

LABORATOIRE GEORESSOURCES (LGR)

URAC 42

LICENCE ÈS SCIENCES & TECHNIQUES
« GÉOLOGIE APPLIQUÉE AUX RESSOURCES MINIÈRES »

MÉMOIRE DE PROJET DE FIN D'ÉTUDES :

**LA CONTRIBUTION À L'ÉTUDE MINÉRALOGIQUE ET
TECTONIQUE DES MINÉRALISATION (PB, ZN CU)
SECTEUR DRAA SFAR NORD JBILETS CENTRAL**

Réalisé par : El HAMRI Saliha

Encadrée par :

- **Mr M.HIBTI : FST – MARRAKECH**
- **Mr A. SAIDI : FS T – MARRAKECH**
- **Mr M.HAMYANE : CMG**

Soutenu le 26/06/2013 devant le jury :

- **Mme A. REDDAD : Faculté des Sciences & Techniques – MARRAKECH**
- **Mr M.HIBTI : FST – MARRAKECH**
- **Mr A. SAIDI : FS T – MARRAKECH**
- **Mr M.HAMYANE : CMG**

Remerciement

Au terme de ce travail, nous tenons à remercier tous ceux qui nous ont prodigués leurs aides, leurs soutiens, leurs conseils et leurs amitiés.

Ce travail n'aurait pu être accompli que par la bienveillance et la bonne volonté des uns, l'aide et l'assistance des autres. C'est alors pour nous un grand plaisir d'exprimer notre reconnaissance et notre gratitude envers ceux qui de loin ou de près ont contribué à sa réalisation.

Notre profonde gratitude à Mr M.Hamyane (Géologue–CMG-MANAGEMENT) qui a accepté de m'encadrer durant le long de ce stage et au personnel de la mine de Draa sfar pour son accueil et aide précieuse.

Nous tenons à remercier sincèrement nos encadrants Mrs M. Hibti et A.Saidi pour leurs soutiens, conseils et encouragements tout le long de ce travail.

Nous exprimons notre profonde gratitude à tous les professeurs du département des sciences de la Terre (FST-Marrakech) pour la connaissance et les conseils durant notre parcours d'études, en particulier Mr A. KNIDIRI (Litho-préparateur à l'atelier des lames minces).

Enfin nos sincères remerciements à nos proches, nos amis ainsi qu'à toutes et tous ceux qui étaient à nos côtés pour une continuation et réussite de nos études.

Sommaire :

La première partie: Généralités sur la zone d'étude 5

Introduction 6

I. Contexte géologique général 7

A. Les domaines structuraux marocains 7

B. Les zones structurales du Maroc hercynienne..... 8

C. Le massif des jbilets 10

 1. Caractéristique géologique 10

 2. Zonation structural 11

D. Le gisement Draa Sfar 15

 1. Situation géographique 15

 2. Cadre géologique..... 16

3. mode de mise en place des minéralisations de Draa Sfar 17

Etude de secteur Draa Sfar Nord..... 20

I. Introduction générale 21

 1. Situation géographique et cadre géologique..... 21

 2. La lithologie générale de Draa Sfar nord..... 21

II. Etude pétrographique 22

 1. Les métapélites..... 25

 2. Les métapélites gréseuses..... 26

 3. les tufs fins 27

 4. Altération hydrothermale 28

III. Etude structurale..... 31

 1. La schistosité 31

 2. Les failles..... 32

IV. Etude gîtologique..... 34

 1. Morphologie des corps minéralisés 34

 2. Minéralogie des différentes lentilles sulfurées 39

Conclusion..... 45

Liste des photos

Photo1 : aspect macroscopique de métapélite	25
Photo2 : aspect microscopique des métapélites	25
Photo3 : aspect macroscopique de métapélite gréseuse.....	26
Photo 4 : aspect microscopique des métapélites gréseuses.....	27
Photo5 : aspect microscopique des tufs fins	28
Photo6 : aspect microscopique de chlorite sous forme fibreux	29
Photo 7 : aspect microscopique de chlorite syncinématique	29
Photo8 : aspect microscopique de séricite sous forme des petites pailles	30
Photo 9 : aspect microscopique de carbonate sous forme des veinules	31
Photo 10 : aspect microscopique de pyrrhotite et de chalcopyrite sous forme des grosses plages.....	39
Photo 11 : aspect microscopique des plages de pyrrhotite et de chalcopyrite	40
Photo12 : aspect microscopique des rubans de chalcopyrite et veinule de pyrite	41
Photo13 : aspect microscopique de chalcopyrite disséminée dans l'encaissant	41
Photo14 : aspect microscopique de chalcopyrite étirée selon la S1.....	42
Photo15 : aspect microscopique des grains isolés de la pyrite et l'hématite	43
Photo 16 : aspect microscopique de l'inclusion fine de la sphalérite	43
Photo17 : aspect microscopique des minéraux automorphes de l'arsénopyrite	44

Liste des figures

Figure 1 : Les domaines structuraux du Maroc (Piqué et al. 1994).....	7
Figure 2. Les zones structurales de la chaîne hercynienne au Maroc	9
Figure 3 : Les massifs hercyniens des Jebilet et des Guemassa (d’après Maier et al. 1988)	11
Figure 4: Modèle d’ouverture des bassins Viséens en Meseta occidentale	13
Figure 5 : Carte des Jebilet centrales (WMSZ : Zone de Cisaillement Ouest Mésétienne, MSZ : Zone de cisaillement de Marrakech.....	14
Figure 6 : Situation géographique du gisement de Draa Sfar. (Carte topographique de Marrakech Ouest) ...	16
Figure 7: Localisation des principaux gisements sulfurés de Jbilets centrales (Maier1984)	17
Figure 8: Formation du bassin et mise en place des sulfures de Draa Sfar : modèle présenté par Moreno, et al (2008)	19
Figure9: Carte géologique de Draa Sfar Nord, et Rosace des principales directions de la schistosité S1 (SG draa sfar modifié par Hamyane2011)	21
Figure10:carte géologique de niveau -35 de Draa Sfar (E 1/500).....	23
Figure 11 : Log stratigraphique de sondage carotté DS 178 de Draa Sfar Nord	24
Figure 12: projection stéréographique de la schistosité (s1).....	32
Figure 13 : projection stéréographique des failles	32
Figure 14 : rosasse directionnelle des failles	33
Figure 15 : projection stéréographique des fractures	33
Figure 16 : rosasse directionnelle des fractures	34
Figure 17: coupe géologique de lentille 2(niveau 35) (E1/500)	36
Figure 19: coupe géologique de sondages carotté DS 117-178 (E 1/500).....	38

*La première partie : Généralités sur la
zone d'étude*

Introduction

L'abondance des gisements métallifères dans la région de Marrakech, tels les pegmatite de *Bir Nhas* (Pb,Cu,Zn), le graffite de *Frag El ma* et les amas sulfurés de Hajjar ,Kettara et Draa Sfar dont l'exploitation vise les métaux base (Pb,Cu ,Zn),est indicatrice d'un potentiel métallifère important qui caractérise la province hercynienne marocaine. Cette dernière est l'une des provinces les plus prospectées au Maroc.

La présente étude se penche sur la caractérisation lithostratigraphique, morphologique, minéralogique et géochimique et aussi structural de partie Nord de Draa Sfar (Sidi m'Barek). Ce secteur a fait l'objet d'exploitation pour le soufre durant les années 50, avant d'être abandonné.

Ultérieurement, la zone a été l'objet de recherche pour les autres métaux. Grâce aux travaux effectués par BRPM, REMINEX et CMG (prospection géophysique et compagnes de sondages carottées), on a pu mettre en évidence une structure minéralisée complexe à plusieurs lentilles sulfurées a métaux de base (Cu, Zn, Pb,..).

Objectif de travail

Plusieurs travaux de recherche scientifique ont été effectués sur le gisement polymétallique de Draa sfar, ainsi que les gisements polymétalliques types de la province hercynienne marocaine. Ces travaux le classent dans la catégorie des gisements volcano-sédimentaires (VMS) en liaison avec le volcanisme sous-marin. Le contexte géologique global du gisement est affecté par un ensemble de déformations ductiles (plissement et schistosité) et cassantes (fracturations et failles majeures). Ces événements tectoniques ont des relations directes avec les grandes phases géologiques globales connues dans la région de Jebilets.

Draa sfar est subdivisé de point de vue morphologique en deux parties bien distinctes séparées par l'Oued Tensift. Vers le sud, c'est Draa Sfar sud et au nord de l'oued, c'est Sidi m'Barek qu'on appelle Draa Sfar nord qui lui-même se divise en deux parties, partie sud et partie nord

En effet les objectifs de mon travail sont:

- Faire une étude litho-stratigraphique et pétrographique des différents formations encaissantes des corps minéralisés ;
- Réaliser une étude structurale et déduire l'effet de la tectonique sur le secteur.
- Définir la morphologie des corps minéralisés caractérisant le secteur Draa Sfar Nord ;
- Définir la minéralogie des différentes lentilles minéralisées ainsi que les altérations hydrothermales associées ;
- Elaborer un modèle génétique de mise en place de la minéralisation et mettre en relief l'effet de la déformation sur la morphologie actuelle des lentilles minéralisées.

Afin d'atteindre les objectifs sus-cités, nous allons réaliser les approches suivantes :

- Des travaux de terrains résumés dans la cartographie de la surface et du fond (galeries souterraines), réalisation des logs de sondages carottés ;
- Des travaux du laboratoire qui consistent en l'interprétation des coupes géologiques réalisées, la réalisation et l'étude des lames minces et sections polies récoltés que ce soit au fond (niveau-35).ou sur le sondage carotté (DS178).
- Traitement d'analyses chimiques (éléments majeurs et traces) des mêmes échantillons (sondage carotté DS 178 et échantillons de fonds).

I. Contexte géologique général

A. Les domaines structuraux marocains

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) :

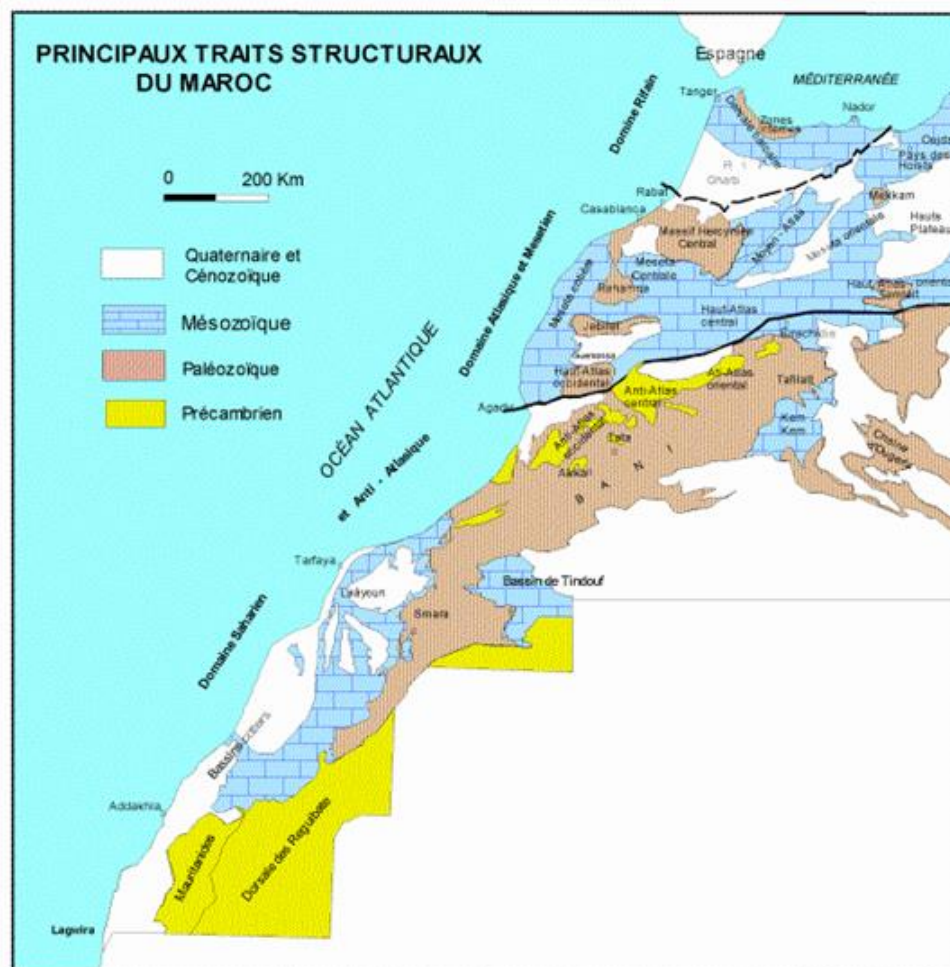


Figure 1 : Les domaines structuraux du Maroc (Piqué et al. 1994)

1) *Le domaine saharien*, 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).

2) *Le domaine anti-atlasique*, formé d'un socle précambrien façonné par l'orogénèse panafricaine (680 à 570 Ma) (Leblanc et Lancelot 1980).

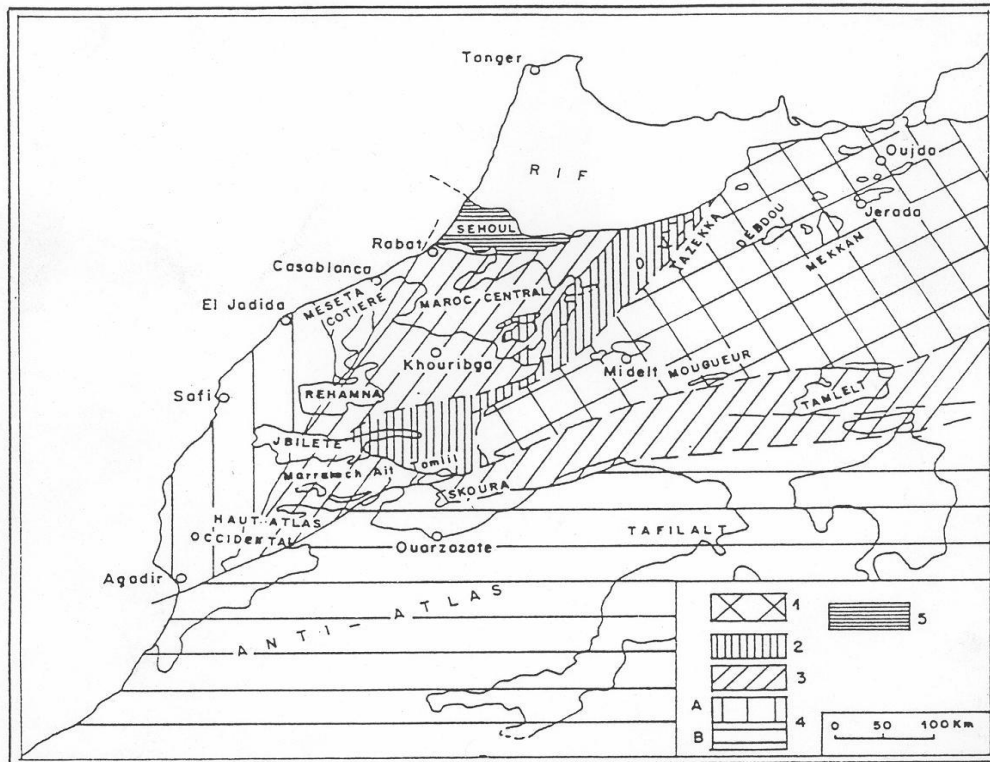
3) *Le domaine mésétien*, qui représente la chaîne hercynienne plissée, est formé par des massifs paléozoïques discontinus, affleurant au sein d'une couverture mésozoïque et cénozoïque.

4) *Le domaine atlasique*, 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.

5) *Le domaine rifain*; qui forme une partie de la chaîne alpine est principalement caractérisé par un empilement de nappes de charriages à vergence principale sud.

B. Les zones structurales du Maroc hercynienne

Le domaine mésétien regroupe deux grandes provinces qu'on désigne par la Méséta orientale (ou Méséta oranaise) et la Méséta occidentale (ou Méséta Marocaine). Il est subdivisé en cinq zones structurales (Michard et al, 1983 ; Hoepffner 1987 ; Piqué et Michard 1989 ; Bouabdelli 1989) (figure 2):



- Les zones structurales de la chaîne hercynienne du Maroc 1- zone orientale ou zone interne de la chaîne à phase éovarisque, bretonne; 2- zone de transition avec mise en place de nappes syn- à tardi-sédimentaires au Viséen supérieur et phase de plissement sudète probable (Tazekka, Azrou, Khenifra); 3- zones externes à phase de plissement Namuro-westphalienne sans phases précoces; 4a- et 4b- régions peu déformées du môle côtier mésetien et de l'Anti-Atlas; 5- bloc des Schoul, fragment de la chaîne calédonienne accolé à la méseta lors d'événements acadiens; (d'après Michard et al., 1983; in Bouabdelli, 1989).

