

**Université Cadi Ayyad  
Faculté des sciences et techniques  
Marrakech - Département  
des Sciences de la Terre**

**Laboratoire Géo-Ressources  
LGR – URAC 42**

**RAPPORT DE STAGE DE FIN D'ÉTUDES  
LICENCE SCIENCES ET TECHNIQUES  
GÉOLOGIE APPLIQUÉE AUX RESSOURCES MINIERES  
-LST- GARM-**

**Caractérisation minéralogique et structurale  
des minéralisations filoniennes à métaux de  
base des Jbilets centrales - Maroc:  
Étude de quelques secteurs filoniens  
au Nord de Marrakech**

**Par  
BENHAMOU El Haitham  
MOUMOU Youssef**

**Encadrés par :**

**Pr. ESSARRAJ SAMIRA**

**Année universitaire : 2014-2015**

# Remerciements:

*Qu'il nous soit permis, au terme de ce travail, d'exprimer notre profonde gratitude à notre professeur encadrante Mme ESSARRAJ Samira pour ses grands efforts afin de nous guider pendant ce stage et d'améliorer notre travail.*

*Nos remerciements s'adressent également à Mr NSHIMIYIMANA Félix et Mr KNIDIRI Abdelwahab pour la confection des lames.*

*Nous remercions toute personne du département des sciences de la terre de la faculté des sciences et techniques, ainsi que nos chers parents.*

# SOMMAIRE:

Liste des figures.....	1
Liste des tableaux.....	1
<u>Partie 1 : Présentation du travail et Géologie Régionale</u>	
I-Introduction.....	3
I-1.But du travail.....	3
I-2. Méthodologie de travail.....	4
- Volet travail de terrain.....	4
- Volet travail de laboratoire.....	5
II. Cadre Géologique.....	6
II-1.Géologie du Maroc.....	6
Domaines structuraux.....	7
II-2.Le massif des Jebilets.....	8
II-3.Les Jebilets centrales.....	9
a) Lithostratigraphie.....	10
b) Magmatisme.....	10
c) Métamorphisme.....	11
d) Minéralisations.....	11
<u>Partie 2 : Etude des secteurs filoniens à métaux de base</u>	
Introduction.....	13
I-Secteur 1.....	13
I-1. Situation géographique du terrain cartographié.....	13
I-2. Travaux de terrain.....	15
a. Station 1.....	15
b. Station 2.....	17
c. Station 3.....	18
d. Station 4.....	19

e. Station 5.....	20
f. Station 6.....	21
g. Station 7.....	21
h. Station 8.....	22
i. Station 9.....	22
j. Station10.....	22
I-3. Numérisation des données géo-localisées.....	23
I-4. Etude macroscopique.....	26
a. L'encaissant .....	26
b. Les intrusions de granitoïdes.....	27
c. Les filons de quartz blanc.....	28
d. filons de quartz géodique hyalin - carbonates (sidérite et calcite).....	28
I-5. Etude microscopique.....	30
a – Encaissant.....	30
b – Minéraux de gangue des filons.....	31
c – Minéralisation.....	32
d– Succession paragenétique.....	33
Planche 1.....	34
I-6. Etude structurale.....	38
a. La schistosité.....	39
b. Les filons.....	40
c. Les remplissages.....	42
d. Les fracturations.....	43
I-7. Conclusions des études du secteur 1 .....	45
II -Secteur 2.....	46
II-1.Etude macroscopique.....	46
a. L'encaissant .....	46
b. Les filons de quartz géodique.....	47
II-1.Etude microscopique.....	49
a. Encaissant.....	49
b. Minéraux de gangue.....	50
c. Minéralisation.....	51
d. Succession paragenétique.....	52
II -3. Conclusions des études du secteur 2.....	53
Planche 2.....	54
<u>Partie 3 : Interprétations et discussions</u>	

I. Comparaison des deux secteurs d'études.....	58
Conclusion.....	60
Références Bibliographiques.....	62

## **Liste des figures**

- Fig. 1: Les domaines structuraux du Maroc (Saadi M, 1982). *Page 7.*
- Fig. 2: Carte géologique simplifiée du massif des Jbilets (modifiée d'après Huvelin, 1972). *page 9.*
- Fig.3: Situation des différentes stations de terrain. *Page 14.*
- Fig.4 : Interprétation d'une faille séparant les deux filons des stations 1 et 10. *Page 23.*
- Fig.5 : Fond topographique de Marrakech Gueliz avec la zone d'étude encadrée en noire (L'Administrateur de la conservation foncière du cadastre et de la cartographie, 1996). *Page 24.*
- Fig.6 : Carte géologique de la zone étudiée. *Page 25 et 38.*

## **Liste des tableaux**

- Tableau 1 : Caractéristiques des filons de la station 4. *Page 19.*
- Tableau 2: Séquence paragéométrique du secteur filonien 1. *Page 33.*
- Tableau 3: séquence paragéométrique du secteur filonien 2. *Page 52.*
- Tableau 4: Comparaison des deux études macroscopiques. *Page 58.*
- Tableau 5: Comparaison des deux études microscopiques. *Page 59.*

**Partie 1**

**Présentation du travail**

**Et**

**Géologie Régionale**

## **I-Introduction :**

Ce travail a été entrepris dans le cadre d'un projet de fin d'études de licence : Géologie Appliquée aux ressources minières « GARM » de la Faculté des Sciences et Techniques de Marrakech. Il s'intègre dans un grand projet de caractérisation métallogénique des minéralisations filoniennes à métaux de base entrepris par le Laboratoire GEORESSOURCES du département de Géologie de la Faculté des Sciences et Techniques de Marrakech.

### **I-1. But du travail :**

Cette étude vise à mettre en pratique nos connaissances acquises lors de notre parcours de licence.

Ce travail est l'aboutissement d'une étude minéralogique et structurale d'une partie du système filonien à métaux de base (Pb-Zn) situé au nord de Marrakech.

Deux secteurs ont été choisis pour leurs importants affleurements filoniens, leur affectation par des séries de déformation intense et leurs minéralisations (gîtes) qui avaient été exploitées pour les métaux de base (Pb-Zn).

Des descriptions macroscopiques (pétrographiques) et des analyses microscopiques des paragenèses métalliques et de leur encaissant seront réalisées sur les échantillons recueillis, en relation avec les directions majeures des structures filoniennes. Ceci afin d'interpréter les résultats dans un cadre global minéralogique et structural des minéralisations filoniennes des Jebilet centrales.

### **I-2. Méthodologie de travail :**

Deux volets d'étude sont pris en considération :

- Volet travail de terrain :

Une carte de distribution des structures filoniennes a été réalisée pour l'un des deux secteurs étudiés. Lors de ce travail de cartographie, plusieurs notions de géologie de terrain ont été appliquées :

- Repérage sur le terrain : par les bâtiments, les routes, la topographie, le réseau hydrographique et toutes autres structures aidant à se localiser.
- Exploration : recherche des corps géologiques (filons, intrusions, encaissants...).
- Géolocalisation : prise de la position (coordonnées) du corps à l'aide d'un GPS, afin de représenter ultérieurement les données sur une carte.
- Mesures : prises pour chaque type de corps géologique: la direction, le pendage, l'épaisseur, également pour les schistosités et les fractures (matériel : boussole, mètre).
- Echantillonnage : choix d'échantillons représentatifs qui seront récoltés, illustrés par des photos, et première détermination des faciès sur place (matériel : Marteau, Sacs et étiquettes d'échantillonnage, HCl, Appareil photo).

Ces critères de géologie de la région vont être analysés afin de faire une comparaison des deux sites d'étude.

- Volet travail de laboratoire:

Ce volet consiste en plusieurs aspects :

✓ Finalisation des travaux sur le terrain : réalisation de la carte, des rosaces et d'autres représentations graphiques depuis les données recueillies (Logiciels utilisés : BaseCamp, MapSource, Q-gis, Google Earth, Mapinfos, Excel, GIMP, PowerPoint...).

✓ Description macroscopique de nos échantillons (orientations des structures, remplissages, textures...).

✓ Préparation des lames minces polies: Notre travail a consisté à repérer la zone sur laquelle on souhaite réaliser notre lame mince. Ensuite, nous avons scié les échantillons afin de préparer des « sucres » de roches prévus pour la confection de lames minces polies. Cette dernière étape a été réalisée par l'ingénieur responsable de la confection des lames.

✓ Etude des minéraux au microscope en lumière transmise (encaissant et minéraux de gangue) et en lumière réfléchie (minéraux métalliques-minéralisations).

## **II. Cadre Géologique :**

### **II-1.Géologie du Maroc :**

Le Maroc est l'un des meilleurs pays du monde pour comprendre et expliquer la plupart des phénomènes géologiques. Il est qualifié de «Paradis des Géologues» parce qu'il représente un champ d'action privilégié pour la recherche scientifique, l'enseignement, l'exploration et le domaine minier.

Situé à l'extrémité NW du continent Africain, il joue un rôle important dans la relation géologique entre Afrique-Europe et Afrique-Amérique. Il est bordé au Nord par la région méditerranéenne, au Sud par la Mauritanie, l'Algérie à l'Est et limité par l'Océan Atlantique à l'Ouest.

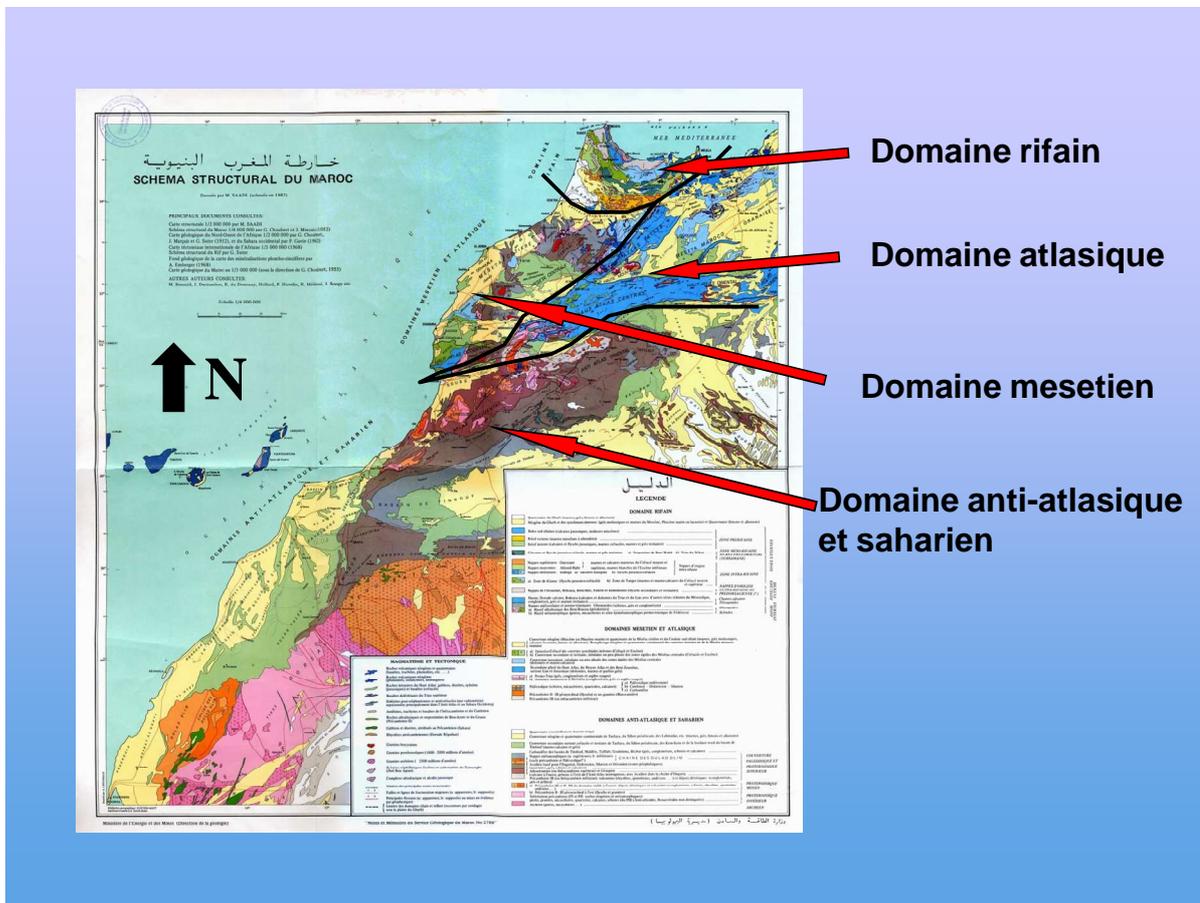
Au cours de sa longue histoire géologique, plusieurs cycles orogéniques se sont succédés, contribuant chacun, par son contexte géodynamique et son ampleur, à façonner les grands domaines structuraux du Maroc (Saidi M. 1982) (Fig.1) :

