



*Université Cadi Ayyad
Faculté des Sciences et
Techniques- Marrakech*

MEMOIRE

Présenté pour obtenir le titre de :

Licence es Sciences et Technique

Géologie Appliquée aux Ressources Minérales

**Etude cartographique, structurale et
minéralogique du gîte de Bir N'Has (Jebilet)**

Par : HOUMADI Yamine & BOUGDIF Oualid

2015 - 2016

SOMMAIRE

Remerciements.....	6
Liste des figures.....	7
Liste des tableaux.....	7
Liste des photos.....	8
But du travail.....	9

Première partie : cadre géologique.

I -Géologie du Maroc.....	11
1- Domaine Mesetien.....	11
a-Meseta orientale.....	12
b-Meseta occidentale.....	12
II -Massif de jebillet.....	13
1- Les jebillet orientales.....	14
2- Les jebillet occidentales.....	14
3- Les jebillet centrales.....	14
III - Les Jebilet centrales	15
1- Lithostratigraphie.....	15
2- Magmatisme.....	16

3- Métamorphisme.....	16
4- Tectonique	17
5- Géologie.....	17
IV - Les filons de la région de Sidi Bou othmane.....	18
1- Filon zincifère du Bir N'hass.....	18
2- Filon Vert.....	19
V - Secteur de Bir N'hass.....	19
1- Situation géographique.....	19
2- Cadre géologique.....	20
3- Historique des travaux à Bir N'hass.....	21

Deuxième partie : Etude du secteur de Bir N'hass

I - Introduction	23
II -Méthodologie de travail.....	23
1- Travail de terrain.....	23
2- Travail de laboratoire.....	24
III -Réalisation de la carte du Bir N'hass.....	23
1- Etapes de realisation.....	25
2- Carte Géologique de Bir N'hass.....	26
IV -Etude structurale.....	28

• La stratification initiale S0.....	28
1- Tectonique souple.....	30
a-La schistosité S1.....	30
b-Plissement	32
c-Zone de cisaillement.....	33
2- Tectonique cassante.....	34
a-Structures filoniennes	35
a-1 Filons de pegmatite.....	35
a-2 Filons de microdiorite.....	36
a-3 Filons de quartz précoce.....	36
a-4 Filons quartzo carbonatés.....	38
b-Cassures sans remplissages.....	41
b-1 Diaclases.....	41
b-2 Les failles.....	42
Conclusion de l'étude structurale.....	43
V – Etude Pétrographique.....	45
1- Les schistes- schistes gréseux.....	45
2- Les barres gréseuses.....	45
3- Les filons de pegmatite.....	45
4- Les filons de microdiorite.....	46
VI – Les alterations Hydrothermales.....	49
1- Séricitisation.....	49
2- Chloritisation.....	49

3- Carbonatation.....	49
4- Silicification.....	49
VII - Etude gitologique.....	50
1- La gangue.....	50
a-Les filons de quartz precoce.....	50
b-Les filons de sidérite.....	50
c-Les filons de quartz géodique.....	51
d-Les carbonates tardifs.....	51
2- La minéralisation	54
a-Minéralisation endogène.....	54
b-Minéralisation supergène.....	54
Conclusion de l'étude Gitologique.....	56
VIII - Comparaison entre Bir N'hass, Jbel sarhlef, et Oulad Bellaguide.....	57
Conclusion Générale.....	58
Références Bibliographique.....	60

Remerciements

Au terme de ce travail, nous tenons à remercier notre encadrante Mme. ESSARRAJ Samira, notre professeur de métallurgie, pour ses remarques, ses directives et l'intérêt qu'elle porte à ses étudiants. Nous tenons à lui exprimer nos sincères remerciements pour son suivi et ses orientations pour la réalisation de ce projet.

Nos remerciements s'adressent également à Mr NSHIMIYIMANA Félix, pour le temps qu'il a bien voulu nous consacrer sur le terrain et à la Faculté des Sciences et Techniques.

Nous tenons à exprimer nos remerciements aux membres du jury qui ont bien voulu juger ce travail et nous honorer de leur présence.

Nous profitons de ce rapport pour exprimer nos vifs remerciements à toute personne ayant contribué de près ou de loin à l'élaboration de cet humble travail.

Listes des figures

- Fig.1: Les domaines structuraux du Maroc (Saadi, 1982)
- Fig. 2: (a) Localisation du massif des Jebilets en Afrique du nord. (b) Carte géologique générale des affleurements hercyniens des Jebilets (d'après Huvelin 1977, modifiée par Belkabir et al, 2008).
- Fig. 3 : Formations géologiques du massif des Jebilets centrales et localisation de la région de Sidi Bou Othmane (Huvelin, 1972).
- Fig. 4: Principales minéralisations filoniennes des Jebilets Centrales (Huvelin, 1977).
- Fig. 5 : Situation géographique du gîte de Bir N'Hass (image google maps).
- Fig.6 : mine de zinc de Bir Nhass, filon principal (d'après E Maratray, Service des Mines de Rabat).
- Fig.7: fond topographique au 1 / 50000 de la région de sidi Bou Othmane avec la zone d'étude encadrée en noir.
- Fig.8 : Carte géologique du secteur de Bir N'hass.
- Fig.9: Rosace directionnelle de la stratification S0.
- Fig.10: Stéréogramme représentatif de la stratification S0.
- Fig.11: Carte Structurale de la schistosité S₁ dans le secteur de Bir N'Hass
- Fig.12: Rosace directionnelle de la schistosité S1.
- Fig.13 : Stéréogramme représentatif de la schistosité S1 autour de Bir N'Hass.
- Fig.14: Rosace directionnelle des filons de pegmatite.
- Fig.15: Stéréogramme des filons de pegmatites.
- Fig.16: Rosace directionnelle des filons de quartz précoce
- Fig.17: Stéréogramme représentatif des filons de quartz précoce.
- Fig.18: Rosace directionnelle des filons à quartz-carbonates.
- Fig.19: Stéréogramme représentatif des filons quartz-carbonates de Bir N'Hass.
- Fig.20 : Rosace directionnelle des failles.

Liste des Tableaux

- Tableau1 : Séquence paragénétique du gîte de Bir N'hass.

- Tableau 2 : Comparaison entre Bir N'hass, Jbel Sarhlef et Oulad Belaaguide.

Liste des photos

- Photo.1 : vue panoramique de la mine de Bir N'Hass.
- Photo.2 : stratification S0 matérialisée par une barre gréseuse à l'intérieur des niveaux schisteux.
- Photo.3 : Filon de pegmatite plissé.
- Photo.4 : Filon de quartz précoce plissé.
- Photo.5: Zone de cisaillement avec du schiste gris blanchi hydrothermalisé, reprise par un filonnet à quartz - oxydes et hydroxydes de Fer.
- Photo.6: Filon de quartz précoce séquent sur la schistosité.
- Photo.7 : Filon principal quartzo-carbonaté de Bir N'Has recoupant les schistes.
- Photo.8: Décalage d'un filon de pegmatite par un filon tardif à quartz géodique tardif-carbonate, avec un jeu senestre.
- Photo.9 : Deux familles de diaclases recoupant un banc gréseux.
- Photo.10: Filon de quartz précoce de direction N45°E et pendage 60°NW décalé par une faille senestre de direction N100°E.
- Photo.11 : un filonnet de quartz décalé par une faille à jeu senestre.
- Photo 12 : Vue microscopique de la galène associée à la chalcopyrite qui se transforme en covellite sur ses bordures.

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'inscrit dans un projet général de caractérisation des gîtes à métaux de base et métaux précieux dans les Jebilets centrales, entrepris par le laboratoire GEORESSOURCES du département de Géologie - faculté de Science et Techniques de Marrakech.

But du travail

Ce travail a pour but de nous permettre de mettre en pratique nos connaissances acquises lors du parcours de licence GARM pour la contribution à l'étude des filons à Pb-Zn dans les Jebilets Centrales situés au Nord de la ville de Marrakech.

Une cartographie du secteur d'étude ainsi que des descriptions pétrographiques et structurales et des analyses microscopiques, sont réalisées sur les échantillons recueillis dans ce secteur afin de contribuer à une interprétation générale de la tectonique et la minéralogie – gîtologie des filons à Pb-Zn des Jebilets centrales.

Ce stage de fin d'études a duré deux mois dont une semaine sur le terrain et le reste au Laboratoire GEORESSOURCES de la Faculté des Sciences et Techniques de Marrakech.

Partie I

CADRE GEOLOGIQUE

INTRODUCTION :

I. GEOLOGIE DU MAROC

Le Maroc est un pays très connu à l'échelle mondiale par son histoire géologique. Surnommé le « paradis des géologues », le pays offre de vastes terrains pour les recherches scientifiques, l'exploration ainsi que pour l'exploitation minière. Situé à l'extrémité Nord-Ouest du continent Africain, il est bordé au nord par la région méditerranéenne, au sud par la Mauritanie, l'Algérie à l'est et l'océan Atlantique à l'ouest. Au cours de son histoire géologique conditionnée par une position de charnière entre les continents africain, européen et américain, plusieurs cycles orogéniques se sont succédés contribuant chacun à façonner les grands domaines structuraux du Maroc (Saadi, 1982) (Fig1) : Le Rif, la Meseta et le domaine Atlasique, l'Anti-Atlas et enfin le domaine Saharien.

Notre site d'étude se situe dans le domaine mésétien dont la géologie est détaillée ci-dessous.

1. Le Domaine mesétien:

Situé entre l'accident sud atlasique et la limite sud du Prérif, (Fig. 1) :

Ce domaine constitué par Un Socle Paléozoïque constitué essentiellement par des terrains sédimentaires avec une intense activité volcanique bimodale au Viséen. Ce socle d'âge allant du Cambrien jusqu'au Carbonifère a été structuré par l'orogénèse hercynienne responsable aussi de la mise en place de nombreuses intrusions de granitoïdes.

- Une couverture, formée de terrains essentiellement carbonatés, mésozoïque et cénozoïque comportant deux unités structurales comprenant le haut et le moyen atlas.

La Meseta est divisée en 2 parties séparées par le Moyen Atlas (Michard, 1976):

- a. **Meseta Orientale** : composée de plusieurs boutonnières (Jerada, Debdou, Mekam et Midlet) dont les affleurements de terrains paléozoïques sont relativement restreints.
- b. **Meseta Occidentale** : caractérisée par plusieurs massifs affleurant au sein de la couverture Méso-Cénozoïque ; Le Massif Central ou Maroc Central, les Rehamna et les Jebilet, les Guemassa et le Haut-Atlas de Marrakech.

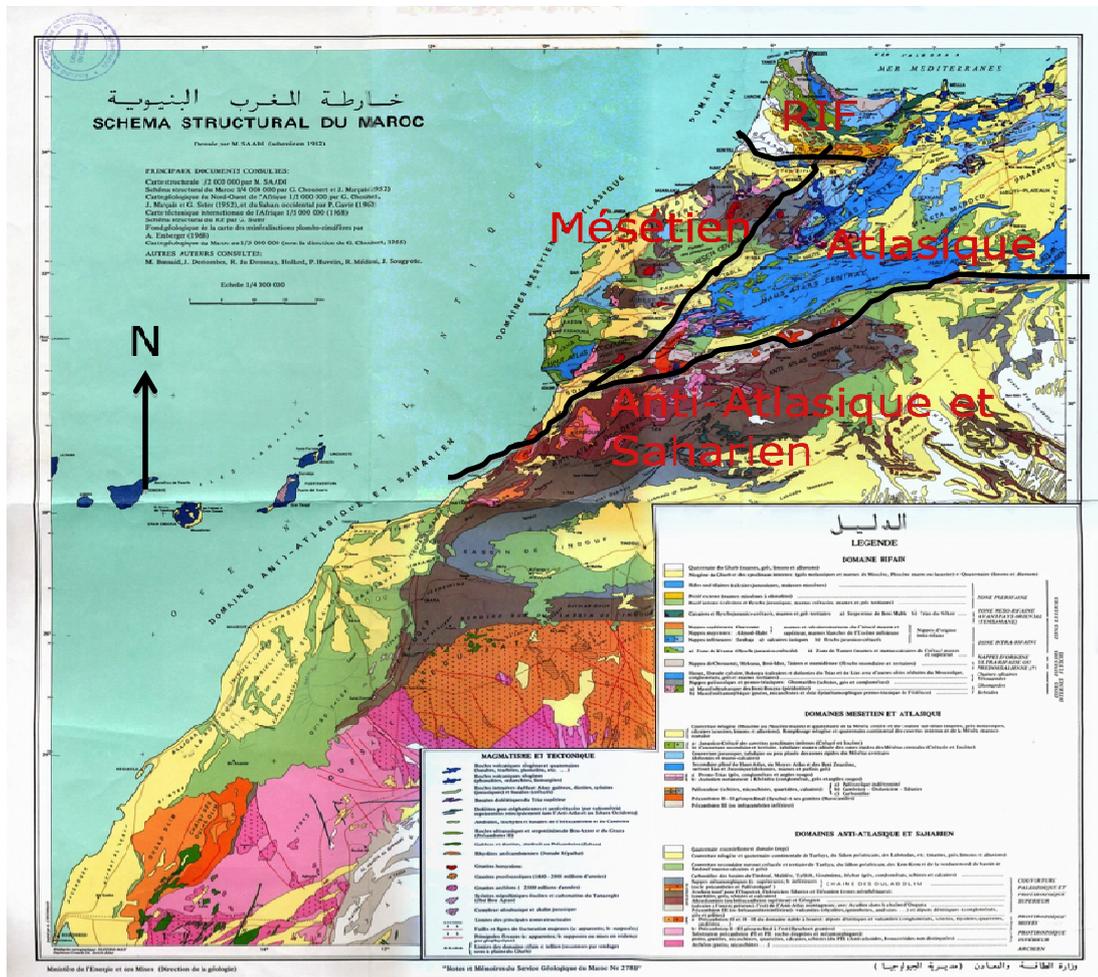


Fig. 1 : Les domaines structuraux du Maroc (Saadi, 1982)

II. Le massif des Jebilets.

Le massif des Jebilet est situé à quelques km au Nord de Marrakech et formé de plaines rocheuses et de collines à relief modéré (400 à 1000m). Les Jebilets constituées de roches paléozoïques forment avec les massifs anciens du Haut Atlas de Marrakech et des Guemassa au Sud, des Rehamna et du Maroc Central au nord, le domaine Ouest-Mésétien.