Figure 2. Les zones structurales de la chaîne hercynienne au Maroc

1. **La zone orientale**; qui correspond à l'ensemble de la Méséta oranaise, est constituée d'affleurements de schistes paléozoïques inférieurs et de flyschs dévoniens, ayant subi des événements tectoniques durant le dévotionien supérieur, avec le développement d'un volcanisme calco-alcalin du viséen supérieur à westphalien, dans le Mekkam et à Jerada. Elle est constituée par un ensemble de boutonnières qui affleurent au cœur de la couverture secondaire et tertiaire à l'Est du chaînon atlasique (Boutonnière de Midelt, Debdou-Mekkam, la chaîne des horsts, de Béni-Snassene et de Mougeur) (Choubert, 1973; Hoepffner, 1978).

2. **La zone de transition**, appelée aussi « zone de nappes », correspond aux parties orientales des massifs des Jebilet et du massif central (région d'Azrou-Khénifra). Elle inclut aussi les boutonnières de Tazekka et d'Aït Tamllil. Elle est caractérisée par la mise en place de nappes synsédimentaires issues de la zone orientale et par des dépôts de type flysch d'âge viséen supérieur (Huvelin, 1977 ; Bouabdelli, 1989, Bamoumen, 1988). Cette zone est caractérisée par une phase tectono-métamorphique (phase Sudète) d'âge Viséen supérieur (Bouabdelli, 1989).

3. **La zone centrale**, est représentée par la majeure partie du massif central, les Rehamna orientaux, les Jebilet centrales, les Guemassa et les boutonnières paléozoïques du Haut Atlas occidental. Cette zone affectée par une phase tectono-métamorphique intra-westphalienne s'intensifiant le long des zones de cisaillement et un métamorphisme en contexte épizonal, localement mésozonal en bordure des intrusions granitiques (Huvelin, 1977).

4. **La zone occidentale**, correspond aux parties ouest du massif central, des Rehamna et des Jebilet. Elle est formée par des terrains peu déformés dont l'âge s'étend du Cambrien supérieur au Dévonien moyen avec une absence du Carbonifère expliquée par une position structurale haute de cette zone (Piqué, 1979). Le môle côtier est séparé du reste de la Méséta par une importante zone de cisaillement de direction NNE-SSW (Piqué et al. 1981).

5. **La zone Sud ou avant pays saharien**, est situé au Sud de l'accident sud-atlasique et s'étend jusqu'à la plateforme saharienne en bordure du craton ouest africain. Dans cette zone affleurent des terrains datés du Protérozoïque supérieur au Carbonifère. Les formations paléozoïques sont tabulaires ou faiblement plissées, ce qui traduit la faible intensité de la déformation hercynienne et post hercynienne dans cette zone.

6. **La zone Nord ou bloc de Sehoul**, est formée des terrains paléozoïques situés au Nord de la Méséta centrale et limitée au Sud par l'accident Rabat-Tifelt. Dans cette zone, on observe une tectonique paléozoïque anté-dévonienne en climat métamorphique épizonal (Piqué, 1979). Les plis synschisteux ont une direction Est-Ouest et sont fortement déversés vers le Sud. Le bloc de Sehoul est considéré comme allochtone car il n'a pu être corrélé avec aucun événement de même âge dans la Méséta marocaine.

. **Le socle hercynien de la région de Marrakech, y compris la mine Draa Sfar, fait partie de la partie méridionale de la zone centrale**

C. **Le massif des jbilets**

1. **Caractéristique géologique**

Le massif hercynien des Jbilets appartient à la Méséta marocaine, région comprise entre le Rif et le Haut Atlas, situé immédiatement au Nord de la ville de Marrakech, forme un ensemble de collines et de plaines rocheuses de terrains paléozoïques, plissées et métamorphisées orientées suivant une direction atlasique E-W sur une longueur environ de 170 Km et 7 à 40 Km de large (Huvelin, 1977).

Le massif des Jbilets 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 Jbilets 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.

2. Zonation structural

Le massif des Jbilet orienté globalement E-W, a été subdivisé en trois ensembles distincts ; d'Est en Ouest on observe (Figure 3):

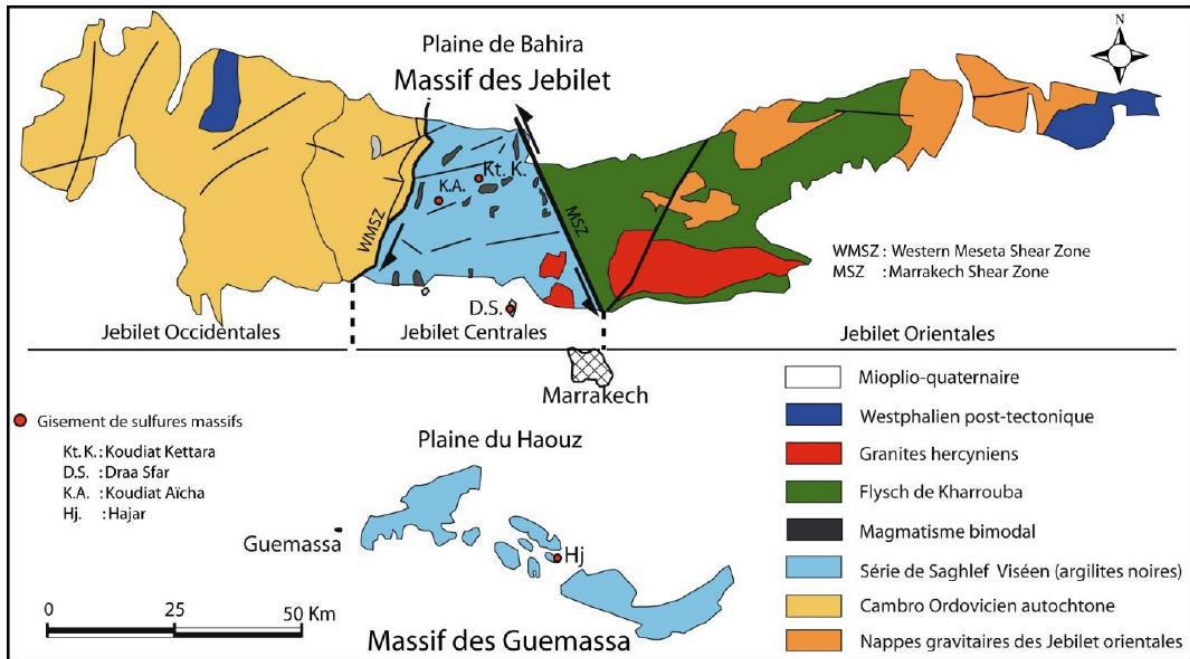


Figure 3 : Les massifs hercyniens des Jebilet et des Guemassa (d'après Maier et al. 1988)

✓ **LES JEBILETS OCCIDENTALES** : Se composent de terrains cambro-ordoviciens de nature schistogréseuse, de conglomérats westphalo-permiens et de sédiments (grès et pélites) et basaltes permo-triasiques. Cette unité correspond au bloc stable ou "mole côtier". Elle est peu ou pas métamorphisée et affectée par des plis subméridiens d'amplitude hectométrique à kilométrique.

✓ **L'UNITE DES JEBILETS CENTRALES** : 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.

✓ **LES JEBILETS ORIENTALES** : Se composent d'une série flyschœide (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, de syénites quartziques et de dépôts pyroclastiques.

Les ensembles orientaux et centraux du massif hercynien des Jbilet sont séparés par un cisaillement ductile transcurent sénestre (LAGARDE et CHOUKROUNE, 1982). L'ensemble central et occidental sont séparés par une zone tectoniquement plus complexe correspondant à une zone de chevauchement de l'ensemble central sur l'ensemble occidental (HUVELIN, 1977).

3. La stratigraphie et sédimentologie

La stratigraphie du massif des Jbilet se résume en deux périodes bien distinctes :

- La 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 Jbilet occidentaux.

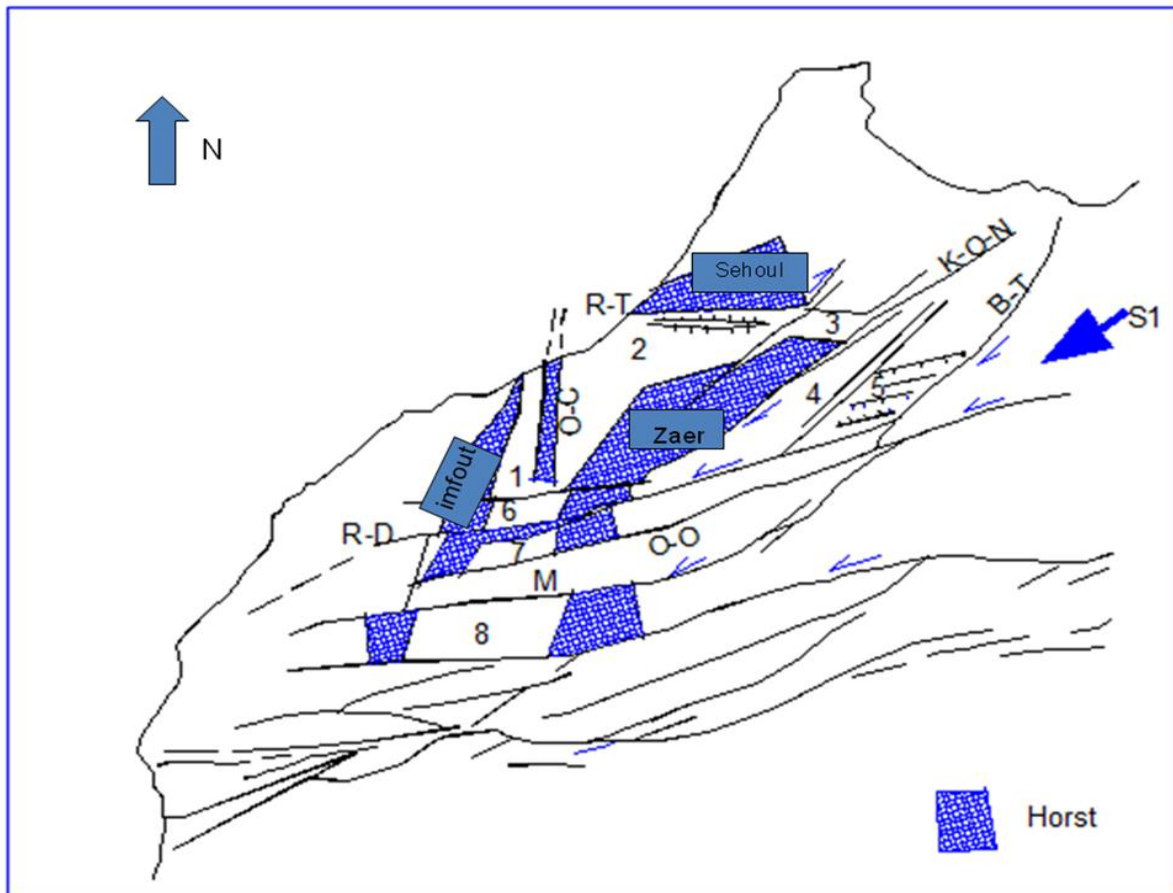
L'ordovicien : présent dans les Jbilet occidentales. Sa lithostratigraphie est essentiellement représentée par des pélites argileuses, des sédiments détritiques et des grès conglomératiques.

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

Le Dévonien : formé de conglomérats rouges, de calcaires massifs et de grès quartzitiques au niveau des pays des Skhrats. Au niveau des Jbilet 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 (Fig. 4) 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 tholéitique). L'ouverture des bassins des Rehamna et des Jbilet 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- Khnifra est attribuée au fonctionnement dextre des failles N20°-40° (failles de l'Oued Cherrat, faille de Smaala – Oulmes, 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 4: Modèle d'ouverture des bassins Viséens en Meseta occidentale

4. Magmatisme

Le massif des Jebilet est caractérisé par la présence de nombreuses roches magmatiques intrusives dans le Viséen supérieur. Ces roches, dont la nature varie depuis des roches ultrabasiques (péridotites) jusqu'à des roches acides (granitoïdes), se sont mis en place sous forme de filons, de sills, de stocks et de plutons granitiques (figure 5 ; Huvelin, 1977).

La mise en place des magmas dans les jblet est classiquement divisée en trois événements calés dans le temps par rapport au paroxysme de la déformation hercynienne (Huvelin1977).

Le premier événement, dit pré-tectonique, se compose d'un magmatisme à dominance des roches basiques (gabbros et dolérites) et ultrabasiques (wherlites) associées à des termes acides (plagiogranites) de nature tholéïtique abyssale (Aarab, 1984). Sa mise en place serait

contemporaine de l'ouverture du bassin viséen, antérieurement à la tectonique hercynienne (Aarab, 1984).

Le deuxième événement, qualifié d'orogénique, est marqué par la mise en place sous forme de batholites de granites calcoalcalins syn- à tardi-tectoniques. Ces granites ont développés une importante auréole de métamorphisme de contact et sont contemporains du raccourcissement crustal post-viséen (Lagarde et Choukroune, 1982).

Le troisième événement, dit post-orogénique, correspond à la mise en place d'un faisceau de filons de microdiorites qui recoupent les granites orogéniques. Ils contiennent des enclaves de différentes natures qui témoignent de l'existence d'un socle profond (gneiss, migmatites, granites) d'âge protérozoïque.

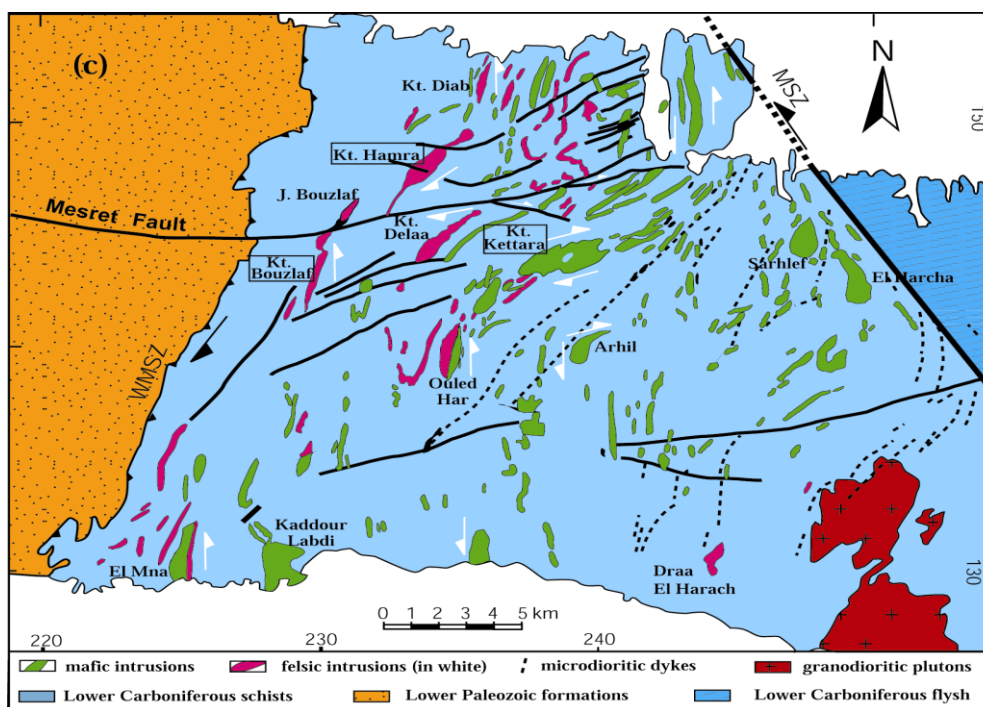


Figure 5 : Carte des Jebilet centrales (WMSZ : Zone de Cisaillement Ouest Mésétienne, MSZ : Zone de cisaillement de Marrakech).

Selon Essaifi (1995) et Essaifi et al. (2001), la mise en place des corps magmatiques acides et basiques des Jebilet centrales s'est faite dans un domaine à déformation régionale transcurrente et qui devient décrochevauchante à la limite entre les Jebilet centrales et occidentales. Elle est contrôlée par le jeu d'un accident N160° sénestre. Les corps magmatiques se sont mis en place entre des cisaillements N-S sénestres, interconnectés par des cisaillements N70° dextres. Les trois familles de fractures indiquent un contexte transpressif et un champ de raccourcissement crustal post-Viséen subhorizontal, de direction NW-SE. La mise en place du magmatisme acido-basique datée par U-Pb sur zircons à 330 Ma (Essaifi et al., 2003) serait donc contemporaine de la mise en place des granites qualifiés

d'orogéniques et également datés à 330Ma par la méthode Rb-Sr sur roche totale (Mrini et al., 1992).