- Domaine Anti-Atlasique et Saharien : Intimement lié au bouclier ouest africain au Sud et limité par l'accident sud-atlasique au Nord (Michard et Piqué, 1989). Ce domaine est formé par un socle précambrien affecté par l'orogénèse éburnéenne et panafricaine, et une couverture paléozoïque (Hercynienne) en discordance.

- Domaine Atlasique et Mésétien : Situé entre l'accident sud atlasique et la limite sud du Prérif. Il débute par le socle paléozoïque (les mesetas) affecté par

l'orogénèse Hercynienne, divisé en deux parties : Meseta occidentale et orientale, séparées par le Moyen Atlas (Michard, 1976). La couverture plissée comprenant le Haut Atlas et le Moyen Atlas, subit une tectonique alpine précoce.

- Domaine rifain : Formé au Tertiaire, c'est une partie des chaînes Alpines subdivisée (depuis le Nord de la Meseta vers la Méditerranée) en Prérif, Rif externe et Rif interne.



**Fig. 1: Les domaines structuraux du Maroc (Saadi, 1982)**

**II-2. Le massif des Jebilet :**

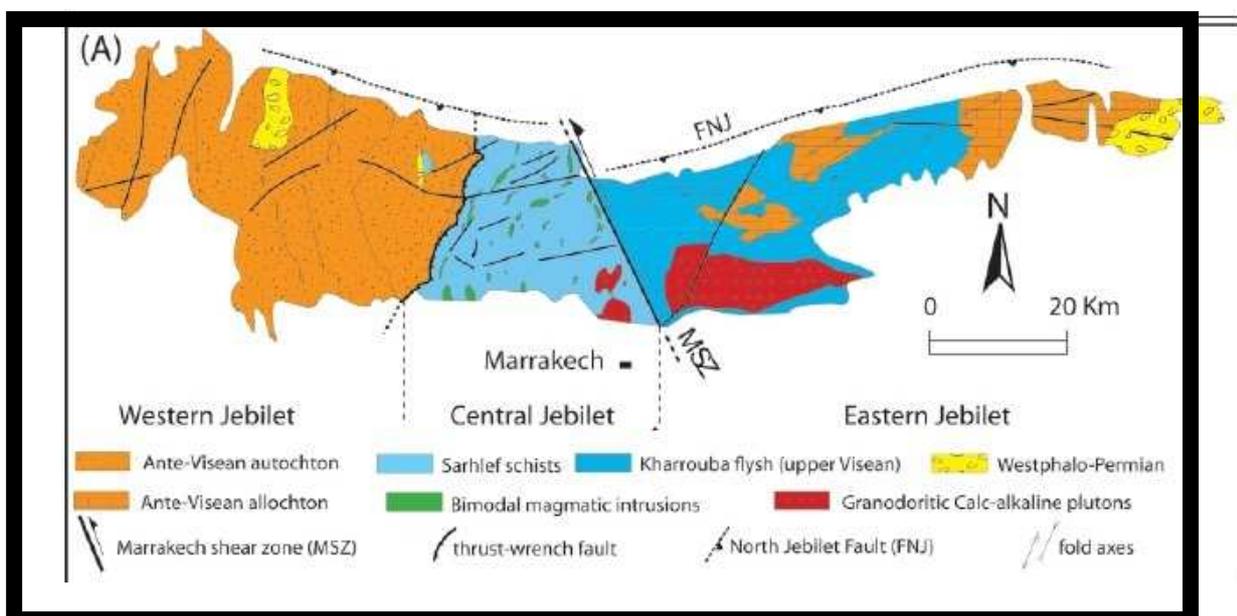
La Meseta occidentale (ou marocaine) est constituée de trois grands massifs paléozoïques: Le massif central, les Rehamna et les Jebilet.

Le massif des Jebilets est situé au nord de la plaine du Haouz. Ce massif est un ensemble de plaines et de collines Paléozoïques très plissées (Huvelin, 1977). Il est bordé au nord par la plaine de la Bahira et au sud par le Haut Atlas de Marrakech. Les Jebilets s'étendent sur une longueur d'environ 170 km et une largeur de 20 à 30km. L'orientation du massif est E-W, qui est la même que celle du massif atlasique (Fig. 2).

Ce massif est subdivisé en 3 parties (Huvelin, 1977):

- Jebilets orientales : caractérisés par les flyschs de Kharrouba (Viséen supérieur)
- Jebilets occidentales : présentent un ensemble cambrien-ordovicien autochtone peu ou pas métamorphisé et affecté par des plis méridiens supra-kilométriques (Huvelin, 1972).
- Jebilets centrales : La plus déformée des parties des Jebilets, formée par des terrains métamorphisés : les schistes de Sarhlef témoins des conditions anchisonales et épisonales aux quels est attribué un âge Viséen-Namurien (Huvelin, 1977).

La région visée dans ce travail se situe au niveau des Jebilets centrales.



**Fig. 2: Carte géologique simplifiée du massif des Jbilets (modifiée d'après Huvelin, 1972).**

### **II-3. Les Jbilets centrales :**

La schistosité d'âge Viséen-Namurien, le magmatisme acide et basique (sous forme intrusive et filonienne) et le métamorphisme sont témoins des séries de déformations qu'ont connu les formations volcano-sédimentaires des Jbilets centrales. Les schistes de Sarhlef intensément déformés et métamorphisés comportent trois épisodes magmatiques calés par rapport à la tectonique hercynienne : Un épisode antétectonique à dominance de roches basiques de nature tholéïtique, un épisode syntectonique représenté par des massifs granitiques synschisteux qui ont développé une large auréole de métamorphisme de contact et un épisode post tectonique à filons riches en enclaves de croûte profonde fortement métamorphisée et granitisée d'âge protérozoïque, (Huvelin, 1977).

#### **a) Lithostratigraphie :**

Les Jbilets centrales sont limitées par les schistes ordoviciens des Jbilets occidentales à l'Ouest, et par les flyschs de Kharrouba à l'Est. Deux séries stratigraphiques sont reconnues (Bordonaro, 1984):

- A la base : Série de Sarhlef : série pélitique à activité volcanique.
- Au sommet : Série de Teqzim : formée essentiellement de carbonates.

#### **b) Magmatisme :**

Selon l'étude de relation magmatisme-tectonique menée par Huvelin (1977), trois grands phénomènes magmatiques sont reconnus aux Jebilets centrales :

- Magmatisme pré-tectonique : intrusions acides et basiques dans un encaissant Viséen supérieur.
- Magmatisme syntectonique : il s'agit d'un magmatisme calcoalcalin représenté par les granodiorites.
- Magmatisme post-tectonique : une grande famille de filons microdioritiques en relation avec l'orogénèse Hercynienne. Ces filons peuvent traverser les produits du magmatisme antérieur.

**c) Métamorphisme :**

Les roches métamorphiques qui dominent le secteur résultent du métamorphisme régional (schistes de Sarhlef) et du métamorphisme de contact (schistes tachetés à andalousite, et/ou cordiérite aux abords des intrusions granitiques), et parfois des deux types combinés. La région de Bramram, Tabouchent et Bamega présentent un métamorphisme de contact développé autour des granites hercyniens (portant les mêmes noms).

**d) Minéralisations :**

Les Jebilets centrales sont connues pour leurs très nombreux indices minéralisés et leurs importantes mines à amas sulfurés : l'amas sulfuré à pyrrhotite de Kettara, l'amas sulfuré à Cu + Pb-Zn de Koudiat Aïcha et l'amas sulfuré de Draa Sfar parmi d'autres.

La région connaît d'autres formes de minéralisations liées aux processus métasomatiques et magmatiques : on peut citer par exemple les skarns (Sidi Bou-Othmane), ainsi que d'autres liés à des processus hydrothermaux post-hercyniens tels que les filons de Zn et Pb (Bir Nhas, Tabouchent, Sarhlef, Bamega.....) et d'autres cuprifères, cobaltifères dans la limite orientale des Jebilets centrales.

## **Partie 2**

# **Etude des secteurs filoniens à métaux de base**

## **Introduction**

On a divisé notre région d'étude qui s'étend sur le Nord de Marrakech depuis Sidi Bou-Othmane jusqu'à Douar Belaaguide en deux secteurs. L'analyse macroscopique et microscopique concernera la partie Nord du Secteur 1 et le Secteur 2.

