

GUNIVERSITE CADI AYYAD  
FACULTE DES SCIENCES ET TECHNIQUES GUELIZ  
Département des sciences de la terre

**Licence Sciences et Techniques : Géologie Appliquée aux  
Ressources Minières (GARM)**

Projet de fin d'études

**Intitulé :**

**ETUDE STRUCTURALE ET METALLOGENIQUE  
DE  
LA MINERALISATION CUPRIFERE DE  
OUANSIMI  
(ANTI ATLAS OCCIDENTAL)**

Réalisé par : ARACHI Redwane et TISGHAR Abdellatif

Encadré par :

Mr. AHMID Hafid  
Mr. BENHAMMOU Nourredine (AGM)  
Mr. OUSSANSI Lhoucine (AGM)

Devant un jury composé :

Mr. AHMID Hafid  
Mr. RIZKI Abdeljabar

Date de soutenance : 23/06/2017

Année Universitaire : 2016/2017

## Remerciements

Au terme de ce travail nous tenons à exprimer nos remerciements les plus vifs et notre sincère gratitude à Dieu, nos chers parents pour leurs inépuisable amour et leurs soutiens infinis, ceux qui nous ont beaucoup soutenu au cours de ce stage ainsi que ceux qui ont eu la gentillesse de le rendre très profitable.

Nous tenons également à exprimer notre sincère gratitude à Mr NOURDINE BANHAMOU et Mr LHOUCEIN OUSANSI et profiter l'occasion de vous dire que nous sommes sensibles à l'honneur que vous nous fait en acceptant de diriger notre stage.

Je saisis également cette occasion pour solliciter Mr AMHID HAFID notre encadrant interne, accepter nos remerciements pour les aides et les encouragements considérables.

## Liste des figures

<b>Figure 1</b> : Photos illustrant le gisement d’Ouanssimi en activité (BRPM Années 1985).....	<b>6</b>
<b>Figure 2</b> : Localisation du gisement cuprifère Ouanssimi. (Document interne AGM).....	<b>5</b>
<b>Figure 3</b> : A) situation géographique de l’Anti-Atlas par rapport au craton ouest africain. B) Carte géologique des différentes boutonnières précambriennes de l’Anti-Atlas (Gasquet et al, 2008).....	<b>7</b>
<b>Figure 4</b> : Situation géographique de la boutonnière d’Ouanssimi. (Document interne AGM).	<b>9</b>
<b>Figure 5</b> : Log stratigraphique de la région d’Ouanssimi. (A. Elbasbas 2015). .....	<b>10</b>
<b>Figure 6</b> : Vue panoramique montrant les différentes formations de la boutonnière Ouanssimi. ....	<b>11</b>
<b>Figure 7</b> : Carte géologique du secteur d’Ouanssimi. (KHEBBI, H. 2011).....	<b>12</b>
<b>Figure 8</b> : Plan de levé structural effectuée dans le niveau -350.....	<b>13</b>
<b>Figure 9</b> : Projections aux pôles des failles levées aux nv-350.....	<b>14</b>
<b>Figure 10</b> : Rosaces directionnelles nv-350. ....	<b>14</b>
<b>Figure 11</b> : Photos illustrant les décalages causés par les deux familles de failles dans les calcaires inférieures de la couverture adoudounienne ; A- trois failles de direction NE-SW qui décalent en jeu senestre une veine de quartz ; B-décalages des veines de quartz minéralisées. ....	<b>15</b>
<b>Figure 12</b> : Plan géologique détaillé du niveau -300 .....	<b>16</b>
<b>Figure 13</b> : Coupe montrant les structures cuprifères du gisement d’Ouanssimi. ....	<b>18</b>
<b>Figure 14</b> : Représentation schématique de la zonalité verticale d’un profil d’altération supergène. (Document interne AGM). ....	<b>32</b>

# PLAN

Liste des figures .....	2
<b>I. INTRODUCTION .....</b>	<b>4</b>
<b>II. SITUATION GEOGRAPHIQUE .....</b>	<b>5</b>
<b>BREF HISTORIQUE .....</b>	<b>6</b>
<b>III. CADRE GEOLOGIQUE REGIONAL .....</b>	<b>7</b>
<b>III.1 LE DOMAINE DE L'ANTI-ATLAS.....</b>	<b>7</b>
<b>III.2 ENSEMBLES STRUCTURAUX DE L'ANTI-ATLAS : .....</b>	<b>7</b>
III.2.1 DOMAINE RECENT NORD ORIENTAL : .....	8
III.2.2 DOMAINE ANCIEN SUD OCCIDENTAL : .....	8
<b>III. CADRE GEOLOGIQUE LOCAL .....</b>	<b>9</b>
<b>IV. CARACTERES STRUCTURAUX DU NV -350.....</b>	<b>13</b>
<b>V.1 LEVE DE FRACTURATION DU NIVEAU -350.....</b>	<b>13</b>
<b>V.2 OBSERVATION ET INTERPRETATION .....</b>	<b>14</b>
<b>VI. LEVE GEOLOGIQUE DETAILLE DU NIVEAU -300 .....</b>	<b>16</b>
<b>VII. ETUDE METALLOGENIQUE .....</b>	<b>17</b>
<b>VII.1 TYPOLOGIE ET MORPHOLOGIE DU CORPS MINERALE..</b>	<b>17</b>
VII.1.1 TYPE DU GISEMENT .....	17
VII.1.2 MORPHOLOGIE DE LA MINERALISATION .....	19
<b>VII.2 ETUDE MACROSCOPIQUE DES ECHANTILLONES .....</b>	<b>20</b>
VII.2.1 NIVEAU DE SURFACE -0.....	20
VII.2.2 NIVEAU -100 .....	21
VII.2.3 NIVEAU -350 .....	22
<b>VII.3 ETUDE METALLOGRAPHIQUE.....</b>	<b>26</b>
VII.3.1 ECHANTILLONS PRELEVES AU NIVEAU -350 .....	26
VII.3.2 ECHANTILLONS PRELEVES AU NIVEAU -100 .....	28
VII.3.3 ECHANTILLONS PRELEVES AU NIVEAU -0 .....	29
VII.3.4 TEXTURES DES MINERAIS.....	31
<b>VII.4 SUCCESSION PARAGENETIQUE.....</b>	<b>31</b>
<b>VII.5 ALTERATION SUPERGENE DES SULFURES .....</b>	<b>32</b>
<b>VIII. CONCLUSION ET SYNTHESE.....</b>	<b>34</b>
<b>REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUE .....</b>	<b>35</b>

## I. INTRODUCTION

Notre stage de fin d'études au sein de gisement de OUANSIMI qui appartient au filiale AKKA GOLDMINIG du groupe MANAGEM nous a permis de fréquenter de près le domaine professionnel et de mettre en pratique les notions et les connaissances que nous avons acquis durant notre période d'études à la faculté des Sciences et Techniques de Marrakech.

Le domaine d'étude fait partie de la chaîne de l'Anti-Atlas plus précisément la zone sud occidentale qui est constitué d'un socle protérozoïque sous forme de boutonnières, surmonté par une couverture Adoudounienne (Infracambrien), qui débute par des coulées basaltiques tholéitiques. Ces coulées, sont surmontées par une série détritique nommée la « série de base » évoluant vers des termes de plus en plus carbonatés, la dolomie de Tamjout, les calcaires inférieurs. Ce domaine constitue une province métallogénique cuprifère, due à la présence de plusieurs indices, gîtes et gisements cuprifères, encaissés dans la couverture Infracambrienne. Parmi ces gisements, le gisement OUANSIMI présente une source importante de cuivre.

Le cuivre, ce métal est caractérisé par d'excellentes conductivités électrique et thermique et une bonne résistance à la corrosion, il est très aisé à mouler et à usiner. De ce fait, le cuivre joue un rôle majeur dans les infrastructures et les technologies de pointe : transfert d'énergie électrique et d'information (électronique).

Notre rapport de stage comporte 3 grandes parties. La première concerne l'étude bibliographique du secteur d'OUANSIMI, la seconde traite l'étude structurale et lithologique au fond de deux niveaux, la dernière est réservée à l'étude métallogénique de la minéralisation cuprifère.

## II. SITUATION GEOGRAPHIQUE

Le gisement cuprifère de Ouansimi est situé dans l'Anti-Atlas Occidental, sur la bordure Sud de la boutonnière de Kerdous, à 200 km au SSE de la ville d'Agadir et à 20 km au NE de la localité d'Ifrane de l'Anti-Atlas. (**Figure 2**)

La zone d'Ouansimi appartient à la province administrative de Guelmim. Elle se situe sur la feuille Taghjijt au 1/50000.



*Figure 1 : Localisation du gisement cuprifère Ouansimi. (Document interne AGM).*

## BREF HISTORIQUE

En 1963 le gisement d'Ouansimi a été réétudié et il a fait l'objet d'un levé de surface au 1/2000 (S. Smeykal). En 1965, une piste de 2 km a été tracée. Un travers-banc de 260 m, effectué sous les vieux travaux, a traversé trois zones filoniennes.

Entre 1965 et 1971, les travaux de recherches (galeries, bure, montage et sondages) ont abouti aux ressources de 1 267 832 tonnes à 1,93 % Cu (qualifiées à l'époque de réserves à vue et très probables). Le gisement a été mis en exploitation par la SOMIMA en 1974. Les réserves sont évaluées, avant la fermeture de la mine en 1987, à 1 087 000 tonnes à 2,63 % Cu.

Les Travaux de 2008, 2011 et 2012 (REMINEX (2008) et AGM (2011 à 2012), englobent la préparation géologique, l'exploration des extensions du gisement par des sondages Roc et RC sur les principales structures, les essais de traitement, la cartographie de différentes zones minéralisées et le calcul des ressources des différents structures.



