

Année Universitaire : 2017-2018



Master Sciences et Techniques : Géoressources et Environnement

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

Pour l'Obtention du Diplôme de Master Sciences et Techniques

Etude de la zone minéralisée Imiter II. Contact (Ediacarien / Cryogénien)

Présenté par:

Kawtar MACHMACHA

Encadré par:

- Tristan MONTROY, GM/SMI***
- Abdel-Ali CHAOUNI, FST – Fès***

Soutenu le 12 Juin 2018 devant le jury composé de:

- | | |
|--|-------------------------|
| <i>- Pr. Abdel-Ali CHAOUNI</i> | <i>FST – Fès</i> |
| <i>- Pr. Abderrahim LAHRACH</i> | <i>FST – Fès</i> |
| <i>- Pr. Lahcen BENAABIDATE</i> | <i>FST – Fès</i> |
| <i>- Pr. Fatima EL HAMMACHI</i> | <i>FP Taza</i> |
| <i>- Pr. Hassan TABYAOUI</i> | <i>FP, Taza</i> |

Stage effectué à : GM/SMI





Remerciements	4
Résumer	5
Abstract.....	6
Aperçu historique de la SMI	7
Introduction.....	8
Chapitre I: Aperçu sur l'Anti-Atlas orientale et la boutonnière d'Imiter	9
I.1-Présentation générale de l'Anti Atlas Oriental.....	10
A- Le Néoprotérozoïque	10
B- La couverture cambrienne	10
I.2- Présentation générale de jbel saghrou	15
I.3- Présentation générale du boutonnier d'Imiter et de la mine.....	16
A- Néoprotérozoïque moyen : (CRYOGÉNIEN)	16
B- Néoprotérozoïque supérieur : (EDIACARAN)	18
A- Présentation du gisement.....	22
Conclusion	24
Chapitre II- Etude géologique et structurale d'Imiter II: Amont (Niveau 1460).....	26
II-1 Problématique du stage et travaux réalisés	27
II-2 Etude lithologique et pétrographique de la zone amont d'imiter II	27
II-3 Etude Tectonique	33
II-4 Minéralisation	36
II-5 Plan du niveau 1460 et sondages carotté	39
II-6 Echantillonnage de la minéralisation	42
Chapitre III - Etude de la zone du contact cryogénien/Ediacarien	47
Conclusion	50
Références.....	51
Annexe.....	54

Fig.1 : Situation géologique de l'Anti-Atlas.....	14
Fig.2 : Carte des boutonnières précambriennes de l'Anti-Atlas.	15
Fig.3 : log lithostratigraphique général de l'Anti-Atlas.....	16
Fig.4 : Modèle génétique de l'Anti-Atlas.....	17
Fig.5 : Carte structurale du Jbel Saghro.	19
Fig.6 : Carte géologique de la boutonnière d'Imiter.....	20
Fig.7: photo montrant le contact entre le PII et le PIII.	21
Fig.8: les unités géologiques du boutonnier d'Imiter.	21
Fig.9 : Coupe géologique simplifiée montrant la faille d'Imiter.	22
Fig.10: Socle gréso-pélique.....	22
Fig.11 : Les conglomérats de base de la mine d'Imiter	23
Fig.12 : Colonne stratigraphique de la zone d'étude	24
Fig.13 : Carte géologique simplifiée du gisement d'Imiter.	25
Fig.14: Cadre géologique de la boutonnière d'Imiter	26
Fig.15: Modèle génétique	28
Fig.16 : Présentation de la zone d'étude.	31
Fig.17: Dyke encaissé dans les pélites, traversés par des veines de dolomie rose et avec des taches de Ferromagnésiens.	34
Fig.18 : Conglomérat de base de la série Ediacarien	36
Figure 19: Tufs fins lités de complexe supérieur.	37
Fig. 20: Schéma expliquant la formation de relais extensif (pull-apart) et de relais compressif (push-up) pendant le jeu normal-déchant sénestre de la faille d'Imiter	38
Fig.21: Schéma structural du gisement des secteurs d'Imiter I et II et Bloc diagramme synthétique montrant la géométrie des principales structures minéralisées (F0 sud, F0, F0 nord, R7, R6 et B3) observées en galerie.....	38
Fig.22 : Amont R6 EST 1464.....	39
Fig.23: Amont R6 WEST	39
Fig. 24: Amont R6 EST 1464.....	40
Fig. 25: Rose Chart de failles mesurées a SMAM II, au niveau 1460.....	40
Fig.26 : plan géométrique de la Zone d'étude	43
Fig.27 : coupe synthétique AA'	43

Fig.28 : coupe synthétique BB'	44
Fig.29 : Description du sondage carotté 2417/-30	45
Fig.30: Description du sondage carotté 2420/+32	45
Fig.31 : Description du sondage carotté 2415/-32	45
Fig.32: Description du sondage carotté 2419/+20	46
Fig.33 : Description du sondage carotté 2466/+32	46
Fig.34 : levé géologique de la zone d'étude.	49
Fig.35 : Contacte Cryogénien PII / Ediacarien P III.....	52
Fig.36 : coupe synthétique du contact (cryogénien/ediacarien) et de l'ensemble des structures	52
Fig.37 : Rose Chart de l'ensemble des failles affecte le P III.....	53
Fig.38 : Rose Chart de l'ensemble des failles affecte le P III.....	53

Liste de tableaux

Tableau 1 : Résultat d'écaillage effectué dans la partie EST du Niveau d'étude	46
--	----

Liste des photos

Photo 1: Faciès grés-pélitique.....	30
Photo 2: Grés traversé par un filon de dolomite rose.....	30
Photo 3 : Faciès pélitique.....	30
Photo 4 : vue microscopique de grés et pélites du cryogénien. (Gro. : x40, LPA)	31
Photo 5 : Mésostase microlitique faiblement développée, dessinent une texture intersertale. Avec des phénoblastes transformés. (Gro. : x 40, LPA)	32
Photo 6 : vue microscopique des andésites basiques d'Imiter. (Gro. : x40, LP)	33
Photo 7 : vue microscopique des conglomérats d'Imiter. (Gro. : x40, LP)	34
Photo 7 : Vue microscopique d'un tuf lité de la couverture PIII. (Gro. : x40, LP)	35
Photo 8 : Gangue dolomitique a galène encaissée dans les pélites noir	39
Photo 9 : brèche hydraulique	39
Photo 10 : Sulfure de Zn	40
Photo 11 : Argent noir	40

Avant tout :

« Mes plus profonds remerciements vont à mes parents, **Mr A.MACHMACHA** et **Mme Ch. BOUCHKARA**. Tout au long de mon cursus, ils m'ont toujours soutenu, encouragé et aidé. Ils ont su me donner toutes les chances pour réussir, mes remerciements vont également à mes frères et toute la famille. Qu'ils trouvent, dans la réalisation de ce travail, l'aboutissement de leurs efforts ainsi que l'expression de ma plus affectueuse gratitude. »

Je remercie également la société métallurgique d'Imiter/GROUP MANAGEM (SMI/GM) sur le financement qu'elle a accordé pour la réalisation de ce travail. Je saisis cette occasion pour exprimer ici ma profonde gratitude aux responsables de la SMI et plus particulièrement à son directeur **Monsieur F. ELHAMDAOUI** et à Monsieur **S.OUTHONJIT** (Cadre géologue) pour toute l'aide qu'il a bien voulu nous apporter pour effectuer mon stage et Monsieur **Hamid MOUBARHINE** (géologue à la SMI).

J'adresse également mes vifs remerciements à mon encadrant au niveau de la mine d'Imiter : **Mr T.MONTOY** : Ingénieur-Géologue à la SMI.

Aussi, j'adresse ma profonde gratitude à mes professeurs :

- **Pr A.CHAOUNI** : de la Faculté des Sciences et Techniques de Fès.
- **Pr H.El MESSBAHI** : de la Faculté Polydisciplinaire de Taza.
- **Pr A.CHARROUD**, de la Faculté des Sciences et Techniques d'Errachidia.

Je remercie aussi mes professeurs **H.TABYAOUI**, **F.EL HAMMACHI**, **L. BENAABIDATE**, et **A. LAHRACH**, d'avoir bien voulu juger ce travail.

En fin, je remercie toutes les personnes qui ont participé de près ou de loin pour l'élaboration de ce travail.

Le gisement d'Imiter est caractérisé par une minéralisation argentifère. Ce gisement localisé sur le flanc nord de la boutonnière précambrienne du Jbel Saghro, il est formé de deux unités lithostructurales :

-Un complexe inférieur d'âge Néoprotérozoïque moyen constitué de pélites et de grauweekes intrudées par des plutons de diorites et de granodiorites

-Un complexe supérieur constitué de formations volcaniques et volcanoclastiques du Néoprotérozoïque supérieur.

Ce travail s'est réalisé dans le secteur d'Imiter II. Il a fait l'objet de :

- La cartographie du fond.
- Une étude détaillée des sondages fond réalisés.
- Une étude pétrographique.

La cartographie du fond et l'étude détaillée des sondages ont permis de voir l'extension des structures porteuses de la minéralisation argentifère ayant une direction E-W. Ces structures sont influencées par un réseau des failles de direction NE-SW.

L'étude pétrographique et minéralogique a montré plusieurs types de faciès représentatif du secteur. Généralement les phases caractéristiques de la minéralisation, la première phase est liée au dépôt de sulfures et la deuxième phase est liée au dépôt de minéraux d'argent. Les minerais montrent une variété de textures dont ; la texture bréchique, la texture massive et la texture disséminée.

Mots clés : Grésopélitique, Volcano-sédimentaire, Cryogénien, Ediacarien, Tectonique, Faille.

The Imiter field is characterized by silver mineralization. This field is located on the northern flank of the Jbel Saghro Precambrian outcrop, is made up of two lithostructural units :

- A lower middle Neoproterozoic complex consisting of pelites and greywackes intruded by diorite and granodiorite plutons.*
- A complex upper consisting of volcanic and volcanoclastic formations of the upper Neoproterozoic.*

This work was done in the area of Imiter II. The objectives are :

- The cartography of the bottom.*
- A detailed study of the bottom surveys carried out A*
- Petrographic study.*

The bottom mapping and the detailed study of the holes allowed to see the extension of the structures carrying the argentiferous mineralization having an E-W direction. These structures are influenced by a network of NE-SW trending faults. The petrographic and mineralogical study has shown several types of facies representative of the sector.

Generally the characteristic phases of the mineralization, the first phase is related to the deposition of sulphides and the second phase is related to the deposition of silver minerals. Minerals show a variety of texture, massive texture and disseminated texture.

Key words: *Sandstone-pelitic, volcano-sedimentary, Cryogenian, Ediacarian tectonics, fault*

Les premières traces d'activité minière dans la boutonnière d'Imiter datent des époques des Kharijites et des Idrissides au VIII^{ème} siècle et de celui de la dynastie des Almohades, au XII^{ème} siècle. De nombreux vestiges archéologiques (meules, marmites de fusion, ossements, poteries...etc.) ainsi que des excavations témoignant de ces époques ont été retrouvés sur le site. Ces activités ont dû être interrompues, d'après les études archéologiques, à une profondeur de -50 à -80 m (niveau piézométrique), à cause des problèmes d'exhaure.

Le gisement a été redécouvert lors d'une campagne de prospection aérienne en 1951. De 1951 à 1956, la Société minière de l'Atlas marocain (SMAM) effectue les premiers travaux d'exploration (puits et galerie), mais sans obtenir de résultats concluants. La reprise des travaux de recherche par le Bureau de Recherche et de Participation minière (BRPM), entre 1959 et 1962, s'est soldée aussi par un échec, ce qui a conduit à l'abandon de l'exploration en 1963, et ce malgré l'obtention d'un sondage positif à 5150 g/t d'argent. En parallèle, des études menées par le BRPM sur d'anciennes haldes ont permis d'aboutir à des concentrations d'argent (650 000 t tout-venant à 300 ppm Ag) suffisantes pour justifier leur exploitation.

C'est ainsi qu'en 1969, le groupe ONA (Omnium Nord-Africain) et le BRPM s'associent pour créer la Société métallurgique d'Imiter (SMI) dans le but de valoriser les haldes par cyanuration. Dans les années 70, la relance de travaux plus poussés (géophysique, géochimie...), appuyés par des études métallogénique, a permis au BRPM de découvrir d'intéressantes concentrations en argent, ce qui a conduit au démarrage de l'exploitation souterraine en 1978. Depuis cette date, la mine a connu des augmentations de sa capacité de production (1988, 1994 et 1999), en parallèle à la découverte de nouvelles réserves. L'exploitation se fait par le biais d'une immense carrière à ciel ouvert dans laquelle s'ouvrent de nombreuses galeries, ainsi que par des puits.

Le Maroc, pays minier par excellence, produit, en quantités appréciables, une large gamme de substances minérales : phosphates, plomb, zinc, cuivre, or, **argent**, cobalt, manganèse, fluorine, barytine..... (Benkhadra, 2002)

L'exploitation de l'argent au Maroc remonte probablement à l'Antiquité, mais les plus significatifs vestiges sont du Moyen Age (8ème siècle) comme en témoignent plusieurs excavations et grattages, notamment ceux situés dans l'Anti-Atlas, à Imiter, Sidi Flah et Zgounder et dans le Moyen Atlas, à Jbel Aouam où l'argent est associé au plomb. De toutes ces anciennes exploitations, celles d'Imiter et de Zgounder sont de loin les plus significatives de par l'ampleur des travaux qui ont de grandes extensions en surface et par endroit dépassant 40 m de profondeur.

Ces grattages et indices, à argent comme principale substance ont été repris dans les temps modernes par des études géologiques et des travaux d'exploration qui, dans certains cas, ont démontré l'existence de gisements économiques, parmi ces gisements, ceux du district d'Imiter et de Zgounder sont les plus importants à l'échelle du pays. Les potentialités en minerai d'argent au Maroc, notamment celles des districts d'Imiter-Igoudrane dans le Saghro et Zgounder dans le Sirwa, sont importantes et ne sont pas toutes reconnues. Un effort de recherche dans ces deux secteurs permettra de circonscrire d'autres réserves économiques qui maintiendront le niveau de la production actuelle si non l'augmenter. L'évolution de cette production a connu deux phases: la première allant de 1952 à 1980 au cours de laquelle la production annuelle variait de 12 à 50 t extraite comme sous produits essentiellement de la fonderie d'Oued El Heïmer d'abord et ensuite du traitement des haldes des anciens à Imiter.

La production totale d'argent au Maroc depuis 1952 à 2000 a été de 4750 t sous forme de ciment et de lingots. A signaler que toute la production d'argent associé aux autres métaux (Cu, Pb, Zn) exportés sous forme de concentrés n'est pas incluse.

Le sous-sol du Maroc recèle un grand nombre de gisements métallifères du groupe Ag-Au-Ni-Co-Cu-Pb-Zn dont l'étude de la distribution de ces derniers dans le temps et dans l'espace demeure de la base nécessaire à l'élaboration de modèles conceptuels indispensables aux programmes d'exploration..

Ce stage s'inscrit dans le cadre d'un projet de fin d'étude master réalisé au sein de la société métallurgique d'Imiter (SMI), MANAGEM, premier groupe minier privé du Maroc, il est présent en Afrique dans les métaux de base, les métaux précieux, et certains métaux de spécialité (en particulier le cobalt). La mine d'Imiter se situe à 150 km à l'est d'Ouarzazate et à 30 Km de Tinghir sur la rive nord du jbel Saghro, elle est placée au cœur d'une boutonnière dont cinq permis d'exploitation définissent les zones d'exploitation du minerai.

Le gisement argentifère d'Imiter, encaissé à la jonction entre le sommet du Néoprotérozoïque moyen (PII) méta-sédimentaire et la base du Néoprotérozoïque supérieur (PIII) par l'intermédiaire d'un réseau de failles orienté globalement E-W. Ce réseau de failles correspond à la faille d'Imiter qui a joué en cisaillement horizontal de direction E-W, elle présente un pendage vers le Nord et subdivise les terrains précambriens en deux compartiments : l'un au Nord formé de PIII et l'autre au Sud formé de PII.

Les travaux effectués au fond de la mine nous ont permis de réaliser des levés géologiques qui par la suite permettraient de déterminer la relation existante entre la minéralisation, la gangue et les structures tectonique (failles, couloirs). Plusieurs sondages carottés ont été réalisés et nous ont permis de déterminer l'extension des structures minéralisées en aval du niveau 1460m. Une étude pétrographique effectuée sur la base d'une dizaine de lames minces, réalisées à partir des échantillons récoltés sur des différents faciès au fond.

***Chapitre I: Aperçu sur l'Anti-Atlas orientale et
la boutonnière d'Imiter.***

I.1-Présentation générale de l'Anti-Atlas oriental :

A. Contexte géographique :

La chaîne de l'Anti-Atlas prolonge en continuité celle du Zemmour vers le nord. De l'embouchure du Drâa jusqu'au Tafilalet, elle s'étend en direction ENE-WSW sur plus de 700km de long et environ 150km de large.

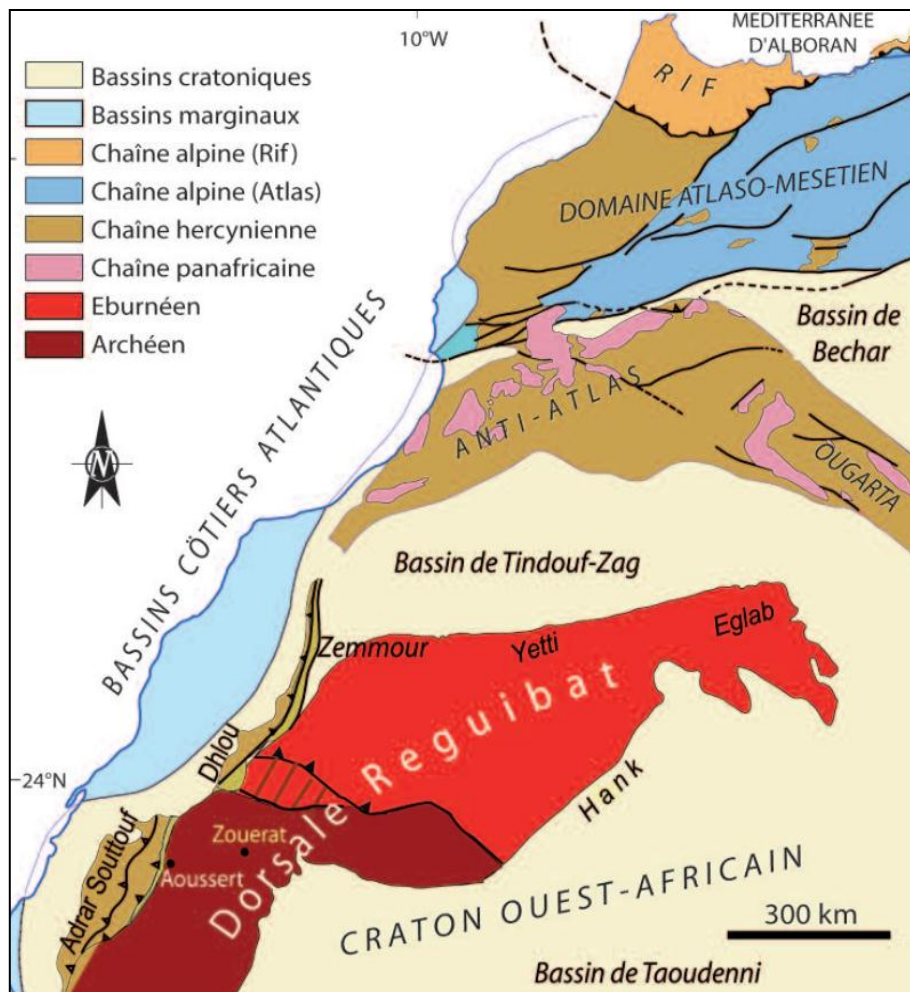


Fig.1 : Situation géologique de l'Anti-Atlas. (Michard et al 2008)

B. Contexte géologique :

Au point de vue structurale l'Anti-Atlas est un vaste bombement anticlinal qui se prolonge au-delà, avec une direction NW-SE, dans la chaîne de l'Ougarta. Le long de son axe, cet anticlinal est érodé et les terrains anciens, précambriens, affleurent dans des boutonnières qui jalonnent l'Anti-Atlas d'ouest en est ; les plus importantes, en superficie, sont celles du bas drâa, Ifni, Kerdous, Ighrem, Zenaga, Bou Azzer, Saghro et Ougnate. D'ouest en est, le niveau d'érosion est de moins en moins profond ce qui traduit l'engorgement progressif de la ride anticlinale vers l'est.

Les terrains paléozoïques couvrent les flancs de l'Anti-Atlas (fig.1). Ils sont peu développés sur la bordure nord, le plus souvent faillée, qui domine les sillons sud-atlasiques ; par contre, ils s'étalent largement sur le flanc sud ; là, ils forment le jbel Bani, monoclinale ou plissée, et la bordure septentrionale du bassin de Tindouf. Leur faible déformation, la grande continuité des coupes et les parfaites conditions d'affleurement font de cette région un secteur privilégié pour les études stratigraphiques et paléontologiques du paléozoïque inférieur et moyen.

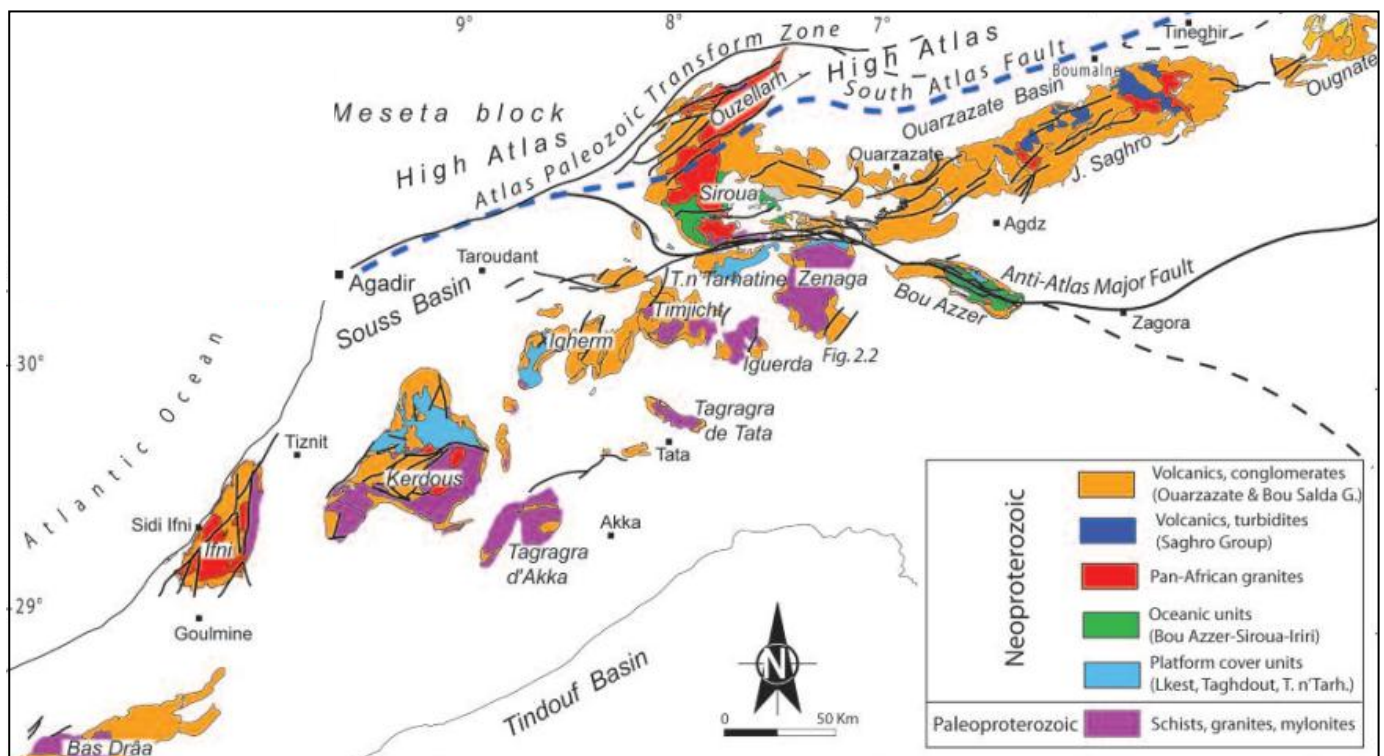


Fig. 2 : Carte des boutonnières précambriennes de l'Anti-Atlas. (Gasquet et al. 2008)

Selon Choubert, (1954), le précambrien anti-atlasique se décomposerait en trois systèmes séparés par des discordances (fig.2).

