



Année Universitaire : 2016-2017



Licence Sciences et Techniques : Géorressources et Environnement

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES
Pour l'obtention du Diplôme de Licence Sciences et Techniques
ETUDES TECTONO-MINIÈRE ET GEOCHIMIQUE DE LA
STRUCTURE FILONNIÈRE ARGENTIFÈRE F0S – GISEMENT
D'IMITER (ANTI ATLAS, MAROC)

Présenté par:

Youssef KADDA

Encadré par:

Pr. HINAJE Saïd, FST-Fès
Ing. AIT DAOUD Mohammed, (SMI)

Soutenu Le 09 Juin 2017, devant le jury composé de:

Pr. HINAJE Saïd	(Encadrant – FST)
Pr. CHARROUD Mohammed	(Examineur)
Pr. EL AZZAB Driss	(Examineur)
Pr. BOUKHIR Mohammed	(Examineur)
Ing. AIT DAOUD Mohammed	(invité)

Stage effectué à : SMI, (Société Métallurgique d'Imiter) Groupe MANAGEM



Dédicace

Travail à mes chers parents ;

À mon encadrent ;

À mes amis et collègues ;

A toutes les personnes chères à mon cœur ;

À toutes les personnes qui ont contribué, de près ou de loin, à la réalisation de ce travail ;

Enfin, je tiens à remercier le corps pédagogique et professoral de Département Géologique de la Faculté des Sciences et techniques de Fès (FSTF), pour leur suivi et encadrement professionnel.

Remerciement

Au terme de mon stage de fin d'études, je tiens à remercier Mr M. ELHAMDAOUI directeur de la Société Métallurgique d'Imiter (SMI), pour m'avoir accordé ce stage et me donner l'occasion de découvrir l'activité de cette société d'exploitation minière.

Je voudrais exprimer également toute ma reconnaissance à mon encadrant a la mine, Mr, AIT DAOUD Mohamed, cadre géologue, pour le temps qu'il a aimablement voulu me consacrer tout au long de ce stage, Il a su me transmettre, avec minutie et délicatesse, une part de sa grande expérience dans le domaine de la géologie minière. Son aide, ses conseils, sa rigueur et son réconfort ont été profitable pour mener à bien mon travail.

Par le même, je remercie cordialement Mr. S. HINAJE professeur chercheur a la faculté des sciences et technique de Fès qui à accepter mon encadrant durant mon projet de fin d'études. Je lui en suis très reconnaissance et je lui remercie d'avoir relu et révisé les versions successives du présent mémoire. Aussi pour ses conseils précieux, ses directives et pour ses corrections pertinentes. Qu'il trouve ici le témoignage de mon profond respect.

Mes remerciements vont également aux autres membres du jury ; Mr CHARROUD Mohammed, Mr EL AZZAB Driss, Mr BOUKHIR Mohammed, qui ont accepté de juger ce travail.

Je suis particulièrement reconnaissance du personnel du service Géologie de la SMI, qui m'a toujours considéré comme faisant partie de leur équipe durant toute la période du stage particulièrement à Mr. H. HOUANE, Mr. A. OULMEKKI Mr. W. IBRAHIMI et Mr. H. BENHMIROU qui m'ont accompagné dans les galeries d'Imiter I.

Ma reconnaissance s'adresse aussi à mes enseignants à la FST de Fès pour leur directive et le baguage scientifique dont ils m'ont armé pour mener à bien cette étude.

Je voudrais aussi remercier mes parents et ma famille qui m'ont offert le soutien pour passer mon stage en bonnes conditions. Je tiens remercier spécialement mon père Mr KADDA El Yazid pour des soutiens indéfectibles tout au long de mes études supérieures.

Enfin par-dessus tout, je remercie le Tout Puissant <<Allah>> pour des bienfaits incalculables à ma faveur.

Résumé

Ce travail a été effectué au sein de la société métallurgique d'Imiter (SMI) filière du groupe MANAGEM - ONA. Il fait office de projet de fin d'études dans le cadre de la formation de Licence Géo-ressources et Environnement 2016-2017 de la faculté des sciences et techniques de Fès.

Notre travail consistait à:

- la réalisation de la carte géologique au fond des structures FOS et FON à une échelle de 1/200 dans les niveaux 1328 (-172m), 1348 (-152m) et 1430 (-70m) représentant la lithologie qui caractérise la zone d'étude.
- description et dessin des logs et des coupes des sondages carottés effectués dans les niveaux 1344 (-156m) et 1352 (-148m), qui ont touché les roches du PII et les corps, minéralisés ;
- réalisation de la carte de niveaux servant les structures minéralisées.
- mesures de la fracturation (faille, schistosité, fentes, diaclase) et sa relation avec la minéralisation.
- échantillonnage par rainurage et analyse géochimique ; et réalisation des cartes d'isoteneurs qui ont pour but de caractériser la variation de la teneur d'Argent le long d'une structure en fonction des autres éléments (Pb, Zn et Cu)

SOMMAIRE

Dédicace	2
Remerciement.....	3
SOMMAIRE	5
Liste des tableaux.....	8
Liste de figure.....	9
PREMIERE PARTIE : INTRODUCTION GENERALE	11
I. Les domaines structuraux du Maroc :.....	11
1. Le domaine anti-atlasique et saharien :	11
2. Le sous domaine Anti-Atlasique :	11
3. Le sous domaine mesetien:	11
La Méséta Occidental :	12
La Méséta Orientale :	12
4. Le sous domaine atlasique :.....	12
5. Le domaine rifain:	12
II. Aperçu géologique de l'Anti Atlas	13
1. Historique	13
2. Cadre géographique.....	13
L'Anti Atlas occidental.....	13
L'Anti-Atlas central.....	13
L'Anti-Atlas oriental.....	13
3. Cadre géologique	13
a. Lithostratigraphie de l'Anti Atlas:.....	14
b. Le Précambrien I : le socle Paléoprotérozoïque (2200-200Ma) :.....	14
c. Le Précambrien II:.....	14
d. -Le Précambrien II inférieur (900-750Ma) :.....	14
e. -Le Précambrien II supérieur (750-545Ma) :	14
f. Le Précambrien III : la couverture volcanique tardi-Néoprotérozoïque (575-545Ma) :	15
g. Le Néoprotérozoïque terminal ou Infracambrien (545Ma): (Adoudounien) :	15
III. Géologie de Jbel Saghro	17
1. Cadre géographique.....	17
2. Cadre géologique:.....	17
a. Lithostratigraphie de Jbel Saghro :.....	17
b. Aperçus structurale de Jbel Saghro :	19

IV.	La mine d'Imiter:	20
1.	Localisation :	20
2.	Historique et état actuel	21
3.	Cadre géologique	21
4.	Gîtologie.....	23
5.	Minéralogie:.....	23
DEUXIEME PARTIE : ETUDE GEOLOGIQUE ET INTERPRETATION DES DONNEES STRUCTURALES DE LA STRUCTURE FOS (IMITER I)		24
Introduction :		24
I.	Localisation de la zone d'étude :	24
1.	Imiter I:.....	25
2.	Imiter II:.....	25
3.	Igoudrane et puits IV:	25
4.	Imiter Sud:.....	25
II.	Etude pétrographique	26
1.	Les Grès.....	26
2.	Les Pérites	27
3.	Les Grésopérites.....	27
4.	La Dolomite rose	27
5.	Quartz laiteux.....	28
6.	Dykes basique	29
III.	La minéralisation sulfurée	29
1.	La pyrite (FeS ₂)	29
2.	La galène (PbS).....	30
3.	La chalcopryrite (CuFeS ₂).....	30
4.	La sphalérite ou la blende (ZnS).....	31
5.	L'Arsénopyrite (As FeS)	32
IV.	La minéralisation argentifère	32
1.	Les différents types d'argent:	32
a.	L'argent natif en plaquette (Ag)	33
b.	L'argent noir :	33
c.	L'argent rouge:	33
V.	Interprétation des données structurales de la structure FOS (Imiter I)	33
1.	Cadre structural d'Imiter I.....	33
a.	La faille d'Imiter	34
b.	La stratification.....	35

2.	Familles de failles.....	35
a.	Famille de direction E-W	35
b.	La famille NE-SW:	35
c.	La partie ouest de la structure FOS niveau 1328(-171m) :	35
d.	La partie Est de la structure FOS niveau 1328(-171m) :	36
e.	Projection stéréographique:	37
3.	La structure FOS niveau 1348:.....	38
a.	La partie Est de la structure FOS niveau 1348 (-152m) :.....	38
4.	La structure FON.....	39
a.	Projection stéréographique:	40
5.	Les diaclases:.....	41
a.	Les diaclases rencontrées:.....	41
b.	La projection stéréographique des diaclases :	41
6.	Les fentes:.....	41
7.	Les tectoglyphes :	42
a.	La projection stéréographique :	43
VI.	Métallogénie des structures FON etFOS à Imiter I.....	43
1.	Mode de formation et géométrie des structures FOS et FON.....	43
2.	Les minéraux d'altération au niveau de la structure FOS :	44
3.	Les métallotectes de la minéralisation	44
4.	Les brèches hydrauliques:.....	44
	TROISIEME PARTIE : ETUDE ET ANALYSE DES SONDAGES CAROTTES DE LA STRUCTURE FOS.....	46
I.	Introduction.....	46
1.	Principe d'un sondage carotté.....	46
2.	Méthodes d'études d'un sondage carotté	47
a.	Marquage	47
b.	Sciage.....	47
c.	Descriptions et présentation en coupe	47
d.	Réalisation du Log et de la coupe géologique	47
3.	Traitement des données géologique de sondages	47
4.	Carte d'interprétation.....	47
a.	Niveaux 1328-1348 :(bloc 3)	47
	QUATRIEME PARTIE : ETUDE GEOCHIMIQUE DE LA STRUCTURE FOS (NIVEAUX 1328 (-172m) ET 1348(-152m))	49
I.	Introduction.....	49
1.	L'Echantillonnage.....	49

2. Méthode d'analyse	49
3. Résultats d'analyse :	49
4. Étude géostatistique	50
5. Traitement mono-élémentaire	51
a) Argent	51
b) Le cuivre	52
c) Le Plomb	52
d) Le zinc	53
6. La carte d'iso-teneur	54
a) Argent	54
b) Cuivre	55
c) Plomb	55
d) Le zinc	55
7. Traitement statistique multi-variable	55
a) Corrélation totale	55
b) Analyse en composante principale (ACP)	56
CONCLUSION GENERALE	57
Bibliographie	58
Annexe	61

Liste des tableaux

Table 1: statistique descriptive des résultats d'analyse au niveau de la F0S 1348	50
Table 2: statistique descriptive des résultats d'analyse au niveau de la F0S 1328	50
Table 3: description macroscopique du sondage SFC2302/-9°	61
Table 4: description macroscopique du sondage carotté SFC2244/-12°	62
Table 5: description macroscopique du sondage carotté SFC2309/-23	63
Table 6: description macroscopique du sondage carotté SFC2326/-90°	64
Table 7: description macroscopique du sondage carotté SFC2272/-11.	65
Table 8: description macroscopique du sondage carotté SFC 1821/+17	66
Table 9: description macroscopique du sondage carotté SFC 1719/+10	67
Table 10: description macroscopique du sondage carotté SFC 1701/+8	68
Table 11: description macroscopique du sondage carotté SFC 1706	69
Table 12: les résultats d'analyses géochimiques F0S 1328	73
Table 13: les résultats d'analyses géochimiques F0S 1348	73
Tableau 14 les mesures des failles et des fentes	Erreur ! Signet non défini.

Liste de figure

Figure 1: carte géologique des domaines structuraux au Maroc (ONHYM modifié).....	12
Figure 2: Carte géologique de l'Anti-Atlas (d'après Michard et al., 2008).....	13
Figure 3: Log litho-stratigraphique de l'Anti-Atlas lors de l'orogénèse panafricaine de Thomas et al., (2004), modifié par Gasquet et al., (2005) et Liégeois et al., (2006), (In Michard et al., 2008).....	16
Figure 4: localisation géographique du Jbel Saghro (Google-maps 2017).....	17
Figure 5: Colonne litho-stratigraphique du massif du Jbel Saghro (Benharref, 1991).....	19
Figure 6: Carte géologique du Jbel Saghro (d'après Hindermeier et al.,1977).....	20
Figure 7: Localisation du gisement d'Imiter.....	20
Figure 8: carte géologique de la boutonnière d'Imiter (document interne SMI).....	22
Figure 9: Coupe synthétique N-S d'Imiter I (document interne SMI).....	26
Figure 10: A) : Grés compactés, B) : Carotte de grés.....	27
Figure 11: A) : Pélites schistosées à pendage fort, B) : Des carottes de pélites.....	27
Figure 12: A) : Dolomite rose très riche en galène. , B) : Dolomite rose sèche.....	28
Figure 13: A) : Quartz saccharoïde, B) : Quartz gris, C) : Quartz en texture rubané avec la dolomie, D) : Une fente de quartz blanc avec des traces de pyrite.....	28
Figure 14: A) : Dyke basique encaissé dans des pélites, B) : Carotte qui recoupe un dyke basique.....	29
Figure 15: A) : Veinule de pyrite au niveau de la carotte, B) : La pyrite dans la structure minéralisée.....	30
Figure 16: A) : La galène encaissée dans la dolomite, B) : La blende dans les pélites, C) : Galène, D) : Quartz gris très riche en chalcopryrite et galène.....	30
Figure 17: A) : Veinule de la chalcopryrite, B) : La pyrite disséminée.....	31
Figure 18: A) : La sphalérite en masse concentrée au niveau de la dolomie à la structure F0S-Niveau 1328, B) : Des petites veinules de dolomite rose très riche en sphalérite.....	31
Figure 19: A) : Arsénopyrite massive au niveau de la dolomite rose, B) : Des veines de l'arsénopyrite au niveau des grés-pélites.....	32
Figure 20: A) Argent natif au niveau de quartz gris, B) : Argent natif au niveau de la galène massive, C) : Argent rouge dans la dolomite rose, D) : Des petites feuillées d'argent noire au niveau de la dolomite rose.....	33
Figure 21: coupe géologique schématique montrant la localisation des structures minéralisées.....	34
Figure 22: Photo prise au niveau de la grande carrière montre le contact PII/PIII (faille d'Imiter).....	34
Figure 23: Photo. Une faille de direction N60 à pendage faible décale F0S, niveau 1328.....	35
Figure 24: Photo. Un nœud tectonique entre une faille inverse une faille plate.....	36
Figure 25: photo montrant Un ensemble de failles affectant le front de la structure F0S.....	36
Figure 26: A) : Faille remplie par la dolomite rose, B) : Faille normale affectant un filon de quartz (Parement Nord).....	37
Figure 27: Couloir de décrochement N85 a jeu apparent senestre avec un système de Reidel.....	37
Figure 28: A) :Rosaces directionnelle de failles mesurées au niveau 1328, B) Représentation cyclographique et polaire de la failles.....	37
Figure 29: carte géologique de la couronne de la galerie du niveau 1328 (structure F0S).....	38
Figure 30: Une faille inverse au niveau de la structure F0S niveau 1348.....	38
Figure 31: A) : La structure F0S avec ouverture et jeu apparent senestre normale au niveau 1348, B) : schéma de pull-appart.....	39
Figure 32 : carte géologique de la couronne de la galerie du niveau 1348 (structure F0S).....	39
Figure 33: A) : Une faille normale décalant les filons quartziques, B) : Un dyke basique plissé.....	40
Figure 34: Rosaces directionnelle des failles mesurées au niveau 1430, B) Représentation cyclographique et polaire de la failles.....	40
Figure 35 : carte géologique de la couronne de la galerie du niveau 1430 (structure F0N).....	40
Figure 36: A) Les deux familles de diaclases qui affectent les terrains encaissants grés-pélitiques,...	41

Figure 37: Rosasse des différentes directions de fractures affectant le PII, B) Représentation cyclographique et polaire des diaclases affectant le PII.	41
<u>Fig. 37 bis stéréogramme et rosace des fentes de tension à quartz mesuré dans le niveaux -172m de la mine d'Imliter.....</u>	<u>47</u>
Figure 38: photo montrant les stries au niveau du plan de la faille.	42
Figure 39: A) Stéréogramme montrant un régime compressif due au jeu inverse des failles N50 à N10, B): Stéréogramme montrant un régime extensif des failles normales N50 à N90.	43
Figure 40: A) : les veinules de dolomite rose montrant le drainage des fluides hydrothermaux, B) : structure F0S en filon sur le parement (niveau 1328).	43
Figure 41: A) : La chloritisation au niveau d'une structure à dolomite rose et quartz, B) : L'altération de la dolomite rose au niveau de la structure bréchifiée F0S.....	44
Figure 42: A) machine de sondage (Sondeuse LY44), B) caisses à carotté de sondage SFC2302/-9° .	46
Figure 43: carte des niveaux 1328 (-172m) et 1348 (-152m) montrant l'extension de la minéralisation au niveau du bloc 3.	48
Figure 44: Résultats des analyses géochimiques d'argent :a) box plot d'argent au niveau de la F0S 1328 b) box plot d'argent au niveau de la F0S 1348 c) histogramme d'argent au niveau de la F0S 1328 d) histogramme d'argent au niveau de la F0S 1348.	51
Figure 45: Résultats d'analyse géochimique de cuivre :a) box plot de cuivre au niveau de la F0S 1328 b) box plot de cuivre au niveau de la F0S 1348 c) histogramme de cuivre au niveau de la F0S 1328 d) histogramme de cuivre au niveau de la F0S 1348.	52
Figure 46 : Résultats d'analyse géochimique de cuivre :a) box plot de cuivre au niveau de la F0S 1328 b) box plot de cuivre au niveau de la F0S 1348 c) histogramme de cuivre au niveau de la F0S 1328 d) histogramme de cuivre au niveau de la F0S 1348.	53
Figure 47: Résultats d'analyse géochimique de cuivre :a) box plot de cuivre au niveau de la F0S 1328 b) box plot de cuivre au niveau de la F0S 1348 c) histogramme de cuivre au niveau de la F0S 1328 d) histogramme de cuivre au niveau de la F0S 1348.	53
Figure 48: carte des teneurs verticale entre 1328 (-172m) et 1368(-132m).	54
Figure 49: a) ACP, projection des variables sur le plan F1-F2 (42,17%) pour la F0S1328, b) ACP, projection des variables sur le plan F1-F2 (42,17%) pour la F0S1348.	56
Figure 50: coupes passantes par les sondages SFC.2244/-12 et SFC. 2272/-11.	70
Figure 51: coupes passante par les sondages SFC.1701/+8 et SFC. 1706/+7.	70
Figure 52: coupes passantes par les sondages SFC.2302/-9 et SFC. 2309/-23.	71
Figure 53: coupes passante par les sondages SFC.1701/+8 et SFC. 1706/+7.	71
Figure 54 coupe passante par le sondage SFC.2326/-90.	72
Figure 55: Carte verticale d'iso teneurs de cuivre entre 1328(-172m) et 1368(-132m).	74
Figure 56: Carte verticale d'iso teneurs de plomb entre 1328(-172m) et 1368(-132m).	75
Figure 57 : Carte verticale d'iso teneurs de zinc entre 1328(-172m) et 1368(-132m).	75

PREMIERE PARTIE : INTRODUCTION GENERALE

I. Les domaines structuraux du Maroc :

Le Maroc est situé dans la partie nord occidentale du continent africain. Au cours de son histoire géologique, il a connu plusieurs cycles orogéniques (cycles précambriens, hercynien et alpin). Ces cycles sont à l'origine de la configuration structurale actuelle du pays en cinq grands domaines structuraux (fig.1).

Ces domaines ont été structurés par quatre orogénèses principales (Michard, 1976 ; Piqué, 1994):

- Les orogénèses, éburnéenne et panafricaine qui se sont déroulées au Précambrien,
- L'orogénèse hercynienne qui s'est déroulée au Paléozoïques (Carbonifère),
- L'orogénèse atlasique (alpine) qui a commencée au Trias et qui continue à l'actuel.

Les principaux domaines structuraux du Maroc sont donc selon ces auteurs en nombre de trois, dont le plus ancien est situé vers le Sud du pays. Il s'agit de domaine anti atlasique et saharien, du domaine atlaso-mesetien et du domaine rifain.

1. Le domaine anti-atlasique et saharien :

Ce domaine fait partie du Craton Ouest Africain (Michard, 1976 ; Piqué et Michard, 1989), région de vastes plaines et plateaux désertiques. Ce domaine est caractérisé par des terrains cristallins anciens (Archéen et Protérozoïque) qui sont déformés par les orogénèses ultérieures et qui sont recouverts par des terrains paléozoïques faiblement déformés pendant l'orogénèse hercynienne et une couverture méso-cénozoïque, peu épaisse et tabulaire.

2. Le sous domaine Anti-Atlasique :

Ce domaine correspond à une chaîne de direction ENE-WSW qui se prolonge depuis l'embouchure de Bas Draa à l'Ouest jusqu'au Tafilalet à l'Est. Structurellement, elle correspond à un vaste anticlinal dont la zone axiale est érodée laissant affleurer les terrains précambriens notamment dans les boutonnières (Bas Draa, Ifni, Kerdous, Zenaga, Bou Azzer-El Graara, Saghro et l'Ougnat,...). La couverture est d'âge Paléozoïque et elle montre une faible déformation et une fracturation.

3. Le sous domaine mesetien:

Ce domaine correspond à des régions de plaines, de plateaux et de collines qui sont constituées par des terrains d'âge Paléozoïque violemment plissés, métamorphisés, granitisés. La couverture est méso-cénozoïque, elle contient des terrains généralement tabulaires. On distingue la Meseta occidentale et la Meseta orientale séparées par le Moyen Atlas orienté NE-SW (Michard, 1976).

La Méséta Occidentale : dite aussi marocaine. Elle est constituée de trois grands massifs paléozoïques, le Massif central ou Maroc central, les Rehamna et les Jebilet, qui apparaissent à l'affleurement au sein de la couverture méso-cénozoïque.

La Méséta Orientale : ou Maroco-oranaise. Elle est composée de plusieurs boutonnières (Jerada, Debdou, Mekam et Midelt,...) dont les affleurements des terrains paléozoïques sont relativement plus restreints.

4. Le sous domaine atlasique :

Il est constitué par les hautes barrières montagneuses du Haut Atlas et du Moyen Atlas qui sont formées par des terrains essentiellement mésozoïques. Elles ennoient des massifs anciens surtout paléozoïques. Les dépôts cénozoïques sont absents dans les axes des deux chaînes, ils se concentrent dans les sillons atlasiques marginaux. Le Haut Atlas présente une direction WSW-ENE, sa partie occidentale est constituée essentiellement au Haut Atlas paléozoïque alors que ses deux parties centrale et orientale sont structurées au cours de la déformation atlasique. Le Moyen Atlas présente quant à lui une direction NE-SW, il est constitué d'une partie nord occidentale moins déformée nommée Moyen Atlas tabulaire ou Causse moyen atlasique et d'une partie sud orientale appelée Moyen Atlas plissé, déformée suivant des structures de rides et de synclinaux de direction généralement NE-SW.

5. Le domaine rifain:

C'est une chaîne de montagne récente, formée au tertiaire. Elle fait partie des chaînes alpines qui résultent de la collision Afrique-Eurasie. Elle est subdivisée du Nord au Sud en trois grandes parties structurales ; les zones internes, le domaine des nappes des flyschs et le domaine externe.

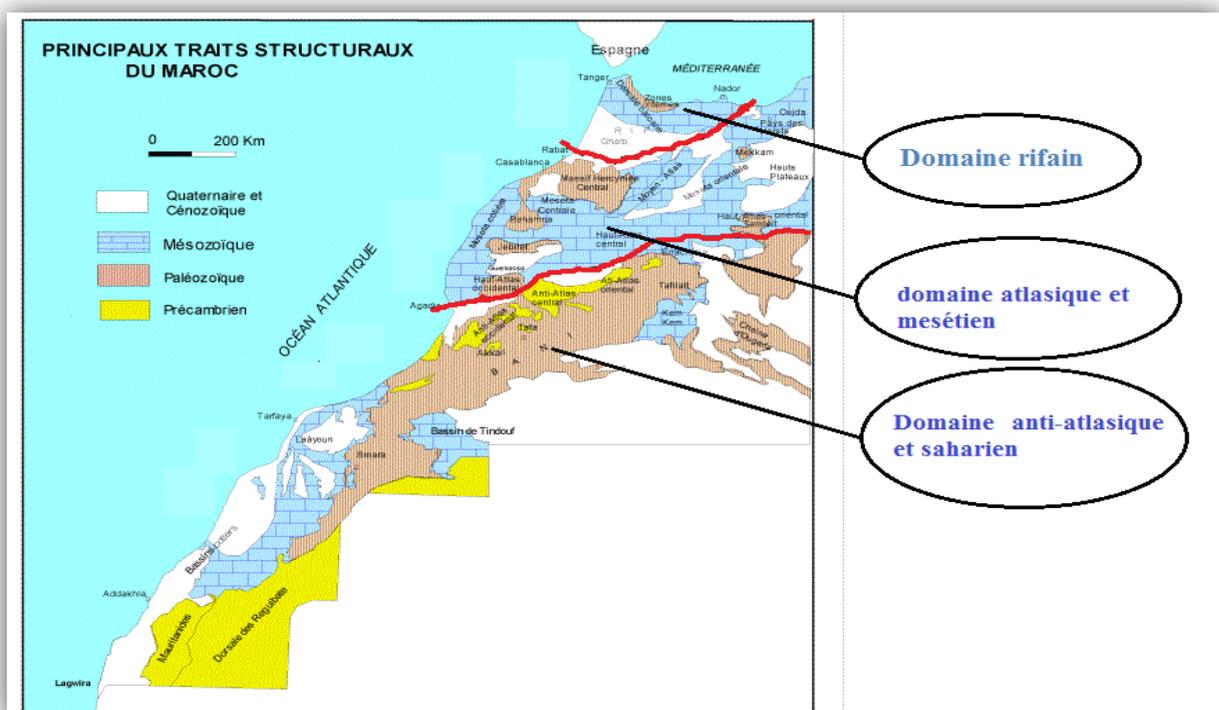


Figure 1: carte géologique des domaines structuraux au Maroc (ONHYM modifié).

II. Aperçu géologique de l'Anti Atlas

1. Historique

La chaîne de l'Anti-Atlas marocain a fait l'objet de plusieurs études géologiques dès le début du 20ème siècle notamment lors de la période de colonisation française. Ces études se sont multipliées suite aux prospections d'argent et de cuivre, mais ce n'est qu'après la deuxième guerre mondiale qu'elles deviennent fructueuses suite aux travaux de CHOUBERT (1947) et MARCAIS (1952) auxquels on voit les grandes lignes de la géologie Anti-Atlasique. Dès la fin des années 80, les compagnies minières et l'Université marocaine étaient impliquées par des travaux de recherche qui ont largement contribué à la compréhension de l'évolution stratigraphique et géodynamique de l'Anti-Atlas.

2. Cadre géographique

La chaîne de l'Anti-Atlas se présente sous forme d'un anticlinal à ossature précambrienne. Elle s'étend sur une longueur de 800 km, depuis l'océan Atlantique jusqu'à l'Algérie (Agard et al. 1980) et une largeur de 200 Km. Elle est limitée au nord, par l'accident sud-atlasique, les bassins carbonifères au sud, le bassin de Tindouf à l'ouest et le bassin de Bechar à l'est. L'Anti-Atlas est subdivisé en trois parties inégales (Choubert, 1956) :

L'Anti Atlas occidental s'étend depuis l'océan atlantique jusqu'au massif de Siroua, il contient principalement le massif d'Ifni et de Kerdous.

L'Anti-Atlas central comprend les massifs de Siroua, de Zenaga et de Bou-azzer.

L'Anti-Atlas oriental comprend les massifs de Saghro et de l'Oughat.

3. Cadre géologique

La chaîne de l'Anti-Atlas est définie comme étant l'ensemble des terrains précambriens limités au Nord par l'accident sud atlasique et s'étend au Sud jusqu'au bassin de Tindouf.

