



Faculté des Sciences et Techniques  
Marrakech



Faculté des Sciences et Techniques  
Département des Sciences de la Terre  
Laboratoire de Géo-ressources (URAC42)

**Mémoire de Projet Fin d'Etudes**  
Licences ès Sciences et Techniques  
Option : Géologie Appliquée aux Ressources Minières

**Pétrographie et cartographie actualisée de la  
partie Nord de la zone d'Ouled Brahim  
Jebilet centrales - Maroc**

**Réalisé par : Youssef AITOUNI**

**Encadré par :**

**Mr Abdellatif SAIDI**

**Mme Samia BERRADA**

**Soutenu le 26 Juin 2013 devant le jury composé de :**

**Mme Samia BERRADA**

**Mr Abdellatif SAIDI**

**Mme Samira ESSARAJ**

**Année universitaire 2012/2013**

## Remerciement

Il m'est agréable d'exprimer mes remerciements à la direction d'AXMINE CAMPANY, « Mr Azizi My Rachid » qui m'a accepté comme stagiaire au sein de son entreprise et qui a mis à ma disposition toute la logistique nécessaire pour réussir mon stage.

Mes sincères remerciements à mes encadrants, M<sup>me</sup> Samia Berrada et M<sup>r</sup> Abdellatif SAIDI, qui ont pris en charge la direction scientifique de ce travail.

A M<sup>me</sup> Samira ESSERAJ, qui a accepté d'examiner ce travail, qu'elle soit vivement remerciée pour sa contribution à l'amélioration de ce mémoire.

Je tiens également à remercier M<sup>r</sup> ERRACHIDI, de qui m'a accompagné tout au long de mon stage.

J'adresse également mes remerciements à tous les professeurs de département des Sciences de la terre, de la FST Marrakech et à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

# Sommaire

<b>A. Introduction générale</b>	4
<b>B. L'objectif du travail</b>	5
<b>I. Généralités</b>	6
I.1 Contexte géologique régional	6
I.2 Les zones structurales de la chaîne hercynienne Marocaine	8
I.3 Le Massif des Jebilet	9
I.3-1 Caractéristique géologique	9
I.3-2 Zonation structurale	9
I.3-3 Stratigraphie et sédimentologie	11
I.3-4 Magmatisme	12
I.3-5 Structuration et métamorphisme	13
<b>II. Etude géologique et cartographique du secteur Nord d'Ouled- Brahim</b>	14
II-1 Situation géographique	14
II-2 Travaux antérieurs	15
II-3 Etude géologique	17
II.3-1 Carte géologique	18
II.3-2 Lithostatigraphie	19
II.3-3 Tectonique	22
II.3-4 Coupe géologique	22
II.3-5 Etude structurale	23
<b>III. ETUDE PETROGRAPHIQUE</b>	26
III. 1 Etude microscopique	26
III.2 Pétrographie des échantillons en profondeur	29
<b>IV. Conclusion et recommandations</b>	31

# A. Introduction générale

La province hercynienne marocaine est caractérisée par son potentiel métallifère qui se manifeste par l'abondance de gisements de métaux d'intérêt économique majeur.

La zone Nord du secteur Ouled Brahim est située à l'extrémité Est de Jebilet centrales. Au Sud de cette zone, des structures sous formes des filons quartzo carbonatés recourent l'encaissant schisto gréseux, de direction principale NE-SW et un pendage subverticale. Ces structures renferment des indices de la minéralisation cuprifère.

Notre choix de ce site est basé sur la recherche d'une éventuelle extension vers le nord (Ouled Brahim) de la minéralisation situé au centre de Sidi Boubker.

## **B. L'objectif du travail**

Certains gisements de la province ont été exploités et abandonnés (Kettara), d'autres sont en cours d'exploitation (Draa Sfar) ou d'exploration (Koudiat Aicha, Laachach) et autres sont en indices à confirmer. Cette province hercynienne est l'une des provinces les plus prospectées au Maroc. La présente étude se penche sur la caractérisation lithostratigraphique, morphologique, pétrographique de la partie Nord d'Ouled Brahim.

Notre travail consiste à l'étude de la continuité nord des travaux antérieurs effectués, dans le secteur de Sidi-Boubker (partie centrale de la région Ouled-Brahim)

L'objectif de notre étude est d'apporter des informations qui nous permettent de mettre en évidence des zones d'intérêts pour la recherche minière dans le secteur d'Ouled Brahim

Notre travail comporte les étapes suivantes:

- La cartographie des formations minéralisées à la surface.
- Les mesures de direction, pendage, l'épaisseur des structures minéralisées et des formations encaissantes.
- Détermination de la nature de la minéralisation présentée à la surface.
- Etude pétrographique (macroscopique et microscopique), visant à caractériser les formations minéralisées.

# **I. Généralités**

## **I.1 Contexte géologique régional**

L'histoire géologique du Maroc, est marquée par la succession des cycles orogéniques ; précambrien, hercynien et atlasique, responsables de la configuration structurale actuelle du Maroc. En se basant sur des critères stratigraphiques et structuraux, le Maroc est subdivisé en cinq domaines d'importances inégales (figure 1) (Piqué et al. 1994).

Il est constitué d'un socle structuré par l'orogénèse panafricaine (680 et 570 Ma) (Leblanc et Lancelot, 1980). Sa couverture protérozoïque terminale et paléozoïque est affectée par une déformation hercynienne relativement modérée. La couverture mésozoïque et cénozoïque ayant une faible puissance est non déformée.

- **Le domaine saharien**

Il est représenté par la dorsale des "Reguibate" qui fait partie du craton Ouest africain. Il est essentiellement formé de terrains du protérozoïque inférieur, structurés par l'orogénèse Eburnéenne (2000 Ma) (Fabre 1971).

- **Le domaine antiatlasique**

Il est formé d'un socle précambrien façonné par l'orogénèse panafricaine (680 à 570 Ma) (Leblanc et Lancelot 1980).

- **Le domaine rifain**

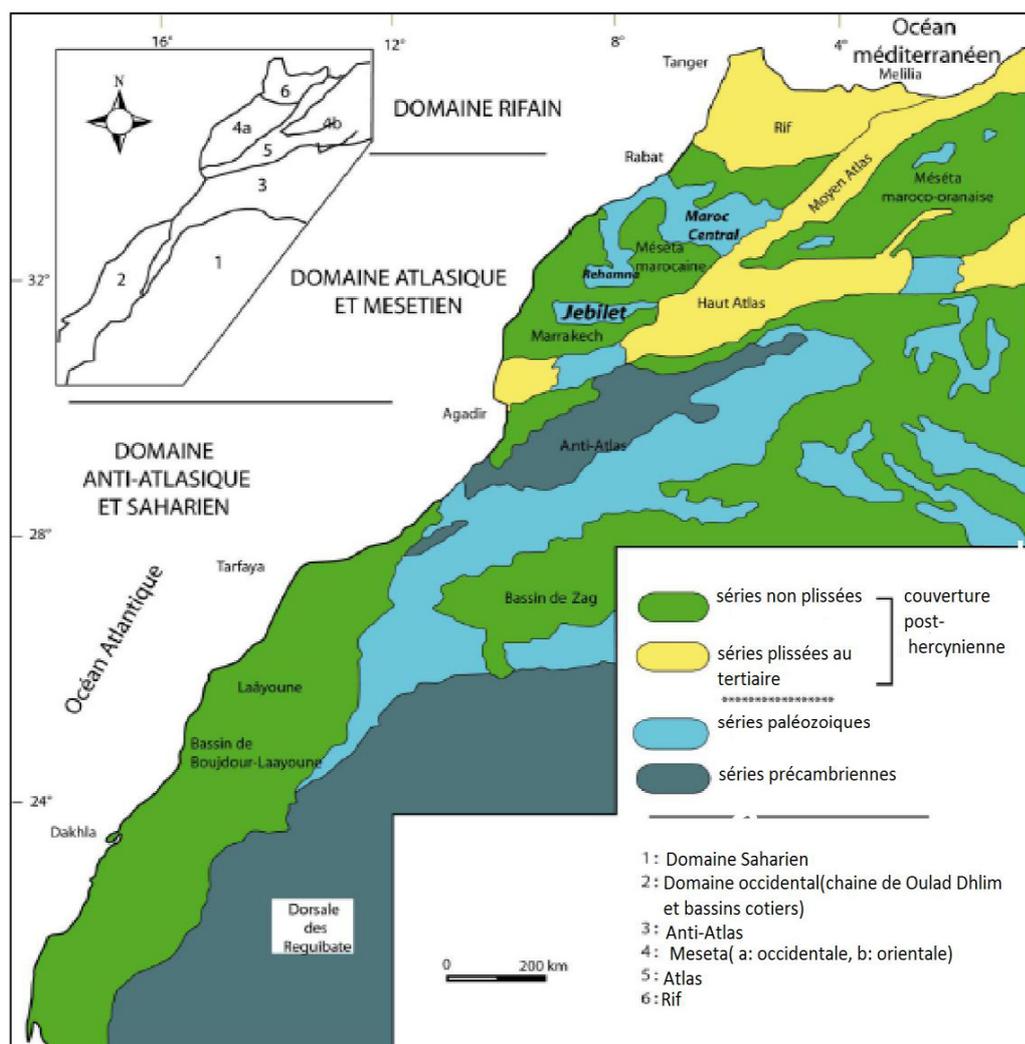
Il représente la limite septentrionale du Maroc. Il est constitué de nappes allochtones liées à l'orogénèse alpine chevauchant le domaine mesétien. Les terrains paléozoïques sont connus dans les zones internes de la chaîne (nappes paléozoïques ou Gomarides).