Les Jebilets s'étendent sur une longueur d'environ 170 km et une largeur de 20 à 30 km et sont subdivisées en trois unités structurales (Huvelin, 1977):

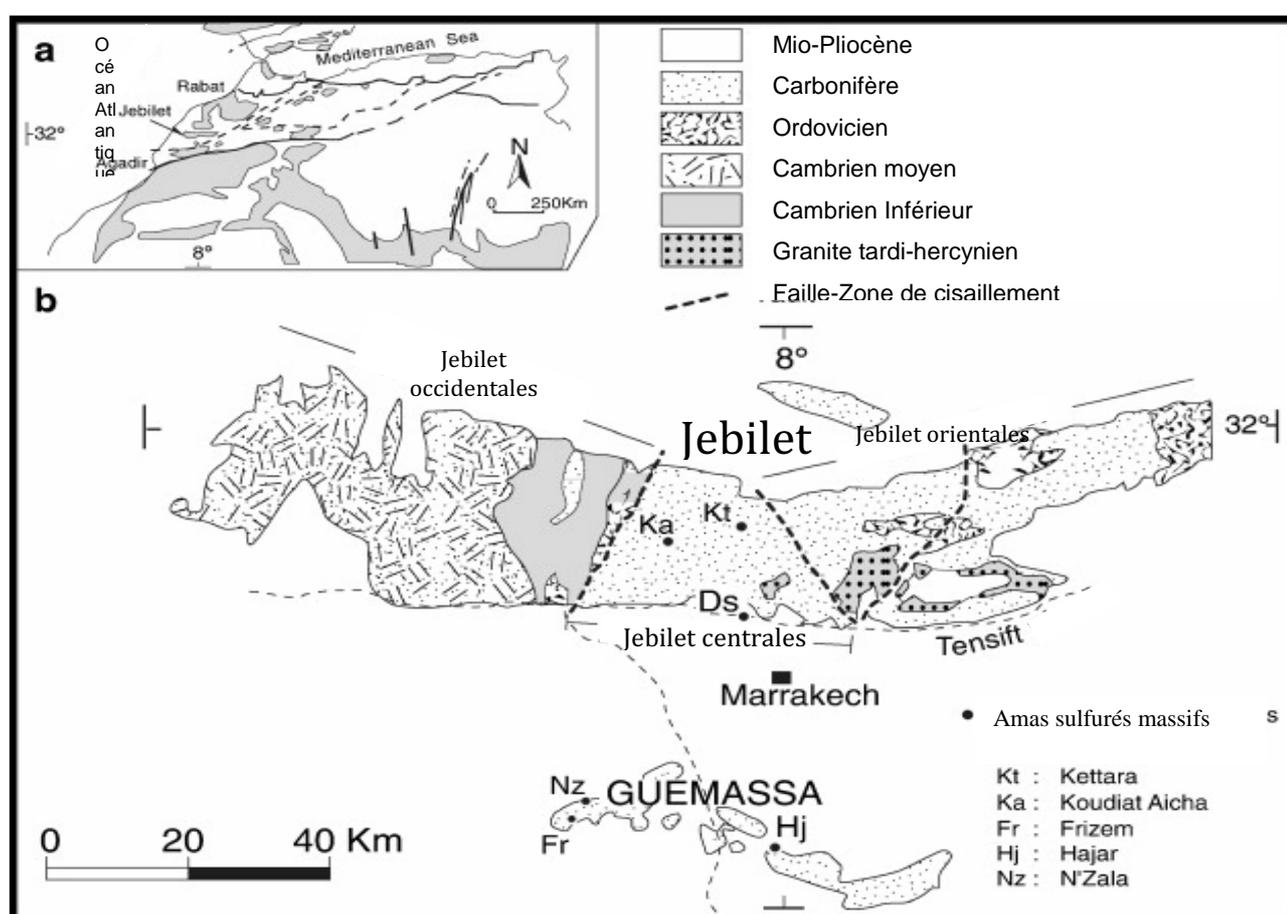


Fig. 2 : (a) Localisation du massif des Jebilets en Afrique du nord. (b) Carte géologique générale des affleurements hercyniens des Jebilets (d'après Huvelin 1977, modifiée par Belkabar et al, 2008).

1. Les Jebilets orientales:

Sont caractérisées par la présence d'anciennes roches métamorphisées qui sont les flyschs de Kharrouba attribués au Viséen supérieur-Namurien et aussi par la présence des olistolithes.

2. Les Jebilets occidentales :

Cette partie est la plus ancienne et est caractérisée par une série autochtone non déformée qui date de Cambro-Ordovicien. Cette unité se rattache au bloc côtier de la Meseta Occidentale.

3. Les Jebilets Centrales:

Notre site d'étude se situe dans les Jebilets Centrales qui est la zone plus déformée et structurée des Jebilets, avec une déformation syn-schisteuse sous conditions anchizonales à épizonales. La présence de la schistosité de flux indique un contexte compressif. Un métamorphisme de contact est reconnu et il est lié à une activité magmatique intense. En effet, cette partie des Jebilets est caractérisée par la mise en place de corps intrusifs acides et basiques (Huvelin, 1977).

La limite entre les unités centrale et orientale des Jebilets est une zone de cisaillement sénestre : la zone de cisaillement de Marrakech (Lagarde et Choukroune, 1982) alors que la limite entre l'unité occidentale et l'unité centrale est un décrochement-chevauchement dextre à vergence ouest (Le Corre & Bouloton, 1987). Ces deux grandes structures correspondent à la prolongation méridionale de la zone de cisaillement dextre majeure qui limite vers l'ouest les bassins Dévono-Carbonifères de la meseta occidentale: la zone de cisaillement Ouest-Mésétienne (Piqué et al., 1980).

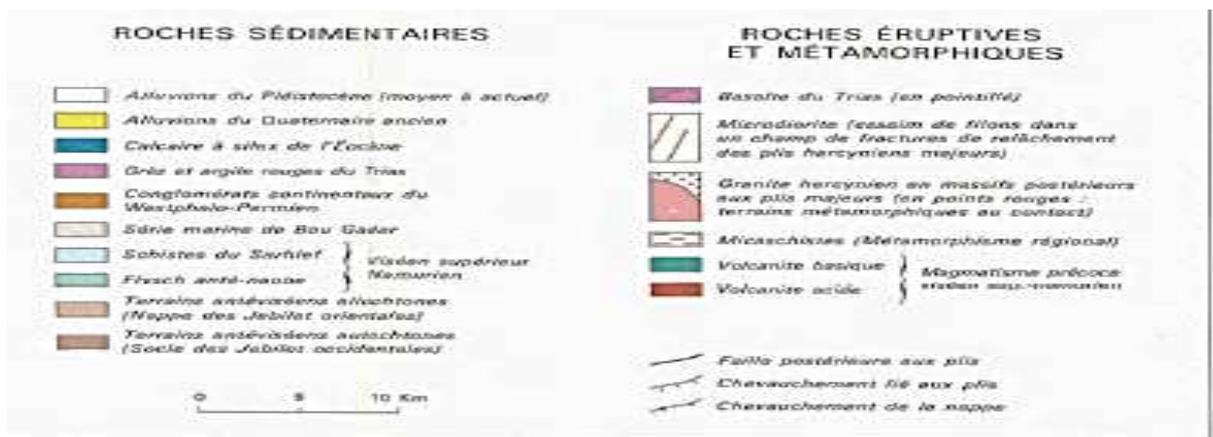
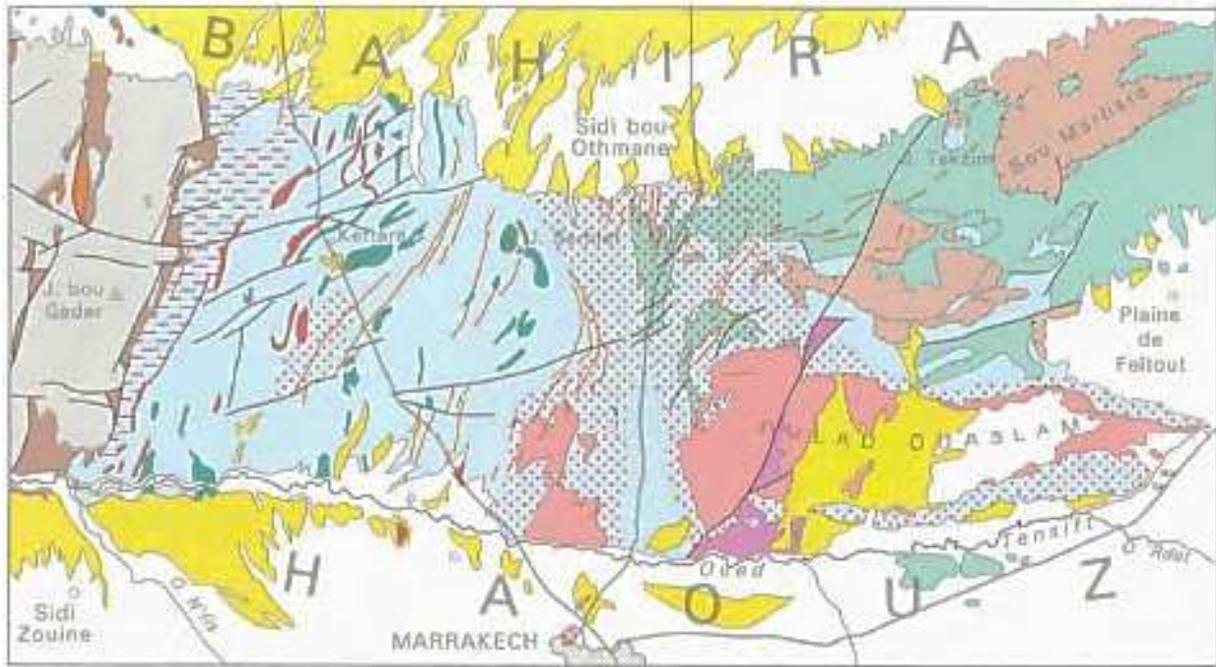


Fig. 3 : Formations géologiques du massif des Jebilet centrales et localisation de la région de Sidi bou Othmane (Huvelin, 1972).

III. Les JEBILETS CENTRALES

1- Lithostratigraphie

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

- A la base : Série de Sarhlef : essentiellement constituée par de séries pélitiques à activité volcanique.
- Une série sommitale appelée série de Teqzim : formée essentiellement de carbonates.

2- Magmatisme:

Trois types de magmatisme sont distingués dans les Jebilets centrales :

- **Un magmatisme bimodal** représenté par de nombreux corps mi- acides mi-basiques. Ils se présentent sous forme de petites intrusions de quelques centaines de mètres d'épaisseurs et d'extension hectométrique à kilométrique, de filons de quelques mètres de puissance et d'extension hecto à kilométrique et de lentilles de dimension métrique. Un peu plus des 2/3 de ce magmatisme est basique, le reste est acide (Huvelin, 1977). Ce magmatisme s'organise selon des linéaments de direction NNE et ENE.
- **Des plutons granodioritiques** circonscrits calcoalcalins, syntéctoniques, contemporains du raccourcissement crustal post viséen (Saquaque, 1985 ; Chemesseddoha, 1986 ; Lagarde et al, 1992). Leur âge s'échelonne entre 296+/-6Ma et 332+/- 5Ma (Mrini, 1985 ; Mrini et al, 1985).
- **Des filons de microdiorites** recoupent localement les plutons granitoïdiques et les produits du magmatisme bimodal. Bien que parallèles au plan de schistosité, leur mise en place est reliée à une phase de détente postérieure aux plis hercyniens majeurs. Ils contiennent aussi différents types d'enclaves (Huvelin, 1977).

3- Métamorphisme:

- **Le métamorphisme de contact** : observé entre les formations grésopélitiques et les intrusions granitiques. Il se caractérise par l'apparition de minéraux de

métamorphisme tels que l'andalousite et la cordiérite et localement par l'apparition de grenat, wollastonite, graphite au contact de lentilles calcaires.

- **le métamorphisme régional:** métamorphisme thermo-dynamique lié à l'orogénique hercynienne et alpine responsable de la formation de séries de schistes et micaschistes. Ce métamorphisme ne dépasse pas l'épizone (Huvelin ,1977).

4- **Tectonique :**

Le contexte structural actuel est le résultat de la superposition de plusieurs phases de déformations:

- **Déformation ductile:** Il s'agit des phases post-Viséennes dites hercyniennes majeures (Huvelin, 1977), qui englobent les plissements, les schistosités, le métamorphisme et la mise en place des granites des Jebilets centrales.
- **Déformation cassante:** les failles recoupent le massif paléozoïque des Jebilets à l'Ouest et décalent les structures antérieures. Ces failles ainsi que les structures cassantes ont été attribuées à l'orogénèse hercynienne puis alpine.

5- **Gîtologie :**

Les gisements et indices miniers au Maroc se regroupent au sein de provinces métallogéniques établies en liaison avec les grands événements géodynamiques qui ont caractérisé la géologie du Maroc. Nous nous limiterons à citer brièvement les plus importants gîtes et gisements la province métallogénique des Jebilets centrales vu qu'ils appartiennent au même contexte géologique que notre site d'étude.