*Figure 2 : Photos illustrant le gisement d'Ouanssimi en activité (BRPM Années 1985).*

### III.CADRE GEOLOGIQUE REGIONAL

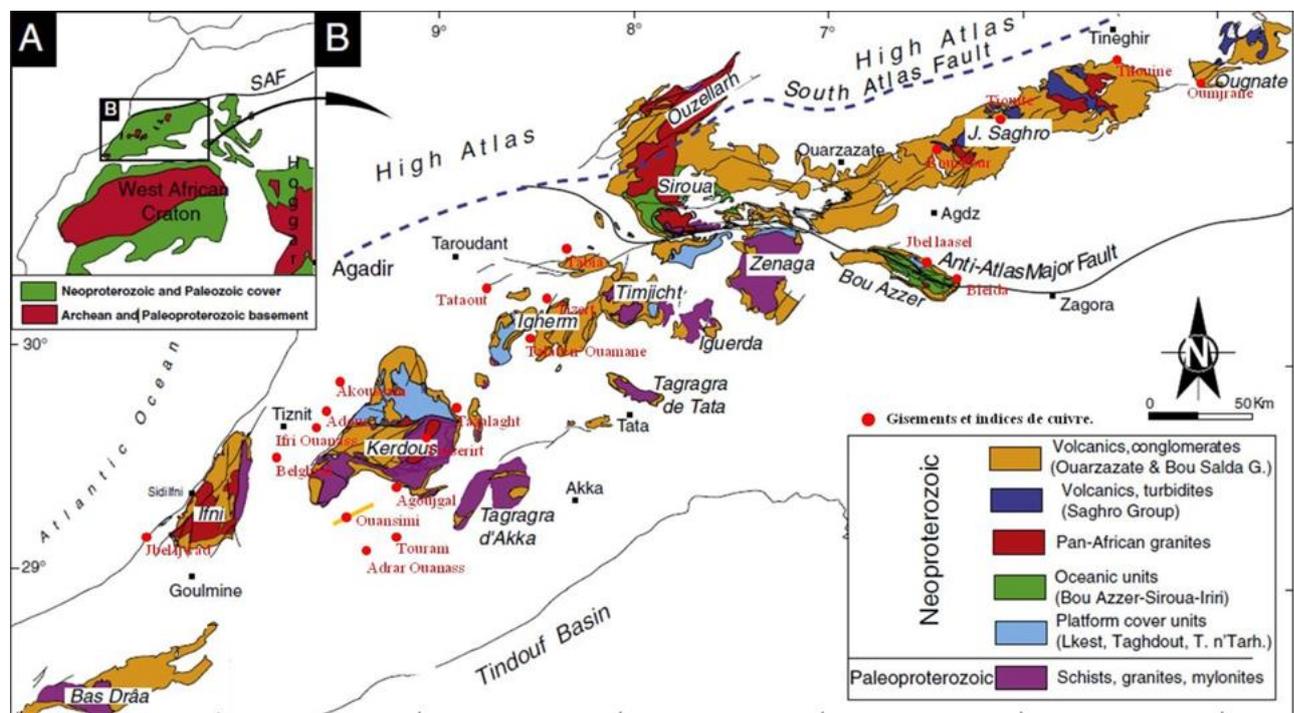
#### III.1 LE DOMAINE DE L'ANTI-ATLAS

L'Anti atlas est constitué de vastes reliefs montagneux de direction WSW-ENE, qui s'étend sur environ 700 km, depuis l'océan atlantique à l'Ouest jusqu'aux hamadas du Guir à l'Est. Il est limité au Nord par l'accident Sud atlasique qui le sépare des chaînes de haut atlas. Au Sud, sa limite est moins précise, il forme la continuité du carton ouest africain.

#### III.2 ENSEMBLES STRUCTURAUX DE L'ANTI-ATLAS :

L'Anti atlas est constitué de terrains Infracambriens et Paléozoïques au sein desquels affleurent des formations Précambriennes sous forme de boutonnières. (Figure 3)

Après les premiers travaux de Gentil (1923) et de Neltner (1938), Choubert (1947,) modifie le schéma structural élaboré en mettant en évidence la présence de l'accident majeur de l'anti atlas, cet accident constitue une ligne de suture de direction WNW-ESE qui scinde géographiquement l'anti atlas en deux ensembles structuraux majeurs (Choubert,1972, 1975, 1981).



**Figure 3 :** A) Situation géographique de l'Anti-Atlas par rapport au Craton Ouest Africain. B) Carte géologique des différentes boutonnières précambriennes de l'Anti-Atlas (Gasquet et al, 2008)

### **III.2.1 DOMAINE RECENT NORD ORIENTAL :**

Il comprend l'anti atlas central (boutonnères de Siroua et Bou-Azzer-ElGraâra) et l'anti atlas Oriental (boutonnères du Saghro et de Ougmat). Ce domaine appartient à la zone mobile panafricaine, siège au Maroc de l'orogénèse panafricaine.

C'est à ce dernier domaine qu'appartient la boutonnière de Bou-Azzer-ElGraara et dont les ophiolites précambriennes qui sont associées témoignent d'une paléosuture entre le Craton Ouest Africain au Sud et un arc hypothétique au Nord (Leblanc ,1975 Sequaque ,1992).

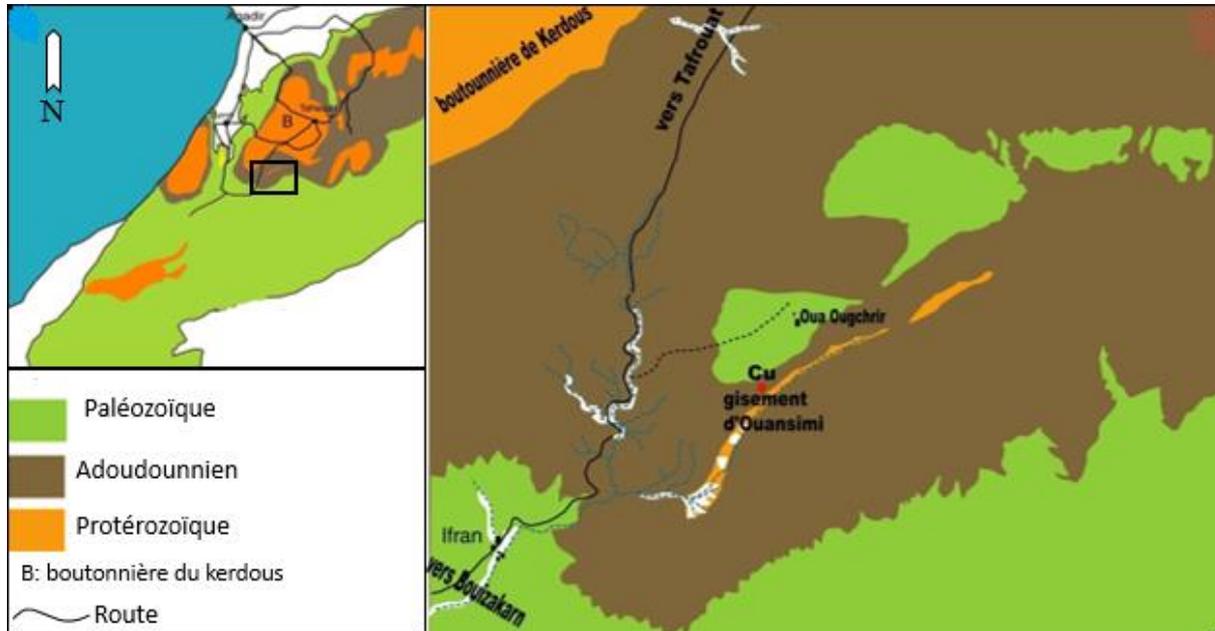
### **III.2.2 DOMAINE ANCIEN SUD OCCIDENTAL :**

Cet ensemble correspond à la bordure NE du craton ouest africain. Les terrains précambriens y affleurent à la faveur des boutonnières dont les plus importantes sont celles du Bas-Draâ, d'Ifni, du Kerdous et du Zenaga.

Le domaine Sud Occidental est formé d'un socle d'âge précambrien inférieur et d'une couverture d'âge précambrien supérieur. Ce domaine connaît une stabilité tectonique au cours de l'orogénèse panafricaine (Choubert, 1963 ; Hassenforder, 1987).

### III. CADRE GEOLOGIQUE LOCAL

La boutonnière d'Ouansimi, d'extension très limitée, est allongée suivant une direction ENE-WSW. (Figure 4)



**Figure 4 :** Situation géographique de la boutonnière d'Ouansimi. (Document interne AGM).

Elle est composée d'un socle détritique (arénite et siltite), d'âge Néoproterozoïque moyen (système panafricain).

#### **Précambrien III :**

Les terrains de PIII affleurent au niveau d'oued Ouansimi formant le cœur de l'anticlinal. Le PIII est formé à la base par des cinérites (roches volcano-sédimentaires) de couleur violacé qui affleurent sous forme de petites boutonnières au sein des formations quaternaires d'oued Ouansimi.

Ce socle est surmonté par une couverture sédimentaire d'âge Adoudounnien inférieur, qui montre de bas en haut :

#### **Série de base :**

Cette série marque le démarrage de la transgression Adoudounnienne. Elle surmonte les conglomérats terminaux du PIII et débute par des niveaux très fins micacés appelés siltites verdâtres intercalés avec des calcaires en petits bancs.

### Dolomies de Tamjout :

Elles correspondent à une barre dolomitique massive silicifiée. Ces dolomies contiennent des filons de quartz faiblement minéralisés en malachite. La puissance de cette barre est d'environ 25 m.

### Calcaires inférieurs :

Ils marquent la deuxième avancée de la transgression qu'a recouverte l'Anti-Atlas occidental et la majeure partie de l'Anti-Atlas central. Ils surmontent les dolomies de Tamjout et forment une série monotone calcaire, de couleur beige (à la cassure) dans les deux flancs de l'anticlinal d'Ouansimi.