- ✓ Le Précambrien I, consistant en gneiss, migmatiques, moyennement à très métamorphisé.
- ✓ Le Précambrien II, consistant en schistes et quartzites faiblement métamorphisés.
- ✓ Le Précambrien III, essentiellement volcano-détritique.

Le Précambrien supérieur comprend le P III ou série Volcano-détritique d'OUAAZATE et la couverture sédimentaire discordante sur le P III. La partie précambrienne de cette couverture porte le nom d'ADOUDOUNIEN. (CHOUBERT, 1954) dans l'Anti Atlas occidental où elle est très développée, la limite entre l'Adoudounien et le géorgien est d'ordre paléontologique (Trilobites).

a- Le Néoprotérozoïque :

Il est subdivisé en deux grands ensembles lithologiques.

- La première séquence est constituée de l'ophiolite de Bou-Azzer datée à 788 ± 8 Ma (Rb-Sr, Clauer, 1974, 1976). Cette séquence est interprétée comme un fragment de croûte océanique qui jalonne l'Accident Majeur de l'Anti-Atlas. Une séquence volcano-sédimentaire, dite de Bleida ou PII, formée de quartzites, de calcaires à stromatolithes, de shales noirs, de méta-grauwackes et de turbidites distales complète cette première séquence. L'ensemble est plissé et schistosé par les phases de déformation panafricaine appelées "B1" et "B2" (Leblanc, 1975) et recoupé par des intrusions syn- et tardi-orogéniques (Leblanc, 1975 ; Saquaque et al., 1989b).
- La seconde séquence est appelée série de Tidiline ou du Siroua-Saghro dans l'Anti-Atlas centro-oriental, série d'Anezi dans l'Anti-Atlas occidental, et plus généralement PII-PIII. Ces séries présentent des faciès différents le long de la chaîne et reposent en discordance sur le PII. La séquence PII-PIII est affectée uniquement par la seconde phase de déformation panafricaine ou "B2". Dans l'Anti-Atlas

occidental, la série d'Anezi débute par des volcanites acides surmontées par un conglomérat plus ou moins grossier, auquel sont associées des varves vertes et violettes (Hassendorfer, 1987).

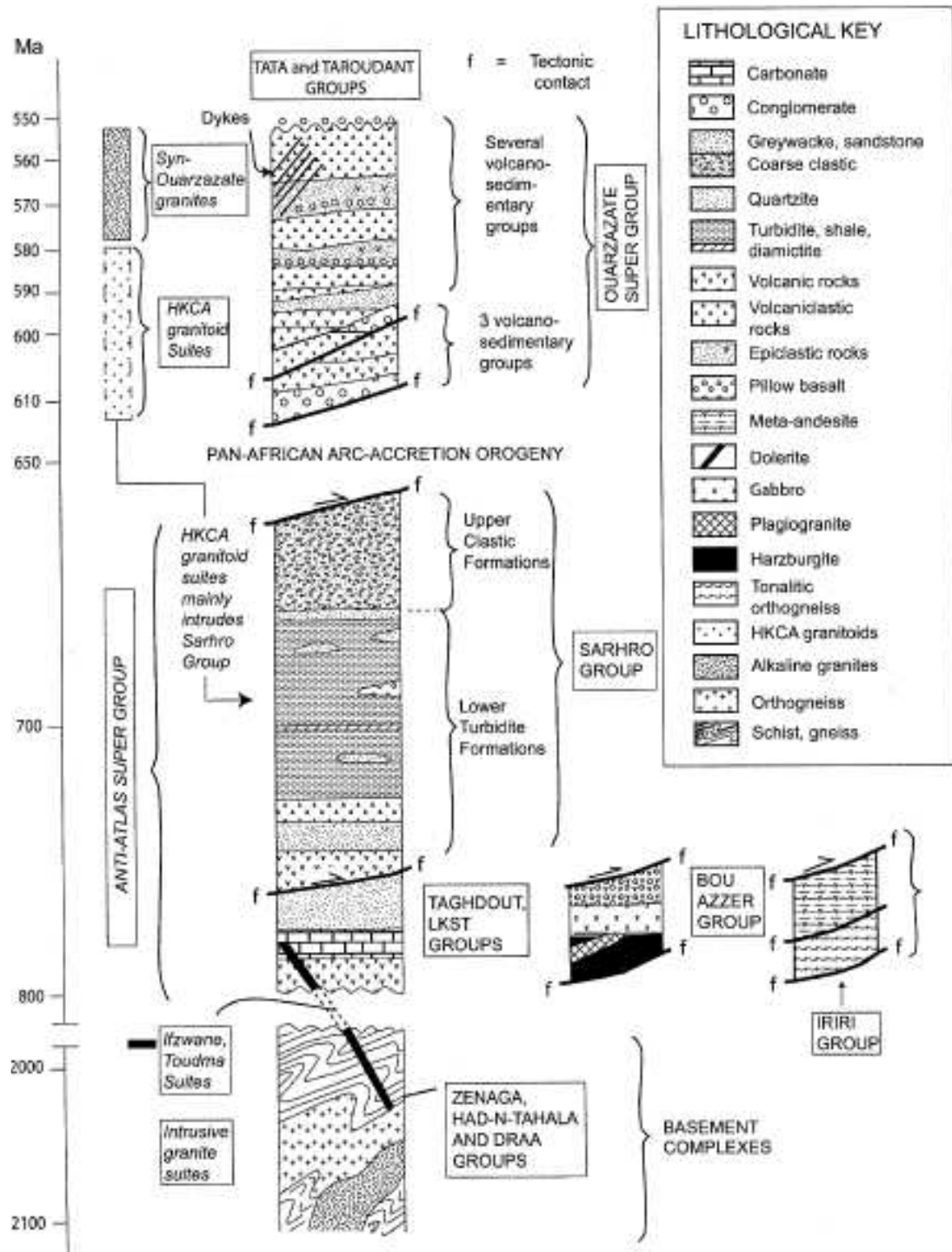


Fig.3 : log lithostratigraphique général de l'Anti-Atlas. (Thomas et al. (2004))

Le second ensemble peut être surmonté par des séries de shales, de grauweekes et de quartzites. Vers l'Est, les volcanites basales et le conglomérat tendent à disparaître (Lecolle et al., 1991). La séquence terminale à shales, grauweekes et quartzites est interprétée soit comme un cône de talus sous-marin (deep sea fan) déposé en contexte de bassin arrière-arc (Ouguir et al., 1996) et alimenté par le Nord, soit comme un système d'aulacogènes fonctionnant indépendamment les uns des autres et dont le degré d'évolution diffère (Fekkak et al., 1999).

b- La couverture cambrienne :

La série paléozoïque représente la couverture du socle précambrien. Le passage Protérozoïque Paléozoïque correspond à une transgression marine. Les premiers dépôts sont en faible discordance cartographique sur le Néoprotérozoïque terminal (P III). D'une manière générale, le Paléozoïque du domaine saharien se dépose dans un environnement de plate-forme marine peu profonde située à la marge Nord du craton ouest-africain. Le contexte géodynamique est celui d'une marge passive en extension. Dans l'Anti-Atlas l'épaisseur totale de la série paléozoïque dépasse les 10 000 m.

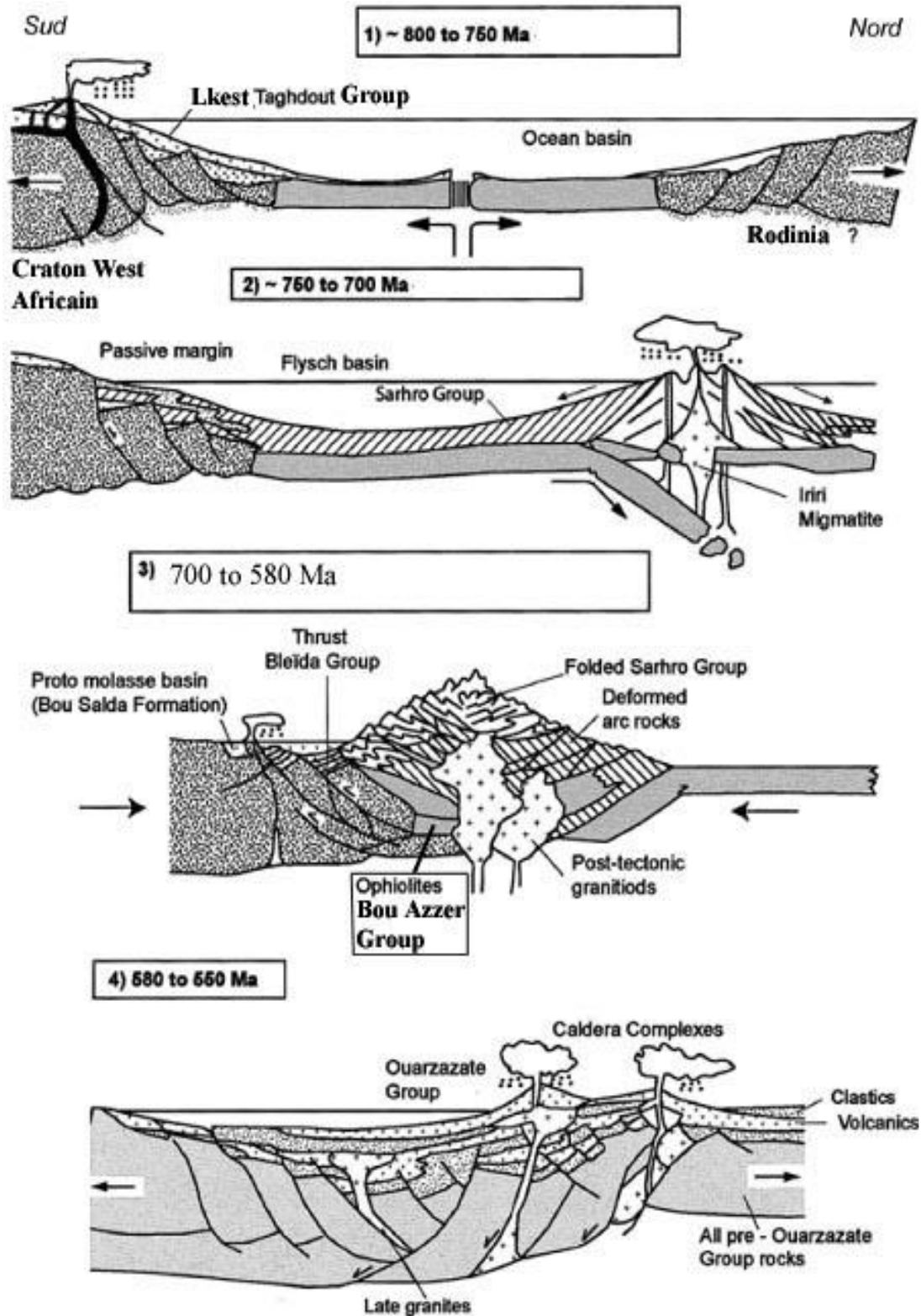


Fig.4 : Modèle génétique de l'Anti-Atlas. (Thomas et al., 2002)

Au cœur même du Jbel Saghro, les formations les plus anciennes (PII inférieur) affleurent dans quatre secteurs que l'on définira également comme des boutonnières de taille plus réduite, entourées des épaisses formations du Précambrien terminal (PIII ou PII-III) et/ou de l'Adoudounien (Infracambrien). D'ouest en est, on dénombre quatre secteurs :

- Sidi Flah- Bou Skour,
- Kelâa M'Gouna,
- Boumalne.
- Imiter.

I.3-Présentation générale de la boutonnières d'Imiter:

La boutonnière d'Imiter fait partie des nombreux affleurements protérozoïques taillés par l'érosion sur le flanc Nord du massif du Saghro. Elle est formée d'une série turbiditique d'âge Néoprotérozoïque Moyen, recouverte en discordance majeure par une pile volcanique et volcano-clastique dont l'âge est sujet de débat. Les terrains protérozoïques sont intrudés par des corps plutoniques néo-protérozoïques (Marini et Ouguir, 1990).

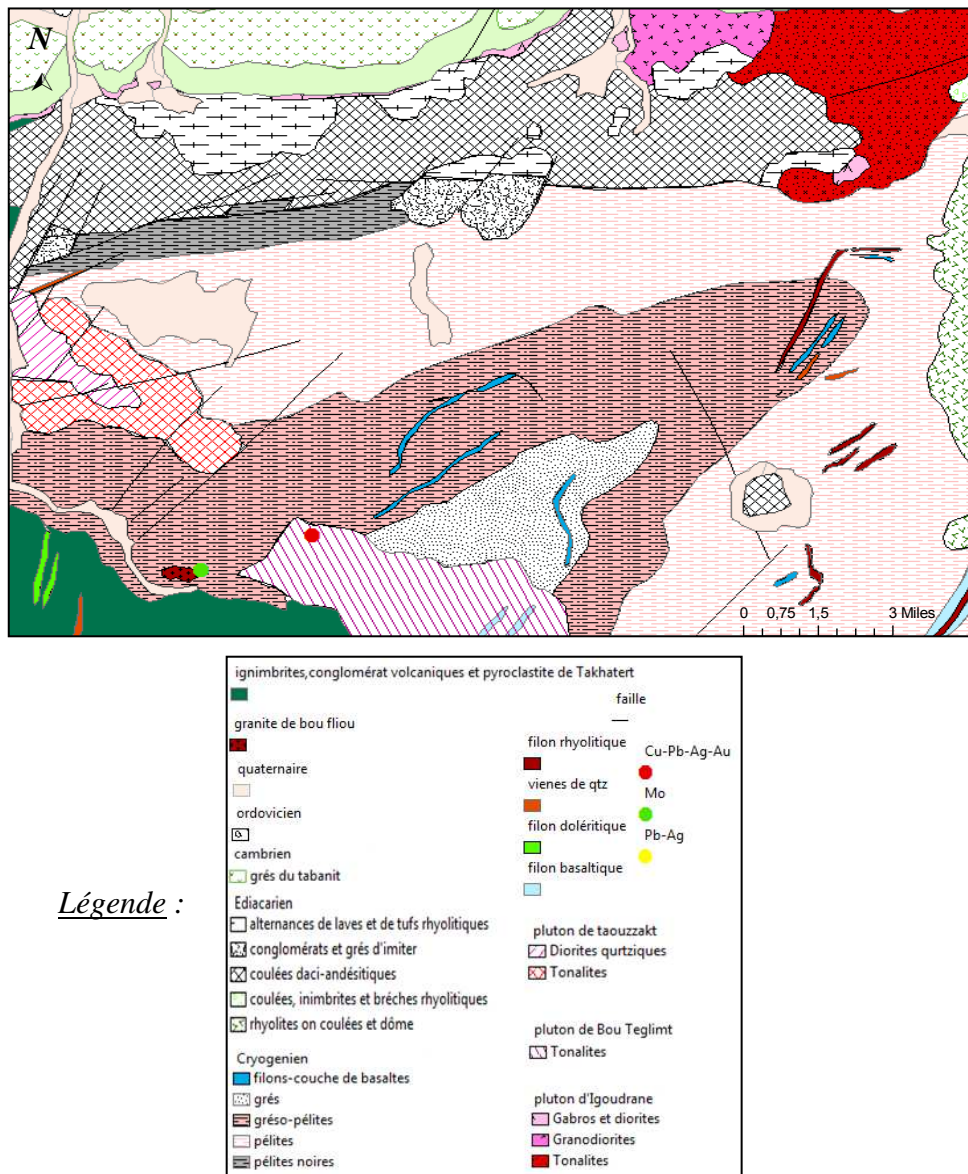


Fig.6 : Carte géologique de la boutonnière d'Imiter

A- Néoprotérozoïque moyen :(CRYOGÉNIEN)

Le Néoprotérozoïque moyen (P II) du Saghro se caractérise par deux ensembles différents : des métasédiments grésopélitiques d'âge Cryogénien, plissés et métamorphisés à l'échelle régionale (boutonniers de Boumalne et d'Imiter). Et des roches intrusives calco-alkalines d'âge Ediacarien à faible métamorphisme.

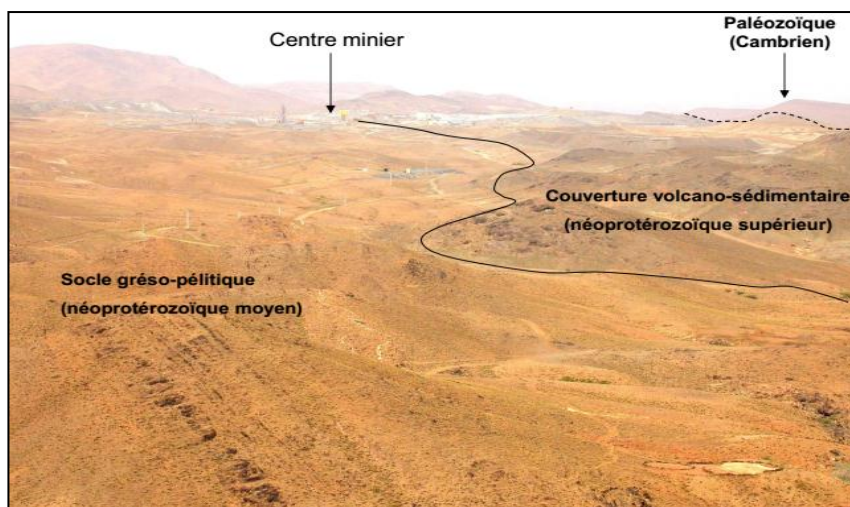


Fig.7: photo montrant le contact entre le PII et le PIII.

Les formations métasédimentaires du Néoprotérozoïque moyen (PII inférieur) affleurant dans les boutonniers de Boumalne et d'Imiter correspondent à des dépôts grésopélitiques de grande épaisseur, déformés et métamorphisés dans le faciès schistes verts de basse température. Sous une forme triangulaire couvrant une superficie de 27 Km² à faible modelé, depuis la mine d'Imiter jusqu'au pluton et au massif volcanique d'Igoudrane (Est) et s'étendent jusqu'au contact par faille avec le pluton d'Oussilkane (SE) et aux massifs intrusifs de Bou Teglimt et de Taouzzakt (SW).

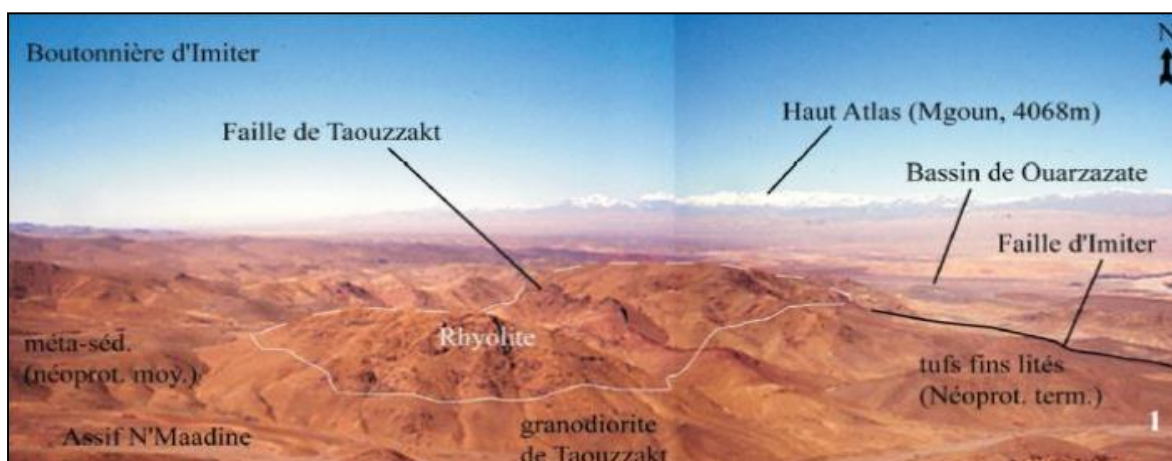


Fig.8: les unités géologiques du boutonnier d'Imiter.

La série entière forme un grand anticlinorium (phase B1) avec un plan axial orienté NE-SW et incliné de 70° vers le NW. Même ici, le plissement, en l'absence de repères stratigraphiques et l'énigme du substratum de la série, caché en profondeur, empêchent d'évaluer correctement l'épaisseur de cette série, qu'ils ont estimé à 3000-4000 m. Au plissement B1 est associé un clivage de plan axial de type ardoisier (S1), bien visible et pénétratif dans les intercalations pélitiques, soit plus espacé ou absent dans les bancs gréseux (Ighid et al., 1989 ; Ouguir, 1991 ; Ouguir et al., 1994 ; Saquaque et al., 1992).

Le côté nord de la boutonnière est déformé par un grand accident orienté E-W (faille d'Imiter, ou faille de la mine) et caractérisé aussi par quelques plis d'entraînement associés (Ouguir et al., 1994).

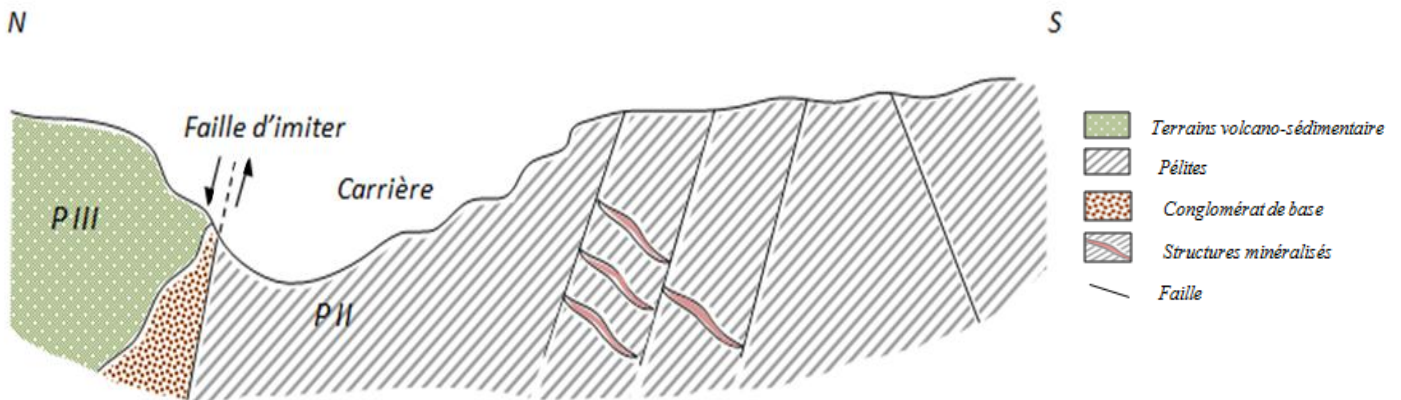


Fig.9 : Coupe géologique simplifiée montrant la faille d'Imiter.