- **Le domaine atlasique**

Il correspond à la chaîne intracontinentale du Moyen-Atlas et du Haut-Atlas. Il est constitué de terrains mésozoïques et cénozoïques structurés par l'orogénèse atlasique.

- **Le domaine mesetien :**

Il représente la chaîne hercynienne plissée, est formé par des massifs paléozoïques discontinus affleurant au sein d'une couverture mésozoïque et cénozoïque.



**Figure 1 : Les domaines structuraux au Maroc (Michard, 1976)**

## **I.2 Les zones structurales de la chaîne hercynienne Marocaine**

Au niveau du Maroc hercynien, cinq zones structurales ont été définies sur la base de données stratigraphiques et tectoniques (Hoepffner, 1987 ; Piqué et Michard, 1989 ; Bouabdelli, 1989).

- **La zone orientale**

Elle correspond à l'ensemble de la Meseta orientale (Boutonnière de Midelt, Debdou-Mekam, la chaîne des horsts, de Béni-Snassène et de Mougueur). Ce sont des affleurements de schistes du Paléozoïque inférieur et de flysch dévoniens ayant subi des événements tectono-métamorphiques d'âge Dévonien supérieur. Au Carbonifère, un volcanisme calco-alcalin se développe du Viséen supérieur au Westphalien.

- **La zone de transition ou zone de nappes**

Elle correspond à la zone orientale du Maroc central (Kénifra-azrou), du massif des Jbilet et du Nord de la boutonnière d'Aït-Tamelil. Ce sont des bassins viséens dans lesquels se mettent en place des nappes synsédimentaires issues de la zone orientale. Ils sont caractérisés par une phase tectono-métamorphique d'âge intra-viséen supérieur (phase sudète) (Bouabdelli, 1989).

- **La zone de la meseta central**

Elle comprend l'essentiel du Maroc central, les Rehamna et les Jebilet centrales, le Horst des Guemassa et le Haut Atlas de Marrakech. Cette zone se caractérise par une sédimentation quasi continue du Cambrien au Westphalien et par une phase tectono-métamorphique intra-westphalienne qui s'intensifie le long des zones de cisaillement.

- **Les marges de la chaîne**

Il s'agit de zones où la tectonique hercynienne est de faible intensité. Elles sont représentées par le môle côtier et la frange nord de l'Anti-Atlas, Le môle côtier mesetien à l'Ouest, caractérisé par une série paléozoïque réduite qui s'arrête au Dévonien moyen. L'absence du Tournaisien et Viséen dans cette zone est attribuée à leur soulèvement à l'époque dinantienne (Piqué, 1979). Cette zone, où viennent s'amortir les déformations synschisteuses de la Meseta centrale (Michard, 1976 ; Lagarde et Michard, 1986) est caractérisée par une déformation

d'âge post-viséen supérieur peu intense et surtout localisée à sa bordure Est. La frange nord de l'Anti-Atlas au sud, vers laquelle sont déversées les structures de Tneghir et de Béni-Zireg.

- **La zone de Rabat-Tifelt**

Elle est située au Nord de la Meseta centrale. Il s'agit d'un ensemble probablement cambro-ordovicien métamorphisé et recoupé par des granites d'âge ordovicien supérieur.

### **I.3 Le Massif des jebilet**

#### **I.3-1-Caractéristique géologique**

Le massif hercynien des Jebilet appartient à la Meseta marocaine, région comprise entre le Rif et le Haut Atlas, situé au Nord de la ville de Marrakech, forme un ensemble de collines et de plaines rocheuses de terrains paléozoïques, plissés et métamorphisés orientés suivant une direction atlasique E-W sur une longueur environ 170 Km et 7 à 40 Km de largeur

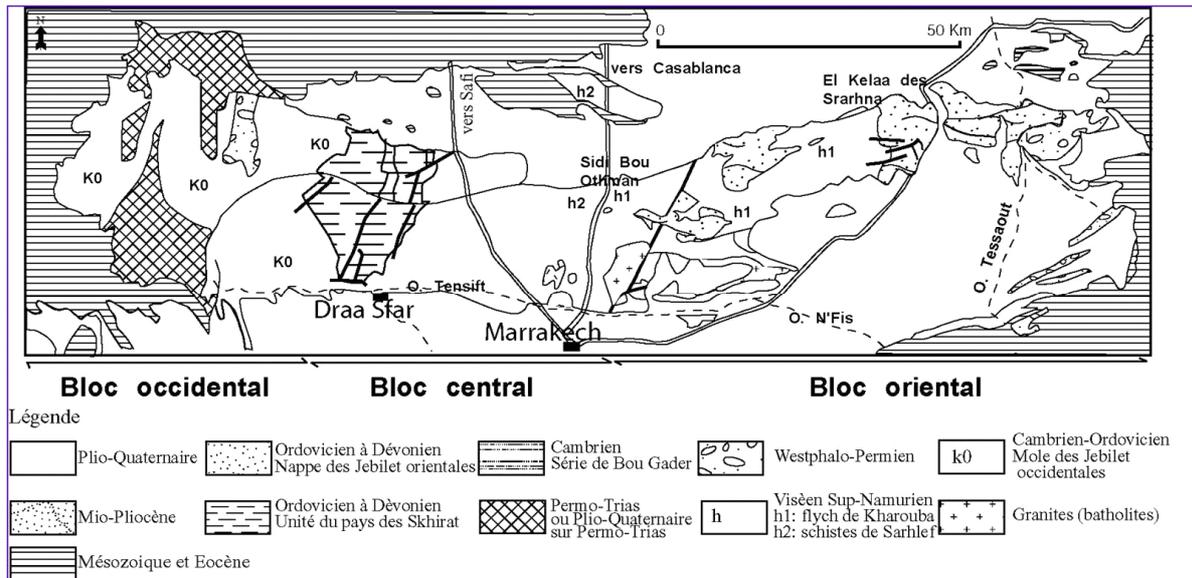
(Huvelin, 1977).

Le massif des Jebilet se caractérise par rapport aux autres massifs hercyniens de la Meseta marocaine par l'intensité de l'activité magmatique pré à syn-orogénique qu'a connue cette région vers la fin du Carbonifère (Huvelin, 1977).

Les îlots hercyniens des Jebilet plongent sous la plaine de la Bahira au nord et la plaine du Haouz au sud, d'âge Miopliocène et Quaternaire. A l'ouest, ils sont limités par les collines jurassico-crétacées de mouissat et à l'est, par les montagnes du moyen atlas de béni-mellal.

#### **I.3-2Zonation structurale**

Le massif des Jebilet orienté globalement E-W, a été subdivisé en trois ensembles distincts ; d'Est en Ouest on observe (Figure 2):



**Figure2: Carte géologique simplifiée du massif des Jebilet (d'après Huvelin, 1977).**

### I.3-2-1 Les jebilet occidentales

Elles se composent de terrains cambro-ordoviciens de nature schisto-gréseuse, de conglomérats westphalo-permiens et de sédiments (grès et pélites) et basaltes permo-triasiques. Cette unité correspond un bloc stable ou "mole côtier". Elle est peu ou pas métamorphisée et affectée par des plis subméridiens d'amplitude hectométrique à kilométrique.

### I.3-2-2 L'unité des Jebilet centrales

Elle est formée d'une série schisteuse rapportée au Viséen supérieur-Namurien (schiste de Sarhlef). Elle est intensément déformée et métamorphisée, lors de la tectonique hercynienne majeure, dans des conditions anchi à épizonales. Cette unité se caractérise par la mise en place des corps intrusifs acides et basiques ainsi que des magmas granitiques.

### I.3-2-3 Les jebilet orientales

Elles se composent d'une série (flysch de Kharrouba) d'âge Viséen supérieur-Namurien et de nappes synsédimentaires formées de terrains ordoviciens à dévoniens (HUVELIN, 1977). La déformation syn-schisteuse post-viséenne est relativement peu marquée dans cette unité. Cette zone est généralement décrochante et caractérisée par un métamorphisme de basse pression et haute température (Andalousite, cordiérite, schistes de faible degrés de métamorphisme). De

même, le magmatisme peu intense est présent dans cette zone sous forme de laves basaltiques, et de dépôts pyroclastiques.

Les ensembles orientaux et centraux du massif hercynien des Jebilet sont séparés par un cisaillement ductile transcurent sénestre (Lagarde et Choukroune, 1982). L'ensemble central et occidental est séparé par une zone tectoniquement plus complexe correspondant à une zone de chevauchement de l'ensemble central sur l'ensemble occidental (Huvelin, 1977).

### **I.3-Stratigraphie et sédimentologie**

La stratigraphie du massif des Jebilet se résume en une période anté-Viséenne supérieure représentée par les étages suivants, à savoir :

Le Cambrien : représenté par des formations détritiques avec épisodiquement des faciès volcaniques. Il est représenté principalement au niveau des Jebilet occidentales.