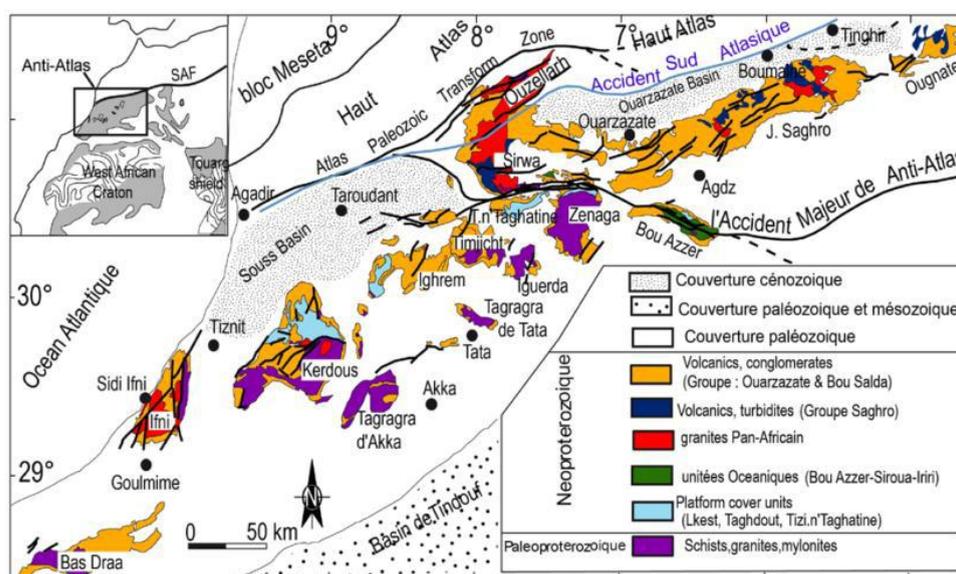


Figure 2: Carte géologique de l'Anti-Atlas (d'après Michard et al., 2008).

a. Lithostratigraphie de l'Anti Atlas:

Les subdivisions litho-stratigraphiques de l'Anti-Atlas varient d'un domaine à l'autre et d'un auteur à l'autre, suite à la succession de différents cycles orogéniques qu'a connu l'Anti-Atlas lors de son histoire et qui rend les tentatives d'interprétation chronologique difficiles et parfois divergentes.

b. Le Précambrien I : le socle Paléoprotérozoïque (2200-200Ma) :

Le précambrien I est caractérisé par les plus anciennes roches métamorphiques de l'Anti-Atlas, elles affleurent dans l'Anti-Atlas central et occidental, elles sont assimilées aux séries de Zenaga et Kerdous (Hassenforde, 1987 ; Thomas et al. 2002). Ces séries ont été divisées en deux séquences : une formation supra-crustale intensément déformée lors de l'orogénèse éburnéenne, constituée des schistes, gneiss, amphibolites, migmatites et une formation intrusive constituée d'orthogneiss (fig.3).

c. Le Précambrien II:

Il regroupe les sédiments et roches magmatiques associées dont l'ensemble est formé pendant la distension du Néoprotérozoïque inférieur. Le précambrien II est toujours discordant sur le précambrien I (Choubert et Faure-Muret, 1956 Leblanc, 1975, Saquaque 1989). Il est subdivisé en deux ensembles lithologiques :

d. -Le Précambrien II inférieur (900-750Ma) :

Au cours de Néoprotérozoïque moyen, la bordure nord du Craton Ouest Africain a été marqué par une extension à l'origine de l'ouverture de bassins. Dans l'Anti-Atlas central et occidental, le remplissage de ces bassins est désigné sous le nom de groupe des calcaires et des quartzites (Choubert et Faure-Muret, 1981) ou groupe de Bleida (Thomas et al., 2002). Dans l'Anti-Atlas central, cette unité affleure le long de l'Accident Majeur de l'Anti-Atlas dans les boutonnières de Zenaga, Bou-Azzer et Siroua, elles constituent des ophiolites (fig.3)

e. -Le Précambrien II supérieur (750-575Ma) :

Le Précambrien II supérieur est également connu sous les noms de série d'Anezi dans l'Anti-Atlas occidental et de série de Tidiline ou Siroua-Saghro dans l'Anti-Atlas central et plus généralement sous celui de PII-III. Cette, série discordante sur le PII inférieur, présente des faciès très différents tout au long de la chaîne de l'Anti-Atlas. Dans l'Anti-Atlas occidental, la série d'Anezi consiste en une unité pyroclastique acide plissée et discordante sur le PII inférieur (Hassenforder et Jeannette, 1974) (fig.3).

f. Le Précambrien III : la couverture volcanique tardi-Néoprotérozoïque (575-545Ma) :

La couverture volcanique tardi-Néoprotérozoïque est caractérisée par une intense activité volcanique et volcanoclastique (Choubert et Faune-Muret, 1956). Elle est désignée sous le Néoprotérozoïque supérieur, ou encore l'Infracambrien ou encore le super groupe d'Ouarzazate (Thomas et al., 2004). Dans la partie inférieure de la couverture et sous les premiers niveaux datés paléontologiquement du cambrien inférieur, Choubert (1952) a défini le précambrien en deux ensembles : une formation volcanique à la base dite formation de Ouarzazate et au sommet d'une formation sédimentaire de l'Oued Adoudou appelée Adoudounien. Ces terrains PIII sont caractérisés par un magmatisme à dominance explosive de nature géochimique calco-alcaline à la base qui évoluent vers une affinité tholéiitique continentale à alcaline (Youbi, 1989 ; Zahour, 1990 ,2001 ; Bajja, 2001) puis, il s'agit d'une série volcanique et volcanoclastique à dominance des ignimbrites qui a reçu diverses appellations (fig.3):

- Précambrien III ou série d'Ouarzazate (Choubert, 1963, Saquaque et al.,1989) ;
- Infracambrien supérieur (Leblance et Lancelot, 1980) ;
- Ediacarien (Gasquet, 2005) ;
- Super groupe d'Ouarzazate (Thomas et al., 2002,2004).

g. Le Néoprotérozoïque terminal ou Infracambrien (545Ma): (Adoudounien) :

Après les dépôts continentaux et les manifestations magmatiques du PIII, le domaine SW de l'Anti-Atlas est noyé sous une sédimentation marine transgressive carbonatée, calcaro-dolomitiques (Sans fossiles) de quelques milliers de mètres d'épaisseur, désignée par Choubert (1952) sous le nom de de la série de l'oued Adoudou ou Adoudounien. Cette série est formée de trois formations (fig.3):

- Calcaires inférieurs et/ou dolomies à cherts (Hinaje, 1995),
- Série lie de vin (siltites rouge violet),
- Calcaires supérieurs.

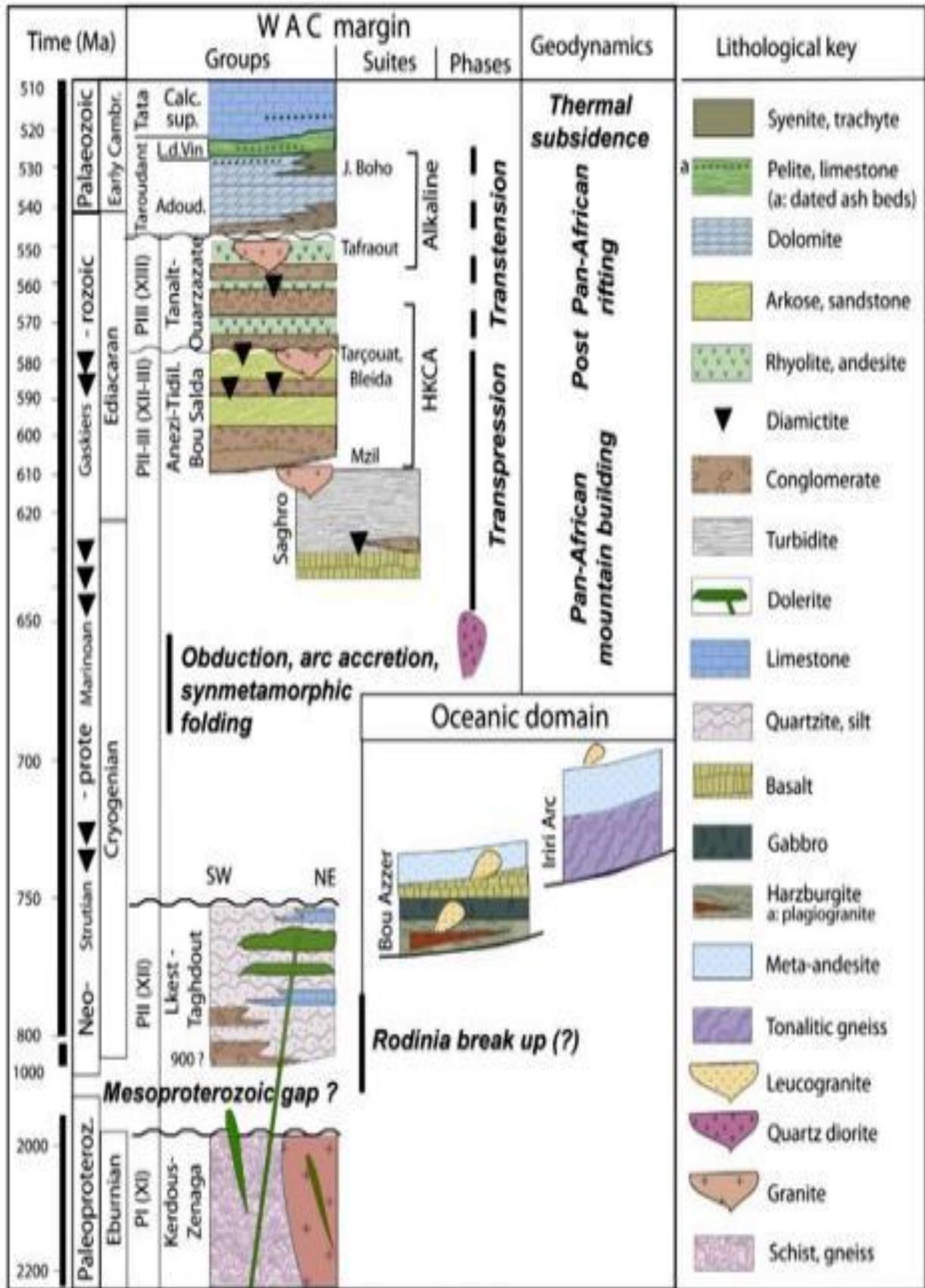


Figure 3: Log litho-stratigraphique de l'Anti-Atlas lors de l'orogénèse panafricaine de Thomas et al., (2004), modifié par Gasquet et al., (2005) et Liégeois et al., (2006), (In Michard et al., 2008).

III. Géologie de Jbel Saghro

1. Cadre géographique

Le massif du Jbel Saghro (Fig4), s'étalant sur une superficie de près de 4000 km², il est limité au Nord par les Vallées du Dadès et du Todghra, à l'Est par l'Ougnat et le Tafilalt, au Sud par le Jbel Bani et à l'Ouest par la Vallée du Draa.



Figure 4: localisation géographique du Jbel Saghro (Google-maps 2017).

2. Cadre géologique:

Allongé selon une direction NE-SW ; le massif de Jbel Saghro est limité au SW par la boutonnière de Bou-azzer el Graara et le massif de l'Ougnat au NE. Ce massif est formé de cinq « boutonnières » précambriennes, qui sont du SW vers le NE : Bouskour, Sidi-Flah, KelaatM'gouna, Boumalne et Imiter. Il contient des affleurements très étendus d'âge Protérozoïque supérieur (Hefferan et al.1992), ces affleurements sont formés de granitoïdes, de granite, de diorites quartziques, d'andésites, de rhyolites et de roches sédimentaires clastiques. Selon Saquaque (1992), les boutonnières du Jbel Saghro sont essentiellement composées de séries volcano-clastiques et volcaniques témoignant d'un volcanisme à prédominance explosive de type arc.

a. Lithostratigraphie de Jbel Saghro :

➤ Le complexe inférieur (1900-615 Ma):

Les formations du complexe inférieur se caractérisent par deux formations différentes : des méta-sédiments silico-clastiques, assimilés au socle du Jbel Saghro, et des roches intrusives de type diorites et granodiorites (Tuduri, 2005).

➤ Les granitoïdes du complexe inférieur :

Le cœur et la partie orientale du Jbel Saghro sont caractérisés par la présence d'importants corps plutoniques intrusifs dans les formations sédimentaires silicoclastiques du Cryogénien. Ces intrusions sont composées de corps basiques : gabbros ou diorites, à intermédiaires : granodiorites-tonalites. Ainsi chaque boutonnière précédemment citée est accompagnée de son cortège de granitoïdes intrusifs (Tuduri, 2005).

➤ **Les formations sédimentaires Néoprotérozoïques moyen ou le socle du Saghro :**

Ces formations de type flysch sont composées d'alternances de niveaux de grès, de grauwackes, de pélites, d'argilites et de turbidites (Fekkak et al., 2000 ; Fekkak et al., 2002 ; Ouguir et al., 1996).

➤ **Le complexe supérieurs (615-540 Ma):**

Les formations de ce complexe sont composées d'un ensemble de roches volcaniques, volcano-détritiques et volcanoclastiques ainsi que de leurs équivalents plutoniques et filoniens. Ces roches initialement attribuées au PII supérieur. (Benharref, 1991 ; Saquaque et al., 1992), ont par la suite été réattribuées au PIII (Ouguir et al, 1996). Les formations volcaniques forment une imposante couverture dont le faciès type a été défini dans la région de Ouarzazate (Série de Ouarzazate, (Bouladon et Jouravsky, 1954 ; Boyeretal., 1978 ; Boyer et Leblanc, 1977 ; Fauvel et Hindermeier, 1952 ; Hindermeier, 1953). Elles reposent sur le Complexe inférieur par une discordance tectonique majeure. La séquence volcanique est très diversifiée. On distingue, suivant les secteurs, des épanchements de surface de laves acides à intermédiaires, parfois basiques, de nombreuses coulées d'ignimbrites, des tufs remaniés et des formations volcanosédimentaires (Bajja, 1987 ; Bajja, 1998 ; Benharref, 1991 ; Freton, 1988; Ouguir, 1997).

➤ **La série paléozoïque-mésozoïque :**

Dans Jbel Saghro, des études sédimentologiques ont rapporté que les formations volcaniques de la série de Ouarzazate (complexe supérieur) ne formaient qu'un seul cycle Précambrien terminal à Cambrien (Benziane et al., 1983). En effet, sur le flanc sud du Saghro, les séries volcano-sédimentaires passent en concordance avec des dolomies azoïques puis avec les premières couches à Trilobites du Cambrien (Tuduri, 2005).

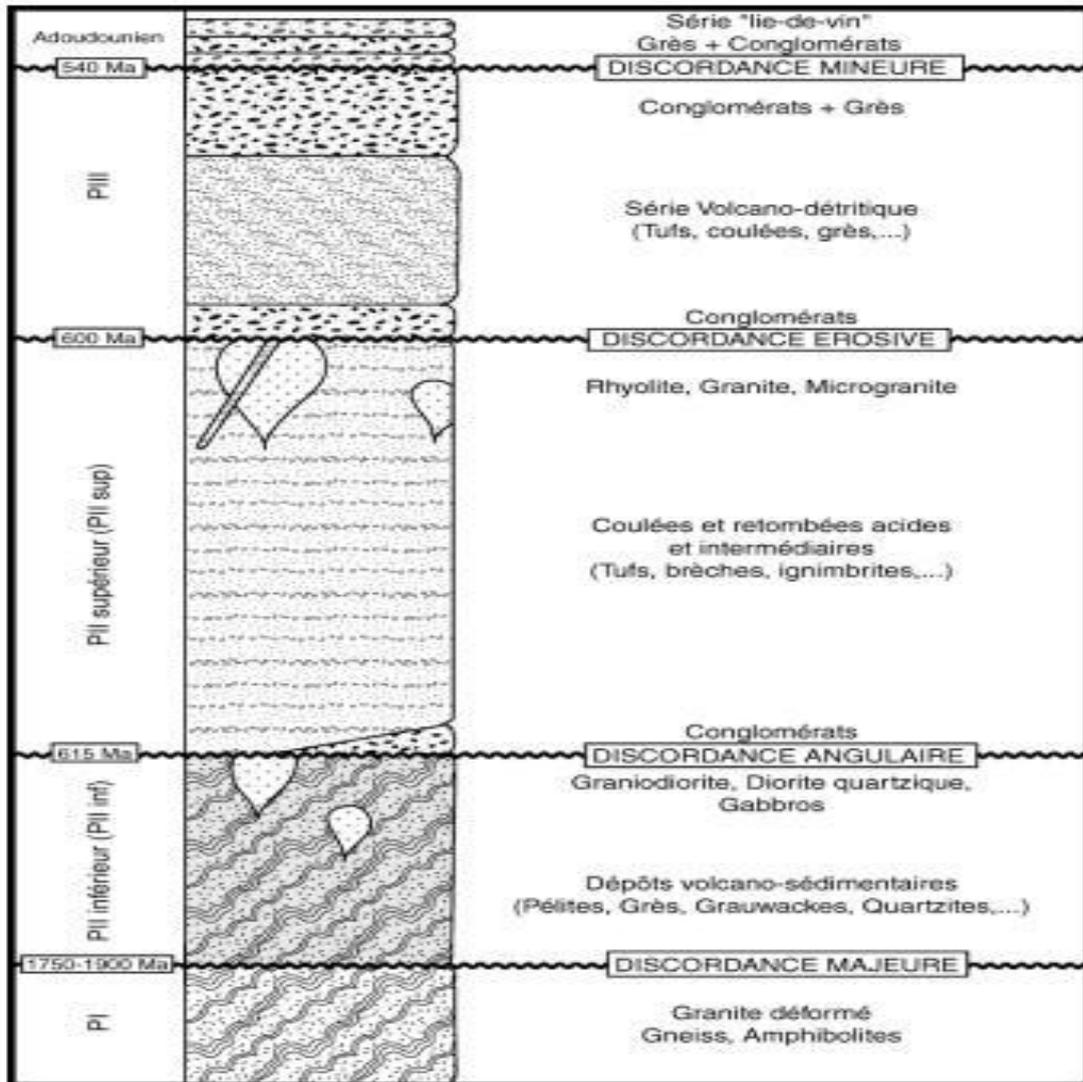


Figure 5: Colonne litho-stratigraphique du massif du Jbel Saghro (Benharref, 1991).

b. Aperçus structure de Jbel Saghro :

Selon Tuduri (2005), trois familles de failles ont été distinguées :

- la plus importante caractérise les structures orientées N60 à N90, correspondant aux accidents majeurs observés sur le terrain, façonnent principalement le Jbel Saghro ;
- la seconde direction caractérise les structures kilométriques orientées N-S à N150 ;
- la troisième famille est composée d'accidents orientés N20 à N40, de faible extension, et se développant même dans le Paléozoïque.

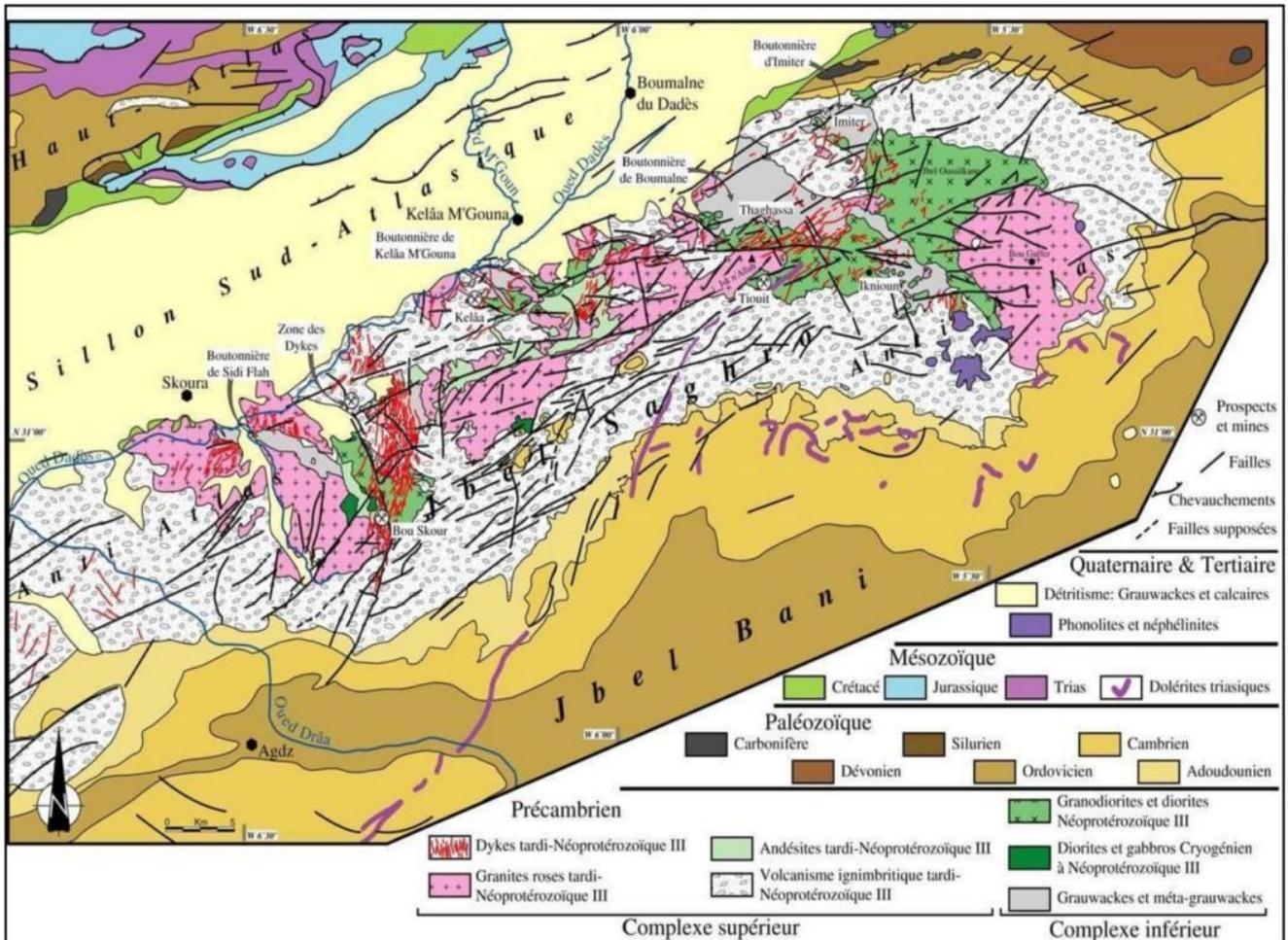


Figure 6: Carte géologique du Jbel Saghro (d'après Hindermeier et al.,1977).

IV. La mine d'Imiter:

1. Localisation :

Le gisement d'argent d'Imiter se situe sur le flanc nord-ouest du Jbel Saghro, à 26 km au SW de la ville de Tinghir (GPS : N 31°21'4.47", W5°43'39.27"). On y accède par une route goudronnée de 6 km partant de la route nationale n°10, Ouarzazate-Errachidia (fig.7).

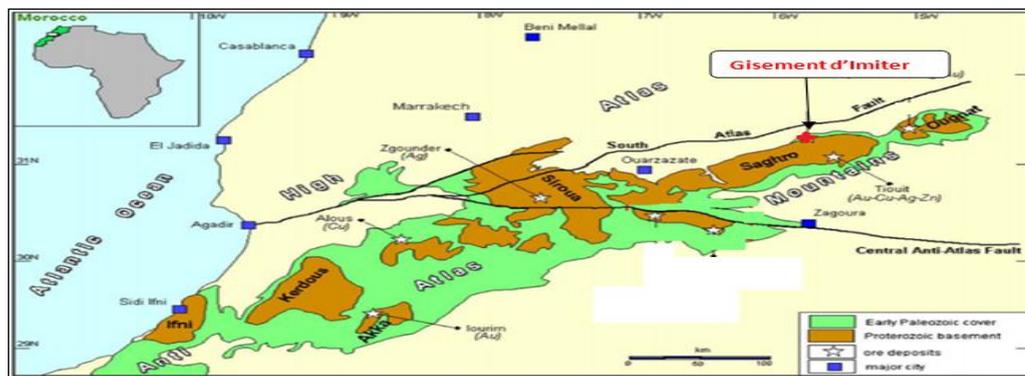


Figure 7: Localisation du gisement d'Imiter.

2. Historique et état actuel

Les premières traces d'activité minière dans la boutonnière d'Imiter datent des époques des anciens peuples amazighs, 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, et surtout la découverte des échantillons d'argent vendus par les « Achabes » à Marrakech. 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 métallogéniques, 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 (Mouttaqi et al., 2011).

3. Cadre géologique

Le gisement argentifère d'Imiter est encaissé dans les terrains méta-sédimentaires de faible degré du Néoprotérozoïque moyen et à la base des formations volcano-sédimentaires et volcaniques du Néoprotérozoïque supérieur. Le Néoprotérozoïque moyen est constitué principalement d'une série grésopélitique, intrudée par des apex de granite.

Ces terrains ont été structurés lors de l'orogénèse panafricaine par un plissement d'axe E-W à ENE-WSW, accompagné d'une schistosité de plan axial et contemporaine d'un cisaillement dextre régional N70-90°. A ces événements tectoniques s'associe un magmatisme calco-alcalin syncinématique de composition dioritique et granodioritique. La couverture du Néoprotérozoïque supérieur (Groupe de Ouarzazate) repose en discordance majeure sur le socle panafricain ; elle débute par des conglomérats de base, surmontés par un empilement sub-tabulaire de séquences

volcaniques après dominance de rhyolites, d'andésites et de pyroclastites associées. L'ensemble est traversé par des dykes basiques, intermédiaires et acides, orientés E-W, ENE et NE, de signature isotopique calco-alcaline et d'âge Néoprotérozoïque supérieur ou terminal.

L'ensemble précédent a été soumis à deux événements tectoniques cassants antécambriens : (1) une déformation transpressive dextre inverse le long des accidents E-W et ENE (direction de compression NW à WNW), et (2) une tectonique transtensive durant laquelle les accidents E-W, ENE et NE ont joué en failles normales sénestres permettant le développement de structures extensives en relief bien visibles sur la carte géologique d'Imiter.

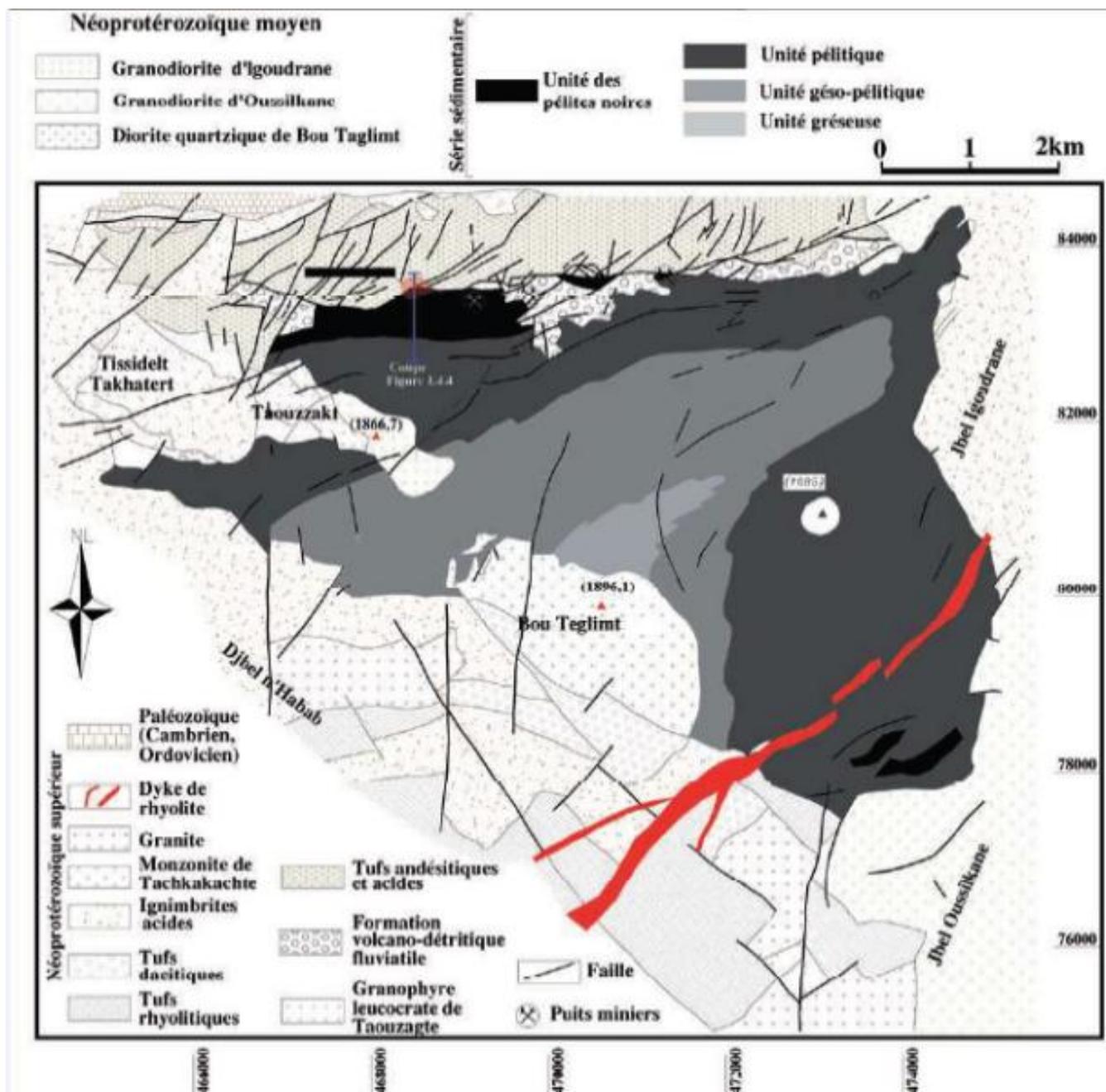


Figure 8: carte géologique de la boutonnière d'Imiter (document interne SMI).

4. Gîtologie

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-sédimentaires du PIII (XIII) 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 rejeu cassant synchrone de l'événement minéralisateur. Ils sont peu puissants mais s'étendent horizontalement sur plusieurs centaines de mètres.

5. Minéralogie:

Deux stades minéralisateurs à argent sont reconnus à Imiter. Le stade 1, à gangue siliceuse, est associé à une paragenèse minéralogique composée pour l'essentiel d'amalgame d'Ag (Ag/Hg), argentite, polybasite, pearceite, cuivres gris, argent rouge, imiterite, acanthite, arsénopyrite, pyrite et galène. Comme minéraux de gangue, on trouve aussi, outre le quartz, l'adulaire et la séricite. Le stade 2, caractérisé par une gangue à carbonates, est accompagné d'une association minéralogique composé d'amalgame d'argent, acanthite, cuivres gris, galène, sphalérite, pyrite, chalcopyrite et arsénopyrite. Superposé aux stades sulfurés précédents, le stade supergènes correspond aux concentrations riches en plaquettes d'argent, formées dans les zones d'oxydation superficielles. L'association minéralogique identifiée dans ce stade est composée d'argent natif, acanthite, imiterite, proustite, cérusite, mimetite, perroudite, cinabre et oxydes (hématite, goethite, coronadite...), (travaux en cours, Tuduri et al.).

DEUXIEME PARTIE : ETUDE GEOLOGIQUE ET INTERPRETATION DES DONNEES STRUCTURALES DE LA STRUCTURE F0S (IMITER I)

Introduction :

Le sujet qui nous a été confié se focalise sur le secteur d'Imiter 1 (Nouvelle carrière et puits I) qui se trouve à l'Ouest de la mine. Il contient les travaux les plus anciens dans la mine d'Imiter qui regroupent la carrière des anciens et la nouvelle carrière. Du point de vue lithologique la minéralisation est encaissée dans les formations grésopélitiques à gréseuses du PII.

Tectoniquement, Imiter I représente un siège d'une tectonique cassante importante qui se traduit par des structures faillées de directions variables. Au niveau de la carrière, la faille d'Imiter est bien reconnue, c'est l'une des familles des failles les plus répandues dans la boutonnière d'Imiter. De point de vue minéralogique ces failles sont minéralisées et montrent un remplissage quartzo-carbonaté. Généralement, ce sont les plus riches en minéralisation d'Ag au niveau d'Imiter I, puisque la structure minéralisée principale F0S qui a un pendage vers le Sud et les structures (F0N, F0, L1, L2...), qui ont un pendage vers le Sud sont considérées selon les géologues de la mine comme des résultats de jeux des failles à direction Est- Ouest.

D'après la coupe synthétique d'Imiter I, la structure F0S c'est lui qui permet l'ouverture et le remplissage des structures (F0N, F0, L1 et L2). Ce système filonien des structures est découvert après l'exploitation de corps principale en amas au niveau de la grande carrière (figure 9).

