, N50, N135, N20, N00. Cette même analyse nous a permis de confirmer et de compléter la fracturation de la région d'étude (actualisation du réseau linéamentaire).

En effet, nous avons identifié deux nouvelles familles de fractures. Les fractures d'orientations N160 supposées être les plus anciennes et les fractures de direction N00 les plus récentes.

## Abstract :

The structure of the mounts of Ghar Rouban is dominated by the horst of the Ghar Ron where the Palcozoic shows on the surface following a WSW-ENE oriented strip from the Moroccan border. This region has known since the hercynian orgcny several flexible and brittle tectonic phases.

The treatments of the pictures that we did, have help us to characterize the structural whole region. These treatments allow us the location of the lithologic units and the structural analysis of the different tectonic phases by means of this tool and from the analysis of satellite pictures of the horst of GHAR ROUBAN, we could under score six (06) families of fractures of directions N160, N90, N50, N135, N20, N00. This same analysis permitted us to confirm and to complete the fracturation of the survey region (actualization of the lineamentary network).

Indeed we have identified two new families of orientations. The fractures of orientations N160 supposed to be the oldest and fractures of direction N00 the most recent.



## I- Introduction:

L'étude de la fracturation par télédétection est un moyen fiable complétant les photographies aériennes qui furent un document de base et de travail quant à la cartographie géologique.

Les données acquises de Landsat Thematic Mapper nous ont permis de traiter l'aspect linéaire des monts de Ghar Rouban.

Les traitements peuvent être un rapport de canaux, un filtrage ou une transformation des composantes rouge, vert, bleu en intensité, teinte et saturation. Ils sont définis au préalable en convenance avec le but de notre étude.

Les résultats obtenus seront confrontés aux données des différents auteurs ayant fait un travail dans cette zone.

## II- Cadre géologique:

Les monts de Ghar Rouban sont situés aux confins Algéro-Marocains à 150 km au S.O. d'Oran et à 25 km au sud de Maghnia. Ils sont bordés au nord par la plaine de Maghnia, à l'ouest par la plaine des Angad d'Oujda et le plateau de Djorf Ouazzen, au sud par la plaine de Magoura et enfin à l'est par la terminaison occidentale des monts de Tlemcen.

Le horst de Ghar Rouban correspond à une bande de reliefs (6km/30km) orientée selon une direction WSW-ENE. Elle est constituée essentiellement de terrains primaires schisto-quartzitique, bordée au nord et au sud par des terrains jurassiques (du Lias au Kimméridgien).

Nous distinguons dans cette région deux ensembles structuraux:

- Le socle paléozoïque, avec des formations volcano-sédimentaires, affectées de plissements hercyniens et recoupées par des roches magmatiques.
- une série mésozoïque formée de terrains jurassiques discordants sur le socle.

## III- Aperçu structural:

Les monts de Ghar Rouban et leur prolongement vers l'est (monts de Tlemcen, de Dafa et de Saïda), forment un ensemble de relief orienté SW-NE, c'est le haut pays oranais.

Plusieurs accidents structuraux sont notés dans cette région (fig. 1) les principaux étant les alignements de Tafna-Magoura (SSW-ENE), de Fernane (N-20°), de Zaouïa (SE-NE), le décrochement de Beni Bou Saïd de direction N140 et les deux failles bordières, au nord et au sud du horst de Ghar Rouban.