Les quarts unités métasédimentaires représentées dans la carte (fig.4) sont constituées de grès, grauwwacks, métapélites et s'organisent comme suit, du cœur vers les bordures de l'antiforme :

- ✓ L'unité inférieure des métasédiments gréseux dominants .
- ✓ L'unité intermédiaire des métasédiments grésopélitiques .
- ✓ L'unité supérieure des métasédiments pélitiques dominants .
- ✓ Les métapélites noires sommitales. (Formation de la Mine d'Imiter)

Par ailleurs, il faut noter que le passage entre les différentes unités est progressif et qu'aucune discordance stratigraphique ou angulaire n'a été décelée dans cette boutonnière.



Fig.10: Socle grésopélitique.

Les métasédiments et leur complexe en structure antiforme ont été recoupés par le pluton d'Igoudrane et par les plutons plus récents de Taouzzakt et Bou Teglimt P III, Ensuite le socle P II a été érodé et recouvert en discordance par le conglomérat de base P III et par les séries volcaniques et pyroclastiques du Néoprotérozoïque supérieur.

B- Néoprotérozoïque sup :(EDIACARIEN)

Les métasédiments et les granitoïdes du socle néoprotérozoïque moyen PII sont recouverts en discordance par le Néoprotérozoïque supérieur (PIII) ; celui-ci est caractérisé par de puissantes suites volcaniques et volcanoclastiques. Les unités du Néoprotérozoïque supérieur ne sont ni plissées ni métamorphisées à l'échelle régionale et les discordances qu'elles montrent parfois en leur sein, sont d'origine volcanique locale. En effet il n'y a sur le terrain aucune évidence d'une phase orogénique ultérieure qui subdivise les séquences volcaniques et pyroclastiques du Néoprotérozoïque supérieur.

Le Néoprotérozoïque supérieur (PIII), commence avec un conglomérat de base, en poches très discontinues. Il affleure à l'Est de la mine d'Imiter et ailleurs, et il marque la discordance tectonique principale (tardi-panafricaine) reconnue dans le socle précambrien du Jbel Saghro. L'activité magmatique d'âge néoprotérozoïque supérieur se manifeste aussi, dans le massif du Saghro, par la mise en place des corps subvolcaniques et plutoniques calco-alcalins (Taouzzakht et Bou Teglimt) et calco-alcalins à forte teneur de K (Igourdane).

L'unité volcanoclastique de base débute localement avec un conglomérat en poches dont l'épaisseur peut atteindre 100 m. Le conglomérat est préservé dans des paléo-grabens rangés selon le grand accident E-W et les failles associées de la mine d'Imiter. Les éléments de 1 à 30 cm, bien arrondis, sont formés de métasédiments PII (quartzites, métarénites, métapélites noires), de granite à deux micas, de granodiorite et de quelques vulcanites. Le matériel le mieux préservé est visible dans les déblais des excavations d'une carrière récente à l'est de la mine.



Fig.11 : Les conglomérats de base de la mine d'Imiter.

La Série d'Imiter regroupe les séquences volcano-clastiques développées dans la fosse E-W d'Imiter, située entre le côté nord de la boutonnière et la couverture cambrienne ; la suite recouvre les plutons du Néoprotérozoïque moyen d'Imiter et d'Igoudrane et le conglomérat de base. Cette série est formée de coulées d'andésites basales dominantes, avec des tufs et agglomérats subordonnés. La suite est accompagnée, à sa marge orientale, par une unité rhyolitique (coulées, ignimbrites et brèches) qui recouvre le pluton d'Igoudrane et qui est suivie ailleurs par des alternances de laves et de tufs rhyolitiques fins et bien lités, avec des bancs de tufs à lapillis.

Les corps intrusifs du Néoprotérozoïque supérieur mis à l’affleurement par l’érosion, s’exposent sous forme de nombreux plutons souvent de grandes dimensions Il s’agit de deux intrusions calco-alcalines (Bou Teglimt et Taouzzakt), affleurant près de la mine d’Imiter.

Le massif est allongé suivant une direction NW-SE, est limité au Nord et à l’Est par l’encaissant métasédimentaire du PII et au Sud et à l’Ouest par les formations volcaniques du Néoprotérozoïque supérieur PIII, Le pluton est caractérisé par une composition tonalitique, La roche, de texture grenue, présente un aspect mésocrate et la taille des grains, généralement moyenne, décroît du centre aux bords du massif Le faciès principal du pluton correspond à une tonalite riche en enclaves microgrenues sombres ; il est constitué par une paragenèse primaire à quartz, feldspaths, biotite, amphibole, et par une paragenèse secondaire à chlorite, séricite et épidote, Ce faciès est associé sur le terrain à une granodiorite et le passage entre les deux est généralement de type progressif.

Ce massif est entouré par la série métasédimentaire du PII, sauf à l’Ouest, où sa limite est marquée par les falaises volcaniques du Tissidelt Takhatert, La roche, d’aspect presque homogène, mésocrate et d’une texture grenue, correspond à des tonalites et à des diorites quartziques.

L’ensemble des intrusions PII est représenté par le pluton d’Igoudrane qui recoupe les sédiments grésopélitiques plissés et métamorphisés et à son tour est suivis de la phase d’érosion qui a produit le conglomérat à galets de granitoïdes affleurant dans la région de la mine d’Imiter et ailleurs La composition dominante est granodioritique-tonalitique, mais il y a aussi des quartzdiorites et des gabbros.

L’étude géochimique permet de le classer parmi une série calco-alcaline à faibles teneurs en K, Le pluton d’Igoudrane affleure à la base du haut massif volcanique homonyme, à l’Est de la mine d’Imiter.

Il se situe à l’extrémité NE de la bout-onnière d’Imiter avec une orientation générale E-W sur une superficie de 5-6 km² Il est limité au Nord par les falaises paléozoïques, à l’Est et à l’Ouest par les formations volcaniques et volcanosédimentaires du Néoprotérozoïque supérieur (PIII) qui le recouvrent en discordance, participant d’ailleurs à l’apport détritique du conglomérat de base ; au Sud il est intrusif dans les métasédiments encaissant du Néoprotérozoïque moyen (PII) décrits précédemment. Ce massif est composé de trois faciès ; les plus développés sont localisés au noyau et correspondent à des granodiorites et des tonalites à texture grenue soulignée par des cristaux d’amphiboles et de biotites.

Le troisième faciès s’observe sur la bordure sud du massif Il s’agit d’une roche très sombre, grenue et de nature dioritique à gabbroïque, Au contact de l’intrusion d’Igoudrane on observe des nodules et minéraux résultant du métamorphisme de contact, qui cristallisent dans les plans de schistosité des faciès fins des métasédiments encaissants Ces nodules semblent définir parfois une linéation qui reste locale (Ighid, 1989).

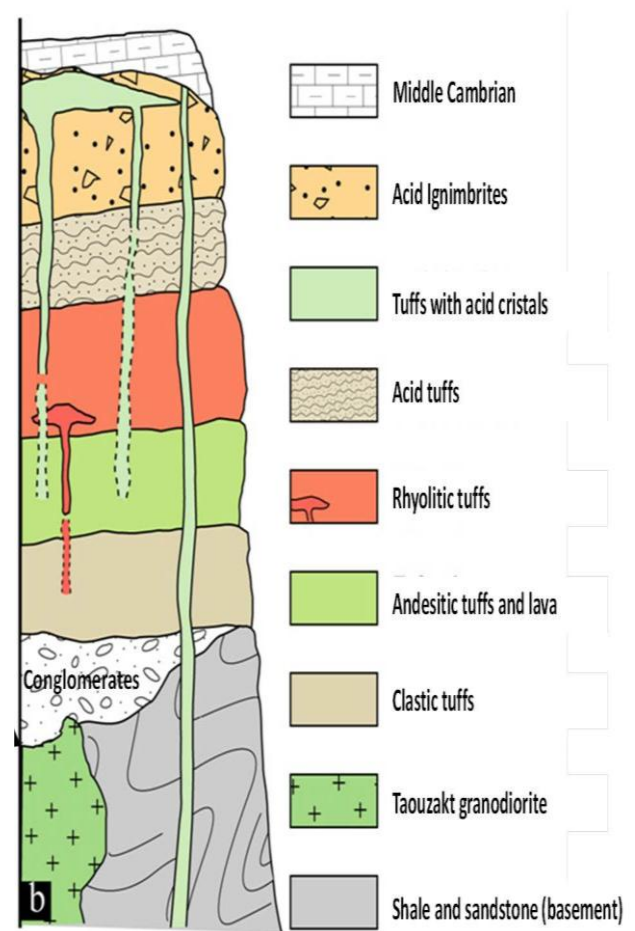


Fig.12 : Colonne stratigraphique de la zone d’étude.

C- LE CAMBRIEN :

Ces terrains commencent par un conglomérat de base à éléments de socle, surmonté par un ensemble (30m environ) de grès fins et de siltites vertes et violacées dans lequel s'intercalent de rares couches carbonatées. Ces faciès passent directement vers le haut au cycle du Cambrien moyen débutant par l'horizon de la Brèche à Micmacca.

I.3.1-Tectonique :

Les sédiments du complexe inférieur de la boutonnière d'Imiter, composés d'alternances de séquences grauwakeuses et de pélites sombres, encaissent l'essentiel de la minéralisation. Le faisceau de failles d'Imiter (Fig. 9) long d'une dizaine de kilomètres, est localisé le long du contact entre le complexe inférieur et le complexe supérieur (Fig. 13).

Il s'agit d'un système de failles principalement orientées N090 E, avec de nombreux relais orientés N060 à 070 E et décrivant, à l'échelle cartographique, une succession de pull-a part dont la cinématique d'ouverture apparente serait senestre.

Dans le secteur minier, la faille d'Imiter montre de nombreuses évidences de failles normales qui séparent et décalent un compartiment nord, composé de roches volcaniques, d'un compartiment sud, essentiellement constitué par les formations du complexe inférieur.

Le décalage vertical observé à partir des relevés miniers est estimé à ca. 400 m. D'autres évidences de failles normales ont également été observées plus à l'est, dans le secteur d'Igoudrane (Fig. 13), où les formations du Paléozoïque sont effondrées et décalées par une tectonique extensive sur plusieurs dizaines de mètres. En galeries (Imiter I et Imiter II), la géométrie en pull-a part est également observée (XXX).

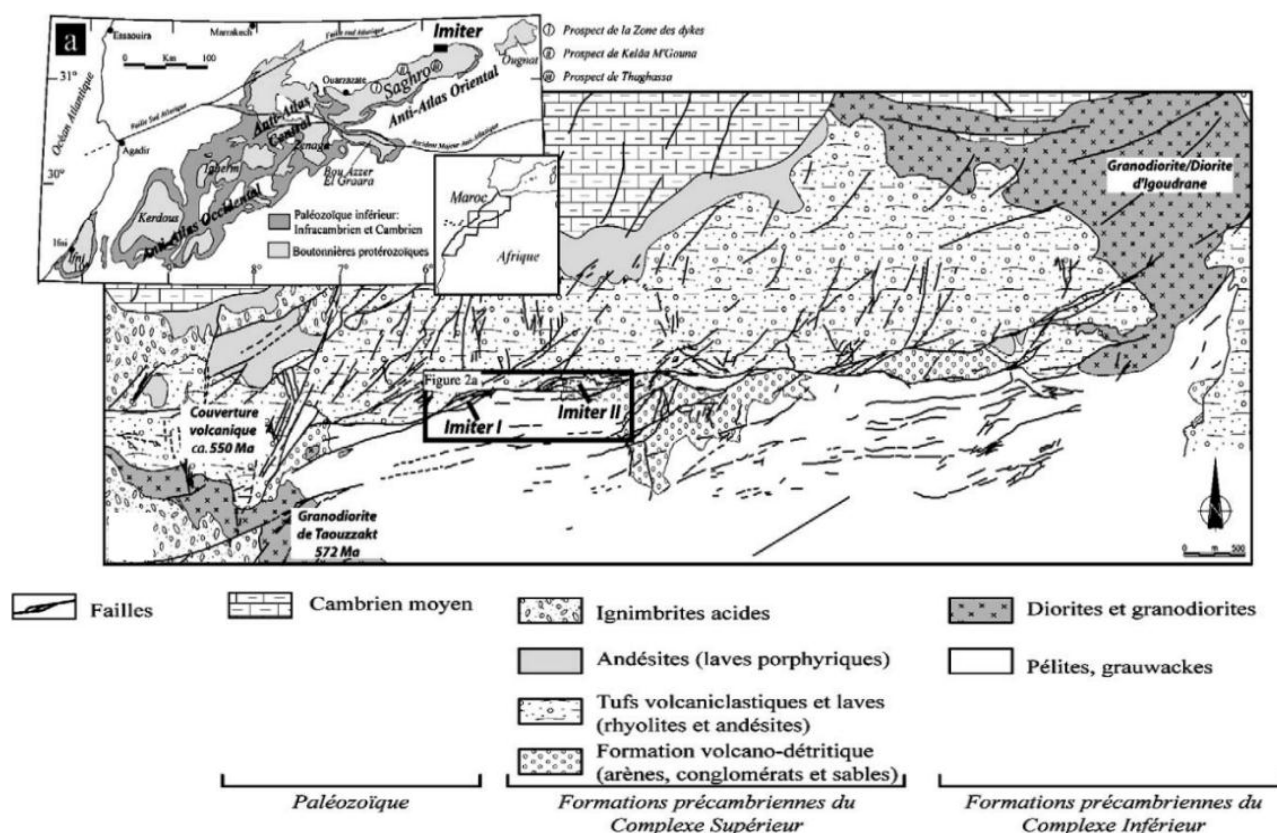


Fig.13 : Carte géologique simplifiée du gisement d'Imiter. (d'après documents SMI).

À Imiter I, trois structures sont actuellement exploitées : F0, F0 nord et F0 sud. Ces structures sont orientées est-ouest à ENE-WSW et présentent des pendages variables. La structure F0, assimilée à la structure principale, est parallèle au faisceau de failles et est orientée N090 E. Elle présente un fort pendage vers le nord (75° à 90°). La structure annexe F0 nord est orientée N070-080 E et présente également un fort pendage vers le nord-ouest (80°), tandis que la F0 sud, orientée N065 E, présente un pendage vers le sud-est d'environ 50°. En profondeur, cette dernière structure tend à s'aplatir (cad. 30°)

À Imiter II, trois structures sont également reconnues et exploitées :

R7, R6 et le corps B3. Elles montrent également des variations de pendage (Fig. 3). Le corps B3 est formé d'un ensemble de structures présentant les mêmes caractéristiques que la structure F0 et est assimilé à la structure majeure. Les structures annexes R6 et R7, toutes les deux orientées N065 E et à fort pendage vers le sud (ca. 60), montrent des pendages plus faibles (ca. 20-35) dans les niveaux inférieurs.

I.3.2-Présentation du gisement :

Le gisement argentifère se répartit le long de la zone de faille d'Imiter sur 7 km environ. La puissance de la zone minéralisée, reconnue au Sud de la faille d'Imiter, est de l'ordre du kilomètre. La teneur de coupure d'exploitation est actuellement de 100 g/t Ag. Les corps minéralisés exploités se répartissent sur quatre gisements principaux.

Imiter I-Grande Carrière : est le gisement le plus ancien. Il regroupe la carrière des anciens et la grande carrière. Les corps minéralisés sont tous encaissés dans la formation métasédimentaire du Néoprotérozoïque moyen. Leur extension horizontale est de 800 m pour une extension verticale de 250 m. La teneur moyenne oscille entre 800 et 1200 g/t Ag.

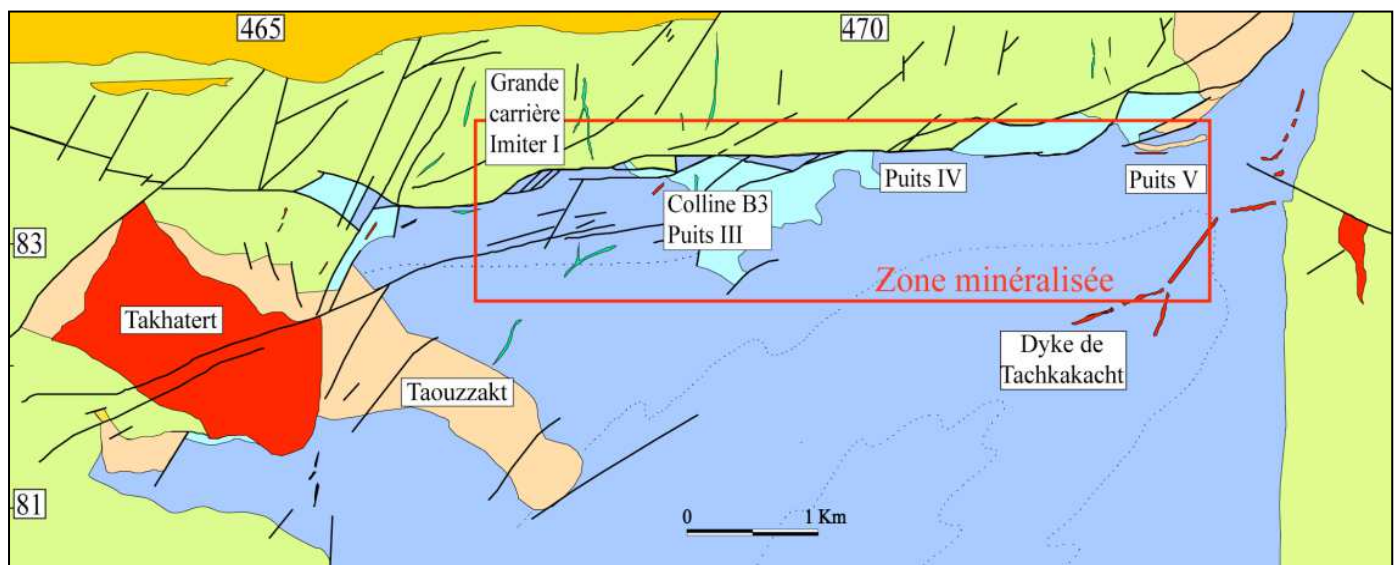


Fig.14: Cadre géologique de la boutonnière d'Imiter, modifié. (Leistel et Qadrouci, 1991)

Colline B3 : est le gisement qui présente la teneur moyenne la plus élevée, 2500 g/t Ag. La minéralisation est encaissée dans la formation métasédimentaire du Néoprotérozoïque moyen ainsi que dans le conglomérat de base et les tufs de la formation volcano-sédimentaire du Néoprotérozoïque terminal. L'extension latérale de la minéralisation est de l'ordre de 350m pour une extension verticale reconnue de 300 m.

Puits IV : est situé à 3 km à l'Est de l'usine et de la zone d'habitation. La minéralisation se présente sous forme de lentilles de direction générale E-W à fort pendage (70° à 90°) versle Nord. Les minéralisations sont encaissées dans les métasédiments du Néoprotérozoïque moyen et le conglomérat de base du Néoprotérozoïque terminal. L'extension du corps minéralisé est reconnu horizontalement sur 160 m et verticalement sur 200 m.

Puits V ou Puits Igoudrane : C'est le gisement situé le plus à l'Est de la boutonnière. Laminéralisation y est localisée au niveau de couloirs de cisaillement dans les métasédiments du Néoprotérozoïque moyen. Les corps présentent une extension horizontale de 240 m pour une extension verticale reconnue de 350 m. Les réserves de minerais reconnues par sondages sont estimées à 530 000 tonnes à 700 g/t Ag. (Barodi et al., 1998).

De nombreuses études aboutissent à la proposition d'un modèle génétique polyphasé résumé sur la figure et reprenant les conclusions de Baroudi et al. (1999). Pour ces auteurs, la formation du gisement d'Imiter s'explique au moyen d'un modèle polyphasé à préconcentration primaire syngénétique au Néoprotérozoïque moyen.

➤ **L'épisode sulfuré hydrothermal précoce (Guillou et al., 1988 ; Vargas, 1983 ; Popov, 1995)**

Il est caractérisé par des fentes de quartz en mosaïque et chlorite. Ces fentes recoupent les minéralisations syngénétiques et métamorphiques et sont elles-mêmes recoupées par les stockwerks à minéralisation argentifère épithermale. La paragenèse est composée de pyrite en plages xénomorphes corrodées par les autres sulfures.

➤ **La minéralisation à gangue dolomitique ou minéralisation épithermale argentifère (Vargas, 1983 ;Popov, 1995).**

Elle constitue un stade important de minéralisation à Imiter et est caractérisée par un stade à quartz suivi d'un stade à dolomite (Popov, 1995). Cette minéralisation présente une importante variété de sulfures et une forte concentration en argent. Lors de cette phase de minéralisation, les sulfures communs sont corrodés par les minéraux d'argent.

Le stade à quartz : Les premiers minéraux à cristalliser en agrégats ou disséminés sont l'arsénopyrite, la pyrite (Agmax 0.07%, Snmax 0.27%, Bimax 0.18%), puis la galène (Ag 700 ppm, Bi 0.3%, Te 0.2%, Sn 0.19% - 0.24%), la sphalérite (Fe 0.13% - 1.81%, Cu 0.39%, Sn 0.09% - 0.11%, Bi 0.19% - 0.26%) avec des inclusions de chalcoppyrite (Ag 0.29%, 1.11%, Bimax 0.19%, Sn 0.08% - 0.19%, Te 0.07%). L'amalgame d'argent précipite en larges plages ou en formes squelettiques entre les cristaux de quartz.