La problématique de notre sujet est d'exécuter une étude géologique et géochimique des structures F0S et F0N afin d'arriver à faire une description des caractéristiques de ces deux structures, comprenant :

La réalisation des levés géologiques au fond des structures F0S et F0N, suivant une échelle de 1/200 et leur description lithologique, structurale et minéralogique.

Un échantillonnage sur la couronne dans les structures levées pour l'étude géochimique.

I. Localisation de la zone d'étude :

L'emplacement de la minéralisation au niveau du gisement d'Imiter tout entier impose une subdivision en quatre secteurs. Cette subdivision est contrôlée par le schéma de production qu'exige la société d'exploitation. On distingue alors :

1. Imiter I:

Il se trouve à l'Ouest de la mine, subdivisé en quatre chantiers : corps BW, carrière des anciens, corps A-Puits A et Sud Carrière au Sud de ces chantiers.

Dans ce secteur, la minéralisation se présente sous deux formes :

- des structures minéralisées de type filonien avec une direction N70 et un pendage sub-vertical vers le Nord (80° à 85° N) encaissées dans des formations gréso-pélitiques à gréseuses du PII inférieur, pour le Sud Carrière, le corps A et la carrière des anciens tandis que dans le corps BW, ces structures sont encaissées dans le PII inférieur, les conglomérats et brèches volcaniques de base du PIII ;

Lorsque les structures filoniennes ont une puissance supérieure ou égale à 10 m, on parle de pseudo-amas.

- A l'état disséminé dans la roche encaissante près des structures minéralisées ou des pseudo-amas, souvent rencontré dans le corps BW.

2. Imiter II:

Situé à l'Est de la mine, le secteur Imiter 2 renferme le puits 3 (ou colline B3) et le puits C subdivisés en trois principaux chantiers : le Corps principal, Structure Sud, la R7 exploités à différents niveaux. 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 80. 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.

3. Igoudrane et puits IV:

C'est un nouveau secteur à Imiter situé au Sud de la mine, les travaux de recherche ont confirmé que la minéralisation atteint jusqu'au 700m de profondeur. Elle est encaissée dans des formations gréso-pélitiques suivant des couloirs.

4. Imiter Sud:

Il est situé à l'Est de la mine, renferme deux chantiers : Puits E, Puits F, on distingue même la B8. La minéralisation est en structures filoniennes encaissées dans le PII sauf dans la B8 où on assiste à une extension de ces structures qui peuvent atteindre jusqu'à 6 m de puissance et qui sont encaissées cette fois-ci dans le PIII.

Cette concentration minéralisée importante de l'argent a donné lieu à un gisement économiquement exploitable. Ce gisement fait l'objet d'un permis d'exploitation attribué à la Société Métallurgique d'Imiter (SMI).

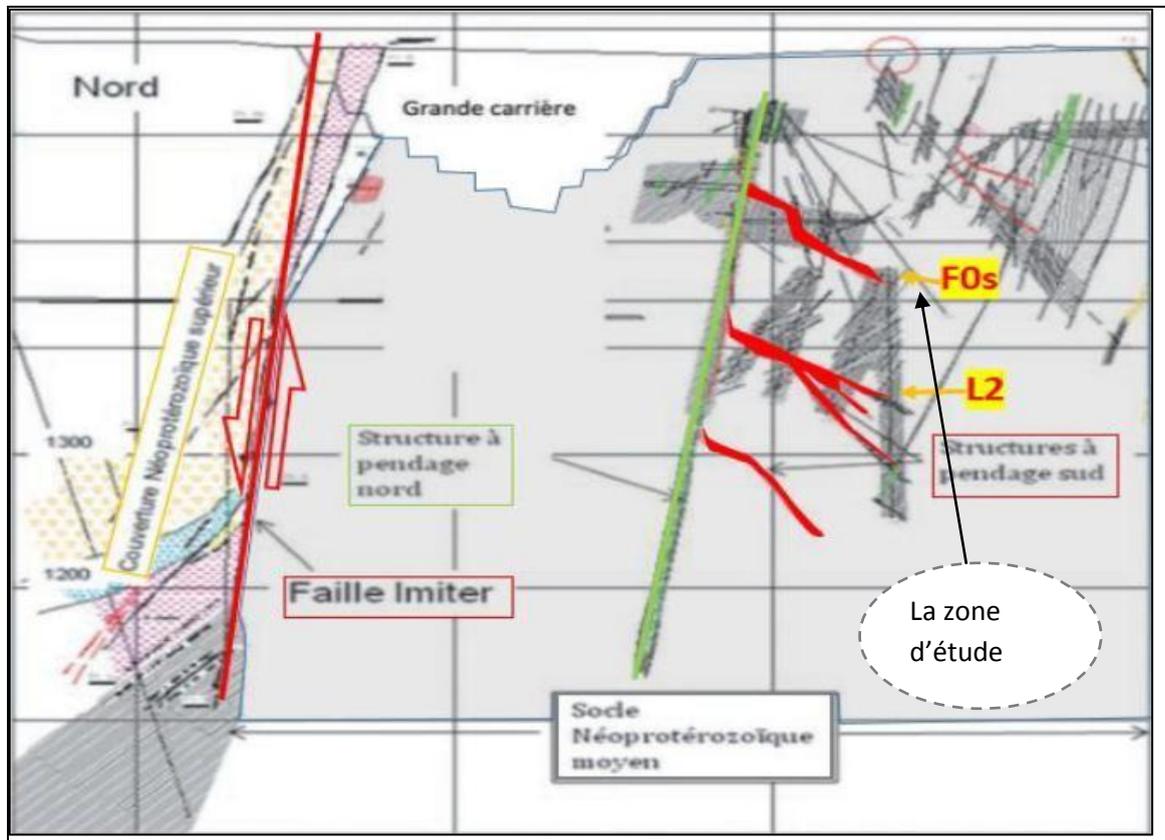


Figure 9: Coupe synthétique N-S d'Imiter I (document interne SMI).

II. Etude pétrographique

Afin de caractériser la partie ouest de la structure F0S-bloc 3, il était indispensable de réaliser des levés géologiques détaillés de la couronne, avec une échelle de 1/200. Cette cartographie de la couronne de la galerie minière concerne la structure minéralisée dont fait l'objet notre étude.

Nous avons réalisé ce travail dans deux niveaux miniers superposés (1328(-171m), 1432(-152m)). Dans le même objectif, nous avons caractérisé les faciès lithologique et minéralogiques, et les structures tectoniques qui jouent un rôle très important dans la répartition de la minéralisation. Ainsi, lors des levées géologiques, nous avons défini plusieurs faciès lithologiques dont les plus importants sont :

1. Les Grès

Sur le plan régional de la boutonnière et d'après la cartographie, on remarque que la zone située au Sud des granodiorites ; montre une minéralisation encaissée dans des faciès beaucoup plus gréseux. Les grès sont de couleur grisâtre, avec un aspect microgrenu très compact et très dures. Elle est considérée comme l'encaissant des structures minéralisées qui ont un pendage fort vers le nord ou parfois vers le sud avec une direction générale Est-Ouest. Dans certains cas ce faciès peut montrer une couleur plus sombre que d'habitude ; là on parle de la roche grésopélitiques.



Figure 10: A) : Grés compactés, B) : Carotte de grés

2. Les Pélites

Ce sont des roches d'origine sédimentaires détritiques, de nature argileuse. Elles ont un aspect noirâtre qui indique leur richesse en matière organique. Les zones pélitiques sont caractérisées par un pendage plus ou moins fort et une direction générale Est-Ouest.

De point de vue structural, les pélites rencontrés dans notre secteur d'étude, montrent parfois des plissements, un métamorphisme général et une schistosité plus ou moins parallèle à la stratification (plis isoclinaux).



Figure 11: A) : Pélites schistosées à pendage fort, B) : Des carottes de pélites.

3. Les Grésopélites

Il existe encore deux faciès intermédiaires entre les pélites et les grès ; on parle des pélites gréseuses ou des grésopélites dont la nature de chaque faciès est déterminée suivant le pourcentage de chacun.

4. La Dolomite rose

La dolomie se présente soit associée avec le quartz ou sous forme de lentilles massives, et contient parfois des brèches de l'encaissant. 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-apart qui est le plus représentatif de la distribution

de l'ensemble de la minéralisation à Imiter en général ; c'est un ensemble de veinules à pendage vers le sud qui ont pris lieu entre deux autres veinules à pendage nord.

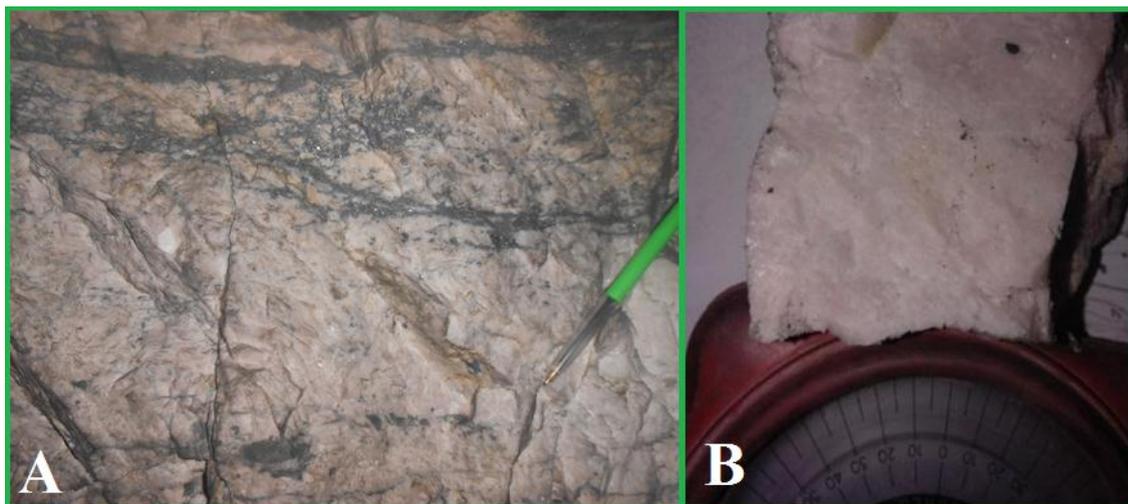


Figure 12: A) : Dolomite rose très riche en galène. , B) : Dolomite rose sèche.

5. Quartz laiteux

C'est un quartz blanc, se présentant en longues veines. Presque toute la structure montre une brèche hydraulique, parfois broyée sous l'effet des rejeux des failles qui délimitent la structure. Dans les grandes ouvertures ou la structure a connu une dissolution, seul le quartz a résisté et présente des vides qui peuvent être interprété comme des boxworks de dolomie rose. Dans les épontes de la structure un autre type de quartz existe parfois, soit en fentes ou en filonnets parallèles à la structure avec des pendages faibles (environ 20°) vers le nord ou vers le sud. Ce dernier type de quartz est tardif par rapport à la minéralisation, il est généralement stérile.

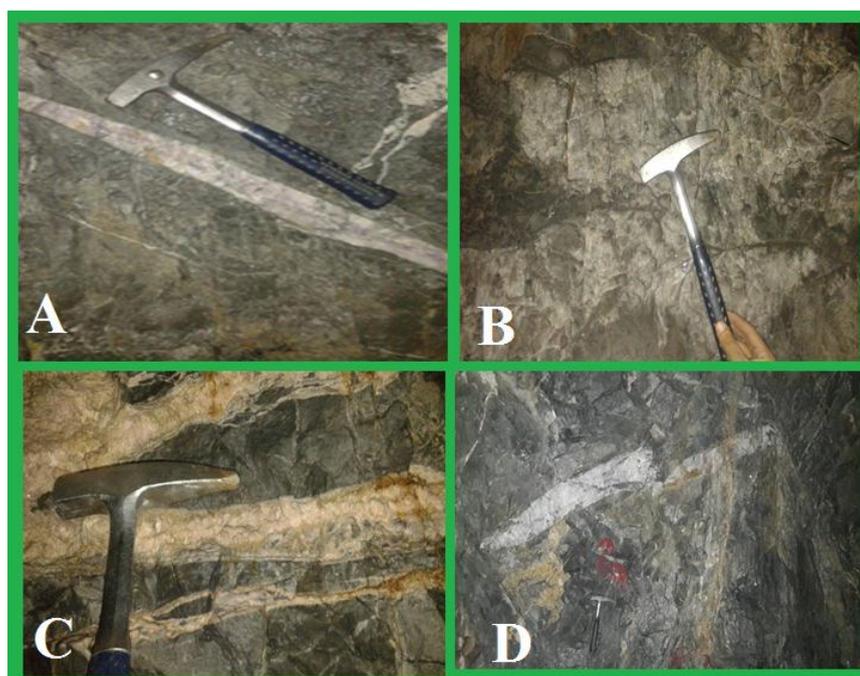


Figure 13: A) : Quartz saccharoïde, B) : Quartz gris, C) : Quartz en texture rubané avec la dolomie, D) : Une fente de quartz blanc avec des traces de pyrite.

6. Dykes basique

Les dykes au niveau de la zone d'étude sont de nature basique. Il s'agit des filons de roches épaisses de quelques centimètres à quelques mètres. Ils correspondent généralement au remplissage d'une faille par un liquide magmatique basique. Dans les niveaux étudiés, les dykes rencontrés sont caractérisés par leur couleur verdâtre, une extension métrique, et parfois on les considère comme des guides de recherche des structures minéralisées.

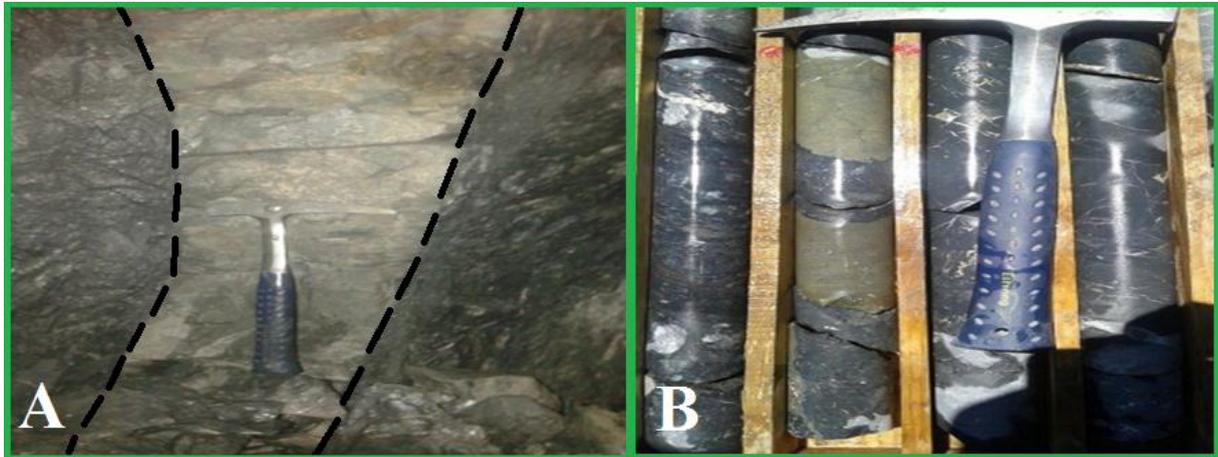


Figure 14: A) : Dyke basique encaissé dans des pélites, B) : Carotte qui recoupe un dyke basique.

III. La minéralisation sulfurée

Les observations que nous avons effectuées le long des tailles, nous ont permis de mettre en évidence une paragenèse minérale variée, avec des sulfures accompagnant la minéralisation. Il s'agit d'une minéralisation hydrothermale. Un cortège de sulfures secondaires accompagne cette minéralisation argentifère sous forme de blende, de galène, de pyrite, de chalcopryrite...

1. La pyrite (FeS₂)

C'est le sulfure le plus abondant, puisqu'on a trouvé qu'il est rencontré toujours le long de l'encaissant et même au niveau de la structure bréchifiée. Ce sulfure de fer de formule chimique (FeS₂) et qui a un système cristallin cubique remarquable avec un aspect jaunâtre se présente sous plusieurs formes des cristaux automorphes, agrégats framboïdaux, disséminés, des veinules, en mouche ou bien sous forme d'une masse concentrée soit dans la structure principale soit dans l'encaissant.

Macroscopiquement Elle se présente sous forme de cristaux automorphes disséminés, d'agrégats ou de veines. La pyrite est observée aussi en inclusions de formes cubiques au sein de la galène.

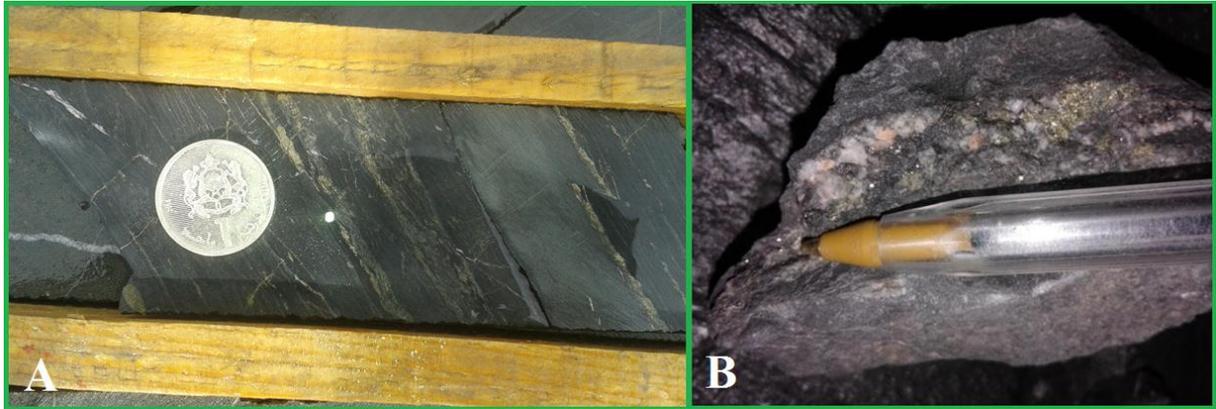


Figure 15: A) : Veinule de pyrite au niveau de la carotte, B) : La pyrite dans la structure minéralisée.

2. La galène (PbS)

La galène ou sulfure de plomb de formule chimique (PbS), de système cristallin cubique et caractérisé par son aspect grisâtre et un éclat métallique. Il est rencontré fréquemment dans la structure bréchifiée à dolomite rose ou parfois avec le quartz gris, et comme un minéral accompagnateur d'argent. Elle se présente sous plusieurs formes : en veines, disséminé, en mouche ou plus souvent sous forme d'une masse concentrée.

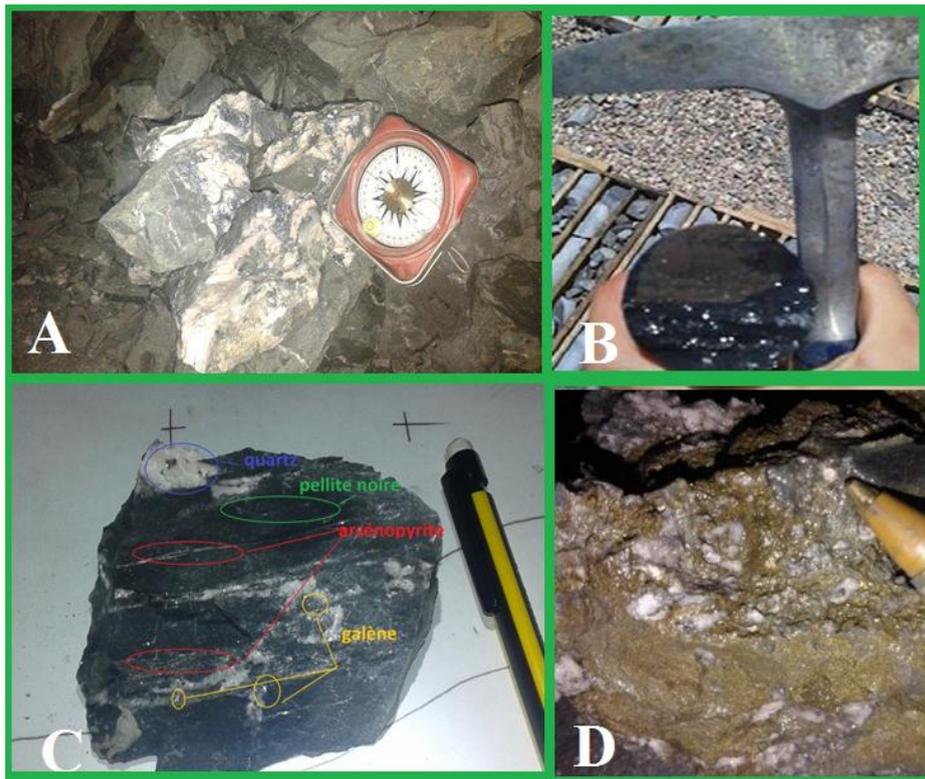


Figure 16: A) : La galène encaissée dans la dolomite, B) : La blende dans les pélites, C) : Galène, D) : Quartz gris très riche en chalcopryrite et galène.

3. La chalcopryrite (CuFeS₂)

Généralement, c'est un sulfure de cuivre et de fer de formule chimique (CuFeS₂) et de système cristallin cubique. Elle a un éclat métallique et un aspect jaunâtre.

A Imiter I, ce sulfure est présenté sous plusieurs formes : disséminée, en mouche ou sous forme d'une masse concentrée, et au plus souvent au niveau de quartz gris. Au niveau des deux structures bréchifiées ce sulfure est caractérisé par sa rareté.

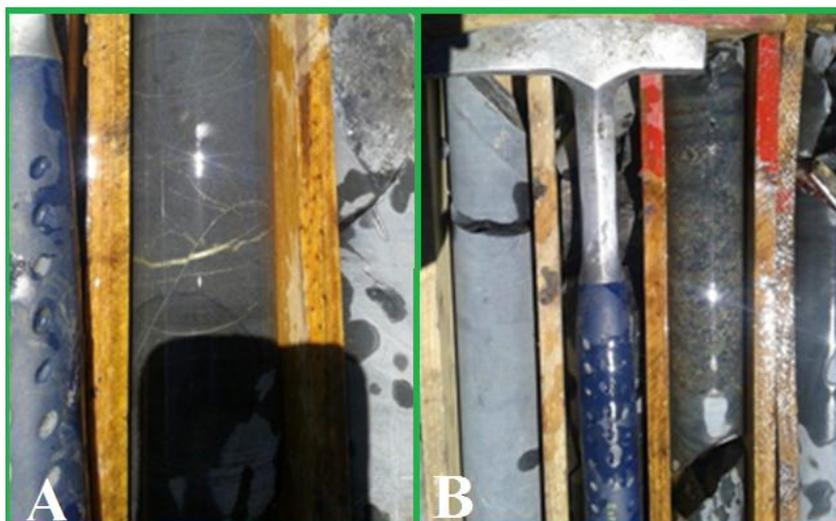


Figure 17:A) : Veinule de la chalcopryrite, B) : La pyrite disséminée.

4. La sphalérite ou la blende (ZnS)

Au niveau d'Imiter I ce sulfure de zinc de formule chimique (ZnS) et qui a un system cristallin cubique et un aspect violet à marron, est moins rencontré sur terrain par rapport aux autres sulfures. Il est bien marqué au niveau de l'encaissant que dans la structure se présente dans la plupart des cas sous forme des veinules très minces, disséminée ou plus souvent en petites masses concentrées.

Macroscopiquement Elle est associée à la pyrite, chalcopryrite, galène et arsénopyrite, elle est antérieure à la galène. Elle se présente sous différentes formes en grandes plages xénomorphes d'aspect spongieux, pouvant renfermer des reliques de pyrite, en inclusions dans la galène et en fines plages automorphes avec parfois des exsolutions de chalcopryrite. Les agrégats polyminéraux sont intensément remplacés par les minéraux argentifères (argentite, polybasite, pyrargyrite).



Figure 18: A) : La sphalérite en masse concentrée au niveau de la dolomie à la structure F0S-Niveau 1328, B) : Des petites veinules de dolomie rose très riche en sphalérite.

5. L'Arsénopyrite (AsFeS)

C'est un sulfure de zinc de formule chimique (AsFeS), a un système cristallin cubique, un aspect grisâtre et un éclat sub-métallique. Comme la sphalérite ce sulfure est moins rencontré sur terrain et se présente dans la plupart des cas sous formes des veinules très minces ou disséminée.

L'arsénopyrite (AsFeS) est le minéral le plus répandu dans la phase argentifère. Il est plus abondant dans la dolomie. Dans la phase à quartz (Quartz 2) c'est le premier sulfure à cristalliser. Il se présente sous forme automorphe disséminée ou en plages polymétalliques associées à la galène, blende, chalcoppyrite, pyrite et minéraux d'argent (amalgame, polybasite et pyrargyrite). L'arsénopyrite est souvent corrodé par l'ensemble des minéraux précités.

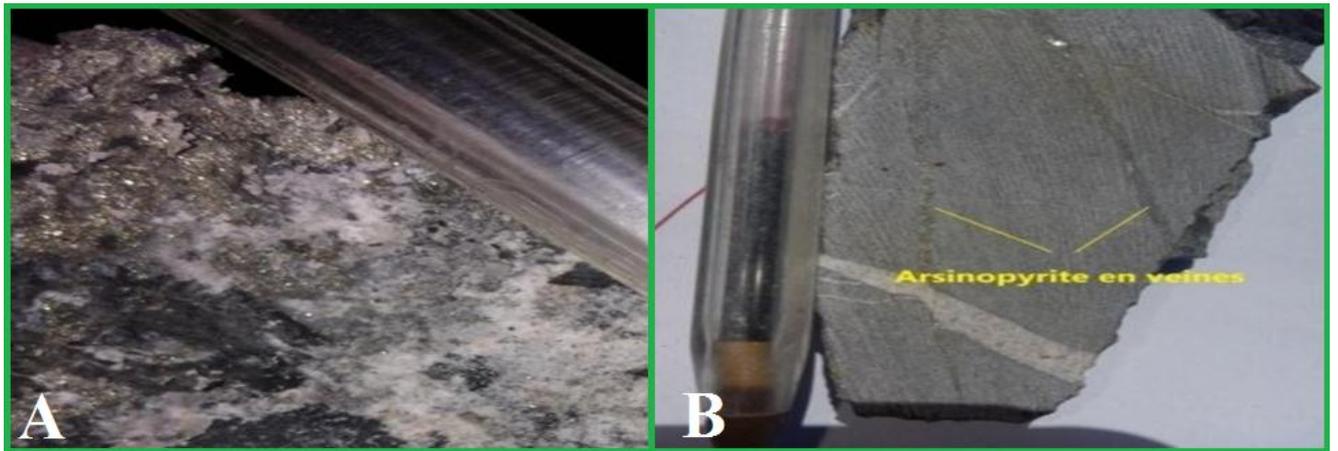


Figure 19: A) : Arsenopyrite massive au niveau de la dolomite rose, B) : Des veines de l'arsenopyrite au niveau des grés-pélite.

IV. La minéralisation argentifère

La minéralisation argentifère du gisement d'Imiter est de type hydrothermale composée d'argent natif, d'amalgame d'argent et mercure et de sulfures d'argent accompagnés d'une gangue de quartz et de carbonates (dolomite rose en général).

A Imiter 1, la minéralisation se présente sous diverses formes :

Structures filoniennes : dont la direction privilégiée est N70 à N90. La gangue est dolomitique ou quartzreuse (Quartz gris);

Corps en amas: de grande puissance à gangue dolomitique, calcique ou quartzreuse.

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.

1. Les différents types d'argent:

La minéralisation argentifère dans le secteur étudié est présentée sous différentes formes :

a. L'argent natif en plaquette (Ag)

Il est observé sous forme de grains disséminés dans les pélites ou dans le quartz gris ; ou sous forme de plaquettes, fils ou en fissures dans des paragenèses tardives de remobilisation. Son origine pourrait résulter de processus supergènes (Tuduri et al., 2005).

b. L'argent noir :

Il a un aspect feuillet noirâtre, observé généralement dans la dolomite rose très riche en galène massive.

c. L'argent rouge:

Il est moins rencontré sur le terrain et il est le plus souvent sous forme disséminée avec un aspect rougeâtre clair.

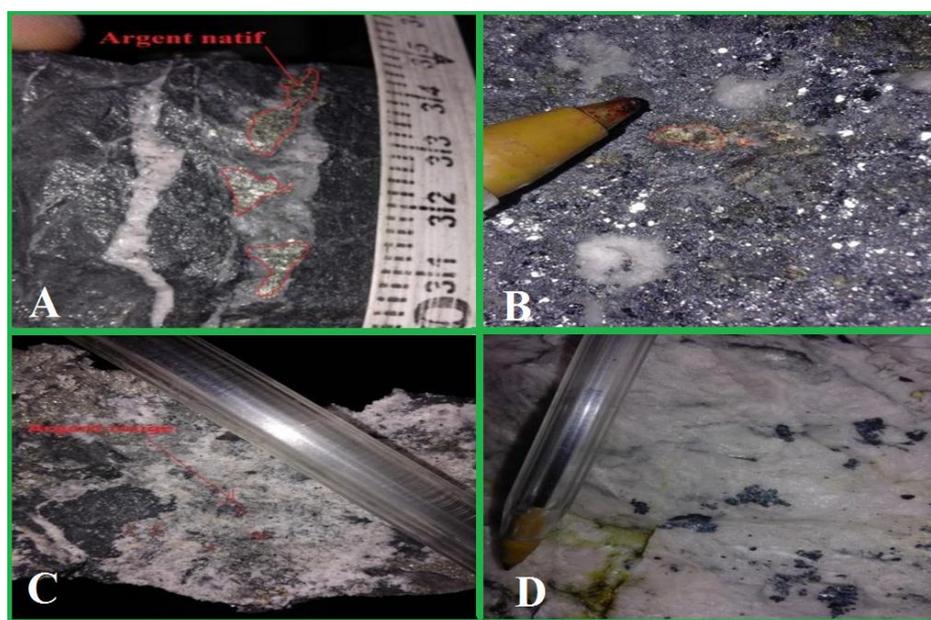


Figure 20:A) Argent natif au niveau de quartz gris, B) : Argent natif au niveau de la galène massive, C) : Argent rouge dans la dolomie rose, D) : Des petites feuillées d'argent noire au niveau de la dolomite rose.