L'ordovicien : présent dans les Jebilet occidentales. Sa lithostratigraphie est essentiellement représentée par des pélites argileuses, des sédiments détritiques et des grès conglomératiques.

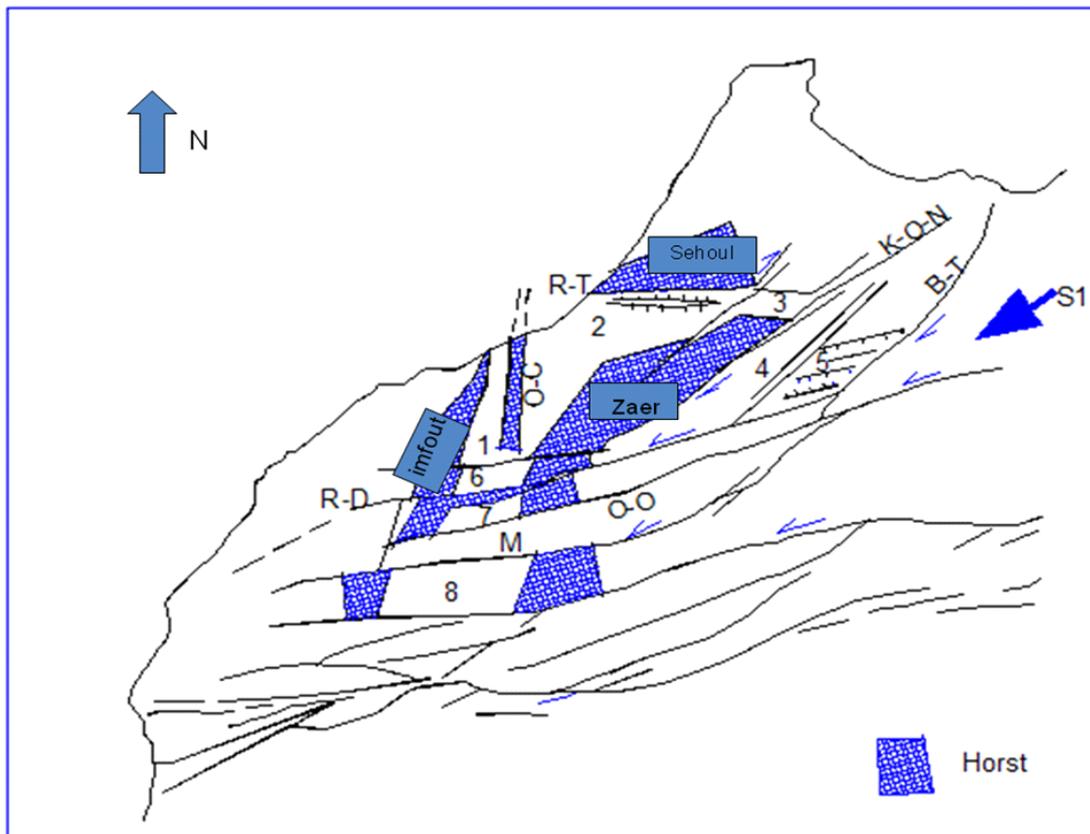
Le Silurien : connu uniquement dans les Jebilet orientales. Il est composé de schistes argileux à graptolites.

Le Dévonien : formé de conglomérats rouges, de calcaires massifs et de grès quartzitiques au niveau du pays des Skhirats. Au niveau des Jebilet orientales, il s'agit de schistes à bivalves, de schistes à bancs de calcaires ainsi que d'une alternance de grès et de schistes.

Le Tournaisien ainsi que le Viséen inférieur sont absents.

A la fin du Dévonien, on assiste, dans la Meseta occidentale, à une différenciation paléogéographique qualifiée par Piqué (1979) de révolution paléogéographique. Celle-ci se traduit par la dislocation de la plate-forme dévonienne et la formation de nouveaux bassins sédimentaires dont l'évolution se prolonge jusqu'au début du Serpoukhovien. L'ouverture de ces bassins est contrôlée par le jeu en transtension des accidents bordiers NS à N40° et N80° qui produisent des accumulations chaotiques bréchiques et des intrusions magmatiques (basaltes transitionnels à tholéïtiques). L'ouverture des bassins des Rehamna et des Jebilet sont attribuées au fonctionnement sénestre des accidents subéquatoriaux (faille de Ras Douaya, faille de Skoura, faille des Ouled Ouggade, faille de Mesret, etc.) alors que l'ouverture des bassins de Sidi Bettach, de Tiliouine et d'Azrou- Khenifra est attribuée au fonctionnement

dextre des failles N20°-40°E (failles de l'Oued Cherrat, faille de Smaala – Oulmès, faille de Bsabis – Tazzeka, etc.) (Bouabdelli ,1989).



1, bassin de Benslimane ; 2, bassin de Sidi Bettache ; 3, bassin de Tiliwine ; 4, bassin de Fourhal-Telt ; 5, bassin de Khnifra-Azrou ; 6, bassin de Mechra ben Abbou ; 7, bassin des Rehamna du Sud ; 8, bassin des Jebilet. Failles : O-C, Oued Cherrat ; R-T, Rabat-Tifelt ; K-O-N, Khouribga-Oulmes-Nekkor ; B-T, Bsabis- Tazekka ; R-D, Ras Douaya ; M, Mesret ; O-O, Ouled-Ouggad (El Kamel. & El Hassani. 2006.)

**Figure 3 : Modèle d'ouverture des bassins Viséens en Meseta occidentale**

### **I.3-4Magmatisme**

Selon Huvelin (1977), la fin du Carbonifère se traduit dans le massif des Jebilet par une intense activité magmatique pré orogénique mais postérieure au Viséen moyen supérieur. Elle s'est manifestée dans un cotexte géodynamique distensif. Les roches magmatiques basiques et acides dérivent d'un même magma parent (Aarab, 1984).

L'activité magmatique dans les Jebilet s'est manifestée essentiellement dans les Jebilet centrales et orientales.

Elle se distingue en trois principaux épisodes ou activités magmatiques qui ont été calées dans le temps par rapport au paroxysme de la déformation hercynienne (Huvelin, 1977).

La première activité, dite pré-tectonique, se compose d'un cortège magmatique à dominance de roches basiques (gabbros et dolérites) et ultrabasiques (wherlites) associées à des termes acides (plagiogranites) de nature tholéitique abyssale. Elle est contemporaine à l'ouverture du bassin viséen, antérieurement à la tectonique hercynienne.

La deuxième activité, qualifiée d'orogénique, est marquée par la présence de granites calcoalcalin syn. à tardi-tectoniques, mis en place sous forme de batholites circonscrits. Ces granites, contemporains au raccourcissement cristal post-viséen (Lagarde et CHOUKROUNE, 1982), ont développé une importante auréole de métamorphisme de contact.

La troisième activité, dite post-orogénique, correspond à la mise en place d'un faisceau de filons de microdiorites de direction subméridiennes qui recoupent les granites orogéniques. Ces filons sont des lamprophyres de type kersantites d'âge triasique. Ils contiennent des enclaves de différentes natures qui témoignent de l'existence d'un socle profond (gneiss, migmatites, granites) d'âge protérozoïque. Selon Huvelin (1977), la mise en place de ces microdiorites est reliée à une phase de détente postérieure aux plis majeurs liés à l'orogénèse hercynienne. Cet épisode magmatique est probablement lié à l'ouverture de l'océan Atlantique.

### **I-3 -5structuration et métamorphisme**

Dans le massif des Jbilet, et particulièrement sa partie centrale, les études structurales entreprises visaient surtout la caractérisation des relations entre le magmatisme acide basique et la déformation syn-schisteuse. En effet, pour certains auteurs, ces corps magmatiques sont anté-tectoniques (Huvelin, 1977 ; Aarab, 1984, 1995 ; Bordonaro, 1983 ; Jadid, 1989). Cependant, d'autres plaident beaucoup plus en faveur d'une mise en place dans un contexte compressif (Saber, 1986, Ait Taher, 1987 ; Essaifi, 1987). Ils insistent sur le caractère syn-tectonique, contemporain de la déformation hercynienne syn-schisteuse et de la mise en place des plutons granodioritiques calcoalcalins, sécants sur le plan de stratification. L'évolution des structures et des microstructures et la quantification de la déformation finie montre

l'existence d'un gradient de déformation à l'approche de ces corps intrusifs, (Essaifi et Lagarde, 1990; Essaifi, 1995).

## II. Etude géologique et cartographique du secteur Nord d'Ouled- Brahim

### II-1 Situation géographique

Notre présent étude est la wone d'Ouled Brahim qui est a quarantaine de km a NE de Marrakech, elle est située dans la terminaison orientale de jebilet centrales.