5. Structuration 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 antétectoniques (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 calco-alcalins, 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)

D. Le gisement Draa Sfar

1. Situation géographique

La formation volcanosédimentaire de Draa Sfar, constitue la terminaison sud du chaînon hercynien de Jbilet. Il est situé à 16 Km au Nord-Ouest de la ville de Marrakech (Fig.6). L'accès au gisement de Draa Sfar est assuré par la route reliant Marrakech-Souihla, par une piste goudronnée d'environ 5Km partant du point kilométrique 10. Géographiquement, il est subdivisé en deux sous-domaines, Draa Sfar nord (Sidi M'barek) et Draa Sfar sud (KoudiatTazakourt), localisés respectivement sur les rives Nord et Sud de l'Oued Tensift. Ce district comprend plusieurs lentilles sulfurées formant un alignement méridien subvertical. Il est recoupé par l'oued Tensift.

Le gisement de Sidi M'barek, dans la rive nord de l'oued Tensift, est caractérisé par un chapeau de fer bien développé; alors que le corps minéralisé de Draa Sfar sud (KoudiatTazakourt) présente un chapeau de fer moins développé.

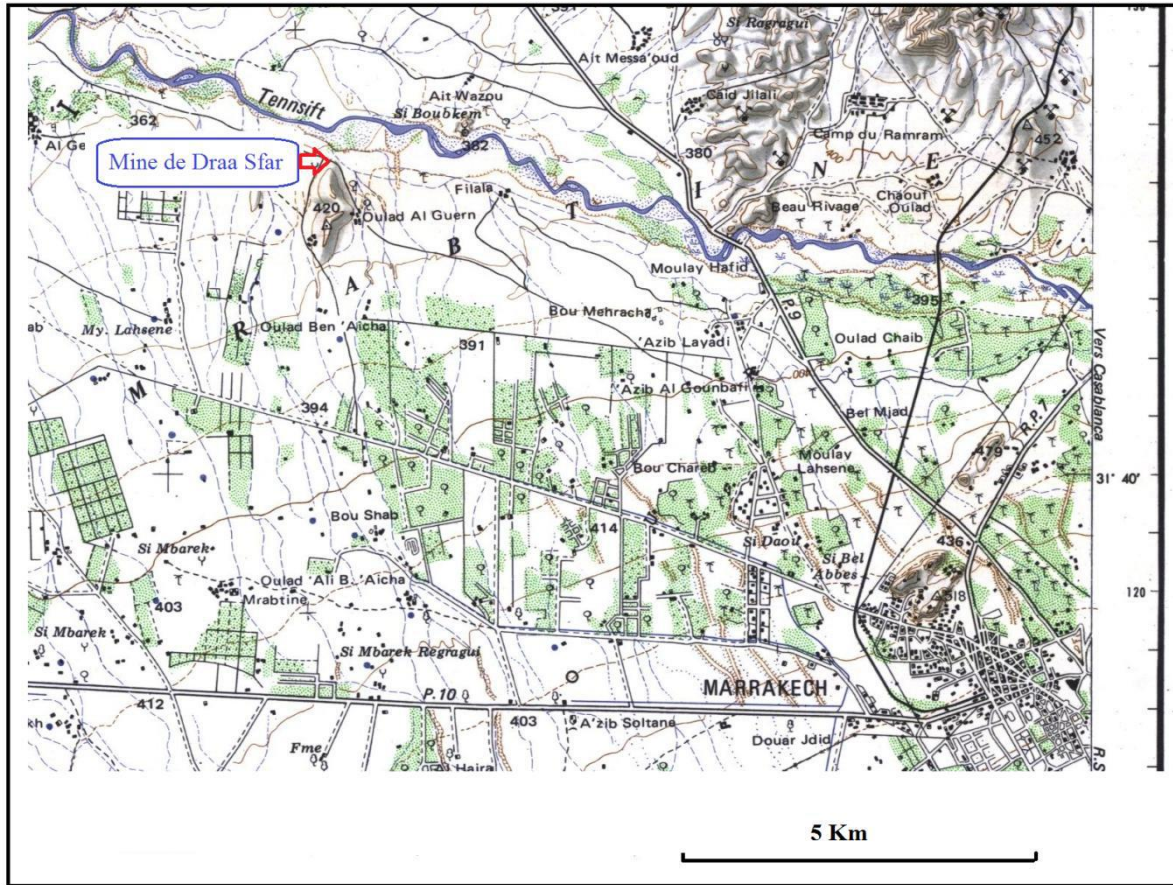


Figure 6 : Situation géographique du gisement de Draa Sfar. (Carte topographique de Marrakech Ouest)

2. Cadre géologique

Le gisement de Draa Sfar fait partie de l'un des principaux axes minéralisés des Jebilet, de l'Ouest à l'est on cite:

- Alignement occidental, avec des indices de Trefani (au nord), Bouhane au centre Et Laâchache au centre et Koudiat Aïcha au sud ;
- Alignement médian, avec les gisements de Kettara, Benslimane et Kerkoz. Il est subparallèle à l'axe formé par l'intrusion de Kettara ;
- Alignement oriental, comportant au sud le gisement de Draa Sfar et Nzalt El Harmel au nord, se poursuit jusqu'au Nord dans la région de Jbel El Garn. Cet alignement est localisé entre les intrusions de Tazakourt et de Draa El Harachau sud, de Kettara et Sarhlef au Nord en passant entre celle d'El Harcha et Arhil au centre. Un autre petit alignement est localisé entre les intrusions de Kettara et Arhil.

Ces amas sulfurés ont subi les effets de la déformation hercynienne majeure Synschisteuse, ils sont généralement sub-verticaux et sub-parallèles aux schistes qu'ils encaissent (Huvelin, 1977 ; Souaré1988). Les études métallogéniques montrent que tous

ces amas se caractérisent par une paragenèse à dominance de pyrrhotite (Bernard et al. 1988 ; Souaré, 1988, Hibti, 2001, Ben aissi, 2008).

Le gisement Draa Sfar est encaissé dans une série volcano- sédimentaire commençant par des laves rhyodacitiques, des séries volcano-sédimentaires constituées de pélites gréseuses et des tufs, surmontées par une couche de sulfures massifs à métaux de base. La série se termine par des pélites noires à matrice carbonatée. En surface, les indices de la minéralisation sont marqués par un petit chapeau de fer a Koudiat Tazakourt (Draa Sfar sud), et un autre dans l’affleurement de Sidi M’bark (Draa Sfar nord) qui a fait l’intérêt des premiers prospecteurs dans la région pour la recherche des gisements sulfurés.

La longueur actuelle de la structure minéralisée dépasse 1,5 km sur une hauteur de 1,2Km. La puissance des lentilles minéralisées est de 4 à 18m orienté N-S avec un pendage de 75°E.

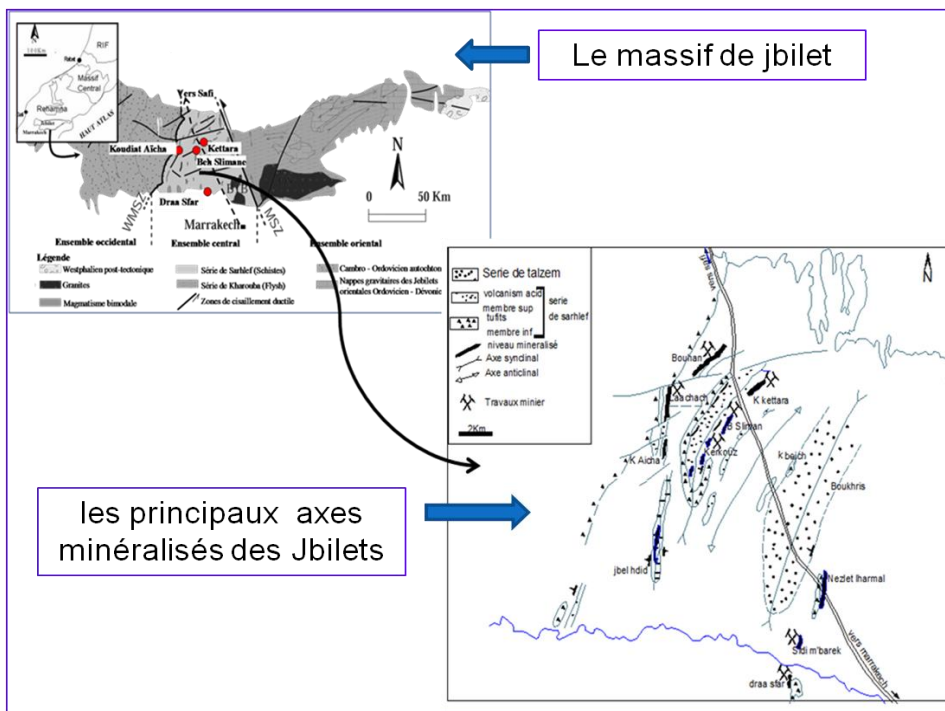


Figure 7: Localisation des principaux gisements sulfurés de Jbilet centrales (Maier1984)

3. mode de mise en place des minéralisations de Draa Sfar

Le gisement de Draa Sfar est classé dans le cadre génétique des VMS en liaison avec son homologue Draa Sfar sud (Volcanogenic massive sulphide) (Belkabir et al. 2008) Cette classification est basée sur les types d’altérations hydrothermales qui sont marqués par la chloritisation au mur et la séricitisation au toit. On considère Draa Sfar Nord comme gisement proche du volcanisme acide de Tazakourt et pas en contact direct avec ce dernier.

Le modèle génétique de minéralisations polymétallique de Draa Sfar s'intègre dans le modèle de mise en place des amas sulfurés des Jbilets et des Guemassa. Trois phases principales de formation ont été distinguées (hamyane 2011) :

La première phase est liée à la distension généralisée qu'a connue le grand bassin mesetien marocain et pendant laquelle a lieu la formation du bassin qui abrite l'amas sulfuré de Draa Sfar ainsi que ses homologues dans le reste des Jbilets et les Guemassa.

Pendant cette même période, une activité volcanique matérialisée par la mise en place d'un dôme rhyodacitique à proximité du secteur (1.5Km) et d'une série volcano-sédimentaire constituée de tufs et de pélites gréseuses se développe parallèlement au magmatisme des Jbilets centrales constituant ainsi la série de base de la séquence actuelle de Draa sfar sud. Cette activité volcanique, source de fluides et de chaleur, est à l'origine de l'activité hydrothermale (Hibti, 2001). A Draa sfar Nord, le volcanisme acide n'est pas marqué dans les faciès liés à la minéralisation.

Deuxième étape correspond essentiellement à l'orogénèse hercynienne, qui est responsable en grande partie de la disposition actuelle des amas, des structures et textures observées dans le minerai et l'encaissant. A l'échelle du bassin mesetien, la compression hercynienne majeure (NW-SE) a provoqué le jeu des structures synsédimentaires en failles inverses parfois décrochantes (senestre et dextre) et le fonctionnement de zones de cisaillement ductile (Hibti, 2001). Ce jeu a engendré des basculements et des torsions des horizons minéralisés de Jbilets.

Une troisième étape qui aboutit à l'ouverture des failles, des dislocations, des décalages et des remobilisations des sulfures. Il s'agit d'une phase liée aux événements tardi-hercyniens et atlasiques (Hibti, 2001).

La succession de ces différentes phases minérales a donné la forme actuelle du gisement Draa Sfar Nord, avec des lentilles verticales fortement pentées vers l'Est (75-90) et allongées N-S.

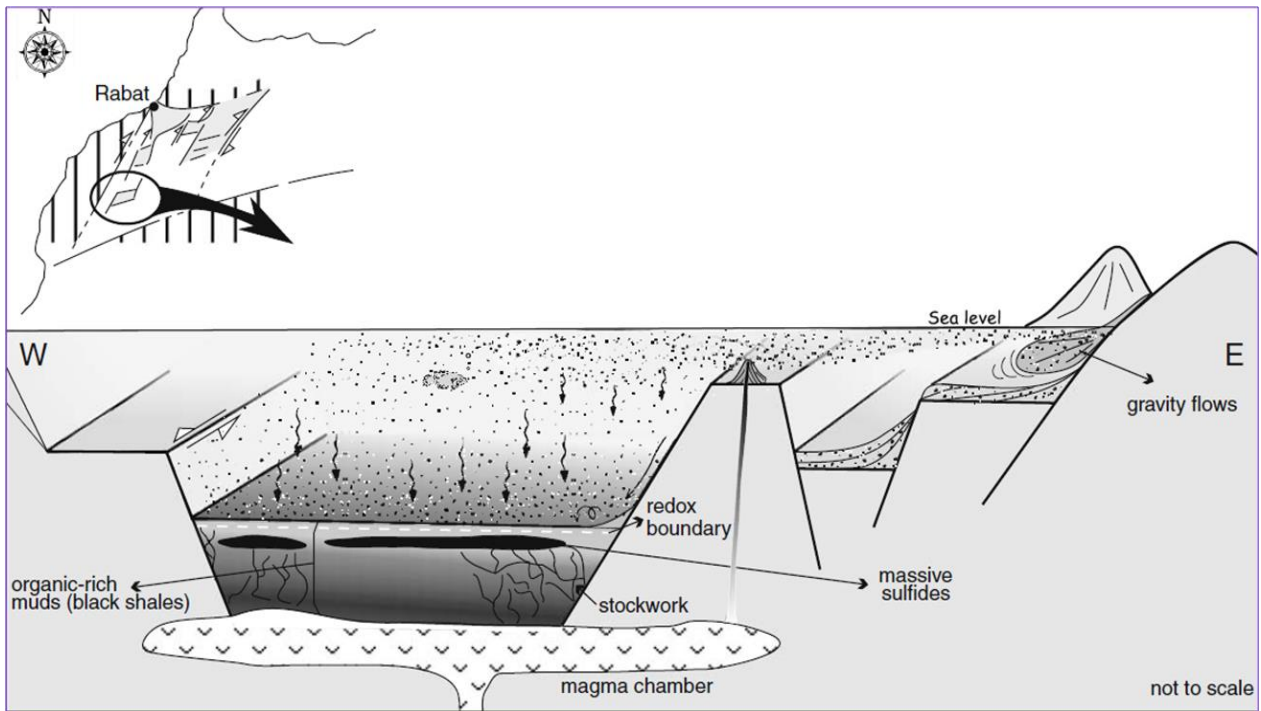


Figure 8: Formation du bassin et mise en place des sulfures de Draa Sfar : modèle présenté par Moreno, et al (2008)

La deuxième partie :

*Etude de secteur Draa Sfar
Nord*

1. Introduction générale

1. Situation géographique et cadre géologique

Le secteur de Draa Sfar nord affleure sous forme d'un petit pointement de dimension relativement modeste (20 à 70 m de large et de plus de 350 m de long) au nord d'oued Tensift (fig. 7). Ce pointement qui émerge au sien des formations alluvionnaires est constitué par la dominance des formations métapélitiques carbonatée intensément altérées en séricitischiste, intercalées par des sils dolorétiques (avec un puissance qui ne dépasse pas le 5m) . L'ensemble de la formation est attribuée à la série de Sarhlef, d'âge Viséen supérieur Namurien (Huvelin, 1961) et constituent la continuité latérale de Draa Sfar Sud .A l'affleurement, le massif apparaît localement découpé par des failles tardives N110 à jeu inverse qui recoupent des cisaillements N-S à jeu senestre. Les figures sédimentaires sont totalement masquées par l'intensité de la déformation et de l'altération (chloritisation et oxydation) en surface. Mais sur sondage, quelques figures sédimentaires liées aux dépôts ont été observées (slump-balls)

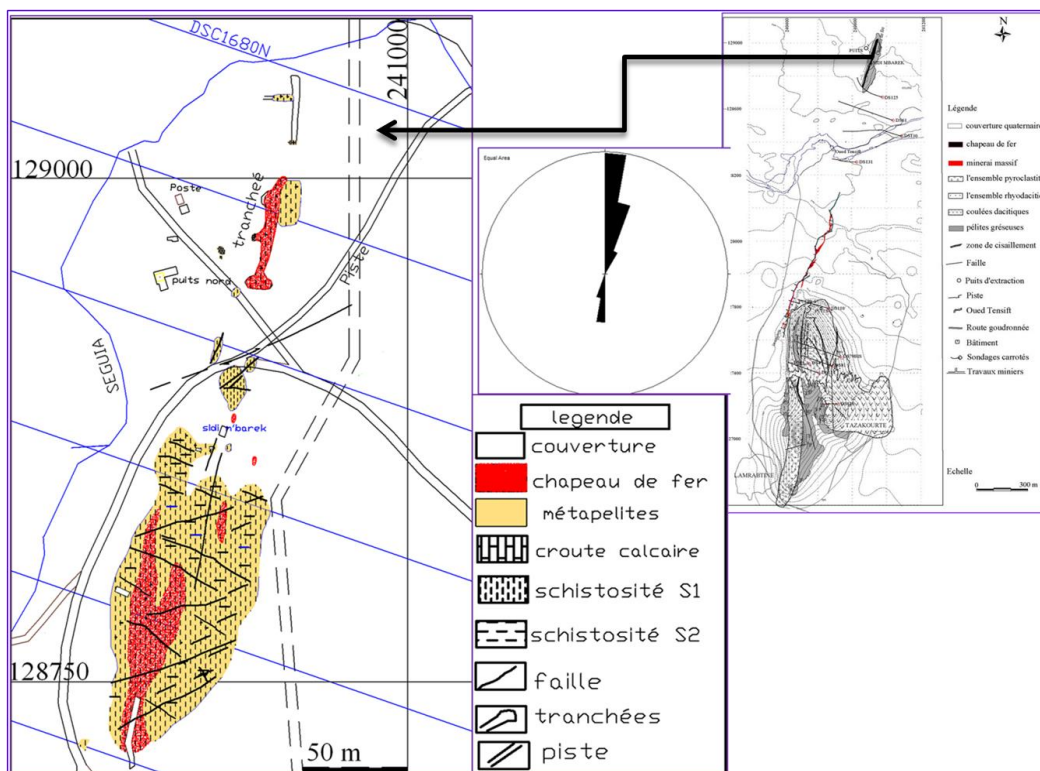


Figure9: Carte géologique de Draa Sfar Nord, et Rosace des principales directions de la schistosité S1 (SG draa sfar modifié par Hamyane2011)

2. La lithologie générale de Draa Sfar nord

a) **La série de base**

La série de base est constituée par deux unités, de bas vers le haut on distingue :

✓ Unité 1 : elle est formée essentiellement par des métapelites gréseuses très altérées en chlorite et séricite. Cette dernière se caractérise par la présence des passages carbonatés très fins, ainsi que des imprégnations très fines et très denses de pyrite cubique et de pyrrhotite en plages orientées selon la s_1 . Cette unité est très déformée avec une schistosité s_1 très pénétrative. Sa partie supérieure est caractérisée par la mise en place d'un sill doléritique (de 3 à 8 de puissance).