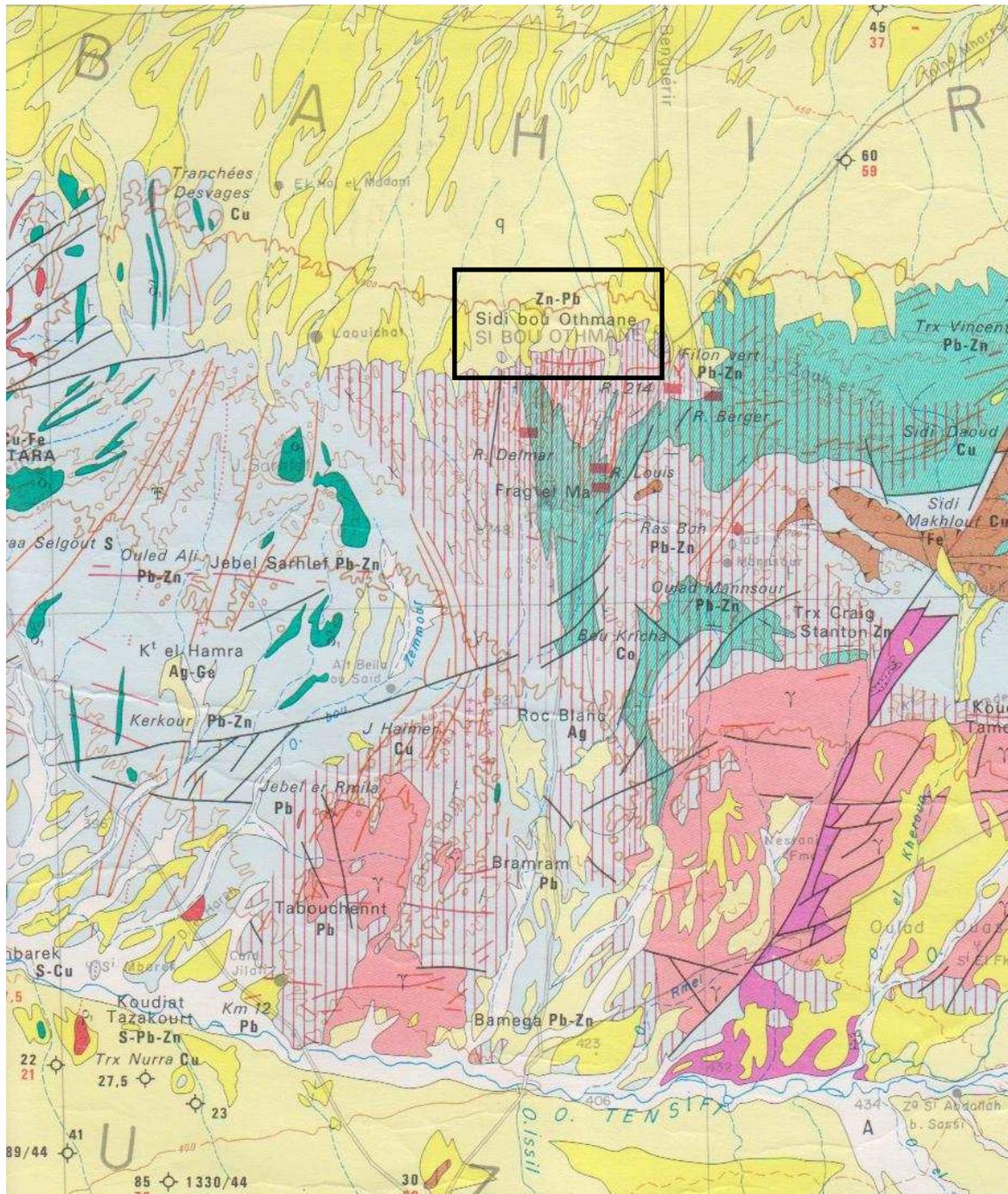


Fig. 4: Principales minéralisations filoniennes des Jebilet Centrales (Huvelin, 1977)

IV. Les filons de la region de Sidi Bou Othmane: filons principaux

- 1- **Le filon zincifère** (Filon principal A) de Bir H'hass ou filon de Sidi Bou Othmane est situé à 3.5 km à l'ouest du marabout de Sidi Bou Othmane. Il a une direction EW bien qu'il appartienne à un vaste champ de fractures dont les remplissages quartzo-

carbonatés les mieux suivis à l’affleurement ont une direction ENE (Huvelin, 1977). Ce filon est à Pb-Zn avec des traces d’argent (Huvelin, 1977).

- 2- Le “ **Filon vert** “ (Filon B) est situé à environ 700 m au Sud du marabout de Sidi Bou Othmane et à 150 m à l’Est de la route de Marrakech vers Casablanca, au sommet d’une butte où un filon de microdiorite, de direction SSE est pris en écharpe par le filon minéralisé de direction NE à NS (Huvelin, 1977). C’est également un filon à Pb-Zn avec un peu de cuivre (Huvelin, 1977).

V. Le secteur de Bir N’Hass :

1- . Situation géographique :

Le gîte de Bir N’Hass est situé à une trentaine de km au nord de Marrakech, dans la région de Sidi Bou Othmane à l’ouest de la route principale RP 7 reliant Casablanca à Marrakech (Fig 5).

Les traits morphologiques sont dominés par une grande vallée centrale N-S, marquée par la présence des puits dans la mine de Bir N’hass.



Fig. 5 : Situation géographique du gîte de Bir N’Hass (image google maps).

La vue panoramique de la mine de Bir N'Hass montre les différents traits morphologiques de la zone (Photo 1).



Photo.1 : vue panoramique de la mine de Bir N'Hass

2- Cadre géologique du secteur de Bir N'Hass

Le secteur de Bir N'hass se situe dans le massif hercynien des Jebilets plus précisément au niveau des jebilets centrales. Ce secteur est caractérisé par la présence des gîtes filoniens à Pb-Zn appartenant à un vaste champ de fractures à remplissages quartzo-carbonatés principalement orientés E-W (Huvelin, 1977).

Une schistosité S1 mise en place pendant la phase D1 : déformation synschisteuse est généralement orientée $N20^{\circ}E$ et de pendage $85^{\circ}NW$ dans la zone de la veine. Cette schistosité est concordante aux filons de pegmatites qui témoignent la présence de l'intrusion granitique. Il est à noter l'apparition des granites calco-alcalins qui sont circonscrits dans les schistes vers la fin de cette phase hercynienne

3- . Historique des travaux à bir n'hass.

Le filon du Bir N'hass a été exploité par la compagnie royale Asturienne des Mines (Fig.6). Autrefois travaillé par les anciens, il a été repris par F. Busset en 1926 (Huvelin, 1977). Les recherches ont été poursuivies par la Société Métallurgique et Minière de Penarroya sans descendre en dessous du niveau hydrostatique à 18m de l'ouverture (niveau 0) du puits principal ou puits « Fabre ». Ces recherches auraient été abandonnées en 1927.

Les recherches ont été reprises de 1928 à 1930 par la Société des Mines de Fer de Rouina qui y effectua d'importants travaux au 1er janvier 1930. Il aurait été exécuté 70m de puits, 105 m de cheminées, 641m d'allongements et 63 m de travers-bancs sur ce filon A, 85

m de galeries sur le filon B. Les travaux furent suspendus en raison de la crise du cours des métaux et furent repris par la société des Mines de Sidi Bou Othmane fondée par Busset avec la Compagnie Royale Asturienne des Mines (CRAM) et la Société des Mines de Fer de Rouina de 1938 à 1942 et de 1947 à 1953. Ces deux périodes comportant chacune plusieurs interruptions dues à la guerre ou à la conjoncture économique.

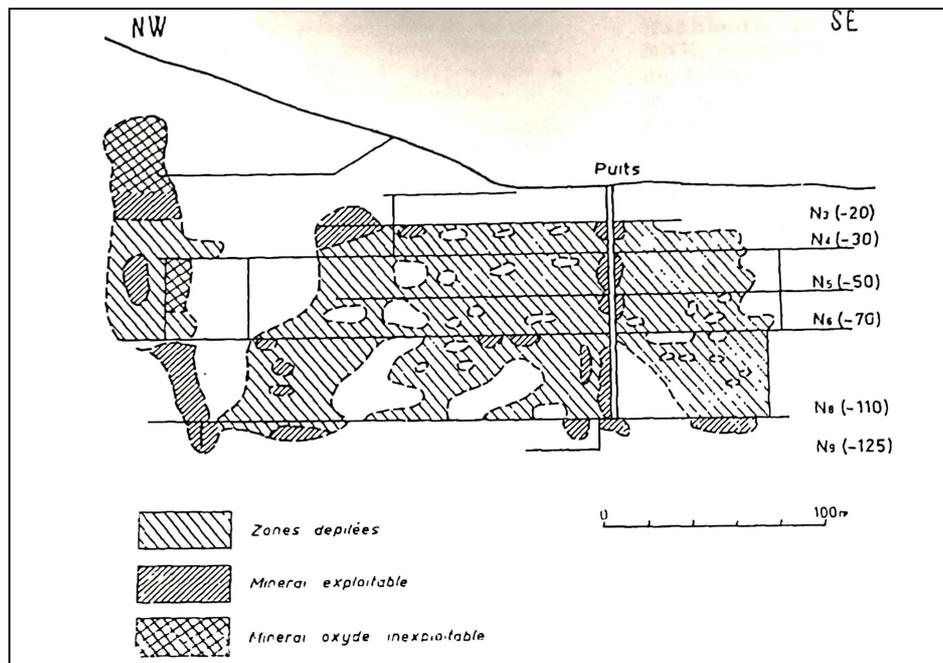


Fig.6 : mine de zinc du Bir Nhass, filon principal (d'après E Maratray, Service des Mines de Rabat).

PARTIE II :

Etude du secteur de Bir

N'hass

I. Introduction :

Cette partie comprend l'ensemble des travaux réalisés lors de notre stage qui consistent en :

-Une description générale de la géologie du secteur de Bir N'hass

-La réalisation de la carte géologique du secteur de Bir N'hass

-Une étude structurale

-Une étude pétrographique

-Une étude gîtologique

-Une comparaison de nos résultats avec les données disponibles dans la bibliographie sur les minéralisations filoniennes à métaux de base dans les Jebilet centrales.

II. Méthodologie de travail:

La réalisation de ce projet a nécessité deux étapes majeures:

1. Travail de terrain:

A partir des notions acquises en géologie, une carte géologique de la zone de la mine de Bir N'hass a été réalisée. Pour ce faire, le travail du terrain s'est déroulé comme suit :

- Localisation du site: Utilisation de Google Earth.
- Identification des faciès encaissants et des structures géologiques du secteur (éléments de la carte géologique)
- Géolocalisation des différents éléments de la carte: à l'aide d'un GPS, prises de coordonnées de toutes les structures trouvées afin de les projeter dans un logiciel pour la réalisation de la carte.
- Mesures des caractéristiques des structures (schistosité, filons, fractures.....): direction- pendage, longueur, puissance.

- Echantillonnage: des représentatifs des faciès encaissants et remplissant les structures géologiques du secteur ont été recueillis pour les études macroscopiques et pour la fabrication de lames minces pour l'étude microscopique.

2. Travail de laboratoire:

- Réalisation de la carte géologique, représentation stéréographique (cavenas de Wulf...) et statistique (rosaces directionnelles) des différentes structures.
- Plusieurs logiciels ont été utilisés pour ceci :
 - MapInfo
 - Dips
 - Stéréoplot
 - Excel et PowerPoint
- Description macroscopique des échantillons récoltés dans la zone d'étude.
- Confection de lames minces: sciage de nos échantillons qui ont été remis à l'atelier de litho-préparation du département de Géologie de la FST pour la confection de lames minces
- Etude microscopique en lumière transmise et en lumière réfléchie pour reconnaître la constitution minéralogique de nos échantillons.

III. . Réalisation de la carte géologique du Bir N'hass

1-Etapes de la réalisation :

▪ Effectuer des travaux de terrain : cartographie des faciès encaissants, des structures cassantes dont les structures filoniennes. Cartographier les différents types de filons ainsi que les mesures de différentes structures tectoniques présentes, les filons et dykes de roches magmatiques...

▪ Créer une base de données Excel en réalisant la saisie des données de terrain.

▪ Importer les mesures dans Map Info.

▪ Créer une table Map info

▪ Convertir la table Mapinfo en KmZ par l'intermédiaire de GlobalMapper.

▪ Importer les données dans Google Earth et les superposer sur le fond topographique. Pour ceci, nous avons utilisé un fond topographique au 1/50000 de la région de sidi Bou Othmane (Fig.7)

▪ Digitalisation

▪ Exporter les données de Google Earth vers mapinfo et raffiner la digitalisation.

▪ Finition de la carte et export en format JPG (Fig.8)

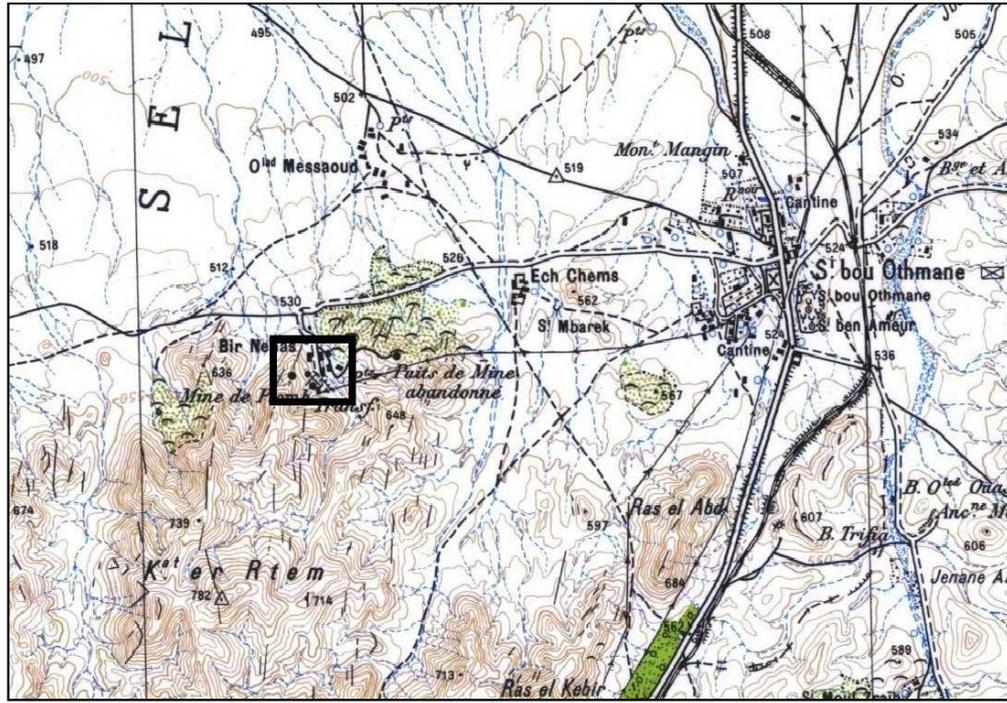


Fig.7: fond topographique au 1 / 50000 de la région de Sidi Bou Othmane avec la zone d'étude encadrée en noir

2-carte géologique de Bir N'hass :

La carte géologique de la zone de la mine de Bir N'hass a couvert à un rayon d'une centaine de mètres autour de la mine et du filon principal minéralisé.