V. Interprétation des données structurales de la structure F0S (Imiter I)

1. Cadre structural d'Imiter I

La mine d'imiter correspond à une zone très déformée et facturée où s'anastomosent et se recoupent plusieurs systèmes de fractures. Ce faisceau de failles d'allongement général E-W est le métallotectes dont l'importance a été soulignée plusieurs fois. (Document interne de la SMI).

La zone d'Imiter I correspond à un complexe faillé d'allongement E-W séparant le PII du PIII, au sein duquel se situent nos structures (F0S, F0N). Ces dernières se situent entre les failles F0 et F1 à pendage nord, montrant un parallélisme au réseau principal de la faille d'Imiter, et présente un pendage vers le sud-est entre 55° à 75° qui tend à s'aplatir en profondeur pour le cas de la F0S et un pendage vers le nord pour la F0N. Ces structures pourraient être interprétées

comme un relais extensif entre les deux failles (F0 et F1). Ceci pourrait être valable pour la majorité des structures minéralisées à pendage sud dans le gisement.

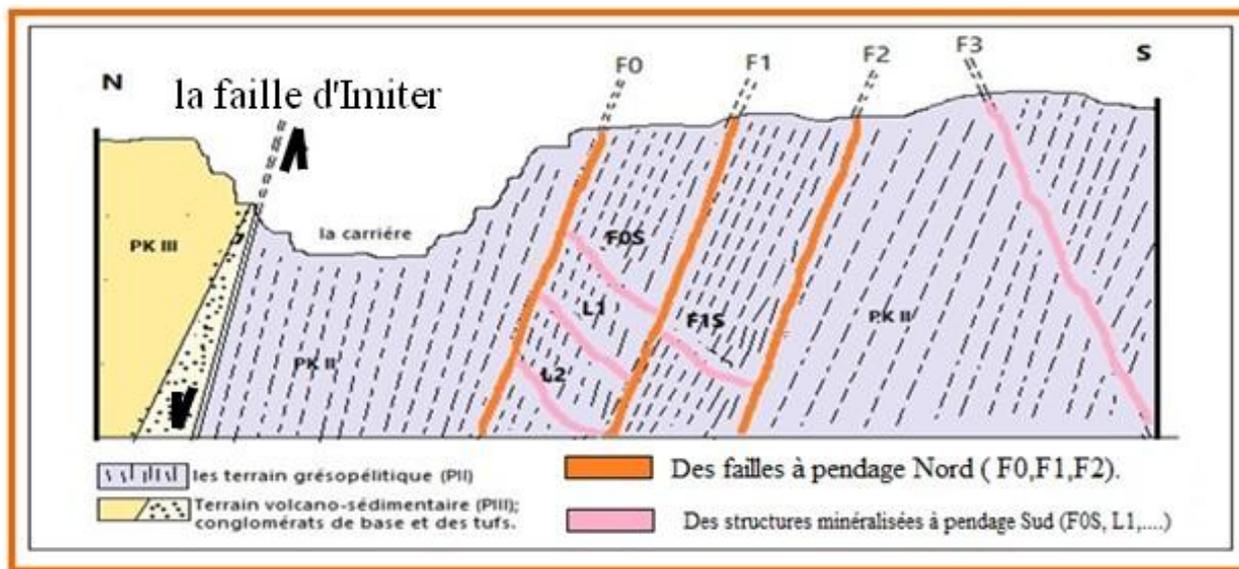


Figure 21: coupe géologique schématique montrant la localisation des structures minéralisées

a. La faille d'Imiter

Cette faille apparaît au niveau de la grande carrière. Elle montre une direction orientée E-W avec un pendage de 75° vers le Nord. Elle correspond au contact entre le PII et le PIII par le passage bien marqué d'un aspect noirâtre sombre (des grésopélites) à un aspect rougeâtre clair (des tufs volcaniques).

En outre, la faille d'Imiter constitue un couloir de failles de direction E-W et qui sont généralement parallèles aux failles principales (la faille de Tawezakt, F0, F1...). Ces failles sont caractérisées sur le terrain par un pendage variable entre 70° et 85° dirigé dans la majorité des cas vers le Nord.

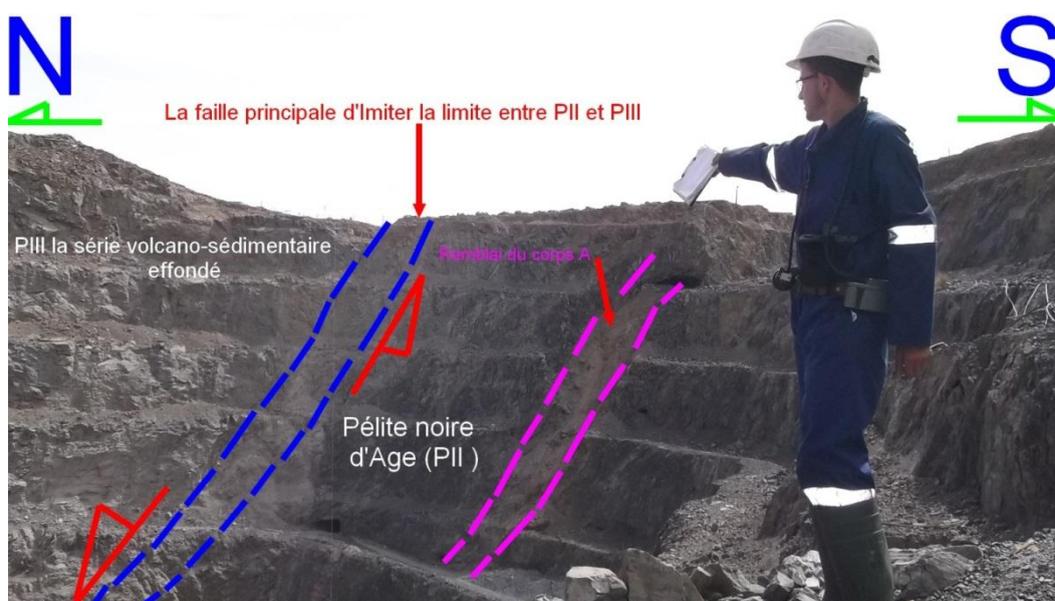


Figure 22: Photo prise au niveau de la grande carrière montrant le contact PII/PIII (faille d'Imiter).

b. La stratification

Les levés géologiques réalisés au niveau des différentes galeries nous ont permis de révéler que la stratification est d'une direction Est-Ouest et un pendage nord pouvant atteindre les 80° N. Elle représente une morphologie à caractère plissé centimétrique à millimétrique marquant les facies volcano-sédimentaires pélitiques et gréseuses.

2. Familles de failles

Dans la structure F0S on rencontre plusieurs familles de failles dont les plus importantes sont :

a. Famille de direction E-W

Cette famille regroupe l'ensemble de failles ayant une direction E-W et qui sont généralement parallèles à la faille d'Imiter (c'est le cas des couloirs bréchifiés) à remplissage minéralisé ; ces failles sont caractérisées par un pendage fort de 75° à 85°, mais peut être faible par endroits, dont sa valeur peut arriver jusqu'à 35°.

b. La famille NE-SW:

C'est un couloir constitué principalement de dolomie rose. Il a une direction moyenne (Est-West) avec un pendage fort vers le Sud.

Elles correspondent à des failles de direction N20, N50. Cette famille présente généralement un pendage fort vers SE. Toutefois, elles peuvent y voir des pendages vers le NW.

c. La partie ouest de la structure F0S niveau 1328(-171m) :

Dans cette partie la structure est caractérisée par une épaisseur variant entre 0,8 m et 2,5 m et ainsi la structure possède une direction E-W à pendage faible allant de 15° à 45° vers le Sud. La minéralisation est encaissée dans les formations gréso-pélitiques avec une gangue carbonatée de type dolomitique.

A l'extrémité de cette partie sur le parement nord du niveau 1328(-171m), on remarque une faille à pendage faible (N60, 35° SSE). Cette faille est postérieure à la minéralisation avec un décrochement dextre qui a décalé la structure principale minéralisée. Ce qui confirme le jeu de la famille des failles NE qui recoupent les structures E-W et la stratification.

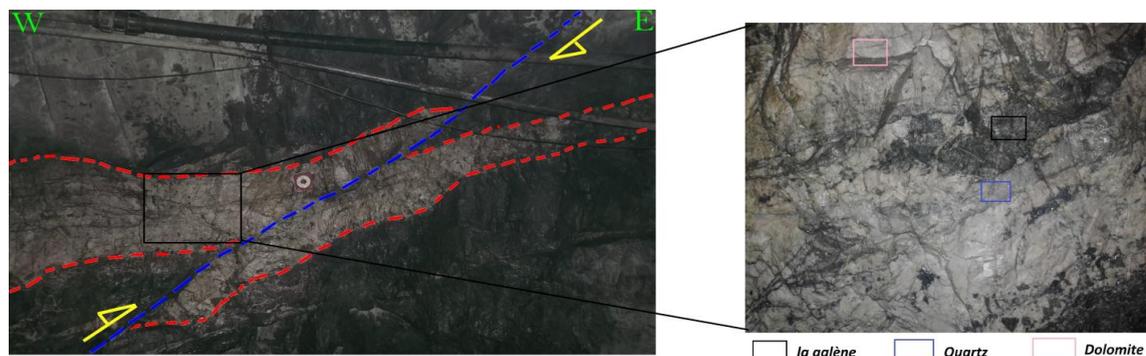


Figure 23:Photo. Une faille de direction N60 à pendage faible décale F0S, niveau 1328(-171m) .

Sur un front de taille de cette structure qui est en cours de traçage. On trouve aussi un nœud tectonique caractérisé par des failles qui ont des directions et des pendages variés (N85, 30°S) et (N35, 40°SE) et (N65, 60° SE, pitch 20° ENE, inverse).

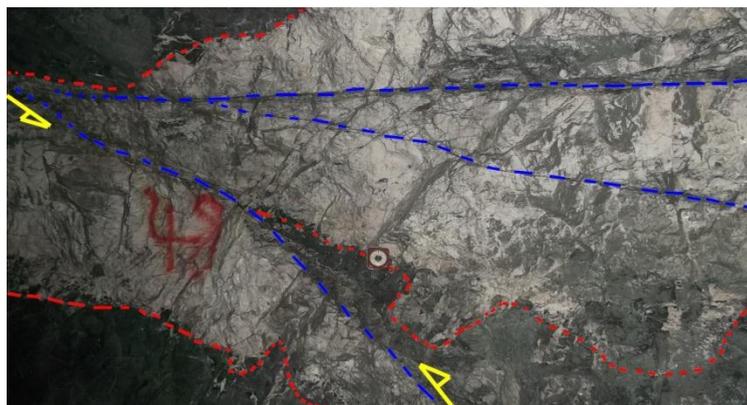


Figure 24: Photo. Un nœud tectonique entre une faille inverse une faille plate.

A petite échelle, les décalages observés au niveau du front minier, montrent bien l'effet des différentes failles affectant la structure F0S. L'ensemble de ces failles montre des directions et des pendages variées allant de N50, 30°NW jusqu'à N88, 40°NNE et N85, 60°NNE. Ces failles minéralisées et leur décalage par d'autres failles, montre que la zone a subi un polyphasage tectonique d'âge précambrien, hercynien et probablement atlasique.

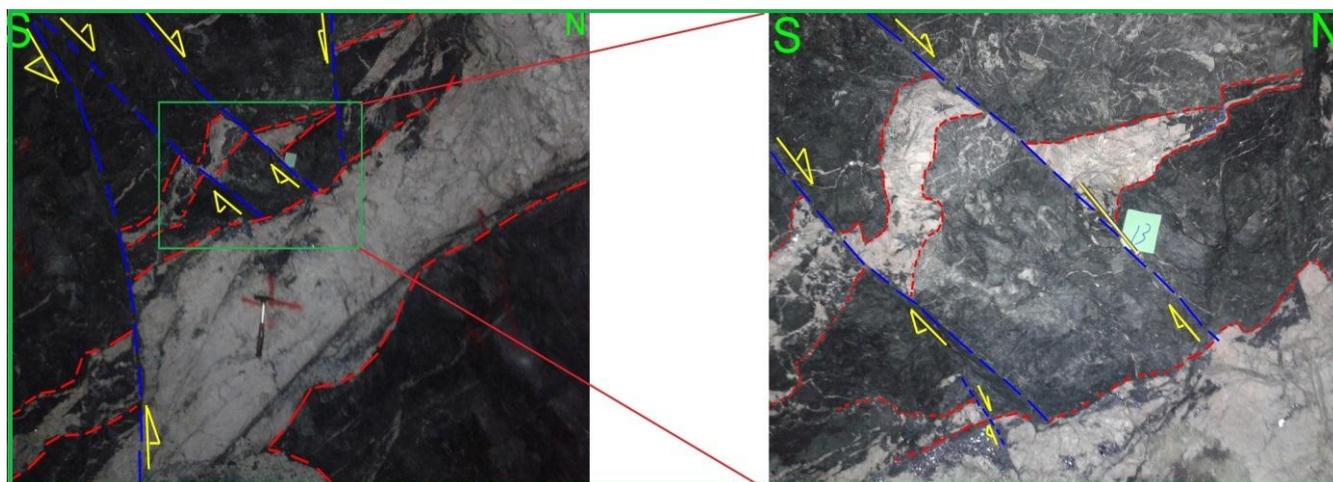


Figure 25: photo montrant Un ensemble de failles affectant le front de la structure F0S.

d. La partie Est de la structure F0S niveau 1328(-171m) :

Dans la partie Est au niveau de l'endroit de la réapparition de cette structures bréchifiées, une faille de direction N45, 60 SE prend lieu. Elle est remplie par la dolomite rose constituant une structure secondaire qui suit la structure principale F0S. Proche de cette faille, au parement nord un filon de quartz est affecté par une série de failles normales de direction N05, 75W.

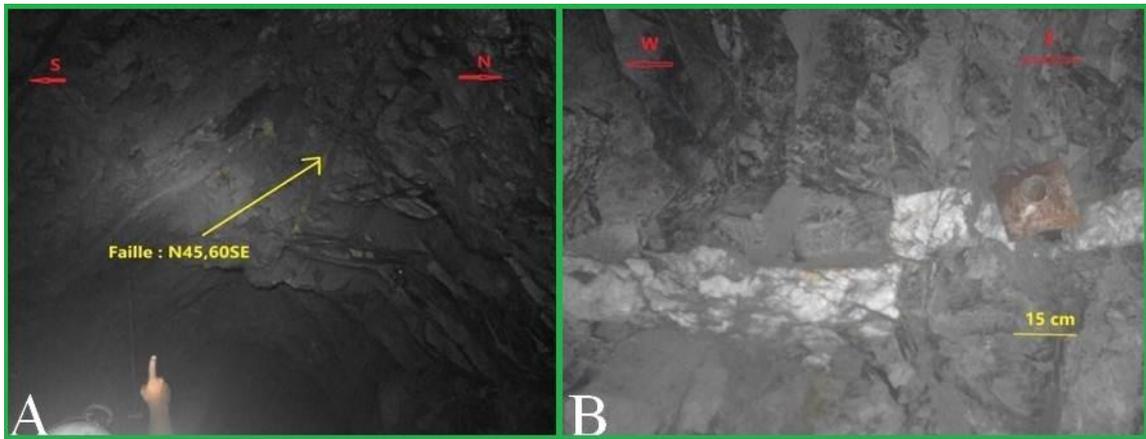


Figure 26: A) : Faille remplie par la dolomite rose, B) : Faille normale affectant un filon de quartz (Parement Nord)

Au cours de la réalisation du levé géologique de cette zone, des observations faites sur les parements de la structure de la galerie permettent d'identifier le développement d'un système de Reidel. Ce qui justifie le mouvement senestre au niveau de la faille N85.



Figure 27: Couloir de décrochement N85 a jeu apparent senestre avec un système de Reidel.

e. Projection stéréographique:

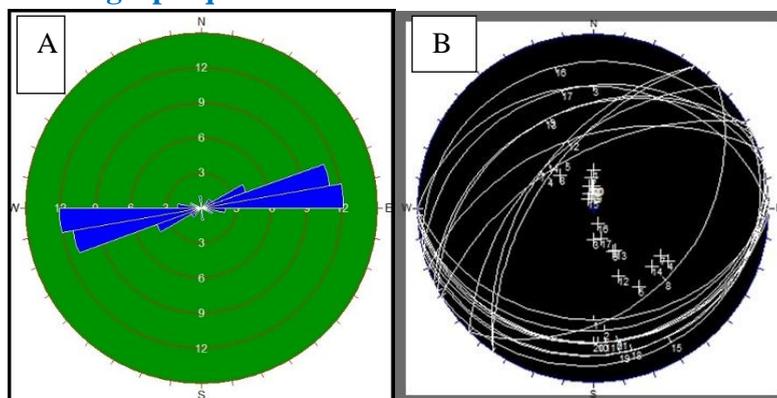


Figure 28: A) :Rosaces directionnelle de failles mesurées au niveau 1328(-171m), B) Représentation cyclographique et polaire de la failles.

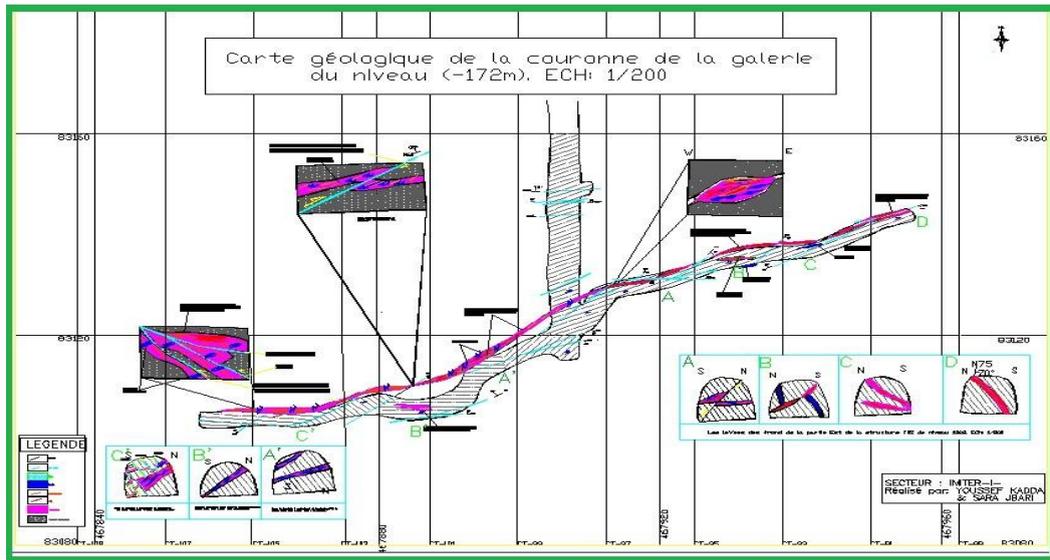


Figure 29: carte géologique de la couronne de la galerie du niveau 1328(-171m) (structure F0S).

3. La structure F0S niveau 1348:

Dans ce niveau la structure est caractérisée par une épaisseur variée entre 0,1 m et 1,2 m et ainsi la structure possède une direction E-W, avec un pendage moyen allant de 45 à 65° vers le Sud. La minéralisation est encaissée dans les formations grésopélitiques avec une gangue carbonatée de type dolomitique. D'après le levé réalisé, on remarque que la stratification est caractérisée par un pendage fort de 75° N.

a. La partie Est de la structure F0S niveau 1348 (-152m) :

Au niveau du parement nord de la partie est on remarque une faille de direction et de pendage : N165, 35° ESE possédant un jeu inverse qui a décalé la structure F0S.

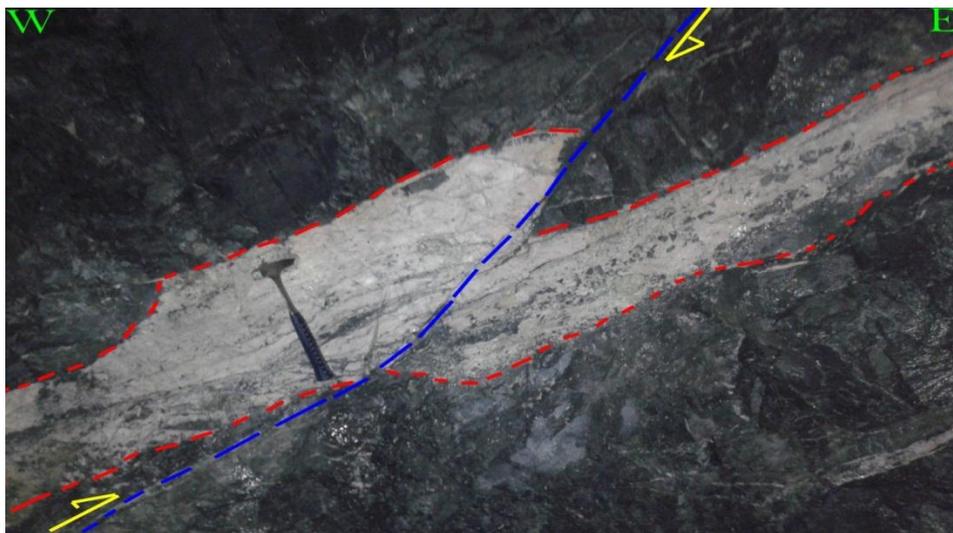


Figure 30: Une faille inverse au niveau de la structure F0S niveau 1348(-152m).

On a observé aussi dans le parement nord de la partie Est que la minéralisation est associée à une déformation cassante accompagnée par le développement de la structure F0S en pull-apart, et par l'ouverture de fentes de direction NW-SE, E-W à remplissage dolomitique et quartzitique caractérisé par des mouvements décrochant senestre.

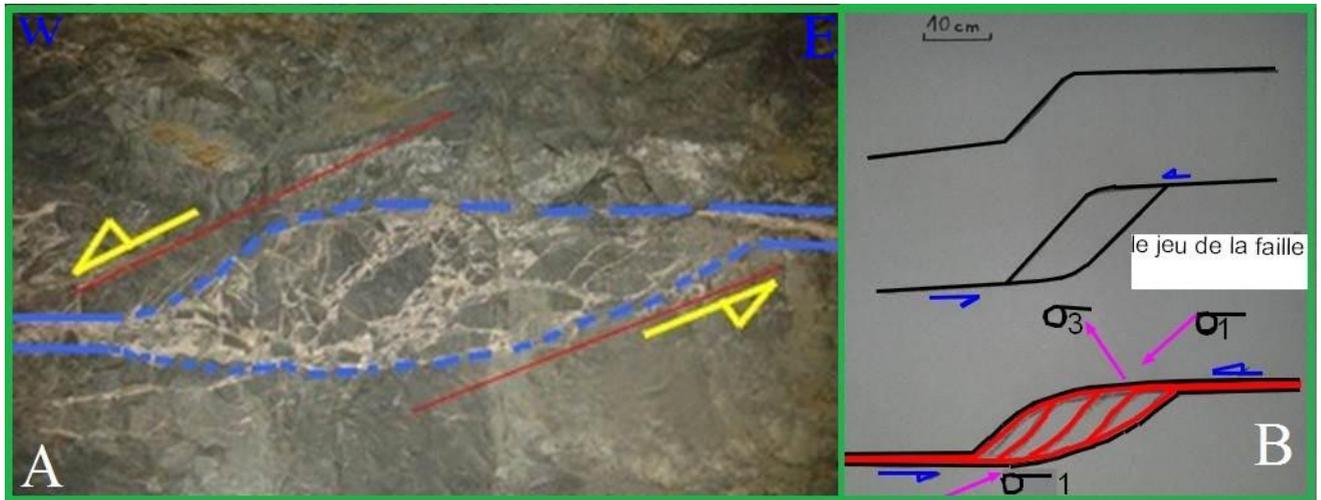


Figure 31: A) : La structure FOS avec ouverture et jeu apparent senestre normale au niveau 1348(-152m), B) : schéma de pull-apart.

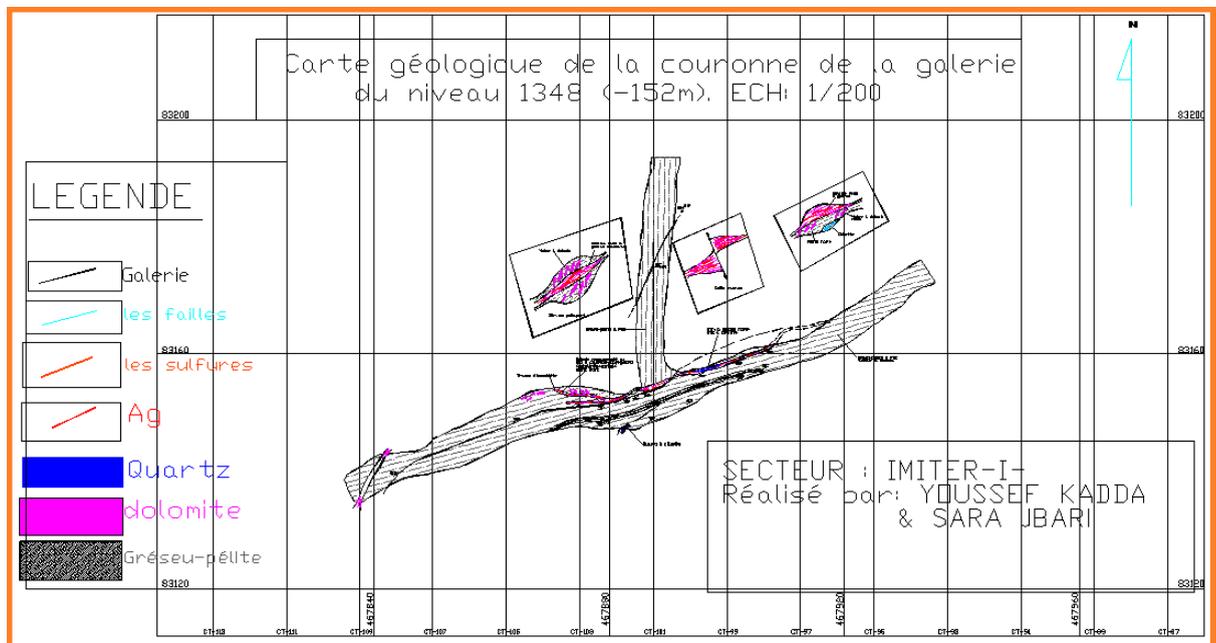


Figure 32 : carte géologique de la couronne de la galerie du niveau 1348(-152m) (structure FOS).

4. La structure FON

Nous avons réalisé une carte géologique de la couronne de la galerie du niveau 1430(-70m) (FON) pour confirmer les cartes réalisées au niveau de la structure FOS. Dans ce niveau la structure est caractérisée par une épaisseur variée entre 4 cm et 50 cm, et possède une direction E-W à pendage très fort allant de 80° S à 90°. La minéralisation est encaissée dans les formations gréso-pélictiques avec une gangue carbonatée de type dolomitique. D'après le levé géologique que nous avons réalisé, on remarque que la stratification est caractérisée par un pendage fort variant de 75° à 80° vers le Nord. Au parement nord de la partie ouest on trouve une faille inverse N60 qui décale les filons du quartz. Au parement sud de la partie ouest on trouve un dyke basique N70 non déformé et qui coupe la structure minéralisée et un autre dyke basique plissé

(axe de pli N120, 40SE), au parement nord de la partie est on trouve une faille normale N110 qui décale les filons quartziques.

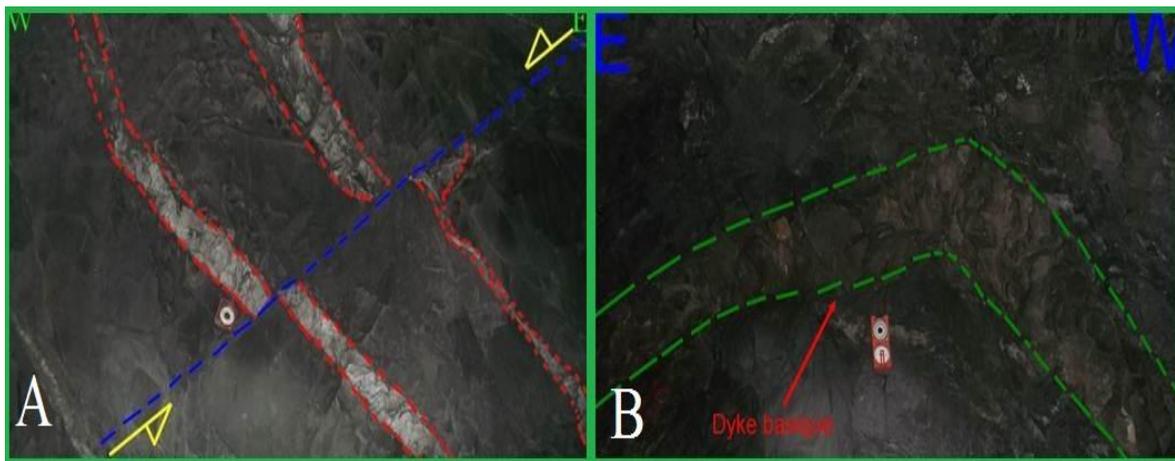


Figure 33: A) : Une faille normale décalant les filons quartziques, B) : Un dyke basique plissé.

a. Projection stéréographique:

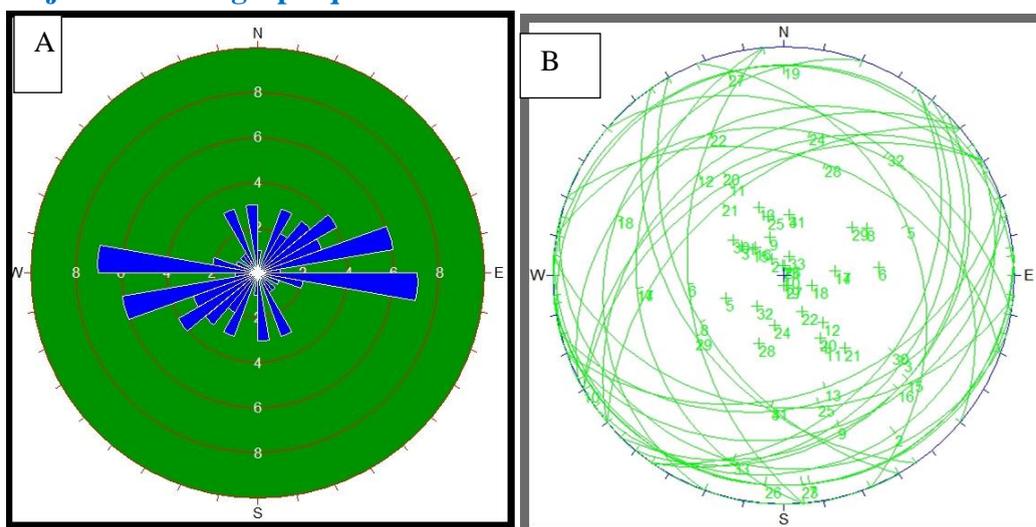


Figure 34: Rosaces directionnelle des failles mesurées au niveau 1430(-70m), B) Représentation cyclographique et polaire de la failles.