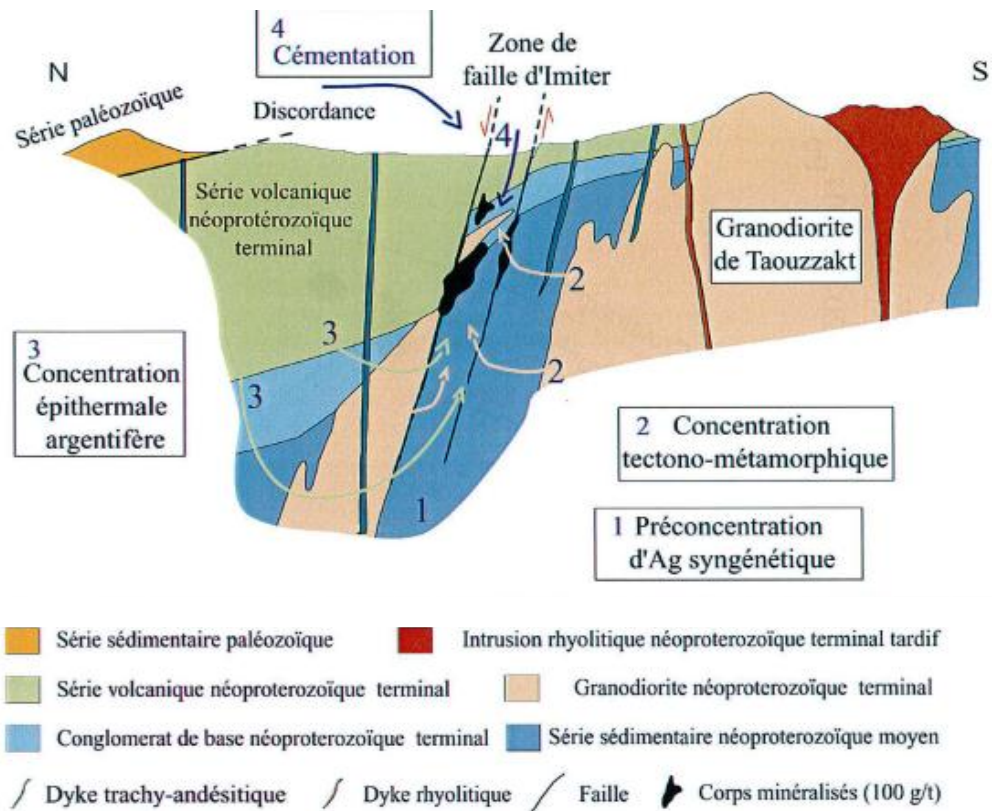


Fig.15: Modèle génétique issu de la synthèse de Baroudi et al. (1999).

Le stade à dolomite : est caractérisé par un enrichissement en mercure et cobalt. Les premiers minéraux à cristalliser sont l'arsénopyrite riche en Co et Ni avec l'amalgame d'Ag en inclusion. En association avec l'argentite et la pyrite (Agmax 800ppm, Hg 0.16% - 1.33%, Co 0.05% - 0.14%).(dolomite stérile)

Pour Guillou et al. (1988), Vargas (1983), Barodi (1998) et Popov (1995) c'est le stade de minéralisation majeur qui confère au gisement son caractère économique. Pour Baroudi (1999) la cémentation n'a pas joué un rôle important dans la concentration et l'enrichissement en argent du gisement. Selon les auteurs, la zone d'oxydation ou gossans est constituée de boxwork limonitique avec nodules et placages de malachite, limonite pulvérulente, smithsonite, rare érythrite, oxyde de Mn, cérusite et kaolinite. La zone de cémentation est caractérisée par une forte présence de plaques d'argent natif. L'assemblage minéralogique de la zone de cémentation est composé d'argent natif en plaquette (> 300 kg).

Conclusion :

La mine d'Imiter fait partie de la chaîne Anti-Atlasique (orientale, jbel saghrou), qui s'organise sous forme de boutonnières précambriennes et qui comporte deux domaines structuraux distincts séparés par l'accident majeur anti-atlasique, jalonné par des ophiolites du PII, et de direction moyenne WNW-ESE. Ce sont les deux parties orientale (massif de saghrou) et occidentale, ce massif est limité au nord par l'accident sud-atlasique et au sud par l'accident majeur de l'Anti-Atlas. Il est constitué de terrains volcaniques et sédimentaires, intrudées par de nombreux plutons calco-alcalins. L'ensemble est surmonté par des séries volcano-détritiques du PIII et grés-carbonatées du Paléozoïque.

Le gisement d'Imiter comporte une série schisto-grauwackeuse de la boutonnière d'Imiter, d'âge Protérozoïque supérieur PII, montre une succession de séquences turbiditiques interprétée comme des dépôts de cônes sous-marins au pied d'une marge continentale.

Le niveau des schistes noirs qui encaisse la minéralisation mercuro-argentifère occupe la partie sommitale du PII, ceux-ci sont considérés comme des dépôts de milieu confiné correspondant à un ou plusieurs événements anoxiques (Marini et Ouguir, 1989). Le site géodynamique de ces sédiments correspond à un contexte d'arrière arc (Ouguir, 1991). De tels schistes se retrouvent dans les boutonnières voisines, notamment celles de Boumalne et de Sidi Flah, où des indices argentifères ont été explorés.

La puissante série subtabulaire du Précambrien terminal PIII (plusieurs centaines à un millier de mètres d'épaisseur), de nature volcanique à dominance calco-alcaline (Boyer et al, 1978), regroupe des roches ignimbritiques, andésitiques, voir basiques ainsi que de multiples intrusions de semi-profondeur. D'autre part, la partie inférieure du PIII renferme un conglomérat fluvatile diachrone. Les formations d' Imiter I sont intrudées par des granitoïdes qui y développent un léger métamorphisme de contact. Les séries du PII et du PIII sont recoupées par un réseau doléritique, sans atteindre les terrains paléozoïques, suivant deux directions régionales N020° et N035°.

La typologie des corps minéralisés d'Imiter, basée sur le contexte géologique et sur la morphologie, permet d'identifier trois types de corps :

- Des corps sous forme d'amas subhorizontaux se concentrent au contact des formations du socle avec la couverture volcano-sédimentaire du PIII inférieur. la minéralisation est sous forme de stockwerk encaissé dans les conglomérats et les tufs de base du PIII. Ces corps ont constitué, dans le passé, l'essentiel de la minéralisation et sont actuellement épuisés.
- Des filons à pendage nord, encaissés dans les pélites associées aux accidents majeurs à jeux multiples .Ces corps sont puissants et présentent des teneurs élevées.
- Des filons à pendages sud, sécants sur la lithologie ; ils ont été mis en évidence récemment. Ils sont sous forme de fentes intimement liées aux accidents majeurs, dont ils reflètent le jeu cassant synchrone de l'événement minéralisateur. Ils sont peu puissants mais s'étendent horizontalement sur plusieurs centaines de mètres.

Chapitre II- Etude géologique et structurale de la zone d'étude : Imiter 2 Amont (Niveau 1460)

II-1 Problématique du stage et travaux réalisés :

Imiter 2 est une des principales zones minéralisées du gisement d'Imiter. Il montre une variété de structures filoniennes qui s'enracinent jusqu'à plus de 500m de profondeur. Actuellement, un projet est lancé pour revenir en amont (entre la surface jusqu'à -100m), où il reste des concentrations intéressantes de minerais à exploiter en souterrain ou, si les conditions le permettent, en carrière.

Notre travail s'inscrit dans ce projet qui consiste en la réalisation d'un ensemble de tâches sur la partie amont du gisement. Cette zone est caractérisée par la présence du contact P3 (volcanosédimentaire) / P2 (pélites). Généralement on étudiera **l'influence de ce contact** sur la fracturation du massif et plus particulièrement sur la minéralisation.

Ce travail contribue à la **collecte des données existantes** (anciens levés, échantillonnages...), réalisation du **levé des galeries SMAM2** (faciès litho, structurale, minéralisations...), **l'Echantillonnage pour étude pétrographique** (faciès sédimentaires et magmatiques), **l'Etude comparative de la fracturation** dans le P2/P3 et enfin **l'Interprétation et synthèse** sur les contrôles de la minéralisation dans la zone d'étude, et en particulier l'influence contact/structures.

II-2- Etude lithostratigraphique et pétrographique du secteur d'étude.

Le secteur d'étude est situé au Nord de la mine d'Imiter, il contient les formations suivantes :

- Le socle grésio-pélitique P II.
- La couverture volcano-sédimentaire P III.

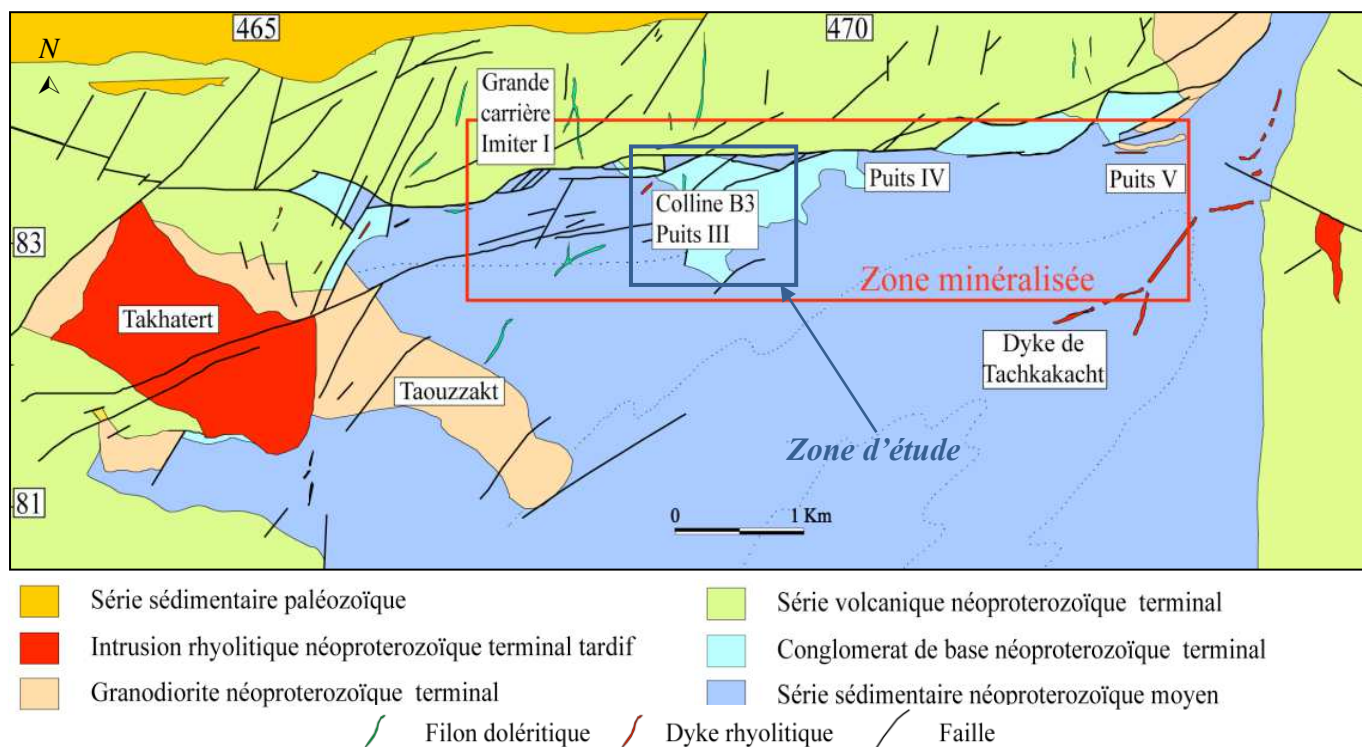


Fig.16 : Présentation de la zone d'étude. (Leistel et Qadrouci, 1991)

Dans le secteur d'Imiter II, la forme de la minéralisation diffère selon la nature de l'encaissant, ainsi dans le PII, elle est représentée par des structures filoniennes dont la direction privilégiée est N 70° à N 100°. Dans le PIII, la minéralisation se présente sous forme de corps en amas de direction Est Ouest. En outre, cette minéralisation se trouve parfois disséminée dans la roche encaissante du PII et du PIII. Le

secteur d'imiter II englobe plusieurs structures minéralisées tels que : Corps Principal B3, structure SS1, Structure SS3 et les structures R4, R5, R6, R7 et R8.

Les levés géologiques que nous avons réalisés et l'étude macroscopique et microscopique des lames minces préparées (9 lames), nous ont permis de déterminer l'ensemble des faciès caractérisant notre zone d'étude. La description des faciès pétrographiques est détaillée dans les paragraphes qui suivent.

II.2.1 Le socle métasédimentaire Cryogénien (PII) :

Le secteur d'étude montre une série sédimentaire comportant un empilement de termes détritiques varie d'âge Cryogénien-Ediacarien (Néoprotérozoïque) avec des niveaux sombres schisteux de nature gréseuse, gréseux-pélitique ou pélitique d'aspect monoclinal et de direction généralement E-W avec des pendages forts vers le Nord. L'unité terminale de la série, représentée par des pélites noires riche en matière organique, joue un rôle très important dans le piégeage des éléments chimiques au cours de la formation des gisements.

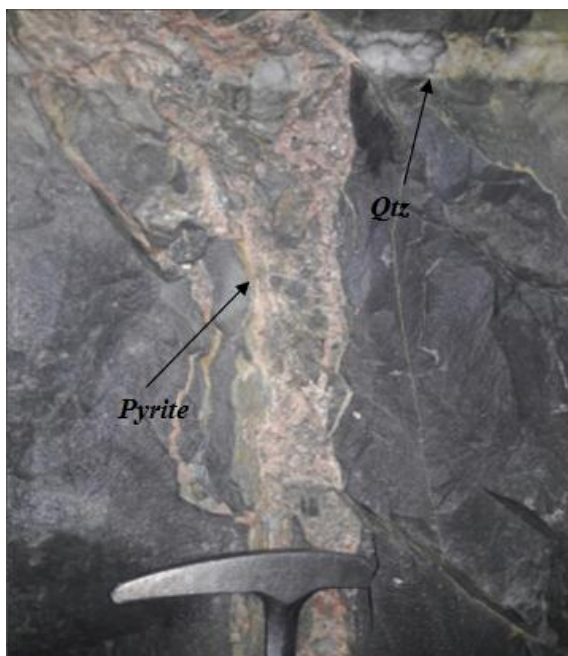


Photo 1: Faciès grésopélitique.

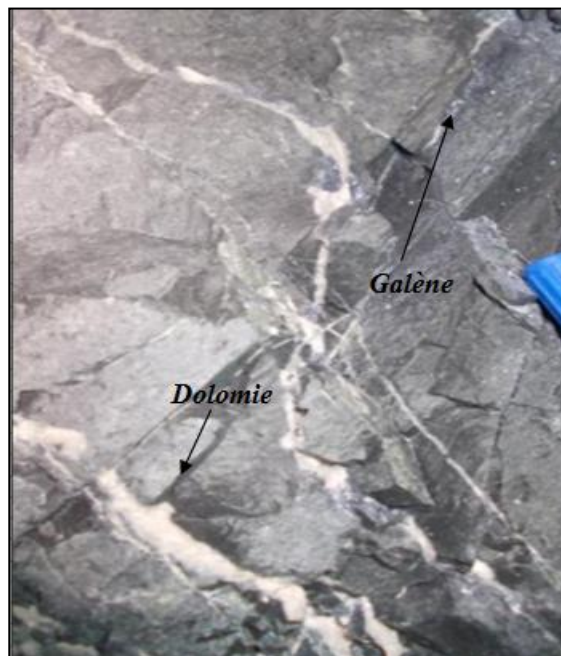


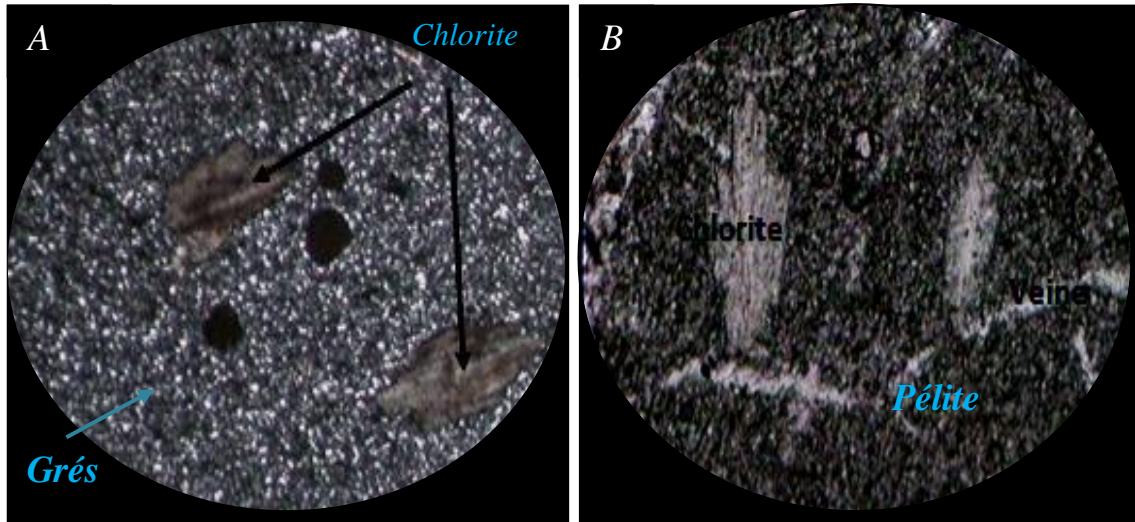
Photo 2: Grés traversé par un filon de dolomite rose.



Photo 2: Faciès pélitique.

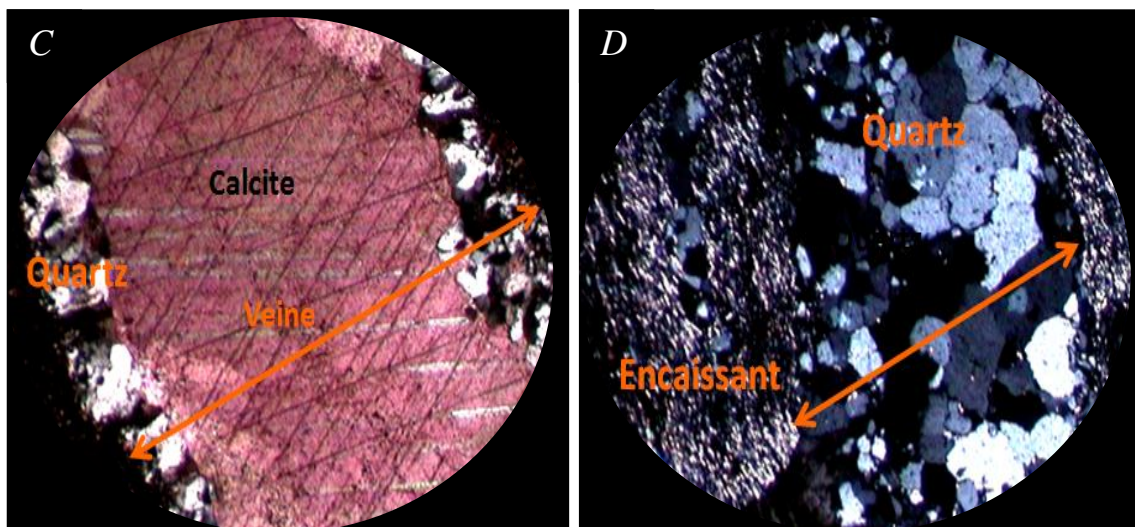
Au microscope, la série cryogénien est composée d'éléments figurés de nature quartzeuse très abondante, des feldspaths et des minéraux opaques de granulométrie hétérogène altérée en chlorite. Ces éléments sont liés par une matrice de nature pélitique. Donc c'est un grès très fin ou grès microgrenue.

Au niveau de ces formations existent un ensemble de filon d'épaisseur centimétrique dépourvu de minéralisation à remplissage de quartz, calcite et dolomie rose. Quelques veines sont minéralisées (pyrite, blende, galène et Argent natif).



A : Faciès gréseuse.

B: Faciès pélitique.



C: Veine à gangue quartzeuse (quartz mosaïque).

D: Veine à gangue quartzeuse aux épentes et calcitique au centre.

Photo 4 : vue microscopique de grés et pélites du cryogénien. (Gro. : x40, LPA)

- Les dykes d'Imiter.

Le réseau de dykes (Dolérite, basalte, andésites, rhyolite et microgranite) d'Imiter est relativement denses recoupent les séries du PII et PIII .Ils ont une puissance métrique et s'alignent selon des directions

N-S, NE-SW et dans un degré moindre N80 à 100. Les filons correspondant à des voies d'alimentation des manifestations du volcanisme PIII (Baroudi, 2002).

Dans le secteur de la mine, il existe une dominance des dykes intermédiaires doléritique à couleur verte sur cassure fraîche. Ces roches montrent une texture microlitique, parfois porphyrique. Du point de vue géochimique, il s'agit d'un volcanisme calco-alcalin de zone de subduction. (Levresse, 2001) met en évidence un évènement rhyolitique tardif représenté par les rhyolites de Tissidelt N'Takhattart.

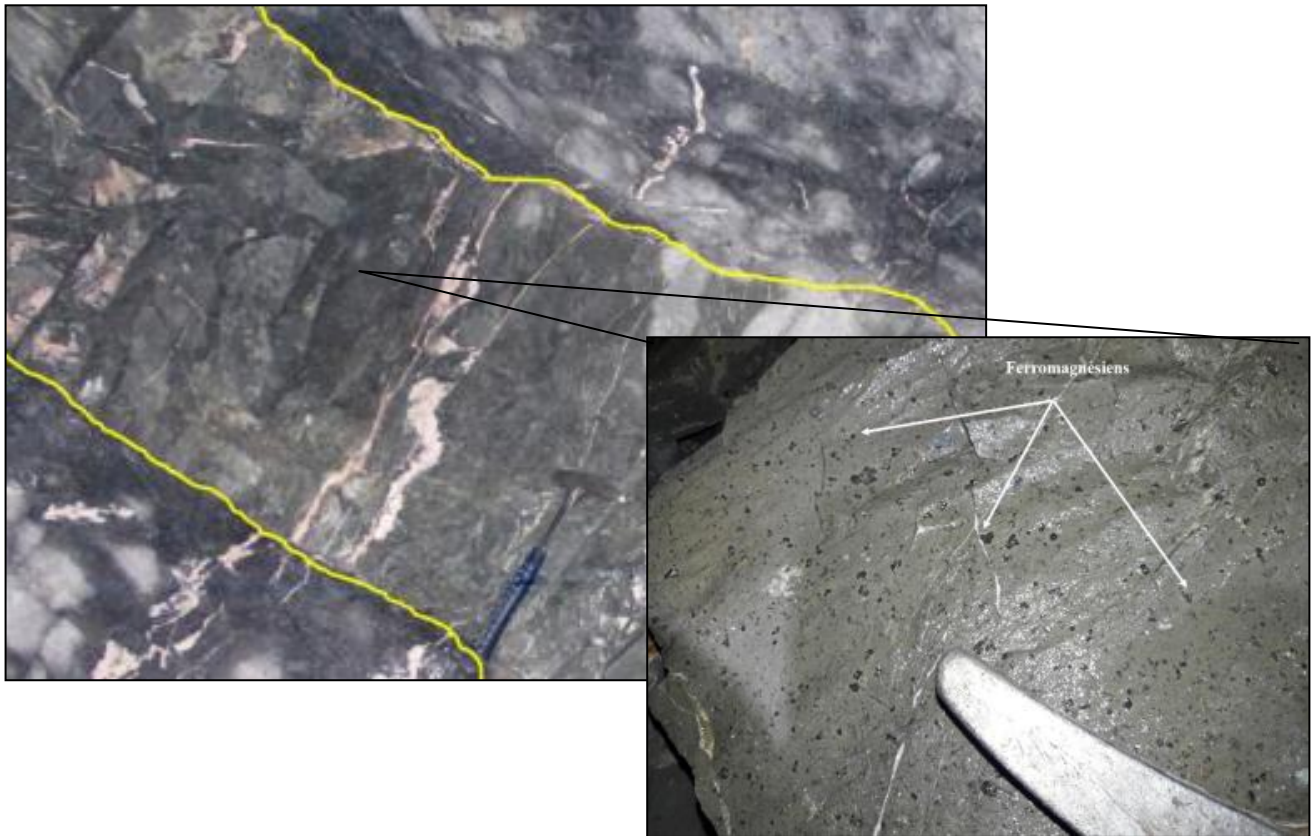


Fig.17 : Dyke encaissé dans les pélites, traversés par des veines de dolomie rose et avec des taches de Ferromagnésiens.