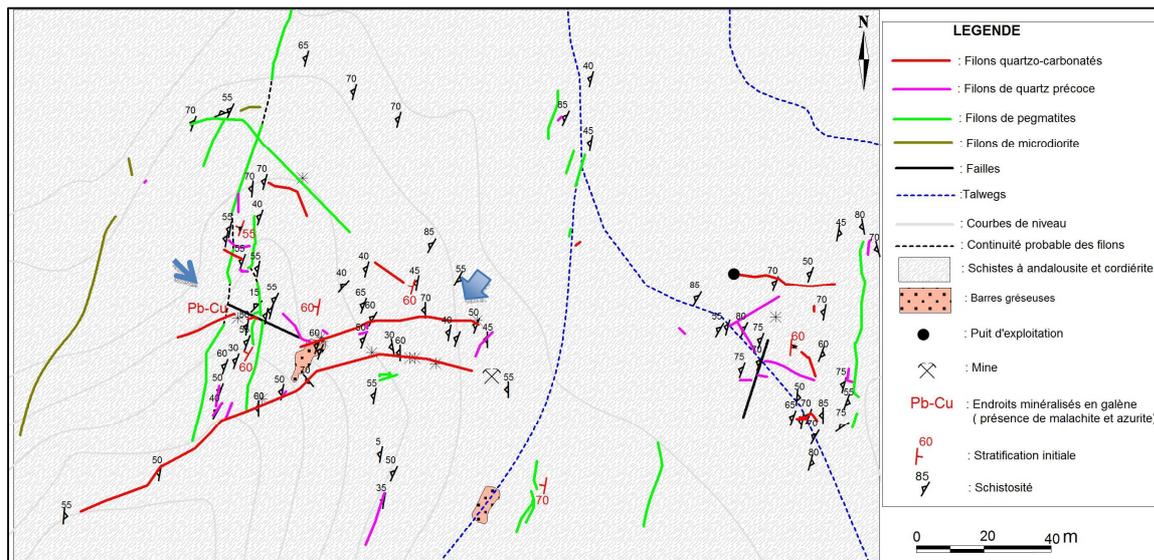


Fig.8 : Carte géologique du secteur de Bir N'hass

IV. -Etude structurale :

En plus d'une stratification S_0 le plus souvent masquée par la déformation, la zone de Bir N'hass renferme des structures qui sont le résultat de la superposition de deux déformations l'une ductile et l'autre cassante

- La tectonique ductile ou souple : se manifeste par une dominance de la schistosité avec présence de zones de cisaillement et de microplis localement.

- La tectonique cassante : se caractérise par la formation de différentes fractures avec ou sans remplissage.

- **La stratification S_0 :**

Les stratifications initiales observées dans les faciès gréseux (Photo.2) présentent une direction majeure NNE-SSW ($N10^\circ$ à $N20^\circ E$) (Fig.9).

Peu de données direction-pendage de S_0 sont disponibles et ont permis de réaliser le stéréogramme (Fig.10).

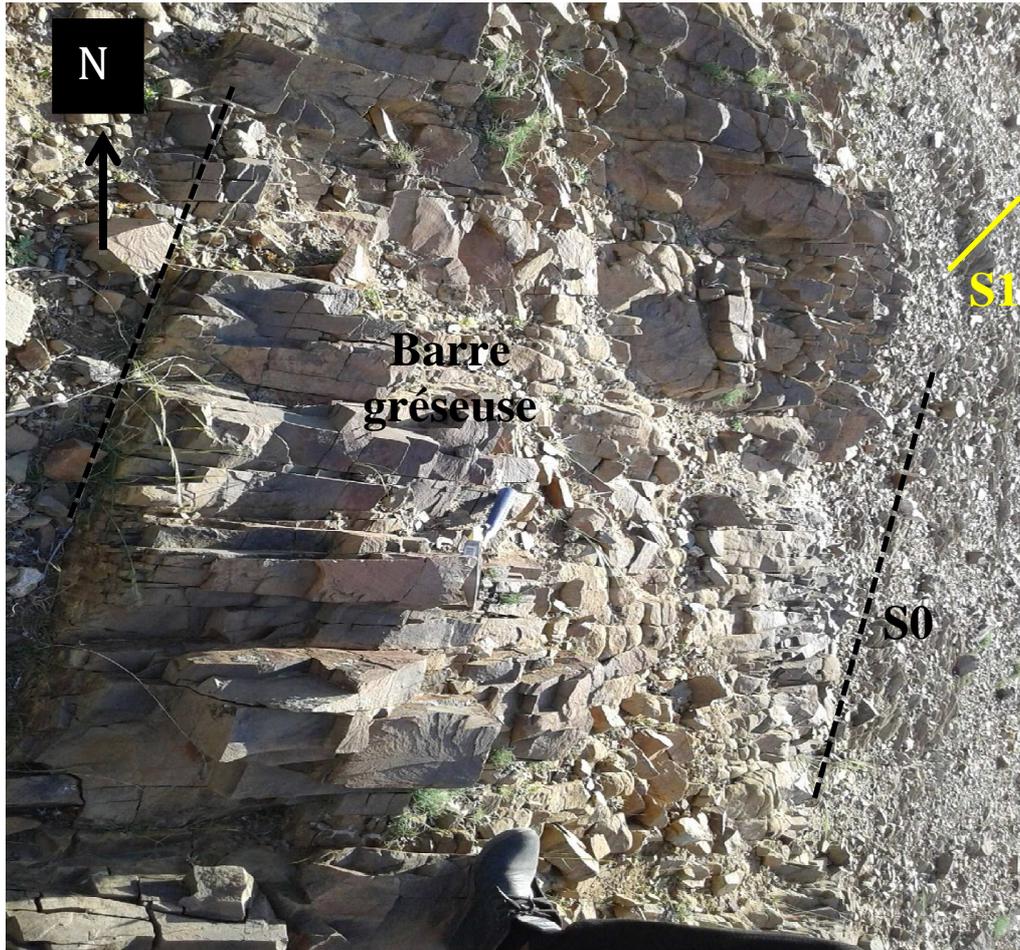


Photo. 2 : stratification S0 matérialisée par une barre gréseuse à l'intérieur des niveaux schisteux

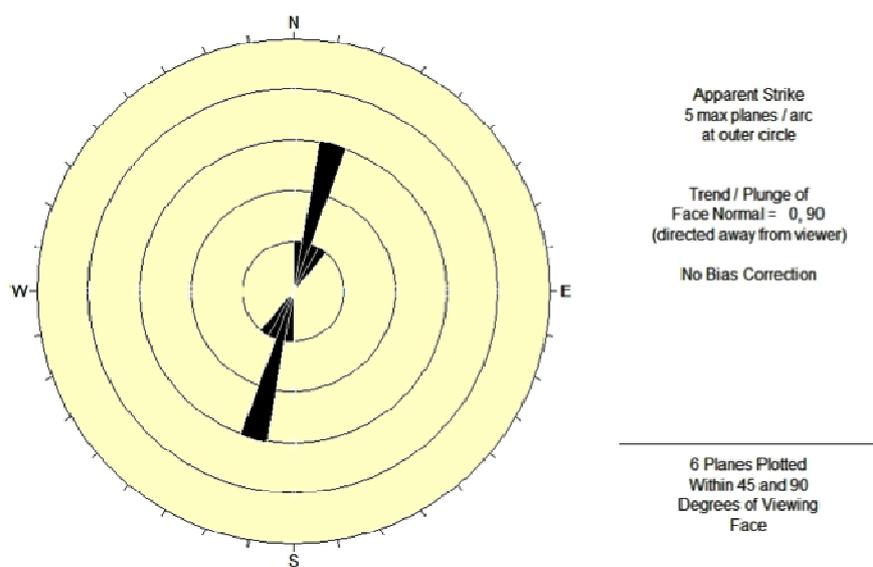


Fig.9: Rosace directionnelle de la stratification S0.

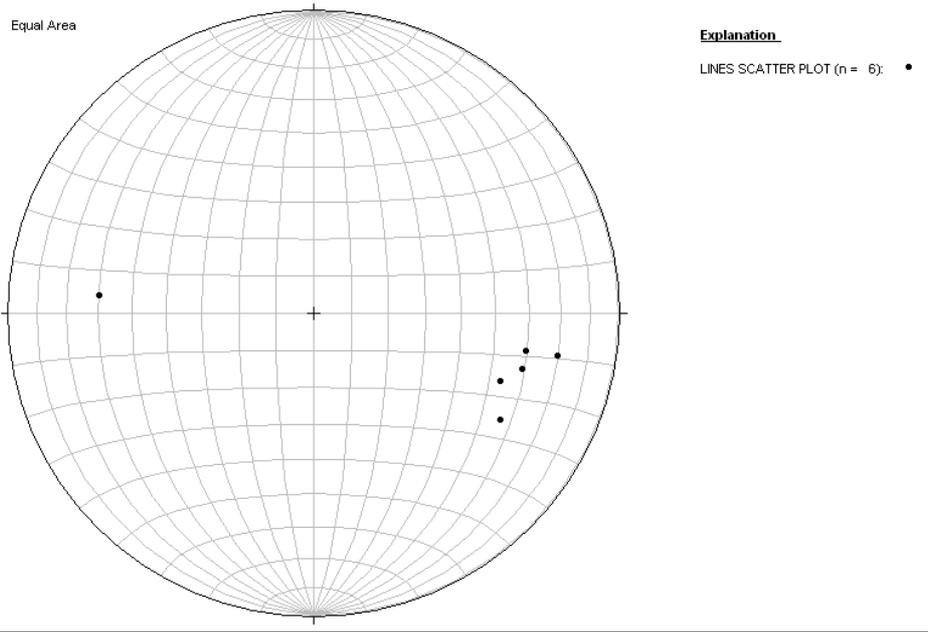


Fig.10: Stéréogramme représentatif de la stratification S0

1- La tectonique souple :

Dans le secteur de Bir N'hass, la tectonique ductile se manifeste principalement par la présence de la schistosité S_1 et de plissements ainsi que quelques zones de cisaillement.

a. Schistosité :

Nous avons distingué deux types de schistosités : de fracture et de flux en fonction des faciès encaissants. La première est observée dans les faciès compétent (grès), où les plans de la S_0 sont très espacés et la stratification S_0 est bien visible. La deuxième, observée dans les faciès plus argileux ou argilo-gréseux, présente des plans très serrés qui masquent la stratification.

La schistosité a une direction majeure comprise entre $N10^\circ E$ et $N30^\circ E$. (Fig.11 et Fig.12).

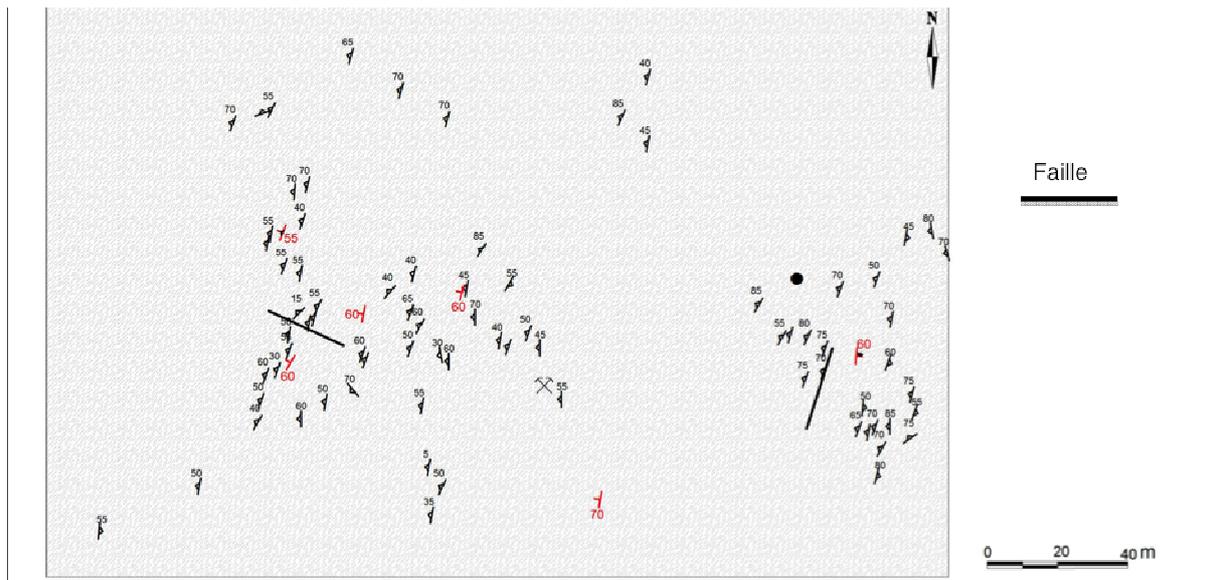


Fig.11: Carte Structurale de la schistosité S_1 dans le secteur de Bir N'Hass

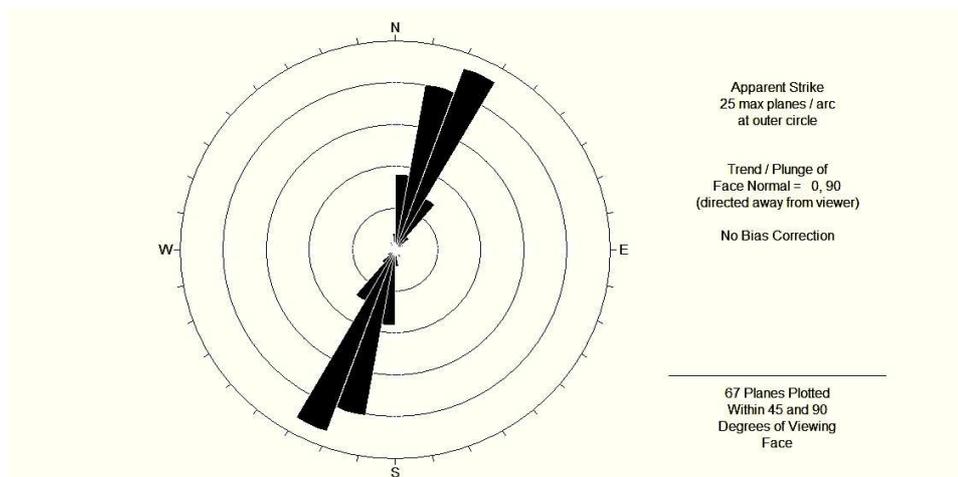


Fig.12: Rosace directionnelle de la schistosité S_1 .