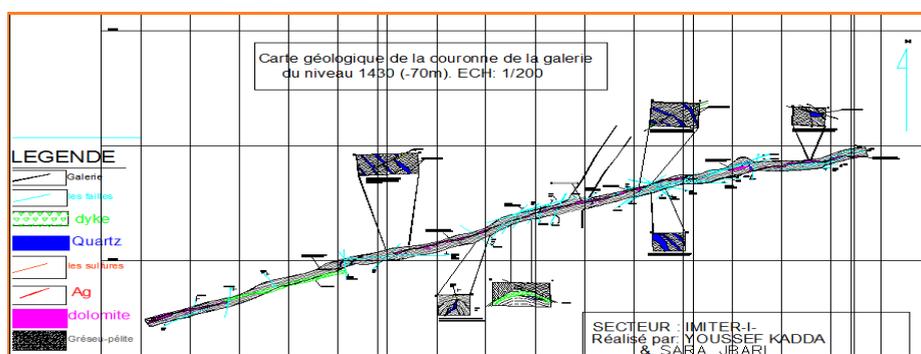


Figure 35 : carte géologique de la couronne de la galerie du niveau 1430(-70m), (structure F0N).

5. Les diaclases:

a. Les diaclases rencontrées:

Les structures bréchifiées et leur terrain encaissant dans tous les niveaux étudiés sont affectés généralement par deux familles de diaclases principales ont une direction comprise entre N100 et N160, et des pendages les uns vers E et d'autres vers W sans oublier une autre moins rencontrée de direction générale N10 et des pendages variés.



Figure 36: A) Les deux familles de diaclases qui affectent les terrains encaissants grésopélitiques, B) : Les deux familles de diaclases affectent un micro-filon de Quartz.

b. La projection stéréographique des diaclases :

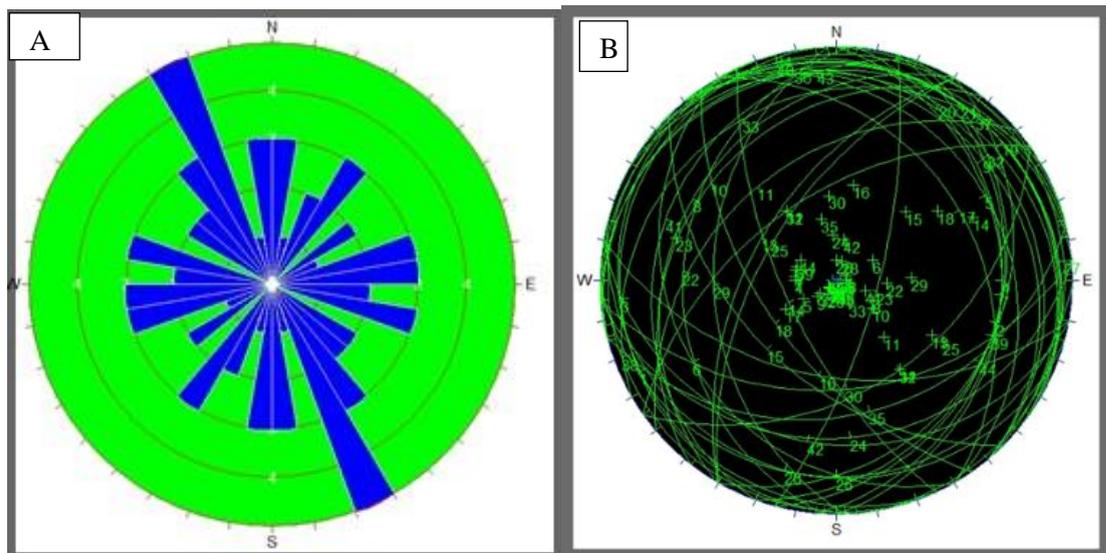


Figure 37: Rosasse des différentes directions de fractures affectant le PII, B) Représentation cyclographique et polaire des diaclases affectant le PII.

6. Les fentes:

Les fentes de tension que nous avons mesurées sur le terrain, sont à remplissage siliceux. Ils sont groupés en quatre famille dans les direction, moyenne sont : NNW-SSE, NW-SE, WNW-ESE et NE-SW. Seul la famille NE-SW présente des minéralisations. Leur pendage varie de 30° à 80° ; ce qui montre que les phases tectoniques qui ont donner naissance à ces fentes de tension sont divisés en plusieurs épisodes.

La famille dominante est orientée NW -SE avec un pendage de 50 à 65° Fig. 37 bis

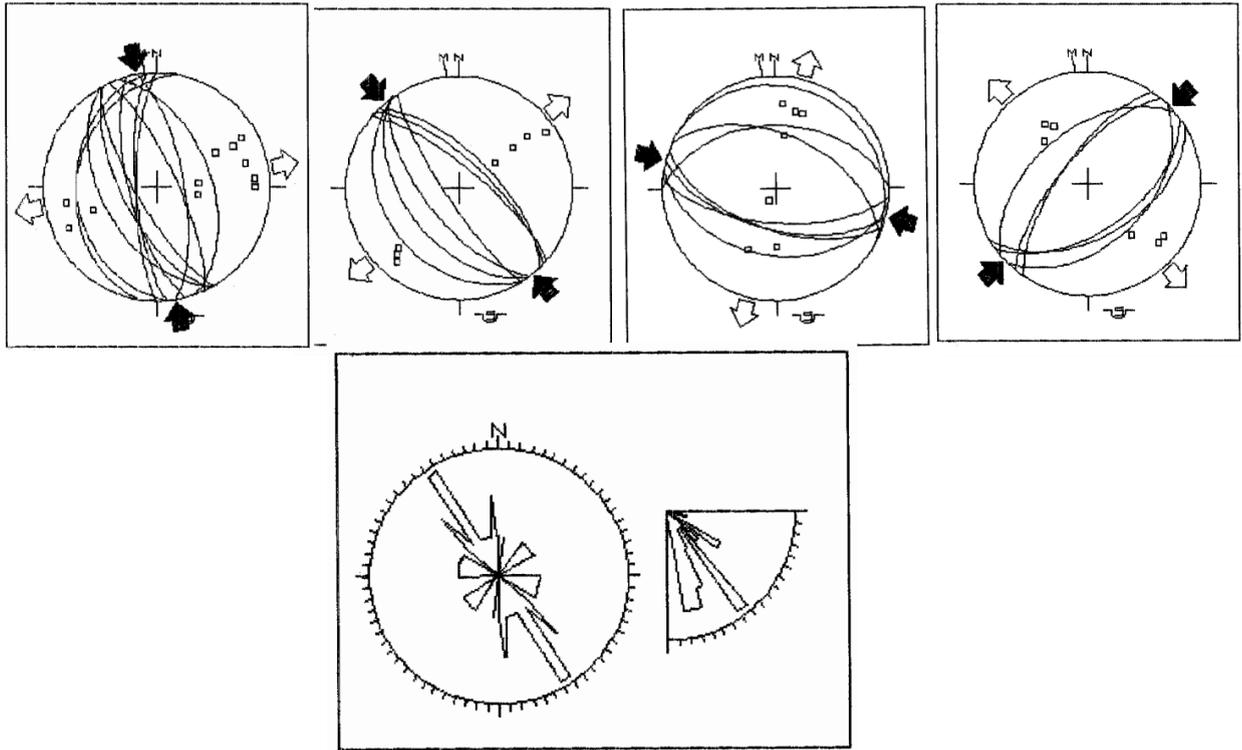


Fig. 37 bis stéréogramme et rosace des fentes de tension à quartz mesuré dans le niveaux -172m de la mine d’Imiter

7. Les tectoglyphes :

Ce sont des rainures et les stries localisées au niveau de plans des failles résultant de mouvement relatif des compartiments. A partir de leur angle que font avec l’horizontal du plan de faille, c’est-à-dire leur pitch on peut déduire la nature de la faille ; si le pitch est inférieur à 45° on parle d’un jeu horizontale (décrochement), s’il est supérieur à 45° , on dit qu’il s’agit d’un jeu vertical (faille normale ou inverse, qui peut avoir une composante décrochant dextre ou senestre).



Figure 38: photo montrant les stries au niveau du plan de la faille.

a. La projection stéréographique :

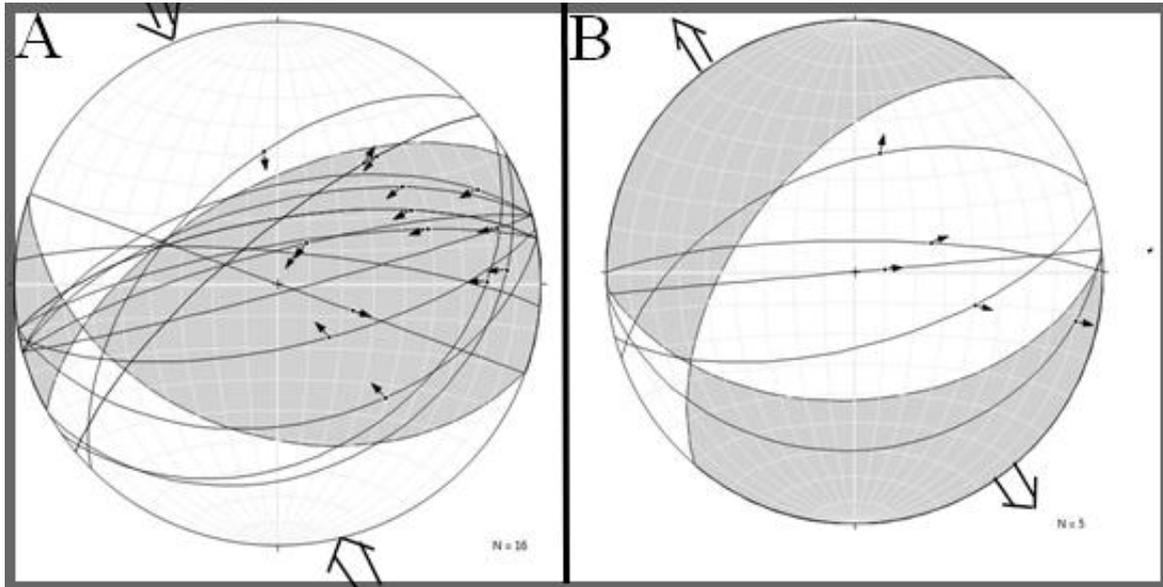


Figure 39: A) Stéréogramme montrant un régime compressif due au jeu inverse des failles N50 à N10, B): Stéréogramme montrant un régime extensif des failles normales N50 à N90.

VI. Métallogénie des structures F0N et F0S à Imiter I

1. Mode de formation et géométrie des structures F0S et F0N

En se basant sur nos observations de terrain concernant les structures F0S et F0N (surface et fond), nous avons déduit que ces deux structures sont d'origine hydrothermale. Ceci est argumenté par la présence d'un complexe de brèches hydrauliques. Elles montrent un remplissage des failles par les fluides hydrothermaux chaud et chargés en minéralisation, suivant une direction générale E-W le long des secteurs visités.

Le long de toutes les zones levées, les structures minéralisées rencontrées ont une seule forme caractéristique correspondant à un système filonien. La structure F0N est caractérisée par une extension moyenne de 200 m, et d'une épaisseur de 0,4m. Par contre la F0S est plus épaisse, ayant une épaisseur moyenne de 1,2m et une extension de 1 Km.

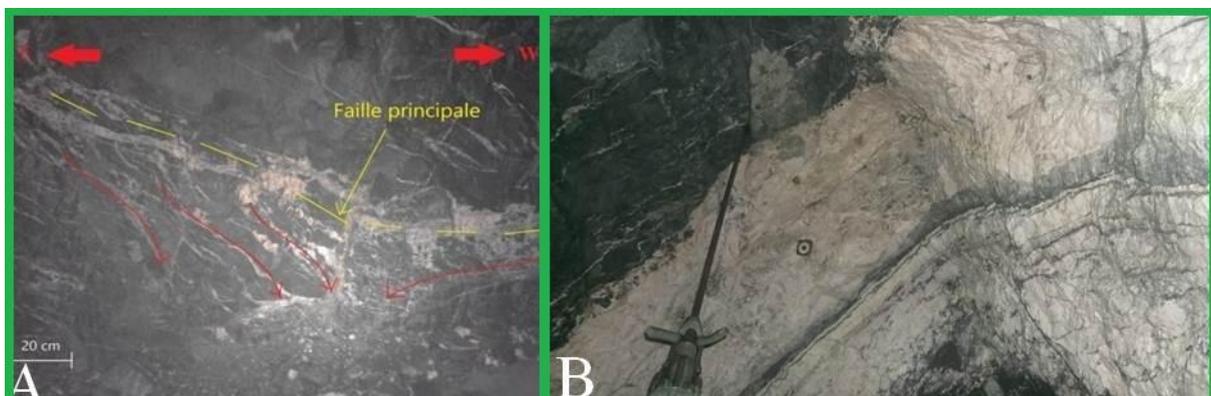


Figure 40: A) : les veinules de dolomite rose montrant le drainage des fluides hydrothermaux, B) : structure F0S en filon sur le parement (niveau 1328(-172m)).

2. Les minéraux d'altération au niveau de la structure F0S :

A l'égard de l'altération au niveau des structures étudiées, le chlorite est le seul minéral d'altération qu'on a trouvé. Nous avons pu l'observer au niveau des structures bréchifiées et épaisses, à quartz et plus riche en dolomite rose. Le chlorite est toujours présenté au niveau des dolomites roses. Donc on peut proposer comme hypothèse que ce minéral provient de l'altération de la dolomite rose très riche en ferromagnésiens. On outre, la photo n°41 justifie cette hypothèse. L'échantillon en question prélevé dans la structure bréchifiée F0S, montre cette altération (voir la photo ci-dessous).

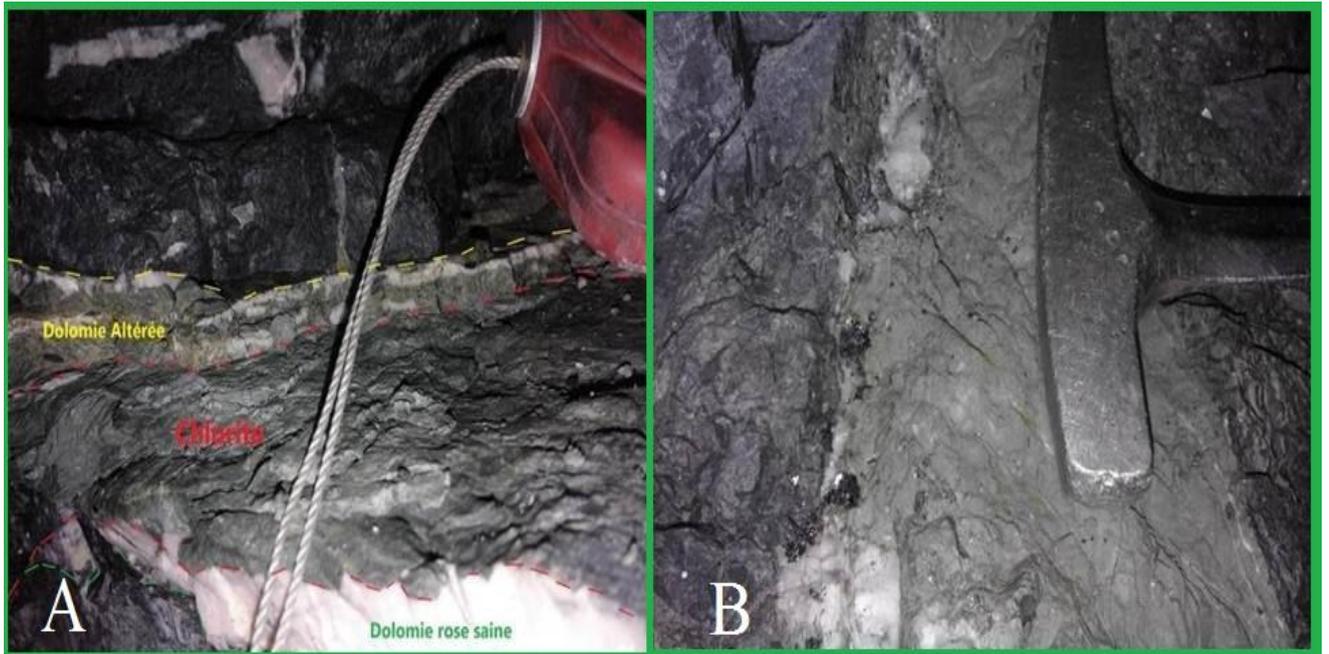


Figure 41: A) : La chloritisation au niveau d'une structure à dolomite rose et quartz, B) : L'altération de la dolomite rose au niveau de la structure bréchifiée F0S.

3. Les métallotectes de la minéralisation

Au cours de de notre étude géologique, nous avons pu mettre en évidence plusieurs métallotectes caractérisant la minéralisation argentifère. Ces métallotectes correspondent aux structures et aux faciès suivants :

- la direction Est-Ouest des structures minéralisées,
- la dolomite rose riche en galène massive,
- Le Quartz gris.
- La forme pull-apart comme forme de remplissage.

4. Les brèches hydrauliques:

Elles sont dues à l'altération des éléments chaotiques au moment de la montée des fluides hydrothermaux. C'est une cristallisation hydrothermale qui résulte d'une chute brutale de la pression et de la température. Ce phénomène arrache des éléments de l'encaissant (pélites, grès...) qui baignent dans une matrice dolomitique ou quartzique.

Les éléments figurés de cette brèche hydraulique sont angulaires, résultent d'une bréchification de l'encaissant sous l'effet d'une faille, ce qui veut dire qu'on peut la considérer comme guide de recherche des failles. Au niveau des structures bréchifiées, elles sont localisées au niveau des épontes où le contact direct entre les fluides hydrothermaux remontés et l'encaissant.

Finalement, de point de vue minéralogique, les brèches hydrauliques montrent un endroit privilégié du dépôt de la minéralisation venant avec les fluides hydrothermaux qui forment son matrice hydrothermale.

TROISIEME PARTIE : ETUDE ET ANALYSE DES SONDAGES CAROTTES DE LA STRUCTURE F0S

I. Introduction

Au cours de cette étape, le géologue doit faire des recherches sur le terrain pour localiser les zones qui peuvent être minéralisées zones anomales. C'est l'étape qualitative de la recherche. Puis il y'a le côté quantitatif qui correspond aux paramètres de la structure minéralisée tel que : la longueur, le pendage, la profondeur et le tonnage du minerai.

Le sondage est une technique très importante qui permet de reconnaître les faciès et les structures qui se trouvent en sub-surface (les roches, les minéraux, les failles, les filons, les dykes.....), et de savoir mieux les caractéristiques des couches. Ainsi, il permet la reconnaissance de la nature et la géométrie des structures minéralisées.

1-Objectifs des sondages : les objectifs des sondages sont les suivants :

- Orientation des recherches : les sondages donnent des informations précises pour l'orientation des travaux ;
- Reconnaissance générale de la lithologie et de la stratigraphie.
- Recherches minérales : à l'aide d'un sondage on peut contrôler l'aval, l'amont ou latéralement une lentille minéralisée.
- Evaluation : la minéralisation est délimitée et échantillonnée pour déterminer son tonnage, sa teneur et sa puissance.
- Calcule des réserves : les sondages permettent d'estimer les réserves en minerai et par conséquent planifier les cheminements de développement de la mine.

1. Principe d'un sondage carotté

En sondage carotté, la roche est extraite sous forme de carottes qui ont la forme d'un cylindre à l'aide d'une couronne qui est fixée au bout d'une tige métallique creuse et qui est animée d'un mouvement de rotation par un ensemble de moteur. Pour cela on fait appelé au maitre-sondeur spécialiste de cette opération. Celle-ci consiste au suivi du sondage, la classification des carottes et la reconstitution des niveaux traversés (marquage des cotes sur les caisses en bois), au fur et à mesure de l'avancement de carottier sur le terrain choisi pour sondage. Ainsi les sondages carottés sont caractérisés par des informations plus précises (log stratigraphiques, minéralisation, les types de faciès...) et sont très chers par rapport aux sondages percutant (moins chers).



Figure 42: A) machine de sondage (Sondeuse LY44), B) caisses à carotté de sondage SFC2302/-9°.

2. Méthodes d'études d'un sondage carotté

a. Marquage

Cette étape consiste à marquer la ligne sur laquelle la carotte doit être sciée pour la raison de ne pas perdre la minéralisation.

b. Sciage

Au cours de cette étape on effectue un découpage métrique, puis on marque les carottes porteuses de l'anomalie minéralisée dans le but de faire un bon échantillonnage, après on rédige une fiche d'analyse de sondage pour l'envoyer au laboratoire.

c. Descriptions et présentation en coupe

Au cours de cette étape les carottes font l'objet d'une description à la fois pétrographique et minéralogique au cours de laquelle on localise les carottes qui contiennent de la minéralisation. A partir de toutes ces données, on établit un log stratigraphique et une coupe géologique.

d. Réalisation du Log et de la coupe géologique

La description pétrographique et minéralogique permet d'établir le log stratigraphique qui, à partir duquel, on réalise la coupe géologique et structurale du sondage. Ce qui permet de mesurer la longueur de la carotte récupérée et de décrire brièvement les structures géologiques observées. La présence de failles ou de fractures, de structures particulières est également consignée.

3. Traitement des données géologique de sondages

Afin de comprendre la lithostratigraphie des structures F0S, notre travail s'est consacré à l'étude des sondages carottés et les galeries souterraines. Dans notre secteur d'étude, nous avons eu accès au niveau 1348m, 1328m par rapport du niveau de la mer, afin de déterminer l'évolution minéralogique. Par conséquent, la détermination de la zone qui sera la cible d'exploration.

Neuf sondages : SFC2302 /-9°, SFC2309/-23°, SFC2326/-90°, SFC2272/-11°, SFC1719/+10°, SFC1821/+17°, SFC1701/+8°, SFC1706/+7°, ont été étudiés et leurs logs établis (voir annexe).

Dans cette partie, nous allons traiter la lithostratigraphie ainsi qu'une description macroscopique des différents faciès rencontrés le long des sondages.

4. Carte d'interprétation

Le report des données géologique et la corrélation des différents faciès, des structures identifiées au niveau du bloc 3, nous ont permis de réaliser une carte interprétative de niveaux 1328 (altitudes des niveaux miniers !!!).

a. Niveaux 1328-1348 :(bloc 3)

A partir des coupes géologiques qui sont effectuée par les descriptions des sondages SFC2302 /-9°, SFC2309/-23°, SFC2326/-90°, SFC2272/-11°, SFC1719/+10°, SFC1821/+17°, SFC1701/+8°, SFC1706/+7°, réalisés lors de ce travail, nous avons pu obtenir les résultats ci-dessous.

La structure minéralisée de direction ENE-WSW : il s'agit de la structure F0S, qui possède un pendage faible vers le Sud, elle présente un encaissant grés-pélitiques d'âge PII et la gangue dolomitique et quartzeuse d'une puissance centimétrique voir métrique.

Des couloirs broyés ont été identifiés par une zone bréchifiée qui est tout proche de la structure FOS. Ils ont une puissance de 50cm et s'allongent sur plusieurs mètres. Ces couloirs ont une formation grés-pélite broyée encaissant du quartz, dolomite, pyrite, chalcopryrite.

Un dyke basique de direction N30 riche en minéraux ferromagnésiens et qui s'allonge vers le NE.

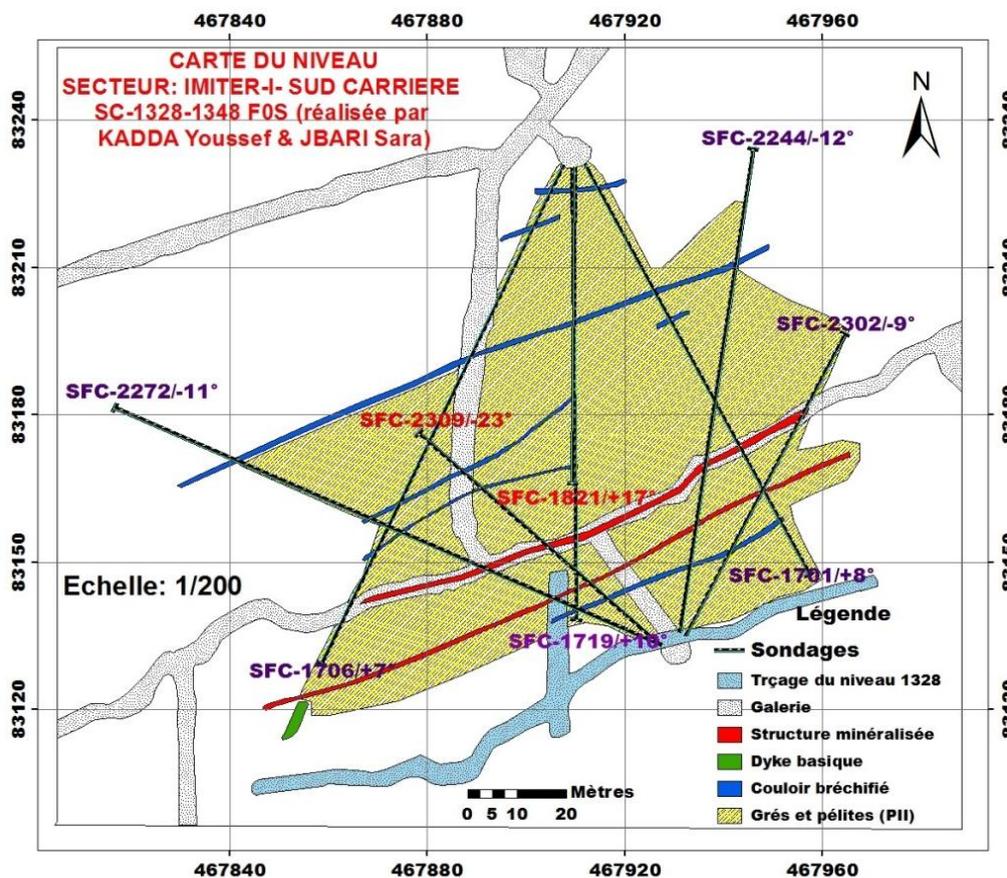


Figure 43: carte des niveaux 1328 (-172m) et 1348 (-152m) montrant l'extension de la minéralisation au niveau du bloc 3.

QUATRIEME PARTIE : ETUDE GEOCHIMIQUE DE LA STRUCTURE F0S (NIVEAUX 1328 (-172m) ET 1348(-152m))

I. Introduction

L'importance attachée à l'étude géochimique réside dans le suivi des variations des teneurs. La structure minéralisée étudiée, connaît un changement bien clair au niveau de ses composantes géochimiques le long de son étendue. Il est donc nécessaire de comprendre les variations spatiales et l'évolution quantitative et qualitative d'un ou plusieurs éléments chimiques et son comportement le long d'une structure géologique. Il est primordial aussi d'étudier la cause de cette variation et la relation avec le contexte métallogénique.

La procédure nécessite une étude normalisée en se basant sur le prélèvement des échantillons au niveau des structures minéralisées, pour qu'on puisse faire des analyses spectrométriques par absorption atomique. L'objectif sera donc de poursuivre l'évolution latérale de la minéralisation le long d'un seul niveau, et verticalement entre deux niveaux miniers. La même analyse sera faite pour les éléments chimiques associés à la paragenèses telle que les sulfures accompagnateurs (la galène (Pb), la chalcopirite (Cu), sphalérite (Zn) et le mercure (Hg)), suivant une maille choisie de 3m pour notre cas. L'échantillonnage choisi pour cette étude est celui d'écaillage et qui va être exécuté au niveau de la couronne des structures bréchifiées (appelé aussi rainurage), afin d'obtenir des résultats qui vont nous servir à faire des analyses mono-élémentaires pour chaque élément, et aussi multi-élémentaires.

La procédure s'articulera donc sur deux axes principaux :

1. L'Echantillonnage

C'est la phase primordiale de cette étude et qui consiste à prendre des échantillons sur terrain sur lesquelles va se baser les interprétations analytiques. Elle consiste à :

- Découper le chantier du travail suivant une maille choisie (4m entre deux points de prélèvement) ;
- Prélever des écailles,
- Ensacher et identifier les échantillons ;
- Préparer des fiches d'analyse et expédier les échantillons au laboratoire pour analyses.

2. Méthode d'analyse

Le principe de la spectrométrie consiste à étudier les émissions et absorptions de lumière par l'atome libre.

3. Résultats d'analyse :

Entre le prélèvement effectué sur terrain et l'analyse au laboratoire, il existe toute une succession de manipulation que subissent les échantillons. Parmi ces opérations, il y'a le triage des échantillons, le broyage, le tamisage, ...etc. Les résultats obtenus sont résumés sous forme de tableaux (12 et 13) qui vont servir à interpréter les zones anormales.

L'observation du bulletin ne permettra pas de ressortir les relations élémentaires ; d'où l'intérêt de réaliser une étude dite géostatistique

4. Étude géostatistique

Dans le but d'expliquer les fluctuations de teneurs requis et de repérer celles qui correspondent à des anomalies significatives deux volets principaux s'imposent :

- ✓ Comprendre et comparer ce que les échantillons essaient de véhiculer comme information soit de point de vue teneur, associations inter-élémentaires ou même ses relations avec les unités géologiques ;
- ✓ Corréler entre l'argent et les éléments qui l'accompagnent.

Table 1: statistique descriptive des résultats d'analyse au niveau de la F0S 1348 (-152m).