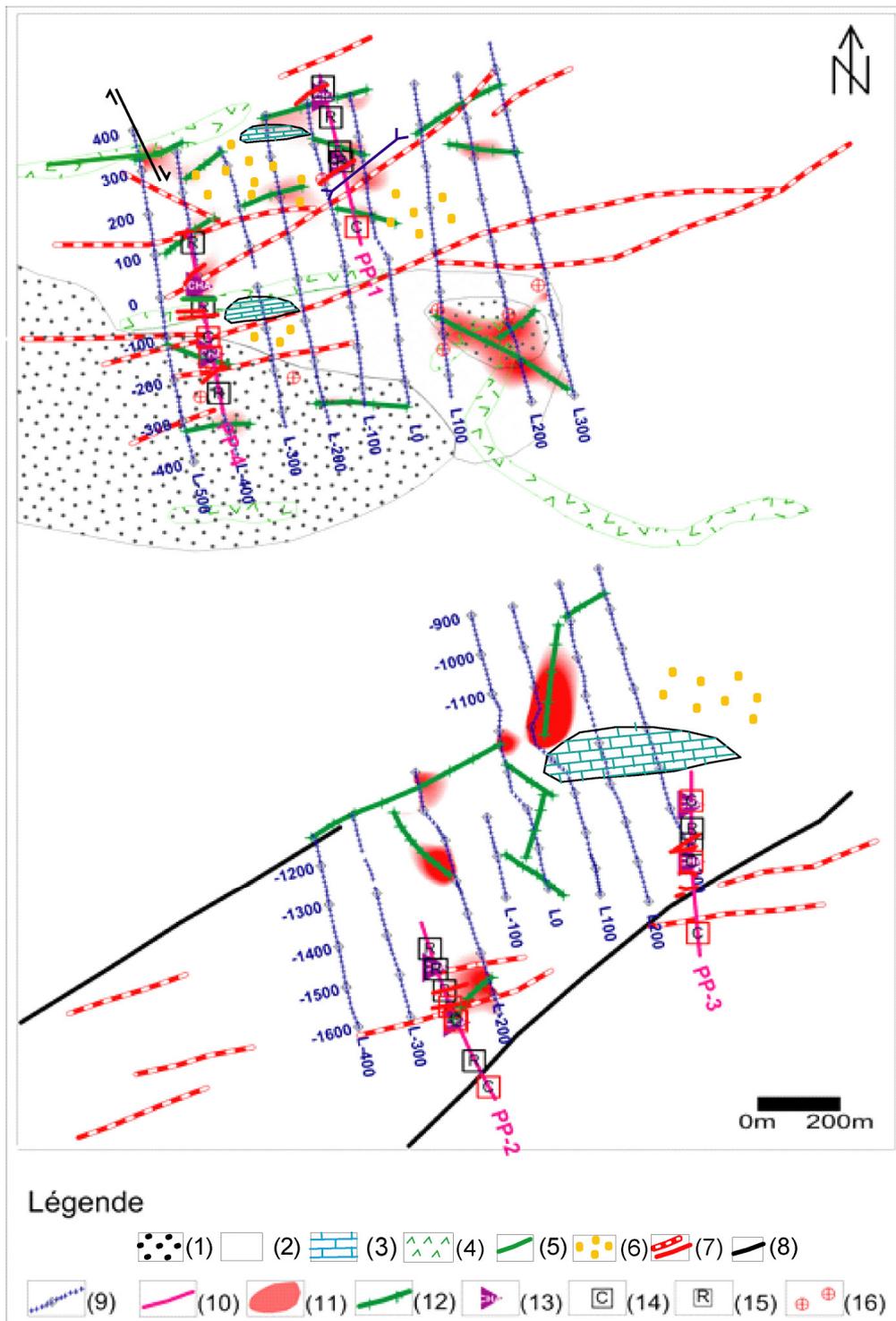
Figure 4 : localisation du secteur d'étude (photo Google-maps).

## II-2 Travaux antérieurs

Les travaux antérieurs dans la zone de sidi Boubker était basé sur :

- Une étude géologique caractérisant les structures minéralisées et le contexte géologique de mise en place de ces structures.
- Une prospection géophysique par magnétométrie et tomographie électrique pour préciser l'étendu en profondeur des filons étudiés.

L'application des méthodes géophysique (Errachidi et El Mansour, 2012), ont montré les résultats suivants :



**Figure 5:** Carte d'interprétation synthétisant l'ensemble des résultats (Errachidi et El mqsour) . 1.flyschs (Dévonien), 2.schiste (viséen), 3.calcaire, 4. Dyke basique), 5. Dyke basique observé, 6. Dissémination de pyrite, 7. Structure minéralisée, 8.Faille, 9. Profil magnétique, 10. Profil de tomographie électrique, 11. Anomalie magnétique, 12. Linéament magnétique, 13. Corps chargeable, 14. Corps conducteur, 15. Corps résistif, 16. Echantillonnage de géochimie.

*L'étude magnétique* a permis de dégager les conclusions suivantes :

- A l'exception de certaines anomalies ponctuelles, le champ magnétique terrestre varie très peu à l'échelle de la zone d'étude.
- L'analyse qualitative des données a permis de dresser un champ de linéaments magnétiques qui reflètent pour la plupart des effets d'hétérogénéités superficielles mais qui n'est pas sans rapport avec la structuration régionale du secteur de Sidi Boubker.
- L'absence d'anomalies magnétiques significatives au droit de ces structures indique qu'il n'y a pas de concentration de minéraux magnétiques (pyrrhotine, magnétite) le long de ces structures (fig 5).

*Les tests de tomographie électrique*, contrairement au magnétisme ; ont été très concluants et ont abouti à des résultats très encourageants,. En effet, les mesures conjointes de la résistivité et de la chargeabilité a permis d'identifier des anomalies très significatives pour l'exploration minière du prospect de Sidi Boubker. La majorité de ces anomalies sont associées à des sources à la fois chargeables et conductrices faisant immédiatement penser à des concentrations de minéralisation sulfurée massive, qui s'avèrent pour la plupart s'enraciner plus profondément au-delà des 80 mètres atteints par le dispositif utilisé .

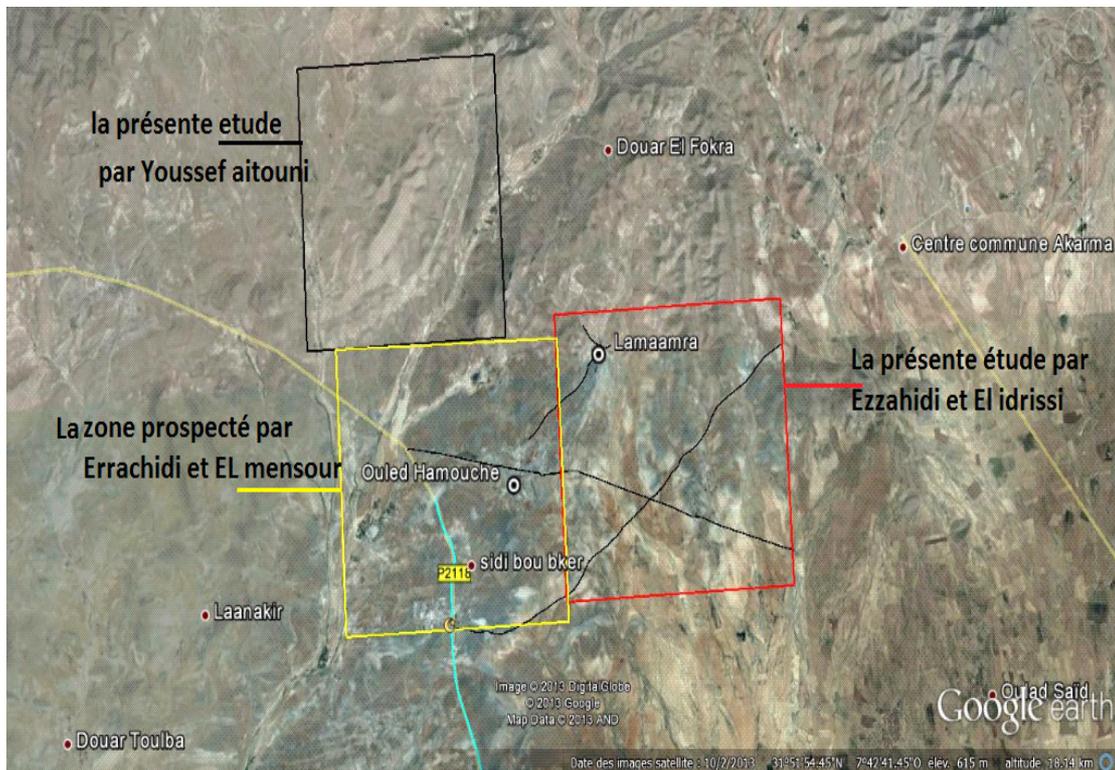
### **II-3 Etude géologique**

Dont le but d'étudier et établir une carte géologique et de faire une discipline géologique des différentes formations dans la zone nord d'Ouled Brahim nous étions amenés à faire de la cartographie de cette zone étudiée.

La carte réalisée est basée sur une carte de réseau hydrographique, fond topographique réalisée par AXMINE COMPANY.

### II.3-1 Carte géologique

Suite aux résultats encourageants de l'application des méthodes géophysiques, la recherche de la continuité de ces corps minéralisés chargeables au nord de cette zone s'est avérée intéressante.



**Figure 6 : photo de Google Earth présentant l'emplacement des travaux antérieurs et celui des présents travaux**

La zone d'étude présente des terrains schisteux paléozoïques (Viséen) et schisto-gréseux avec des intercalations des grés dont la stratification prend une direction générale ENE .