✓ Unité 2 : elle est formée par des alternances de métacalcaires et de métapelites gréseuses à ciment calcaire. Elle se présente sous forme d'une barre d'épaisseur variable (0,5 à 25 mètres), caractérisée par la présence de structures de déformations synsédimentaires « slumps-ball » enroulées et isolées sans granoclassement dans les formations pélitiques. Ces matériaux sont considérés comme des dépôts de rupture de pente (Stow et Piper, 1984).

b) **Unité médiane (lentilles sulfurées)**

La structure minéralisée au niveau de Sidi m'Barek est très marquée par rapport à celle du Draa Sfar sud. Elle est caractérisée par la présence de plusieurs lentilles discontinues et espacées, d'une puissance qui varie de quelques cm à 10m. La minéralisation à Sidi M'barek est caractérisée par sa richesse en chalcopryrite.

c) **Série de sommet**

Elle est formée par des métapelites fines noires carbonatées, très altérées en séricitoschistes. Ces métapelites sont très riches en matière organique et sulfures disséminés. Elle montre une alternance de lits sombres fins et des lits clairs fins. Cette série repose en contact normal sur la série de base et est dépourvue de toute activité volcanique.

II. Etude pétrographique

L'étude réalisée se base sur 10 échantillons, 5 récoltés au fond (fig. 9) et 5 prélevés au niveau du sondage carotté DS 178 de direction E-W et de pendage -50. La profondeur de ce sondage atteint 240 m (fig. 10). Un autre échantillon appartenant à un autre sondage a été également étudié.

Sur l'ensemble des différents secteurs échantillonnés, trois faciès ont été répertoriés :

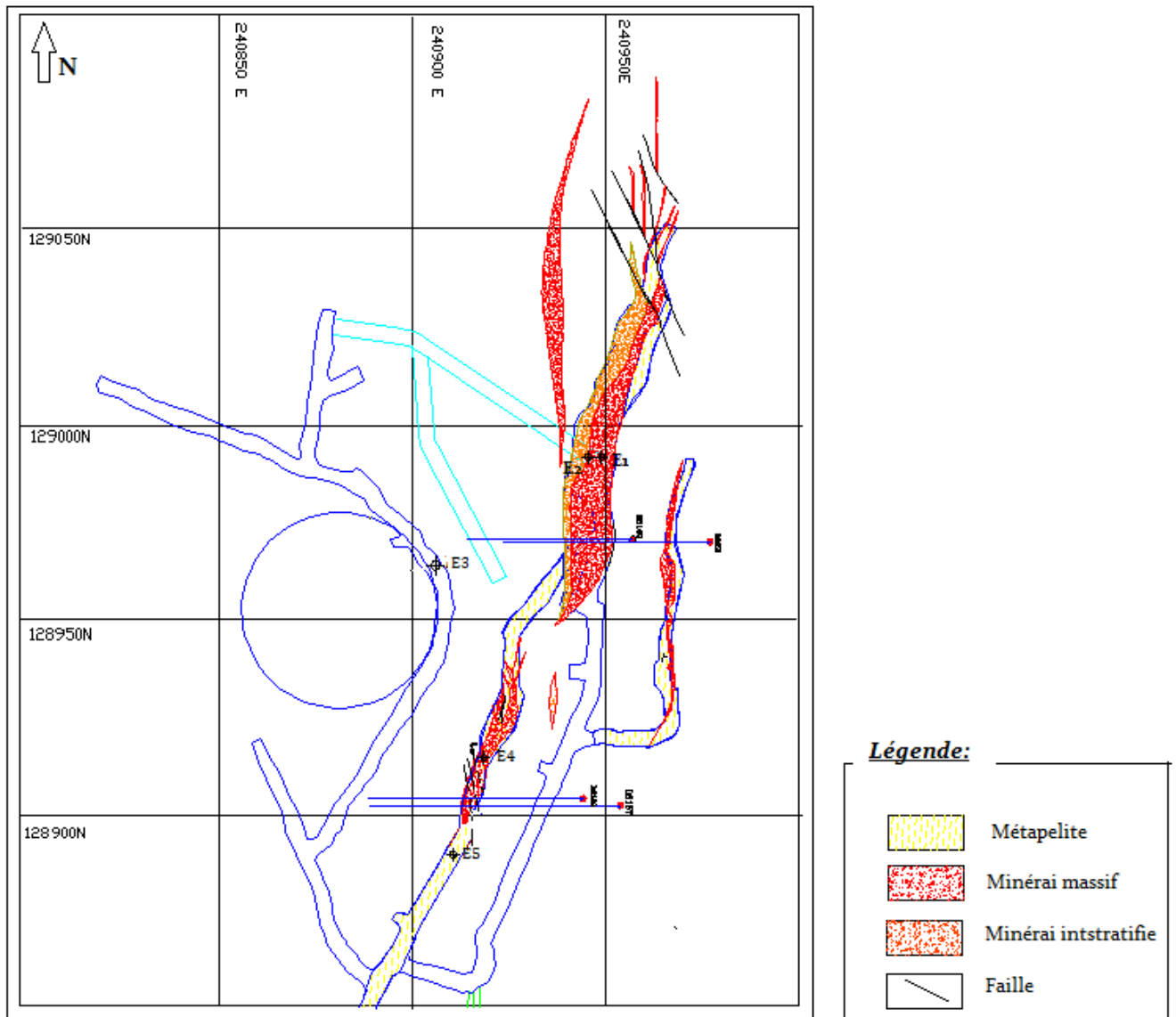


Figure10:carte géologique de niveau -35 de Draa Sfar (E 1/500)

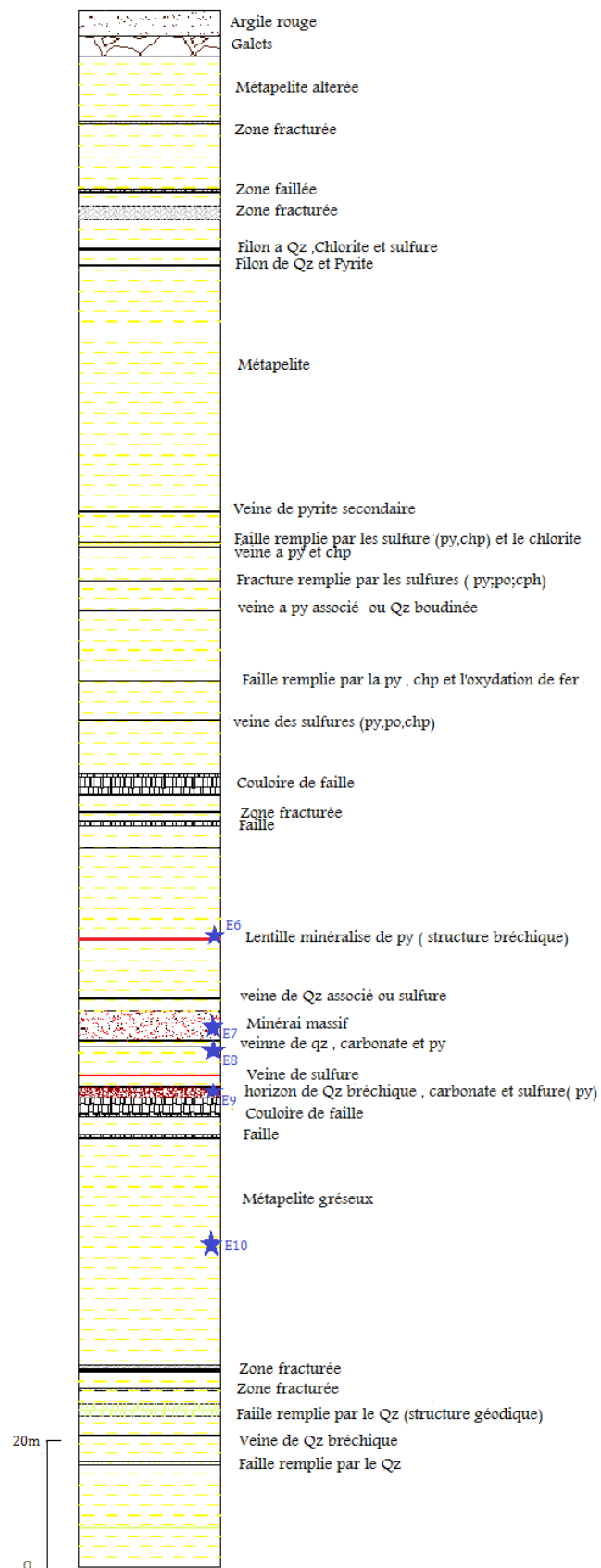


Figure 11 : Log stratigraphique de sondage carotté DS 178 de Draa Sfar Nord

1. Les métapélites

Elle représente le toit de la minéralisation polymétallique. Macroscopiquement, cet ensemble est formé par l'alternance de niveaux pelitiques de couleur sombre et de niveaux gréseux de couleur claire (photo 1)



Photo1 : aspect macroscopique de métapelite

Microscopiquement, l'ensemble est constitué par des grains de quartz, des plages de chlorite et des carbonates (photo2)

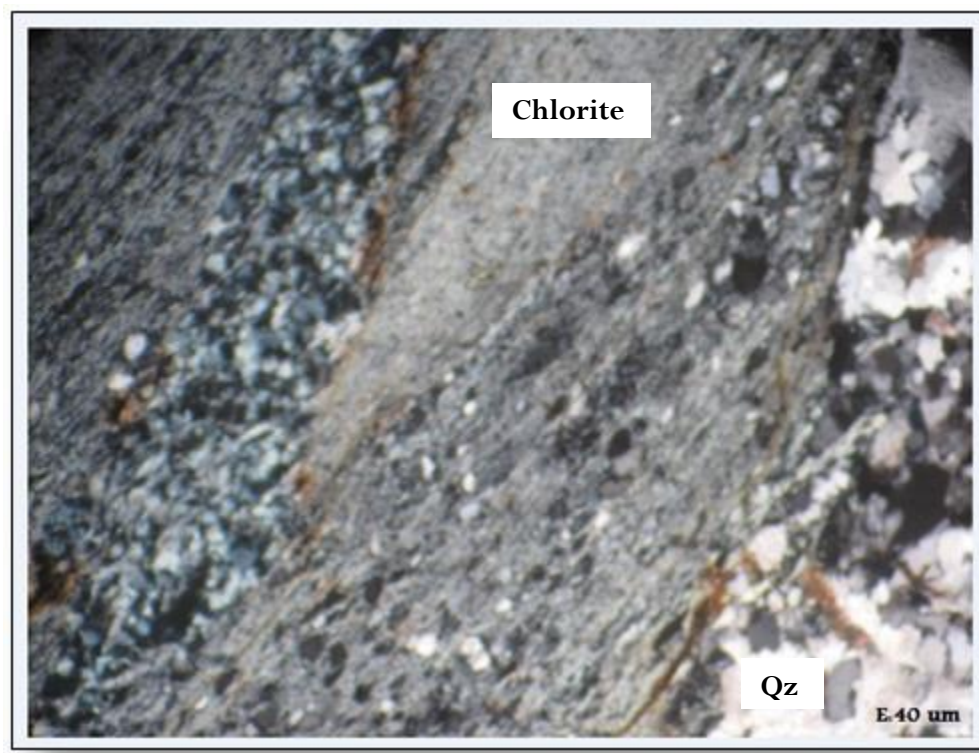


Photo2 : aspect microscopique des métapélites

- Le quartz : sous forme des grands cristaux xénomorphes et des petits cristaux déformés
- Le chlorite est généralement allongée et étirée selon la schistosité régionale
- Les carbonates forment le plus souvent le remplissage de veines et veinules tardives

2. Les métapelites gréseuses

Ce faciès présente le mur de la minéralisation. C'est un faciès de couleur grisâtre compact

(photo3)



Photo3 : aspect macroscopique de Métapelite gréseuse

L'examen microscopique montre une minéralogie dominée par le quartz, la séricite et la muscovite. Localement, on note la présence des mouches de carbonates (photo 4)

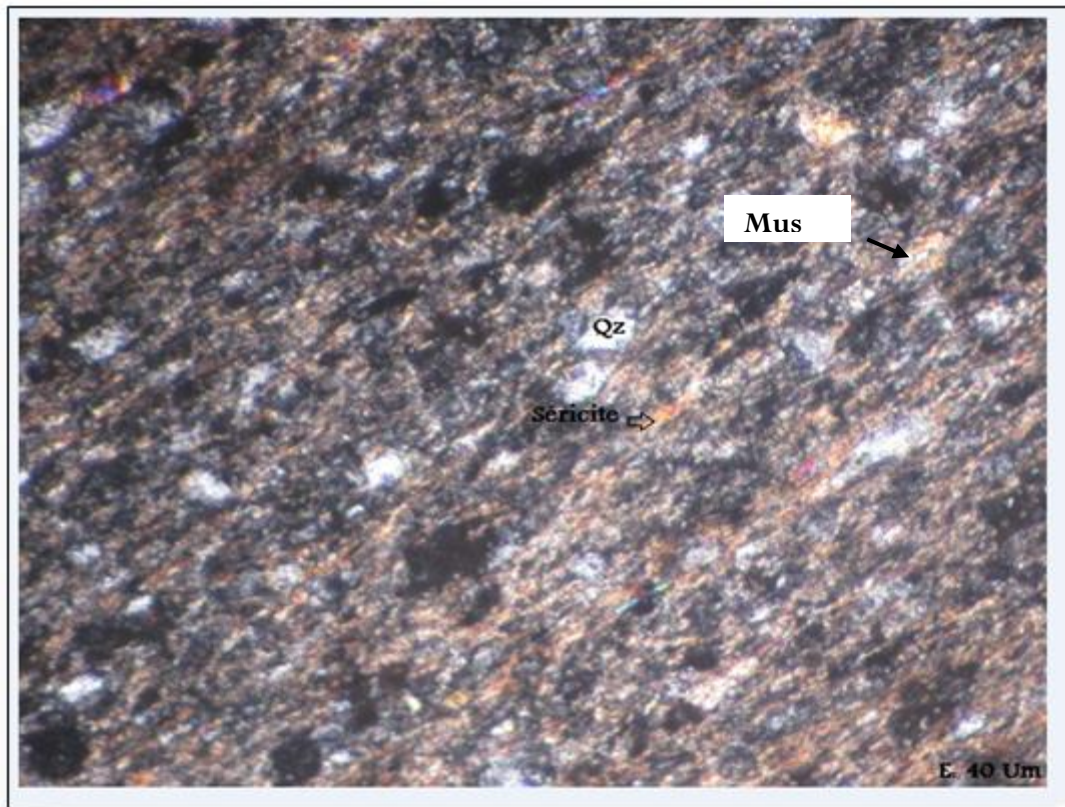


Photo 4 : aspect microscopique des métapélites gréseuses

- Le quartz : se présente sous forme de petits cristaux arrondi, souvent aplatis selon la direction de la schistosité (S1)
- La muscovite : se présente sous forme des baguettes allongées et étirées selon la direction de la schistosité (S1)
- les carbonates se présentent soit sous formes des veines et veinules tardives, soit sous forme de microlentilles formées essentiellement par la calcite.