Statistique	Ag (g/t)	Pb (g/t)	Cu (g/t)	Zn (g/t)	Hg (g/t)
Nombre d'observations	27	27	27	27	27
Somme des poids	27	27	27	27	27
Minimum	10,000	155,000	7,000	38,000	50,000
Maximum	5093,000	242641,000	311,000	13426,000	50,000
1er Quartile	82,000	7488,000	40,000	873,000	50,000
Médiane	320,000	19717,000	96,000	1996,000	50,000
3ème Quartile	1081,000	66561,000	196,500	3325,000	50,000
Moyenne	1031,000	51538,667	120,370	2685,889	50,000
Variance (n)	2338232,370	4490063178,370	9184,529	7829586,469	0,000
Variance (n-1)	2428164,385	4662757916,000	9537,781	8130724,410	0,000
Ecart-type (n)	1529,128	67007,934	95,836	2798,140	0,000
Ecart-type (n-1)	1558,257	68284,390	97,662	2851,443	0,000
Coefficient de variation	1,483	1,300	0,796	1,042	0,000
Asymétrie (Pearson)	1,670	1,759	0,693	2,225	
Ecart-type de la moyenne	299,887	13141,337	18,795	548,760	0,000

Table 2: statistique descriptive des résultats d'analyse au niveau de la F0S 1328(-172m).

Statistique	Ag (g/t)	Cu (g/t)	Pb (g/t)	Zn (g/t)	Hg (g/t)
Nb. d'observations	26	26	26	26	26
Somme des poids	26	26	26	26	26
Minimum	45,000	12,000	1372,000	51,000	50,000
Maximum	4187,000	1886,000	707000,000	18995,000	50,000
1er Quartile	121,750	37,000	42349,250	762,500	50,000
Médiane	247,000	60,000	89439,500	2079,000	50,000
3ème Quartile	661,000	92,500	175775,000	3053,500	50,000
Moyenne	502,115	190,885	142363,615	3222,731	50,000
Ecart-type (n)	791,413	418,985	154556,270	4183,390	0,000
Ecart-type (n-1)	807,086	427,282	157617,087	4266,238	0,000
Coefficient de variation	1,576	2,195	1,086	1,298	0,000
Asymétrie (Pearson)	3,846	3,275	2,083	2,401	
Ecart-type de la moyenne	158,283	83,797	30911,254	836,678	0,000

5. Traitement mono-élémentaire

a) Argent

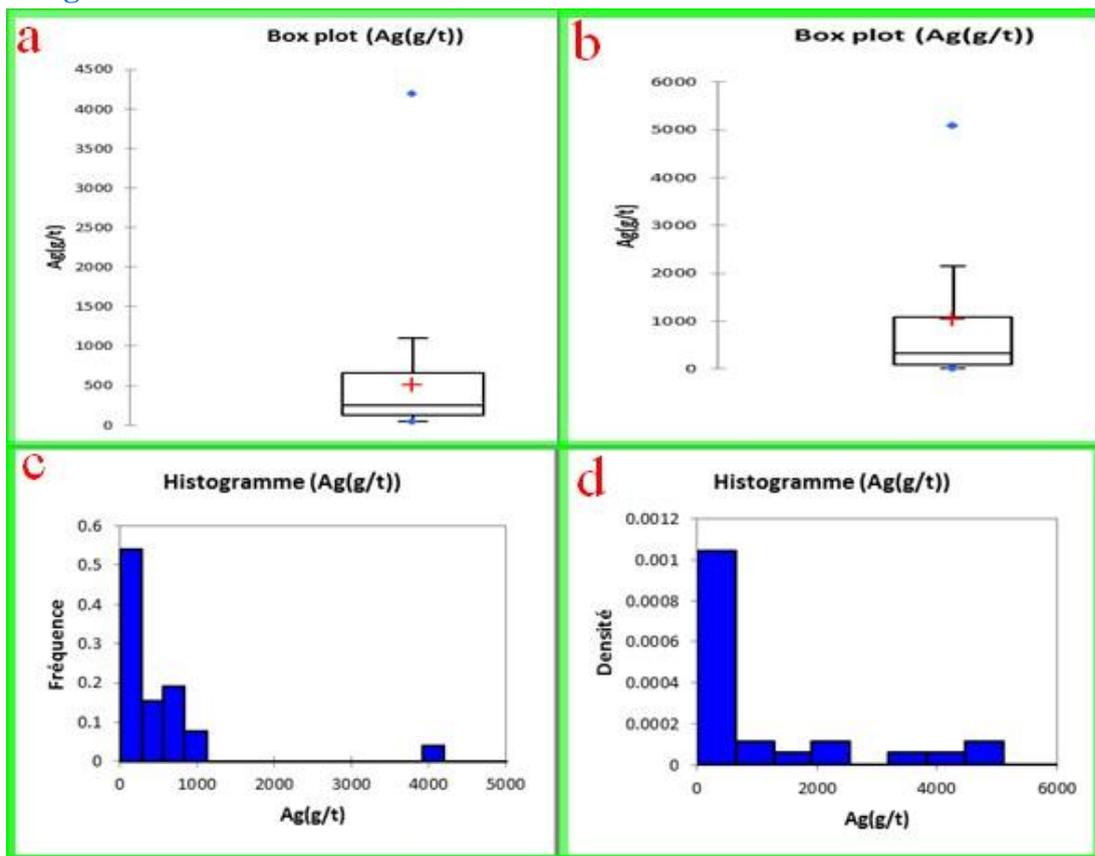


Figure 44: Résultats des analyses géochimiques d'argent :a) box plot d'argent au niveau de la FOS 1328(-172m), b) box plot d'argent au niveau de la FOS 1348(-152m), c) histogramme d'argent au niveau de la FOS 1328(-172m), d) histogramme d'argent au niveau de la FOS 1348(-152m),.

Les analyses requis au niveau de la taille 1348 FOS montrent que les teneurs en Ag se limitent globalement dans un intervalle allant d'une valeur minimale de l'ordre de 10 g/t et atteignant un maximum de 5093g/t avec une moyenne de 1031g/t.

Au niveau de la structure FOS dans le niveau 1328 (-172), les teneurs varient d'un minimum de 45g/t, d'un maximum de 4185g/t et d'une teneur moyenne de 502,115g/t.

Concernant la structure FOS au niveau 1328 (-172), l'histogramme de fréquence montre une population géochimique tri-modale, ce qui a comme signification qu'il y'a une variation latérale des teneurs, ceci peut être justifié par l'allongement de la structure sous forme de lentilles qui s'ouvrent et se ferment en continu.

Pour la structure FOS au niveau 1348(-152m), l'histogramme de fréquence montre une population géochimique asymétrique décalée vers les faibles valeurs. Ce qui peut être justifié par la fermeture de la structure au niveau de la taille ouest.

b) Le cuivre

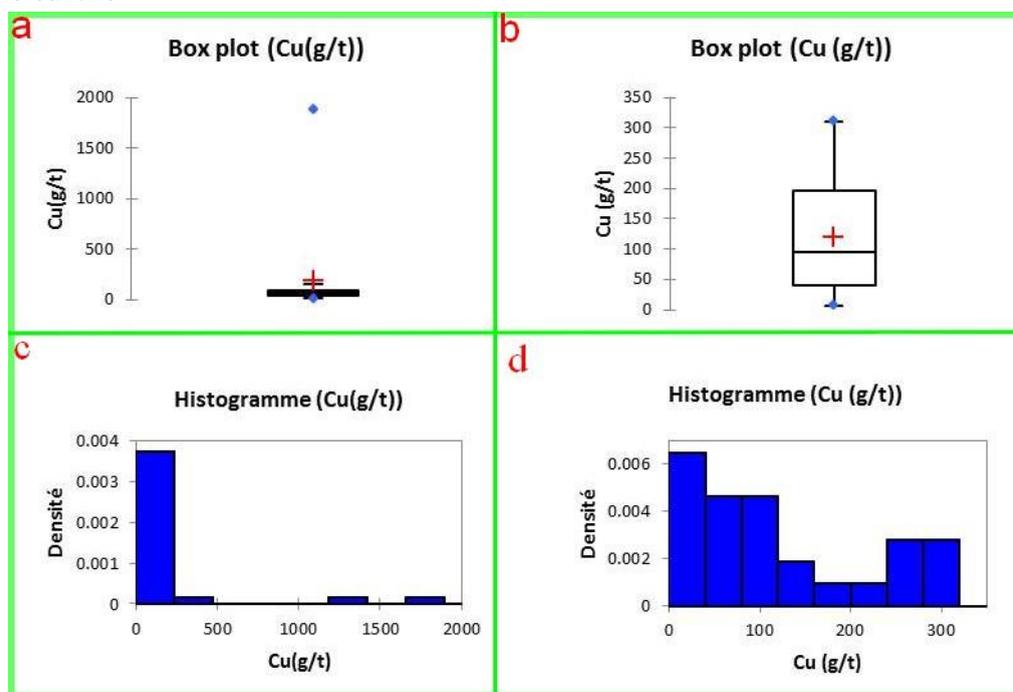


Figure 45: Résultats d'analyse géochimique de cuivre :a) box plot de cuivre au niveau de la FOS 1328(-172m), b) box plot de cuivre au niveau de la FOS 1348(-152m), c) histogramme de cuivre au niveau de la FOS 1328(-172m), d) histogramme de cuivre au niveau de la FOS 1348(-152m).

Les teneurs de Cuivre, que comportent les échantillons prélevés dans la structure FOS 1348, varient entre 7g/t et 311 g/t avec une moyenne de l'ordre de 120 g/t et un écart type de la population estimé à 95g/t.

Pour la FOS au niveau des tailles 1328, les teneurs varient entre 12 g/t et 1886 g/t avec une moyenne de l'ordre de 190 g/t et un écart type de 418 g/t.

- L'allure de l'histogramme de la structure FOS au niveau 1348 montre une population géochimique asymétrique décalée vers les faibles valeurs ;
- Au niveau de la FOS dans la cote 1328 ; la population trimodale indique un affaiblissement en Cu suivi d'un enrichissement intense vers l'Est.

c) Le Plomb

Les teneurs de Plomb, que comportent les échantillons prélevés dans la structure FOS 1348, varient entre 155g/t et 242642 g/t avec une moyenne de l'ordre de 120 g/t et un écart type de la population estimé à 13141,337g/t.

Pour la FOS au niveau des tailles 1328, les teneurs varient entre 2372g/t et 707000 g/t avec une moyenne de l'ordre de 142363,615 g/t et un écart type de 190 /t.

L'histogramme de fréquence de la structure FOS 1328 montre une population géochimique asymétrique décalée vers les faibles valeurs, par contre celui de la structure FOS 1348 qui montre une population asymétrique bimodale, ce qui nous ramène à une variation latérale des teneurs.

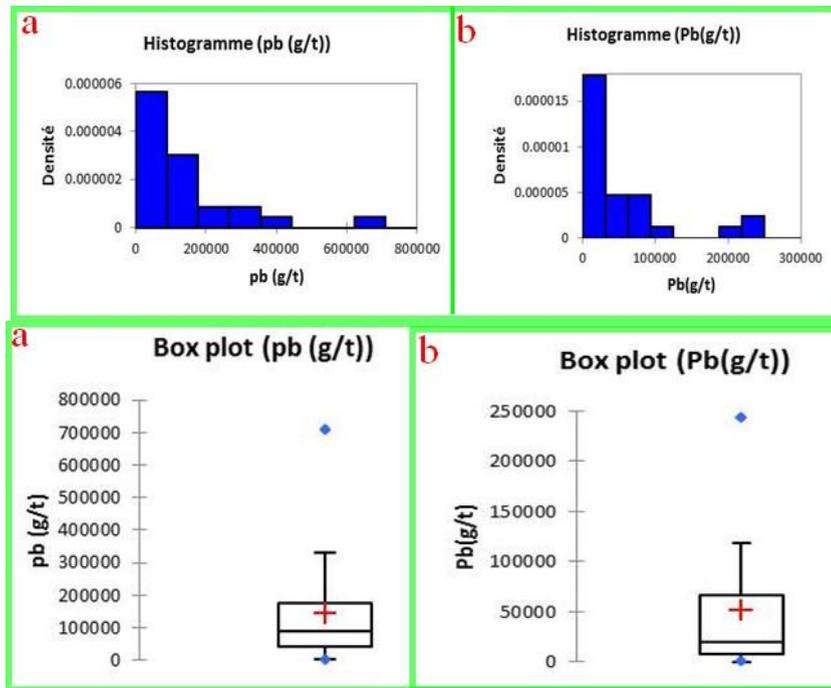


Figure 46 : Résultats d'analyse géochimique de cuivre :a) box plot de cuivre au niveau de la FOS 1328(-172m), b) box plot de cuivre au niveau de la FOS 1348(-152m), c) histogramme de cuivre au niveau de la FOS 1328(-172m), d) histogramme de cuivre au niveau de la FOS 1348(-152m).

d) Le zinc

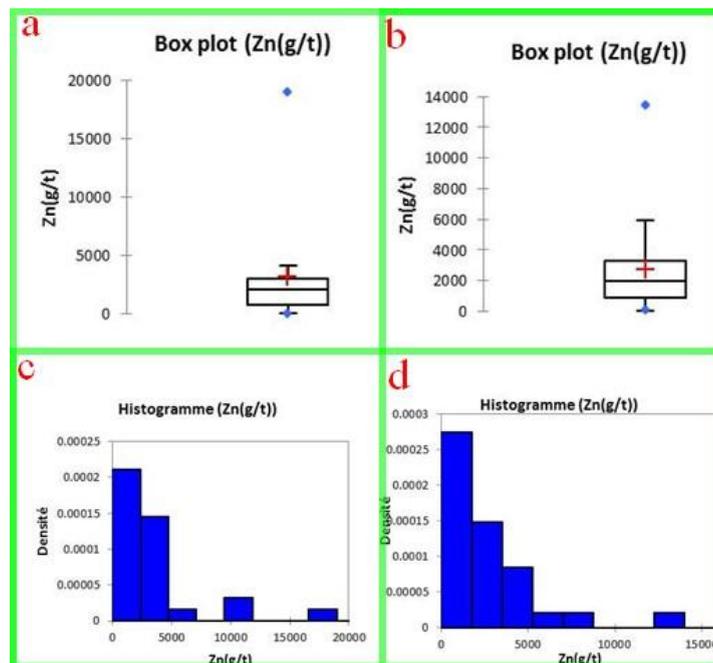


Figure 47: Résultats d'analyse géochimique de cuivre :a) box plot de cuivre au niveau de la FOS 1328(-172m), b) box plot de cuivre au niveau de la FOS 1348(-152m) c) histogramme de cuivre au niveau de la FOS 1328(-172m), d) histogramme de cuivre au niveau de la FOS 1348(-152m).

Les teneurs du Zinc, que comportent les échantillons prélevés dans la structure FOS 1348, varient entre 38 g/t et 13426 g/t avec une moyenne de l'ordre de 3222,731 g/t et un écart type de la population estimé à 548,760g/t.

Pour la FOS au niveau des tailles 1328, les teneurs varient entre 51g/t et 18995 g/t avec une moyenne de l'ordre de 3222,731 g/t et un écart type de 836,678 g/t.

Les histogrammes de fréquence des structures FOS 1328(-172m) et FOS 1348(-152m) montrent une population géochimique asymétrique tri-modale, c'est-à-dire une variation latérale de la distribution de la minéralisation sous forme lenticulaire.

6. La carte d'iso-teneur

A partir des résultats des analyses géochimiques on a réalisé les cartes des teneurs pour chaque minéral en utilisant le programme Surfer.

a) Argent

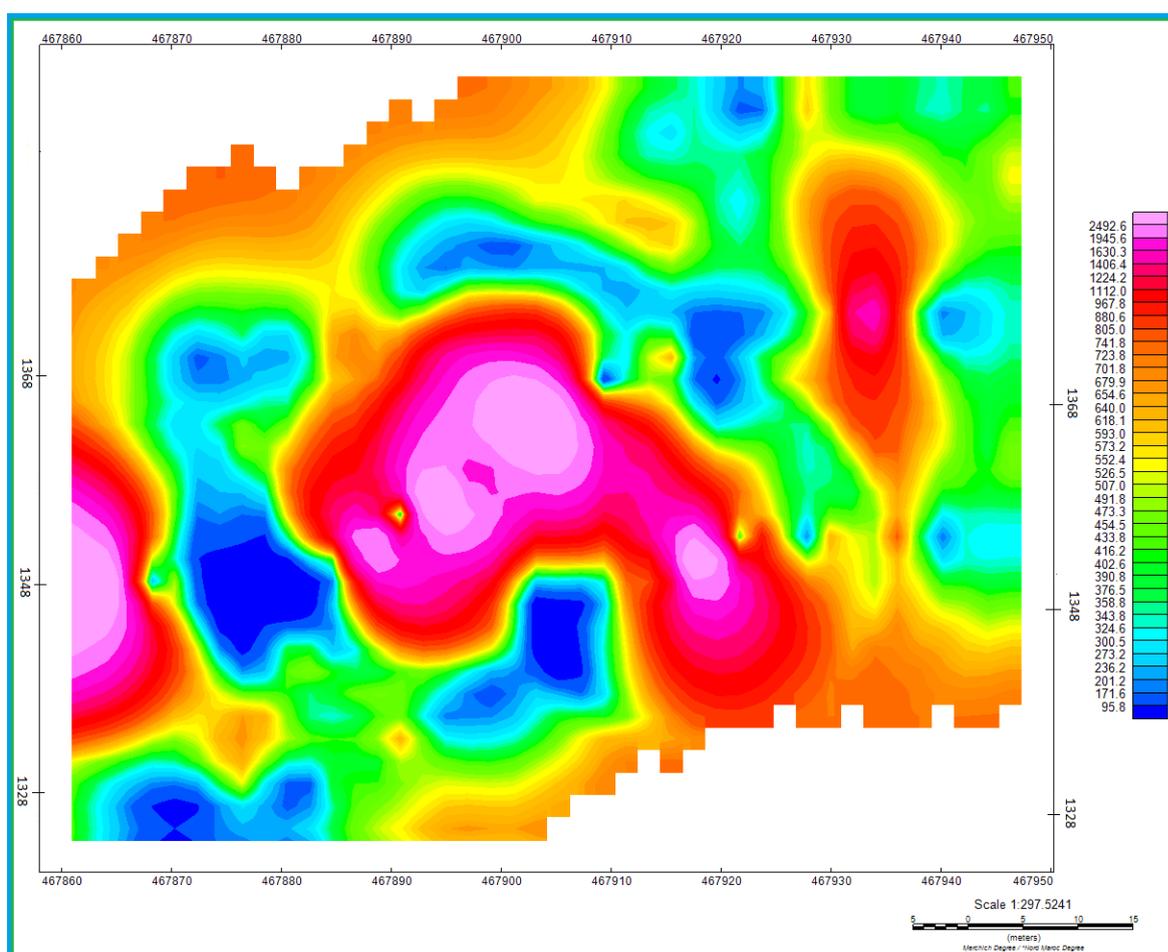


Figure 48: carte des teneurs verticale entre 1328 (-172m) et 1368(-132m).

D'après la carte d'iso teneurs réalisée dans la zone d'étude entre les niveaux 1328, 1348, et 1368 on constate que la minéralisation en Ag est concentrée beaucoup plus dans la partie centrale du niveau 1348 et dans la partie Ouest du niveau 1328 la richesse a un pitch vers le SE. Le niveau 1368 présente un appauvrissement en Ag ce qui est expliqué par la fermeture de la FOS dans ce niveau et précisément dans le bloc 3.

b) Cuivre

D'après la carte d'iso teneurs réalisée dans la zone d'étude entre les niveaux 1328, 1348 et 1368 on constate que la minéralisation en Cu est concentrée beaucoup plus dans les deux parties centrale et la partie ouest du niveau 1348 et dans la partie Est du niveau 1328. Le niveau 1368 présente un appauvrissement en Cu ce qui est expliqué par la fermeture de la FOS dans ce niveau et précisément dans le bloc 3 (voir Fig.55).

c) Plomb

D'après la carte d'iso teneurs réalisée dans la zone d'étude entre les niveaux 1328, 1348 et 1368 on constate que la minéralisation en Pb est concentrée beaucoup plus dans deux la partie Est et la partie Ouest du niveau 1328. Le niveau 1348 et 1368 présente un appauvrissement en Pb ce qui est expliqué par la fermeture de la FOS dans ce niveau et précisément dans le bloc 3 (voir Fig.56).

d) Le zinc

D'après la carte d'iso teneurs réalisée dans la zone d'étude entre les niveaux 1328, 1348 et 1368 on constate que la minéralisation en Zn est concentrée beaucoup plus dans la partie Ouest du niveau 1328 et dans la partie Est de niveau 1368. Le niveau 1348 présente un appauvrissement en Zn ce qui est expliqué par la fermeture de la FOS dans ce niveau et précisément dans le bloc 3 (voir Fig. 57).

7. Traitement statistique multi-variable

Suite au traitement mono élémentaire qu'on vient de finir, où nous avons traité les résultats des statistiques descriptives uni-variables des éléments pour le contrôle par la géochimie au fond en exposant les histogrammes de fréquence, ce qui a permis de visualiser globalement la distribution des différents éléments dans l'échantillonnage effectué.

La présente section au traitement multi-élémentaire (à n variables) prend place afin de déceler les associations géochimiques et les affinités inter-éléments qui existent au sein de la population d'échantillons.

a) Corrélation totale

Pour que l'étude soit plus significative nous devons effectuer une corrélation totale entre l'ensemble des éléments étudiés.

b) Analyse en composante principale (ACP)

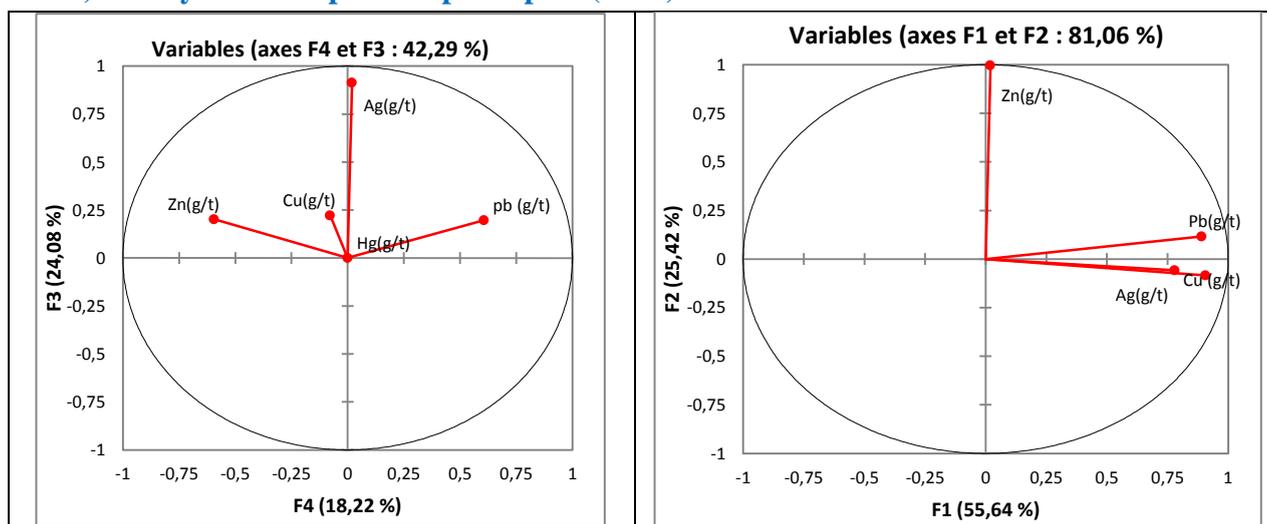


Figure 49: a) ACP, projection des variables sur le plan F1-F2 (42,17%) pour la FOS1328, b) ACP, projection des variables sur le plan F1-F2 (42,17%) pour la FOS1348.

Les résultats de cette étude lithogéochimique et statistique nous ont permis de déduire la relation entre les éléments du paragenèses minérale à Imiter et d'avoir même une idée sur l'élément métallotectes de l'Argent d'où on a trouvé que le Plomb est l'élément le plus corréléable (avec un coefficient de corrélation égal à 0,556) à l'Argent ce qui le donne une valeur ajoutée dans la recherche.

On peut même corréler l'Argent au Cuivre et le Zinc mais avec un faible pourcentage par rapport au Plomb.

Les teneurs importantes du Plomb présentent une valeur économique très importante. Il est déjà extrait avec l'Argent ce qui permet de diminuer les couts de production.

CONCLUSION GENERALE

Ce travail de PFE Licence consiste à une étude poly- disciplinaire faite dans le district minier d'Imiter. Nous avons réalisé une cartographie détaillée des niveaux 1328 (-172m), 1348 (-152m) et 1430 (-70m) où les structures F0S et F0N sont minéralisées en Ag, Cu, Pb, Zn. Cette cartographie est nécessaire pour l'exploitation et la localisation des sondages.

Du point de vue minéralogique, la zone d'étude présente une paragenèses minérale très variée (pyrite, chalcopyrite, galène Argent...) dans laquelle l'Argent présente le point cible dans la production. Cette minéralisation est encaissée dans des formations gréso-pélitiques d'âge PII, suivant des couloirs de dolomite rose ou de quartz.

Les principales structures minéralisées ont une direction moyenne E-W, parallèle avec la stratification et la schistosité. Ces dernières ont un pendage fort vers le Nord, par contre celui des couloirs minéralisés vers le Sud.

Le terrain est affecté par une tectonique cassante polyphasée et très intense, qui arrête parfois les structures minéralisées et les décale. Cette tectonique se manifeste suivant un ensemble de failles dont les directions moyenne sont NNE-SSW, ENE-WSW à E-W et parfois NW-SE. Les jeux multiples de ces failles sont dus à plusieurs phases et épisodes tectoniques qui appartiennent aux orogènes panafricaine et/ou hercynienne. Les rejeux atlasiques existent aussi (dyke de Foum Zguid-Lagrara), mais ils sont difficiles à mettre en évidence dans cette zone.

Nous avons pu constater alors que l'effet de la tectonique à Imiter est très important, et que la minéralisation est toujours liée à ces phénomènes tectoniques cassants. Les minéralisations ont été mises en place en plusieurs phases mineurs et majeurs, liées aux à la fracturation panafricaine et hercynienne. La chronologie des phases tectoniques et des phases minéralisatrices et leur relations réciproques, mérite un travail plus poussé dans le cadre d'un doctorat. Ainsi, il est indispensable de déterminer le nombre de phases minéralisatrices et leurs âges (datation absolue), afin de comprendre la relation entre la tectonique et la mise en place de cette minéralisation, et de pousser l'exploration stratégique et tactique vers les zones de fermetures ou d'intersection des structures.

Des études minéralogiques montrent que l'Argent est essentiellement corréléable au Plomb plus que les autres éléments, donc on peut considérer la galène dans la recherche comme un minéral indicateur sur l'Argent. Ce caractère de corrélation, avec les teneurs importantes du Plomb, nous poussent à recommander l'exploitation de la galène, aussi en tenant compte de l'avantage de la diminution des coûts de l'extraction. De même, il faut explorer le contact PII – PIII dans le district minier ; qui peut être riche en minéralisations hydrothermales de type stratiforme.

Bibliographie

- Agard et al.** (1980) - Géologie et minéralisation de la boutonnière précambrienne d'Iguerda-Taifst (Anti-Atlas). Notes et Mémoire du service Géologique du Maroc 120P.
- Bajja A** 1987. Nouvelles données pétrographiques et géochimiques sur les formations
- Bajja A.** (1998) -Volcanisme syn. à post orogénique du Néoprotérozoïque de l'Anti-Atlas Implications pétro génétiques et géodynamique. Thèse d'Etat Es-sciences, Université Chouaib Doukkali, El Jadida, Maroc.215p
- Bajja, (2001)**
- Benharref M.** (1991) - Le précambrien de la boutonnière d'El Kelaa des M'Gouna (Saghro, Anti-Atlas, Maroc). Pétrographie et structures de l'ensemble. Implications lithostratigraphiques et géodynamiques. 3ème cycle, Université Cadi Ayyad, Marrakech, Maroc, 270 pp.
- Benziane, F., Prost, A. E., Yazidi, A.** (1983) Le passage du Précambrien au
- Bouladon J, Jouravsky G. et Morin, P.** (1950) - Etude préliminaire des pegmatites a muscovites et béryl du sud de la plaine de Tazenakht. Notes et Mémoires du Service Géologique du Maroc 76(III) : 207-237.
- Boyer, C., Leblanc, M.** (1977) Les appareils émissifs de la formation volcanique infracambriennes de Ouarzazate, Anti-Atlas (Maroc). Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de Paris 285 (D) : 641-644. Cambrien précoce volcanique et sédimentaire de l'Anti-Atlas ; comparaisons avec l'Anti-Atlas
- CHOUBERT ,1963.** Histoire géologique du Précambrien de l'Anti-Atlas de l'Archéen à l'aurore des temps primaires. Notes et Mémoires du Service Géologique du Maroc 162 : 352.
- Choubert G.** (1947) - L'accident majeur de l'Anti-Atlas. Comptes Rendus de l'Académie des sciences de Paris 224 : 1172-1173.
- Choubert G. et Faure –Muret A.** (1981). Anti-Atlas (Morocco). Earth-Science Reviews 16: 87-113.
- Choubert G. et Faure-Muret A.** (1956) - Lexique stratigraphique du Maroc. Notes et Mémoires du service Géologique du Maroc 134 :165.
- Choubert, G.** (1952) Essai d'application de la notion d'Infracambrien aux formations anciennes de l'Anti-Atlas (Maroc). In : 19th International Geological Congress, vol Section 1 Fascicule 1. Alger, pp 33-71 des coulées rhyolitiques au Sud de Ouarzazate (Anti-Atlas central) et dans le Sarho. Comptes
- Fauvelet, E., Hindermeier, J.** (1952) Note préliminaire sur les granites associés à
- Fekkak A., Pouclet, A., Badra, L.** (2002) The Pre-Panafrican rifting of Saghro (Anti-Atlas, Morocco) : example of the middle Neoproterozoic Basin of Boumalne. Bulletin de la Société géologique de France 173 (1): 25-35.

Fekkak et al., 2000- les groupes du Néoprotérozoïque inférieur de sidi Flah, Kelaat M'Gouna et Tiboulkhirine (Saghro, Anti-Atlas, Maroc) : Témoins d'un rift intracontinental prépanafricain. Doct. D'Etat Thesis, Université de Meknès, Maroc, 30P

Fekkak, A., 1992. Le PII inférieur de la boutonnière

Gasquet D., Levresse G., Cheilletz A., Azizi-samir M.R., Mouttaqi A. (2005)- Contribution to a geodynamic reconstruction of the Anti-Atlas (Morocco) during Panafrican times with the emphasis on inversion tectonics and métallogénique activity at the Precambrian-Cambrian transition. *Precambrian Research*. 140. 17-182

Hassenforder B. (1987) – La tectonique panafricaine et varisque de l'Anti-Atlas dans le massif de Kerdous (Maroc). 3^{ème} Cycle Thesis, Université Louis Pasteur, Strasbourg, France, 249pp.