Des filons quartzeux carbonatés sont soit porteurs de la minéralisation (malachite et sulfures de cuivre) soit stériles.

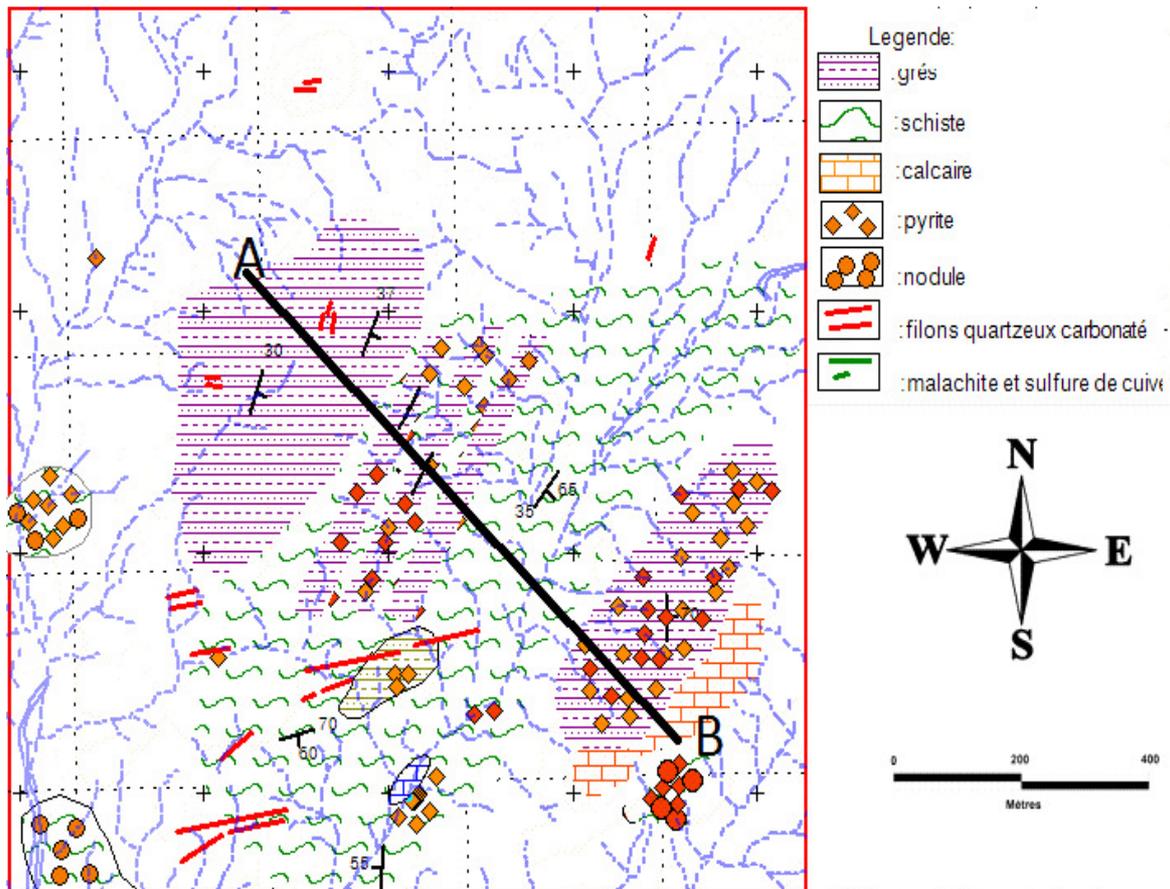


Figure 7 : Carte géologique de la zone d'étude

### II.3-2 Lithostatigraphie

#### Schistes :

Les schistes sont des facies abondants dans le secteur d'études. Ils ont une couleur gris ou gris verdâtre et présentent une schistosité nette et parallèle à la S0, et localement intercalés avec des bancs calcaires et parfois les schistes sont chloritisés (fig.8)

Les schistes peuvent présenter des nodules pyritisés et des traces de l'oxydation de la pyrite .



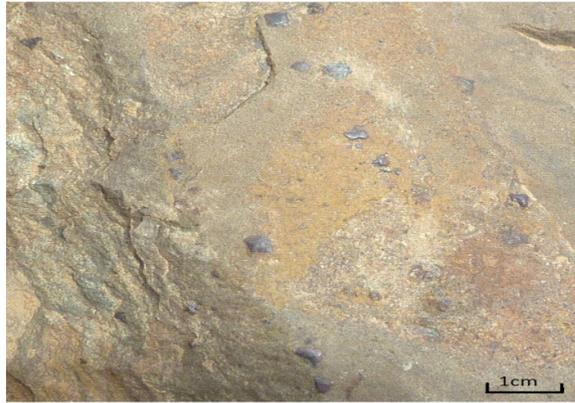
**Figure 8 : Les schistes**



**Figure 9 : Les schistes noduleux**

### **Grès :**

Les grès sont bien visibles en haut des collines, de couleur grisâtre à brunâtre. Ils sont parfois fracturés et recoupés par des petites veinules quartzieuses ayant une épaisseur variante de l'ordre centimétrique à métrique, pourvues des cristaux de pyrite .



**Figure 10 : grés pyritisé (pyrite oxydée)**

- **Filons quartzo-carbonatés:**

Les structures minéralisés sont des filons et des lentilles brunâtres et blanchâtres, de puissance variable centimétrique à métrique. Elles ont une direction générale ENE-WSW avec un pendage vertical à subvertical soit vers le Sud.

Ces filons se développent dans les zones faillées le plus souvent à remplissage quartzeux à sidérite. Seulement deux filons minéralisés et il est difficile de trouver de la chalcopryrite et la malachite dans ces filons (fig. 11).



**Figure11 : La Chalcopryrite dans un filon Quartzo-carbonaté**

### II.3-3 Tectonique

La zone d'Ouled Brahim nord est affectée par plusieurs phénomènes structuraux qui sont liés à l'orogénèse hercynienne et atlasique. La zone d'étude est plissée et déformée, la schistosité est parallèle à la stratification. Plusieurs failles sont de direction et de pendage variables.

### II.3-4 Coupe géologique

Suite aux travaux de cartographie, on a réalisé une coupe NW-SE, traversant les différents principaux faciès de la zone étudiée .

Du NW vers SE, on rencontre des grès, puis des schistes à niveaux de grès pyritisé et des nodules passant de l'autre côté de l'oued a des grès pyritisés ; traversés par un filon quartzeux stérile et enfin à des calcaires (fig.12).

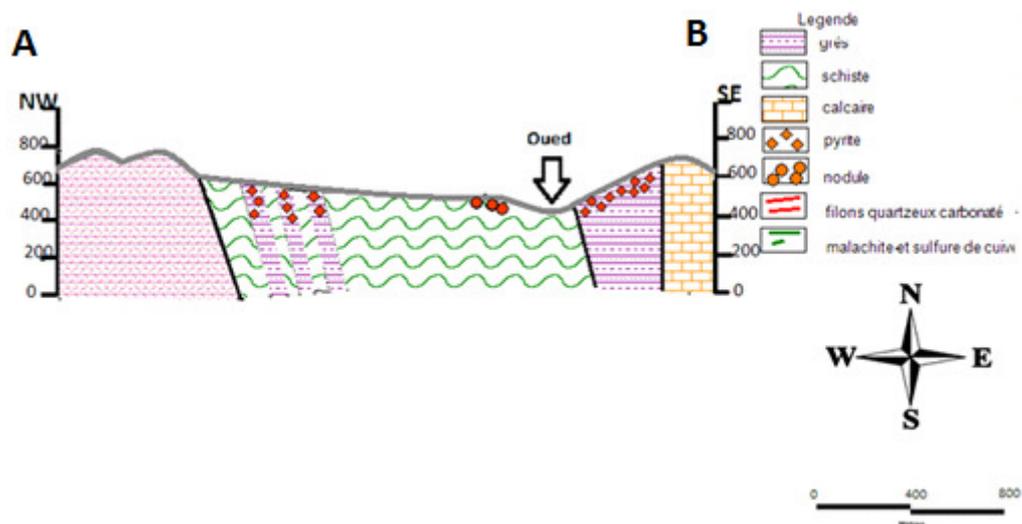
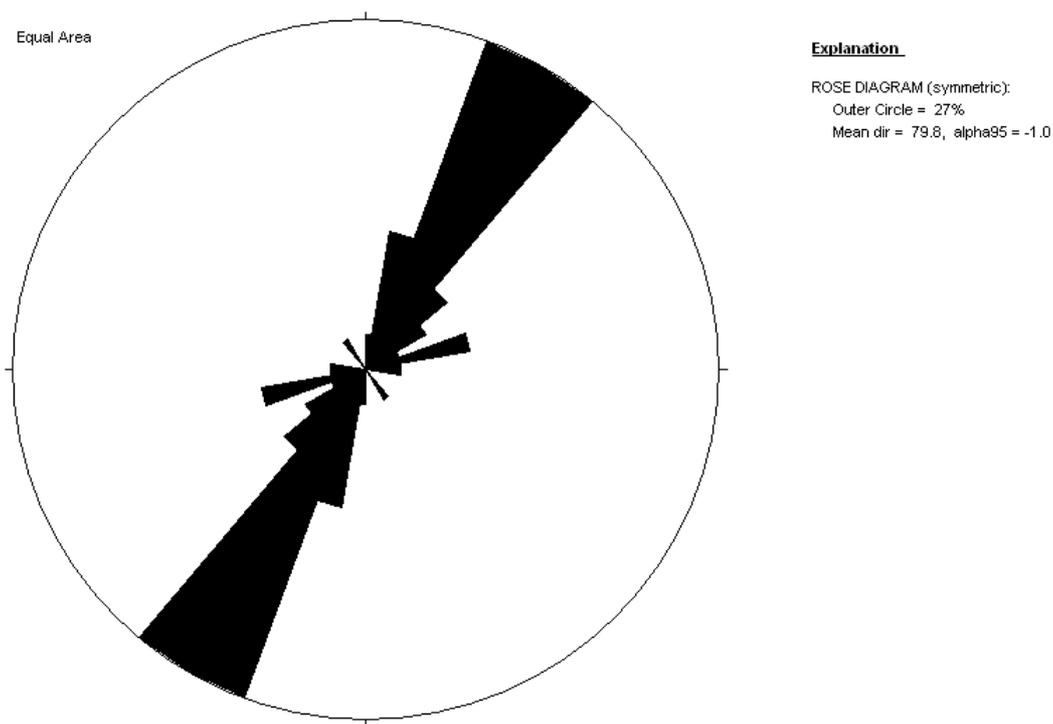