3. les tufs fins

C'est un faciès de couleur vert clair très altéré, comportant le plus souvent des veines à quartz. Microscopiquement, Il s'agit d'un faciès très fins dans lequel seuls quelques clastes de quartz en lames parfois éclatés apparaissent. C'est un faciès à cachet pyroclastique très caractéristique. Ces clastes de quartz sont noyés dans une matrice vitreuse très fine, dévitrifiée en silice et chlorite. Localement, on note la présence des quelques paillettes de muscovite et de séricite qui soulignent la déformation régionale (photo5). Ce faciès est anastomosé par des veines et veinules fines siliceuses, traduisant une forte silicification

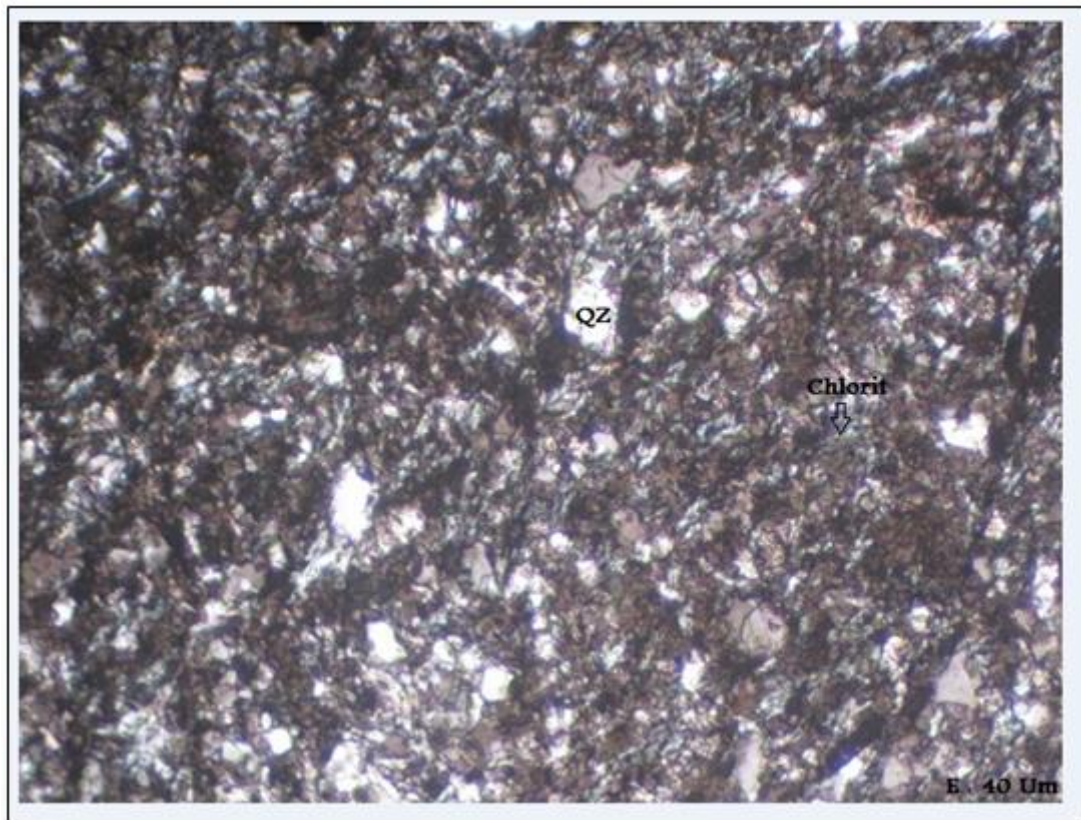


Photo5 : aspect microscopique des tufs fins

4. Altération hydrothermale

L'étude pétrographique réalisée sur l'ensemble des échantillons récoltés permet de mettre en évidence 3 types d'altération hydrothermale :

✓ La chloritisation : Elle représente la phase d'altération la plus importante. Elle est dominante dans les zones minéralisées ainsi qu'au niveau des faciès en contact immédiat avec les lentilles minéralisées.

Deux types de chlorite ont été relevés en fonctions de leur relation avec la déformation :

- une chlorite, antérieure à la déformation, montre une biréfringence brun-violacée à vert bleu (Photo6). Elle apparaît bien dans les zones les plus altérées, où elle se présente généralement sous forme fibreuse, constituant une trame à proximité ou dans les lentilles sulfurées.
- une chlorite syncinématique est de teinte bleue et parfois bleu-verte à la lumière polarisée (photo7). Même à l'échelle d'une même lame mince, on peut observer un changement dans la teinte de la chlorite qui peut varier du bleu clair au bleu foncé voir même vert, laissant supposer la présence de deux générations de chlorite avec des rapports Fe/Mg différents. Dans les zones les moins altérées, la chlorite, moins fréquente, se présente en petites paillettes (< 0.04mm). Elle est globalement orientée dans les plans de la schistosité régionale et soulignent les limites des cristaux primaires de la matrice. La chlorite se présente

sous forme de petites gerbes ou sous forme massive dans la matrice et également dans les ombres de pression.

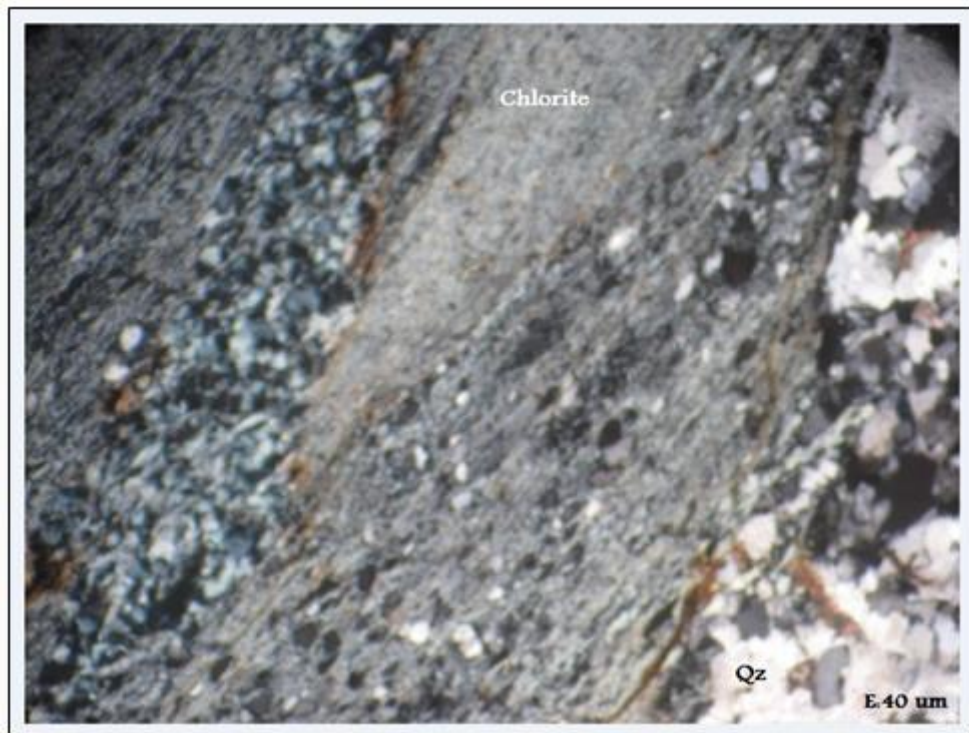


Photo6 : aspect microscopique de chlorite sous forme fibreuse

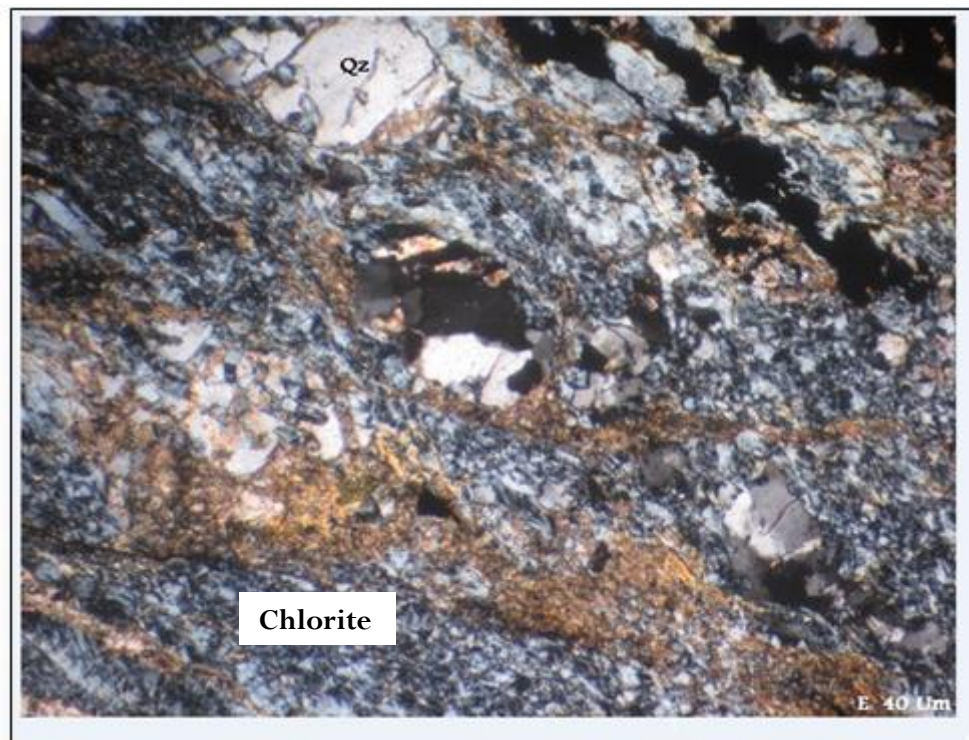


Photo 7 : aspect microscopique de chlorite syncinématique

✓ la séricitisation : La séricite se présente dans l'ensemble des faciès de sidi M'barek .La séricite syncinématique est plus abondante dans la matrice de l'ensemble des faciès étudiés. En effet, dans les faciès fins (métapélites), elle constitue plus de 80% du volume total de la roche, sous forme de petites paillettes ou sous forme massive. Elle souligne, avec la muscovite, les plans de la schistosité régionale (photo 8)



Photo8 : aspect microscopique de séricite sous forme des petites pailles

✓ La carbonatation : Les carbonates sont moins abondants et se présentent essentiellement dans les formations métapélitiques. Ces carbonates se présentent sous formes des microlentilles discontinues, boudinées et étirées dans les plans de schistosité S1 avec des limites effilochées dues à la dissolution. La mise en place de la structure minéralisée est liée aux carbonates.

Ces carbonates ont tendance à remplir les fractures tardives et se présentent donc sous forme de veines et de veinules (photo 9). Ces veinules recourent l'ensemble des autres minéraux et paraissent comme dernières phases à cristalliser.

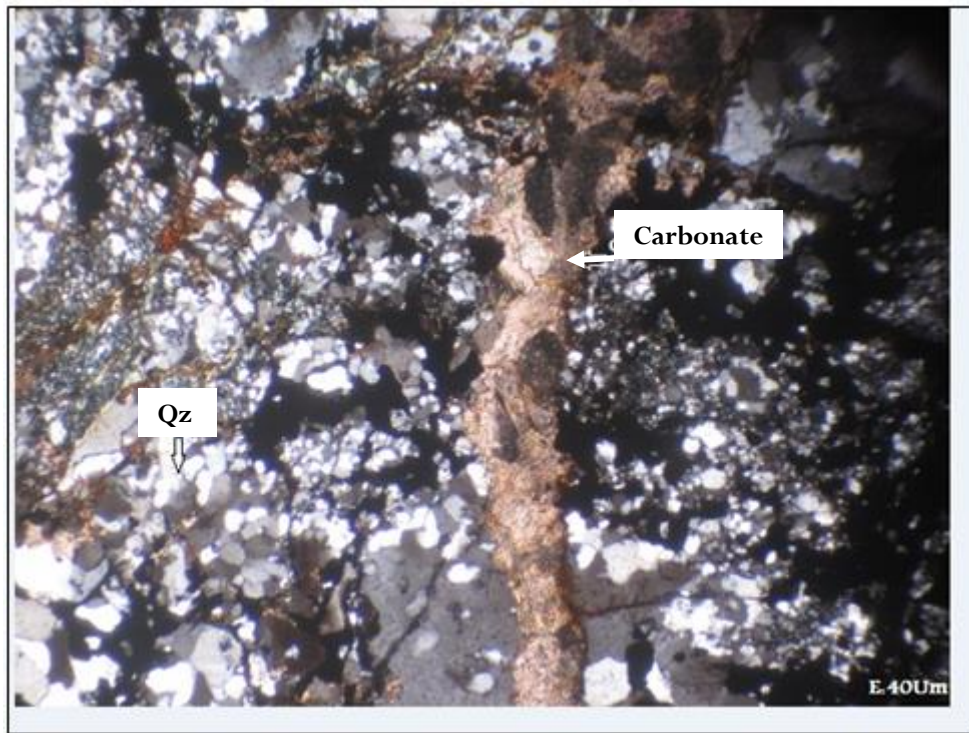


Photo 9 : aspect microscopique de carbonate sous forme des veinules

III. Etude structurale

Le secteur étudié est affecté par deux types de structures, qu'on peut lier à deux phases de déformation distinctes : une phase synschisteuse majeure qui est responsable de la structuration régionale, et une deuxième phase tardive cassante matérialisée par des failles et des diaclases

1. La schistosité

Au niveau de Draa Sfar Nord, on note le développement d'une schistosité parallèle à la stratification S_0 dont l'orientation générale est N10.

La projection stéréographique des plans S_1 montre que ces plans de la schistosité et leurs pôles ont une direction générale N-S avec un plan moyen orienté N6, 75E et un pôle moyen orienté 14° au N276. Ces directions correspondent à une compression générale E-W (fig. 11)

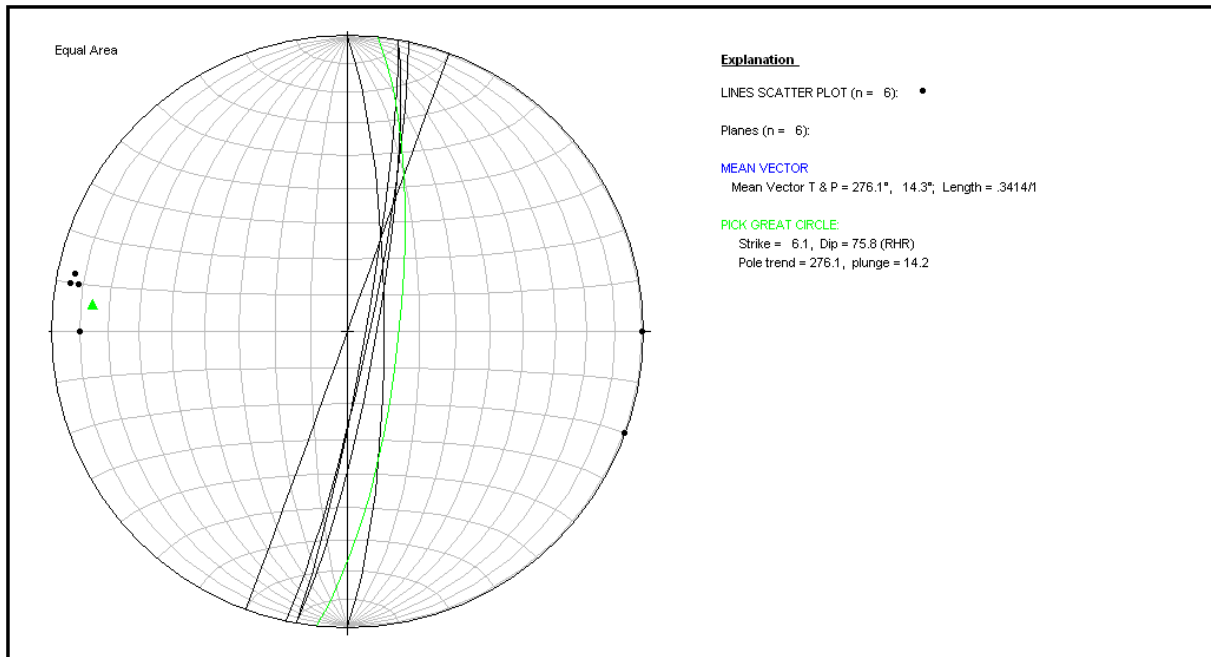


Figure 12: projection stéréographique de la schistosité (s1)

2. Les failles

Les structures cassantes sont généralement présentées par des failles et des diaclases tardives qui affectent les lentilles minéralisées.