✚ Les dolérites :

C'est un réseau filonien de puissance variable, généralement centimétrique. Ce type de faciès est reconnaissable sur le terrain par l'existence des tâches noires et aussi par sa couleur qui ressemble aux formations gréseuses du Cryogénien (PII) mais avec une orientation déférente par endroit, qui est généralement E-W dans le secteur d'imiter II.

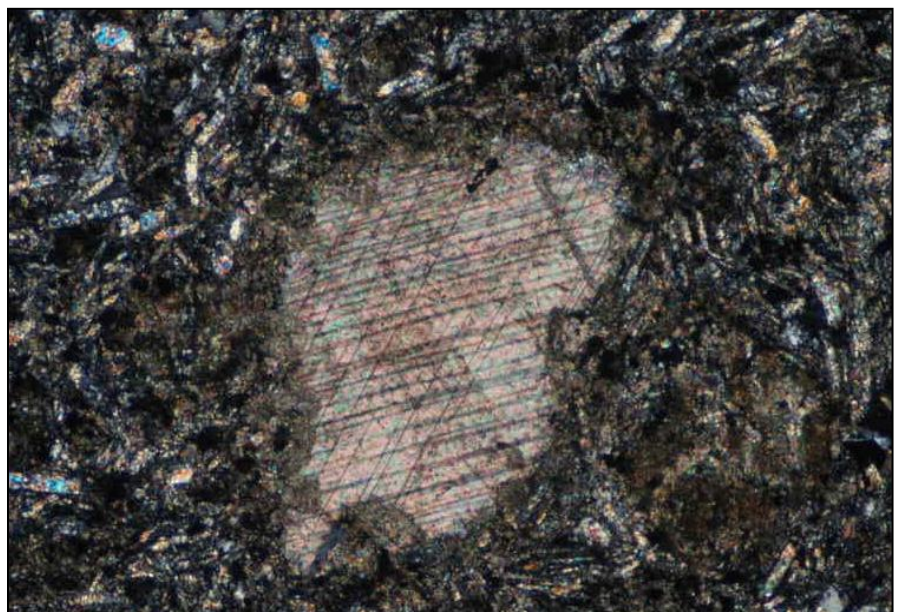


Photo 5 : Mésostase microlitique faiblement développée, dessinent une texture intersertale. Avec des phénoblastes transformés. (Gro. : x 40, LPA)

Microscopiquement, cette roche est caractérisée par une mésostase microlitique faiblement développée. On distingue la présence de fantômes de phénocristaux indéterminés, des minéraux primaires tel que les plagioclases, les clinopyroxènes et les minéraux opaques et des minéraux secondaires tel que la chlorite, l'épidote sous forme de granule et de la calcite.

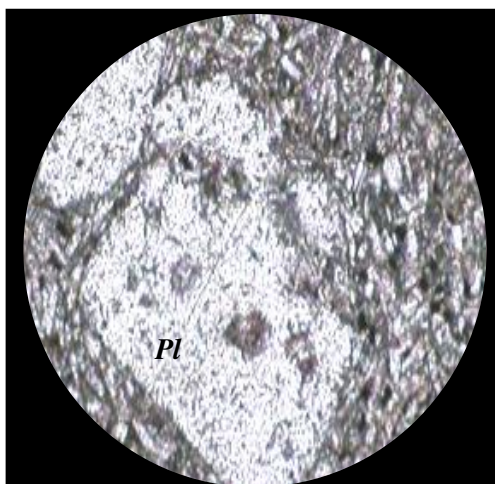
Les andésites :

Généralement, les andésites filoniennes sont très peu répondues dans le secteur minier d'Imiter. Par contre, elles sont très connues dans les travaux souterrains.

Au microscope, on distingue des phénocristaux noyés dans une mésostase microlitique formée essentiellement de petite latte de plagioclase qui donne pour cette roche une texture microlitique porphyrique (photo Texture). Les phénocristaux qui ne dépassent pas les 15 % du volume totale de la roche, sont des plagioclases presque entièrement remplacée par la calcite. Dans certains phénocristaux de plagioclase on note l'existence des Minéraux opaques. L'altération des plagioclase se traduit par l'apparition des paillettes de séricites. Certains phénocristaux de plagioclase laissent apparaître des macles polysynthétiques. La mésostase constitue plus de 65% de la roche qui est formée essentiellement de microlithes de plagioclase altérés en séricites, on notera aussi la présence d'autres minéraux tels que la chlorite, la calcite, les opaques et l'épidote.

A l'aide du microscope métallographique nous avons pu distingués entre deux types des minéraux opaques, les premiers sont généralement des oxydes de Fer formés au moment de cristallisation de la mésostase, les secondes sont peut être associées à un épisode tardif, en relation, soit aux phénomènes des altérations, soit tous simplement aux moments précoces de minéralisation.

On note la présence des microfilonnets millimétriques de direction générale E-W à remplissage quartzeuse ces microfilonnets sont exempts de minéralisation.



B : des opaques inclus dans les plagioclases.



A : ferromagnésien englobant des opaques.

II.2.2. Photo 6 : coupe minérale des andésites basiques d'Imiter. (Gro. : x40, LP)

La série de Néoprotérozoïque terminal commençait par les dépôts des roches détritiques de nature conglomératique, suivi par des tufs massifs et lités, des roches rhyolitiques et la série s'achève par des ignimbrites.

- Les conglomérats :

Ces conglomérats de couleur noirâtre, sont formés par des éléments figurés associés entre eux par une matrice de nature variée (gréseuse silicaté). Les éléments figurés sont aussi de natures différentes, qui sont généralement soit, des fragments d'origine métasédimentaire représentés par des pélites gréseuses remaniées du socle Cryogénien (PII) de taille millimétrique à centimétrique, soit, des fragments d'origine magmatique surtout granodiorite et quelques fragments de roche volcanique andésitique. La taille des éléments varie du millimètre à des dizaines de centimètre. La forme anguleuse est plus dominante que celle sub-arrondie. Ceci témoigne d'un court transport.



Fig.18 : Conglomérat de base de la série Ediacarien.

Au microscope, on note la présence d'éléments figurés de nature variés qui se présentent soit sous forme de grains de quartz soit sous forme de débris de roches (de nature gréseuse, pelitique (siltites) anguleux ou sub-arrondie. Ces éléments figurés sont liés par une matrice de nature gréso-pelitique (quartz, micas, feldspath et matériel fin pelitique) ; il s'agit d'un conglomérat polygénique (photo). A noter l'existence de quelques rares veines à remplissage calcitique et de temps en temps quartzeuse exempts de minéralisation.

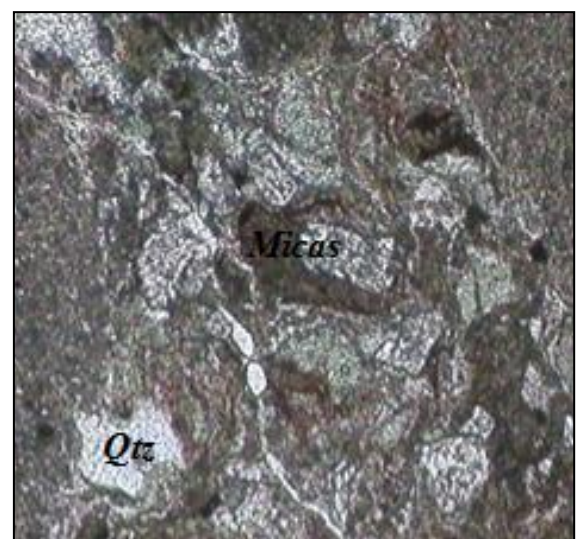


Photo 7 : vue microscopique des conglomérats d'Imiter. (Gro. : x40, LP).

- Les tufs :

Il s'agit des dépôts pyroclastiques caractérisés par des litages millimétriques à centimétriques subhorizontaux. Cet aspect lité matérialisé par une alternance des lits clairs relativement épais et des lits sombres assez fins. Ce faciès est représenté par des coulées pyroclastiques. La distinction entre les deux faciès est basée sur la composition minéralogique, la texture de la mésostase et le degré de soudure. Les fragments sont généralement sub-arrondis, emballés dans une matrice grisâtre à verdâtre.

L'étude microscopique montre que ce faciès ne présente pas des textures vitroclastiques ou de fiammes. Il s'agit donc d'un faciès de tufs-lapilli massif non soudé (ou ignimbrite non soudée).

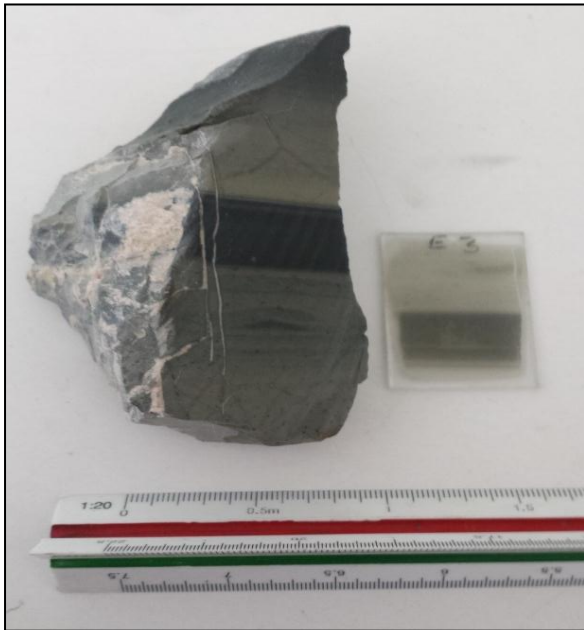


Fig.19: Tufs fins lités de complexe supérieur.

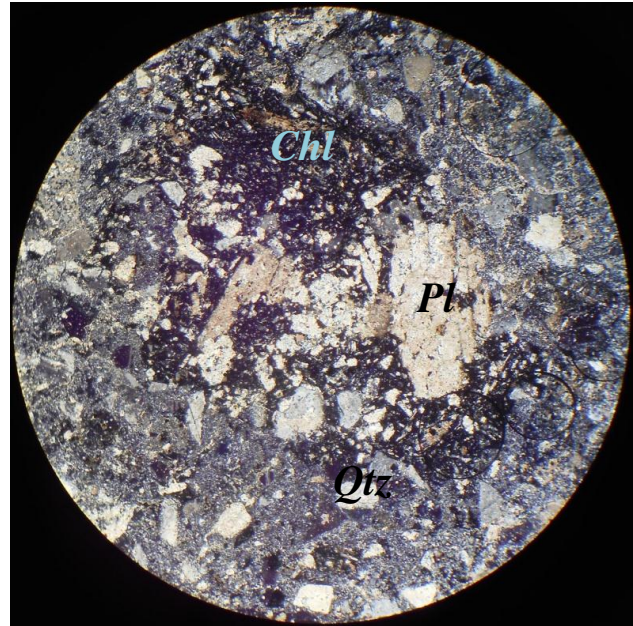


Photo 7 : Vue microscopique d'un tuf lité de la couverture PIII. (Gro. : x40, LP).

-Les fragments lithiques rencontrés ont des compositions andésitiques, formés de phénocristaux de feldspaths altérés, de rares quartzs et des fantômes de minéraux ferromagnésiens chloritisés. La mésostase est formée de plagioclases en baguettes.

-Les fragments de cristaux sont : (i) le quartz, assez fréquent et xénomorphe, dans la taille d'environ 0,5 mm, souvent anguleux et corrodé. (ii) les feldspaths ont des formes en paillettes de tailles d'environ 2 mm, ils sont représentés par des feldspaths potassiques et des plagioclases séricitisés. (iii) la biotite est altérée et de forme en paillette, de taille d'ordre 1 mm. (iv) les fantômes de minéraux probablement ferromagnésiens sont altérés en chlorite et épidote. Les minéraux opaques, montre des formes carrées et sont disséminées dans la roche.

- La mésostase (matrice) est quartzo-feldspathique.

- Les ignimbrites :

Elles sont bien développées dans la boutonnière d'Imiter et forment la plus part des sommets (Tisdelt Takhatart et Jbel Igoudrane). Ces roches se caractérisent par une texture vitroclastique et par la présence des fiammes. (Bajja 1987).

II-3-Tectonique cassante :

La faille d'Imiter constitue un relais décrochant où se recoupent plusieurs systèmes de fractures. Elle se présente comme un complexe faillé d'allongement généralement E-W. Les études structurales sur l'ensemble du réseau de failles d'Imiter, ont permis de mettre en évidence des caractères distensifs et décrochant de ce réseau au Néoprotérozoïque terminal ainsi que son influence sur le développement de la minéralisation (Levresse, 2001 ; Ouguir et al. 1996 ; Ouguir et al. 1994).

Ces études, essentiellement fondées sur l'interprétation statistique de plans de failles et leur trace de mouvement (Angelier, 1983), ont permis de mettre en évidence deux régimes tectoniques majeurs (fig.X) :

- Régime extensif : purement normale (σ_1 = vertical; σ_2 = N070; σ_3 = N160) résultant d'une distension NNW-SSE. Il est défini dans la zone minéralisée et l'ensemble de la faille d'Imiter. Ce régime est caractérisé par le dépôt de sulfures.
- Régime normal décrochant sénestre : avec des axes de contraintes σ_1 et σ_3 de direction respective NNE-SSW et SE.

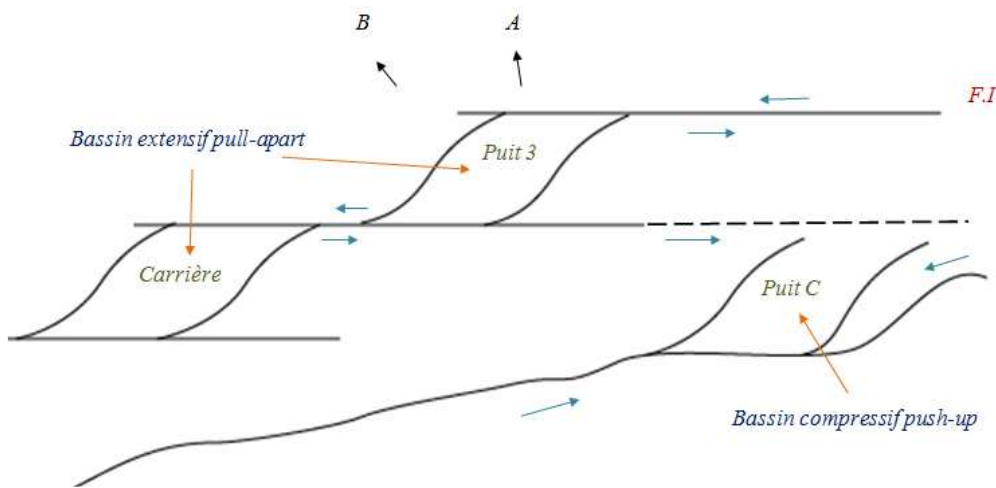


Fig. 20: Schéma expliquant la formation de relais extensif (pull-apart) et de relais compressif (push-up) pendant le jeu normal-décrochant sénestre de la faille d'Imiter (Ouguir, 1997)

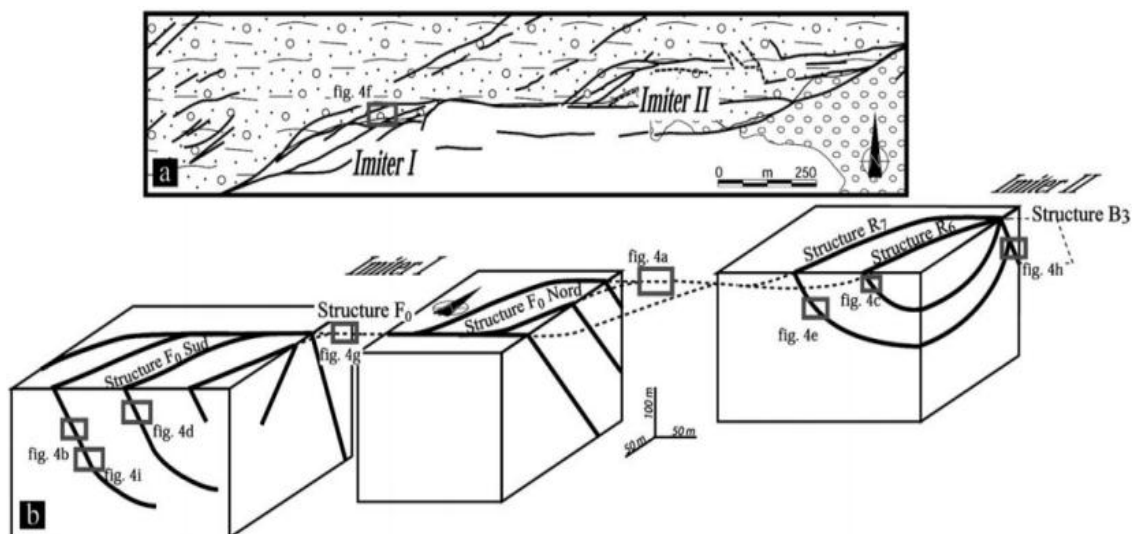


Fig.21:

Schéma structural du gisement des secteurs d'Imiter I et II et Bloc diagramme synthétique montrant la géométrie des principales structures minéralisées (F0 sud, F0, F0 nord, R7, R6 et B3) observées en galerie.(document SMI)

La R7, R6 et le corps B3, montrent également des variations de pendage. Le corps B3 est formé d'un ensemble de structures présentant les mêmes caractéristiques que la structure F0 et est assimilé à la structure majeure. Les structures annexes R6 et R7, toutes les deux orientées N065 E et à fort pendage vers le sud (cad. 60), montrent des pendages plus faibles (cad. 20–35) dans les niveaux inférieurs.

Etude des différents systèmes de failles :

Le niveau 1460 de la zone SMAM II, est affecté par plusieurs familles des failles dont la plupart se sont des failles NE-SW. Les mesures effectuées sur le terrain dépassent 60 mesures. Donc on peut distinguer les familles des failles suivantes :

- **Famille ENE-WSW** : elle est plus fréquente dans ce niveau, présentant une direction qui varie entre N60° à N80° et un pendage fort (de 60°N à 60°S). leur puissance est de 100 cm très oxydé parfois à fentes dolomitiques.
- **Famille NE-SW** : elle est moins fréquente, et présentant une direction qui varie entre N30° à N40° et un pendage fort (entre 70°N à 70°S). Leur puissance est de 77 cm se sont des couloirs très oxydé à remplissage dolomitique parfois oxydé.
- **Famille E-W** : elle présente des directions qui varient entre N80° à N110° et un pendage subvertical environ de 85° Sud. Leur puissance est de 60 cm ce sont des couloirs qui ne marque pas de trace de remplissage (couloirs broyés, altérés).

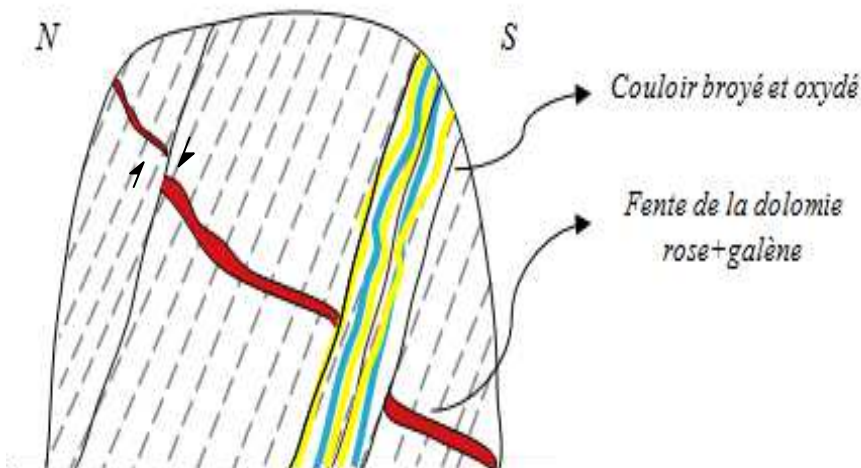
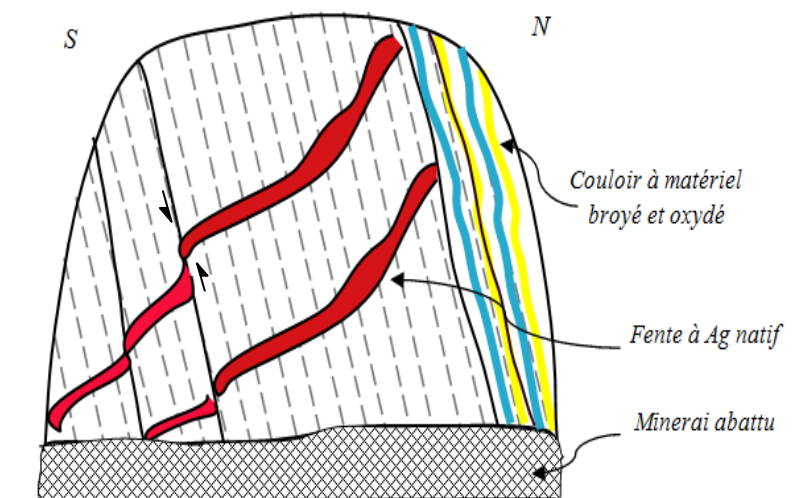


Fig.22 : Amont R6 EST 1464

Fig.23: Amont R6 WEST 1464



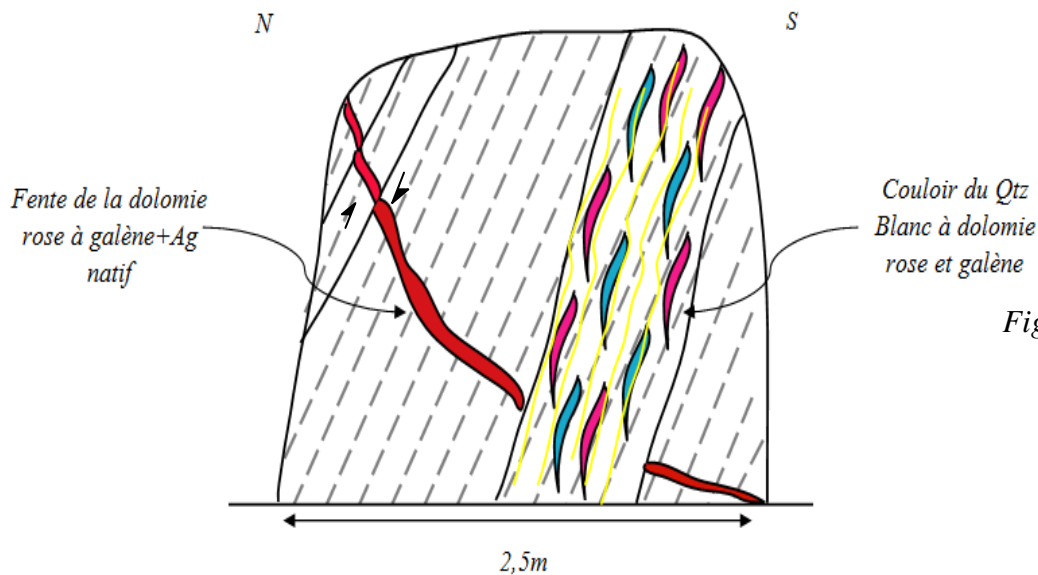


Fig. 24: Amont R6 EST 1464.