Unités géologiques	Description lithologique	Tonalité	texture	Observation
Quaternaire	- alluvions récents.	moyenne	lisse	
Kimméridgien (j4)	- dolomies.	+ ou - importante	lisse	
Lusitanien (j3)	- grès.	Importante	+ ou - rugueuse	Teinte verte en trichromie 4/3/1
Callovo-oxfordien (j1-2)	- grès à oolithes ferrugineux ou bancs bréchoïdes ferrugineux, - argiles grises ou noirs.	importante	+ ou- lisse	Délimitation parfaite (acp3)
Honien (j1)	- calcaires ferrugineux à oolithes ferrugineuses - calcaires microgréseux à c.cellophycus.	importante	+ ou- lisse	Délimitation parfaite (acp3)
Toarcien (L4)	- calcaires à ammonites - dolomies cristallines.	importante	+ ou- lisse	Délimitation parfaite (acp3)
Charmouthien (L3)	- calcaires gris sublithographiques.	moyenne	+ ou - lisse	Délimitation parfaite (acp3)
Viséen-Moyen (H2-3) Inférieur	- microbrèches à plantes flottées - schistes et quartzites à microbrèches - calcaires fossilifères.	moyenne	Lisse	
Dévonien (D)	- schistes encaissants le calcaire fossilifère d'Aourir.	Moins importante	Lisse	Rouge sombre en trichromie 4/3/1
Gothlandien (s4)	- schistes et phtanites à radiolaires et graptolithes.	Moins importante	Lisse	
Primaire indéterminé (P)	- schistes et quartzites.	moyenne	Lisse	
Granites de Beni snouss	Granite alcalin/monzonitique	moyenne	Lisse	Auréole supposé

Tableau 1. Représentation de l'interprétation thématique des différentes unités géologiques à partir des traitements effectués de la région des monts de Ghar Rouban



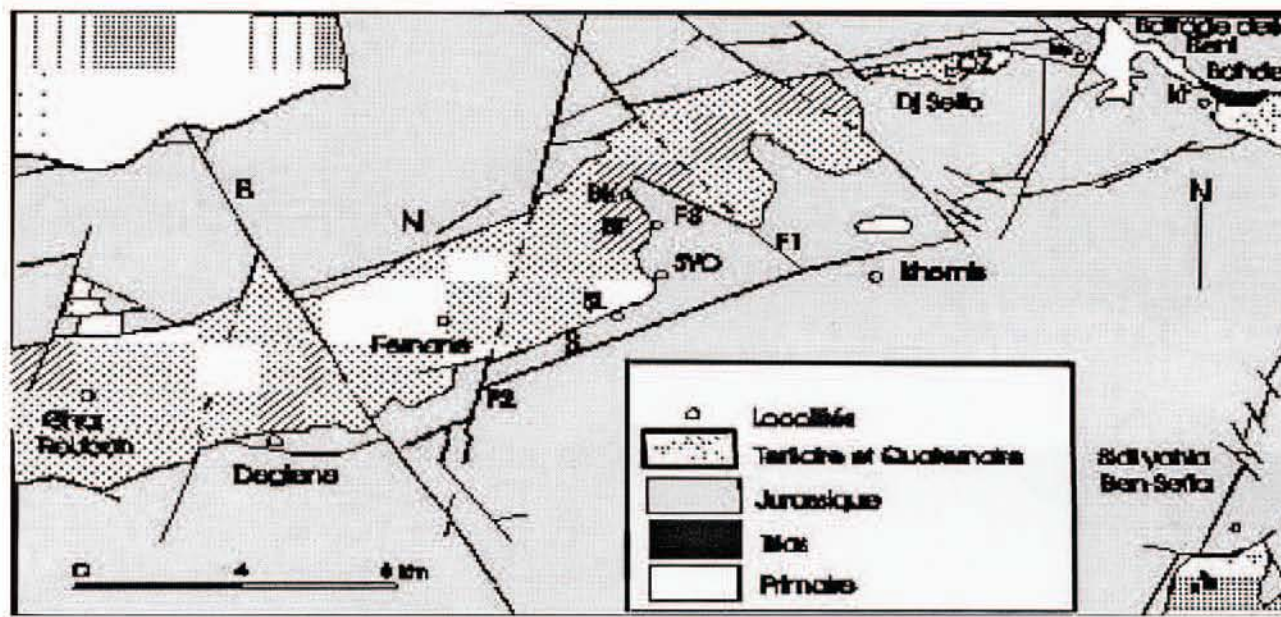


Figure 1: Carte structurale du horst de Ghar Rouban (d'après S.Elmi, 1977).