Les failles ont une direction majeure E-W orientées N110 à jeu senestre.(figure 12et 13)

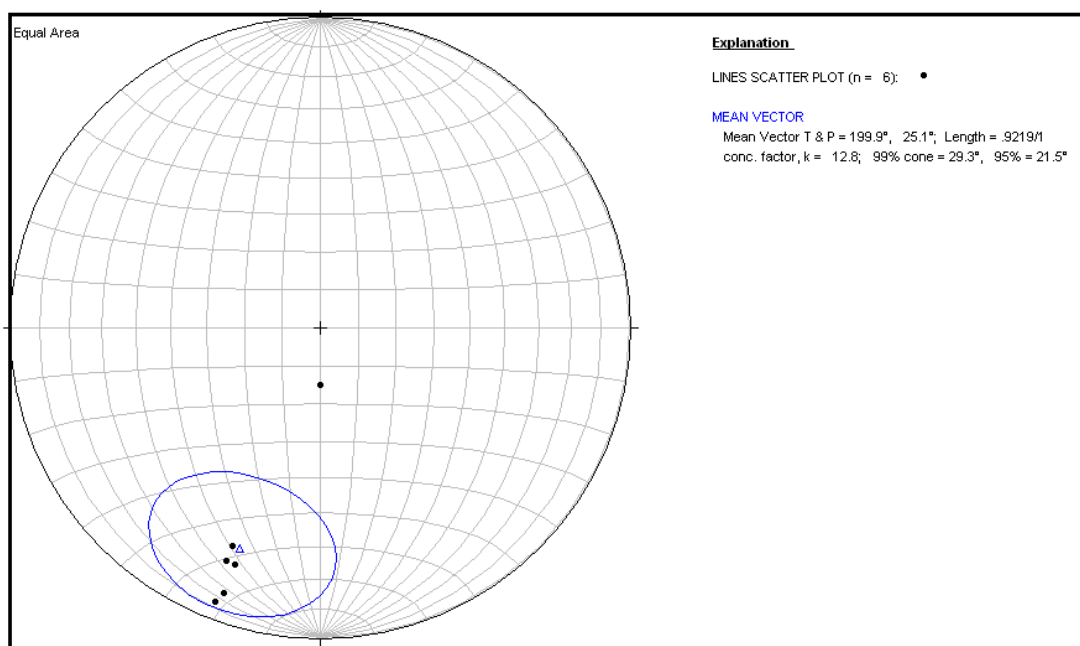


Figure 13 : projection stéréographique des failles

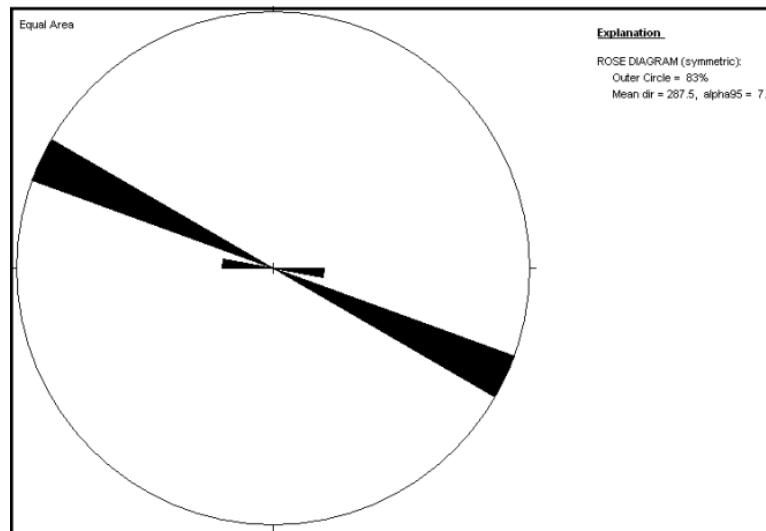


Figure 14 : rosasse directionnelle des failles

Les diaclases sont représentées par de deux familles de fractures, l'une suivent la schistosité et l'autre de direction N110 et à pendage 30° E (fig. 14 et 15)

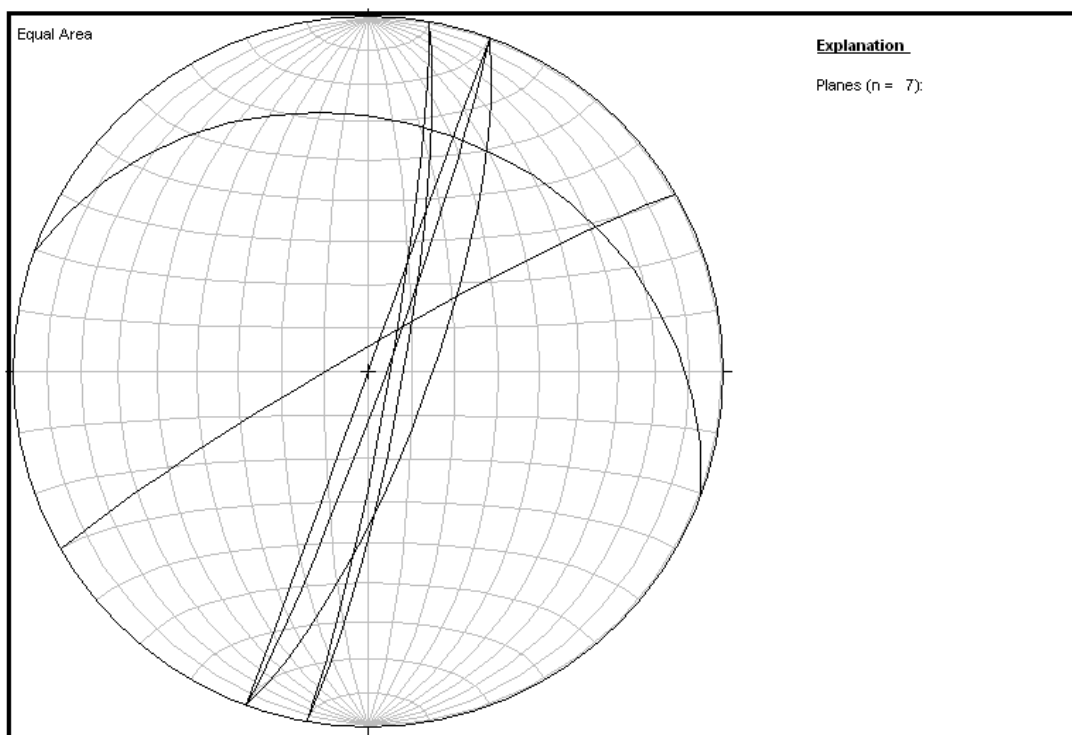


Figure 15 : projection stéréographique des fractures

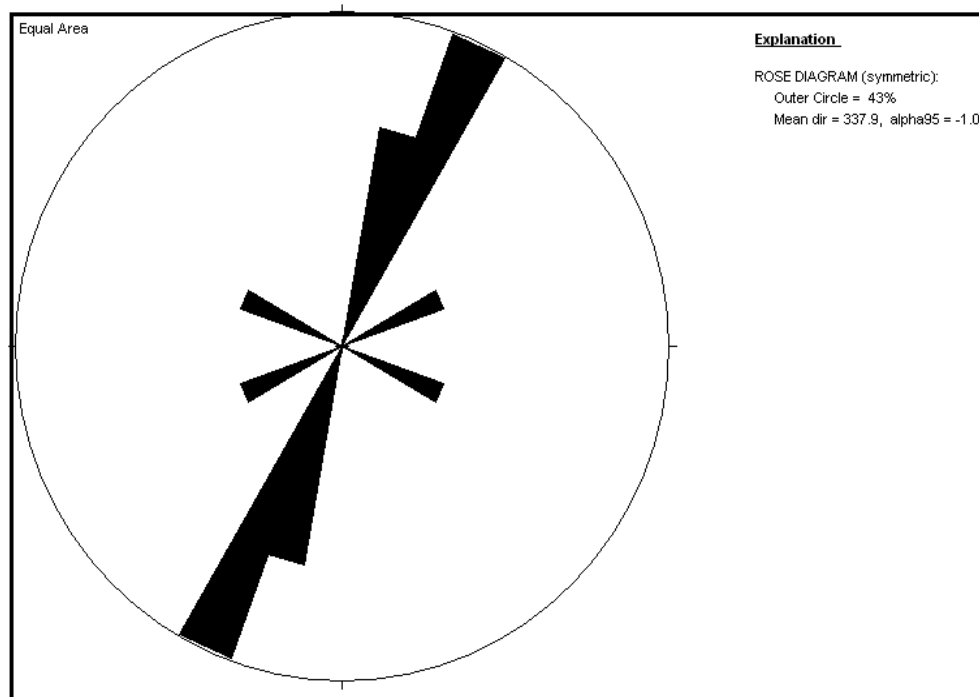


Figure 16 : rosasse directionnelle des fractures

IV. Etude gîtologique

1. Morphologie des corps minéralisés

a) Partie nord de Draa Sfar Nord

Le niveau -35 comporte 4 lentilles sulfurées fortement pentées avec une direction moyenne subméridienne. De l'Est vers l'Ouest on distingue :

- La lentille Est, de teneurs élevées (2% de Cu et 0.09ppm d'Au)et de faible puissance (1 m). Cette lentille plonge jusqu'au niveau -50. Elle est formée d'un minerai massif dominé principalement par de la pyrite secondaire (fig17).

- la lentille 1, caractérisée par une grande puissance (15 m)et une faible teneur (1.5% de Cu et 0.19 ppm d'Au). Elle affleure jusqu'à la surface sous forme d'un chapeau de fer. Sa partie avale atteint le niveau -75.Elle est constituée essentiellement par un minerai pyriteux, qui se présente soit sous forme massive soit sous forme des stock-work et un minerai interstratifié. (fig 17).

- la lentille 2, puissante d'environ (2 m), présente des teneurs relativement riches en cuivre (3% de Cu et 1ppm d'Au). Cette une lentille, très déformée de point de vue structural, est formée par un minerai massif essentiellement cuprifère (chalcoppyrite)(fig16).

- La lentille Ouest(en cour d'exploration), représente l'extension nord de la lentille 2. .

L'ensemble des lentilles décrites ci-dessus sont encaissées principalement dans des métapelites parfois gréseuses, très schistosités. Ces lentilles minéralisées sont concordantes avec leur encaissant en terme de direction et de pendage.

1-2 Partie sud de Draa Sfar Nord :

La morphologie des lentilles minéralisées de cette partie sud, a été définie sur la base des corrélations réalisées à partir des sondages carottés DS 178 et DS117. La corrélation entre ces deux sondages montre que on a plusieurs lentilles polymétalliques d'aspect mince (centimétrique à métrique), montrant la même orientation que celles de la partie nord. Ces lentilles sont subverti cales à fortement pentées vers l'ouest. Dans ces lentilles, les teneurs sont variables ($0.41\% < \text{Cu} < 1.44\%$ et $0.05\text{ppm} < \text{Au} < 1.3\text{ppm}$) (fig. 18)

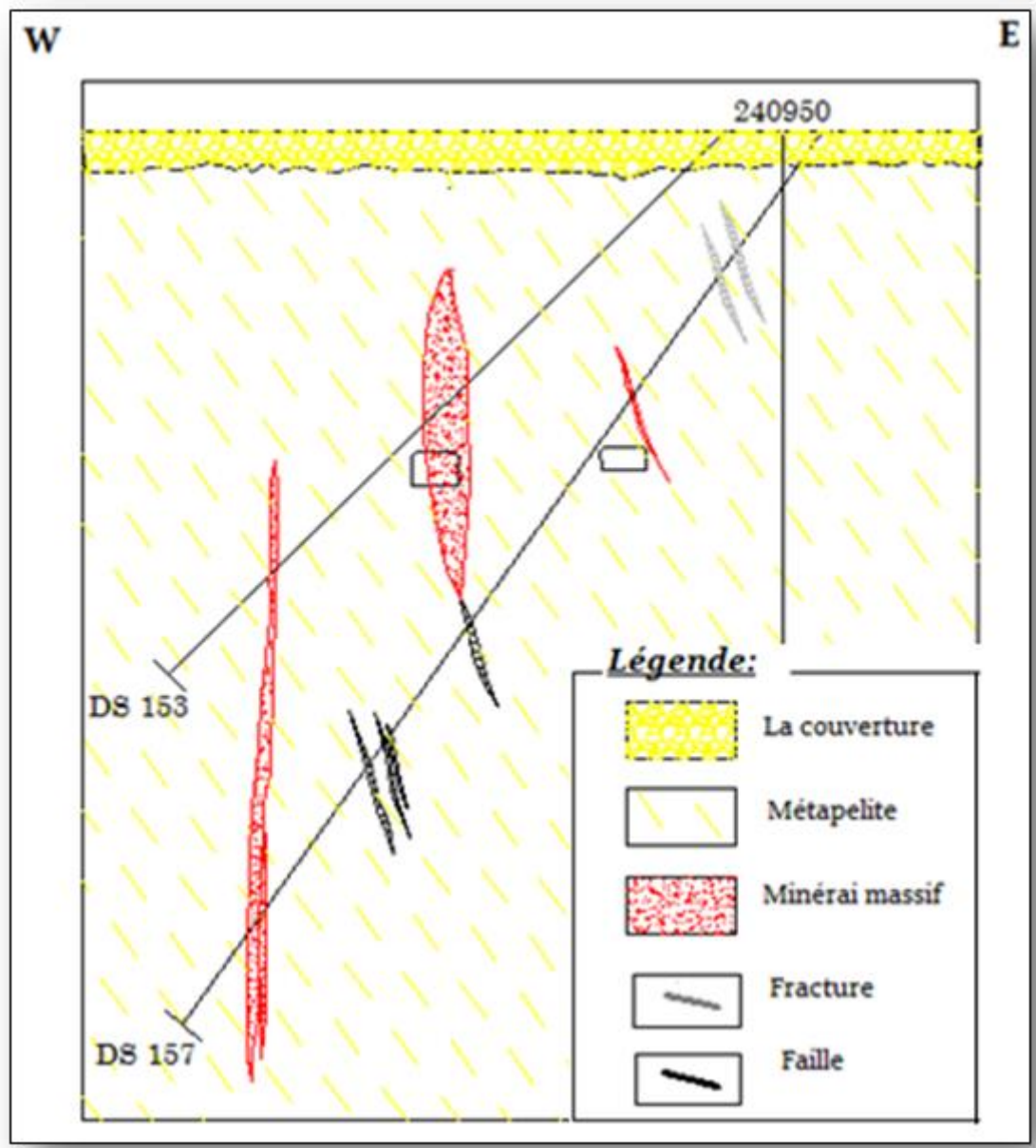


Figure 17: coupe géologique de lentille 2(niveau 35) (E1/500)

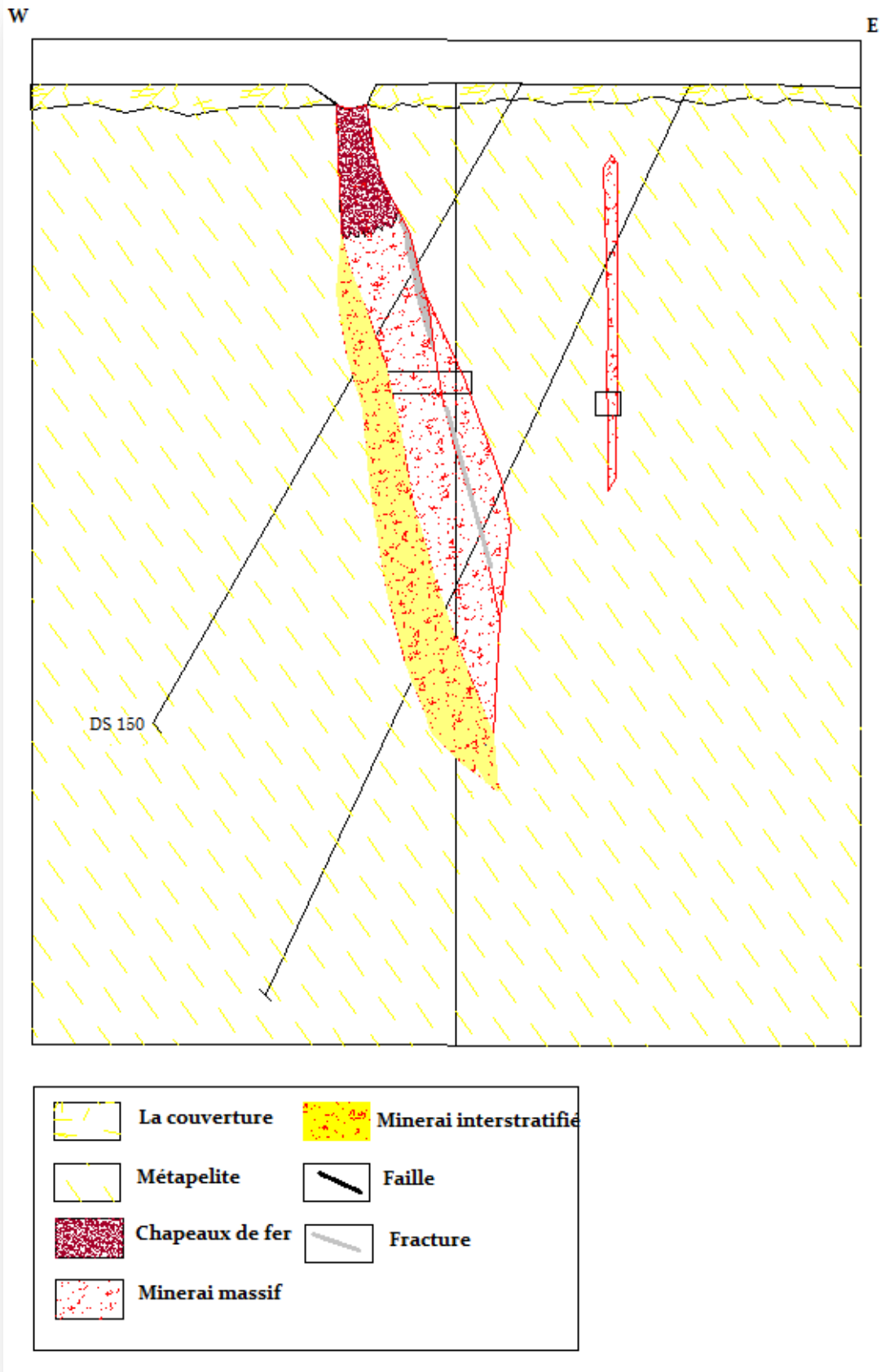


Figure 18: coupe géologique de lentille 1 et lentille Est (E 1/500)