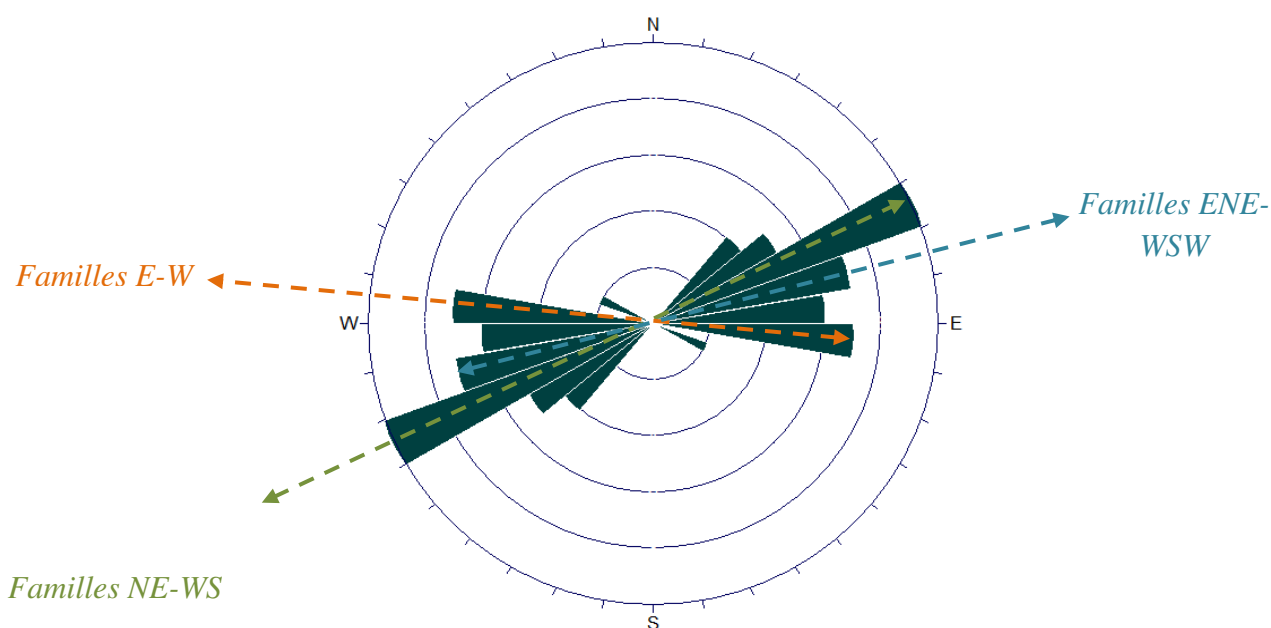


Fig. 25: Rose Chart de failles mesurées a SMAM II, au niveau 1460.

Généralement les fentes minéralisées de la partie ouest du niveau 1460 à pendage vers le sud, à jeu dextre normale, décalé par des couloirs E-W broyé et oxydé.

II-4-Minéralisation :

A Imiter II, la minéralisation se présente sous deux formes :

Structures filoniennes : dont la direction privilégiée est N70-90 avec un pendage subvertical vers le Sud (80° à 85° N) encaissées dans des formations gréséo-pélitiques à gréseuses. La gangue est dolomitique ou quartzeuse (Quartz gris).

Corps en amas : de grande puissance à gangue dolomitique, calcique ou quartzeuse Il existe une troisième forme dite disséminée dans les roches encaissantes (sans gangue) mais qui reste toujours liée à des structures filoniennes ou à des corps en amas. L'étude minéralogique exécutée le long des tailles a pu révéler une paragenèse minérale variée des sulfures accompagnant la minéralisation. Il s'agit d'une minéralisation hydrothermale.

Cette minéralisation est localisée dans des zones dans laquelle la gangue est dolomitique (ph.8) (se trouve soit associée avec le quartz ou sous forme de lentilles massives, et contient parfois des brèches de l'encaissant.

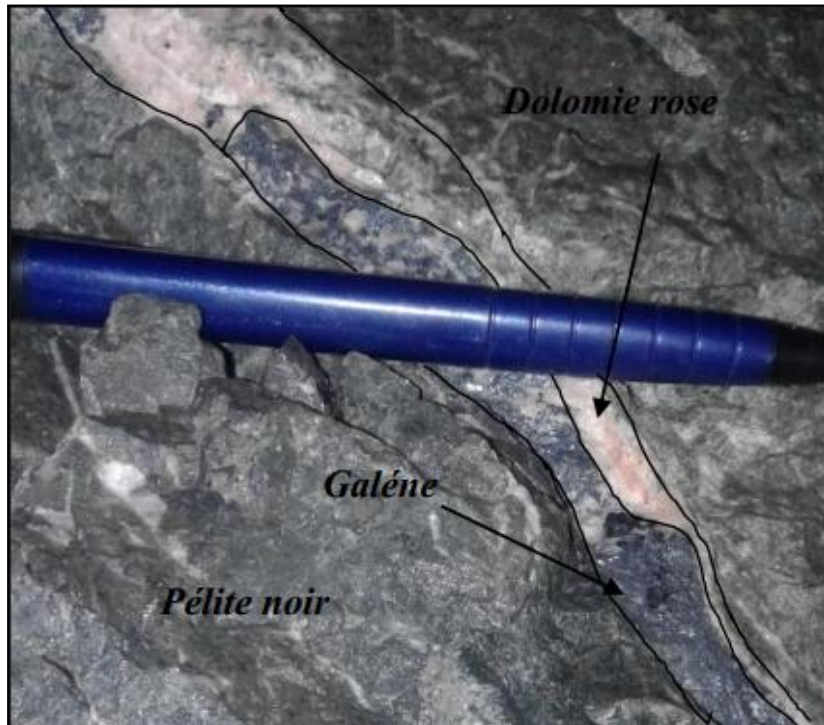


Photo 8 : Gangue dolomitique à galène encaissée dans les pélites noir.

Elle est considérée comme le faciès principal porteur de la minéralisation, Elle se présente sous forme d'un ensemble de veinules qui constituent une structure ou un couloir avec un pendage soit vers le Nord soit vers le Sud. Cette variation de pendage donne naissance à un système de pull-appart qui est le plus représentatif de la distribution de l'ensemble de la minéralisation à Imiter en général). Ou quartzeuse (sous forme de longues veines (ph.9). Presque toute la structure montre une brèche hydraulique (ph.9). Et généralement stérile). Aussi un cortège de sulfures secondaire accompagne cette minéralisation sous forme de blende, de galène, de pyrite, de chalcopryrite...

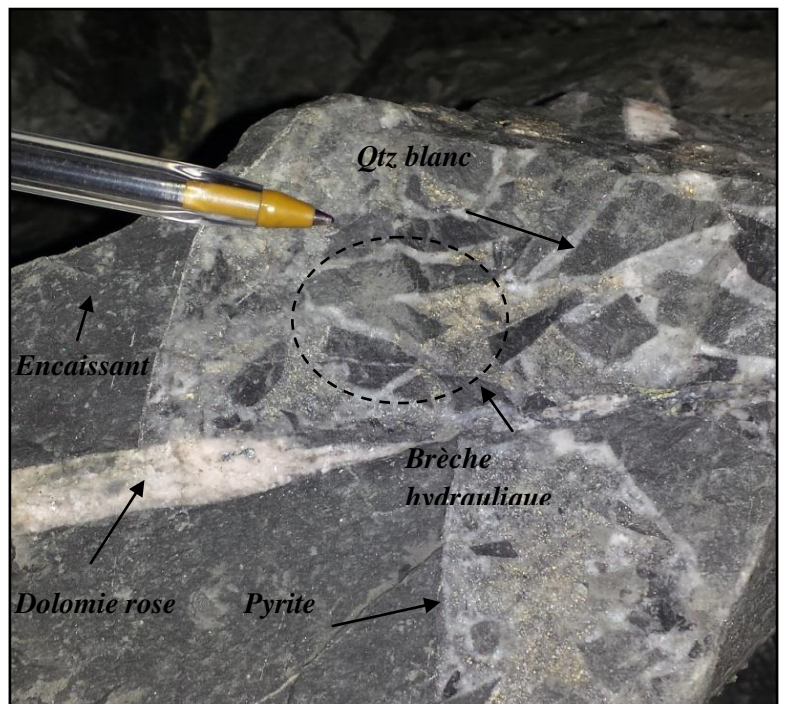


Photo 9 : brèche hydraulique.

La pyrite est le sulfure le plus abondant, rencontré toujours le long de l'encaissant et même au niveau de la structure bréchifiée (ph.9). Macroscopiquement Elle se présente sous forme de cristaux automorphes disséminés, d'agrégats ou de veines. La galène est rencontrée fréquemment dans la structure bréchifiée à dolomie rose ou parfois avec le quartz gris, et considéré comme un minéral accompagnateur d'argent (ph.9).

La sphalérite est bien marqué au niveau de l'encaissant et se présente dans la plupart des cas sous forme de veinules très minces (ph.10), disséminé ou le plus souvent en petites masses concentrées. la chalcopyrrite est présenté sous plusieurs formes : disséminée, en mouche ou sous forme d'une masse concentrée, et au plus souvent au niveau de quartz gris.

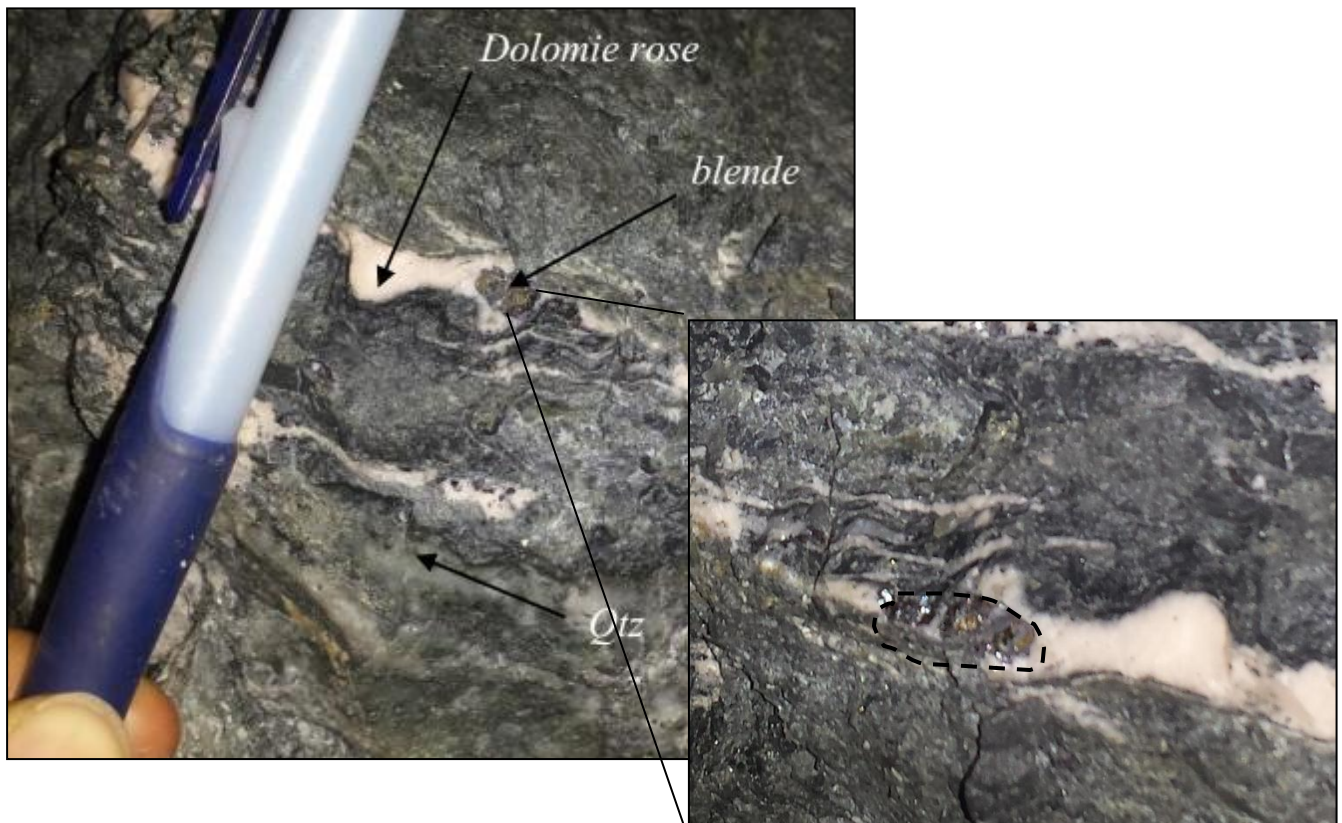


Photo 10 : Sulfure de Zn.

Argent natif (en plaquette) : Cette minéralisation est observée sous forme de grains disséminés, dans les pélites ou dans une gangue quartzreuse, carbonatée ou encore au niveau des métapélites, ou des plaquettes, fils ou en fissure dans des paragenèses tardives de remobilisation. Son origine pourrait résulter de processus supergènes.

Argent rouge (proustite) : Ce type d'argent est le plus rare et le plus souvent sous forme disséminée avec un aspect rougeâtre claire.

Argent noir (acanthite) : Cette minéralisation a un aspect de feuillet noirâtre. Il est observé généralement dans la dolomie rose très riche en galène massive.

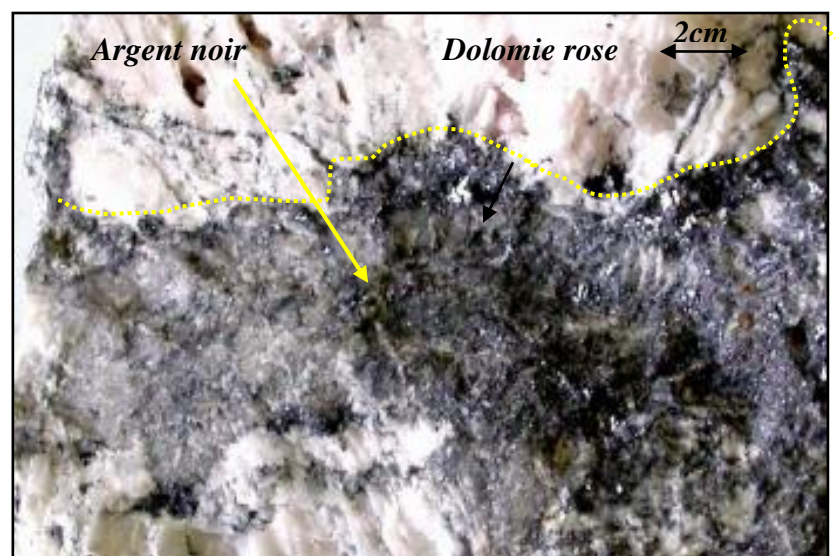


Photo 11 : Argent noir

II-5- Plan du niveau 1460 et sondages carotté :

Le levé a pour objectif la représentation graphique de tous les faciès constitutifs des zones étudiées, fracturations, minéralisations.....etc, suivant une échelle de 1/200, et surtout ce qui concerne la structure bréchifiée qui contient la minéralisation dont sa poursuite a plus d'importance dans notre sujet. Et pour cela, on a choisi de lever les structures aux niveaux 1460, dans le secteur d'Imiter II (SMAM II) ; la R6, la R7, la SS3....etc., Selon les étapes suivantes :

-Plan repère : levé géométrique du Niveau 1460.

-Projection des différentes structures sur le repère : lithologiques, structurale et minéralogique.

La figure ci-après présente la zone étudiée et les structures dans le niveau 1460 :

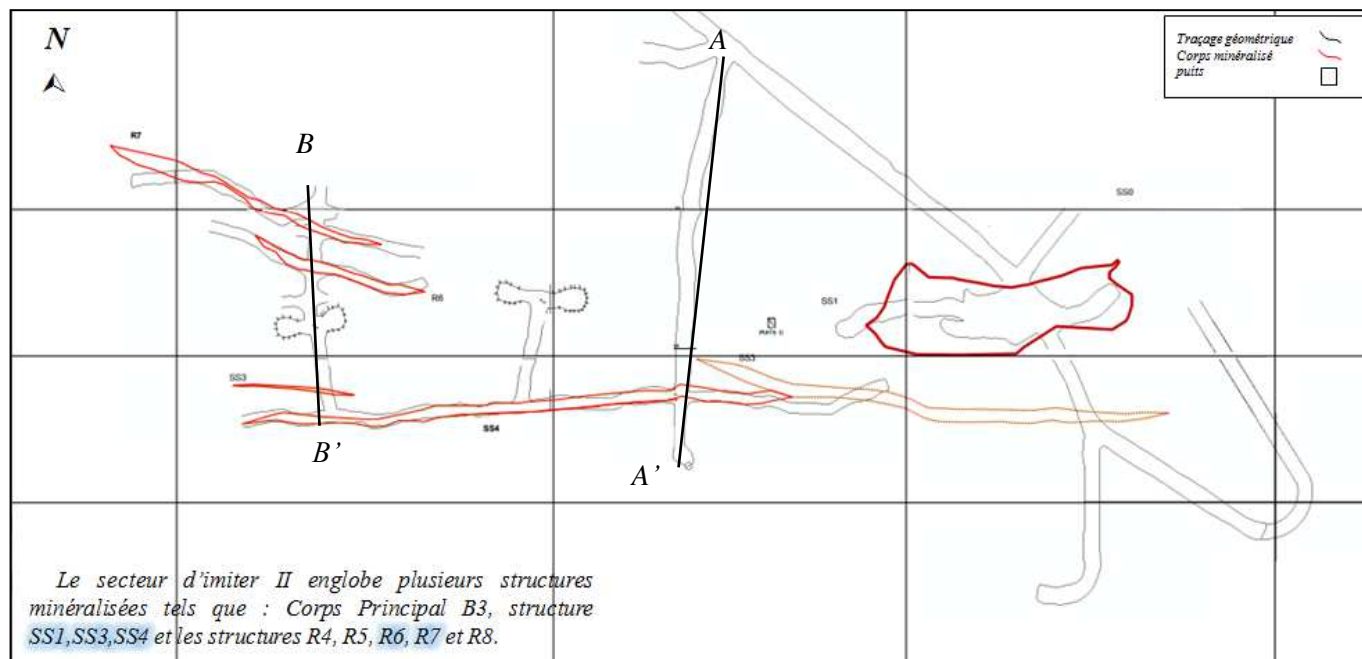


Fig.26 : plan géométrique de la Zone d'étude. (Imiter II, SMAM II, Niveau 1460)

Nous avons fondé nos recherches sur une analyse tectonique, afin de reconnaître puis de déterminer l'impact du contact PII/PIII sur la minéralisation. C'est ainsi qu'il a fallu, dès le départ, préciser l'échelle d'observation des structures étudiées, et définir clairement l'unité lithologique affectée. Par conséquent, notre analyse passe d'abord par la description des structures affectant le niveau.

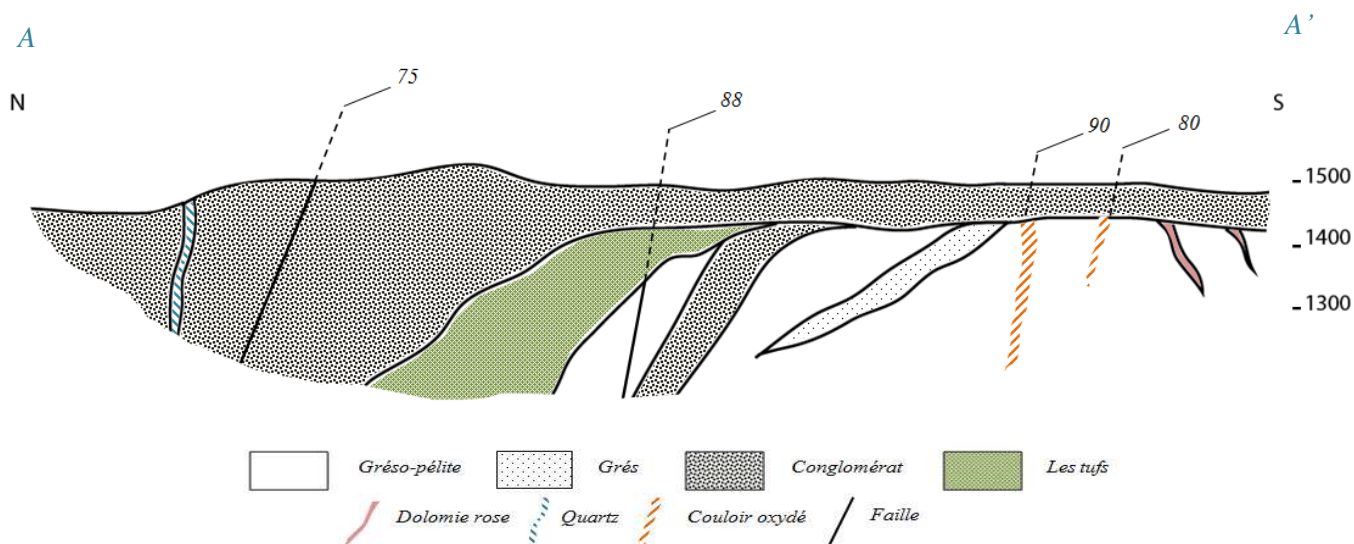


Fig.27 : coupe synthétique AA'.

Ensuite, on a complété notre analyse par l'étude de ces structures dans le niveau 1390 et la surface par l'utilisation de la carte géologique d'Imiter au 10 000ème. Et par la suite de faire une étude géologique au fond de la mine par le levé géologique, pour faire une corrélation entre les résultats obtenus afin d'obtenir une coupe synthétique du contact PII/PIII. La structure principale exploitée à SMAM II montre une direction généralement E-W à pendage Sud, l'accès se fait par une galerie N-S (fig.26).

Afin de déterminer l'organisation et la répartition spatiale de la minéralisation. Un suivi d'exploitation consiste à réaliser des levés des fronts avec la direction, le pendage de la structure principale, le type de remplissage des fentes mais aussi une description macroscopique des minéraux en se basant sur l'observation à l'œil nu et aussi sur les teneurs d'écaillage (c'est la teneur en argent dans chaque faciès).

La structure principale à SMAM II est encaissée dans les pélites noires du Cryogénien (P II) dans lesquelles on observe une dissémination de la pyrite dans les plans de schistosité et constitue aussi le remplissage des fentes carbonatées et veines d'argent natif à l'intérieur et à l'extérieur des zones de broyage. On observe aussi l'existence de dykes (E-W adjacent aux structures), avec oxydation à limonite, et à texture grenue ou microgrenue.