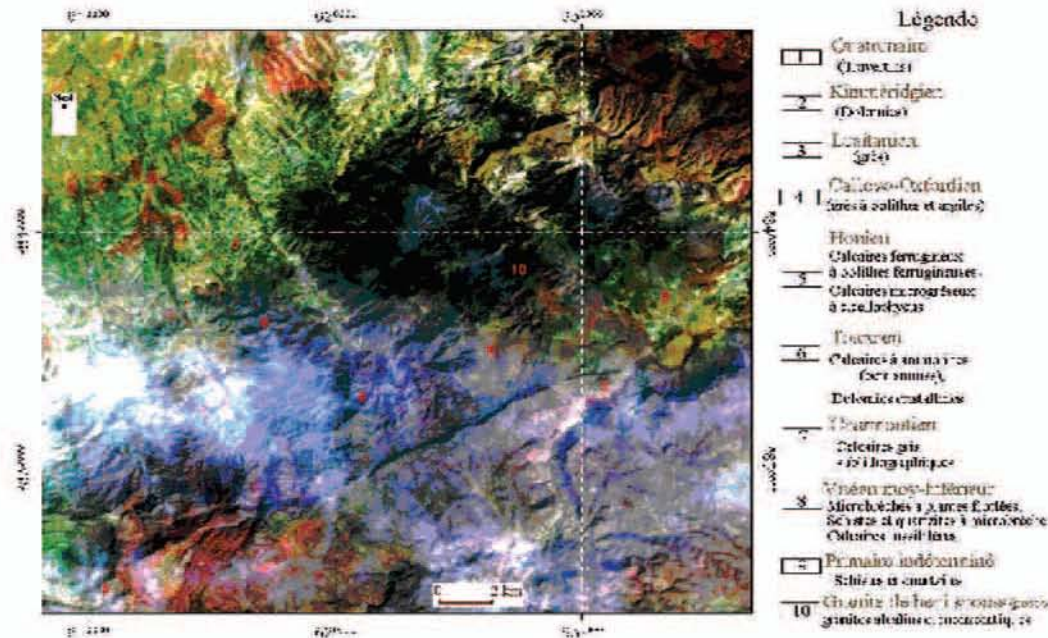


Figure 2 : Composition colorée R.V.B du Horst de Ghar Rouban à partir des canaux 4/3/1.

#### IV- Analyse de la fracturation :

##### a) Introduction :

Analyse de la fracturation des monts de Ghar Rouban par le biais des données satellitaires de landsat5 thematic mapper nous a permis de mettre en évidence 271 linéaments structuraux (fig. 3), (tab. 2). Les directions privilégiées de ces linéaments sont portées sur la figure 4.

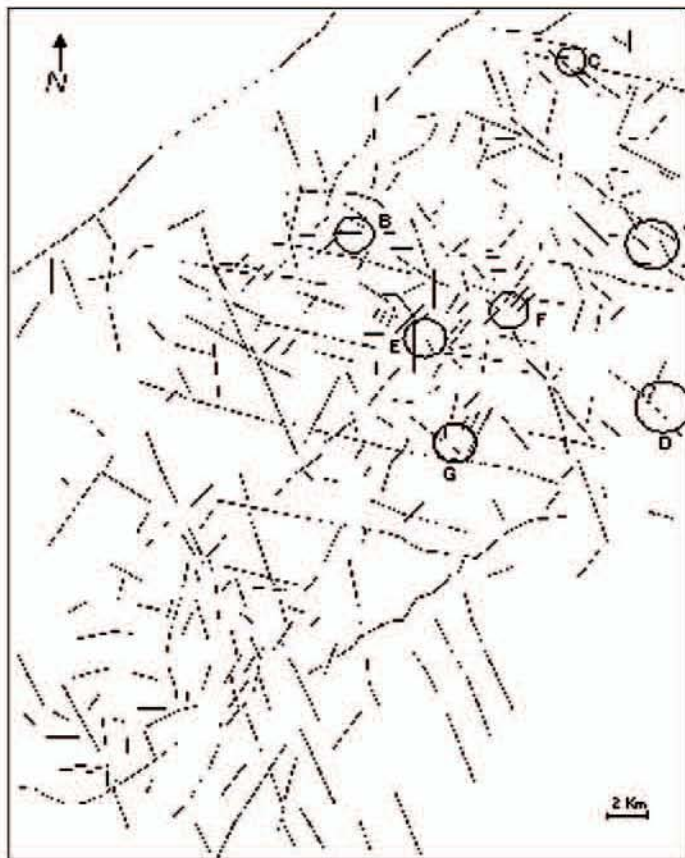
Ces derniers sont caractérisés d'une manière directe lorsque qu'il s'agit d'une faille évidente (faille matérialisée caractérisée par une observation directe), ou indirectement; cas d'une rupture radiométrique dans une direction (changement brutal de tonalités).