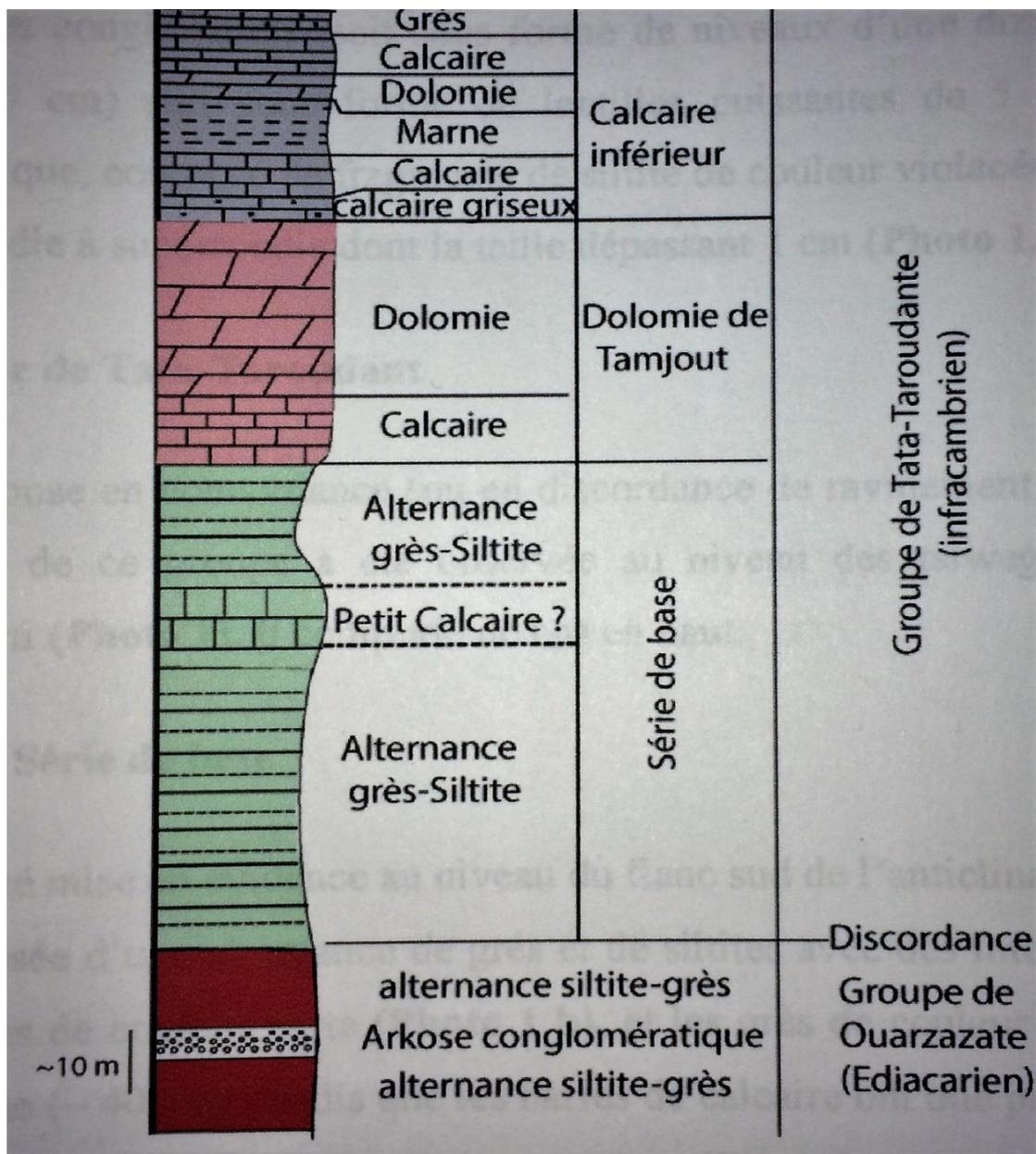
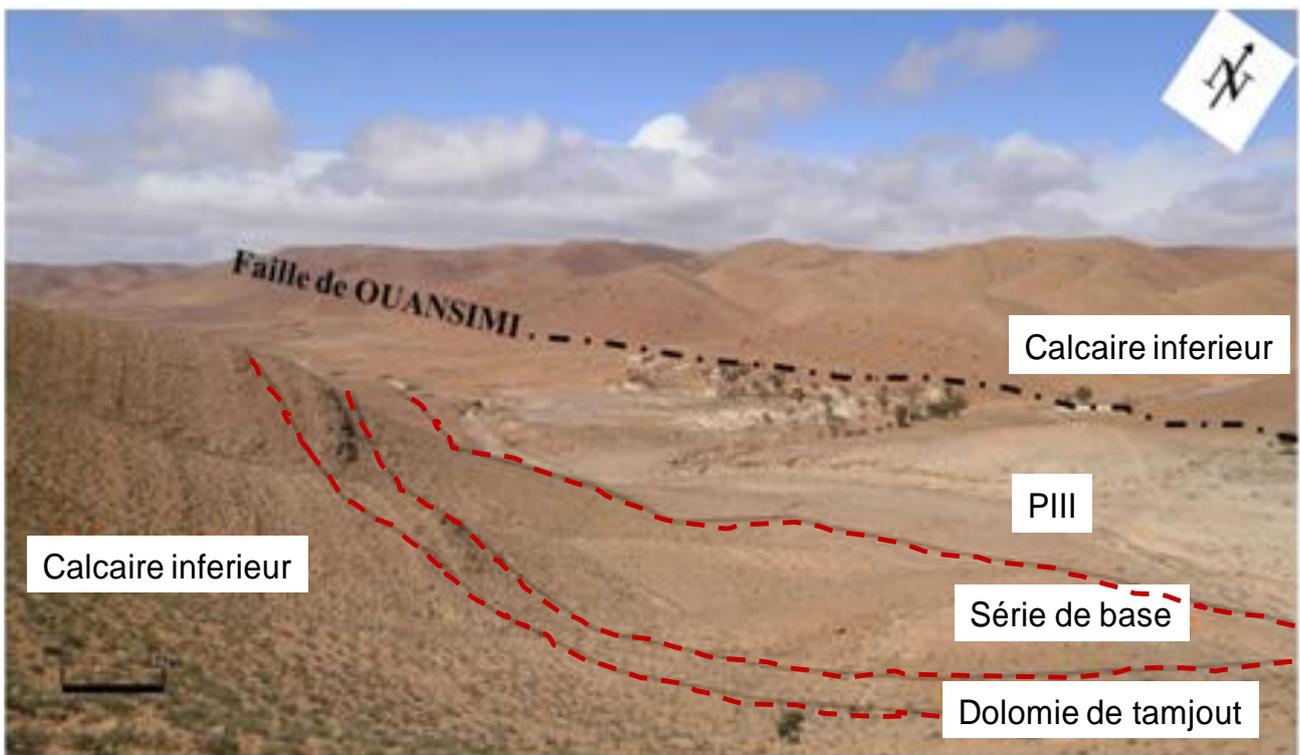


Figure 5 : Log stratigraphique de la région d'Ouansimi. (A. Elbasbas 2015).

La couverture Adoudounienne est affectée par une déformation souple matérialisée par une structure en anticlinale à axe ENE-WSW qui serait générée par une contrainte NNW-SSE ; laquelle est compatible avec celle mise en évidence aux alentours de la boutonnière de Kerdous (Hassenforder 1987 et A. Soulimani 1998) et correspondant au raccourcissement de l'orogénèse hercynienne de direction NW-SE à N-S.

Quant à la tectonique cassante, elle s'exprime par un contact anormal chevauchant à rejet hectométrique avec un mouvement du Sud vers le Nord. (Annich et al, 1986)



*Figure 6 : Vue panoramique montrant les différentes formations de la boutonnière d'Ouansimi.*

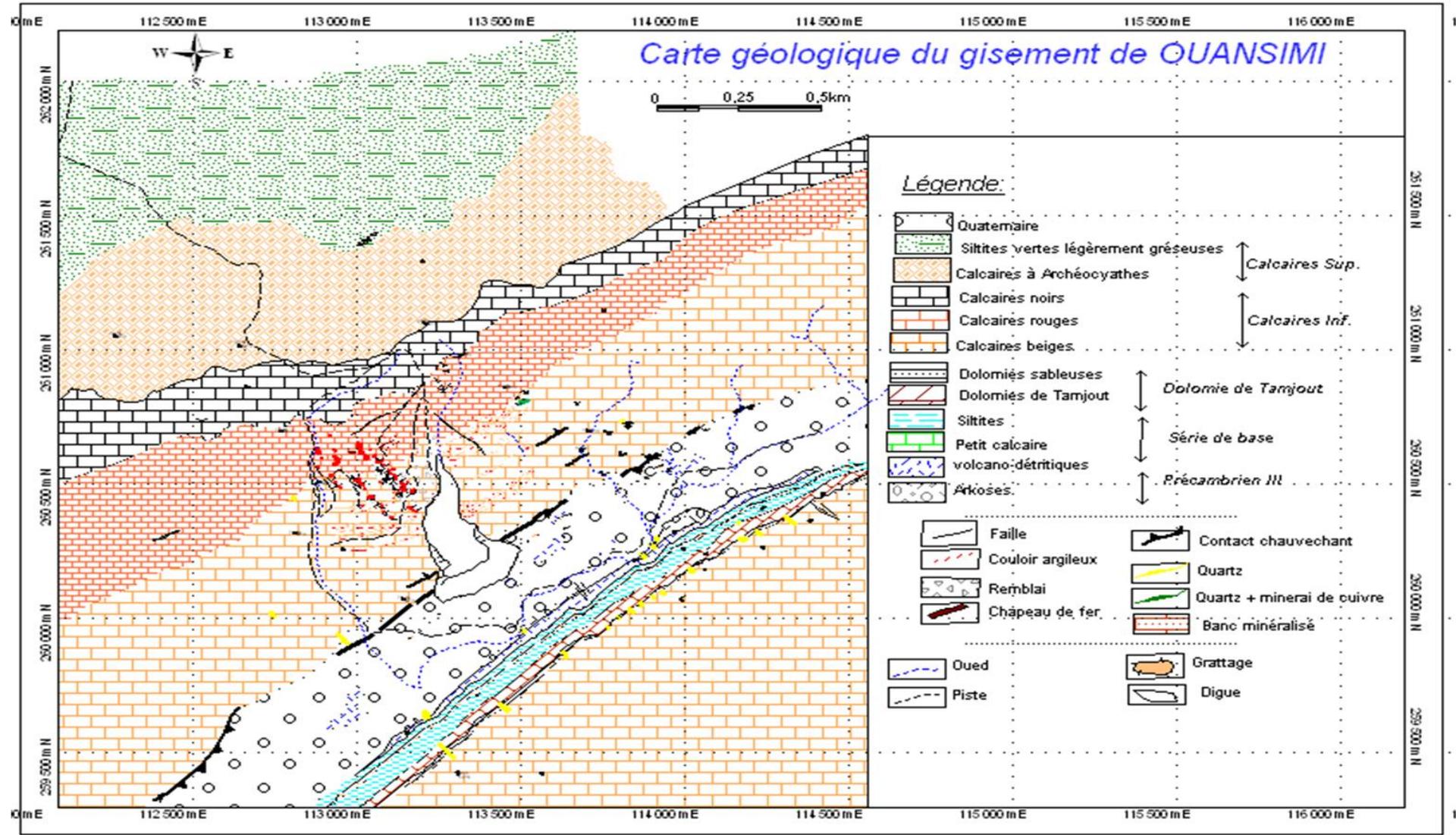
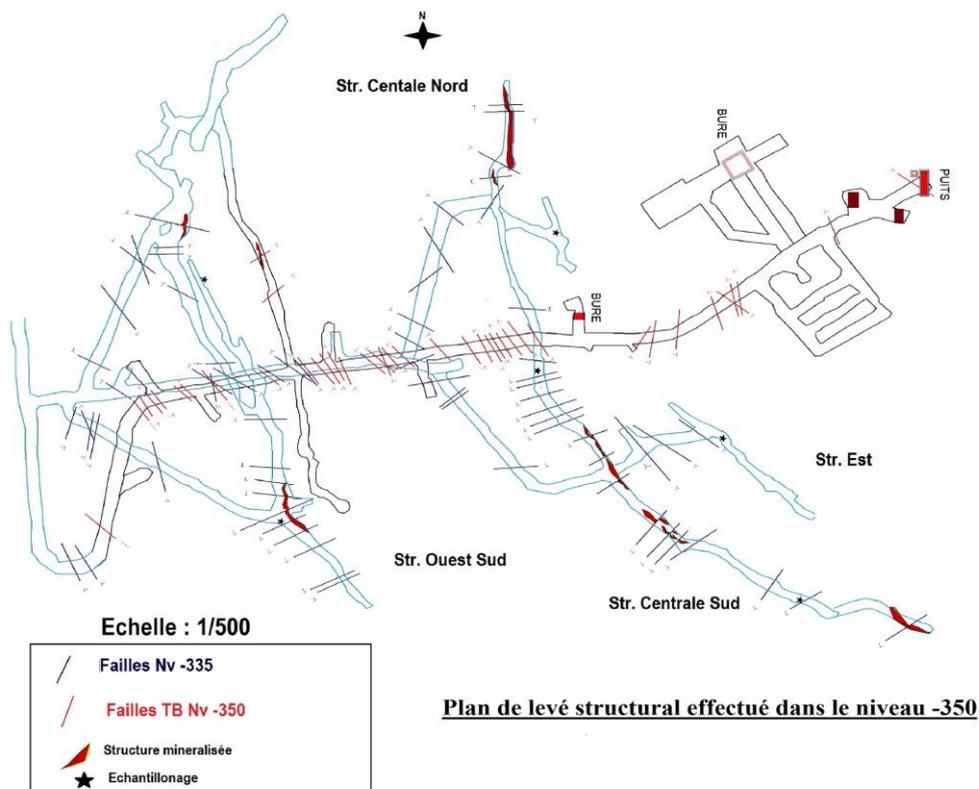