Fig. 12 : Coupe géologique AB traversant les principaux faciès de la zone étudiée

### II.3-5 Etude structurale

La zone d'étude Ouled Brahim nord est affectée par des déformations souples et d'autres cassantes, Elle est caractérisée par le développement de plusieurs structures minéralisées présentées par l'affleurement des filons essentiellement quartzeux carbonatés encaissés dans des formations schisto-gréseux, Parmi les objectifs de cette étude est de permettre de mesurer la direction principales et le pendage de la schistosité puisque la schistosité couverte la majorité du secteur étudié, ainsi de déduire l'effet de la tectonique sur le secteur.



**Figure 13 : Rosace directionnelle de la schistosité S1**

La structure majeure dans le secteur d'étude est essentiellement une schistosité de flux pénétrative dans le niveau schisteux.

Cette schistosité présente des directions variables avec une direction majeur NE-SW orienté N30° à N40°E et des pendages moyens vers E à SE.

Cette structuration NE-SW suppose un champ de déformation régionale dont la contrainte principale est orientée NW-SE.

Signalons l'existence d'autres directions mineures (en termes de fréquence) N70°E et N140°E.

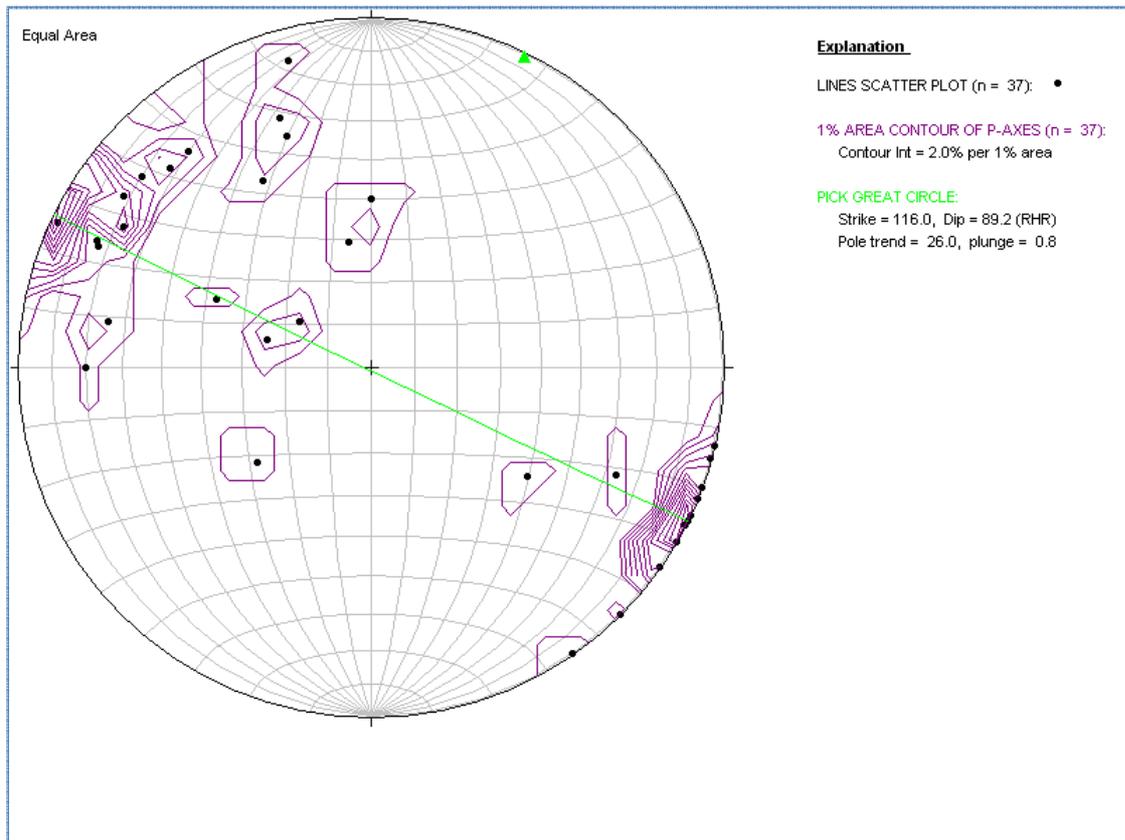


Figure 14 : Stéréogramme directionnelle de la schistosité

Cependant, si on projette stéréographiquement les plans de la schistosité par leur pole on observe une dispersion des points sur canevas de Wolf avec une concentration des points sur un plan orienté NW-SE (plan porteur du plan), ce qui laisse supposer que la S1 est affecté par un autre plissement (2ème phase) dont l'axe est subhorizontal, orienté 0° à N26°E.

### III. ETUDE PETROGRAPHIQUE

#### III. 1 Etude microscopique

Les roches encaissantes à grès carbonatés montrent au niveau de la lame mince de fins cristaux de quartz cimentés par de la sidérite. On note la présence des oxydes de fer qui recourent la roche ainsi que des petits cristaux de chalcopirite (fig. 15).

Le faciès gréseuo-carbonaté présente parfois une abondance des carbonates de fer par rapport au quartz et constitue un fond à sidérite qui ciment des cristaux de quartz (fig. 16).

Une génération postérieure de carbonates plus claire (calcite) recoupe la première à sidérite (fig. 17).

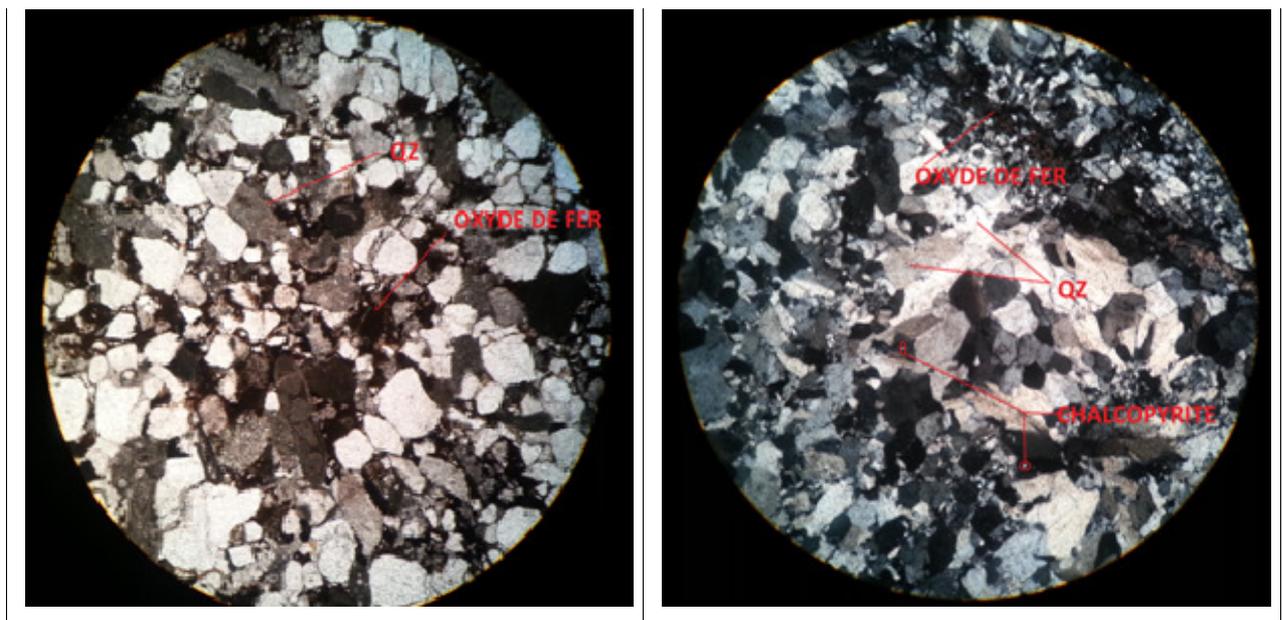


Figure15 : Grés carbonatée (lumière transmise Analysée et polarisée) (Gx200)