Cette analyse (direction du linéaments) est tributaire de la correction géométrique. La caractérisation du réseau linéamentaire a été faite à partir des traitements appropriés à leur définition. Parmi les classes de direction les plus importantes, la direction de la classe B (N10°-30°) est la plus représentée. Vient ensuite la classe C (N30°-50°) et la classe I (150°-170°).

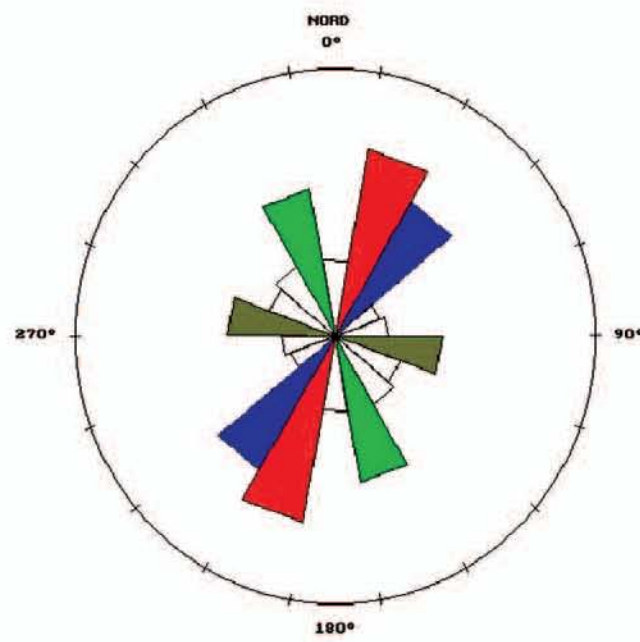


Classes de direction	Nombre de direction	Pourcentage
A (350°-10°)	22	08.12
B (10°-30°)	55	20.30
C (30°-50°)	45	16.61
D (50°-70°)	14	05.17
E (70°-90°)	16	05.90
F (90°-110°)	32	11.81
G (110°-130°)	21	07.75
H (130°-150°)	23	08.49
I (150°-170°)	43	15.87
Total	271	100%

**Tableau 2 :** Tableau récapitulatif des mesures statistiques de direction de linéaments encaissés dans les monts Ghar Rouban à partir des données Landsat5 Thematic Mapper.



**Figure 3 :** Carte de la fracturation du Horst de Ghar Rouban à partir des données satellitales de Landsat5 T.M.  
 A: N90 décroche N160, B: N50 décroche N90,  
 C: N135 décroche N90, D: N20 décroche N135,  
 E: N00 décroche N90, F: N135 décroche N50,  
 G: N00 décroche N135.



**Figure 4 :** Rosace de distribution directionnelle des linéaments encaissés dans les monts de Ghar Rouban. Le pas est de 20°.

## V- Les failles :

### V-1- famille N50 :

Les quarante huit (48) failles mises en évidence, représentent 18% du nombre total des fractures. Les directions de mesures sont comprises entre N36 et N65. Cette direction décrite par Lucas (1952) est héritée de l'orogénèse hercynienne et reprise par l'orogénèse alpine.

### V-2- famille N135 :

Cinquante (50) fractures ont été mesurées dans cette catégorie dont les mesures varient entre N106 et N148. La majorité de ces mesures (86%) sont comprises entre N110 et N145. Cette direction caractéristique de l'orogénèse alpine affecte le socle et la couverture. Cette direction a été aussi décrite par Elmi (1973).

### V-3- famille N20 :

Statistiquement, ce réseau de faille est le plus important (24% du nombre total des fractures) dans la région. Les mesures des orientations des 66 fractures de cette famille, sont comprises entre N10 et N35, plus de la moitié (environ 58%) sont orientées entre N20 et N30. Ce réseau de faille appartient à l'orogénèse alpine, Elmi (1973).