Hassenforder, B., Jeannette, D. (1974) Rapports entre le Précambrien Supérieur et l'Infracambrien dans la boutonnière du Kerdous (Anti-Atlas occidental). *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de Paris* 278 (D) : 3287-3290

Hefferan, K. P., Karson, J. A., Saquaque, A. (1992). Proterozoic collisional basins in a Pan-African suture zone, Anti- Atlas Mountains, Morocco. *Precambrian Research* 54 (2-4) : 295-319.

Hinaje, (1995). Apport de l'analyse de la tectonique cassante tardif et post-panafricaine à la modélisation de la mise en place des minéralisations dans la boutonnière de Bou-Azzer (Anti-Atlas, Maroc). Thèse de 3^{me} cycle 1995, 238p plus carte lithologique.

LATEA metacraton (Central Hoggar, Tuareg shield, Algeria): behaviour of an old passive margin during the Pan-African orogeny. *Journal of African Earth Sciences* 37 (3-4) : 161-190

Leblanc M. (1975) - Ophiolites précambriennes et gites arséniés de Cobalt (Bou Azzer, Maroc). Doct. D'Etat Thesis, Université de Paris VI, France, 367 PP.

Leblanc M. et 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* 17: 142-155.

Liegeois, J. P., Latouche, L., Boughrara, M., Navez, J., Guiraud, M. (2003) The **Michard A, Saddiqi O, Chlouan A. et Frizon D Lamote D. (2008)-** Continental Evolution the geology of Morocco Structures. Stratigraphy and tectonics of the Africa Atlantic- Meditenanean triple junction. Springer. 405p.

Michard A. (1976) - Élément de géologie marocaine. Notes et Mém.Ser.Géol.Maroc. 252.4U8p. Occidental. *Bulletin de la Société géologique de France* 25 (4): 549-556

Ouguir H., Macaudière J, Dagallier G. (1996) -Le protérozoïque supérieur d'Imiter, Saghro oriental, Maroc : un contexte géodynamique d'arrière arc. *Journal of African Earth sciences* 22(2) : 173-189.

Ouguir, 1997), contexte géologique du gisement argentifère d'Imiter (Anti-Atlas oriental, Maroc). Contrôle volcanique et structurale de la mise en place des concentrations métalliques à Ag-HG. Doctorat D'Etat Thesis, Université Cadi Ayyad, Marrakech, Maroc, 233P. p.225. PII et volcanites de la série d'Ouarzazate PIII. Thèse 3ème cycle, Université de Nancy I,

Piqué A. (1994) - Géologie de Maroc : les domaines régionaux et leurs évolution structurale PUMAG : Marrakech. 284p.

Piqué A., Michard. (1989)- Moroccan Hercynides, a synopsis. The Palaeozoic sedimentary and tectonic evolution at the northern margin of West Africa. American Journal of Sciences, 289, 286, 330. Rendus de l'Académie des Sciences de Paris 234 : 2626-2628

Saquaque A, Admou H, Cisse A, Benyoucef AH. Et Reuber. 1 1989b. Les intrusions calcoalcalines de la boutonnière de Bou Azzer –El Graara (Anti-Atlas, Maroc) : marqueurs de la déformation majeure panafricaine dans un contexte de collision d'arc. C.R.Acad.Sei., Paris, II ,308 : 1279-1283.

Saquaque A, Benharref M, Abia H, Mrini Z, Reuber I.KarsonJ.A.(1992)-Evidence for a panafrican volcanic arc and Wrench fault tectonics in Jbel Saghro, Morocco. Geologische Rundschau 81(1): 1-13.

Thomas R. J, Fekkak A, Ennih N, Errami E, Loughlin S.C, Gress P.G,Chevallier L.p et Liegeois, J.-P. (2004)- A new lithostratigraphic framework for the Anti-Atlas Orogen, Morocco. Journal of African Earth Sciences 39(3-5): 217-226.

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. et Ingram B.A.(2002)- Precambrian evolution of the Sirwa Window, Anti-Atlas Orogen , Morocco. Precambrian Research 118 (1-2): 1- 57

Tuduri Y. (2005) – Processus de formation et relations spatio-temporelles des minéralisations a or et argent en contexte volcanique Précambrien (Jbel Saghro, Anti-Atlas, Maroc). Implications sur les relations déformation magmatisme volcanisme- hydrothermalisme. Doctorat de l'université d'orléans, 2005 : p73- 321. Brian Research 118 (1-2) : 1-57.

Volcaniques précambriennes du Jbel Saghro (Anti-Atlas marocain). Basaltes et coussins du

Zahour G. (1990) - Volcanisme précambrien terminal d'Ait Maghlif (Anti-Atlas central, Maroc) lithostratigraphie- pétrographie-Géochimie thèse 3 ème cycle, faculté des sciences Semilalia Marrakech. 236p.

Zahour G. (2001) - Le Néoprotérozoïque terminal de la boutonnière de Toubkal (Haut-Atlas occidental et Anti-Atlas central) : un exemple de volcanisme intraplaque continental associé à un volcanisme calco-alcalin post collision thèse d'Etat, université Hassan II Mohammedia Casablanca, 266p

Annexe

Table 3: description macroscopique du sondage SFC2302/-9°.

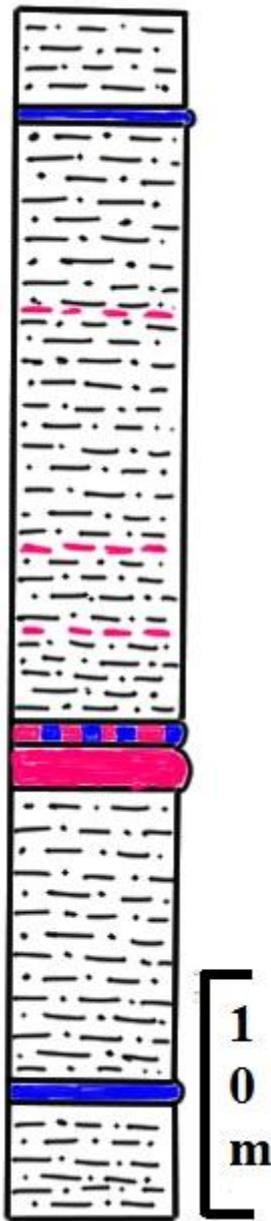
Données géométriques (techniques) du sondage		
Coordonnées : X=467932 ; Y= 83135 Z=1344	Direction : N27	Pendage= -9° Profondeur : 51,3m
Lithologie Echelle : 1/500	Cote (m)	Description pétrographique, minéralogique et structurale
	0 à 14m	Gréso-pélite avec des veines et veinules à remplissage dolomitique plus des traces de pyrite, fracturation remplis avec de la pyrite et de la galène. D'Age PII
	14 à 32	Gréso-pélite plus des veines dolomitiques associé à une bréchification à remplissage dolomitique avec des traces des sulfures.
	32 à 41	Gréso-pélite avec une bréchification plus fente à remplissage dolomitique associé à une trace de sulfure et une altération de grès au niveau de veines de dolomite.
	41 à 44	Gréso-pélite plus fente de dolomie plus stockwork, on note aussi la présence des veines dolomie rose.
	44 à 47	L'encaissant grès pélitiques fortement bréchifiée, avec des couloirs à dolomie rose et une minéralisation en galène, sphalérite, arsénopyrite et La stratification (S0) fait un angle de 50° par rapport à l'axe de la carotte.
	47 à 51.3 m	Gréso-pélite plus veines et veinules des dolomites avec des quartz associés à une altération de grès.

Table 4: description macroscopique du sondage carotté SFC2244/-12°.

Données géométriques (techniques) du sondage		
Coordonnées : X=467931 ; Y=83135,3 Z=1344 Direction : N08		Pendage= -12° Profondeur : 102m
Lithologie L'échelle : 1/500	Coté (m)	Description pétrographique, minéralogique et structurale
	0m A	Gréso-pélite noir à texture fine à veine de dolomie rose constituant le toit de ce sondage, ce faciès de pyrite et sphalérite mielleuse recoupée par des micro fractures chloritisées et parfois remplis de la minéralisation pyriteuse. la stratification fait un angle de 80°, tandis que la schistosité fait 40° par rapport à l'axe de la carotte.
	17m	
	17m A 23m	gréso-pélite plus veine de dolomite rose et quartz laiteuse à chlorite avec des traces des sulfures, et on a une bréchification à remplissage dolomitique et sphalérite et on des fentes de tension à une épaisseur varie entre 15cm et 20cm et on a des microfailles au niveau de cette sondage, couloir bréchifiée à remplissage dolomitique rose et quartz laiteuse.
	17m A 23	Gréso-pélite plus bande de quartz plus veines et veinule dolomitique avec une bréchification et quartz plus galène + sphalérite+ chloritisation et une zone de fracturation.
	23m A 29m	Couloir de Pélites gréseuse bréchifiée à dolomie rose (23,3m-25,8m) avec une minéralisation de sphalérite arsénopyrite et galène.
	29 A 47	Gréso-pélite plus veine dolomitique rose et de pyrite plus une micro décalage au niveau de la veine de pyrite et une bréchification hydrothermale à remplissage dolomitique (au niveau 41m à 45m) et quartz, une trace d'argent noir.
	47 A 69	Grès métamorphisé associé à un grès altéré et une veine du quartz avec des galènes massives.
	69m A 102m	Grés grossiers a veine de dolomie rose avec une minéralisation disséminée en galène, sphalérite et arsénopyrite et une bande de quartz (70cm-80cm) au 72,2m, des géodes à quartz associe à une brèche hydrothermale.

Table 5: description macroscopique du sondage carotté SFC2309/-23

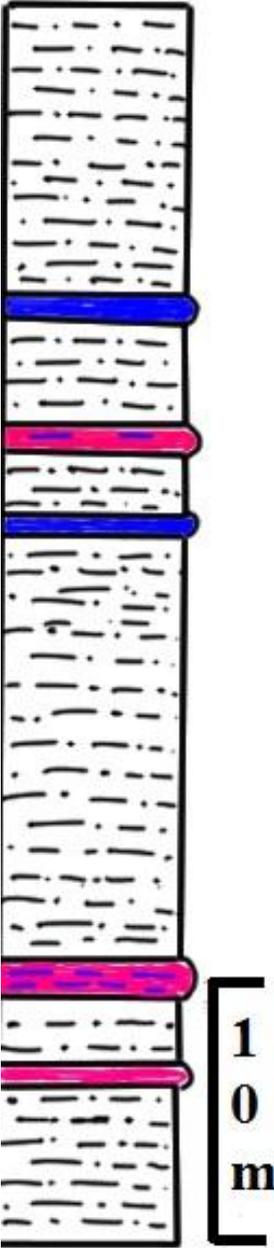
Données géométriques (techniques) du sondage		
Coordonnées : X=467927,2 ; Y=83133 Z=1344 Direction : N48		Pendage= -23° Profondeur : 68m
Lithologie L'échelle : 1/500	Coté (m)	Description pétrographique et minéralogique
	0m à 15m	Des Pélites noir à veine de quartz laiteux, pyrite et dolomie rose par endroit. la stratification (S0) fait un angle de 70° par rapport à l'axe de la carotte.
	15m à 23,5	Gréso-pélite plus bande (15,7- 16,3m) de quartz laiteuse à chlorite plus des veinules dolomitiques rose.
	23 à 35	Pélites gréseuse avec intercalation d'une passe gréso-pélitiques et d'un couloir bréchifiée a dolomie rose à minéralisation massive en pyrite, sphalérite, galène. Les pélites gréseuse présentent une stratification qui fait un angle de 50° par rapport à l'axe de la carotte.
	35 à 68	Gréso-pélite plus veines de quartz et de dolomite avec un couloir bréchifiée (52,38m à 52,78), une trace de sulfures (galène, pyrite, arsénopyrite).

Table 6: description macroscopique du sondage carotté SFC2326/-90°.

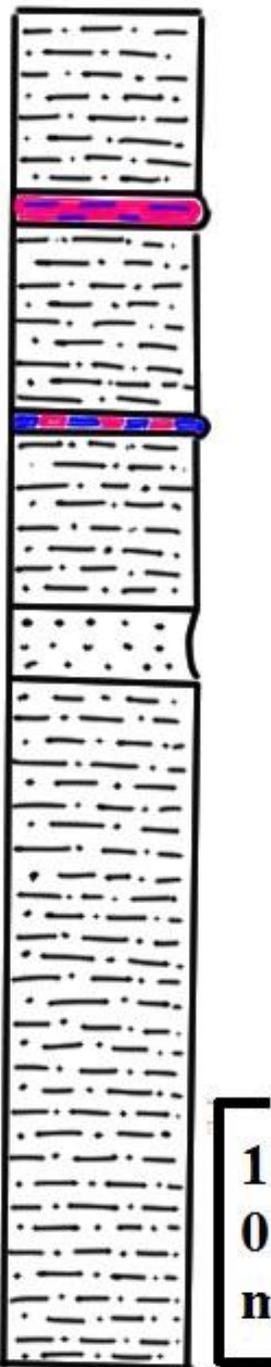
Données géométriques (techniques) du sondage		
Coordonnées : X=467930 ; Y=83132 Z=1344 Direction : N00		Pendage= -90° Profondeur : 74m
Lithologie L'échelle : 1/500	Coté (m)	Description pétrographie et minéralogique et structurale
	0m A 10.80m	<ul style="list-style-type: none"> - Pélites noir à veine de quartz, on note la présence d'une minéralisation disséminée en sphalérite. la stratification fait un angle de 48° tandis que la schistosité fait 60° par rapport à l'axe de la carotte - des veines de quartz laiteux, et dolomie rose sont présente (le cœur de la veine remplis par la dolomie tandis que le quartz occupe les extrémité=le 1ere apport et quartzeux tandis que le 2eme est dolomitique.
	10.80 A 17m	<ul style="list-style-type: none"> - Gréso-pélite avec des veines dolomitiques rose associé à la galène massive et pyrite - Un filon de dolomite rose 100cm (10.8m à 11.8m) à remplissage de la pyrite et une bréchification. - Fente bréchifiée à remplissage quartzique et dolomitique rose plus galène pyrite et géode (14.05 à 14.15)
	17 m A 74m	<ul style="list-style-type: none"> - Bréchification à remplissage dolomitique plus une fente de la galène massive - La dolomite altérée associé à la sphalérite - Une bande de quartz et dolomite rose 50 cm (21m 21.5m)
		<ul style="list-style-type: none"> - Gréso-pélite avec des micros fente dolomitique plus pyrite et un bande quartz laiteuse

Table 7: description macroscopique du sondage carotté SFC2272/-11.

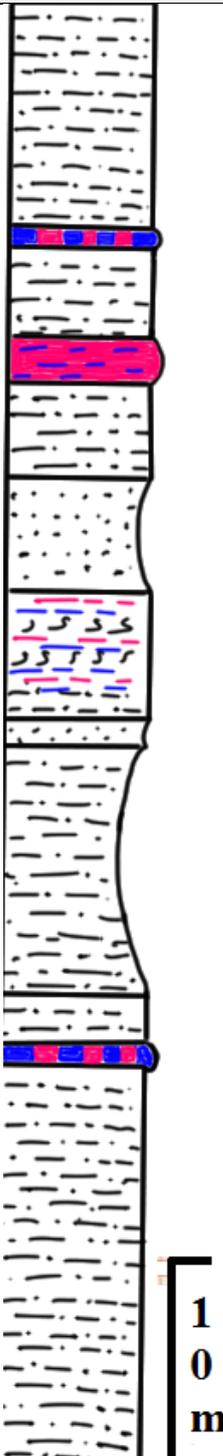
Données géométriques (techniques) du sondage		
Coordonnées : X=467927,2 ; Y=83133 Z=1344 Direction : N66		Pendage= -11° Profondeur : 123m
Lithologie L'échelle : 1/500	Coté (m)	Description pétrographique et minéralogique et structurale
	0m A 14.65	- Des grés-pélite noires, de longueur métrique, intercalés par des zones à de quartz laiteux où la minéralisation des sulfures est massive à sub massive (galène, sphalérite et pyrite). On note aussi la présence des veines dolomie rose, des lamines centimétrique riche en pyrite sphalérite avec un plaquage de pyrite suivant la S1.
	14.65 A 29.80	- Grés grossier 50cm (21m à 21.5m) à minéralisation disséminée de pyrite, sphalérite par endroit. avec des veines dolomitiques et quartz forment une angle de 80°par rapport à l'axe de la carotte.
	29.80 m A 33.6m	- L'encaissant grésopélitiques fortement bréchifiée, avec des couloirs à dolomie rose et une minéralisation en galène, sphalérite, arsénopyrite (30m à 33m) - La stratification (S0) fait une angle de 60°par rapport à l'axe de la carotte.
	33.6m A 89m	- Pélites gréseuse intercalé par deux couloir bréchifiée broyer à dolomie rose, galène, sphalérite, arsénopyrite
	89 A 123	- Pélites gréseuse à veines de quartz laiteux.

Table 8: description macroscopique du sondage carotté SFC 1821/+17

Données géométriques (techniques) du sondage		
Coordonnées : X=467909,2 ; Y=83230,1 Z=1352 Direction : N5		Pendage= +17° Profondeur : 90.5m
Lithologie L'échelle : 1/500	Cote (m)	Description pétrographique et minéralogique
	0 A 17	Gréso-pélite plus veine de dolomie et quartz
	17 A 25,4	Bande de dolomite bréchifiée plus pyrite plus galène et sphalérite plus veine de quartz (0,5m) Brèche hydraulique à remplissage dolomitique plus quartz à une épaisseur de 0,6m (22,9m)
	25 A 69,5	Gréso-pélite plus veine de sphalérite associé à une Bande de quartz plus dolomite à une épaisseur 10cm (30,15) Grès verdâtre associée à une bande de quartz à une épaisseur de 0,4m (31,6) plus des traces de galène plus pyrite . Bande de quartz plus dolomite plus des fentes oblique à une épaisseur de 0,45m (36,35) Méta grès à une épaisseur de 20 cm (43 ,4) Bande bréchifiée à remplissage dolomitique plus galène plus pyrite plus quartz 20 cm (46 ,15m) Bande de méta grès à une épaisseur de 0,5m (50,4) Bande de dolomite sèche au niveau 60m (0,4m) plus fente de tension de dolomite associé à quartz (62.60) Bande de méta grès à une épaisseur de 1,95m (68)
	69,5 à 71 ;5	La structure minéralisé remplissage dolomitique rose associé à quartz plus galène massive plus des trace de pyrite à une épaisseur de 2m
	71.5 à 90.5	Des gréso-pélite avec des veines et véniel de quartz banc Bande bréchifiée associé à quartz et dolomite avec des sulfure massive à une épaisseur de 1m (84m)

Table 9: description macroscopique du sondage carotté SFC 1719/+10

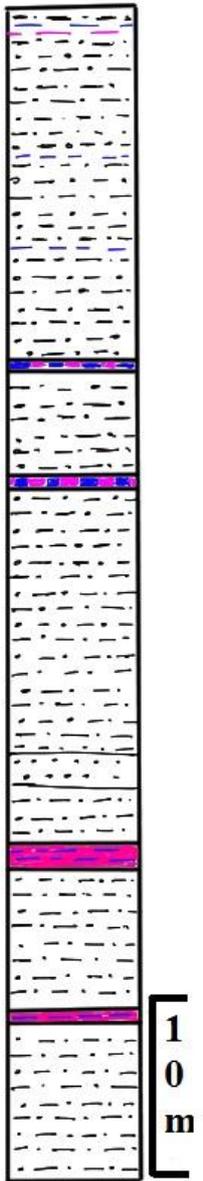
Données géométriques (techniques) du sondage		
Coordonnées : X=467910 ; Y=83230,1 Z=1352 Direction : N5		Pendage= +10° Profondeur : 92m
Lithologie L'échelle : 1/500	Cote (m)	Description minéralogique et pétrographique et structurale
	0 A 19.3	Gréso-pélite plus veine de dolomite rose Une zone de bréchification à remplissage dolomitique plus pyrite plus galène plus quartz plus fracturation à une épaisseur de 0.2m (2.4m) Bande de pyrite plus galène massive plus brèche hydraulique à une épaisseur de 0.6 m (13.4m) Structure à dolomite bréchifiée plus quartz à chlorite plus pyrite plus galène à une épaisseur de 0.25m (19.30)
	19.3 A 65.6	Brèche à dolomite à une épaisseur de 20cm (28.15-28.35m) plus pyrite plus galène plus quartz plus des traces de sphalérite Grès grossier à pyrite plus veine de dolomite plus gréso-pélite (32.54-32.84m). Bande de quartz à une épaisseur de 5cm (33.1m) Bande de méta grès (58.2-58.7m) plus des veines de sphalérite et pyrite et galène. Bande de méta grès plus des traces de galène (61.45-61.70m).
	65.6 A 67.6	La structure minéralisée à remplissage dolomitique plus galène massive plus des veines de pyrite.
	67.6 A 92	Gréso-pélite plus des veines de quartz et sulfures Un couloir bréchifiée à remplissage dolomitique plus galène massive plus pyrite (79.2- 81.5).

Table 10: description macroscopique du sondage carotté SFC 1701/+8

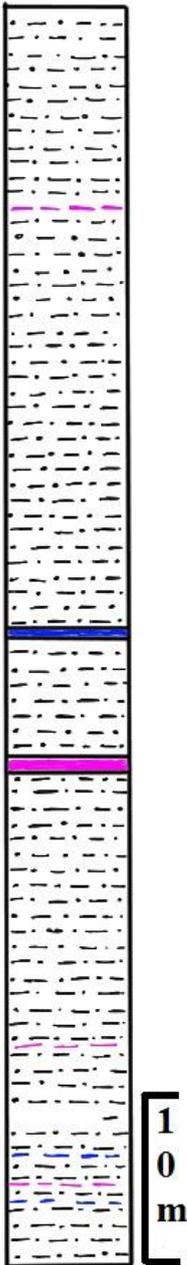
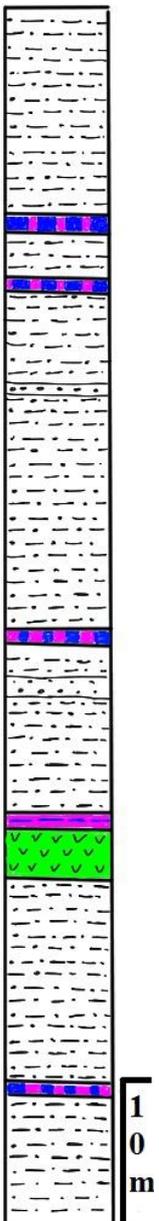
Données géométriques (techniques) du sondage		
Coordonnées : X=467911,7 ; Y=83231,1 Z=1352 Direction : N28		Pendage= +8° Profondeur : 102m
Lithologie L'échelle : 1/500	Cote (m)	Description minéralogique et pétrographique et structurale
	0 a 18.5	Gréso-pélite plus veine de dolomite rose Bande de pyrite plus galène massive à une épaisseur de 0.25 m (3.4m) Bande de dolomite plus pyrite plus galène massive (17.5m-18.5m).
	18.5 a 60..5	Gréso-pélite avec des veines de plus pyrite plus galène plus quartz plus des traces de sphalérite Bande de quartz à une épaisseur de 1m (50m-51m) Gréso-pélite avec des veines dolomitique.
	61 a 62	La structure minéralisée à remplissage dolomitique plus galène massive plus des veines de pyrite.
	67.6 a 100	Gréso-pélite plus des veines de quartz et sulfures. Couloir de méta grès associé à une bande de quartz (80-83) Gréso-pélite avec des veines dolomitique et quartz blanc. Un couloir bréchifiée à remplissage dolomitique plus galène massive plus pyrite (91.3- 92.5).

Table 11: description macroscopique du sondage carotté SFC 1706.

Données géométriques (techniques) du sondage		
Coordonnées : X=467907,3 ; Y=83230 Z=1352 Direction : N5		Pendage= +7° Profondeur : 116m
Lithologie L'échelle : 1/500	Cote (m)	Description minéralogique et pétrographique et structurale
	0 A 26.40	Gréso-pélite plus veine de dolomite rose plus pyrite et quartz Bande à dolomite rose plus pyrite plus quartz (21.25-21.78m). Bande de quartz associé à la pyrite plus dolomite (26-26.40m).
	26.40 A	Gréso-pélite plus des veines dolomitique blanc. Bande de grès verdâtre (36.65-37.5) associé à une bande de quartz à chlorites Bande de dolomite rose plus quartz à une épaisseur de 11cm (42m) Couloir bréchifiée à remplissage dolomitique et quartzite à une épaisseur de 1m (59-60m).
	76.5 à 78.5	La structure minéralisée à remplissage dolomitique et quartz plus galène massive plus des veines de pyrite.
	78.5 à 83.5	Dyke basique
	83.5 à 116	Gréso-pélite plus veine dolomitique et quartzique. Bréchification hydrothermale à remplissage dolomitique plus quartz plus sphalérite (103-105)

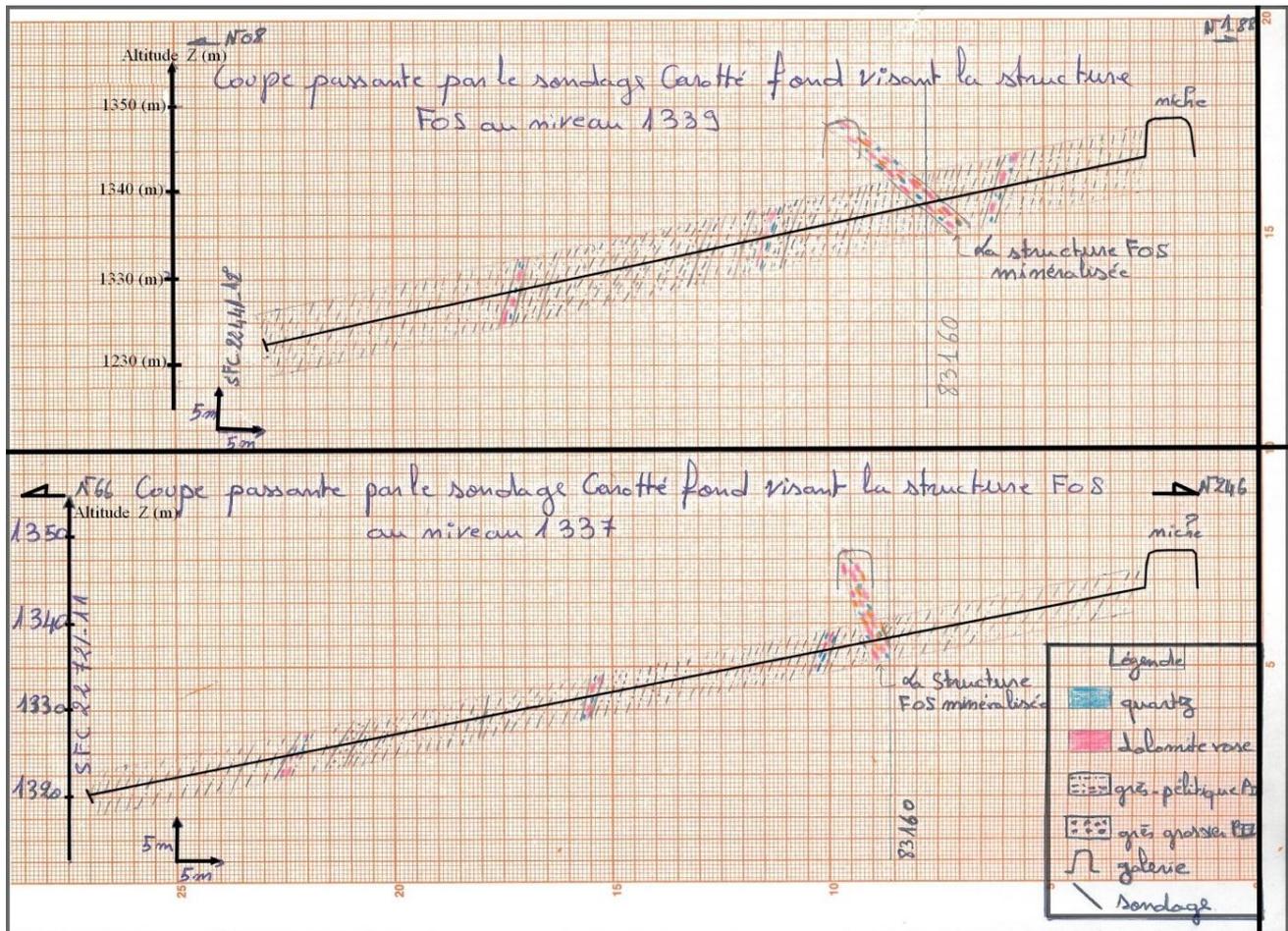


Figure 50: coupes passant par les sondages SFC.2244/-12 et SFC. 2272/-11.

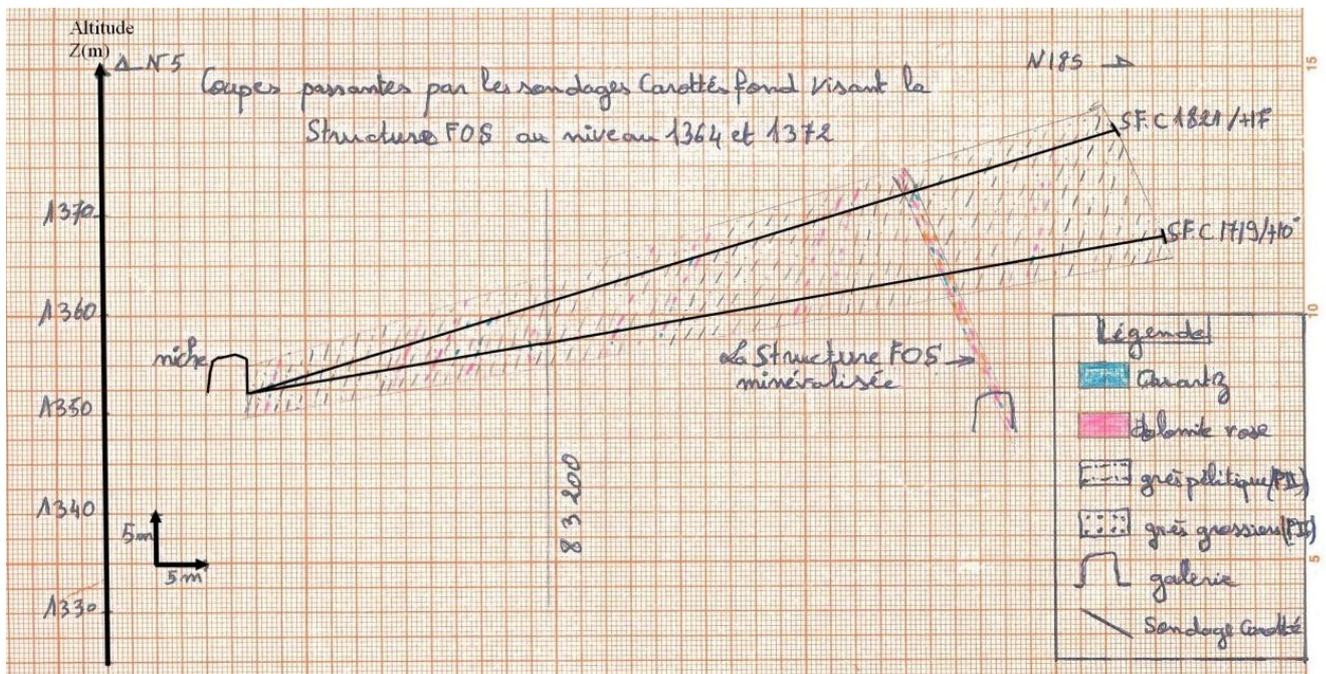


Figure 51: coupes passant par les sondages SFC.1701/+8 et SFC. 1706/+7.