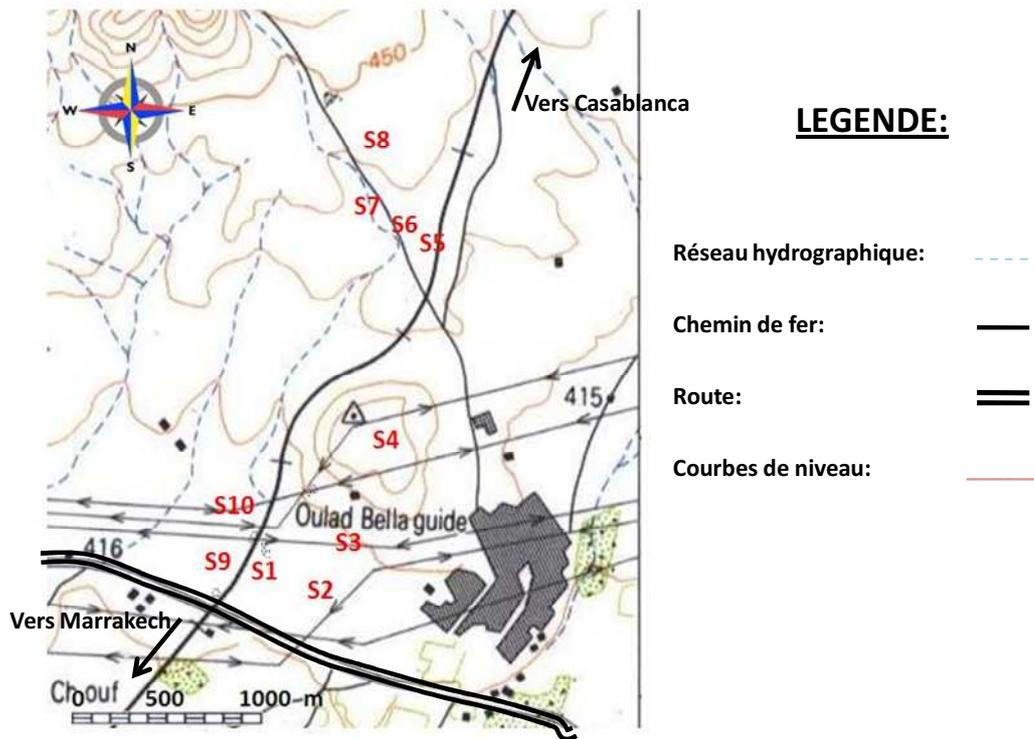
La cartographie portera uniquement sur la partie Sud du Secteur 1.

### **I-Secteur 1 :**

#### **I-1. Situation géographique du terrain cartographié :**

Notre secteur d'étude est situé à quelques km du nord de Marrakech (Fig. 3). Le terrain est traversé par le chemin de fer reliant Marrakech à Casablanca. C'est globalement une plaine, présentant quelques collines, et dont les affleurements sont dispersés de part et d'autre de la voie ferrée. Au niveau de ce secteur, les affleurements sont relativement rares et la quasi-totalité de la zone est recouverte par des cailloux de différentes natures, de sol et de champs cultivés. Ceci a limité nos observations sur les roches encaissantes, alors que les structures filoniennes de nature compétente sont généralement saillantes sur le terrain.

Nous avons parcouru ce terrain durant trois jours de part et d'autre du chemin de fer, afin d'identifier un maximum de structures. Pour le balayage de notre terrain, nous l'avons subdivisé en plusieurs stations (**S1, S2...S10**) de l'Est vers l'Ouest de la voie ferrée (Fig.3).



**Fig.3:Situation des différentes stations de terrain**

**I-2. Travaux de terrain:**

### **a. Station 1 :**

Les flancs latéraux de la voie ferrée montrent une succession de strates pentées  $70^\circ$  vers le NE. L'encaissant est dominé par des grès et des conglomérats qui renferment des filons de quartz gris centimétriques.

Un grand affleurement de quartz est très évident sur le terrain (Photo.1). C'est un filon de 4m d'épaisseur orienté globalement NE-SW, recoupé par la voie ferrée et s'étend sur environ 214m à droite de cette voie. Le pendage mesuré est de  $65^\circ$  vers le SW. Ce filon est composé d'une alternance de quartz clair et de quartz gris.

Ce filon est affecté par deux familles de fractures: l'une parallèle à la direction du filon de quartz ( $N45^\circ E$ ) et l'autre  $N74^\circ E$ . Des remplissages d'oxydes de fer comblent ces fractures.

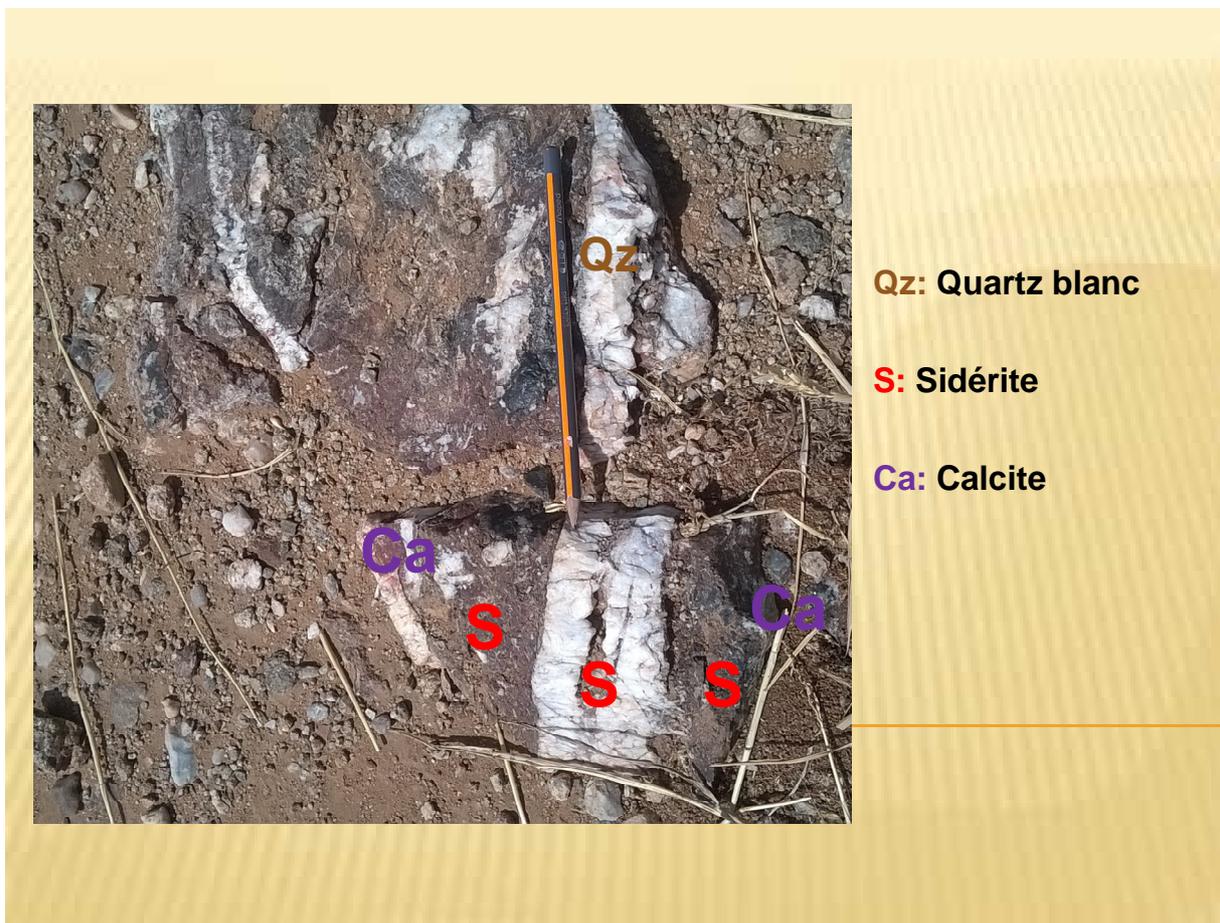
Un affleurement de granodiorite 1 de 2m d'épaisseur orienté  $N130^\circ E$  est recoupé par ce filon.



**Photo. 1 : Filon de quartz de la Station 1**

### **b. Station 2 :**

Au niveau de cette zone, l'encaissant est de nature granitique. Un filon d'une épaisseur de 30cm et une longueur de 25m, orienté N85°E et sub-vertical traverse cet encaissant. Il se compose de divers faciès; le cœur du filon présente une alternance de sidérite altérée en oxydes et hydroxydes de fer, avec du quartz blanc, ensuite la calcite tardive borde les côtés latéraux du filon. La photo 2 explique cette zonalité symétrique.



**Photo. 2 : Différents faciès du filon de la Station 2**

### **c. Station 3 :**

L'encaissant est de nature micro-granitique. Trois structures filoniennes ont été observées :

- Le premier filon de 180m de longueur est constitué d'un faciès similaire à celui au quartz de la station 1 (Quartz blanc – Quartz gris). Il est de direction N50°E avec un pendage sub-vertical une épaisseur de 4m.

- Un deuxième filon de carbonates borde le 1<sup>er</sup> filon de quartz, il a une puissance de 1.5m, une direction N80°E et un pendage 90° (vertical). Ce filon contient de la sidérite associée à un quartz géodique qui semble être tardif.

- Le troisième filon (quartz blanc/quartz gris), de direction N117°E et de pendage sub-vertical a une puissance de 2m. Il est recoupé par deux familles de fractures : N130-140°E et N170°E.

#### **d. Station 4 :**

Elle se situe autour d'une petite colline d'une centaine de mètres d'altitude à l'extrême droite du chemin de fer. Sur cette colline, l'augmentation du degré de métamorphisme se manifeste par l'augmentation de la tailles des cristaux de muscovites dans l'encaissant allant de la base jusqu'au sommet.

L'encaissant de lithologie méta-grésopélitique affiche une stratification verticale S0 de direction N55°E, l'étendue de l'affleurement est limitée à 40 m. En revanche, la schistosité enregistrée dans les méta-grésopélites montre une direction N30°E et un pendage de 65° vers le SE (Photo.3). Le quartz remplit plusieurs structures filoniennes détaillées dans le tableau 1.

	<b>Direction (°E)/ Pendage</b>	<b>Epaisseur</b>	<b>Faciès</b>
<b>Filon a</b>	<b>N135° sub-vertical</b>	<b>1m</b>	<b>Sidérite+quartz bréchifié</b>
<b>Filon b</b>	<b>N120° sub-vertical</b>	<b>0.45m</b>	<b>Sidérite+quartz bréchifié</b>
<b>Filon c</b>	<b>N85° sub-vertical</b>	<b>0.3m</b>	<b>Sidérite+quartz bréchifié</b>
<b>Filon d</b>	<b>N85° sub-vertical</b>	<b>0.3m</b>	<b>Sidérite+quartz bréchifié</b>
<b>Filon e</b>	<b>N85° sub-vertical</b>	<b>0.35m</b>	<b>Sidérite+quartz bréchifié</b>
<b>Filon F</b>	<b>N130° sub-vertical</b>	<b>2m</b>	<b>Quartz blanc/gris</b>
<b>Filon G</b>	<b>N85° vertical</b>	<b>0.6m</b>	<b>Sidérite + quartz en peigne</b>
<b>Filon H</b>	<b>N16° sub-vertical</b>	<b>3m</b>	<b>Quartz blanc/gris</b>
<b>Filon I</b>	<b>N100° sub-vertical</b>	<b>3m</b>	<b>Quartz blanc/gris</b>