Figure 7 : Carte géologique du secteur d'Ouansimi. (KHEBBI, H. 2011)

## IV. CARACTERES STRUCTURAUX DU NV -350

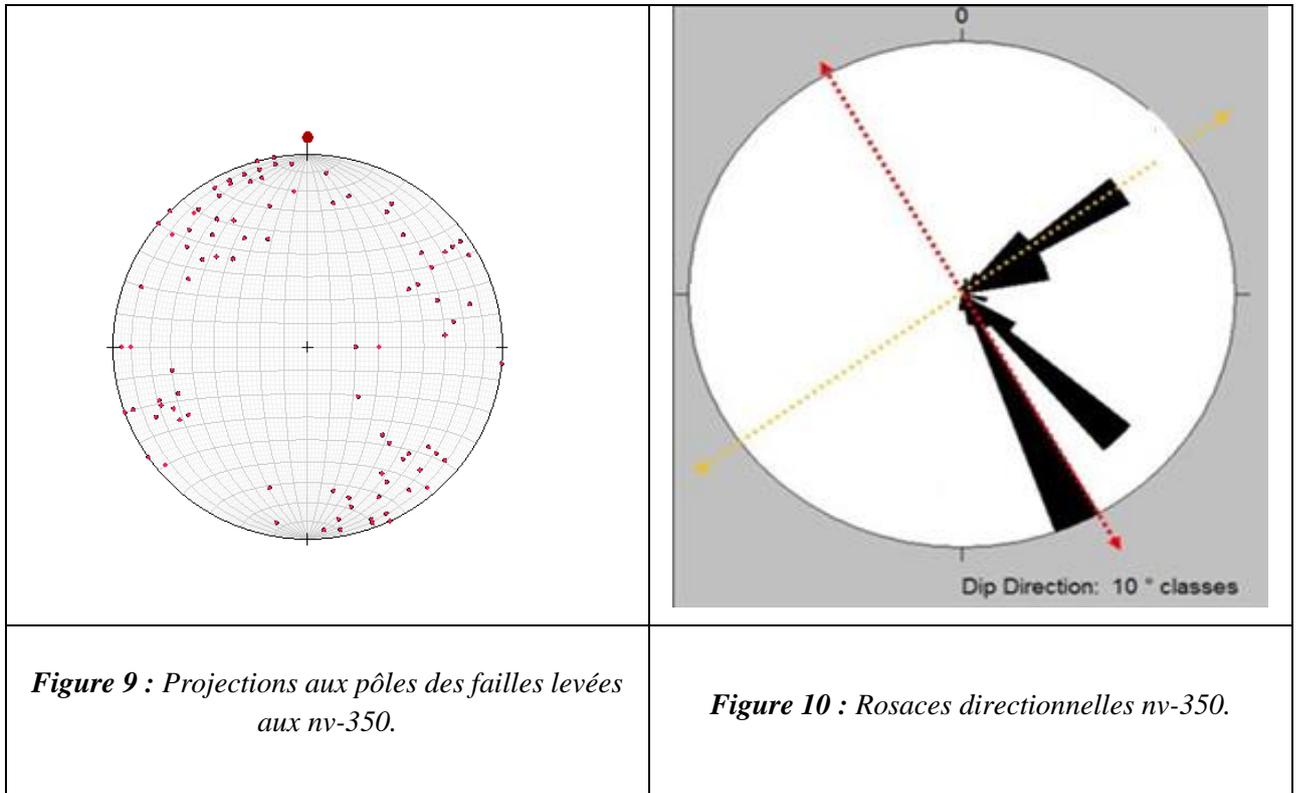
### V.1 LEVE DE FRACTURATION DU NIVEAU -350

Nous avons effectué un levé de failles en mesurant la direction et le pendage de chacune afin d'établir une rosace directionnelle qui met en évidence les grandes familles de failles dans cette zone.



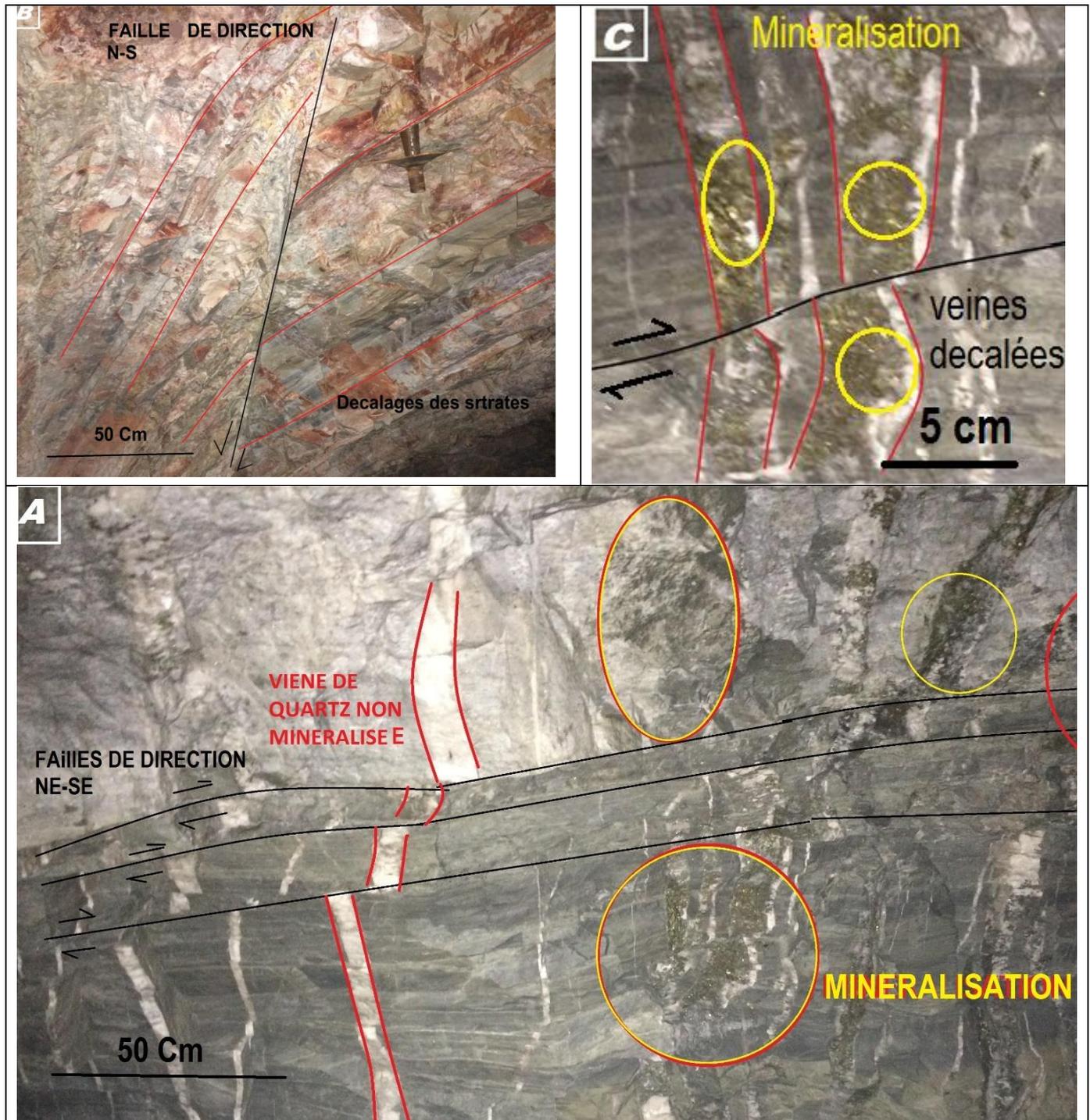
*Figure 8 : Plan de levé structural effectuée dans le niveau -350.*