Les pôles de la schistosité sont contrentrés dans la partie SE du canevas de Wulf, avec un pôle moyen orienté 10° au $N15^\circ$ ce qui donne une direction moyenne de la schistosité de $N15^\circ E$ avec un pendage de 80° vers le NW (Fig.13)

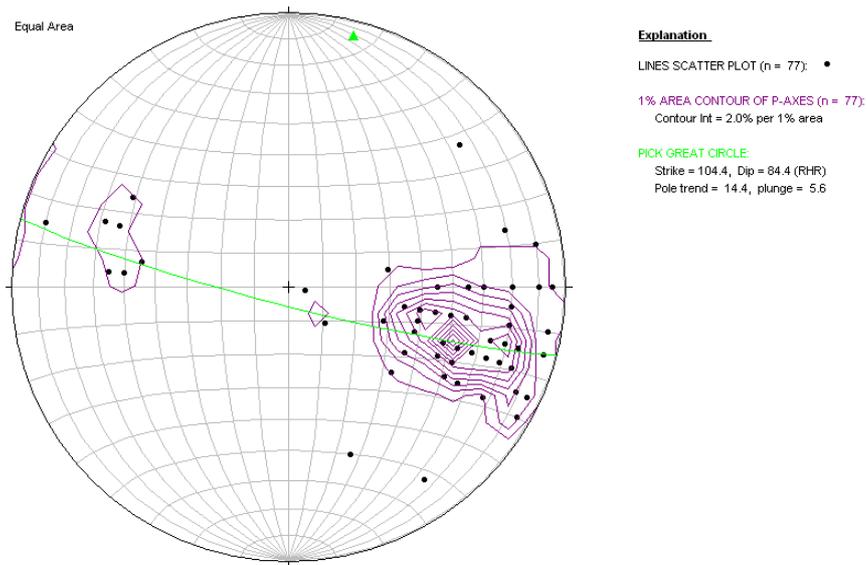


Fig.13 : Stéréogramme représentatif de la schistosité S1 autour de Bir N'Hass

La schistosité S1 est le plus souvent concordante à sub-concordante avec la S0.

b . Plissement :

Dans la zone de Bir N'hass, beaucoup de structures sont plissées comme en témoignent les deux exemples de filons de pegmatite et de quartz ci-dessous (photos 3 et 4). Ces 2 filons qui sont respectivement orientés N80°E et N85°E et qui recoupent la schistosité S₁ ont subi une contrainte EW.



Photo.3 : Filon de pegmatite plissé.



Photo.4 : Filon de quartz précoce plissé

c . Zones de cisaillement:

Quelques zones de cisaillement d'environ 2 mètres à 3 mètres de longueurs ont été observées localement dans les schistes encaissants les filons de Bir N'Has. Au niveau de ces zones de cisaillement, les schistes changent de couleur, ils passent d'une couleur verdâtre à une couleur grisâtre plus ou moins blanchie. Il s'agit de zones où le débit du schiste devient très fin car les plans de schistosité sont très rapprochés et présentent des virgations de la S1. Ce sont par ailleurs des zones fortement hydrothermalisées (changement de couleur) (photo.5) au sein desquelles des filons et veinules à quartz-oxydes et hydroxydes de fer se mettent en place plus tardivement.



Photo.5: Zone de cisaillement avec du schiste gris blanchi hydrothermalisé, reprise par un filonnet à quartz précoce - oxydes et hydroxydes de fer.

2-Tectonique cassante :

a. Structures filoniennes :

Dans la région de Bir N'hass, quatre types de structures filoniennes avec des remplissages différents ont été distinguées: des filons de microdiorite, des filons de pegmatite, des filons de quartz dit précoce et des filons quartzo-carbonatés.

- Filons de pegmatite:

Les filons de pegmatite ont généralement une longueur métrique et qui peut atteindre plusieurs dizaines de mètres, leur puissance varie généralement entre 0,5 mètre et 1.5 mètres.

La direction principale de filons pegmatitiques est en moyenne N10°-N30°E avec une direction très minoritaire mineure de NE (Fig. 14). Le pendage de ces filons pegmatitiques est de 85 et 90 vers le Nord Est (Fig.15).

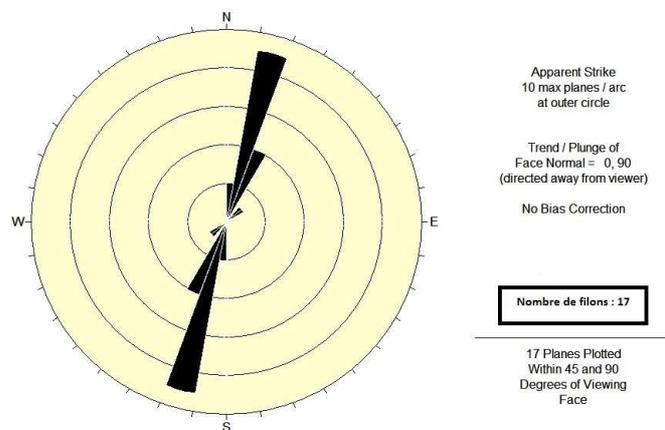


Fig.14: Rosace directionnelle des filons de pegmatite.

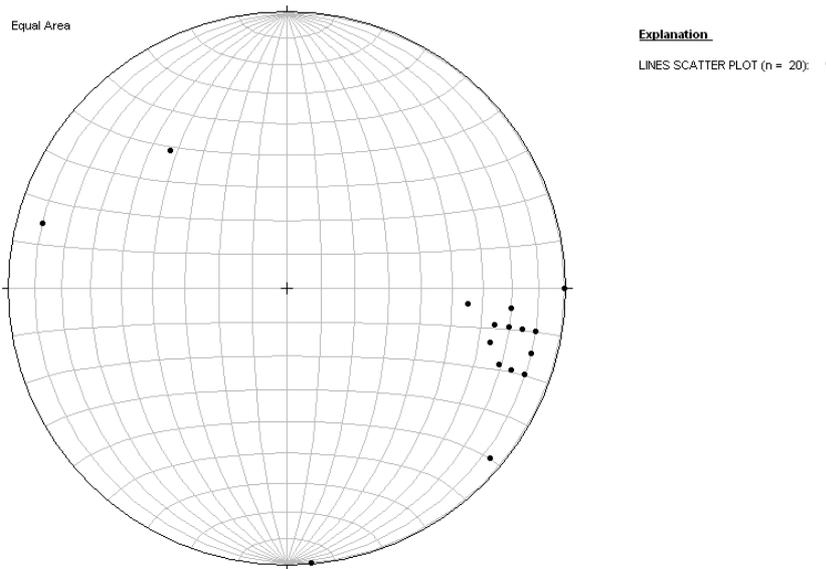


Fig.15: Stéréogramme représentatif des filons de pegmatites.

Les pôles de la pegmatite sont majoritairement concentrés dans la partie SE du canevas de Wulf comme les pôles de la schistosité, ce qui montre que les filons de pegmatites sont concordants avec la schistosité S0.

- Filons de microdiorite:

Peu de filons de microdiorite sont rencontrés dans la zone cartographiée ce qui n'a pas permis d'étude statistique avec représentation sous forme de rosace directionnelle. Ces filons ont une direction N20°E, une longueur relativement considérable puisqu'ils peuvent être suivis sur une centaine de mètres, leur épaisseur est généralement autour du mètre. Ils sont plus ou moins parallèles aux filons de pegmatite et à la schistosité S1.

- Filons de quartz précoce :

Nous qualifions de quartz précoce, un quartz blanc laiteux formant des filons souvent plissés et fracturés (décalés) et qui sont recoupés par les filons quartzo-carbonatés. Les filons de quartz précoce observés dans le secteur de Bir N'Has

recoupent les schistes et les schistes gréseux avec une épaisseur inférieure au mètre et une longueur métrique (Photo.6). Ces filons présentent une direction majeure N30°-N50°E et direction mineure NS (Fig.16). Ils ont un pendage majoritaire de 80° vers le NW et des pendages mineurs variant de 60° jusqu'à 75° vers le NW (Fig.17).



Photo.6: Filon de quartz précoce séquent sur la schistosité.

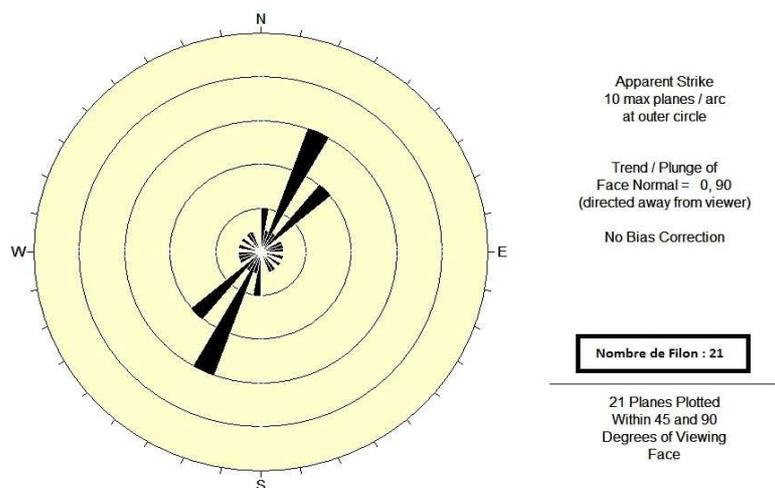


Fig.16: Rosace directionnelle des filons de quartz précoce.

Sur le canevas de Wulf (Fig.17), les pôles des filons de quartz sont repartis au NW et au SE mais la majorité des pôles sont concentrés dans Sud Est, un fort pendage vers le NW dans la région de Bir N'hass est observé.

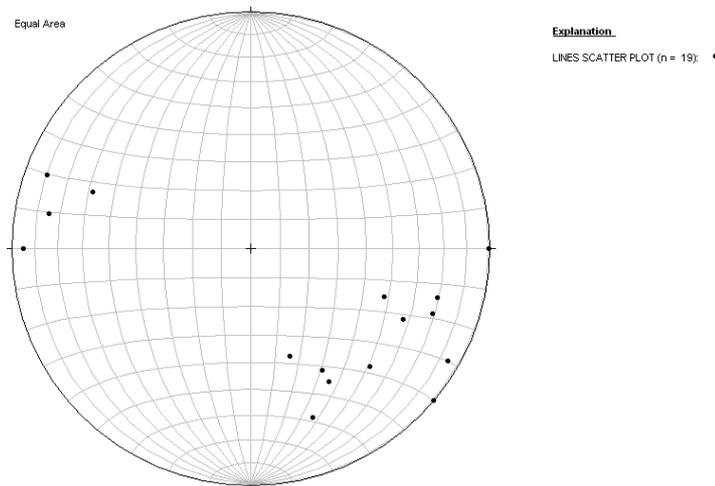


Fig.17: Stéréogramme représentatif des filons de quartz précoce

- Filons quartzo-carbonatés :

Ces filons sont abondants dans le secteur de Bir N'Has et recoupe la schistosité S_1 . Ils présentent une direction majeure $EW \pm 20^\circ$ et une direction mineure $N160^\circ E$ (Fig. 18). Leur pendage est en général compris entre 75° et 85° NE (Fig.19). Parmi ces filons, figure le filon principal minéralisé en Pb-Zn. Ce filon a une direction $N120^\circ E$ et est sub-vertical avec une puissance d'environ 1,5m (photo.7) et une soixantaine de mètres de longueur.

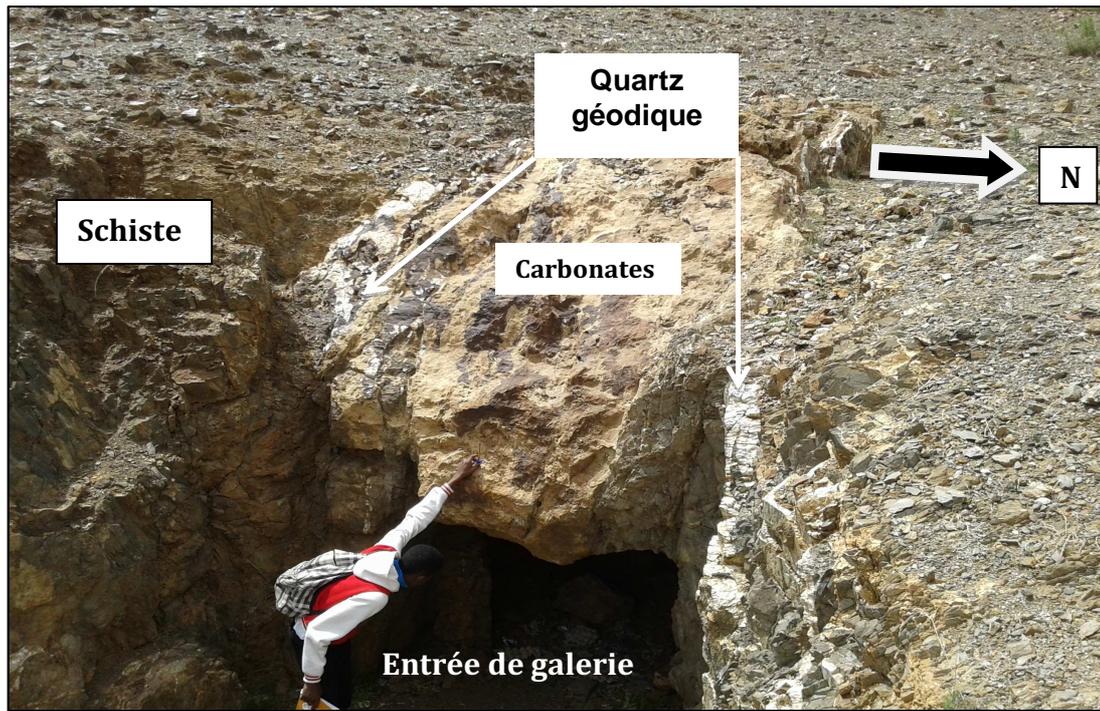


Photo.7 : Filon principal quartzo-carbonaté de Bir N'Has recoupant les schistes

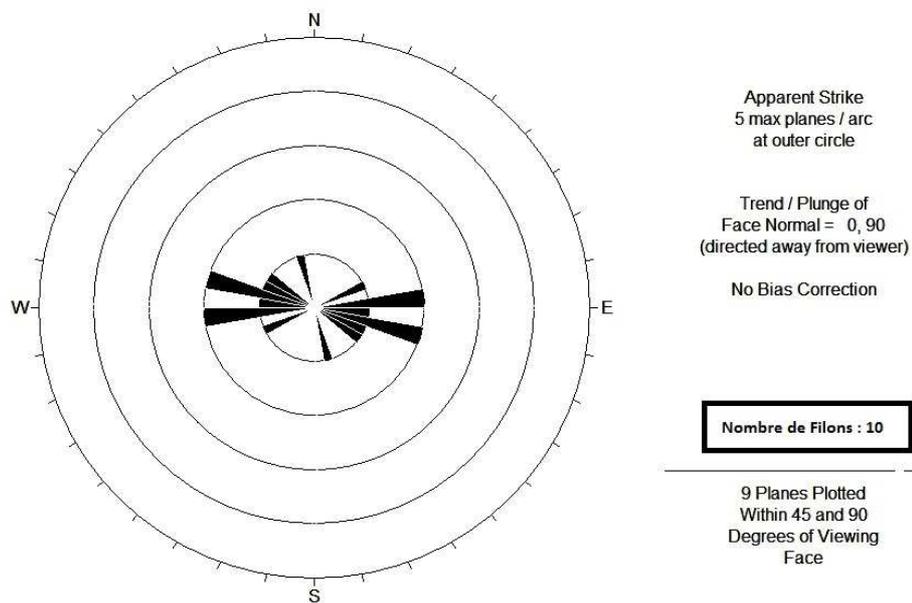


Fig.18: Rosace directionnelle des filons à quartz-carbonate.