**Tableau 1 : Caractéristiques des filons de la station 4.**

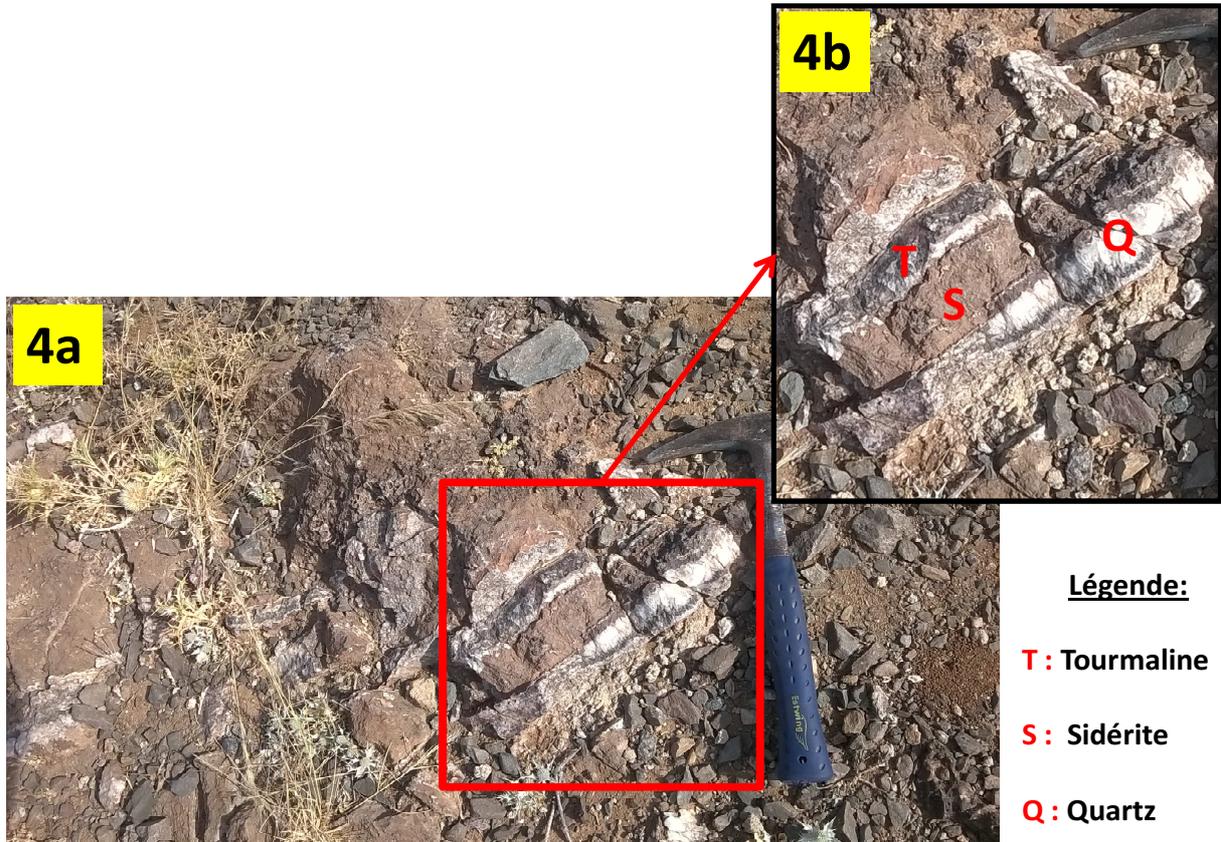


**Photo. 3 : Encaissant schistosé de la Station 4**

Par la suite nous avons entamé l'étude du secteur Ouest situé à gauche du chemin de fer avec les stations de 5 à 10.

#### **e-Station 5 :**

Au sein d'un encaissant schisteux on identifie un filon de 0.6m d'épaisseur qui présente une structure zonée débutant par une bande noire de tourmaline, suivie par du quartz géodique, puis sidérite (marron) et aux extrémités des carbonates claires (Photo.4). Ce filon est orienté N140°E.



**Photo. 4 : filon de la Station 5**

**f-Station 6 :**

L'encaissant est gréseux avec une stratification S0 orientée N22°E et une schistosité S1 orientée N80°E.

Il est traversé par un filon de quartz blanc-gris d'une puissance de 9m orienté N130°E.

**g-Station 7 :**

L'encaissant gréseux est traversé par des filons centimétriques de carbonates sombres (sidérite) associés à un quartz bréchifié. On distingue un faciès silicifié chloritisé qui se sépare de l'encaissant gréseux par une limite bien visible.

### **h-Station 8 :**

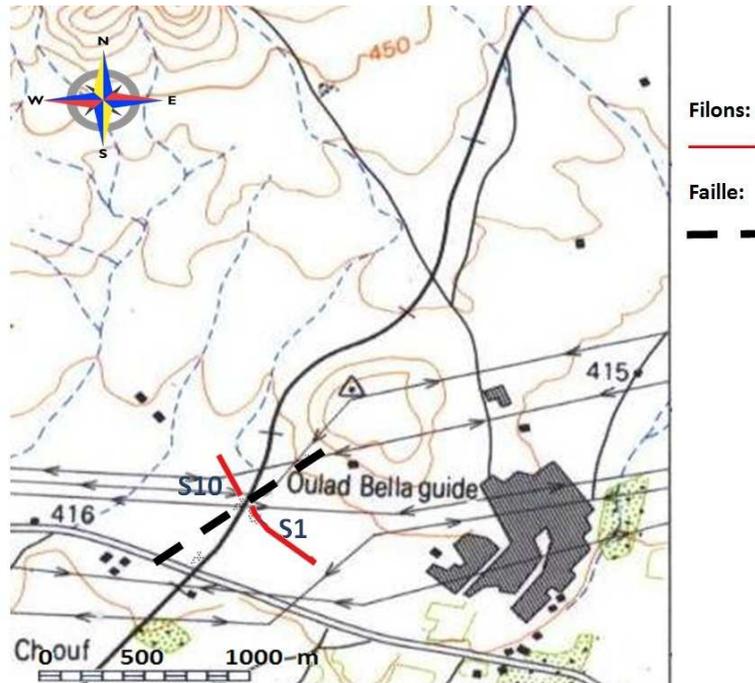
Un affleurement important d'un filon avec une épaisseur apparente qui est d'environ 40m, dans ce dernier on voit un filon de quartz blanc bordé de sidérite. La direction est de N55°E.

### **i-Station 9 :**

On observe un affleurant de granite orienté N25°E, d'une épaisseur de 2m, traversé par une petite masse à quartz blanc. A côté de celui-ci, on trouve un ancien grattage où on aperçoit un filon vertical de couleur grise à nuance verdâtre, et d'une direction N40°E. On estime sa puissance aux alentours de 30 cm.

### **j-Station 10 :**

Au niveau de cette station, on retrouve le même faciès du filon de la première station (quartz blanc/gris) se situant du côté Est du chemin de fer ; c'est la continuité de la station 1, mais cette fois si avec une puissance de 15m, une direction N155°E. On soupçonne la présence d'une faille à ce niveau (Fig.4).



**Fig.4 : Interprétation d’une faille séparant les deux filons des stations 1 et 10 (voir détail de la carte, Fig. 6)**

### **I-3. Numérisation des données géo-localisées:**

Cette étape consiste à numériser les données levées sur le terrain afin de les représenter sur un fond topographique (Fig.6). Le fond topographique utilisé a été extrait de la carte topographique de Marrakech - Guéliz à l’échelle de 1/50000 (Fig. 5).

خريطة المغرب 1:50000  
 FEUILLE NH-29-XXXI-4b  
 مراكش كليز  
**MARRAKECH GUELIZ**

**LEGENDE**

مناطق حضرية  
 مراكش 1:250000  
 مراكش 1:100000  
 مراكش 1:50000  
 مراكش 1:25000  
 مراكش 1:10000  
 مراكش 1:5000

مناطق ريفية  
 مراكش 1:250000  
 مراكش 1:100000  
 مراكش 1:50000  
 مراكش 1:25000  
 مراكش 1:10000  
 مراكش 1:5000

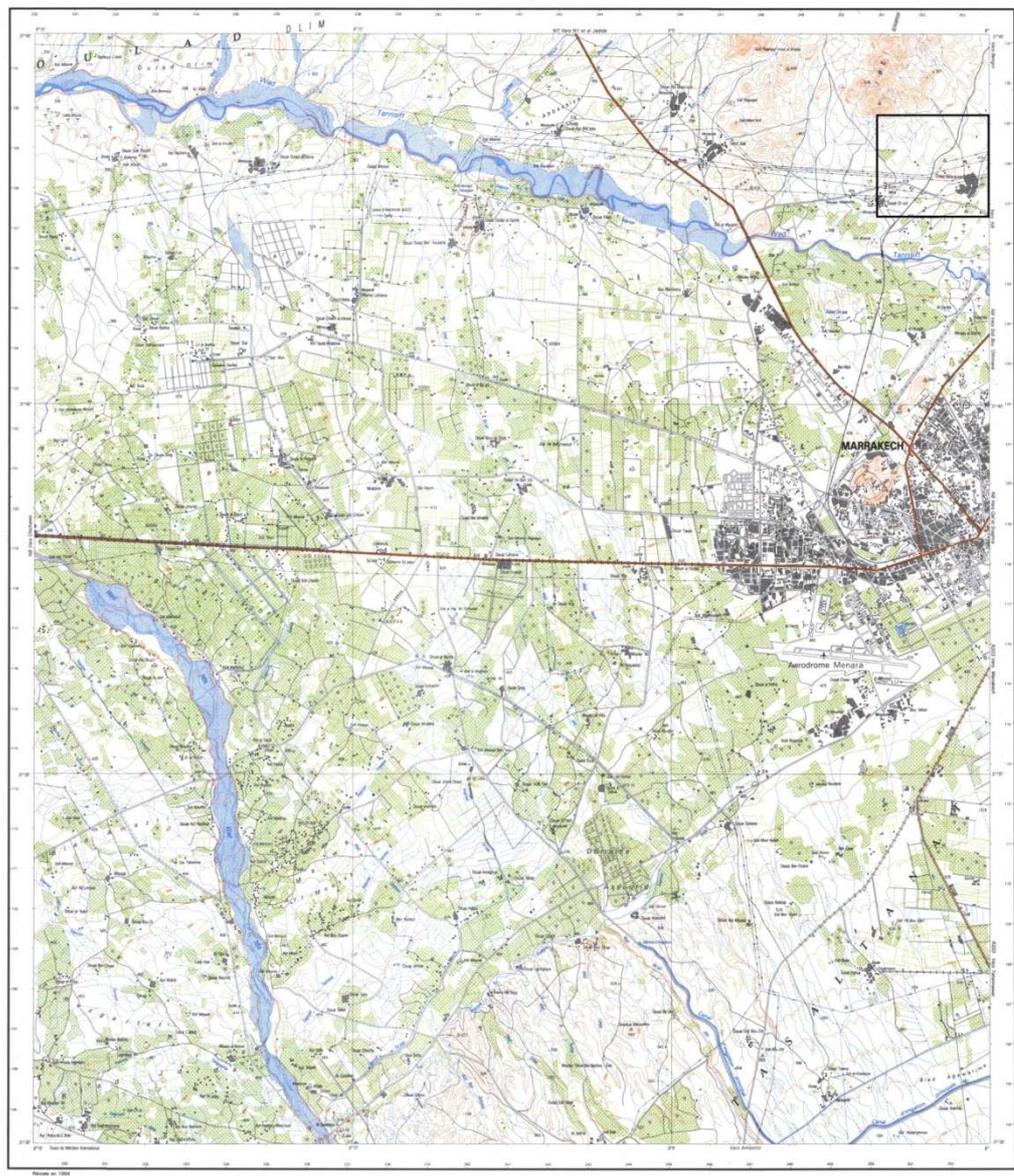
مناطق طبيعية  
 مراكش 1:250000  
 مراكش 1:100000  
 مراكش 1:50000  
 مراكش 1:25000  
 مراكش 1:10000  
 مراكش 1:5000