### V-4- famille N90 :

Ces failles sont au nombre de quarante deux (42), elles représentent 15% du nombre total des fractures. Les mesures s'étalent entre N70 et N105. Le doute jusque là émis par Lucas (1952) sur la relation chronologique entre les N50 et les N90 est enlevé car ces N90 sont situés entre les fractures de direction N160 et les fractures N50 (figure 3).

### V-5- famille N00 :

Vingt et une (21) fractures ont été mesurées pour cette orientation. Les mesures ont presque toute une direction moyenne N00 (plus de 85%). Elles représentent seulement environ 8% du nombre total des fractures identifiées dans la région de Ghar Rouban. C'est la première fois que ce réseau est défini dans la région. Il paraît le plus récent.



#### V-6- famille N160:

Quarante quatre (44) fractures ont été identifiées. Les mesures varient entre N150 et N170. Cette famille de fractures mise en évidence lors des traitements effectués sur les images satellitales de la région. Il appartiennent probablement à l'orogénèse hercynienne.

#### VI- Chronologie des fractures :

Dans le horst de Ghar Rouban six familles de fractures, dont deux sont décrites pour la première fois (N160 et N00), s'agencent selon une chronologie qu'on va essayer d'établir.

Le réseau de fracture le plus ancien est orienté N160.

Il est recoupé par un système de faille hercynienne N90 formant les limites du horst. Un deuxième réseau, également hercynien, de faille normale de direction moyenne N50 décroche les fractures N90.

Ce réseau forme ainsi les bordures septentrionale et méridionale du horst. Ce jeu de failles directionnelles WSW-ENE a contribué à donner aux horsts (horst du Ghar Rouban et les horsts frontalières du nord) leurs caractères dès le Lias, (Lucas 1952).

L'orogénèse alpine s'est manifestée dans la région par le réseau de failles N135 et N20. ces deux familles conjuguées sont des accidents décrochants. Ces fractures affectent le socle et la couverture (Elmi 1973). Les décrochements senestres N20 sont les plus marqués dans la région. Ils recoupent les décrochements dextres N135.

Les phases de ces deux familles correspondent au paroxysme tectogénique qui s'est déroulé à la fin Oligocène et au début Miocène. C'est la phase finale de la mise en place des grands ensembles structuraux.

Décrochant les précédents accidents, les fractures N00 paraissent les plus récentes. Ce réseau a été déjà décrit dans les monts des Traras et semble être acquis au cours de l'une des phases orogéniques atlasiques.

#### VII-Discussion:

Des travaux ont été effectués dans des régions voisines des monts de Ghar Rouban (les deux régions volcaniques d'Aïn Témouchent, de Bouzedjar et les monts des Traras) ont fait ressortir grâce à la télédétection des caractères spécifiques à la fracturation. Nous allons essayer d'établir une approche structurale comparative des quatre secteurs.

D'un point de vue statistique et comparativement par rapport aux autres secteurs, les failles de direction moyenne N20 sont prédominantes (24%) dans la région de Ghar Rouban et ne présentent respectivement que 11% et 10% à Bouzedjar et dans les monts des Traras.

Le réseau de fractures hercyniennes d'orientation N90 est plus important dans la région de Bouzedjar (22%). Quant aux fractures alpines de direction N135, elles sont plus fréquentes dans le massif volcanique d'Aïn Témouchent que dans les monts des Traras. A Ghar Rouban elles présentent un taux intermédiaire (18%).

Les fractures hercyniennes de direction N50 sont responsables de la montée du horst, ont probablement joué au cours de l'orogénèse alpine dans les deux massifs volcaniques.

Les failles de directions moyenne N00 sont les moins fréquentes par rapport à l'ensemble des fractures. Elles ne sont présentes que dans les monts des Traras (13%) et le Horst de Ghar Rouban (8%). Enfin les failles de direction N160 sont présentes uniquement à Ghar Rouban.