## V.2 OBSERVATION ET INTERPRETATION



Le secteur d'étude montre une dispersion des directions sur la rosace. Cette répartition est beaucoup plus concentrique dans les directions NNW-SSE et NE-SW. On note donc deux grandes familles dont les pics prédominants montrent respectivement les directions N160 et N60. (**Figure 10**)

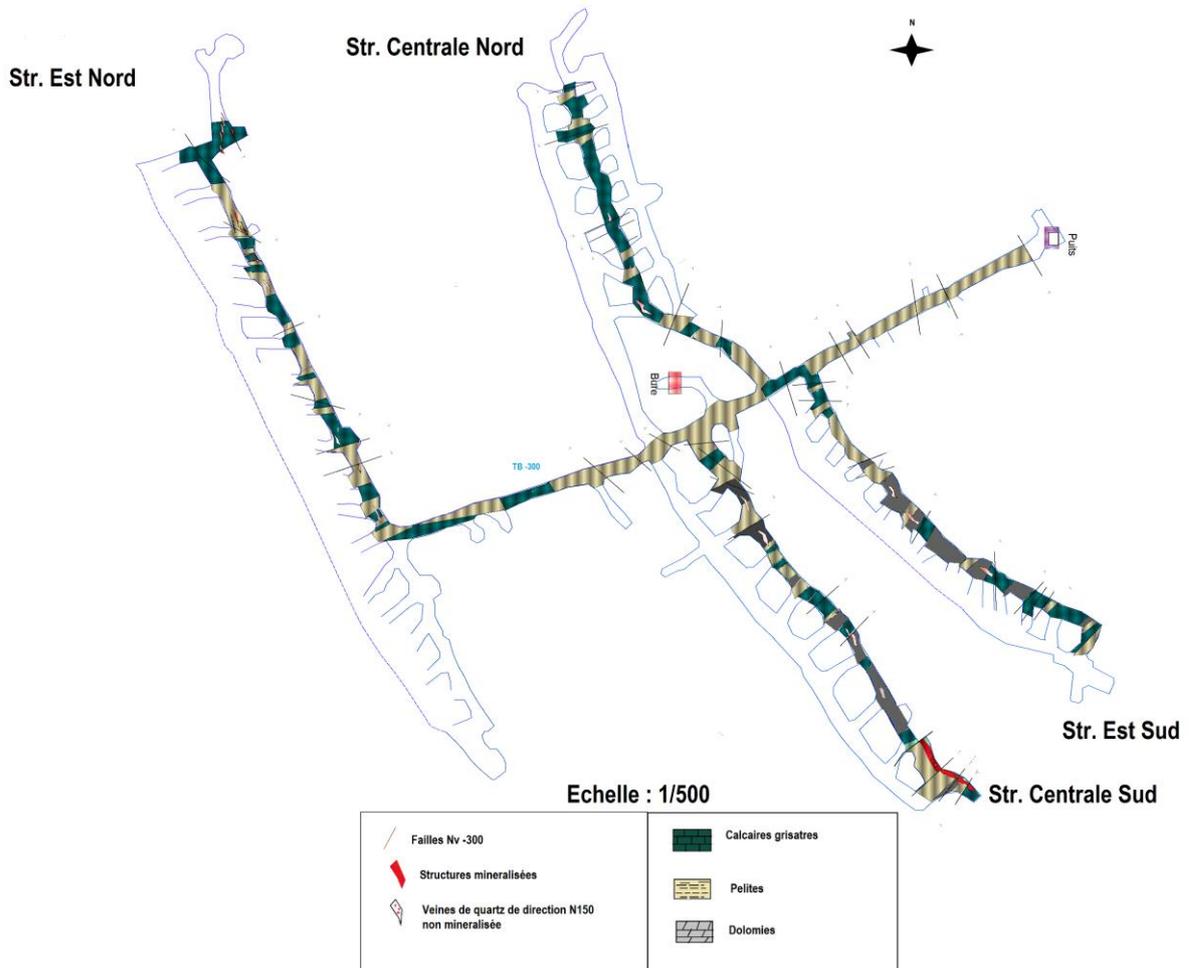
- La première famille de failles de direction moyenne N160° est le support principal de la minéralisation cuprifère. Elle est donnée par la contrainte NNW-SSE, la direction de raccourcissement qui a donnée l'anticlinal de OUNSIMI ; elle est donc antérieure à la minéralisation.
- La deuxième famille de direction N60°, c'est elle qui décale en jeu sénestre et dextre la minéralisation. Cette famille est donc postérieure ou tardive à la minéralisation.



*Figure 11 : Photos illustrant les décalages causés par les deux familles de failles dans les calcaires inférieures de la couverture Adoudounienne ; A- trois failles de direction NE-SW qui décalent une veine de quartz ; B-décalages des veines de quartz minéralisées ; C- faille de direction N-S.*

## VI. LEVE GEOLOGIQUE DETAILLE DU NIVEAU -300

Dans ce niveau on a effectué un levé structural couplé par un levé lithologique montrant les différentes structures liées aux changements du pendage des couches et au jeu des failles



**Plan géologique détaillé du niveau -300**

*Figure 12 : Plan géologique détaillé du niveau -300*

Du point de vue lithologique, ce niveau montre une alternance des pelites (1-10 mètres) avec des calcaires grisâtre d'une puissance qui ne dépasse pas 7 mètres. On note aussi la présence des passées dolomitiques ou des calcaires gréseux. Le pendage des couches change et montre des structures au niveau des parements sous forme de plis et de chevauchements. Cette lithologie est semblable pour tous les autres niveaux du calcaires inférieurs qui porte la minéralisation cuprifère. (Figure12)

## VII. ETUDE METALLOGENIQUE

### VII.1 TYPOLOGIE ET MORPHOLOGIE DU CORPS MINERALE

#### VII.1.1 TYPE DU GISEMENT

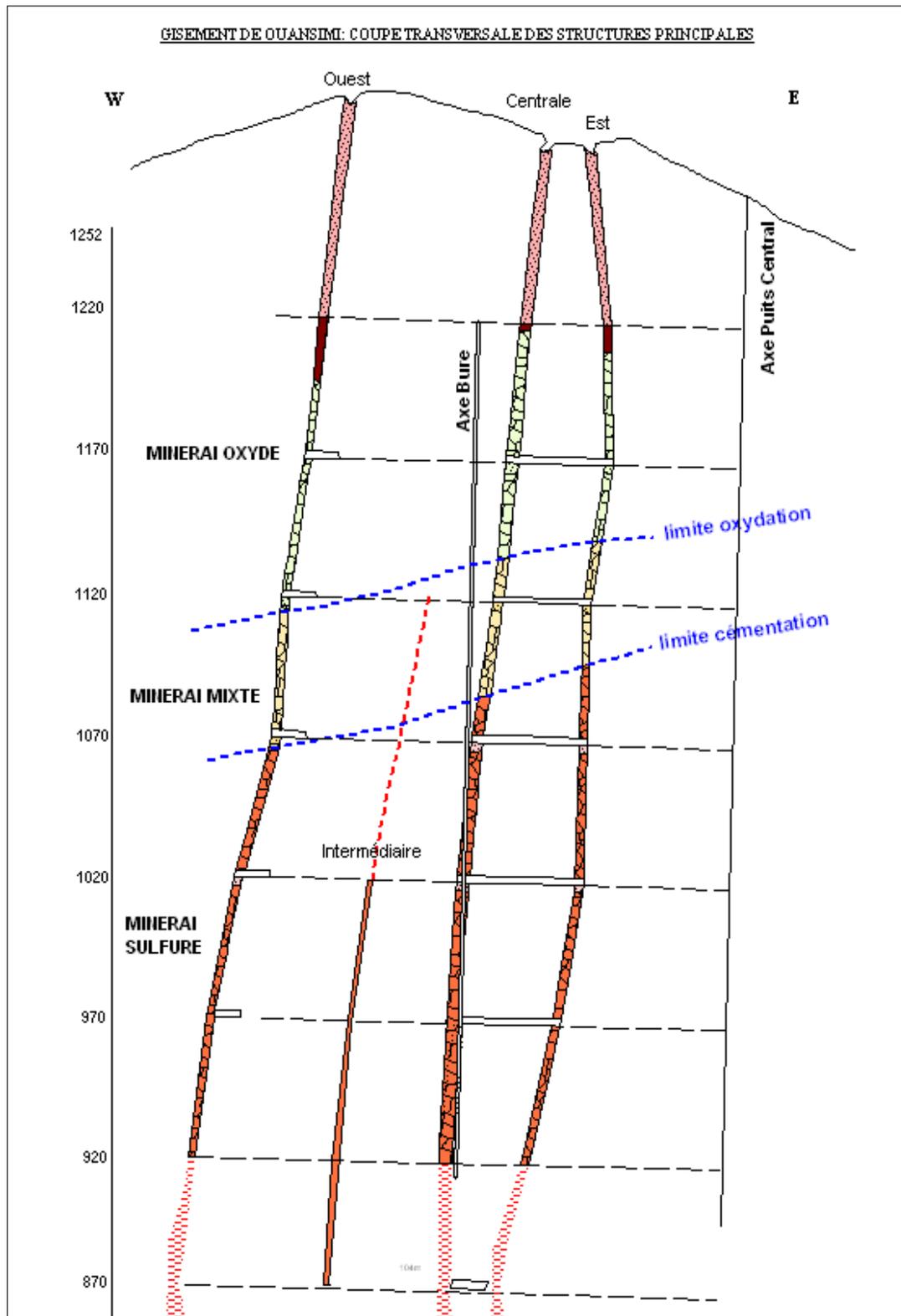
Le gisement cuprifère d'Ouansimi est de type filonien. Il est composé par un ensemble de filons, filonnets et veines de direction N150, recoupant orthogonalement, les strates sans décalage. On a coutume de grouper ces filons et filonnets en trois structures principales : structure ouest, centrale et Est.

Ces zones filoniennes d'Ouansimi sont d'orientation générale N150, et un pendage fort vers l'Ouest (85°). Leur puissance moyenne utile va de 1 mètres à 3 mètres par contre celles des filonnets vont du cm au mètre. Leurs épontes sont nettes. La structure Ouest est distante de 80 mètres de la structure centrale. Celle-ci est séparée d'une vingtaine de mètres de la structure Est. Les structures centrales et Est ont tendance à converger vers le sud.

Signalons aussi que la structure ouest a un caractère d'un filon, mais elle est aussi multifissurale. La structure centrale est également multifissurale, la structure EST est représentée généralement par du quartz-calcite massive.