مناطق صناعية  
 مراكش 1:250000  
 مراكش 1:100000  
 مراكش 1:50000  
 مراكش 1:25000  
 مراكش 1:10000  
 مراكش 1:5000

مناطق أخرى  
 مراكش 1:250000  
 مراكش 1:100000  
 مراكش 1:50000  
 مراكش 1:25000  
 مراكش 1:10000  
 مراكش 1:5000

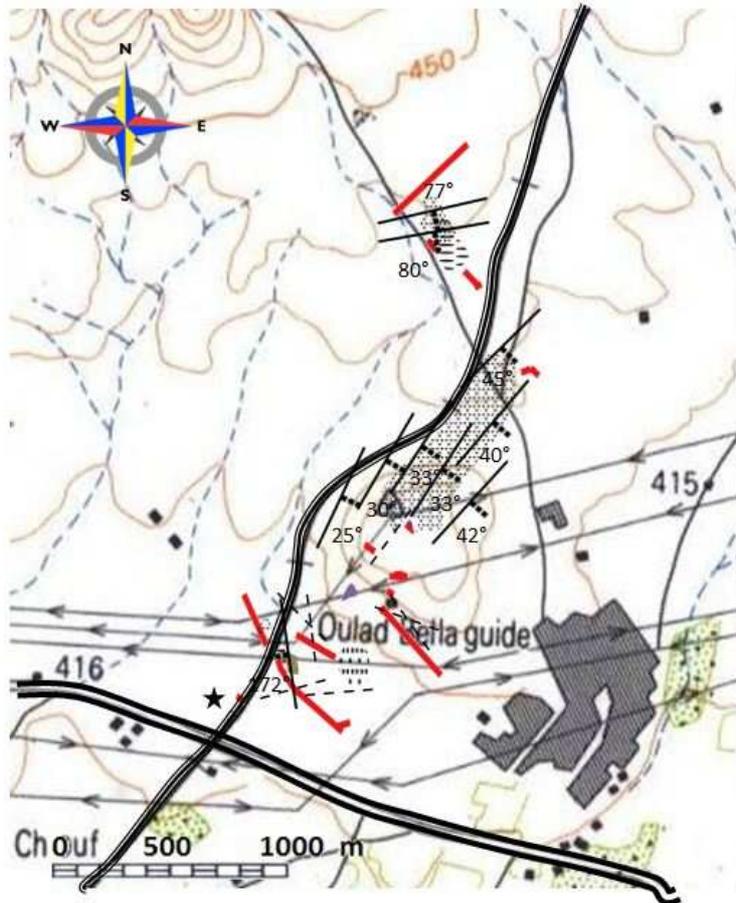
مقياس 1:50000

مراكش كليز



**Fig.5 : Fond topographique de Marrakech-Guéliz avec la zone d'étude encadrée en noire**

## LEGENDE:



<b>Filons:</b>	
<b>Encaissants:</b>	
➤ Méta-grésopélites	
➤ Grès	
➤ Granodiorites	
➤ Granites	
➤ Microgranites	
<b>Schistosité:</b>	
<b>Fractures:</b>	
<b>Réseau hydrographique:</b>	
<b>Chemin de fer:</b>	
<b>Route:</b>	
<b>Courbes de niveau:</b>	
<b>Ancien grattage</b>	

**Fig. 6 : Carte géologique de la zone étudiée**

#### **I-4. Etude macroscopique:**

##### **a. L'encaissant:**

Les schistes sont les encaissants principaux de la région; ce sont des roches métasédimentaires enrichies en micas blancs et de chlorite. Elles représentent un faciès de couleur brunâtre à noirâtre avec une orientation des minéraux marquant une schistosité orientée en moyenne N55°E.

Les schistes sont recoupés par des fractures et des filons (Photo 5). L'encaissant peut aussi être oxydé ou altéré.

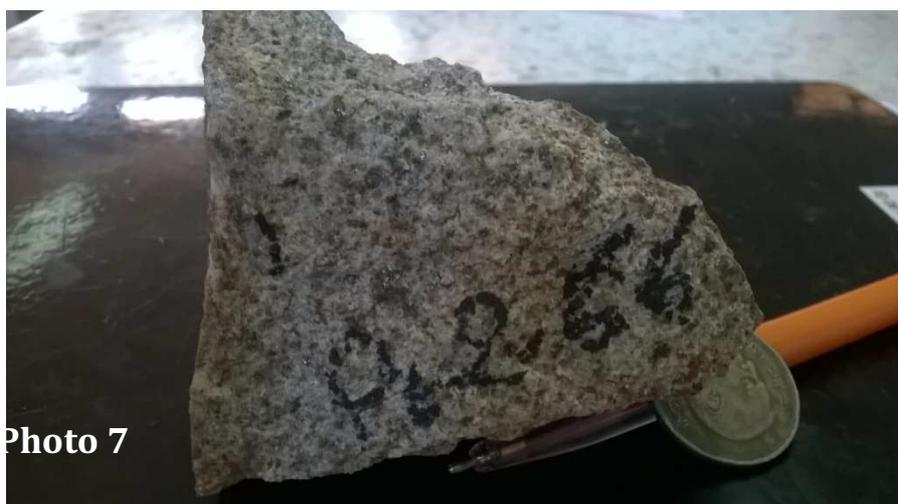


**Photo. 5 : Encaissant schisteux du Secteur 1 recoupé par un filon de quartz blanc**

### **b. Les intrusions de granitoïdes:**

Ce sont des intrusions magmatiques que connaît la région; de couleur généralement mésocrate, une texture grenue à microgrenue (Photo 6 et 7). Elles renferment des grains de quartz clair, des feldspaths et de la biotite et probablement d'autres minéraux ferromagnésiens. Nous les avons qualifiées de granodiorites et micro-granites.

Ces roches sont très affectées par l'altération superficielle à l'affleurement et elles encaissent parfois les filons quartzo-carbonatés.

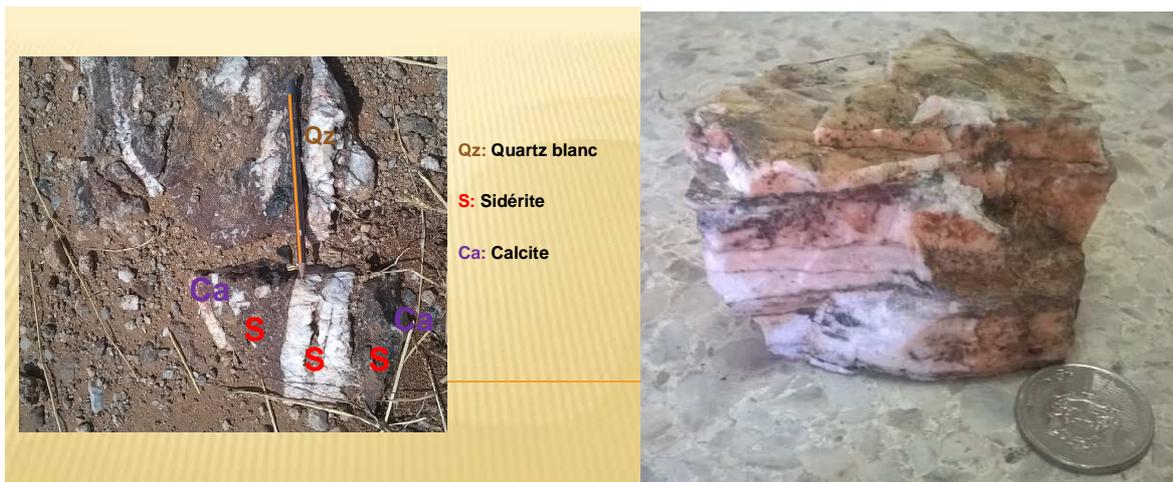


**Photo. 6 et 7 : Echantillons des Granitoïdes du Secteur 1**  
**(Photo 6:Granite, Photo 7: Microgranite)**

### **c .Les filons de quartz blanc:**

Le quartz se développe en divers formes : Massif, Zoné, Géodique, en peigne.

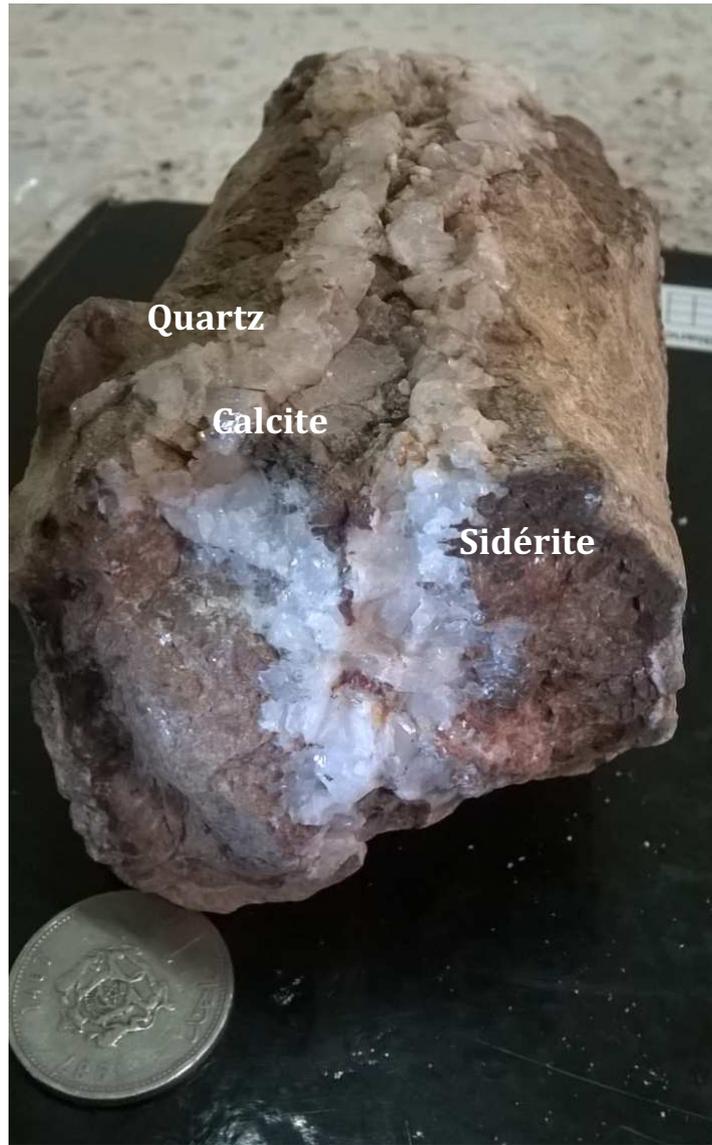
Ces filons peuvent présenter des altérations avec Hématite et Goethite (Photo 8).