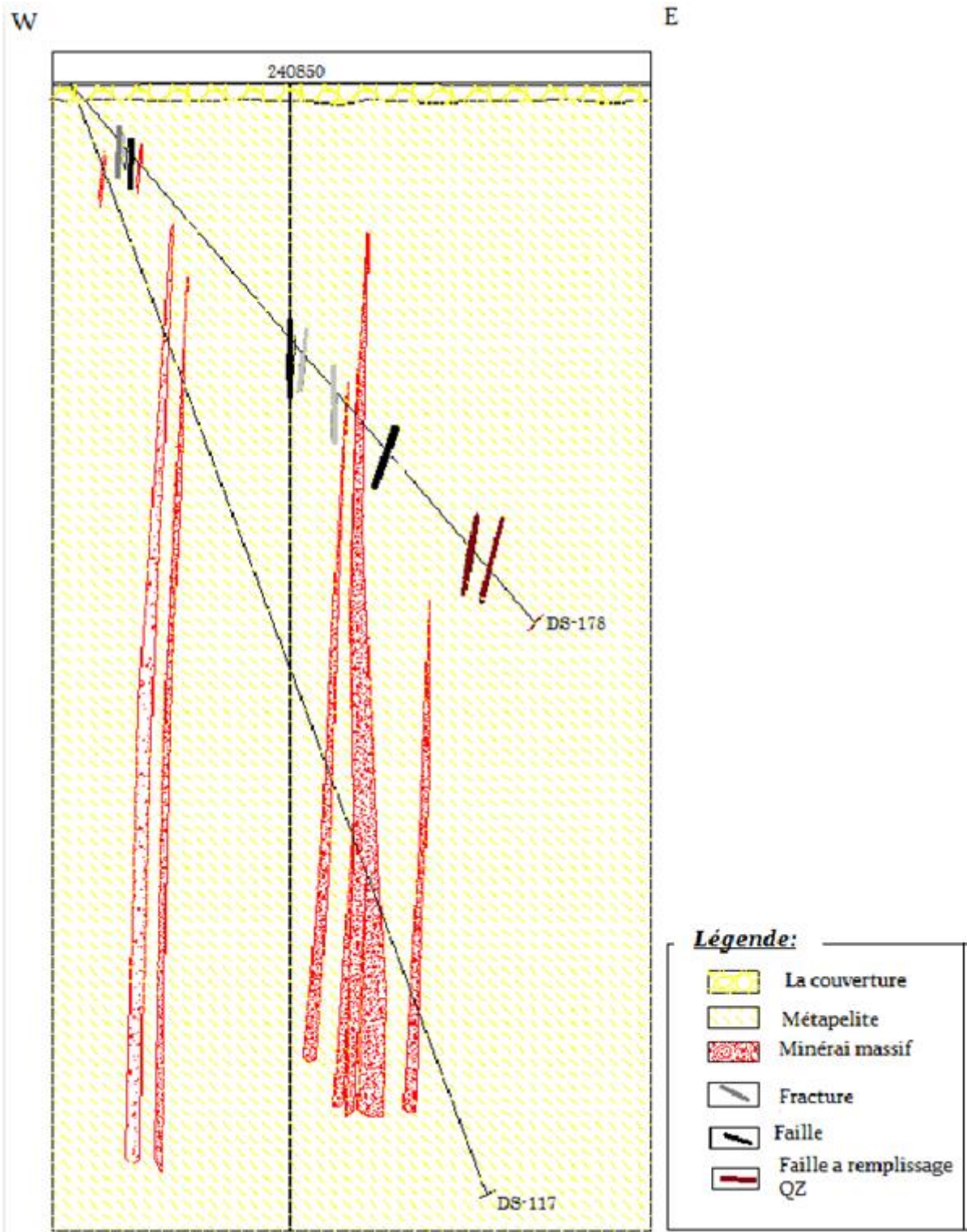


Figure 19: coupe géologique de sondages carotté DS 117-178 (E 1/500)

2. Minéralogie des différentes lentilles sulfurées

Cette étude a été effectuée à l'aide de la microscopie métallographique. Elle a été réalisée sur des échantillons (sections polies et lames mince polies), prélevés au fond (galeries souterraines) et sur le sondage carotté DS 178. Cette étude Elle a pour but la définition des différents types de minéralisations ainsi que l'évolution minéralogique sur l'ensemble des lentilles minéralisées.

L'examen microscopique des différentes lames et sections polies montre une paragenèse dominées par la pyrrhotite et la chalcopryrite auxquelles s'associent la pyrite, la sphalérite, l'arsénopyrite et les oxydes et hydroxydes de fer.

- **La pyrrhotite(Po)** : représente la phase la plus dominante dans le minerai massif de la lentille 1. Elle se présente sous forme des grosses plages maclées (photo10) ou bien sous forme disséminée dans le minerai inter-stratifié de la lentille 1. Au niveau de la lentille2, la pyrrhotite se présente soit sous forme grosses plages soit sous forme de reliques au sein de la chalcopryrite. Au niveau du minerai massif observé sur le sondage Ds178, la pyrrhotite prédomine la paragenèse. Elle se présente sous forme de plage de dimension moyenne, riche en inclusions fines de chalcopryrite et de minéraux de gangue. Localement, au voisinage du contact avec l'encaissant, la pyrrhotite est étirée selon la direction de la schistosité régionale avec des macles de pression caractéristiques. (photo11)

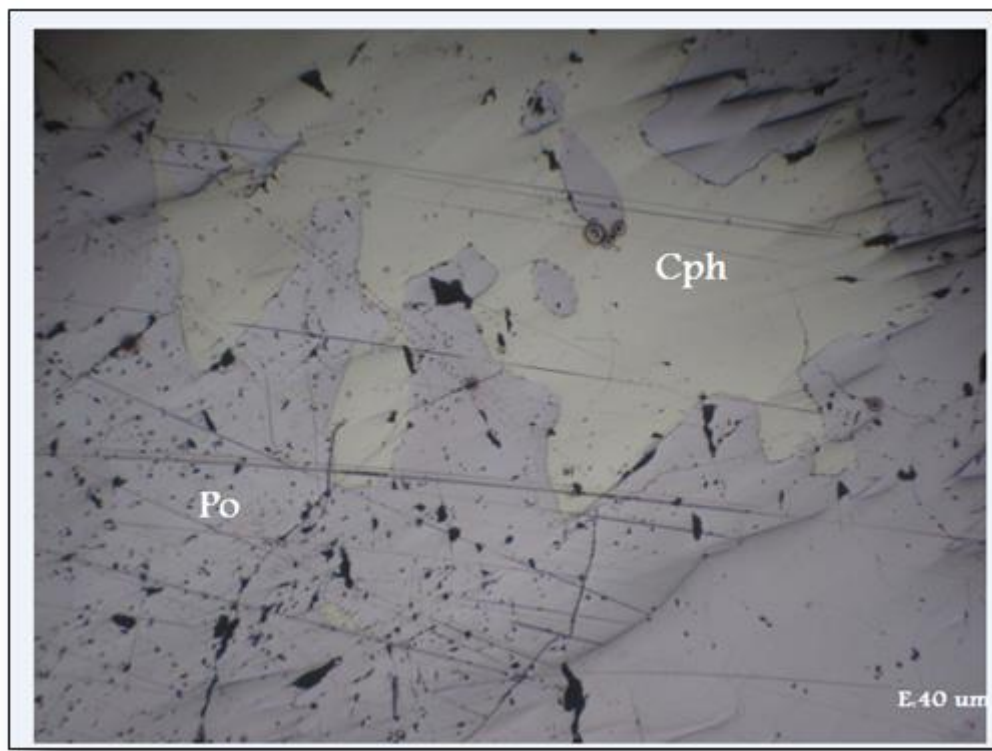


Photo 10 : aspect microscopique de pyrrhotite et de chalcopryrite sous forme des grosses plages

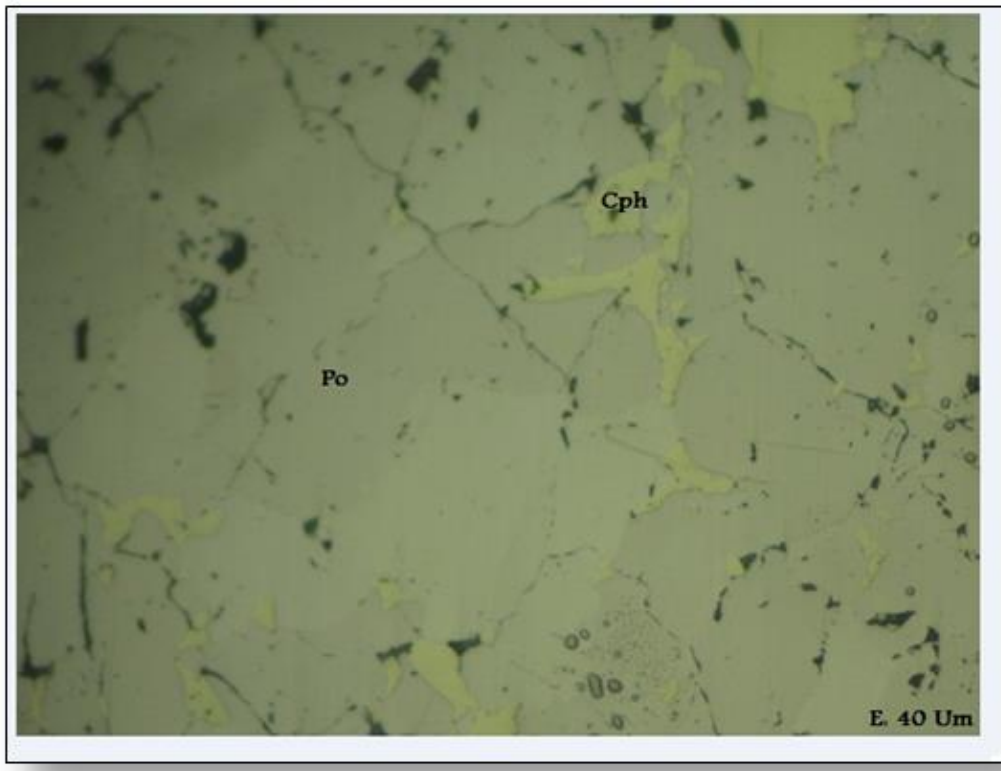


Photo 11 : aspect microscopique des plages de pyrrhotite et de chalcopyrite

- **La chalcopyrite (Chp)** : c'est la phase la plus dominante dans la lentille 2. Elle se présente sous forme de rubans millimétriques à centimétriques, renfermant des inclusions reliques de pyrrhotite. Localement, la chalcopyrite est fortement corrodée par la pyrite secondaire (photo12), et elle se présente sous forme disséminée dans l'encaissant (photo13). Au niveau de la lentille1, la chalcopyrite est présente soit sous forme des grosses plages, tardives par rapport à la pyrrhotite (photo10), au niveau du minerai massif soit sous formes des veinules dans le minerai inter-stratifié.

Au niveau de la partie sud, La Chalcopyrite se présente sous forme des plages étirées selon la schistosité régionale (photo 11). Au voisinage du contact avec l'encaissant, la chalcopyrite est présente sous forme de plages isolées et étirées selon la direction de la schistosité régionale (photo14). Localement, la chalcopyrite forme avec le quartz, le remplissage de veines et veinules tardives affectant l'encaissant.