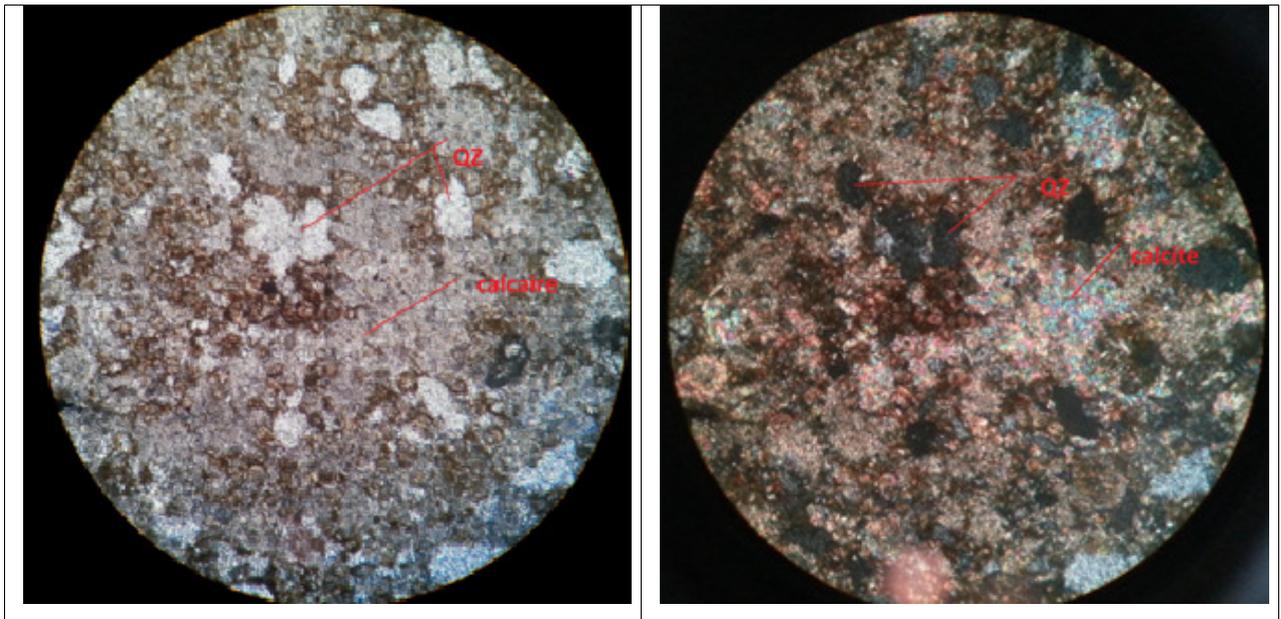


Figure16 : Calcaire gréseux avec un fond carbonaté(Gx200)

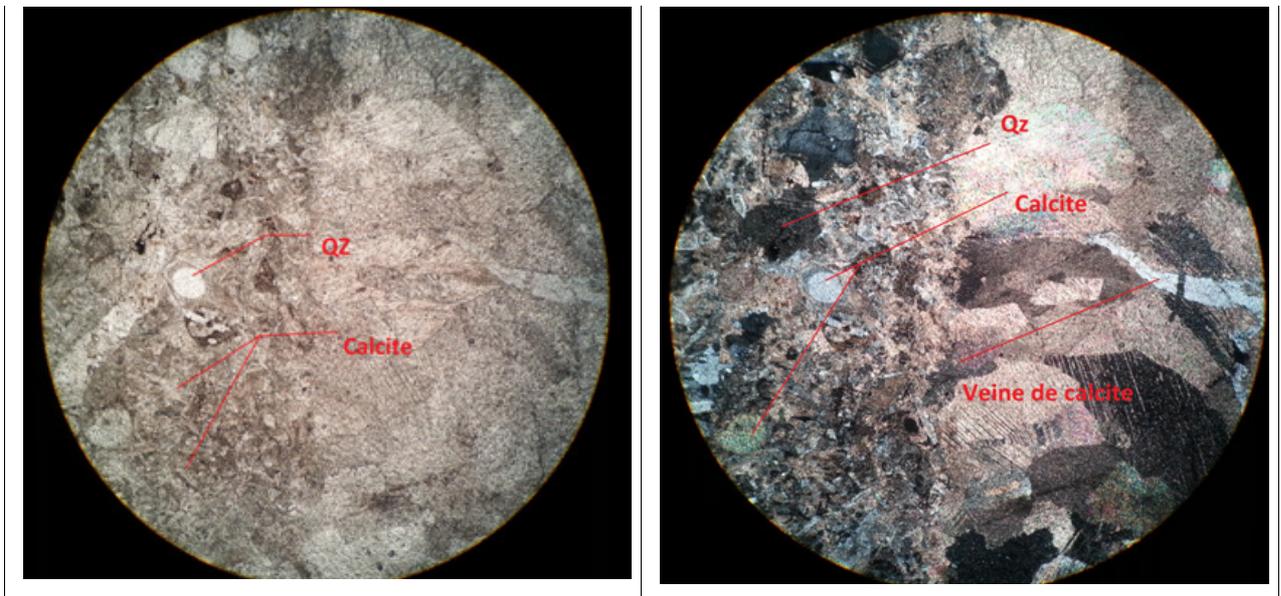
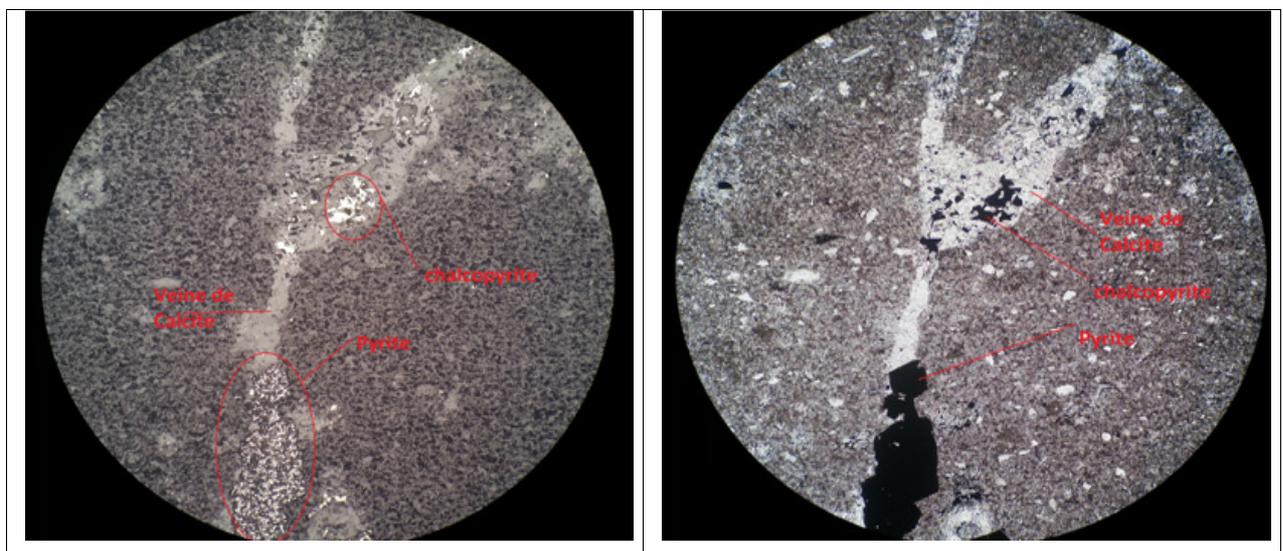


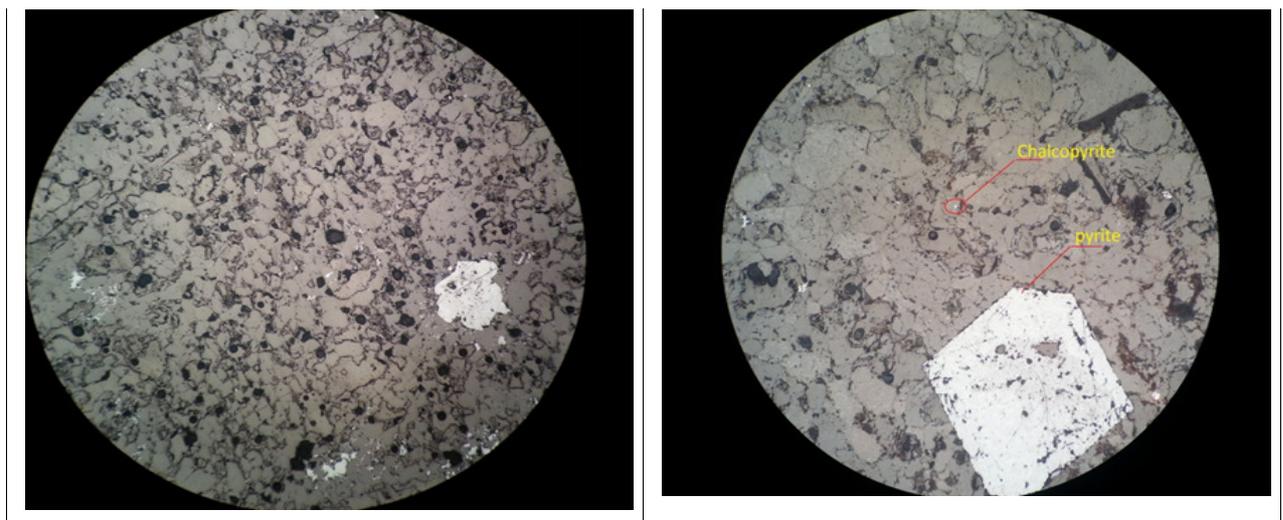
Figure 17 : Carbonate gréseux (Gx200)

Les pélites à matrice micacée très fine est traversée par des veines de calcites à petits cristaux de chalcopryrite, et pyrite (fig. 18). Les carbonates correspondent généralement à la gangue des sulfures de cuivre et de fer (Fig 19).