**Photo. 8 : Echantillons des filons de quartz du Secteur 1**

### **d. Les filons de quartz géodique hyalin - carbonates (sidérite et calcite):**

Essentiellement composés de Sidérite massive, de couleur brune, fracturée et remplie par de la calcite (l'ensemble réagit à l'HCl) (Photo 9) et bordée par du quartz clair-hyalin géodique. Une belle disposition zonée caractérise ce type de filons (Photo 9) : Une alternance entre le quartz géodique et la sidérite et une cristallisation tardive de la calcite au cœur.



**Photo. 9 : Echantillon d'un filon de Quartz/Sidérite-calcite du Secteur 1**

## **I-5. Etude microscopique**

Le Secteur 1 est pauvre en minéraux métalliques par rapport au Secteur 2; les filons sont dominés par les minéraux de gangue.

### **a – Encaissant :**

Formé principalement par des métapélites gréseuses (schistes) constituées de quartz-séricite-muscovite. Elles sont souvent silicifiées et chloritisée. Les chlorites sont dispersées dans la masse de métapélites ou bien en bandes ou en veines traversées par des veinules de quartz.

Localement, des métapélites noires fortement chloritisées renferment des lits fins sombres de matière organique. Elles sont recoupées par des veinules de carbonates tardifs.

## **b – Minéraux de gangue des filons:**

- Le Quartz : on distingue deux types :

➤ Quartz précoce grossier: présent en grandes plages, très souvent zoné et géodique. Il est souvent cisailé a subi une importante déformation cassante. Il forme des brèches avec la sidérite.

➤ Quartz tardif fin: Il est soit sous forme de veinules qui recoupent la sidérite ou sous forme de bandes résultant de la déformation du quartz précoce, les cristaux sont de plus petite taille (quartz microcristallin).

- La Sidérite: elle recoupe l'encaissant et elle est postérieure au quartz précoce et recoupée par le quartz microcristallin. Elle peut former des brèches avec le quartz ou des plages centimétriques constituant le remplissage principal des filons. Les plages à sidérite se terminent en géodes remplies par les carbonates tardifs. La sidérite est fortement attaquée par l'altération supergène dont le résultat est la formation d'oxydes et hydroxydes de fer.

- Les carbonates tardifs: ils sont de teinte claire, notamment la calcite (forte réaction à HL à froid) avec un peu de dolomite (couleur légèrement rosée). Ils se développent le plus souvent sur la sidérite au niveau de ses géodes, remplissent les fractures et les géodes au cœur des plages et filons de quartz précoce et traversent le quartz microcristallin et la sidérite. Ces carbonates recoupent l'encaissant et contiennent parfois mes minéraux opaques aciculaires dont la nature n'a pas pu être déterminée avec certitude.

### **c-Minéralisation :**

On distingue:

- La Galène (PbS) : reconnaissable par les arrachements triangulaires ou des clivages cubiques en forme d'escaliers. La galène est le minéral métallique le plus abondant dans nos échantillons et elle forme de grandes plages ou se présente sous forme de cristaux de petites tailles et parfois remplit les brèches de quartz-sidérite. On remarque qu'elle n'est jamais associée à la Sidérite. La cérusite étant la forme d'altération de ce minéral est souvent observée tout autour des plages et cristaux de galène.

- La sphalérite (ZnS) : rarement observée, on la rencontre au milieu de la galène qui semble la mouler.

- La pyrrhotite (FeS) : Elle est très rare, souvent corrodée et associée au quartz précoce dans les brèches et reconnaissable par sa teinte crème légèrement rosée et ses macles polysynthétiques.

**d –Succession paragenétique :**

Le tableau 2 présente une succession paragenétique préliminaire des structures filoniennes du secteur 1, établie à partir de nos échantillons :

Minéraux observés	Stade précoce	Stade intermédiaire	Stades tardifs	
Quartz grossier	—————			
Sidérite		—————		
Quartz fin		—————		
Carbonates clairs			—————	
Pyrrhotite	—————			
Sphalérite			—————	
Galène			—————	
Ox-Hydrox. Fer				Supergène —————
Cérusite				—————

**Tableau 2: Séquence paragenétique du secteur filonien 1**

## Planche 1-2-3

- Photo 10 : Association de la Sidérite avec la Calcite tardive.
- Photo 11 : Quartz précoce (grossier) traversé par une veinule oxydée de quartz tardif microcristallin.
- Photo 12 : Veine à calcite recoupant la métapélite.
- Photo 13 : Galène à clivage cubique (en escaliers).
- Photo 14 : Aspect microscopique de la Calcite contenu dans la Sidérite.

### Liste des abréviations :

**Qz I** : quartz précoce

**Qz II** : quartz tardif

**Ox** : Oxydes de Fer

**Ga** : galène

**Sd** : Sidérite

**Ca** : Calcite

**Mp** : Métapélite

**(r)** : Lumière réfléchie

**(t)** : Lumière transmise

**L.N** : Lumière naturelle

**L.P** : Lumière polarisée

Photo 10

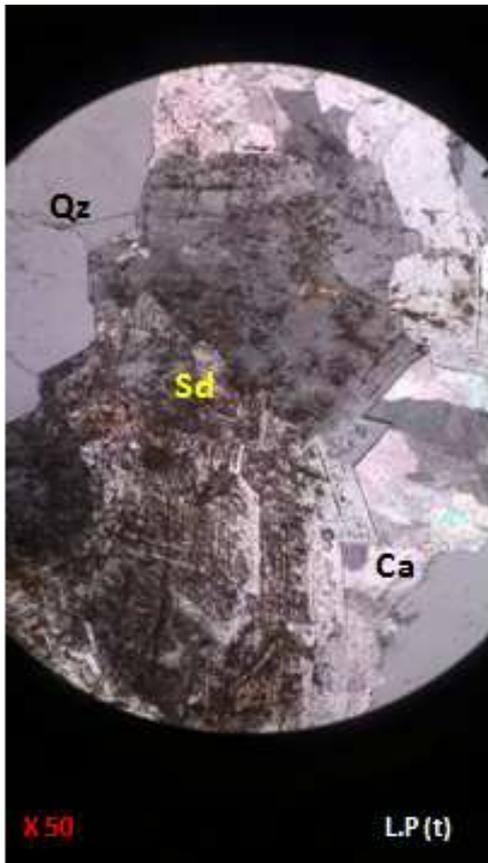


Photo 11



Photo 12

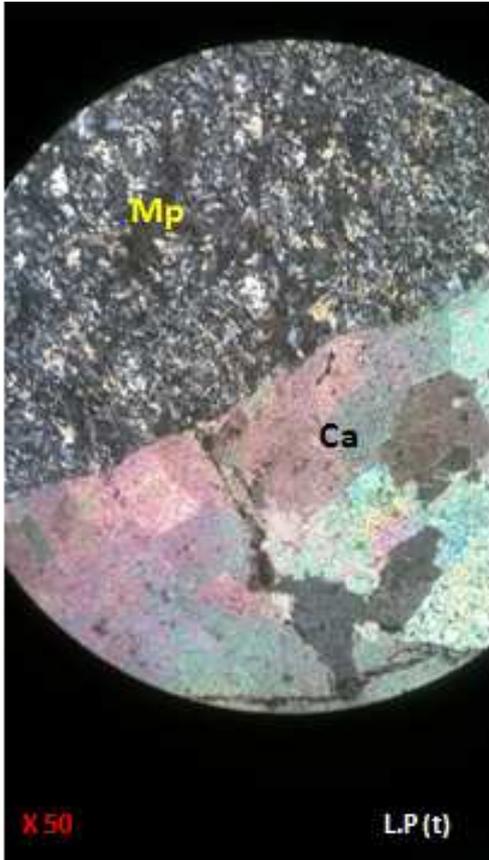


Photo 13

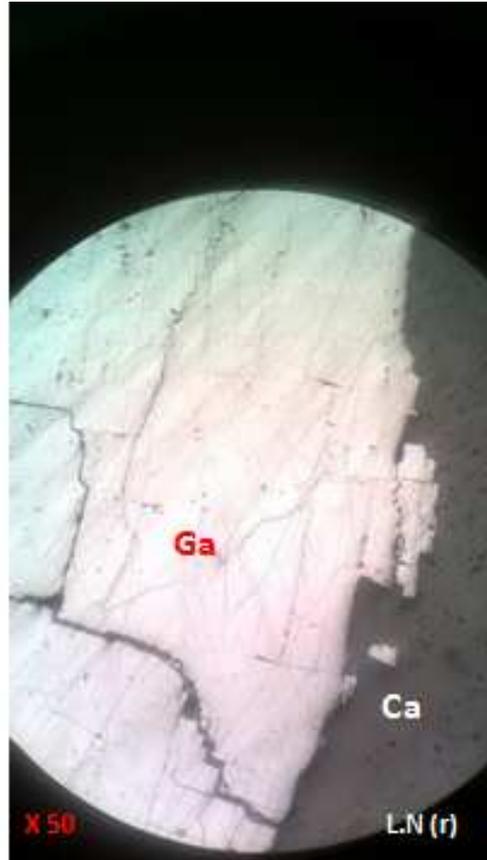
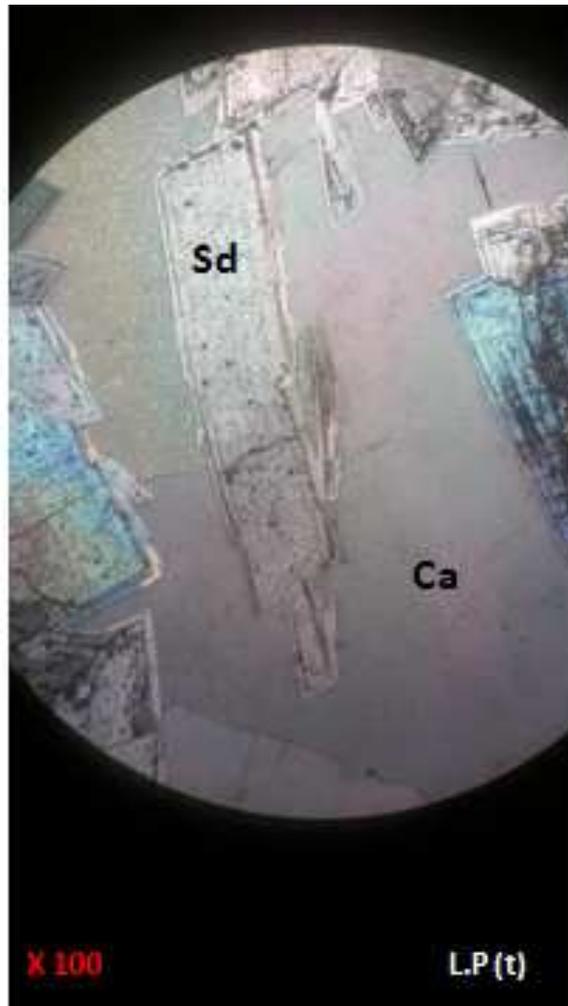