Les pôles des filons de quartz-carbonates se répartissent principalement dans les parties Nord et Sud du Canevas de Wulf (Fig.19) montrant deux directions de pendages

vers le sud et vers le nord. Les filons quartzo-carbonatés recoupent la schistosité et le quartz précoce.

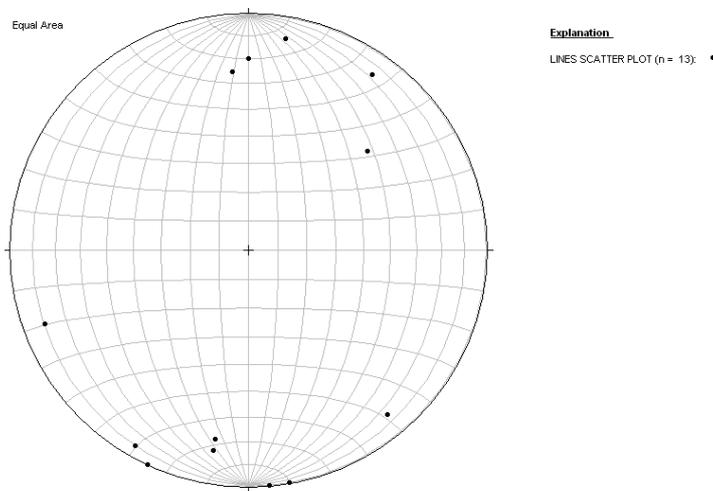


Fig.19: Stéréogramme représentatif des filons quartz-carbonate de Bir N'Hass

Les filons de pegmatite sont parfois décalés par des failles senestres. Ces failles sont postérieurement remplies par des filons quartzo-carbonatés (Photo.8).

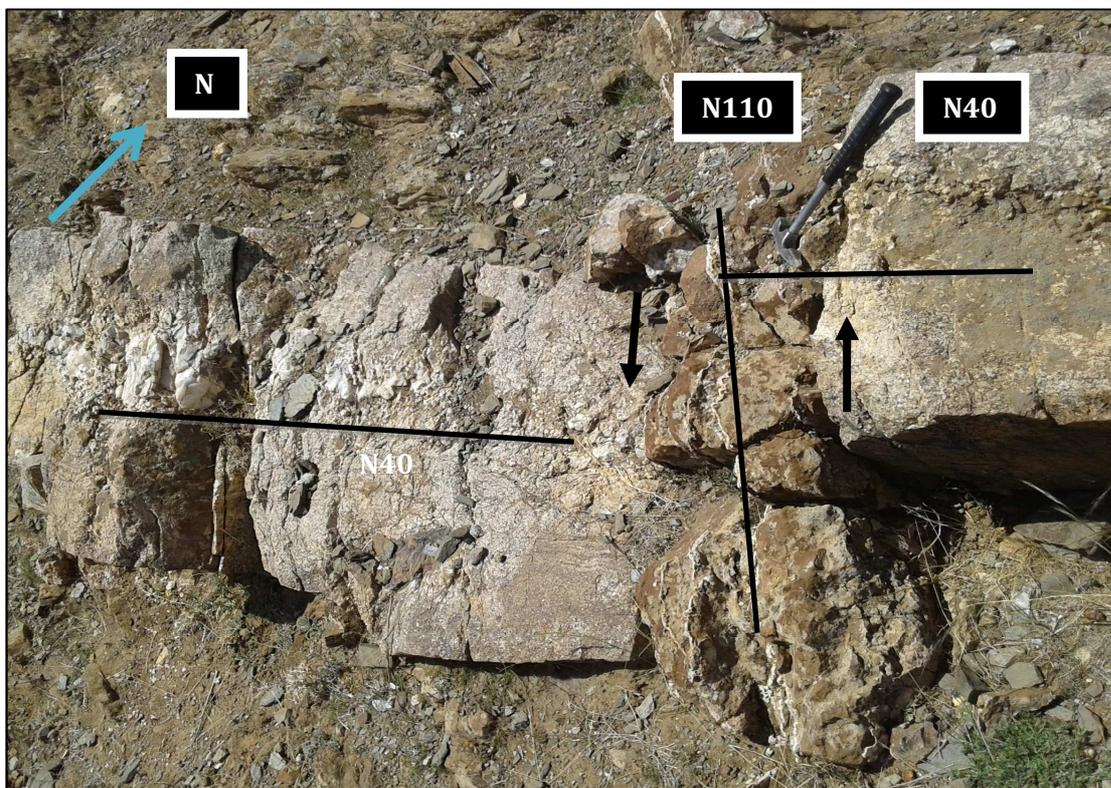


Photo.8: Décalage d'un filon de pegmatite par un filon tardif à sidérite - quartz géodique tardif, avec un jeu senestre (indiqué par les flèches).

b. Cassures sans remplissage :

On distingue des diaclases et des failles (avec décalage).

- Les diaclases :

Sont très abondantes spécialement au niveau des bancs gréseux. Plusieurs familles de diaclases entrecroisées orientées N10-N20°E et N100-120°E affectent les bancs gréseux donnant un débit en parallélépipèdes (Photo.9).

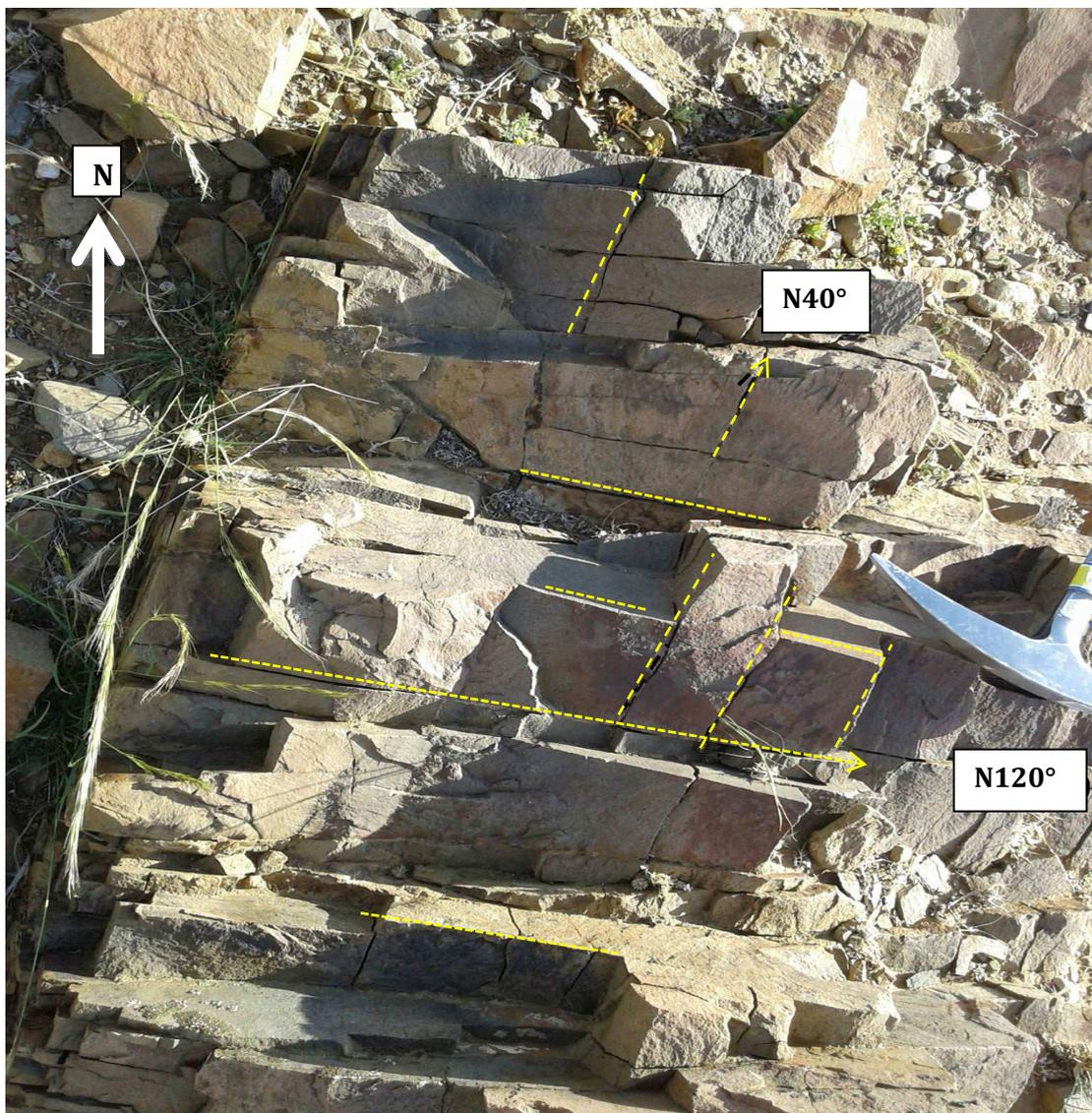


Photo.9 : Deux familles de diaclases recoupant un banc gréseux

- Les failles :

Les filons de quartz précoce ainsi que les filons de pegmatites sont décalés par des failles de direction générale N100° à N120°E (Photo.10) une direction mineure N15°E décalant un petit filonnet de quartz dans une zone probable de cisaillement hydrothermalisée (Photo.11) en qui jouent souvent en décrochements senestres. (Fig.20).

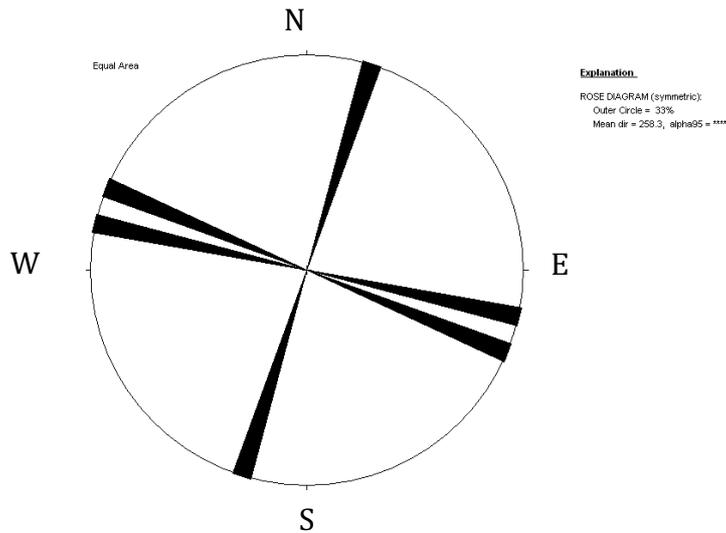


Fig. 20 : Rosace directionnelle des failles à Bir N'Hass.

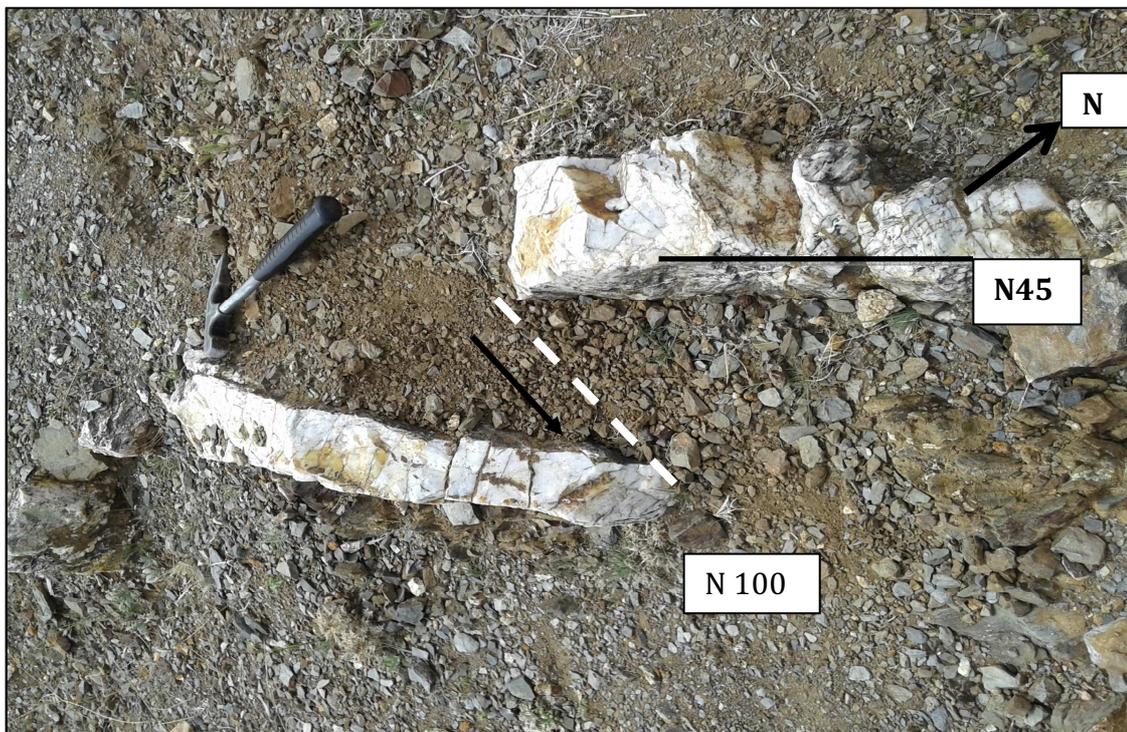


Photo.10 : Filon de quartz précoce de direction N45°E et pendage 60°NW décalé par une faille senestre de direction N100°E.