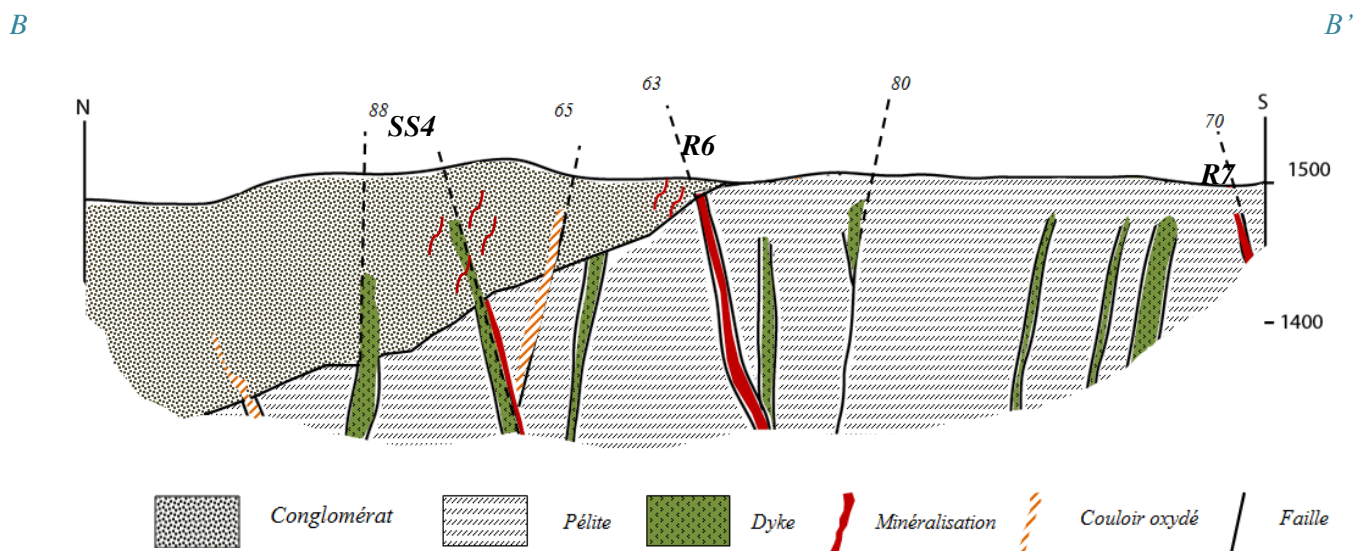


Fig.28 : coupe synthétique BB'.

Les réseaux R et la structure sud 3 qui caractérise SMAM II sont considérés comme des structures subparallèles et recoupées par deux types de failles, par séquences. Le premier type décale la minéralisation, le deuxième favorise l'apparition des fentes de dolomie rose sous forme de stockworks. Ces fentes de la dolomie rose marquant les réseaux R (bréchifier à remplissage du quartz gris à sulfures et d'argent natif). Et on distingue :

- Le Couloir E-W : qui décale les structures (à remplissage quartz, dolomie et calcite, fortement altéré et parfois broyé et de pendage fort vers le nord).
- Le Couloir NE : à échelle métrique, à matériel fortement altéré et broyé.

Dans un but de compléter les connaissances de recherche et de préparation géologique, le niveau 1460 a connu différentes campagnes de sondages descendants et montants. Pour explorer les différentes structures argentifères d'Imiter à titre d'exemple, les sondages carottés. Sous forme de carotte rocheuse

cylindrique découpée selon un mouvement de rotation par un outil appelé couronne qui est fixé au bout d'une tige métallique.

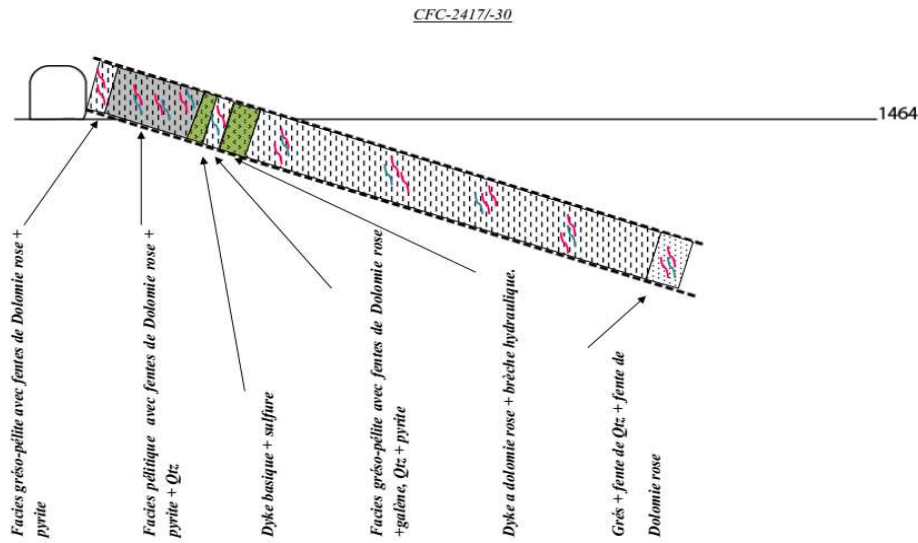


Fig.29 : Description du sondage carotté 2417/-30

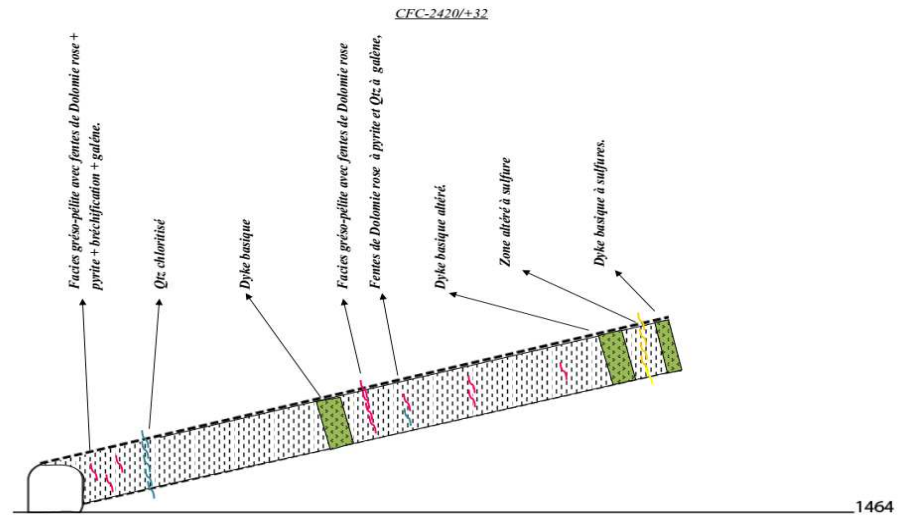


Fig.30: Description du sondage carotté 2420/+32

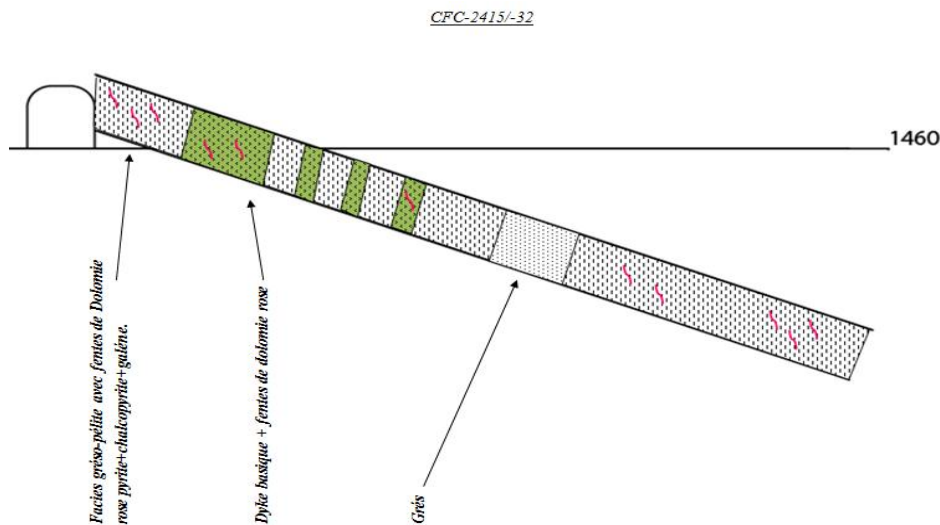


Fig.31 : Description du sondage carotté 2415/-32

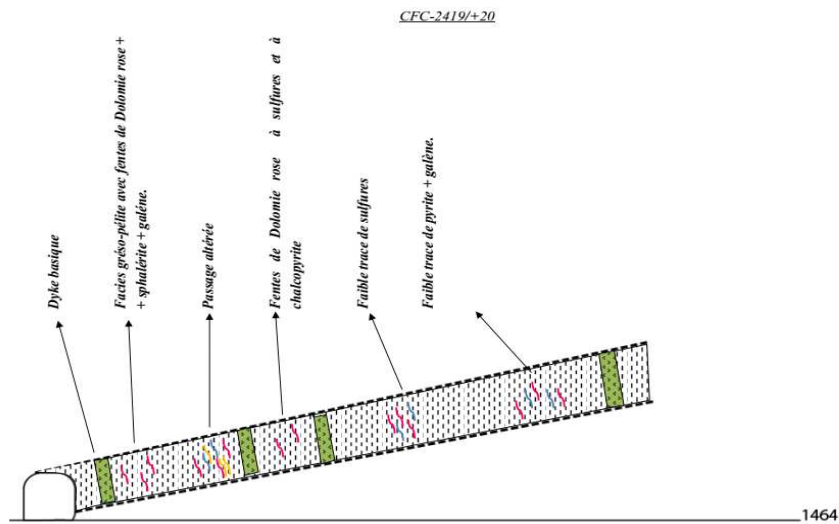


Fig.32: Description du sondage carotté 2419/+20

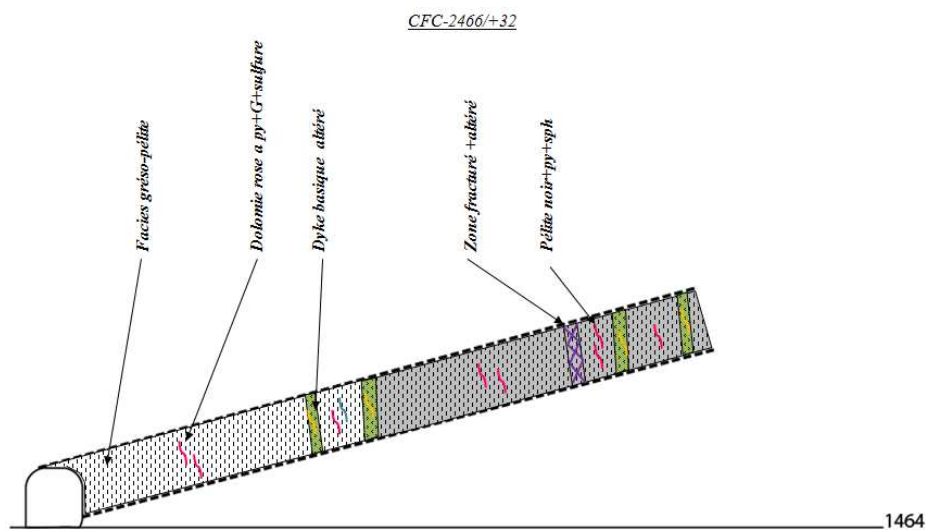


Fig.33 : Description du sondage carotté 2466/+32

Les carottes sont mises dans des caisses en bois indiquant le type, le numéro, le prolongement du sondage et le numéro de la caisse.

Au cours de l'étude, il est nécessaire de faire une bonne description pétrographique et minéralogique. A fin d'obtenir un modèle de sondage et le projeter sur le levé géologique afin de corréliser les deux bases de données et essentiellement pour le suivi d'exploitation.

II-6- Echantillonnage de la minéralisation:

L'écaillage du niveau 1460 est basé sur les étapes suivantes afin d'obtenir les teneurs représentatives de la zone probablement minéralisée :

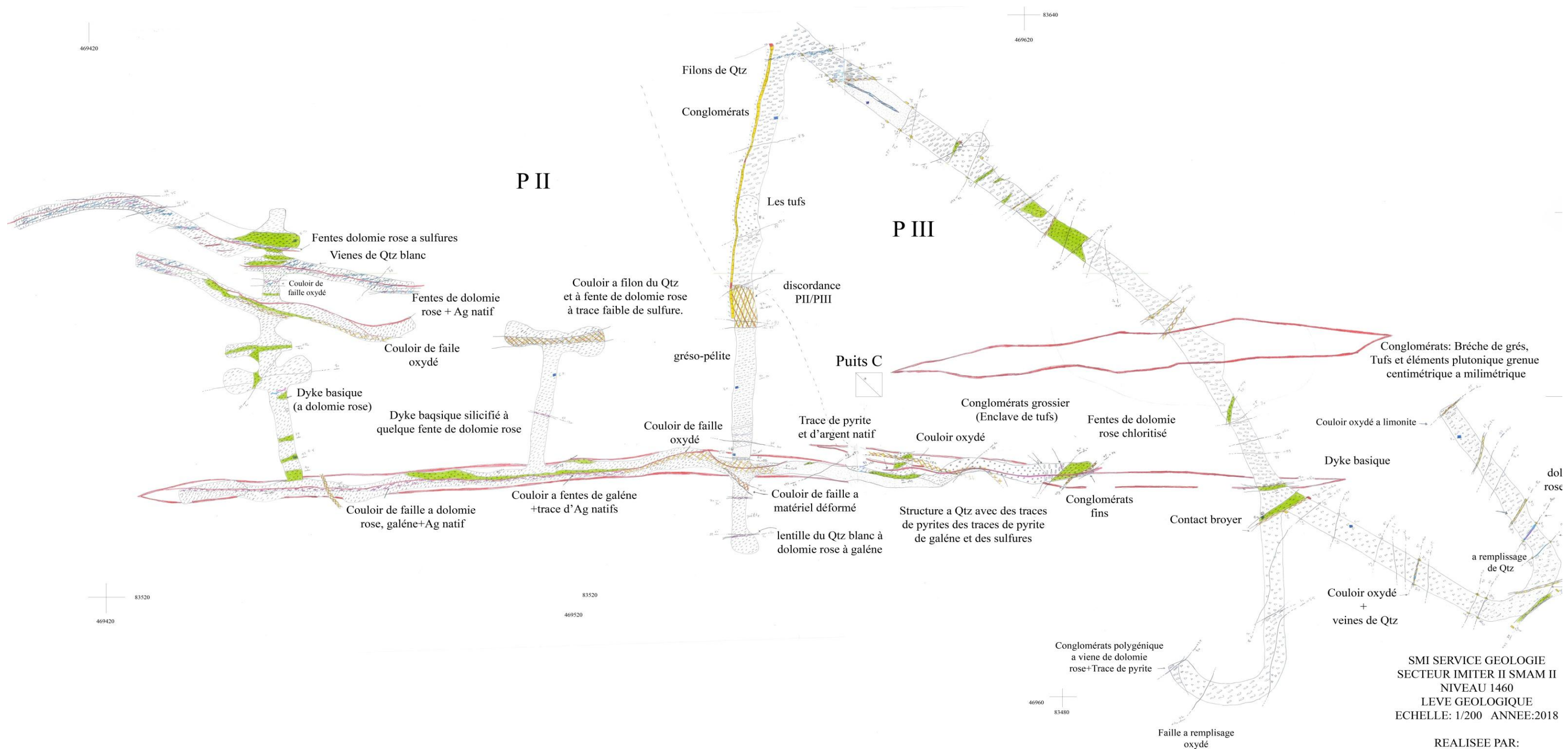
- traçage des différentes zones en fonction de leur emplacement par rapport à la structure minéralisée.

- prélèvement des fragments des roches (avec fiche technique : Numéro, Zone, Niveau, Cordonnées, description géologique, puissance...)

Tableau 1 : Résultat d'écaillage effectué dans la partie EST du Niveau d'étude.

	Direction (gr)	Pendage (°)	Puissance (m)	Teneur (g /t)	Type de Remplissage
E1	95	83	0,7	11	Fracture à aucun remplissage dans les conglomérats
E2	95	83	0,5	7	Contact de faille oxydé
E3	74	82	0,4	11	Couloir oxydé
E4	74	82	0,7	7	Couloir oxydé
E5	72	80	1,2	8	Couloir oxydé
E6	66	82	1,5	4	Fente à dolomite
E7	43	76	0,6	6	Fente à dolomie
E8	45	79	0,6	9	Fente à dolomie
E9	89	50	0,6	5	Fente à dolomie
E10	89	50	1	3	Couloir oxydé
E11	20	52	1	20	Fracture dans les conglomérats
E12	20	52	1.00	8	Fracture dans les conglomérats
E13	30	53	0.9	551	Fente à dolomie
E14	30	53	0.7	7	Fente à dolomie
E15	24	82	0.5	4	Fracture dans les conglomérats
E16	24	82	0.5	2	Fracture dans les conglomérats
E17	50	66	0.7	5	Couloir à fente de dolomie
E18	50	56	0.9	5	Contact de faille oxydé
E19	92	83	0.8	2	Fracture dans les conglomérats
E20	90	80	0.8	1	Fracture dans les conglomérats
E21	54	74	0.5	1	Fente de dolomie a pendage sud
E22	54	74	0.4	6	Couloir oxydé
E23	26	78	0.2	1	Couloir oxydé
E24	26	78	0.4	1	Couloir oxydé
E25	56	75	0.4	7	Filon à qtz et dolomie
E26	45	72	0.11	49	Fente à dolomie
E27	45	72	0.4	1	Couloir oxydé
E28	55	76	0.4	1	Couloir oxydé
E29	55	76	0.4	1	Fente oxydé
E30	34	75	0.5	1	Fente oxydé
E31	34	75	0.5	1	Fente oxydé
E32	45	85	0.7	1	Fente à dolomie
E33	45	85	0.7	1	Fente à dolomie
E34	40	55	0.6	1	Fente oxydé
E35	40	55	0.8	2	Fente oxydé
E36	20	95	0.2	1	Couloir oxydé
E37	20	95	0.9	3	Couloir oxydé
E38	40	64	0.9	3	Couloir oxydé
E39	40	64	0.3	2	Couloir oxydé
E40	42	88	0.8	2	Couloir oxydé
E41	42	88	0.8	4	Couloir oxydé
E42	32	74	0.5	4	Couloir oxydé
E43	32	74	0.4	3	Couloir oxydé
E44	45	72	0.2	3	Fente à quartz
E45	45	72	0.2	4	Couloir oxydé
E46	72	65	0.6	1	Couloir oxydé
E47	72	65	0.6	6	Couloir oxydé
E48	30	70	0.2	7	Couloir oxydé
E49	30	70	0.3	2	Fente à dolomie
E50	45	65	0.2	4	Fente à dolomie

A partir des données géochimiques obtenues au cours de l'écaillage dans la partie Est du niveau 1460, nous remarquons l'existence d'anomalies positives en termes de teneur en Argent, (respectivement 551g/t et 49g/t) au niveau des fentes à remplissage de dolomie rose entre les tufs et les dykes. La première anomalie (551 g/t) est localisée au niveau des fentes orientées N030 et un pendage sud de 53°, la deuxième anomalie est cette fois liée aux fentes de direction N045 et d'un pendage de 72°. Cette deuxième teneur peut correspondre à la SS3, cependant pour estimer le comportement de ces anomalies, il faut réaliser des sondages afin de reconnaître les extensions de ces structures.



SMI SERVICE GEOLOGIE
SECTEUR IMITER II SMAM II
NIVEAU 1460
LEVE GEOLOGIQUE
ECHELLE: 1/200 ANNEE:2018

REALISEE PAR:
MACHMACHA KAWTAR
CYCLE MASTER
GEORESSOURCES ET ENVIRONNEM

Conclusion :

Pour lancer un nouveau projet à Imiter II, où il reste des concentrations très intéressantes et revenir en amont afin d'exploiter le reste du réservoir en souterrain ou en carrière. Notre sujet vise la partie exploration au fond, par le levé réalisé au 1/200 qui donne une vue générale, sur la partie pétrographique du niveau 1460 loin de la surface de 100m, dont l'ensemble du terrain constitue une série sédimentaire composée de grés, de pélites et de faciès grés-pélitiques a pendage vers le nord dans la partie West du niveau 1460 d'âge cryogénien. Pour la partie Est a la base on trouve des conglomérats grossiers vers fins polygéniques, par la suite les tufs et les ignimbrites. Tous les faciès indiqués dans le levé géologique est confirmé par la réalisation de nombreuses lames minces au niveau des différents faciès traités dans le chapitre II, les deux séries sont recoupées par les dolérites et les andésites.

Les mesures de la fracturation effectuées sur terrain dépassent 60 mesures. Dont on peut distinguer plusieurs familles de failles, dont les E-W, les ENE-WSW et les NE-SW sont les plus abondantes. Les couloirs E-W à pendage vers le nord constituent un métallotecte de premier ordre de ce type de minéralisation argentifère.

Dans un but de suivre l'exploitation du réservoir, la délimitation, et la corrélation des données géologiques et métallogéniques collectés à partir du terrain, des sondages carottés et de l'écaillage effectués dans Le niveau 1460 on obtient un nouveau traçage qui peut être la continuité de la structure sud 4.

Donc pour confirmer les interprétations retirées de l'ensemble des travaux réalisés a ce niveau, on propose d'effectuer d'autres sondages carottés afin de délimiter les concentrations les plus intéressantes à exploiter.

Chapitre III-Etude de la zone du contact (Cryogénien/Ediacarien).

D'après la corrélation et les travaux du fond, la coupe géologique effectuée dans le secteur d'Imiter II, SMAM II, montre le rapport entre le socle Précambrien II et sa couverture Précambrien III par discordance angulaire d'une direction NW-SE a pendage assez forte entre 60° et 69° entre les conglomérats de base et la série grésopélitique (fig.36).