Les autres structures situées aux voisinages des structures principales (Extrême Est, Intermédiaire, Ouest1 et Extrême Ouest) sont qualifiées comme des structures secondaires multifissurale. Elles n'ont pas fait l'objet d'aucun traçage par les anciens, mais elles peuvent développer des colonnes minéralisées d'une puissance moyenne comprise entre 1 à 1,5 m, offrant des teneurs exploitables en Cu. (Equipe Ouansimi AGM)

Les longueurs maximales sont respectivement de 270 mètres et de 300 mètres pour les structures Ouest et Centrale au niveau (+1020), alors que la structure Est à une longueur maximum de 325 mètres au niveau (+1070).



*Figure 13 : Coupe montrant les structures cuprifères du gisement d'Ouansimi.  
(Document interne AGM).*

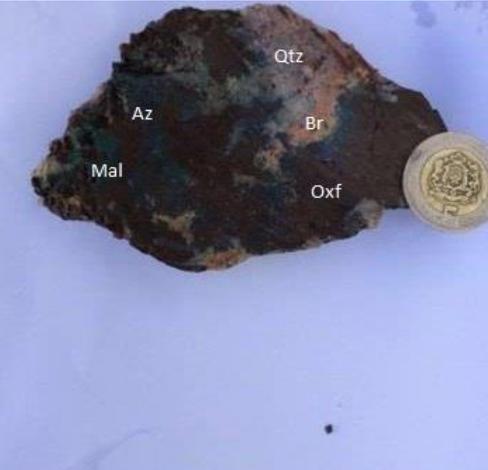
### VII.1.2 MORPHOLOGIE DE LA MINERALISATION

La minéralisation se présente sous deux formes : une forme disséminée dans les bancs de calcaires grisâtres et une autre filonienne sous forme de veinules à quartz.

- **Minéralisation stratiforme :** Il s'agit d'une minéralisation en imprégnation sans gangue, encaissée dans les dolomies grisâtres de la formation des calcaires inférieurs. Elle est sous forme de grains de pyrite, chalcopryrite, malachite et chalcosine (chalcocite) associées à des niveaux dolomitiques noirâtres en concordance avec la S0.
- **Minéralisation filonienne :** contrôlée par les failles N160°. Il s'agit essentiellement de sulfures cuprifères : chalcopryrite, bornite, chalcocite, et covellite ; accompagnées de carbonates de cuivre (azurite et malachite) et de cuprite et cuivre natif. D'autres sulfures et oxydes, sont également présents : pyrite, hématite.

## VII.2 ETUDE MACROSCOPIQUE DES ECHANTILLONES

### VII.2.1 NIVEAU DE SURFACE -0

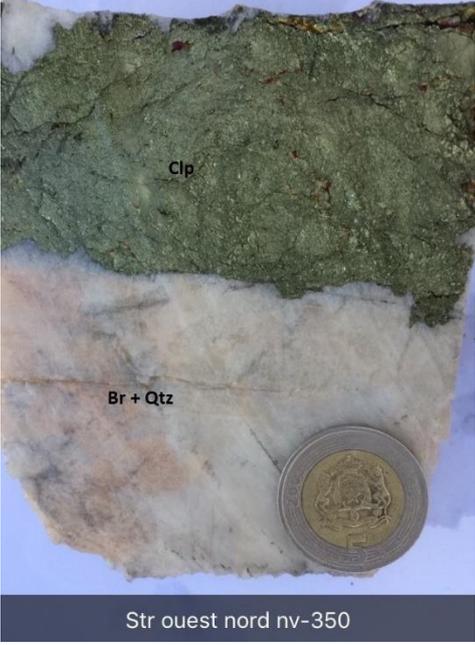
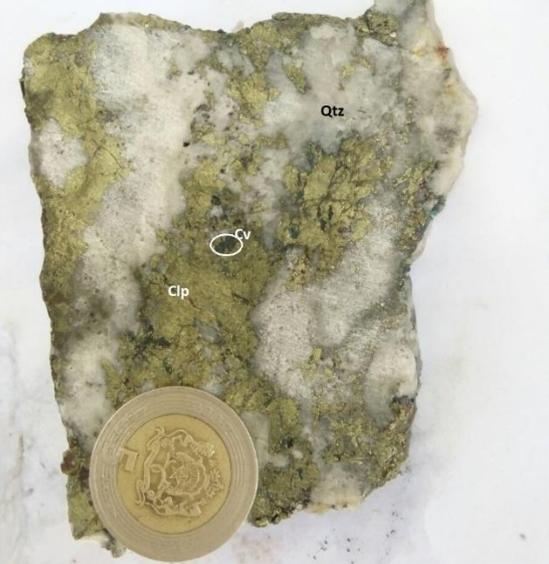
ECHANTILLON- REFERENCE	OBSERVATION	PHOTO
<p>E6 Structure ouest NV-0</p>	<p>Carbonates de cuivre (malachite -Mal- + azurite -Az-) et des oxydes de fer (hématite) dans une gangue de quartz + barytine</p>	 <p>Str ouest nv-0</p>
<p>E4 Structure centrale NV-0</p>	<p>Oxydes de fer en abondance avec des carbonate de cuivre (azurite et malachite) dans une gangue quartzitique + barytine</p>	 <p>St centrale nv-0</p>
<p>E3 Structure est NV-0</p>	<p>Oxydes de fer(Oxf) avec des dissémination de malachite (minerai vert) dans une gangue de quartz</p>	 <p>Str Est Nv-0</p>

## VII.2.2 NIVEAU -100

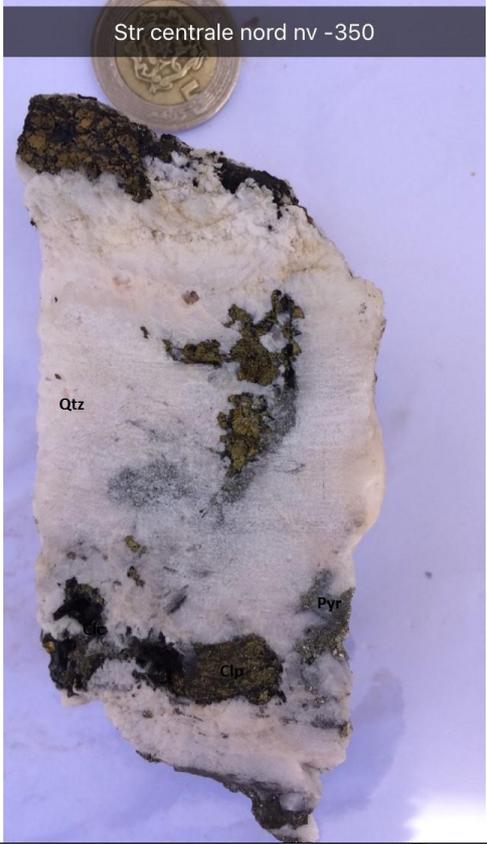
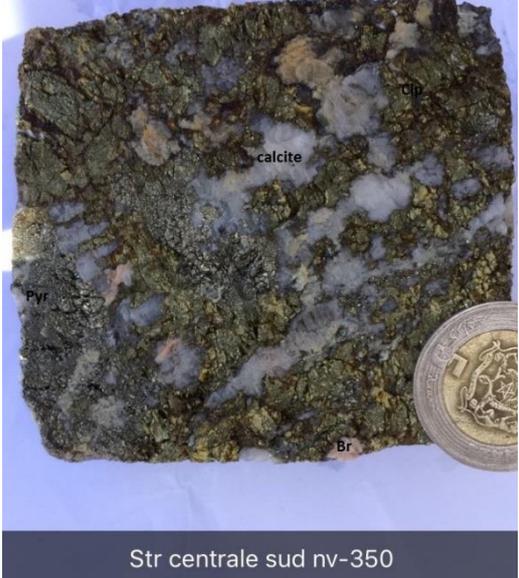
ECHANTILLON- REFERENCE	OBSERVATION	PHOTO
E1 Structure Est NV-100	Chalcopyrite(Clp) avec des disséminations de pyrite (Pyr) dans une gangue de quartz (Qtz).	 <p>Str Est nv-100</p>
E2 Structure Centrale NV-100	Chalcocite (Clc) avec des disséminations de malachite(Mal).	 <p>St centrale nv-100</p>

## VII.2.3 NIVEAU -350

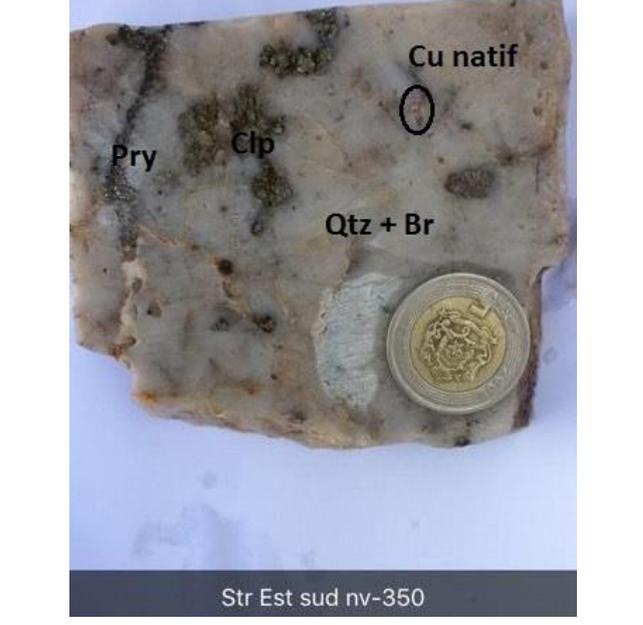
## Structure Ouest -350

ECHANTILLON- REFERENCE	OBSERVATION	PHOTO
<p>E5 Structure Ouest Nord Nv-350</p>	<p>Chalcopyrite (C<sub>1p</sub>) massive dans une gangue de quartz(Qtz) + barytine(Br)</p>	
<p>E10 Structure Ouest Sud Nv-350</p>	<p>Chalcopyrite + Covellite (mineral bleu) dans une gangue quartzo-calcitique</p>	

## Structure Centrale -350

ECHANTILLON- REFERENCE	OBSERVATION	PHOTO
<p>E9 Structure centrale Nord Nv-350</p>	<p>Pyrite (Pyr) et chalcopryrite (Clp) avec la chalcocite (Clc) dans une gangue de quartz (Qtz) + barytine(Br)</p>	
<p>E7 Structure centrale Sud Nv-350</p>	<p>Chalcopryrite (Clp) et Pyrite (pyr) dans une gangue calcitique</p>	