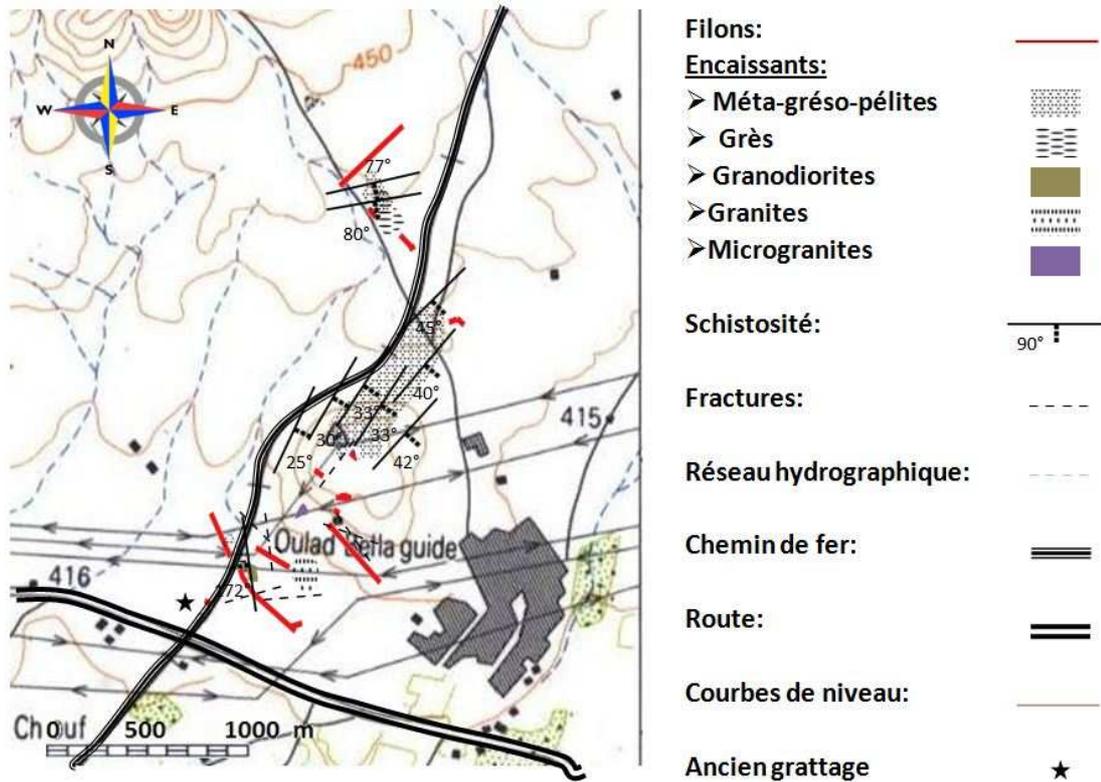
Photo 14



## I-6. Etude structurale :

Les observations de terrain du secteur 1 permettent de faire une synthèse des directions des différentes structures ductiles et cassantes (Fig. 6).

### LEGENDE:



**Fig.6 : Carte géologique de la zone étudiée**

### **a. La schistosité :**

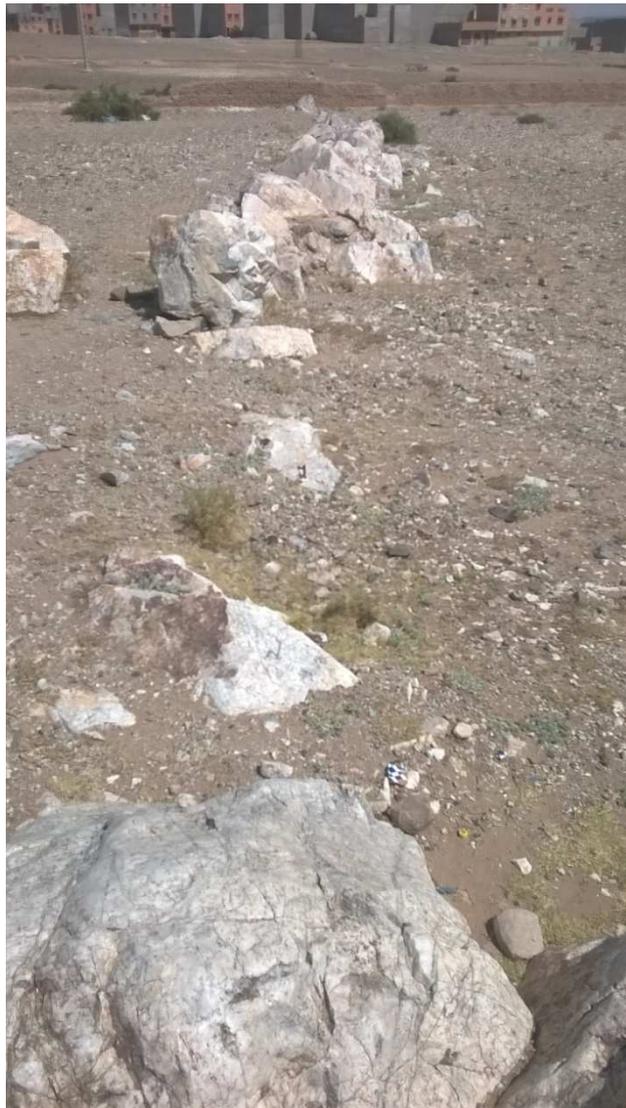
Sur la carte (Fig. 6), 3 directions schistosité sont observées: NE dominante avec des directions mineures EW et NS locales. Sur la colline de la station 4, la famille de schistosité NE avec un pendage de  $60^\circ$  vers le SE connaît des déviations locales qui ont direction variant entre  $N25^\circ E$  et  $N45^\circ E$ .

Dans notre secteur, la schistosité est généralement pénétrative; elle affecte les roches à l'échelle macroscopique et à l'échelle microscopique où les muscovites sont orientées en lamelles.

**b. Les filons :**

On distingue deux types de filons :

- Filons Quartz blanc/gris : Ces filons sont orientés NW-SE et remplis par des oxydes et hydroxydes de fer de tailles millimétriques (Photo 15).



**Photo 15: Filon de quartz de la station 3**

- Filons Quartz-Carbonates : Orientés E-W (Photo 16).



**Photo 16: Filon de quartz-carbonates de la station 2**

**c. Les remplissages:**

Ils sont généralement représentés par les oxydes et les hydroxydes de fer, et affectent les filons de quartz blanc/gris. (Photo 17 et 18)



**Photo 17 et 18 : Remplissages d'oxydes de fer dans le filon de quartz de la station 1**

#### **d. Les fracturations:**

On distingue trois types :

- Fracturations de direction N130°E à N145°E avec un pendage de 79° vers le NE affectant les filons de quartz blanc/gris (Photo 20).



**Photo 20: Fracturations sur le filon de quartz blanc/gris de la station 1**

- Fracturations N78°E à N85°E pentées subverticalement qui affectent les filons quartz-carbonates.
- Fracturations verticaux variantes de N22°E à N33°E enregistrées dans les encaissants péliteux.

Ces trois types de fracturations peuvent être reliés aux trois stades de déformations responsables des schistosités NE, EW, NS interprétés précédemment.

## **I-7. Conclusions des études du secteur 1 :**

- **Pour l'étude macroscopique :** L'encaissant du secteur 1 est schisteux. Il renferme des intrusions granitiques et micro-granitiques.  
  
Le système filonien renferme des minéraux métalliques tels que la galène et la sphalérite.
- **l'étude microscopique :** Les lames sont dominées par les minéraux de gangue (quartz à 2 types (précoce et tardif), sidérite, calcite...). Pour les minéraux métalliques on retrouve juste la galène et la sphalérite.
- **l'étude structurale :**
  - 3 familles de schistosité sont observées: NE (dominante), EW et NS.
  - 2 types de filons : Filons de quartz blanc/gris (NW-SE) et Filons quartz-carbonates (EW).
  - 3 familles de fracturations : N140°E, N80°E et N30°E.

## **II -Secteur 2:**

Pour ce secteur, l'étude s'est limitée à l'observation macroscopique et microscopique d'échantillons, les travaux de terrain n'ont pas pu être réalisés faute de temps.

### **II-1.Etude macroscopique**

#### **a. L'encaissant:**

Il s'agit de Schiste verdâtre et des pélites noires. Ce sont des roches sombres à stratifications entrecroisées, qui renferment des remplissages quartzeux filoniens (Photo 21-22-23)

**Photo 21**



**Photo 22**



**Photo 23**



**Photo. 21 22 et 23 : Echantillons des encaissants du Secteur 2**

### **b. Les filons de quartz géodique:**

Ce sont les plus abondants dans ce secteur. Ils contiennent les plus importants minéraux métalliques : la Galène, la Sphalérite, parfois de la Ankérite, avec des minéraux d'altération: Hématite et Malachite (Photos 24-25-26 et 27).

Le quartz de couleur blanchâtre parfois hyalin et le plus souvent géodique parfois en peigne. Il présente souvent un aspect jaune du fait de l'imprégnation par des oxydes-hydroxydes de fer.



**Photo. 24-25-26 et 27 : quelques échantillons des filons quartzeux du Secteur 2**

**(Photo 24-25 : Sphalérite, Photo 26 : Galène, Photo 27 : Ankérite)**

## **II -2. Etude microscopique**

### **a. Encaissant :**

Formé par des métapélites noires et métapélites gréseuses, il s'agit d'un encaissant sédimentaire métamorphisé et affecté par la déformation matérialisée par l'étirement des micas blancs dans les plans de schistosité. L'encaissant est bréchifié aux abords des structures filoniennes.

La séricitisation matérialise la schistosité et il est assez difficile de distinguer les séricites métamorphiques de celles qui pourraient être issus de phénomènes hydrothermaux ultérieurs.

Une silicification affecte les faciès métapélitiques souvent à l'approche des structures filoniennes.

Le remplissage des structures filoniennes est caractérisé par sa richesse en sulfures et en types variés de minéraux de gangue.

## **b. Minéraux de gangue :**

- Le Quartz : on distingue deux types :

- Quartz précoce : se présente en cristaux grossiers le plus souvent zonés avec des textures plumeuses et en peigne caractéristiques

- Quartz tardif : Celui-ci est fin, microcristallin. Il remplit les fractures traversant les minéraux plus précoces tels que le quartz grossier et la sidérite.

- La Sidérite : carbonate de couleur brune, formant des remplissages filoniens et apparaît postérieure au quartz grossier et antérieure au quartz microcristallin. La sidérite forme aussi des plages de brèches avec le quartz précoce.

- Les carbonates tardifs : d'aspect clair, ils remplissent les fractures, les géodes, et forment des veinules recoupant le quartz et la sidérite. Ce sont probablement la calcite avec un peu de dolomite (réaction plus ou moins importante à l'HCl à froid).

- La Barytine et l'Ankérite représentent sous forme de cristaux allongés traversant le quartz géodique.

### **c. Minéralisation :**

Ce secteur est riche en sulfures par rapport au secteur 1, on distingue :

- La Galène ( $\text{PbS}$ ) : très abondante dans nos échantillons, elle est souvent associée à des cristaux de barytine (Photos 31), et remplit les géodes du quartz grossier précoce (Photo 32).

- La Sphalérite ( $\text{ZnS}$ ) : moins abondante que la galène, elle présente une association avec la Chalcopryrite et se loge dans les géodes du quartz précoce.