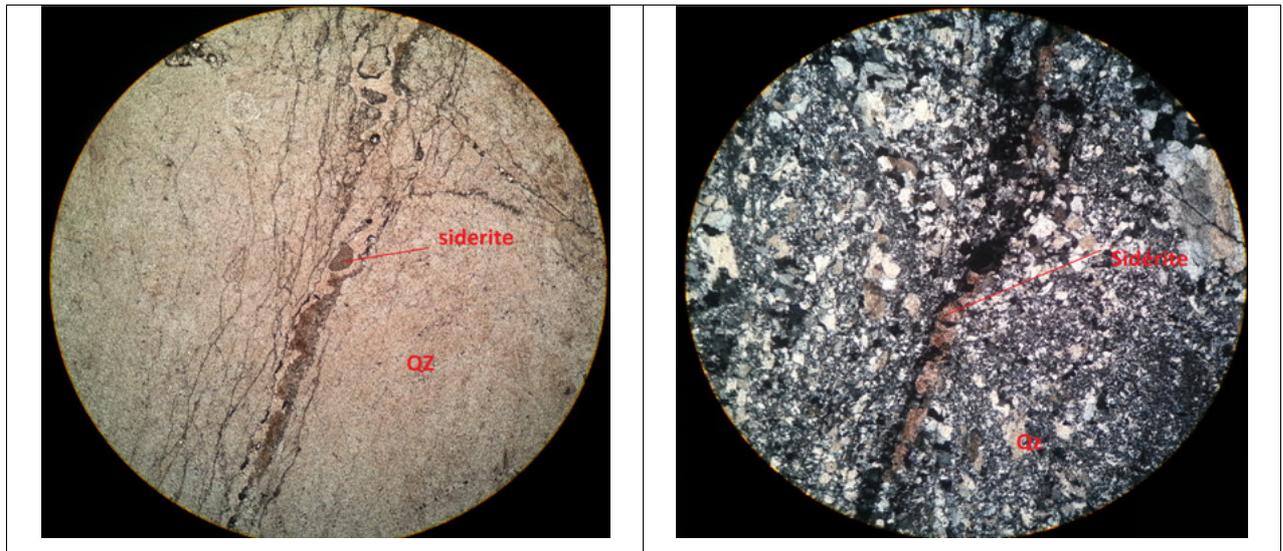
Les filons à quartz carbonates qui recouper les schistes gréseux, confirment le caractère postérieur des carbonates par rapport au quartz primaire stérile, (fig. 20) et une deuxième génération de quartz recoupant l'ensemble.



**Figure 18 : La pyrite et la chalcopryrite dans une gangue peliteux(Gx200)**

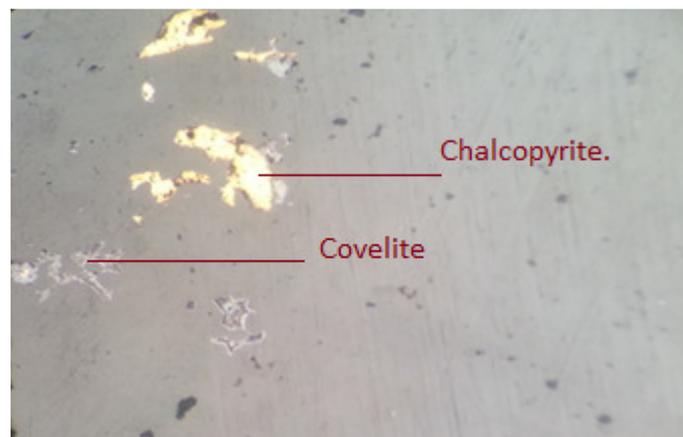


**Figure 19 : La pyrite et la chalcopryrite dans une gangue carbonatée(Gx200)**



**Figure20 : Quartz à veine de sidérite(Gx200)**

Ce filon montre sur section poli des petits cristaux de la covellite qui contourne la chalcopryrite (fig 21)



**Figure 21 : Section poli du filon minéralisé(Gx200)**

### **III.2 Pétrographie des échantillons en profondeur**

Au centre de la zone d'étude des travaux de prospection eau m'ont permis de collecter des échantillons de profondeur, éloignés l'une de l'autre de plus de 200m. La profondeur des travaux ont atteint 60 à 70 m. Sous la loupe binoculaire, ces échantillons prélevés des faibles profondeurs montrent de la pyrite associée aux pélites riche en matière organique avec des très fins cristaux de chalcopryrite (fig.22)..



**Figure 22 : Photo des échantillons prélevés à (60-70m) de profondeur (loupe Gx20)**

Le dépôt de pyrite de ces échantillons de profondeurs est favorisé par la richesse des pélites en matière organique. Les débris de quartz associés aux pélites montre qu'il y a une circulation souterraine, mais dans ces débris la quantité de la chalcopyrite reste faible devant la quantité de pyrite. Même dans les lames minces réalisées par les débris de profondeur montrent qu'il y a beaucoup de la pyrite et des tout petits cristaux de la chalcopyrite.

D'après les résultats des lames minces on constate que la pyrite est beaucoup plus abondante que la chalcopyrite, et la minéralisation est postérieure par rapport à l'encaissant.

On a deux générations de quartz dont les premières sont stériles et les deuxièmes sont minéralisés.

## **IV. Conclusion et recommandations**

Dans la zone d'études, les filons minéralisés ont des extensions locales et une minéralisation peu abondante en comparaison de la zone sud.

L'absence des indices de minéralisation dans le centre et le nord de la zone confirme l'arrêt des circulations minéralisatrices. Cette zone correspond à la terminaison nord des structures porteuses de la minéralisation cuprifère de la zone de Sidi Boubker.

Les résultats d'étude structurale sont en faveur d'une éventuelle minéralisation dans la zone sud mais suivant une direction des structures ENE- WSW et une extension vers l'est.

A la lumière de l'ensemble de résultats obtenus, les recommandations suivantes peuvent être formulées pour la suite des travaux d'exploration sur le prospect de Sidi Boubker :

- Pousser les travaux dans la zone WSW, et ENE de la zone de Sidi Boubker
- Pousser davantage l'étude géologique (cartographie détaillée, géochimie, métallogénie) afin de mieux cerner le modèle géologique et gîtologique de la minéralisation de Sidi Boubker et le confronter aux données géophysiques.

## **Bibliographies:**

**Pique, A et Michard, A.** (1989). Moroccanhercynides, a synopsis. The paleozoic sedimentary and tectonic evolution at the northern margin of West Africa

**Piqué, A.** (1994)- Géologie du Maroc: les domaines régionaux et évolution structurale.

**Piqué, A.** (1979)- Evolution structurale d'un segment de la chaîne hercynienne, la meseta Marocaine nord-Occidentale. Thèse es-Sciences Strasbourg.

**Lagarde, J. L et Choukroune, P.** (1982). Cisaillement ductile et granitoïdes syntectoniques : l'exemple du massif hercynien des Jebilet (Maroc). Bull. Soc. Géol. France.

**Jadid, M.** (1989). Etudes des processus de différenciation des roches magmatiques pré-orogéniques des Jebilet centrales sur l'ensemble du massif stratiforme de Koudiat Aicha Kettara (Maroc hercynien). Thèse 3ème cycles, Marrakech.

**Huvelin, P.** (1977). Etude géologique et géologique du massif hercynien des Jebilet (Maroc occidental). Notes et Mem. Serv. Géol. Maroc

**Hoepffner, C.** (1987). La tectonique hercynienne dans l'Est du Maroc. Thèse de Docteur d'Etat Es-Sciences, Université. Strasbourg, France

**Essaifi, A.** (1995). Relations entre magmatisme, déformation et altération hydrothermale, l'exemple des Jebilet centrales (hercynien, Maroc). Thèse de Docteur d'Etat Es-Sciences, Université. Cadi Ayyad. Marrakech

**Essafi, A.** (1987) Schémas de déformation finie autour des corps acides des Jebilet centrales : l'exemple de KT. Hamra. Implication sur le contexte géodynamique de mise en place. Mém C. E. A. Univ, Marrakech.

**Bordonaro, M.** (1983). Tectonique et pétrographie du district à pyrrhotite de Kettara (Paléozoïque des Jebilet, Maroc). Thèse de 3ème cycle, Université. Strasbourg

**Aarab, E. M.** (1984). Mise en évidence du caractère Co-génétique des roches magmatiques basiques et acides dans la série volcano-sédimentaire de Sarhlef (Jebilet, Maroc hercynien). Thèse 3ème cycle. Univ. Nancy.