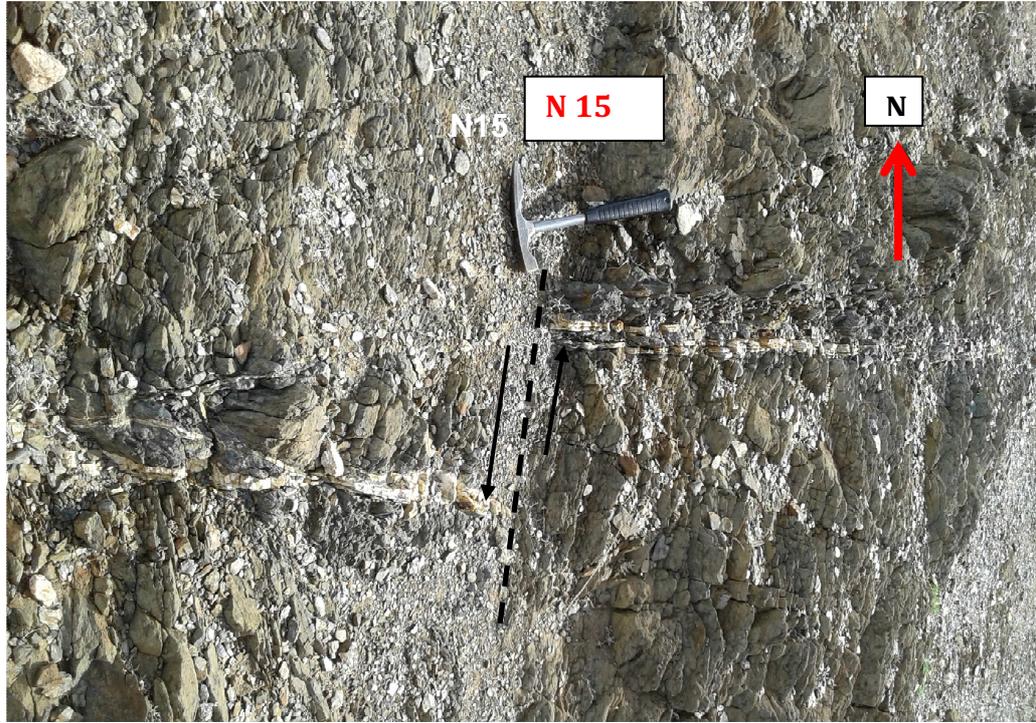


Photo.11 : un filonnet de quartz décalé par le jeu de faille senestre.

Conclusion

L'étude structurale effectuée dans le secteur de Bir N'hass montre la présence de deux stades majeurs de déformation:

- Le premier stade est caractérisé par une tectonique ductile qui donne une schistosité de direction moyenne N15°E (N10°E et N30°E) et pendage 80° vers l'ouest, qui affecte les faciès schisteux et schisto-gréseux.
- Le deuxième stade caractérisé par une tectonique cassante, matérialisée par la présence de deux épisodes majeurs:
 - Un épisode précoce qui se manifeste par des cassures de N15° à N20°E et sub-verticales avec un remplissage du quartz blanc.
 - Un stade tardif matérialisé par des cassures de direction N70°E à N120°E avec un remplissage du quartz carbonates et d'autres directions de N10° à N20° à remplissage de microdiorite.

-

Ces résultats concordent avec les données bibliographiques concernant les phases de déformations régionales majeures dans les Jebilet centrales (Huvelin, 1977). D'après cet auteur, dans les Jebilet centrales, la schistosité est orientée principalement N20°E avec un pendage moyen de 80°E et elle est liée à l'orogénèse hercynienne, précisément la phase syn-schisteuse. Après l'apparition de cette schistosité, il y a mise en place des filons de pegmatites qui s'orientent suivant une direction de N10°E à N-S.

Les filons de quartz blanc précoce orientés N20°E avec un pendage sub - vertical ont une affinité hercynienne (Huvelin, 1977).

Les filons de quartz-carbonates de directions E-W sont considérés par Huvelin, (1977) comme résultant de l'extension pré-Atlasique associée à l'ouverture de l'Atlantique central.

V. Etude Pétrographique :

Cette étude a porté sur l'encaissant des filons minéralisés de Bir N'Hass, qui est constitué essentiellement par des schistes et des schistes gréseux traversés par des filons magmatiques à pegmatite et microdiorite.

1- Les schistes – schistes gréseux

- Sur le terrain à l'affleurement, on distingue un faciès schisteux à débit fin, vert à vert foncé dominant, riche en chlorite par endroits. Au tour de la mine de Bir NHass, ces schistes présentent des minéraux du métamorphisme régional tels que l'andalousite (Planche 1, Photo A) et/ou la cordiérite (Planche 1, photo B). Au niveau des haldes minéralisées disposées en tas près de la mine et correspondant au faciès schisteux souterrain, les schistes sont noirs graphiteux. Les schistes gréseux représentent un faciès relativement abondant, plus riche en quartz que le faciès schisteux et à débit moins fin, les plans de schistosité sont moins rapprochés (Planche 1, Photo C) la stratification S0 peut souvent être discernée et elle est parallèle à la stratification.

- Les nombreuses études microscopiques disponibles dans la bibliographie sur les schistes de Sarhlef en général révèlent que ces schistes présentent une matrice finement cristallisée principalement formée de séricite matérialisant la schistosité S1 avec des grains de quartz fins plus ou moins abondants selon les faciès (schisteux ou schisto-gréseux).

2- Les barres gréseuses

De nombreuses barres gréseuses sont très marquées et saillantes à l'affleurement car constituées d'un faciès gréseux plus compétent au milieu du faciès schisteux et schisto-gréseux dominant. Elles ont une couleur généralement brune probablement due à l'abondance d'oxydes de fer. Ces barres gréseuses marquent la stratification S0 et sont caractérisées par des réseaux entrecroisés de diaclases ayant diverses directions, alors que la schistosité n'y est pas apparente.

3- Les filons de pegmatite

Dans le secteur de Bir N'Hass, les pegmatites se présentent à l'affleurement principalement sous forme de filons étendus sur plusieurs mètres (puissance métrique au plus)

qui recoupent et sont saillants au sein des schistes encaissants. Les filons pegmatiques de grandes dimensions (plusieurs dizaines de mètres) ont fait l'objet d'exploitation et il n'en reste que les excavations. Les pegmatites sont constituées par une association de quartz dominant, des feldspaths plagioclases, de la muscovite en feuillets centimétriques de diamètre et assez souvent de la tourmaline en cristaux de quelques centimètres. L'abondance relative de l'un ou de l'autre de ces minéraux est variable d'un filon pegmatitique à l'autre (Planche 1, Photo D et E).

4- Les filons de microdiorite :

Représentés par plusieurs filons mésocrates et à texture microgrenue, étendus sur plusieurs dizaines de mètres (puissance métrique au plus) recoupant les schistes. (Planche 1, Photo F)

Microscopiquement, la microdiorite est constituée de de petites cristaux de taille inférieure à 0.2 mm principalement les feldspaths séricitisés, l'amphibole verte chloritisée avec de la biotite également chloritisée (Planche 1, Photo G) ce qui donne probablement à la roche sa couleur verte.

Planche 1

Planche 1

Photo A: Aspect macroscopique du schiste à andalousite

Photo B: Aspect macroscopique du schiste à cordiérite.

Photo C: Schiste gréseux microplissé.

Photo D: Aspect macroscopique des pegmatites.

Photo E: aspect microscopique de la pegmatite.

Photo F: Aspect macroscopique de la microdiorite

Photo G et H : Vue microscopique de la microdiorite avec du feldspath séricitisé et de la biotite chloritisée.

- **Liste des abréviations :**

Mus : Muscovite

Qz D / Qz P: quartz déformé / quartz plumeux

Ser : séricite

B. C : biotite chloritisé.

Fld: feldspath

SC.G: Schiste gréseux

SC.T : Schiste tachetée

VI. Les altérations hydrothermales

Plusieurs altérations hydrothermales sont reconnues dans les roches encaissantes de la zone de Bir N'Hass.

1-Séricitisation_:

Cette altération est très abondante dans les filons de microdiorite où elle affecte en général les feldspaths. Les schistes encaissant les filons minéralisés sont fortement séricitisés mais l'origine métamorphique ou hydrothermale de ces séricites ne peut être déterminée.

2-Chloritisation :

Correspond le plus souvent à l'altération de la biotite en chlorite, très visible dans les filons de microdiorite. La chlorite se présente sous forme de plages, dans des taches ou en agrégats fibro-radiés. Dans le schiste, les chlorites sont dispersés dans la roche et se localisent, dans les schistes tachetés, au niveau des taches de minéraux métamorphiques qu'elles altèrent.

3-Carbonatation :

Les carbonates sont abondants dans les filons de microdiorite en plages disséminées et elle est parfois observée en disséminations dans les schistes.

4-Silicification :

Elle qui affecte les schistes, et elle est particulièrement abondante près des épontes des filons quartzo-carbonatés.

VII. Etude géologique :

Le secteur de Bir N'hass est caractérisé par la présence de veines quartzo-carbonatées minéralisées en métaux de bases (Pb-Zn-Cu). La veine principale est verticale et orientée E-W et présente une puissance de 1.5 à 2 mètres. Elle recoupe les schistes plus ou moins graphiteux (contenant souvent de la cordiérite et de l'andalousite). Une veine de moindre importance est présente à quelques dizaines de mètres à l'ouest du filon principal (voir carte, Fig. 8).

Cette étude a été effectuée dans le but de caractériser la minéralogie des filons minéralisés de Bir N'Hass en relation avec les structures filoniennes de toutes sortes, abondantes dans la zone et les roches magmatiques et métamorphiques encaissantes.

1-La gangue :

a -Les filons de quartz précoce :

On désigne par quartz précoce un quartz à aspect blanc laiteux macroscopiquement, stérile et fortement déformé, souvent plissé et/ou fracturé. Ces filons de quartz précoce ont une puissance généralement centimétrique et sont étendus sur une longueur au plus métrique. Ils recouper le schiste encaissant.

Microscopiquement, ce quartz est formé de cristaux fortement déformés de façon ductile: bandes de déformation, joints de grains dentelées et une extinction onduleuse (Planche 2, Photo A). Ce quartz est également affecté aussi par une déformation cassante qui se manifeste par des microfractures remplies par la tourmaline et des quartz-carbonates plus tardifs (Sidérite) en plus de microfractures sans remplissage (Planche 2, Photo B).

b - Les filons de sidérite :

Un carbonate de type sidérite considérée comme précoce, se met en place au cœur des filons de quartz précoce après réouverture de ces filons, et forme également des filons à seul remplissage de sidérite (Planche 2, Photo.C). La sidérite est parfois associée au quartz géodique dans des structures filoniennes qui recouper les filons de quartz précoce. Les filons de sidérite recouper les schistes, les pegmatites. La sidérite est systématiquement oxydée et

acquiert ainsi un aspect marron. Microscopiquement, la sidérite est envahie par les oxydes et hydroxydes de Fer et recoupe distinctement le quartz précoce (Planche 2, Photo B).

c - Les filons de quartz géodique:

Le quartz géodique constitue le remplissage principal des filons minéralisés. Macroscopiquement, il présente un aspect zoné et des cristaux pluri-centimétriques radiaires se terminant par des géodes minéralisées (Planche 2, Photo D) Dans les zones non minéralisées, on note souvent l'association spatiale de ce quartz en petits cristaux de taille au plus centimétrique, aux filons de sidérite (Planche 2, Photo E).

Microscopiquement, le quartz géodique présente une structure plumeuse avec des cristaux fibro-radiés se terminant par des géodes.

Du quartz d'abondance moindre est identifié microscopiquement et présente une structure mosaïque avec des cristaux de plus petite taille, au plus millimétriques qui remplissent souvent les géodes du quartz géodique plumeux (Planche 2, Photo E).

d- Les carbonates tardifs :

Un minéral tardif de couleur brun-clair, peu oxydé, qui se présente en remplissages filoniens parallèles aux filons de quartz minéralisés. C'est probablement de l'ankérite ou de la dolomite ferrifère, mais vu qu'il n'a pas été analysé chimiquement. Ainsi, on ne peut pas trancher sur sa nature, sauf si l'on procède par comparaison avec les carbonates similaires identifiés dans les gîtes à Pb-Zn de Jebilet centrales comme de dolomite ferrifère (Analyses au microscope électronique à Balayage, Nshimiyimana et al, 2016).

La calcite remplit les fractures recoupant le quartz précoce et les géodes des filons à quartz géodique ainsi que celles de la dolomite ferrifère (Planche 2, photos G).

Planche 2

Planche 2

Photo A : Aspect microscopique du quartz précoce avec une extinction onduleuse et des bandes de déformation.

Photo B : Aspect microscopique des microfractures remplies de tourmaline et des carbonates tardifs au cœur du filon précoce à tourmaline puis sidérite.

Photo C : Aspect de la sidérite au coeur du quartz précoce et le tout est repris par le quartz géodique.

Photo D : Aspect du quartz géodique zoné et fibro-radié (cercle noir).

Photo E Aspect du quartz géodique se développant dans le filon de sidérite.

Photo F : Aspect microscopique du quartz plumeux et du quartz mosaïque.

Photo G : Vue microscopique de la calcite remplissant les fractures recoupant la sidérite transformée en oxydes-hydroxydes de fer et la dolomite ferrifère.

Photo H : Vue microscopique des fragments de sphalérite emballés dans le quartz géodique et/ou les dolomites ferrifères.

Liste des abréviations :

Qz pl + Qz M: quartz plumeux + quartz Mosaïque

Qz p / Qz G: quartz précoce / quartz géodique

Tr : Tourmaline

Cal : calcite

Sd : Sidérite

Ox-Hy Fe: oxydes et hydroxydes de fer

Fe-Dol : Dolomite ferrifère

Mal : Malachite

2- La Minéralisation :

Deux types de minéralisations ont pu être distingués; endogène hydrothermale et exogène résultant de l'altération superficielle.

a- La minéralisation endogène :

Constituée par la sphalérite, la galène et la chalcopirite.

- La sphalérite : minérale abondante, se présente sous forme de masses de couleur marron foncé emballées dans le quartz géodique et/ou les dolomites ferrifères (Planche 2, Photo H). L'aspect sombre de la sphalérite pourrait suggérer qu'elle est probablement ferrifère. Microscopiquement, la sphalérite semble synchrone au quartz géodique.

- La galène: minéral très abondant dans les filons de quartz géodique où elle se présente en masses clivables centimétriques. Microscopiquement, la galène se présente sous forme de plages xénomorphes qui semblent associées au quartz mosaïque et postérieur au quartz géodique (Photo 12). La galène remplit les fissures de la sphalérite ce qui témoigne qu'elle lui est postérieure.