- Chalcopryrite ( $\text{CuFeS}_2$ ) : elle cristallise entre les microcristaux de quartz fin, remplit les vides entre les grains de quartz grossier, ou cristallise au sein de la sidérite. Elle est souvent associée à la galène.

- La pyrite ( $\text{FeS}_2$ ) : Elle est de teinte blanc crème à côté de la galène et paraît précoce.

- Arsénopyrite ( $\text{FeAsS}$ ) : de rares petits cristaux losangiques d'arsénopyrite apparaissent dans les plages de sidérite.

Des minéraux d'altération supergène ont été observés, il s'agit d'oxydes et hydroxydes de fer très abondants comme produits d'altération de la sidérite, et la covellite résultant de l'altération de la Chalcopryrite.

#### d. Succession paragénetique :

Le tableau 3 présente une succession paragénetique préliminaire établie pour le secteur 2 à partir de l'observation de nos échantillons :

Minéraux observés	Stade précoce	Stade intermédiaire	Stades tardifs
Quartz grossier	————		
Sidérite		————	
Quartz fin		————	
Carbonates clairs			
Arsénopyrite	———		
Pyrite	————		
Sphalérite			————
Chalcopyrite			————
Galène			————
Barytine			————
Ankérite			————
Ox-Hydrox. Fer			———— Supergène
Cérusite			————
Covellite			————

**Tableau 3: séquence paragénetique du secteur filonien 2.**

### **II -3. Conclusions des études du secteur 2 :**

- **Pour l'étude macroscopique :** L'encaissant du secteur 2 : pélites noires et schistes. Le système filonien de quartz blanc est riche en minéraux métalliques : galène, sphalérite, Ankérite...
- **l'étude microscopique :** la pyrite et l'arsénopyrite est associé au quartz précoce, pendant que la sphalérite, la chalcopyrite, la galène, la barytine et l'ankérite sont en stade tardif. Les altérations supergènes sont plus importantes dans ce secteur.

## Planche 4-5-6

- Photo 28 : Aspect microscopique de deux phases de la paragenèse Galène-Sphalérite avec un minéral de gangue (Quartz précoce).
- Photo 29 : Galène et quartz plumeux.
- Photo 30 : Barytine qui traverse le quartz
- Photo 31 : Galène contenant la Chalcopyrite
- Photo 32 : Aspect microscopique des deux types de quartz (précoce grossier et tardif fin)

### Liste des abréviations :

**Qz I** : quartz précoce

**Qz II** : quartz tardif

**Ga** : galène

**Sph** : sphalérite

**Chp** : Chalcopyrite

**Ba** : Barytine

**(r)** : Lumière réfléchie

**(t)** : Lumière transmise

**L.N** : Lumière naturelle

**L.P** : Lumière polarisée

Photo 28



Photo 29

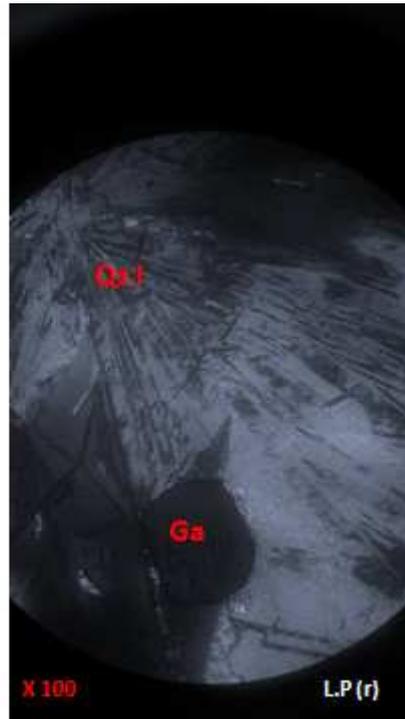


Photo 30

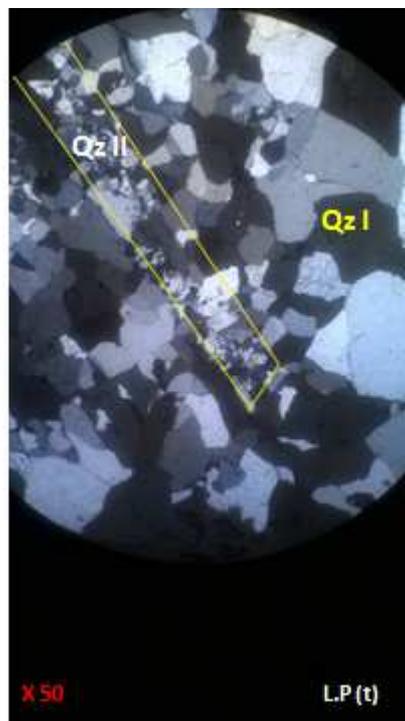
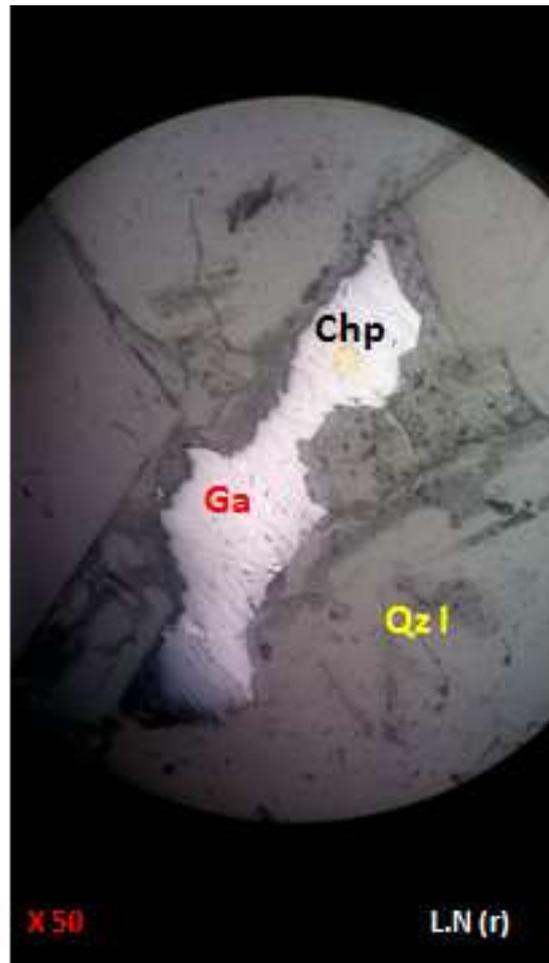


Photo 31



Photo 32



# **Partie 3**

## **Interprétations et discussions**

## I. Comparaison des deux secteurs d'études

### 1. Comparaison macroscopique (Tableau 4):

Secteur 1	Secteur 2
Les encaissants : schistes, schistes noirs, granitoïdes.	Schiste noir.
Oxydation importante	Oxydation moins importante
Minéralisation moins abondante: Galène – Sphalérite. Hématite secondaire sur la sidérite	Minéralisation plus abondante : Galène – Sphalérite – Hématite secondaire sur la sidérite...
3 types de filons : Filons de quartz blanc +/- gris, Filons Quartz/Sidérite.	Les filons de Quartz hyalin géodique +/- carbonates clairs et barytine sont les plus abondants, Sidérite

**Tableau 4: Comparaison des deux études macroscopiques**

## 2. Comparaison Microscopique (Tableau 5) :

Secteur 1	Secteur 2
Métopélite gréseuse dominante, métopélite noire. Encaissant souvent fortement bréchifié	Métopélite noire dominante.
Les Minéraux de gangue sont :quartz, sidérite, carbonates clairs (calcite-dolomite)	Minéraux de gangue : quartz, sidérite, calcite-dolomite, barytine.
Minéralisation moins abondante : Galène –Sphalérite – rare pyrrhotite.	Minéralisation plus abondante : Galène – Sphalérite – Chalcopryrite – Pyrite – Arsénopyrite peu abondante.

**Tableau 5: Comparaison des deux études microscopiques**

# Conclusion:

Les études menées sur les deux secteurs filoniens à métaux de base au nord de Marrakech permettent de proposer les conclusions suivantes :

- L'encaissant méta-gréso-pélitique dominant dans le secteur 1 alors que le secteur 2 est dominé par les métapélites noires. Des grès et des intrusions de granitoïdes sont observés dans le secteur 1 alors que le secteur 2 n'en contient pas. Les deux secteurs présentent ainsi un métamorphisme régional où les roches sont affectées par des contraintes compressives de direction NW-SE reliées à la déformation hercynienne régionale reconnue dans les Jebilets centrales.
- Un premier système filonien quartzeux (quartz précoce), caractérisé par ses importantes dimensions plurimétriques et une orientation NW-SE commune entre les deux secteurs. Ces Filons sont repris pas de la sidérite après rejeu de ces structures à quartz précoce.
- Un deuxième système de filons orientés principalement E-W sont à remplissages de quartz plus tardifs et de sidérite. Ce système est moins dense avec des structures de petites dimensions (centimétriques). Ces filons sont remplis par la suite par des carbonates tardifs : calcite-dolomite minéralisés.

- Les sulfures sont les représentants principaux des minéraux métalliques contenus dans ces deux systèmes filoniens, surtout la Galène et la Sphalérite d'où l'enrichissement et l'exploitation des métaux de base Pb et Zn dans les deux secteurs.
- Les altérations supergènes sont matérialisées par l'hématite qui affecte la sidérite et la cérusite et covellite relativement rares, produits d'altération respectivement de la galène et de la chalcopyrite.
- Vu les ressemblances importantes entre les deux secteurs : encaissements similaires, paragenèses et succession des phases identiques, on peut conclure de ces deux secteurs filoniens résultent probablement du même phénomène minéralisateur post hercynien car les structures minéralisées recoupent clairement les schistes et les granitoïdes reconnus d'âge hercynien dans les Jebilets centrales.

---

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES:

---

- **Bernard A.J. et al. , (1988).**APERÇU SUR LES AMAS SULFURÉS MASSIFS DES HERCYNIDES MAROCAINES. MINERALIUMDEPOSITA, n°23, pp. 104-114.
- **Essaifi A. , (1995).** RELATION ENTRE MAGMATISME-DEFORMATION ET ALTERATION HYDROTHERMALE L'EXEMPLE DES JBILET CENTRALES, n°66, pp. 14-18.
- **Huvelin P. , (1977).** ETUDE GEOLOGIQUE ET GITOLOGIQUE DU MASSIF HERCYNIEN DES JBILET (MAROC OCCIDENTAL). Service Géologique du Maroc, pp. 124-168.
- **Michard A et al. , (2011).** MASSIF DES JBILET. NOUVEAUX GUIDES GÉOLOGIQUES ET MINIERS DU MAROC, Vol8, pp. 71-81.
- **Piqué A. , (1994).** GEOLOGIE DU MAROC, Edition PUMAG, pp. 49-116.
- **Saadi M.,(1982).** CARTE GEOLOGIQUE DU MAROC. Notes et Mémoires du service Géologique du Maroc.

### Webographie :

- <http://www.qgis.org/fr/site/>
- <https://maps.google.com/>