Dgn	Ghar Rouban	Mont des Traras	Aïn Temouchent	Bouzedjar
N00	8%	13%	-	-
N20	24%	10%	-	11%
N50	18%	50%	59%	49%
N90	15%	-	-	22%
N135	18%	2%	28%	-
N160	16%	-	-	-

chaque taux est calculé selon le nombre total des fractures de chaque secteur.

Tableau 3. Représentation des taux de fractures.



### VIII. Conclusion générale:

Les méthodes de télédétection que nous avons employées, avant tout descriptives, permettent d'analyser le bâti structural sur l'ensemble de la région de Ghar Rouban qui est dominée par un horst, où le paléozoïque affleure suivant une bande orientée WSW-ENE depuis la frontière Marocaine.

Les traitements des images effectués, nous permettent le repérage des unités lithologiques (cartographie) et l'analyse structurale des différentes phases tectoniques.

Par le biais de cet outil, nous avons pu mettre en évidence six (06) familles de fractures de directions N160, N90, N50, N135, N20, N00. Cette même analyse nous a permis de confirmer et de compléter la fracturation de la région.

En effet, nous avons identifié deux nouvelles familles de fractures. Les fractures d'orientations N160 supposées être les plus anciennes et les fractures de direction N00 les plus récentes. Ces dernières recoupent les failles décrochantes N20 qui se sont formées à la fin Oligocène et au début Miocène.

Une tectonique souple et cassante a joué depuis le primaire et qui a été interrompue par une période de calme orogénique au cours de laquelle la région a pris l'aspect d'une pénéplaine.

Du Lias jusqu'à la fin Oxfordien, un régime distensif s'installe dans la région.

La tectogenèse alpine semble être mieux cernée dans les monts de Ghar Rouban dont les mouvements tertiaires sont responsables de la structure actuelle. La première phase tectogénique agit en compression. Elle a donné des plis à grand rayon de courbure et provoqué le jeu décrochant des deux familles N135 et N20, qui sont dû à une compression proche du nord-sud en décrochant les plis qui se sont formés. Ensuite la néotectonique a affecté la région en élevant le haut pays tandis qu'elle abaissait la plaine de Maghnia.

### IX- Références Bibliographiques :

- [1] **M. Benest**. Evolution de la plate forme de l'ouest algérien et du nord-est marocain au cours du Jurassique supérieur et au début du Crétacé. Stratigraphie milieu de dépôt et dynamique sédimentaire. Doc. lab. Géol., Lyon, n°95, ( 2 fascicules), 581p, 1985, France.
- [2] **Elmi S. (1973)**, Décrochement et mouvement atlasique dans la région frontalière Algéro - Marocaine (Monts de Ghar Rouban). C.R. Acad. Sci. Paris, t 276, série D, pp 1521-1524, France.
- [3] **Jean-louis B. et Bernard F. (1981)**. La fracturation des roches. Manuels et méthodes n°1. Première partie, notions de mécanique des roches. Deuxième partie, les fractures naturelles : observation et interprétation. BRGM, pp120, France.
- [4] **Lucas, G. (1942)**. Description géologique et pétrographique des monts de Ghar Rouban et de Sidi el Abed. Bull., serv., géolo., série 2, n°16, 530 p, 131 figures, 24 planches, Algérie.
- [5] **Lucas, G. (1952)**. Bordure des hautes plaines dans l'Algérie occidentale. 19eme congrès géologique international, mon., régionale, pp. 14-21, Alger, Algérie.
- [6] **Mekahli L. (1988)**. Jurassique inférieur et moyen de la partie occidentale du horst de Ghar Rouban, Tlemcen, (Algérie occidentale). Thèse de Magister d'état. 242 p, 76 fig. ; 07 pl., Université d'Oran, Algérie.
- [7] **Saad A.Z. (1997)**. Télédétection et géologie du hoggar. Apport des images T.M. landsat5 à la cartographie géologique au 1/500.000è d'In-Azaoua et à la caractérisation spectrale du profil d'altération en relation avec la minéralisation uranifère. Thèse de Magister, C.N.T.S. 93 p, 34 fig. 9 tbl. et 6 annexes, Arzew, Algérie.
- [8] **Scanvic J.Y et Pion J.C. (1993)**. Applications en géologie de la télédétection. B.R.G.M., 36 p, France.