-La chalcopirite : elle se présente sous forme de rares petits grains jaunes le plus souvent altérés en malachite. Microscopiquement, la chalcopirite se présente en petites plages synchrones à la galène (Gal). La chalcopirite (Chp) est le plus souvent transformée en covellite (cov) sur les bordures des plages et en malachite (Voir photo 12).

La relation entre galène-chalcopirite et carbonates tardifs n'a pas pu être observée dans nos échantillons.

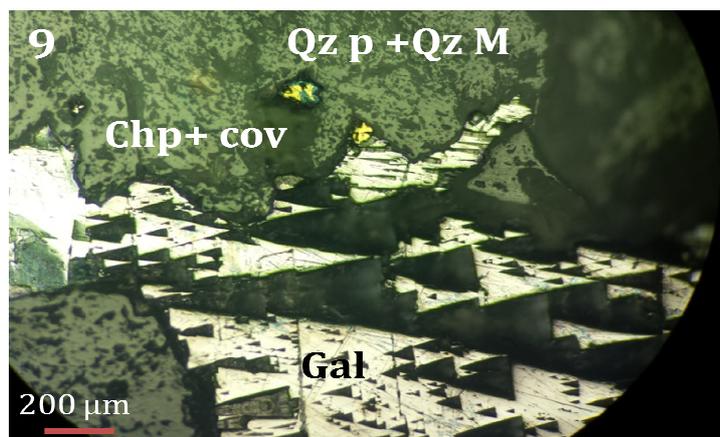


Photo 12 : Vue microscopique de la galène associée à la chalcopirite qui se transforme en covellite sur ses bordures.

b - La minéralisation supergène :

La malachite, la covellite et les hydroxydes/ oxydes de fer représentent les produits de l'altération supèrgene.

- La malachite et la covellite résultent de l'oxydation de la chalcopirite.
- Les oxydes et hydroxydes de fer résultent de l'altération de la sidérite et probablement des sulfures de fer précoces qui n'ont pas pu être retrouvés à l'état non altéré.

La séquence paragenétique peut être résumée en deux stades de dépôt :

- Stade 1 stérile correspondant au dépôt du quartz précoce et la tourmaline.
 - Stade 2 : correspondant au dépôt de la sidérite, suivie du quartz plumeux associé à la sphalérite, puis les carbonates tardifs et la minéralisation à galène- chalcopirite qui semble associée à un quartz mosaïque.
 - Stade 3 : minéralisation supergène avec le dépôt de covellite, malachite et oxydes-hydroxydes de fer.

La succession minéralogique du gîte de Bir N'hass se présente comme suite :

Minéraux observés	Stade précoce	Stade minéralisé	Stade supergène
Quartz blanc laiteux	—————		
Tourmaline-quartz	—————		
Sidérite		—————	
Quartz plumeux géodique		—————	
Quartz mosaïque		—————	
Fe-dolomite (ankérite ?)		————— ?	
Calcite		————— ?	
Sphalérite		—————	
Galène		—————	
Chalcopyrite		—————	
Malachite			—————
Covellite			—————
Oxyde et hydroxyde de fer			—————

Tableau1 : Séquence paragénétique du gîte de Bir N'hass.

Conclusion :

La minéralisation est principalement formée de sphalérite associée au quartz géodique et antérieure à l'association galène – chalcopryrite qui semble associée au quartz mosaïque microcristallin.

L'altération supergène des sulfures est matérialisée par la formation de la covellite relativement rare, produit de l'altération de la chalcopryrite, la malachite et les oxydes et hydroxydes de fer.

Comparaison avec des gîtes à métaux de base des Jebilets

Une comparaison entre le gîte de Bir N'Hass et les gîtes à métaux de base (Pb-Zn) de Jbel Sarhlef (Nshimiyimana et al., 2016) et de Oulad Belaaguide au nord de Marrakech (Benhammou et Moumou, 2015) est présentée dans le tableau 2.

	Bir N'hass	Jbel Sarhlef	Oulad Belaaguide (nord de marrakech)
Encaissant	<p>Alternance de niveaux schisteux et schisto-gréseux Barres gréseuses Schiste noir au niveau de la mine Recoupés par : - des filons de pegmatite - des filons de microdiorite</p> <p>Stratification S0 : N10°E à N20°E</p> <p>Schistosité S1: direction majeure de N20°E à N40°E et direction mineure N-S N15°E pendage de 70 ° vers NW.</p>	<p>Alternance de niveaux schisteux et schisto-gréseux Barres gréseuses Schiste noir portant la minéralisation Recoupés par - des filons de microdiorite</p> <p>Stratification S0: N20°E à N30°E</p> <p>Schistosité S1 : Direction majeure de N20°E</p>	<p>Alternance de niveaux schisteux et schisto-gréseux Barres gréseuses Schiste noir Recoupés par - des intrusions de diorite-granodiorite et pegmatite</p> <p>Stratification S0 : N20°E verticale.</p> <p>Schistosité S1 : Trois directions: NE dominante, pendage de 60°SE + directions mineurs EW et NS locales.</p>
Les failles et structures filoniennes (hydrothermales)	<p>• Les failles une direction de N 100°E et N110°E deux familles de diaclases N40E° et N120E° affectent les schistes gréseux.</p> <p>Les filons : quatre types de filons: -Filons de quartz blanc précoces de direction majeure de N20E° à N30°E et une direction mineure de N 60°E. -Filons quartzo carbonatés avec direction majeure N100°E à N 120 °E et direction mineure de N80 °E à N90 °E.</p>	<p>• Les failles direction E-W.</p> <p>-les filons : filons de quartz blanc N-S -Filons de quartz -carbonates et barytine orientés E-W</p>	<p>• Les failles: trois familles N140°E, N80°E, N30°E</p> <p>- Les filons - Filons de quartz blanc /gris NW-SE. - Filons de quartz –carbonates et barytine orientés EW.</p>
Géologie	<p>Stade 1 : quartz blanc laiteux précoce déformé Sidérite</p> <p>-Stade2 : sphalérite associée au quartz de texture plumeuse. -Stade3 : Galène et chalcopryrite associées au quartz mosaïque qui remplit les fractures du quartz plumeux et probablement à la dolomite ferrifère . Stade 4: minéraux supergènes oxydes et hydroxydes de fer + covellite et malachite.</p>	<p>-Stade 1 : Arsénopyrite - pyrite associés au quartz blanc laiteux précoce. Sidérite barytine -Stade 2 : sphalérite associée à un quartz géodique et dans les fractures recoupant la barytine . - Stade 3 : dépôt de la galène et chalcopryrite dans les fractures recoupant la sphalérite. -Stade 4 : minéraux supergènes : oxydes et hydroxydes de fer résultant de l'altération de la pyrite avec la présence de la cérusite et la covellite.</p>	<p>-Stade 1 : pyrite et arsénopyrite suivis par du quartz microcristallin dans les fractures du quartz précoce . puis sidérite puis barytine -Stade 2 : sphalérite</p> <p>Stade3 : dépôt de la chalcopryrite et la galène associées au quartz microcristallin. -Stade4 : oxydes et hydroxydes de fer et covellite résultant de l'altération de la chalcopryrite.</p>

Cette comparaison montre des ressemblances importantes entre ces trois secteurs :

- des encaissants plus ou moins similaires,
- une succession paragenétique très similaire mais diffère par la présence de la barytine accompagnant les carbonates et le quartz tardif dans les secteurs de Jbel Sarhlef et d'Oulad Belaaguide.

Les structures minéralisées dans ces trois zones recoupent clairement les schistes. Elles ont une direction E-W rattachée à l'extension pré-Atlasique par Huvelin (1977). On peut conclure que ces gîtes filoniens à métaux de base résultent probablement du même phénomène hydrothermal. Ce phénomène serait en relation avec les phases précoces de l'ouverture de l'Atlantique qui se sont manifestées au Maroc par des structures de direction E-W, qui recoupent nettement les structures hercyniennes N-S à NNE (schistosité et filons précoces à pegmatites et quartz précoce) d'après nos résultats qui concordent avec ceux d'Huvelin, (1977).

CONCLUSION GENERALE

Les études lithostratigraphiques et pétrographiques menées sur le secteur de Bir N'hass montrent que le faciès dominant est un faciès schisteux et schisto-gréseux avec des bancs gréseux assez abondants.

L'étude structurale effectuée dans le secteur de Bir N'hass montre la présence de deux stades majeurs de déformation:

- Le premier stade est caractérisé par une tectonique ductile qui donne une schistosité de direction moyenne N15°E (N10°E et N30°E) et pendage 80° vers l'ouest, qui affecte les faciès schisteux et schisto-gréseux.
- Le deuxième stade caractérisé par une tectonique cassante, matérialisée par la présence de deux épisodes majeurs:
 - Un épisode précoce qui se manifeste par des cassures de N15°E à N20°E et sub-verticales avec un remplissage du quartz blanc.
 - Un stade tardif matérialisé par des cassures de direction N70°E à N120°E avec un remplissage du quartz carbonates et d'autres directions de N10°E à N20° E à remplissage de microdiorite.

Ces résultats concordent avec les données bibliographiques concernant les phases de déformations régionales majeures dans les Jebilet centrales (Huvelin, 1977). D'après cet auteur, dans les Jebilet centrales, la schistosité est orientée principalement N20°E avec un pendage moyen de 80°E et elle est liée à l'orogénèse hercynienne, précisément la phase syn-schisteuse. Après l'apparition de cette schistosité, il y a mise en place des filons de pegmatites qui s'orientent suivant une direction de N10°E à N-S.

Les filons de quartz blanc précoce orientés N20°E avec un pendage sub - vertical ont une affinité hercynienne (Huvelin, 1977).

Les filons de quartz-carbonates de directions E-W sont considérés par Huvelin, (1977) comme résultant de l'extension pré-Atlasique associée à l'ouverture de l'Atlantique central.

De point de vue géologique, la minéralisation est principalement formée de sphalérite associée au quartz géodique et antérieure à l'association galène - chalcopyrite qui semble associée au quartz mosaïque microcristallin.

L'altération supergène des sulfures est matérialisée par la formation de la covellite relativement rare, produit de l'altération de la chalcopyrite, la malachite et les oxydes et hydroxydes de fer.

La comparaison entre le gîte de Bir N'Hass et les gîtes à métaux de base (Pb-Zn) de Jbel Sarhlef et de Oulad Belaaguide au nord de Marrakech montre des ressemblances importantes entre ces trois secteurs.

Les structures minéralisées dans ces trois zones recoupent clairement les schistes. Elles ont une direction E-W rattachée à l'extension pré-Atlasique par Huvelin (1977). On peut conclure que ces gîtes filoniens à métaux de base résultent probablement du même phénomène hydrothermal. Ce phénomène serait en relation avec les phases précoces de l'ouverture de l'Atlantique qui se sont manifestées au Maroc par des structures de direction E-W, qui recoupent nettement les structures hercyniennes N-S à NNE (schistosité et filons précoces à pegmatites et quartz précoce) d'après nos résultats qui concordent avec ceux d'Huvelin, (1977).

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES:

- **Belkabir A., Gibson H., E. Marcoux, Leutz D. & Rziqi S., (2008).** GEOLOGY AND WALL-ROCK ALTERATION AT THE HERCYNIAN DRAASFAR, Zn-Pb-Cu DEPOSIT, MOROCCO, ORE GEOLOGY REVIEWS, 33 PP. 280-360.
- **Blouton, J., Le Corre, C., 1987.** UN MODELE DE “ STRUCTURE EN FLEUR” ASSOCIANT DECROCHEMENT ET CONVERGENCE: LES JEBILET CENTRO-OCCIDENTALES (MAROC HERCYNIEN). COMPTES RENDUS DE L’ACADEMIE DES SCIENCES PARIS 304, 751-754.
- **Bordonaro, M. (1983).** TECTONIQUE ET PETROGRAPHIE DU DISTRICT à PYRRHOTINE DE KETTARA, THESE DE 3 EME CYCLE, UNIV. LOUIS PASTEUR, 132p
- **Chemsseddoha A. (1986).** CISAILLEMENT DUCTILE ET GRANITES SYNTECTONIQUES DANS LES JEBILET CENTRALES : L’EXEMPLE DU PLUTON HERCYNIEN DES OULAD-OUASLAM (JEBILET, MESETA SUD-MAROCAINE). THESE 3EME CYCLE, UNIVERSITE RENNES: 1-155.
- **Huvelin P., (1972).** FORMATIONS GEOLOGIQUES DU MASSIF DES JEBILETS CENTRALES ET LOCALISATION DE LA REGION DE SIDI BOU OTHMANE. NOTES ET MEMOIRES DU SERVICE GEOLOGIQUE DU MAROC, N°232BIS, 307 P.
- **Huvelin P., (1977).** ETUDE GEOLOGIQUE ET GITOLOGIQUE DU MASSIF HERCYNIEN DES JBILET (MAROC OCCIDENTAL). NOTES ET MEMOIRES DU SERVICE GEOLOGIQUE DU MAROC, N°232BIS, 307 P.
- **Lagarde, J.L, Choukroune, P., 1982.** CISAILLEMENT DUCTILE ET GRANITOIDES SYNTECTONIQUES, L’EXEMPLE DU MASSIF HERCYNIEN DES JEBILET, BULLETIN DE LA SOCIETE GEOLOGIQUE DE FRANCE 24, 299-307.
- **Michard A et al., (2011).** MASSIF DES JBILET. NOUVEAUX GUIDES GEOLOGIQUES ET MINIERS DU MAROC, VOL8, PP. 71-81.
- **Michard A. (1976).** ELEMENTS DE GEOLOGIE MAROCAINE. NOTES ET MEMOIRES DU SERVICE GEOLOGIQUE DU MAROC, N°252, 408p.

- **Mrini, Z., Rafi, A., Duthou, J.L Vidal, P., 1992.** CHRONOLOGIE RB-SR DES GRANITOIDES HERCYNIEUS DU MAROC : CONSEQUENCES. BULLETIN DE LA SOCIETE GEOLOGIQUE DE FRANCE 163, 281-291.
- **Nshimiyimana et al., 2016.** 26TH GOLDSCHMIDT INTERNATIONAL CONGRESS, YOKOHAMA-JAPAN, 26TH JUNE-1ST JULY.
- **Piqué A., (1994).** GEOLOGIE DU MAROC , EDITION PUMAG, PP. 49-116.
- **Saadi M., (1982).** CARTE GEOLOGIQUE DU MAROC. NOTES ET MEMOIRES DU SERVICE GEOLOGIQUE DU MAROC, N°532 BIS.

Webographie:

- <https://maps.google.com/>