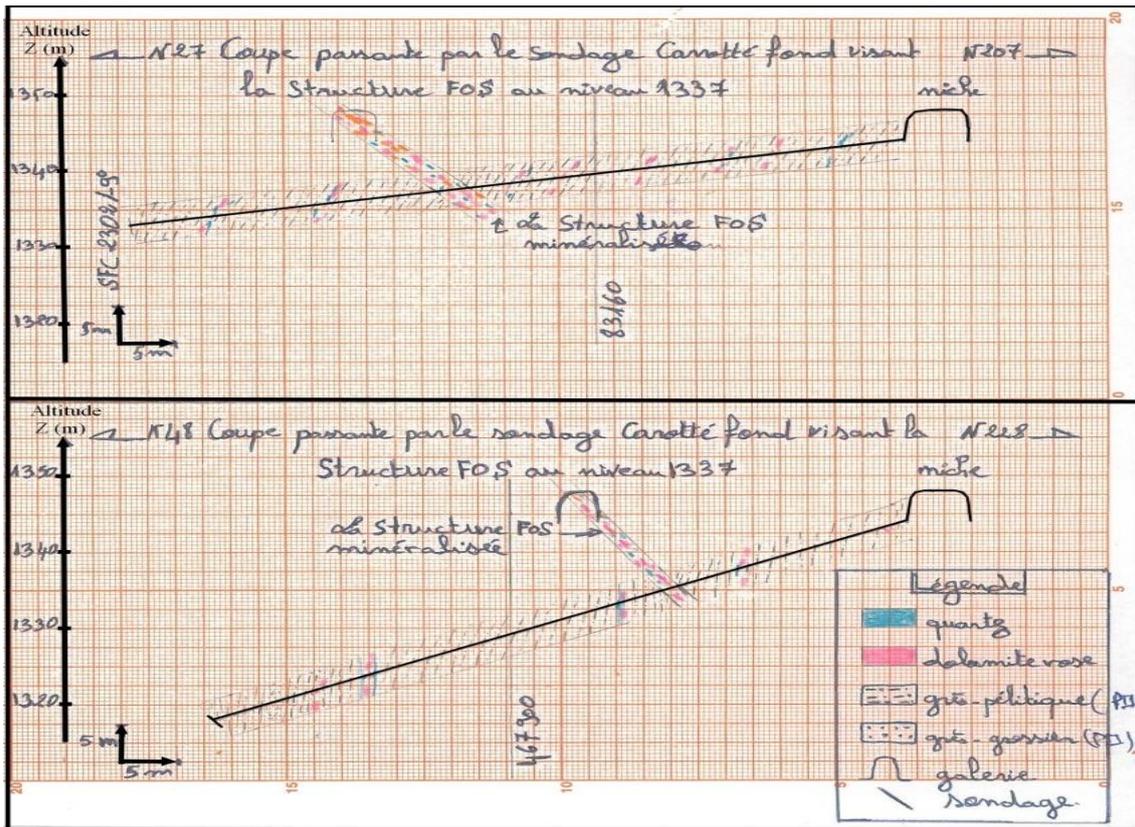


Figure 52: coupes passantes par les sondages SFC.2302/-9 et SFC. 2309/-23.

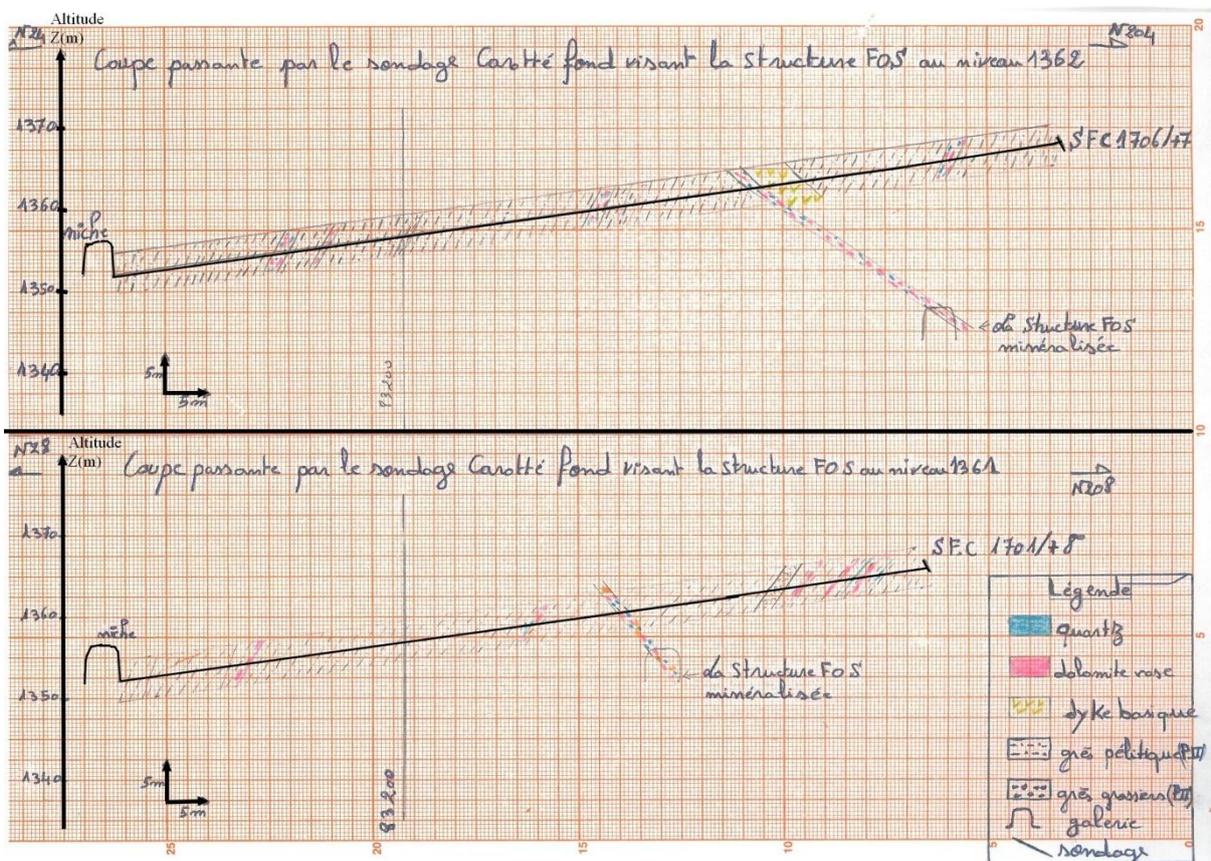


Figure 53: coupes passantes par les sondages SFC.1701/+8 et SFC. 1706/+7.

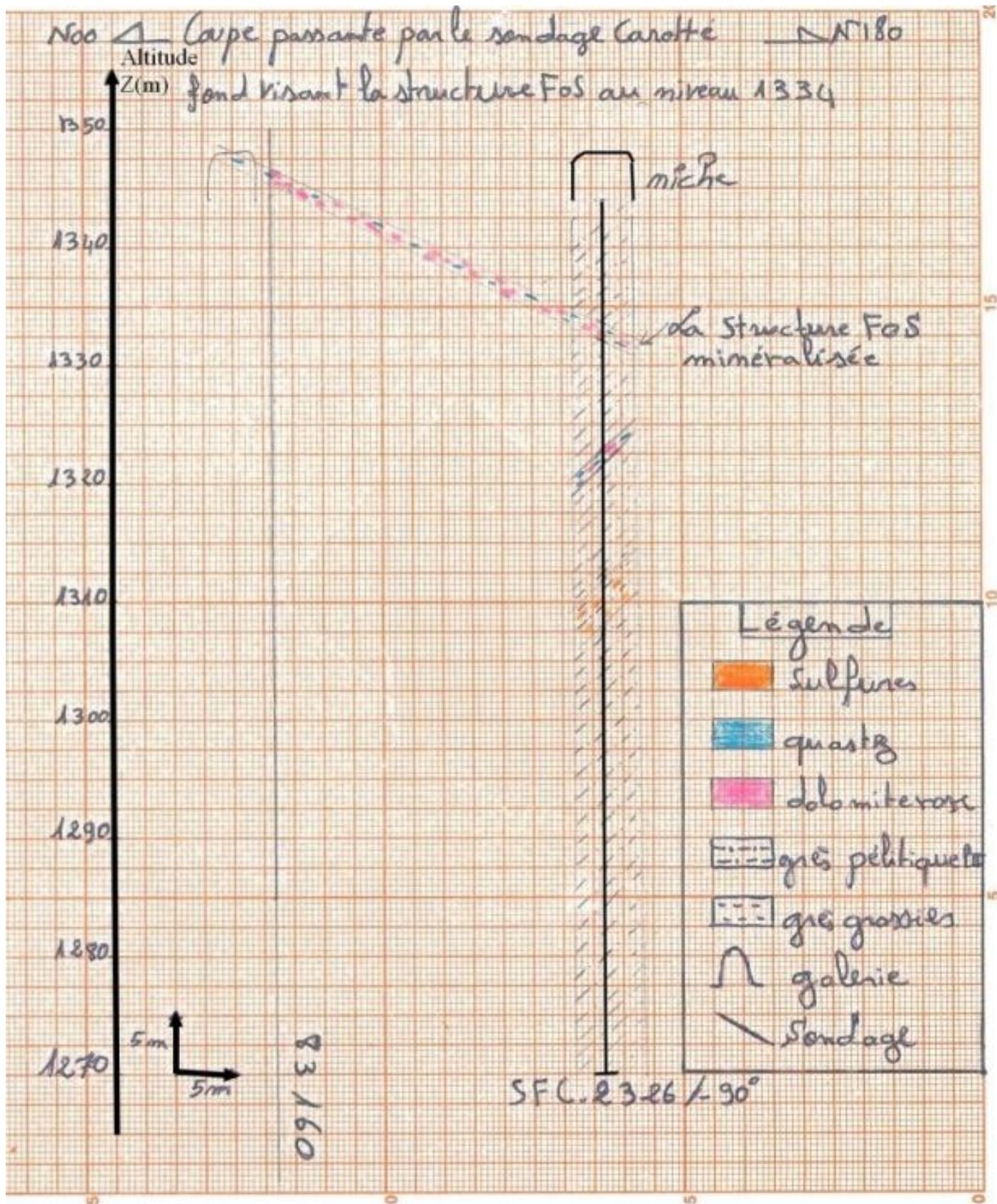


Figure 54 coupe passant par le sondage SFC.2326/-90.

Table 12: les résultats d'analyses géochimiques F0S 1328

DEMANDE D'ANALYSE						
prélèvement effectuée par: Youssef KADDA				Imputation: 2431000		
SECTEUR /Imiter 1		Nature d'échantillon : Echantillonnage de la couronne				
N°	Désignation	Ag (g/t)	Cu (g/t)	Pb (g/t)	Zn (g/t)	Hg (g/t)
1	E1 SC 1328 F0S W	168	152	1372	248	50
2	E2 SC 1328 F0S W	878	127	52388	416	50
3	E3 SC 1328 F0S W	665	56	25439	412	50
4	E4 SC 1326 F0S W	4187	84	46697	1129	50
5	E5SC 1328 F0S W	224	94	96802	277	50
6	E6 SC 1328 F0S W	1107	64	21400	1061	50
7	E7 SC 1328 F0S W	53	12	21000	51	50
8	E8 SC 1328 F0S W	668	42	242900	1087	50
9	E9 SC 1328 F0S W	452	40	175700	1475	50
10	E10 SC 1328 F0S W	759	52	267900	162	50
11	E 11 SC 1328 F0S W	115	34	54227	2747	50
12	E12 SC 1328 F0S W	332	78	116251	1419	50
13	E13 SC 1328 F0S W	270	255	90579	1219	50
14	E1 SC 1328 F0S E	45	32	35058	2780	50
15	E2 SC 1328 F0S E	142	30	75551	2810	50
16	E3 SC 1328 F0S E	156	74	57491	6562	50
17	E4 SC 1328 F0S E	174	24	32899	2823	50
18	E5 SC 1326 F0S E	649	88	430400	11444	50
19	E6 SC 1328 F0S E	331	1323	150200	2683	50
20	E7 SC 1328 F0S E	443	1886	175800	3007	50
21	E8 SC 1328 F0S E	68	36	707000	663	50
22	E9 SC 1328 F0S E	210	78	253700	3069	50
23	E10 SC 1328 F0S E	699	188	331900	18995	50
24	E11 SC 1328 F0S E	100	17	88300	4158	50
25	E12 SC 1326 F0S E	47	46	40900	9725	50
26	E13 SC 1326 F0S E	113	51	109600	3369	50

Table 13: les résultats d'analyses géochimiques F0S 1348

DEMANDE D'ANALYSE						
prélèvement effectuée par: Youssef KADDA				Imputation: 2431000		
SECTEUR /Imiter 1		Nature d'échantillon : Echantillonnage de la couronne				
N°	Désignation	Ag (g/t)	Pb (g/t)	Cu (g/t)	Zn (g/t)	Hg (g/t)
1	SC 1348 F0S E 1	56	16604	24	964	50
2	SC 1348 F0S E 2	341	7653	189	469	50
3	SC 1348 F0S E 3	742	19717	96	2971	50
4	SC 1348 F0S E 4	65	34003	16	73	50
5	SC 1348 F0S E 5	114	27805	43	1996	50
6	SC 1348 F0S E 6	144	16120	65	2747	50
7	SC 1348 F0S E 7	368	7323	204	515	50
8	SC 1348 F0S E 8	556	15116	82	2770	50
9	SC 1348 F0S E 9	1940	2875	107	1620	50
10	SC 1348 F0S E 10	833	32354	76	5902	50
11	SC 1348 F0S E 11	117	855	103	7680	50
12	SC 1348 F0S E 12	226	752	11	223	50
13	SC 1348 F0S E 13	320	7232	240	620	50

14	SC 1348 F0S W 14	5093	223352	256	1640	50
15	SC 1348 F0S W 15	2155	196569	308	4615	50
16	SC 1348 F0S W 16	1329	90690	247	1996	50
17	SC 1348 F0S W 17	4798	242641	280	1571	50
18	SC 1348 F0S W 18	27	4067	118	2000	50
19	SC 1348 F0S W 19	3258	18275	311	4760	50
20	SC 1348 F0S W 20	100	9780	7	782	50
21	SC 1348 F0S W 21	77	74514	56	13426	50
22	SC 1348 F0S W 22	87	67960	129	2158	50
23	SC 1348 F0S W 23	51	65162	22	4393	50
24	SC 1348 F0S W 24	53	43656	65	3679	50
25	SC 1348 F0S W 25	532	48350	127	1175	50
26	SC 1348 F0S W 26	10	155	31	38	50
27	SC 1348 F0S W 27	4445	117964	37	1736	50

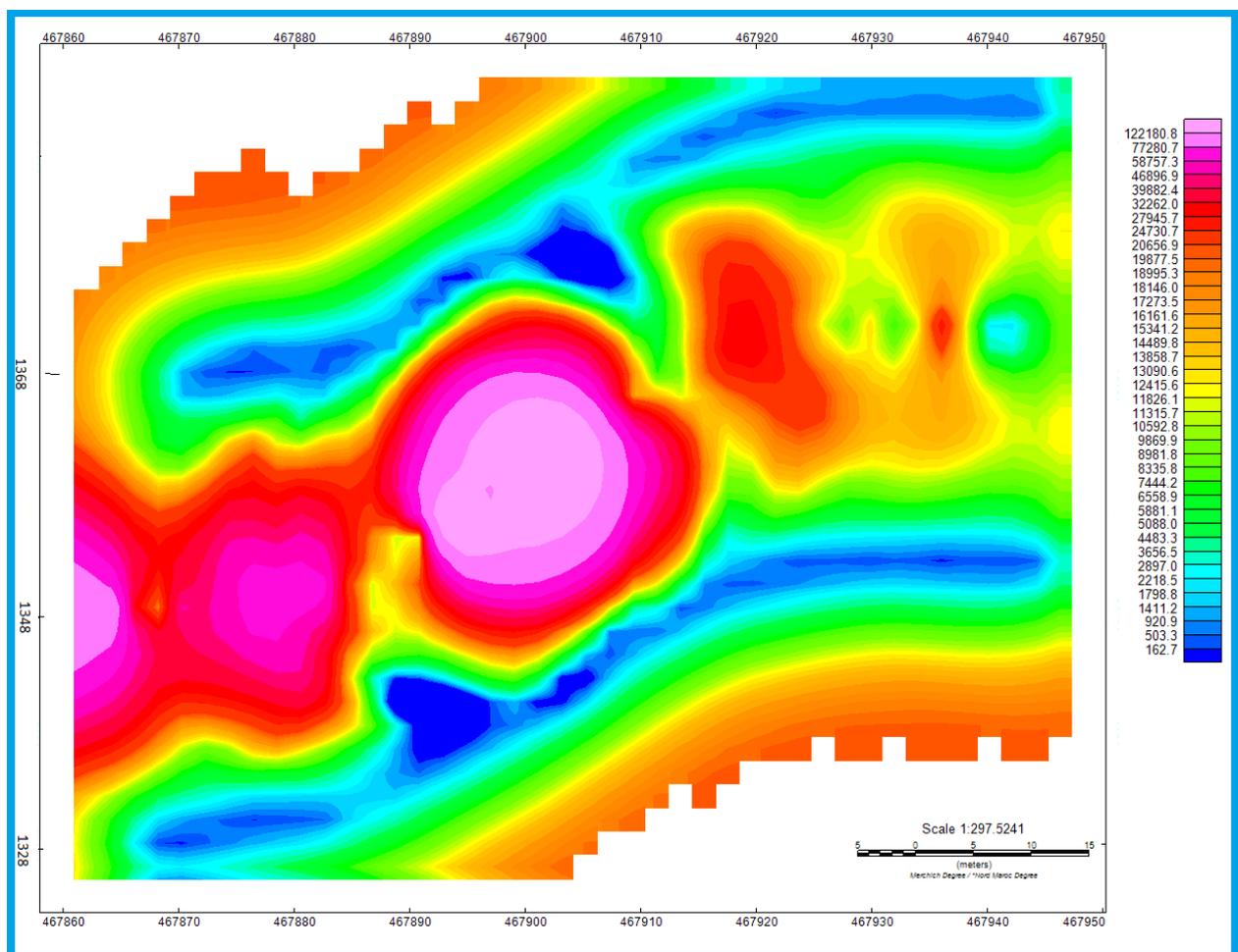


Figure 55: Carte verticale d'iso teneurs de cuivre entre 1328(-172m) et 1368(-132m).

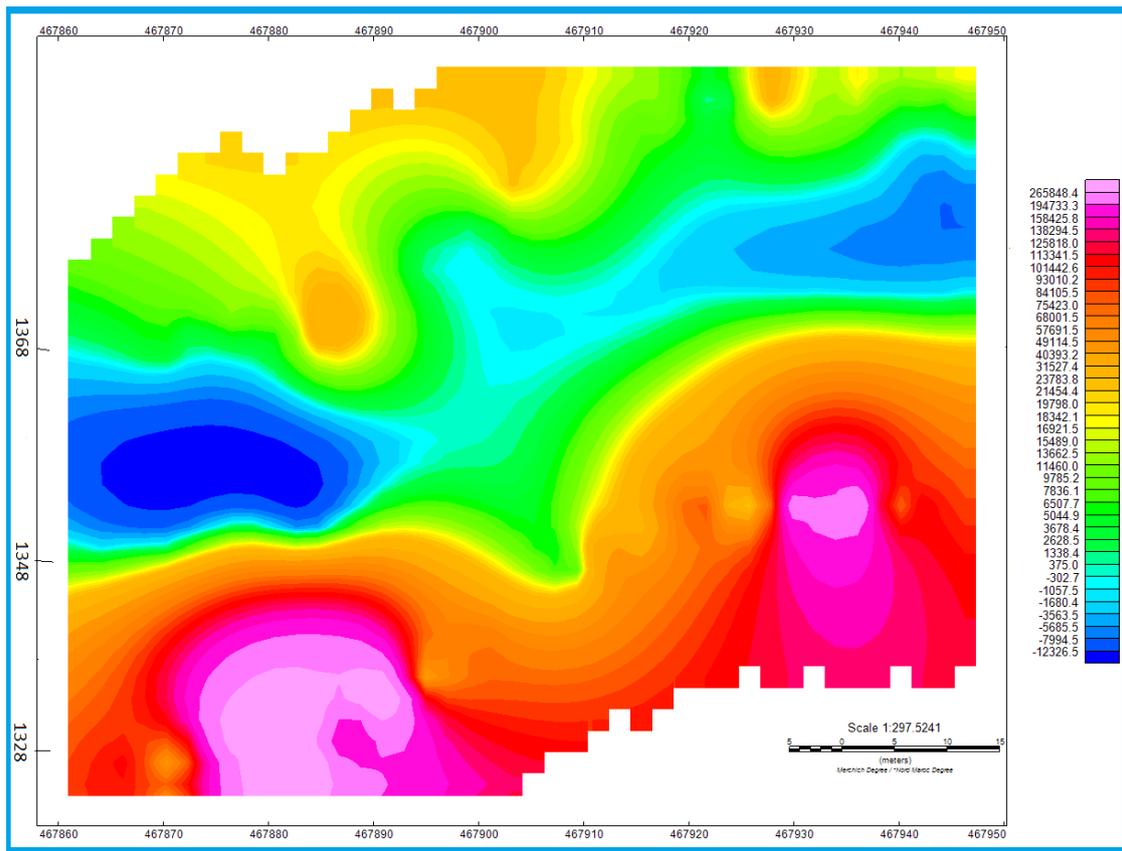


Figure 56: Carte verticale d'iso teneurs de plomb entre 1328(-172m) et 1368(-132m).

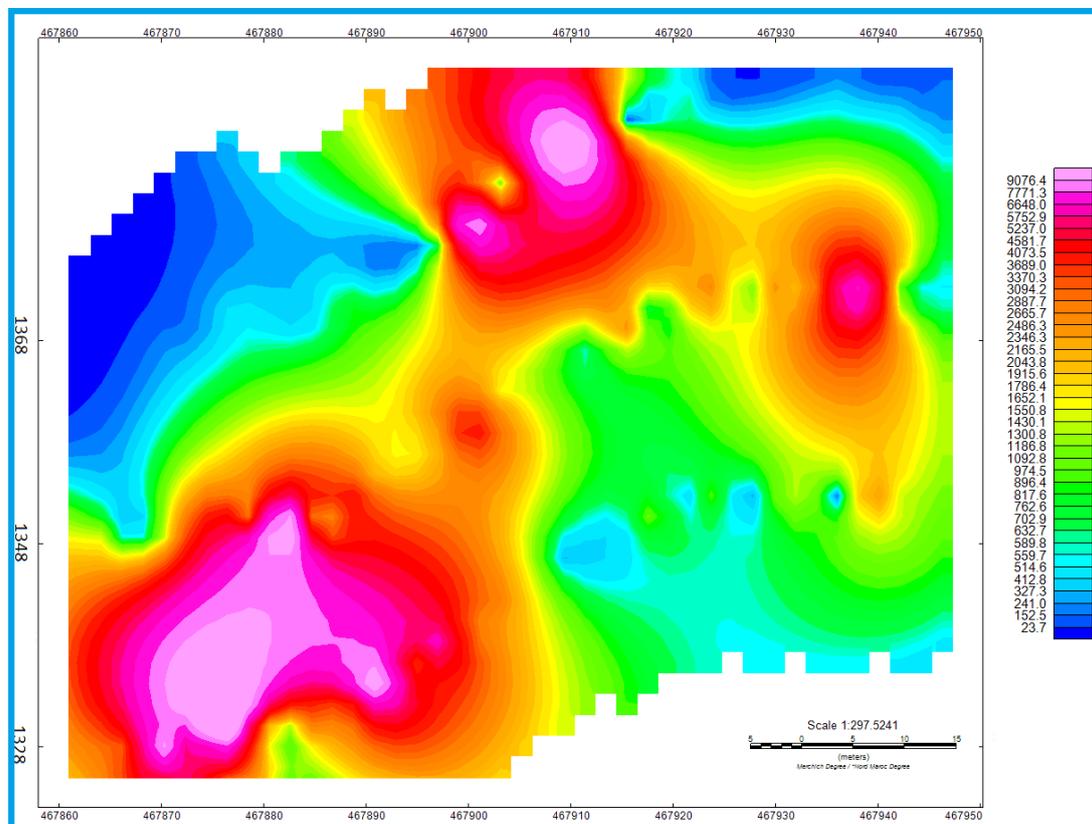


Figure 57 : Carte verticale d'iso teneurs de zinc entre 1328(-172m) et 1368(-132m).

Tableau 14 les mesures des failles et des fentes

Direction	pendage	Pitch	Commentaires	<i>Les fentes de tension: niveau 1328</i>		
				<i>Direction</i>	<i>Pendage</i>	<i>Azimute</i>
N75	66, E	55 ,ENE	Normale a composante dextre	<i>N10</i>	<i>30° W</i>	<i>280°</i>
N70	55, N	70,NNW	Normale	<i>N160</i>	<i>50° ENE</i>	<i>70°</i>
N10	45 NW	75 WSW	Normale	<i>N60</i>	<i>50° SE</i>	<i>150°</i>
N90	80 N	65 NNE	Normale	<i>N150°</i>	<i>50° WSW</i>	<i>240°</i>
N45	55 NNW	65 SSE	Probablement inverse a composante senestre	<i>N45</i>	<i>45° SE</i>	<i>135°</i>
N110	90	65 ESE	Probablement inverse	<i>N165</i>	<i>45° W</i>	<i>255°</i>
N55	35 SSE	40 SE	Inverse a composante dextre	<i>N145</i>	<i>32° SW</i>	<i>235°</i>
N50	75 NNE	45 NNE	Inverse a composante dextre	<i>N146</i>	<i>60° WSW</i>	<i>236°</i>
N75	65 NNW	45 ENE	Inverse a composante senestre	<i>N115</i>	<i>50° NE</i>	<i>25°</i>
N75	60 NNE	20 WSW	Dextre a composante inverse	<i>N147</i>	<i>80° WSW</i>	<i>237°</i>
N78	70 NNW	75 NE	Inverse	<i>N175</i>	<i>75° W</i>	<i>265°</i>
N75	80 N	78 NNW	Inverse	<i>N145</i>	<i>50° SW</i>	<i>235°</i>
N78	70 SSE	78 NNW	Inverse	<i>N20</i>	<i>30° W</i>	<i>290°</i>
N60	29 SE	30 E	Inverse a composante dextre	<i>N150</i>	<i>20° WSW</i>	<i>240°</i>
N85	90	80 N	Normale	<i>N152</i>	<i>65° SW</i>	<i>242°</i>
N80	45 NE	65 ENE	Inverse a composante senestre	<i>N142</i>	<i>65° SW</i>	<i>232°</i>
N80	70 NNE	45 NE	Inverse a composante senestre	<i>N120</i>	<i>10° N</i>	<i>30°</i>
N80	78 NNE	40 NNE	Inverse a composante senestre	<i>N150</i>	<i>75° WSW</i>	<i>240°</i>
N95	80 ESE	85 ENE	Inverse	<i>N145</i>	<i>50° SW</i>	<i>235°</i>
N30	25 ENE	10 E	Dextre	<i>N165</i>	<i>70° WSW</i>	<i>255°</i>
N75	87 ENE	15 s	dextre	<i>N90</i>	<i>43° NNE</i>	<i>0°</i>
N85	30 S	20 ENE	Senestre a composante normale			



Mémoire de fin d'études pour l'obtention du Diplôme de Licence Sciences et Techniques
Youssef KADDA

Année Universitaire : 2016/2017

**Titre : Etudes tectono-miniére et geochimique de la structure filonienne argentifere F0S –
gisement d'imiter (anti - atlas, maroc)**

Résumé

Ce travail a été effectué au sein de la société métallurgique d'Imiter (SMI) filière du groupe MANAGEM - ONA. Il fait office de projet de fin d'études dans le cadre de la formation du Licence Géorressources et Environnement 2016-2017 de la faculté des sciences et techniques de Fès.

Notre travail consiste à :

- la réalisation de la carte géologique au fond des structures F0S et F0N à une échelle de 1/200 dans les niveau 1328 (-172m), 1348 (-152m) et 1430 (-70m) représentant la lithologie qui caractérise la zone d'étude.
- description et dessin des log et des coupes des sondages carottés effectuée dans les niveau 1344 (-156m) et 1352 (-148m), qui ont touché les roches du PII et les corps , minéralisés ;
- réalisation de la carte de niveaux servant les structures minéralisées.
- mesures de la fracturation (faille, schistosité, fentes, diaclase) et sa relation avec la minéralisation.
- Echantillonnage par rainurage et analyse géochimique ; et réalisation des cartes d'isoteneurs qui a pour le but de caractériser la variation de la teneur d'Argent le long d'une structure en fonction des autres éléments (Pb, Zn et Cu).

Mots clés : Imiter I, Structure F0S et F0N, Néoprotérozoïque, Minéralisation argentifère, Petro-structurale, Géochimie, Géostatistique.