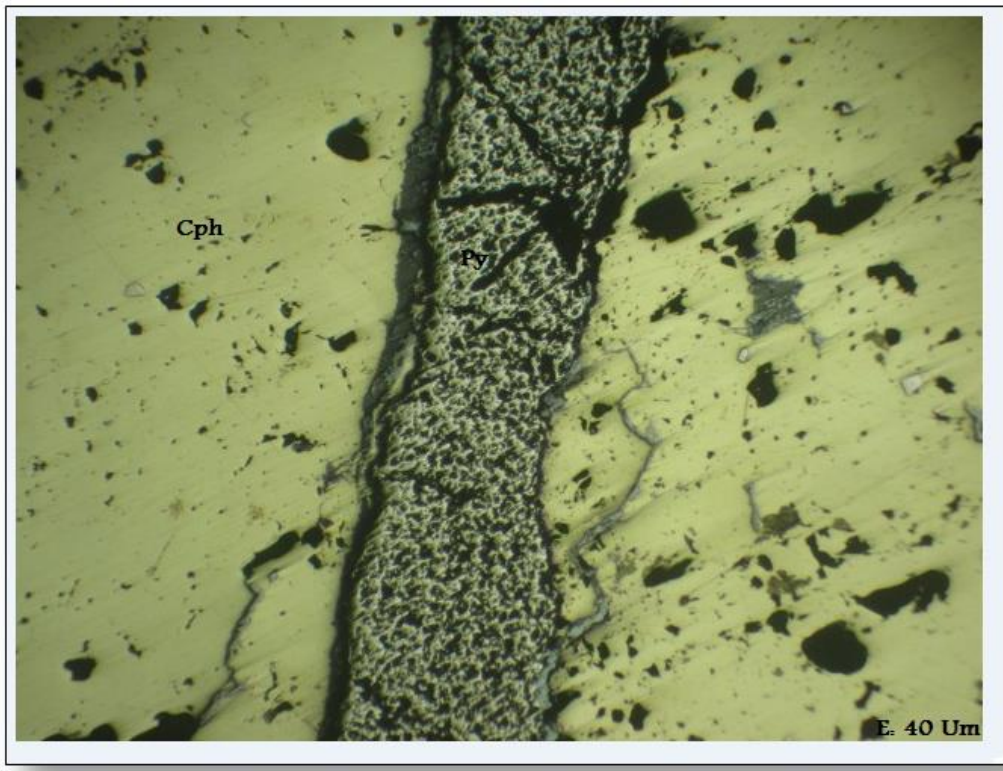


Photo12 : aspect microscopique des rubans de chalcopyrite et veinule de pyrite

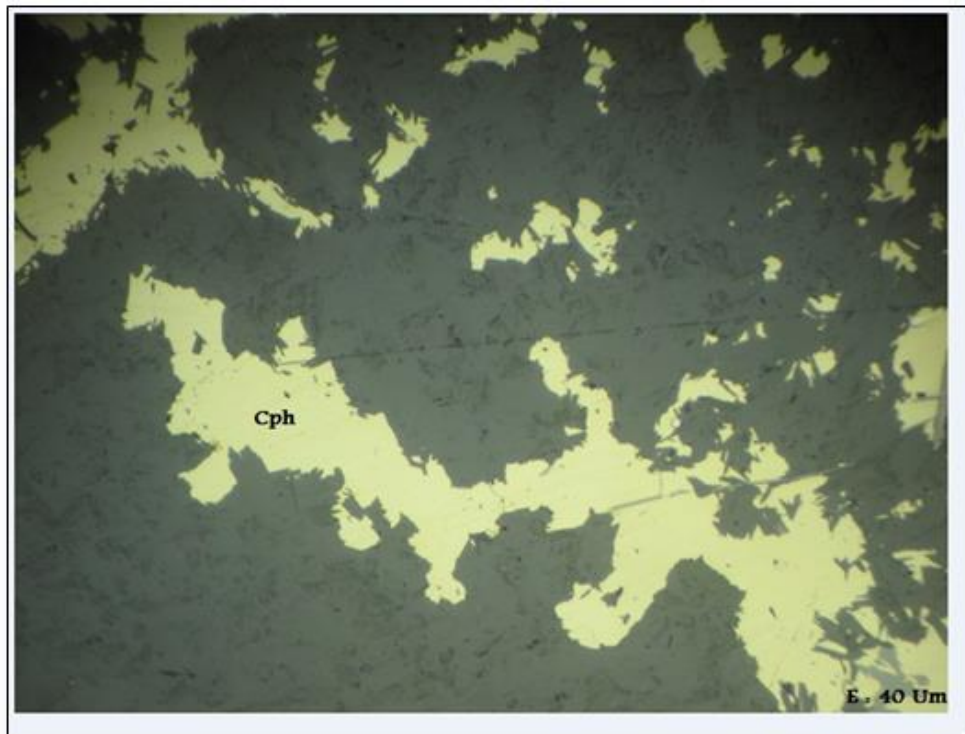


Photo13 : aspect microscopique de chalcopyrite disséminée dans l'encaissant

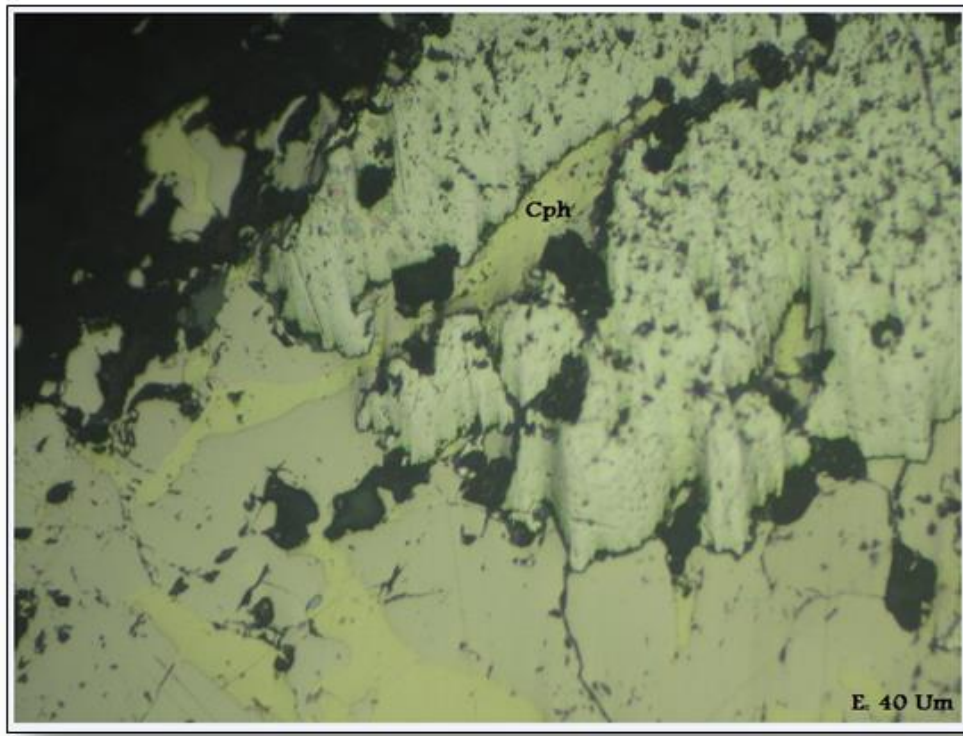


Photo14 : aspect microscopique de chalcopyrite étirée selon la S1

- **La pyrite (Py) :**
- Ce sulfure de fer est moyennement représenté au niveau de cette partie nord de Draa Sfar. Il se présente soit sous forme de cristaux isolés de dimensions micrométriques à millimétrique (photo15), soit en masses anastomosées pouvant atteindre le centimètre. En général, la pyrite apparaît secondaire par rapport aux autres sulfures. (photo12), Au niveau de l'horizon minéralisés situé à la base par rapport aux autres lentilles minéralisées, la pyrite forme des grains isolés dans une gangue à quartz et/ou carbonates.

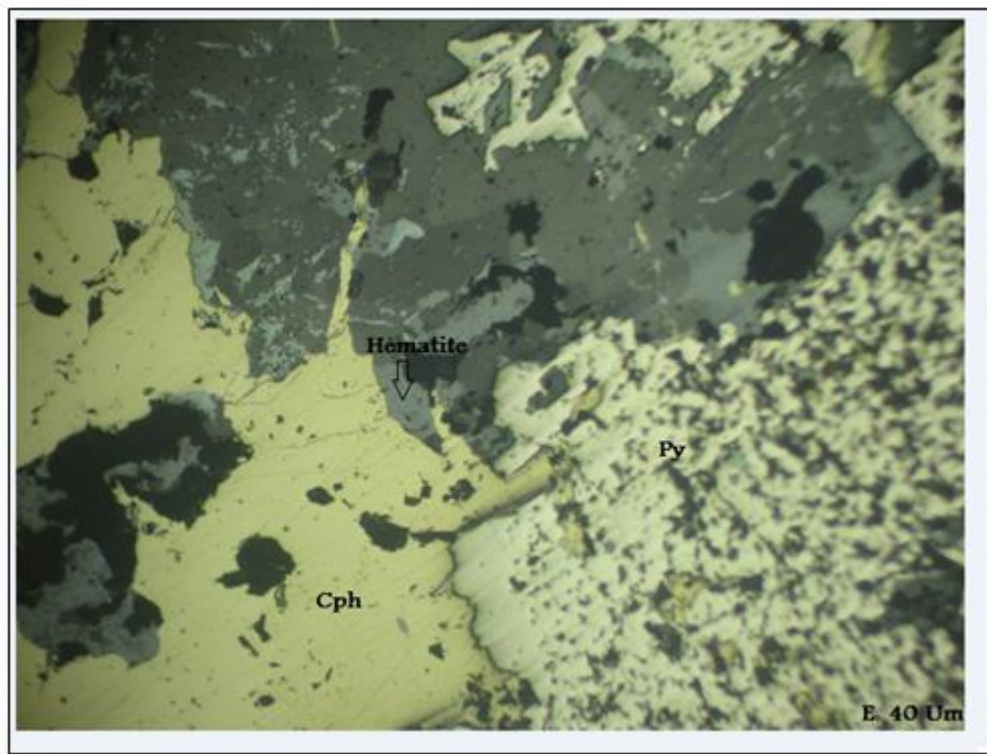


Photo15 : aspect microscopique des grains isolés de la pyrite et l'hématite

- **La sphalérite (Sph)** : elle est très rare dans cette partie nord de Draa Sfar. Elle se présente soit sous forme d'inclusions très fines au sein de la pyrrhotite soit occupant des veinules au niveau de la lentille 1. Au niveau de la lentille 2, la sphalérite a été observée sous forme d'inclusions fines au sein de la chalcopyrite (photo 16).

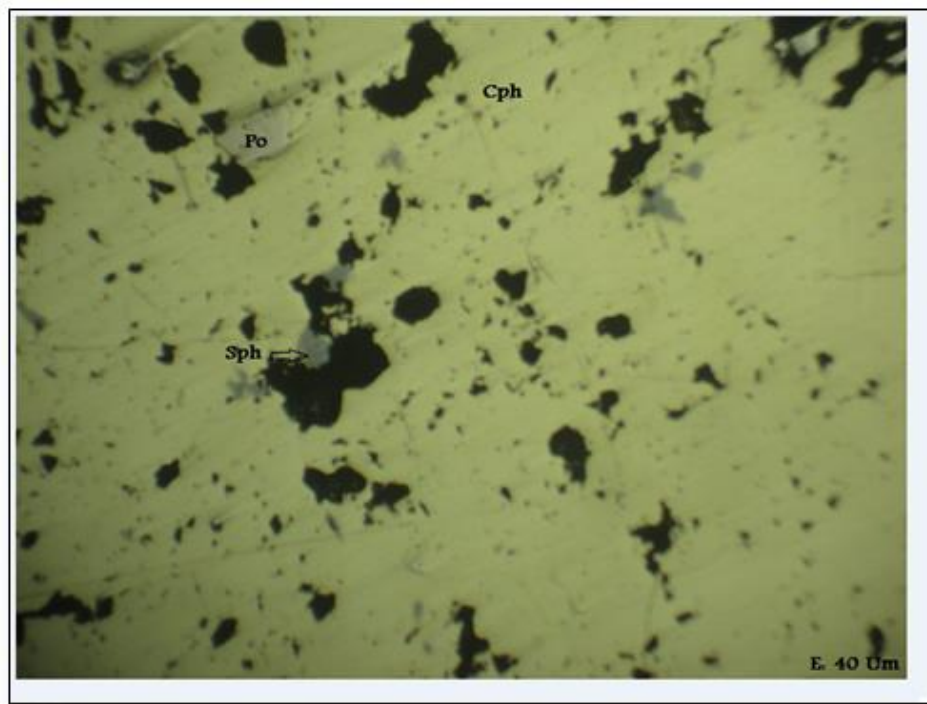


Photo 16 : aspect microscopique de l'inclusion fine de la sphalérite

- **L'arsénopyrite(Arsp)** : il s'agit d'un minérale forme généralement automorphe, de dimension allant de 10 à 100 micromètres. Il a été observé sous forme disséminée dans la chalcopyrite de la lentille 2 (photo17). Les relations texturales relevées montre que l'arsénopyrite est tardive par rapport à la chalcopyrite et la pyrrhotite.

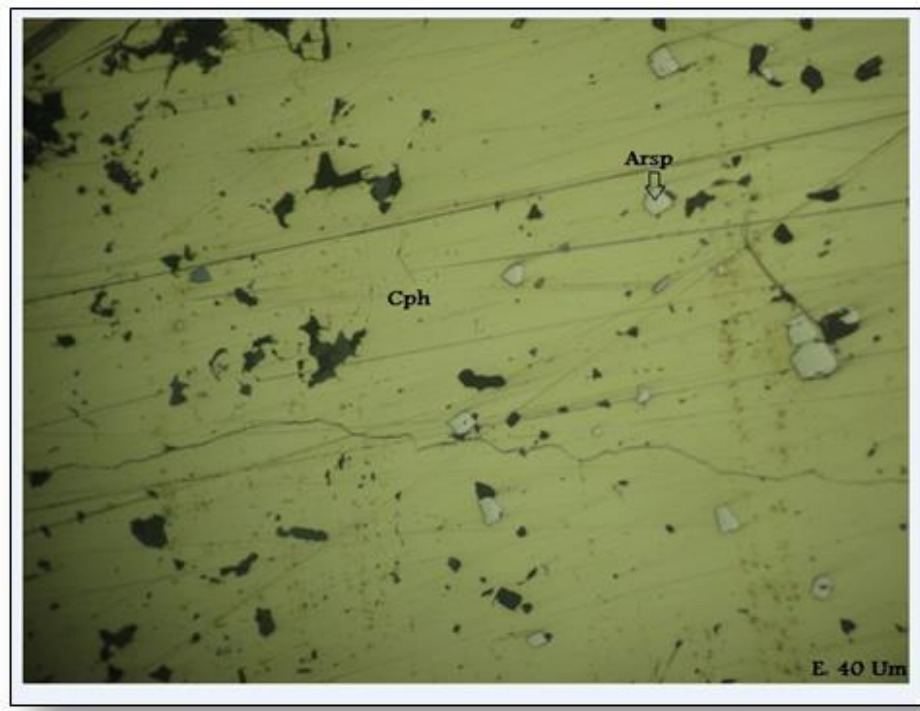


Photo17 : aspect microscopique des minéraux automorphes de l'arsénopyrite

- On note la présence des oxydations sous forme des béguète d'hématite dans la lentille 2 et l'horizon (photo14)

D'âpre cette étude on conclue que la paragenèse primaire est forme par la pyrrhotite, la chalcopyrite et la sphalérite

Conclusion

Cette contribution à l'étude lithostratigraphique, structurale, gîtologique, et des altérations hydrothermales relative à Draa Sfar Nord nous a permis de retenir les conclusions suivantes :

Lithostratigraphiquement, la minéralisation de Draa Sfar Nord est encaissée dans une série avec des métapélites gréseuses à intercalations de tufs fins au mur et des métapélites à niveaux carbonatés au toit.

Sur le plan structural, la série de Draa Sfar Nord montre l'effet de deux phase de déformation ; une phase synshisteuse matérialisée par une schistosité de flux très penetrative de direction N-S et des cisaillements ductiles de même direction ; L'effet de cette phase sont très bien enregistrés sur l'encaissant et les minéralisations associées (lentilles schistosés, tordues et dilacérées).

Une phase tardive matérialisée par une diaclasage et des structures faillées de direction E-W à N110.

Sur le plan gîtologique, les lentilles minéralisées de Draa Sfar Nord se présentent sous forme de plusieurs lentilles polymétalliques, minces, étirées, et fortement dilacérées. Ces lentilles fortement pentées vers l'est, montrent une orientation générale N-S parallèlement au principales structures tectoniques caractérisant ce secteur.

Sur le plan minéralogique, le secteur de Draa Sfar Nord est caractérisé par une paragenèse polymétallique pratiquement similaire sur l'ensemble des lentilles. Cependant, on note quelques variations de la minéralogie en allant d'une lentille à une autre. En effet, la lentille 1 caractérisée par une richesse en pyrrhotite. Cependant la lentille 2 est une lentille cuprifère essentiellement à chalcopyrite, alors que la lentille Est est constituée principalement par la pyrite secondaire, en plus de ces minéraux on trouve d'autres minéraux tardifs à savoir la sphalérite, l'arsénopyrite et la pyrite. Le gisement de draa Sfar nord est caractérisé par sa richesse en cuivre par rapport à son homologue sud qui est plutôt riche en Pb et Zn.

Les analyses des échantillons prélevés de fonds et de sondage montre que l'altération issue de la circulation des fluides hydrothermaux au voisinage de l'amas sulfuré de Draa Sfar Nord est répartie selon la position du faciès altéré du mur ou du toit. Cette altération est matérialisée par un enrichissement au mur par MnO et MgO et appauvrissement en K₂O, CaO et Na₂O, le toit est enrichi en K₂O. La mobilité des éléments majeurs traduit une chloritisation et séricitisation au mur et une séricitisation au toit. Cette zonalité confirme ce qui a été observé dans les lames mines et sections polies.

Références bibliographiques

- **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. 145 p.
- **Ait Tahar, M.** (1987). Géométrie et cinématique de la déformation post- Viséen autour des gabbros des Jbilet : L'exemple des gabbros de Kettara et de Jbel El Harach, massif hercynien des Jebilet. Thèse 3ème cycle, Univ. Marrakech.
- **Bernard, A. J., Maier, O. W et Mellal, A.** (1988). Aperçus sur les amas sulfurés massifs des hercynides Marocaines. Mineral. Deposita, 23, p. 104-114.
- **Bordonaro, M.** (1983). Tectonique et pétrographie du district à pyrrhotite de Kettara (Paléozoïque des Jebilet, Maroc). Thèse de 3èmes cycles, Université. Strasbourg, 132 pp.
- **Bouabdalli, M.** (1989). Tectonique et sédimentologique dans un bassin orogénique : le sillon viséen d'Azrou et Khnéfra (Est du massif hercynien central du Maroc). Thèse de Doct. ès Science, Strasbourg, 262 p.
- **Essafi, A.** (1987) Schémas de déformation finie autour des corps acides des Jebilet centrales : l'exmple de Kt. Hamra. Implication sur le contexte géodynamique de mise en place. Mém C. E. A. Univ, Marrakech.
- **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, 308 pp.
- **Essaifi, A. et Lagarde J. L.** (1990). Reconnaissance de corps granitique syntectonique dans les séries magmatiques préorogéniques des Jebilet centrales (Hercynien, Maroc). Implications géodynamiques. C.R. Acad. Sci. Paris. 310, série II. p : 67-73.
- **Hamyane .M** (2011). *Contribution à l'étude pétrographique, métallogénique et structural de Draa Sfar nord (sidi m'barek) (Jebilet central, Maroc hercynien) mémoire de Master*
- **Hibti, M.** (2001). Les amas sulfurés des Guemassa et des Jebilet (Meseta Sud-Occidentale, Maroc) : Témoins de l'hydrothermalisme précoce dans le bassin mesetien. Thèse de Docteur d'Etat Es-Sciences. Université. Cadi Ayyad. Marrakech, 296 pp.
- **Hoepffner, C.** (1987). La tectonique hercynienne dans l'Est du Marco. Thèse de Docteur d'Etat Es-Sciences, Université. Strasbourg, France, 380 p.
- **Huvelin, P.** (1961). Sur l'age Viséen Supérieur des Schistes de Kettara et de Djebel Sarhlef (Djebilet Centrales, Maroc). C. R. Sommaire Soc. Géol. France, 10: 290-291.
- **Huvelin, P.** (1977). Etude géologique et gitologique du massif hercynien des Jebilet (Maroc occidental). Notes et Mem. Serv. Géol. Maroc, 232 bis.
- **Jadid, M.** (1989). Etudes des processus de différenciation des roches magmatiques pré-orogéniques des Jebielt centrales sur l'ensemble du massif stratiforme de Koudiat Kettara (Maroc hercynien). These 3ème cycles, Marrakech.



- **Lagarde, J. L et Choukroune, P.** (1982). Cisaillement ductile et granitoïdes syntectoniques : l'exemple du massif hercynien des Jebilet (Maroc). Bull. Soc. Geol. France. t. XXIV, N° 2, p. 389-395.
- **Piqué, A.** (1994)- Géologie du Maroc: les domaines régionaux et évolution structurale. Ed. Pumag 284p.
- **Stow, D. A. V et Piper, D. J.W.** (1984). Deep-water fine grained sediments: facies models. Geol. Soc. Lond. Spec. Pub. 15, p. 611-645.