## Structure est -350

ECHANTILLON- REFERENCE	OSERVATION	PHOTO
E8 Structure Est nord Nv-350	Chalcopyrite(Clp) massive avec de la Pyrite (Py) dans une gangue de quartz (Qtz)	
Echantillon Structure Est sud Nv-350	La pyrite (pry) et la chalcopyrite(Clp) dans une gangue quartzitique + barytine (Br) avec un grain de Cu natif	

Dans la composition minéralogique du gisement d'OUANSIMI figurent les minéraux suivants :

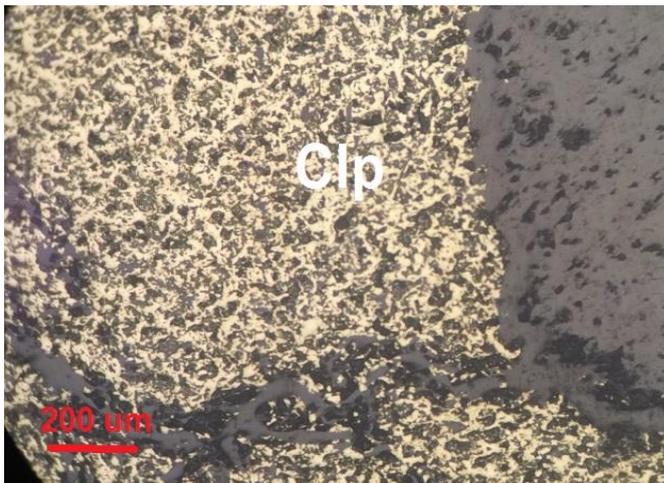
- Sulfures primaires : pyrite et chalcopryrite dominantes, bornite et galène accessoires.
- Minéraux secondaires : Chalcocite, malachite, oxydes et hydroxydes de fer.
- Minéraux de gangue : quartz, calcite dominants et la barytine accessoire.

### VII.3 ETUDE METALLOGRAPHIQUE

On effet, l'un des objectifs de cette étude minéralogique est de contribuer à la détermination microscopique des différentes espèces minérales qui rentrent dans la composition du gisement, ainsi que la mise en évidence des relations micro-texturales entre ces phases minérales.

#### VII.3.1 ECHANTILLONS PRELEVES AU NIVEAU -350

##### Structure Ouest nord (E5)

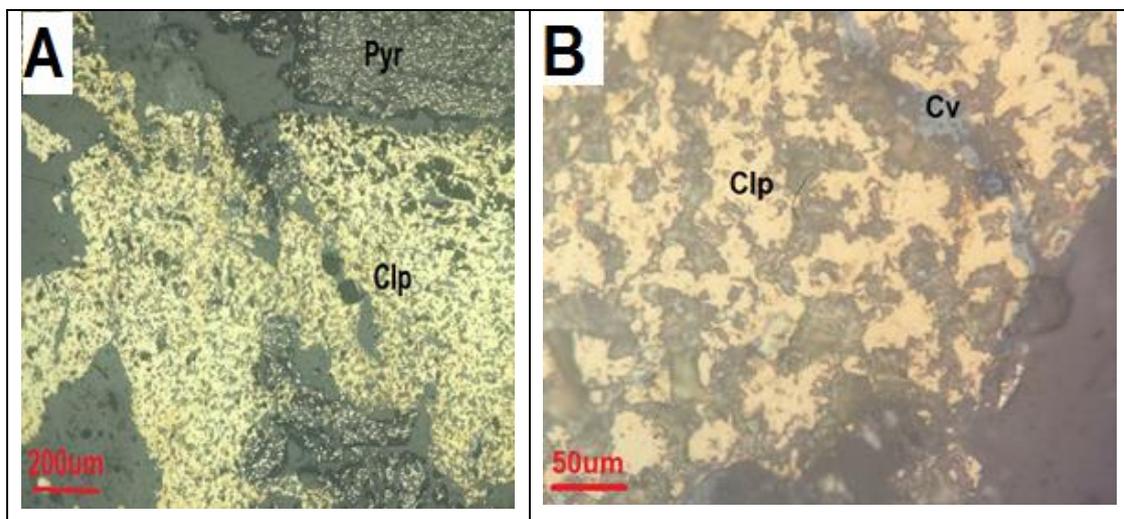


Cette lame montre uniquement la présence de la chalcopyrite (Clp) avec un aspect massif.

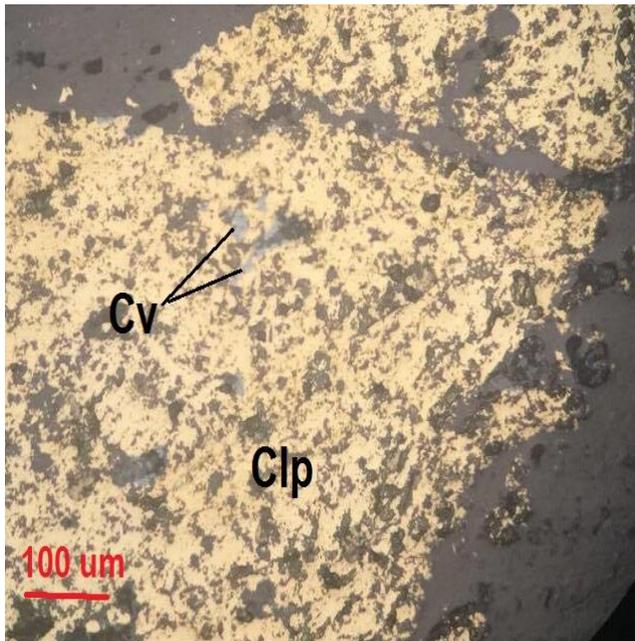
##### Structure ouest sud (E10)

L'examen au microscope métallographique confirme l'abondance de la chalcopyrite (Clp) en grandes plages avec des gros grains de pyrite (Pyr). (A)

Sur la lame on voit aussi la covellite associée à la chalcopyrite. (B)



### Structure Centrale nord (E7)

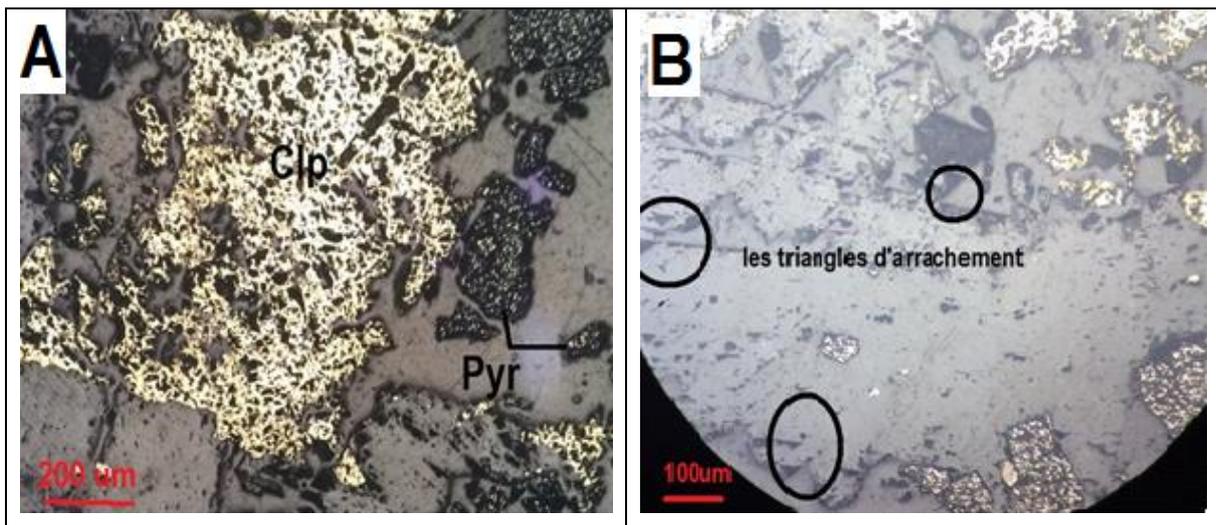


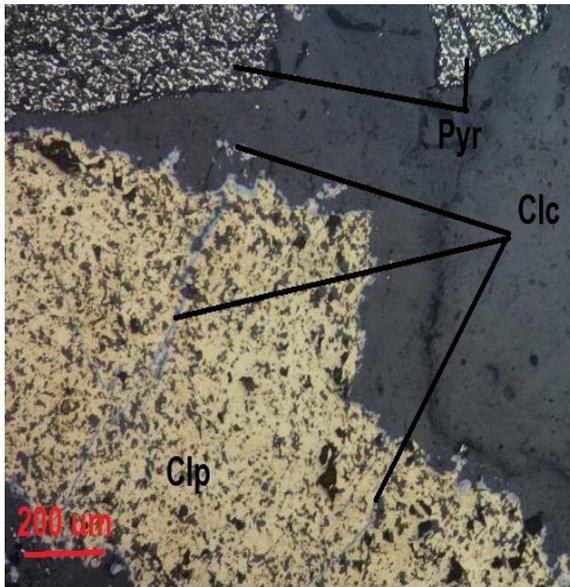
L'observation métallographique mettant en évidence la dominance de la chalcopyrite (Clp) et l'existence de la chalcocite (Cv) sous forme de petits grains et qui suit les microfissures.

### Structure centrale sud (E9)

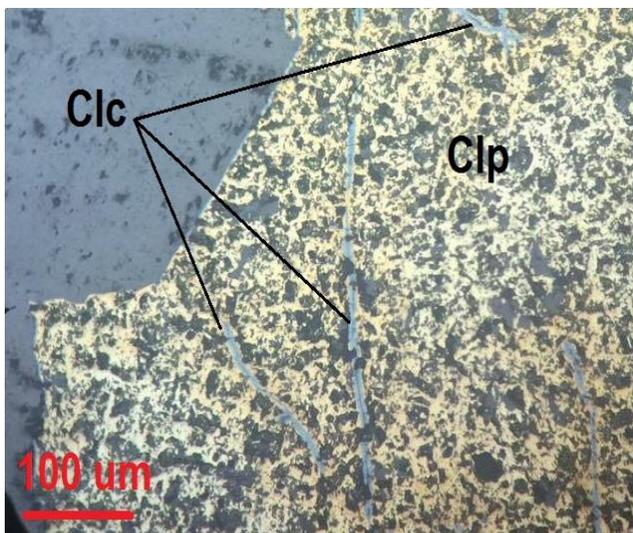
Les observations microscopiques réalisées sur cet échantillon permettent de confirmer l'identification d'une paragenèse à Pyrite et chalcopyrite disséminée. (A)

La vue microscopique montre aussi des triangles d'arrachement indicateurs de la présence de la galène. (B)



**Structure Est nord (E8)**

L'examen microscopique de cette lame indique une paragenèse presque exclusivement formée de chalcopryrite et de pyrite (pyr). On souligne la présence remarquable de la chalcocite qui remplace partiellement la chalcopryrite (Clp).