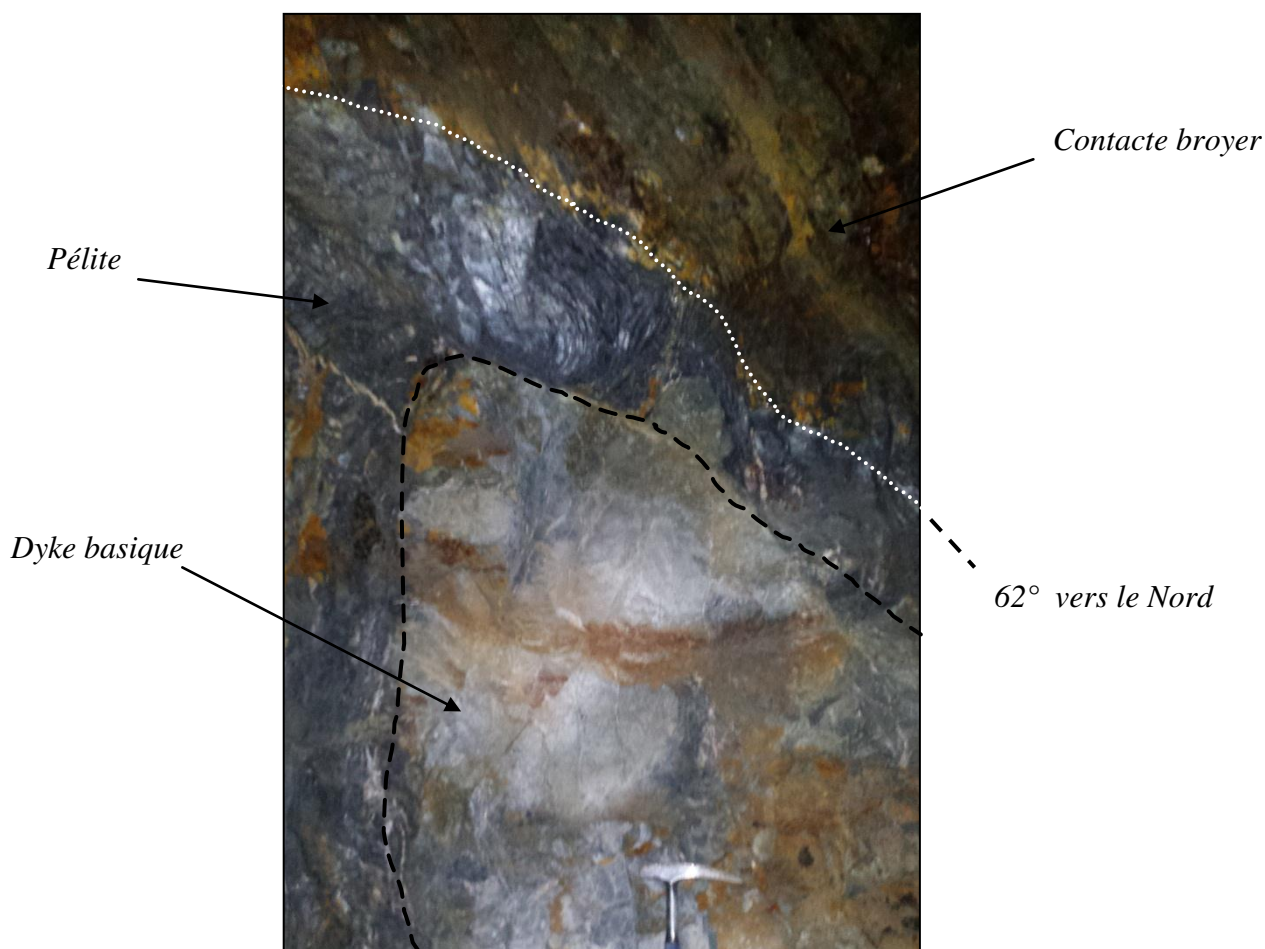
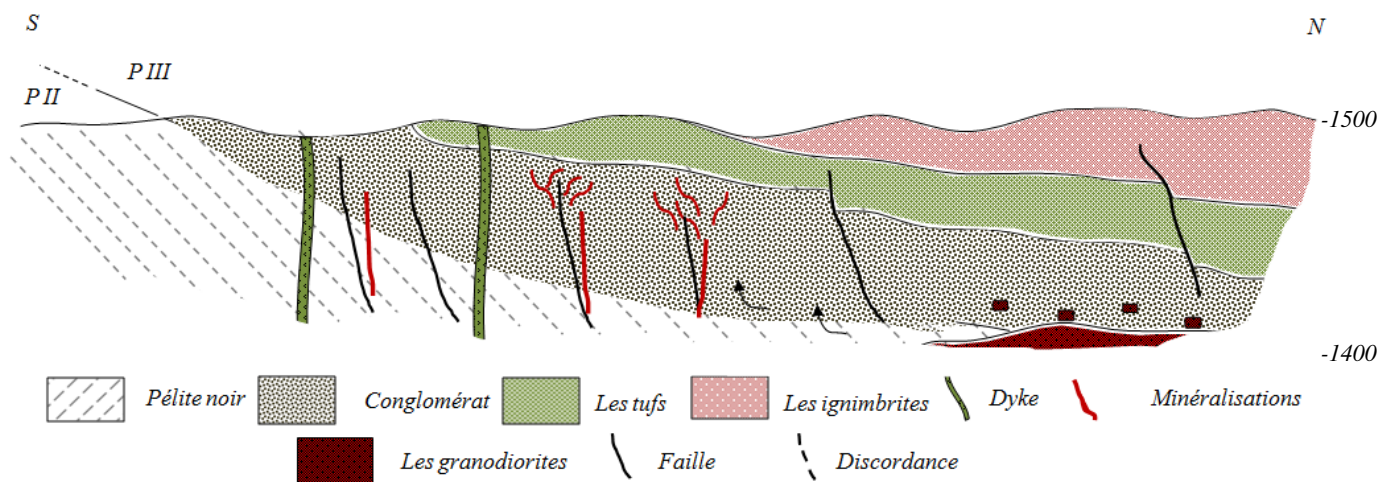


Fig.35 : Contact Cryogénien PII / Ediacarien P III.

Ce contact (Cryogénien/Ediacarien) a un pendage toujours dirigé vers le Nord. Toutefois, au Nord, à proximité de la faille principale les pendages se redressent jusqu'à Nord 60° et les directions se stabilisent autour du Nord 50° à Nord 60°. Il est composé de fragment de socle grésopélitique et d'un mélange de (conglomérat de base, tufs, ignimbrites et des éléments granodioritique), fortement broyé et altéré.

Fig.36 : coupe synthétique du contact (cryogénien/ediacarien) et de l'ensemble des structures



La minéralisation est filonienne dans un encaissant sédimentaire sous une direction E-W (FIG.36), et/ou disséminée dans la couverture volcanique ou volcano-sédimentaire, ce comportement est contrôlé par la nature de l'encaissant, dont les séries sédimentaires sont fracturés d'une manière favorable (matériau rigide) a déposé la minéralisation sous forme de filons dans une gangue de quartz, de dolomie rose et rarement calcitique. Pour les séries Ediacarien la minéralisation se comporte d'une manière aléatoire dans les conglomérats car la fracturation est orientée dans toutes les directions (dépend de la nature des séries PIII) à la nature (fig.38).

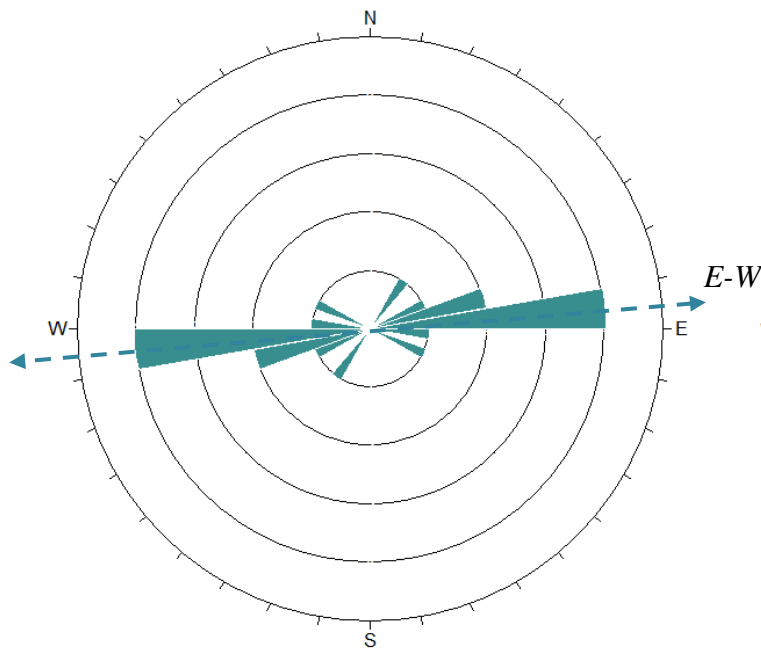


Fig.37: Rose Chart de l'ensemble des failles affecte le P II.

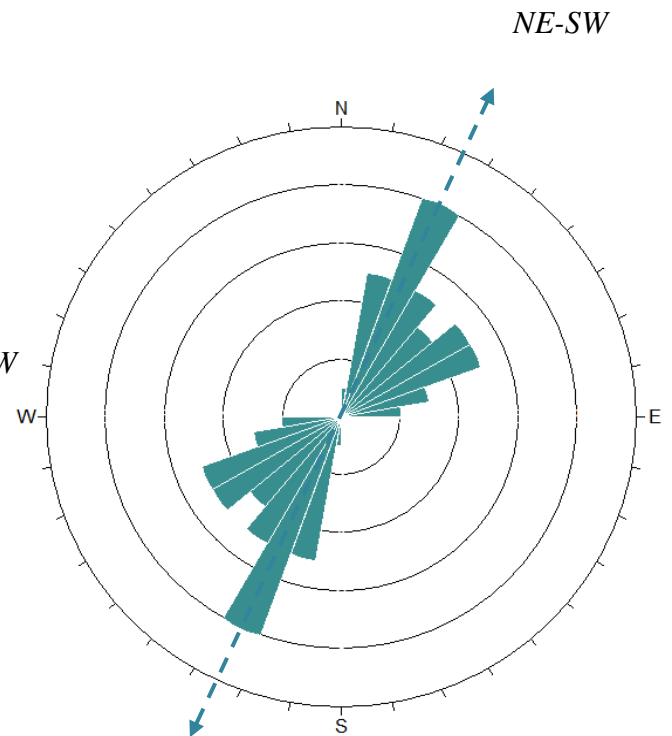


Fig.38 : Rose Chart de l'ensemble des failles affecte le P III.

CONCLUSION

Au fil des années, les géologues de prospection minière ont fait progresser régulièrement la connaissance du gisement d'Imiter et son environnement. L'étude géologique et métallogénique de la boutonnière d'Imiter se poursuit actuellement, apportant des précisions sur le contexte sédimentologie et tectonique. Après la description des faciès qui caractérisent notre secteur d'études, nous avons observé un assemblage de formations volcaniques, dolérites et microdolérites. Et des formations sédimentaires, à savoir les pélites noires et les grès. Des brèches hydrothermales sont ainsi présentes, souvent à gangue dolomitique.

Concernant le côté minéralogique, nous avons observé une variété de sulfures, pyrite, chalcoppyrite, sphalérite et galène, à l'addition de l'arsénopyrite. Cependant, la minéralisation argentifère se présente sous trois formes différentes, argent natif, proustite (argent rouge) ou acanthite (argent noir). Elle est souvent associée aux sulfures, disséminé et encaissé dans une gangue dolomitique ou quartzreuse. Les deux études, pétrographique et minéralogique, ont confirmés ce qui était déjà décrit auparavant dans la littérature de la mine. Les résultats géochimiques obtenus viennent compléter les données antécédentes. Après analyses nous avons déterminé 2 zones d'anomalies ayant une teneur en Ag de 554g/t et 46 g/t, dont la SS3 où la mine a ordonné un traçage suite à nos levés géologiques.

Après cette étude, nous pouvons ajouter les dykes E-W au métallotecte de la minéralisation argentifère vue que la majorité des dykes ayant des directions E-W sont parallèles aux structures minéralisés. Tous ces faciès, structure et anomalies sont contrôlés par un système de failles. L'étude structurale a mis une évidence un comportement E-W dans le PII et NE-SW a ENE-WSW dans le PIII ce qui contrôle la structuration de la minéralisation au niveau des deux âges.

Nous proposons de développer des recherches d'exploration sur les points de forte Il est recommandable d'achever à la réalisation des levés géologiques dans des galeries récentes, c'est-à-dire des cassures fraîches et des faciès mieux visibles. Ainsi d'effectuer plus de sondages carottés dans secteur d'ImiterII SMAM II, car ils seront indispensables pour toute étude de recherche.

BARODI E., WATANABE Y., MOUTTAQI A., ANNICH M.- (2002) - Méthodes et techniques d'exploration minière et principaux gisements au Maroc: Projet JICA/BRPM, (2002). Bureau de recherches et de participations minières.

BAROUDI Z., -(2002)-le gisement ag-hg d'Imiter (Anti-Atlas oriental) : minéralisations de dépôt.

CHAABAN A., -(1991) Les Roches Vertes du Protérozoïque Supérieur de Khzama (Siroua Anti-Atlas, Maroc). Un Exemple Précambrien d'Ophiolite d'Avant-arc Formée en Contexte Transformant : Thèse d'état Sciences. – Univ. Marrakech.

CHOUBERT G.,-(1945)- Sur le Précambrien marocain. Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de Paris.

CHOUBERT G., FAURE-MURET A., -(1980)- Anti-atlas (Morocco). EarthScience Reviews.

CLAUER N., LEBLANC M., -(1975)- Implications stratigraphiques d'une étude géochronologique Rb-Sr sur métasédiments précambriens de BouAzzer (Anti-Atlas, Maroc). Notes et Mémoires du Service Géologique du Maroc.

EL BOUKHARI A., CHAABANE G., ROCCI J.L-(1992)- Tane. Upper Proterozoic ophiolites of the Siroua massif (Anti-Atlas, Morocco) a marginal sea and transform fault system // J. Of African Earth Sciences.

ENNIH N., LIÉGEOIS J.P.,-(2001)- The Moroccan Anti-Atlas: the West African Craton passive margin with limited Pan-African activity. Implications for the northern limit of the craton. Precambrian Research.

FEKKAK A., POUCKET A., BADRA L.,-(2002)-The Pre-Panafrican rifting of Saghro (Anti-Atlas, Morocco) : exemple of the middle Neoproterozoic Basin of Boumalne. Bulletin De la Société géologique de France.

GAOUZI A., MAACHA L., ENNACIRI A., GMIRA A., MAAMAR B., ZOUHAIR M & SAQUAQUE A., -(2011)- La mine d'argent d'Imiter (Anti-Atlas oriental, Maroc) / The Imiter Silver Mine (Eastern Anti-Atlas, Morocco) Article.

GASQUET D., ENNIH N., LIÉGEOIS J-P MICHARD A, SADDIQI O, CHALOUAN A.,-(2008)-The Pan-African Belt. the geology of Morocco. Springer, Berlin.

GAOUZI A., MAACHA.L, ENNACIRI.A-(2011)-la mine d'argent d'imiter, nouveaux guides géologiques et miniers du Maroc les principales mines du Maroc: Service géologique du Maroc, Rabat, p : 45-51.

GILLES.L.,-(2003)- contribution a l'établissement d'un modèle génétique des gisements d'Imiter (ag-hg), bou madine (pb-zn-cu-ag-au), Institut Nationale Polytechnique de Lorraine.

GOUIZA M., CHARTON R., BERTOTTI G., ANDRIESSEN P., STORMS J. E. A.,-(2016)-Post-Variscan evolution of the Anti-Atlas belt of Morocco constrained from low-temperature geochronology.

GRAPPE A-(1976-) l'ancien gisement d'argent d'imiter 1(djebel Sarhro, Maroc). école des mines Saint-Etienne - paris.

HEFFERAN K P., KARSON J A., SAQUAQUE A.,-(1992)-Proterozoic collisional basins in a Pan-African suture zone, Anti- Atlas Mountains, Morocco. Precambrian Research.

IGHID L., SAQUAQUE A., REUBER I.,-(1989)- Plutons syn-cinématiques et la déformation panafricaine majeure dans le Saghro oriental (boutonnière d'Imiter, AntiAtlas, Maroc). Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de Paris.

LEBEDEV V.I., MAACHA L., ZOUHAIR M., EL GHORFI M., BORISENKO A.S., KALININ YU.A., PAVLOVA G.G., NEVOLKO P.A., AYRIYANTS A.A., BOROVNIKOV A.A., GAOUZI A., DERBAL M., BERRADA M.T., ARISTOV V.V., ZADOROZHNY D.N., ZELIKSON B.S., ZVEREV S.N., TITOV V.I.,

-(2016)- Criteria for prediction of industrial mineralization in the imiter ore field (Morocco) editor-in-chiefacademician of the ras v.v. yarmolyuk.

- LEBLANC M. Kroner A.,-(1981)-The Late Proterozoic ophiolites of Bou-Azzer (Morocco): Evidence for panafrican plate tectonic. (ed.), Precambrien plate tectonics. Amsterdam, Elsevier Sci.

- LEBLANC M.- (1975)- Ophiolites précambriennes et gîtes arséniés de cobalt (Bou Azzer, Maroc). Doct. d'Etat Thesis, Université de Paris VI, France.p 77

- LEBLANC M., LANCELOT J. R.,-(1980)- Interprétation géodynamique du domaine panafricain (Précambrien terminal) de l'Anti-Atlas (Maroc) à partir de données géologiques et géochronologiques. Canadian Journal of Earth Sciences.

- LEBLANC M., MOUSSINE-POUCHKINE A.,-(1994)- Sedimentary and volcanic evolution of a Neoproterozoic continental margin (Bleida, Anti-Atlas, Morocco). Precambrian Research.

- LEVRESSE G.,- (2001) -Contribution à l'établissement d'un modèle génétique des gisements d'Imiter (Ag-Hg), Bou Madine (Pb-Zn-Cu-Ag-Au), Bou Azzer (Co, Ni, As, Au, Ag) dans l'Anti-Atlas marocain. 3ème Cycle Thesis, Institut National Polytechnique de Lorraine, Nancy, France.

MICHARD A., SADDIQI.O, CHALOUAN.A-(2011)-.nouveaux guides géologiques et miniers du Maroc. Volume 1 .service géologique du Maroc. Présentation des circuits/introduction a la géologie du Maroc. Rabat

OUKASSOU M., (2013) mouvements verticaux de la bordure nord du craton ouest africain (Anti-Atlas central, Maroc). Apport de la thermochronologie basse température.

-OUGUIR H., MACAUDIERE J., DAGALLIER G., -(1996)- Le Protérozoïque supérieur d'Imiter, Saghro oriental, Maroc : un contexte géodynamique d'arrière arc. Journal of African Earth Sciences.

- OUGUIR H., MACAUDIERE J ET DAGALLIER G., -(1996) -Le protérozoïque supérieur d'Imiter, Saghro oriental, Maroc : un contexte géodynamique d'arrière-arc.

SAQUAQUE A., BENHARREF M., ABIA H., MRINI Z., REUBER I., KARSON J.A. -(1992)- Evidence for a Panafrican Volcanic Arc and Wrench Fault Tectonics in Jbel Saghro, Morocco // Geologische Rundschau.

SAQUAQUE A., ADMOU H., KARSON J., HEFFERAN K., AND REUBER I., -(1989)- Precambrian accretionary tectonics in the Bou Azzer-El Graara region, AntiAtlas, Morocco.

SOULAIMANI A., MICHARD A., OUANAIMI H., BAIDDER L., RADDI Y., SADDIQI O., RJIMATI E C., -(2014) -Late Ediacaran-Cambrien structures and their reactivation during the Variscan and Alpine cycles in the Anti-Atlas

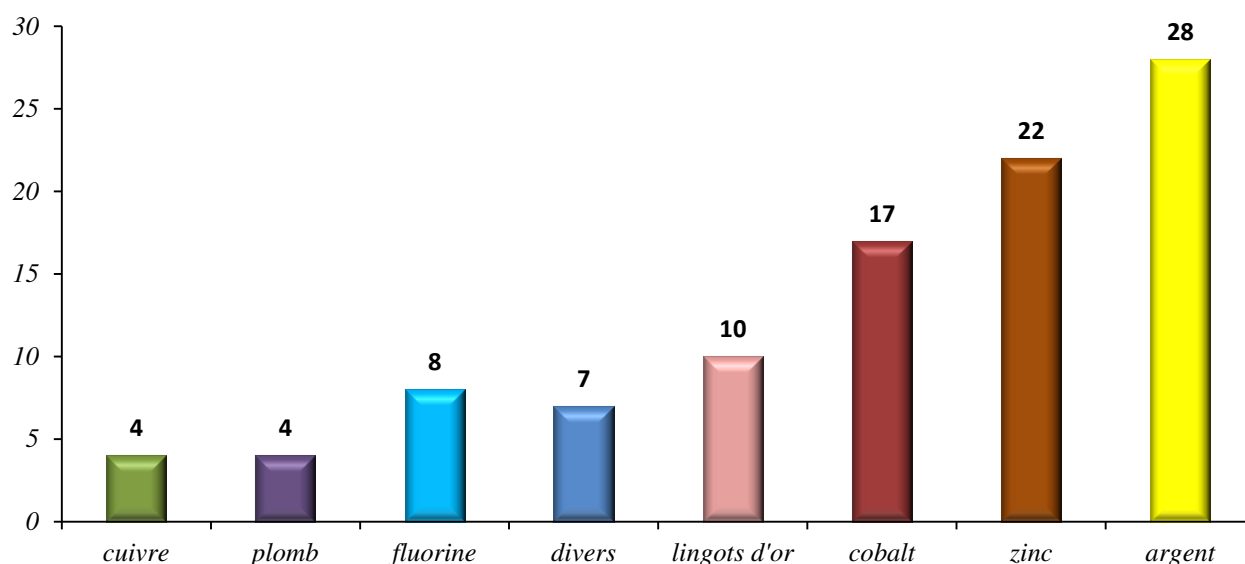
THOMAS R J., CHEVALLIER L. P., GRESSE P. G., HARMER R. E., EGLINGTON B. M., ARMSTRONG R. A., DE BEER C. H., MARTINI J. E. J., DE KOCK G. S., MACEY P. H., INGRAM B. A.- (2002)- Precambrian evolution of the Sirwa Window, Anti-Atlas Orogen, Morocco. Precambrian Research.

TUDURI J., -(2005)- Processus de Formation et Relations Spatio-Temporelles des Minéralisations à or et Argent en Contexte Volcanique Précambrien (Jbel Saghro, Anti-Atlas, Maroc). Implications Sur les Relations Déformation-Magmatisme Volcanisme Hydrothermalisme, Thèse doctorat. – France : Université d'Orléans

Annexes

Crée en 1996, MANAGEM est la branche minière de l'SNI. Son activité se base sur l'exploitation minière et hydrométallurgie. Il est constitué de plusieurs filiales d'exploitation opérant sur différents sites à travers le Maroc. Elles extraient, concentrent et commercialisent des métaux de base comme le cuivre, le zinc et le plomb (CMG à Guemassa), mais aussi des métaux précieux tels que l'or (AGM à Akka) et l'argent (SMI à Imiter), des métaux spéciaux comme le cobalt (CTT à BouAzzer) et des substances utiles comme la fluorine (Samine à El Hammam).

Graphique n° : 1 Représentation du pourcentage des produits du groupe MANAGEM(2002).



Hormis l'extraction minière, MANAGEM opère aussi dans la valorisation de certains minerais par voie hydro-métallurgique, obtenant ainsi des produits à forte valeur ajoutée, tels que le cobalt métal et l'oxyde de zinc.

Aussi MANAGEM élargit son champ d'action en investissant dans la recherche, le développement, l'exploration et l'ingénierie. le groupe développe enfin une performante activité de services et de travaux souterrains dont la compétence est aujourd'hui reconnue à l'échelle internationale.

Filiale de MANAGEM, la société Métallurgique d'IMITER (SMI) exploite et traite depuis 1969, du minerai d'argent, sur le flanc nord du jbel Saghro, 24 km de Tinghir, vers l'Ouest sur la route de Tinghir-Ouarzazate.

L'exploitation du minerai d'argent revient au XI siècle, sur une carrière appelée maintenant carrière des anciens. Ceci explique l'utilisation des monnaies en époque des anciens rois du Maroc, et même dans d'autres régions proches.

L'activité de la société fut d'abord concentrée sur la valorisation des haldes laissées par les exploitations antiques, dont le tonnage s'élevait à 650000 tonnes, avec une teneur de 300g/tonne. Par la suite une vaste campagne de prospection minière a mis en évidence l'existence de réserves, permettant de procéder dès 1978 au lancement d'une exploitation souterraine.

Grâce à une série de projets d'amélioration et d'investissement, la capacité de production a pu être augmentée à 120 tonnes d'argent métal/an en 1988, pour passer à 200t/an en 1994 et 300t/an en 1998, plaçant la SMI au 1^{er} rang africain et 10^e mondial.

Cette augmentation s'est accompagnée par le développement important des infrastructures sociales et de l'exploitation de la société. En Août 1996, MANAGEM devient l'actionnaire majoritaire de la SMI en rachetant 36.07% de son capital, puis augmente en 1997 sa participation de 67% à 80%. Les 20% restants du capital, alors détenus par l'état, ont été cédés en bourse le 7 juin 1997, à travers une offre publique de vente, portant sur 829018 actions au prix unitaire de 396Dh.