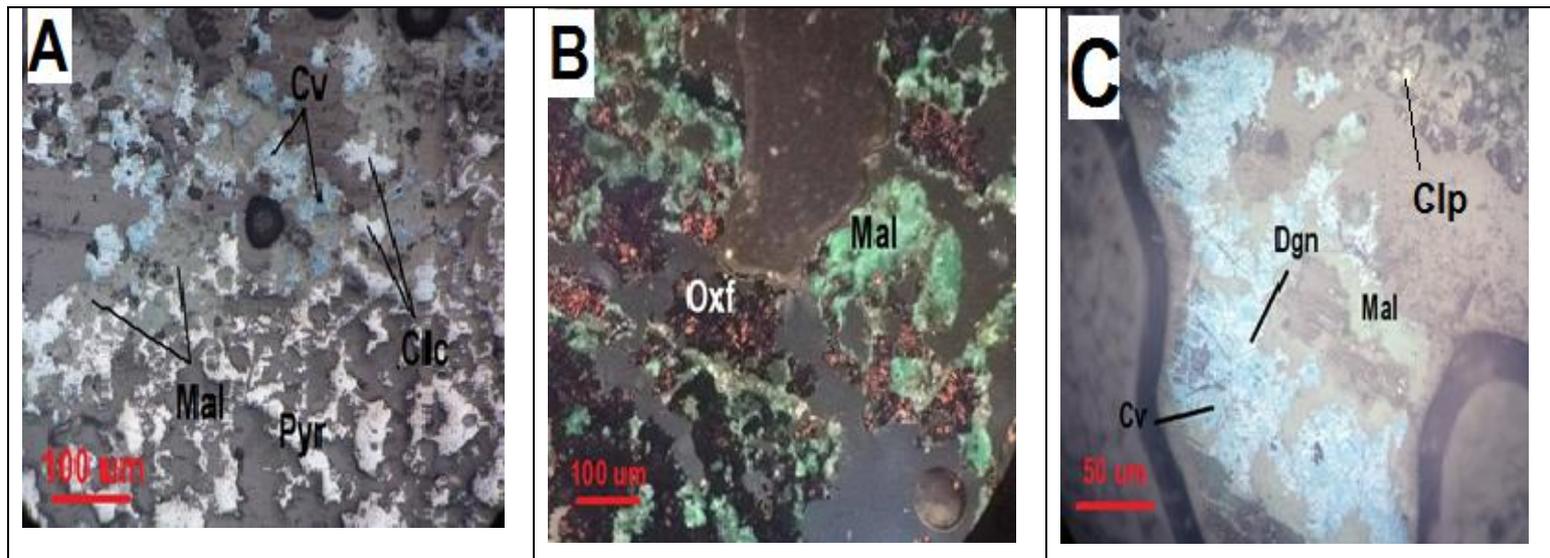
**VII.3.2 ECHANTILLONS PRELEVES AU NIVEAU -100****Structure centrale (E1)**

Vue microscopique indiquant l'abondance de la chalcopryrite (Clp) et la chalcocite (Clc) qui suit les microfissures.

### Structure Est (E2)

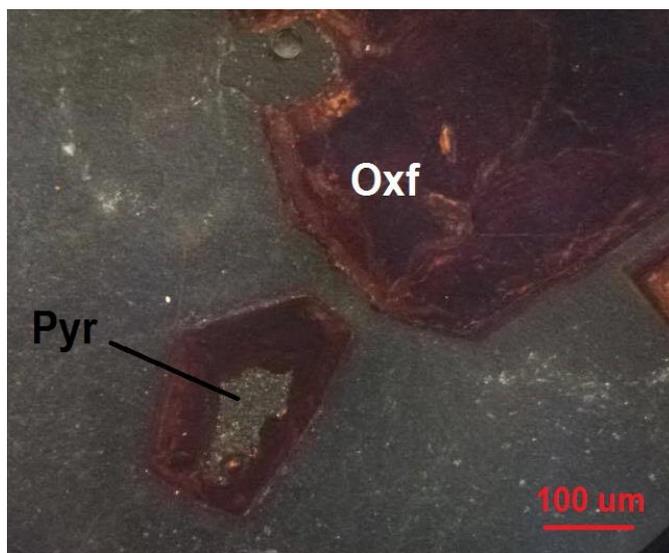
Cet échantillon montre sur microscope les phases minérales suivantes :

- Pyrite disséminée (Pyr). (A)
- Chalcopyrite sous forme de relique (Clp). (C)
- Chalcocite sous forme de fragment (Clc). (A)
- Covellite (Cv). (A et C)
- Digenite (Dgn). (C)
- Malachite (Mal). (B et C)
- Oxydes de fer (Oxf). (B)



### VII.3.3 ECHANTILLONS PRELEVES AU NIVEAU -0

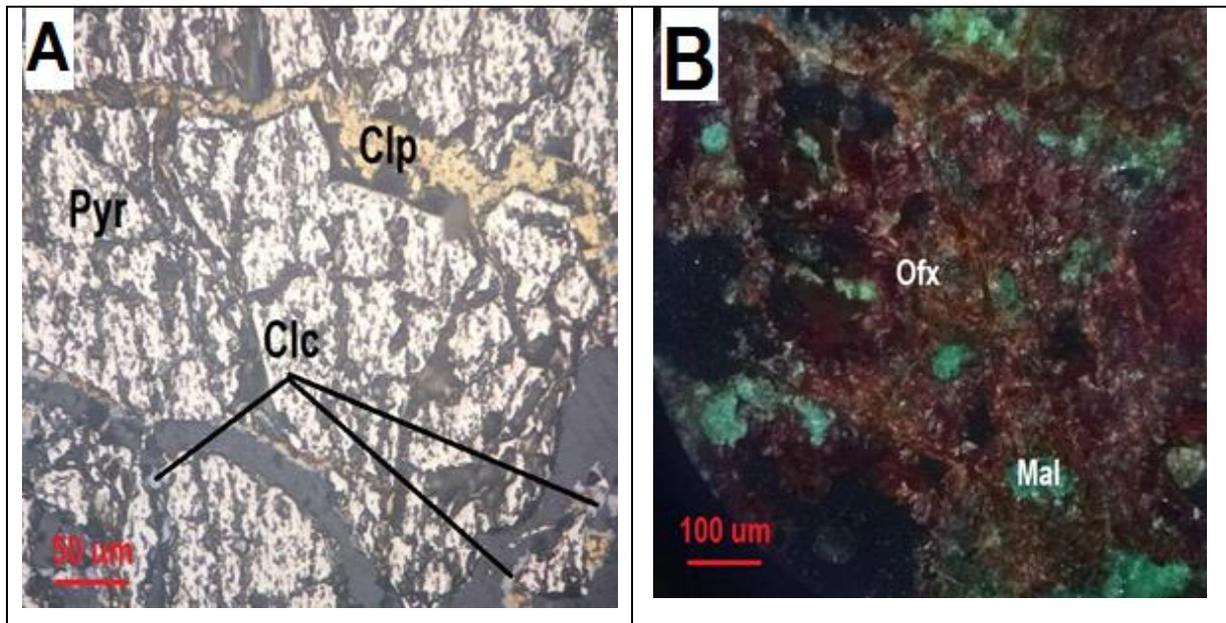
#### Structure Est (E3)



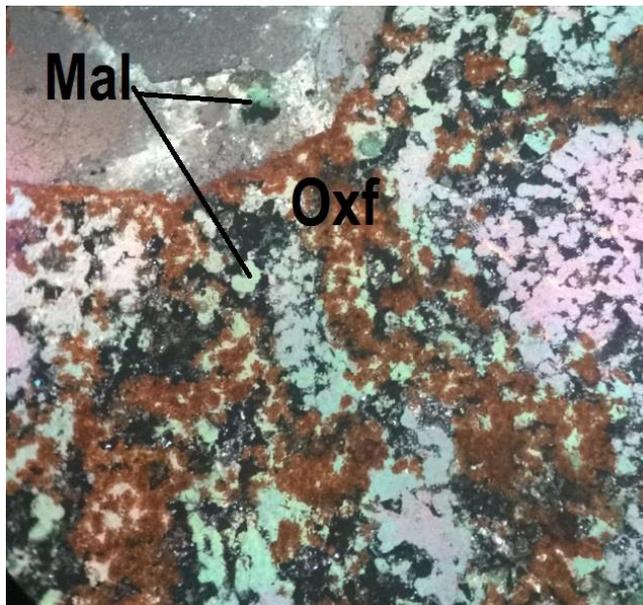
Vue microscopique permettent d'identifier des gros cristaux d'oxydes de fer (hématite) avec certaines inclusions de Pyrite (Pyr)

### Structure Ouest (E6)

D'après l'étude microscopique de cette lame on remarque que la Pyrite est partiellement cataclasée et traversée par des micro-fractures remplies de chalcopryrite (A). Elle présente aussi des plages d'oxydes de fer (Oxf) et de malachite (mal) (B).



### Structure centrale (E4)



Sur cette lame on observe l'abondance des carbonates de cuivre malachite et des oxydes et hydroxydes de fer

### VII.3.4 TEXTURES DES MINERAIS

**Texture primaire** : caractérise le stade précoce de dépôt de la minéralisation cuprifère, représenté par une texture massive de la chalcopryrite englobant les plages de la pyrite et la galène. Les grains de la chalcopryrite et les cristaux automorphe de la pyrite sont disséminés dans la gangue quartzeuse et dolomitique.

**Texture de remplacement** : Elle caractérise le stade tardif de la minéralisation. Elle est essentiellement représentée par le remplacement des minéraux de stades primaire, notamment la chalcopryrite, par des sulfures de Cu secondaires (covellite, chalcocite) et par les oxydes de fer (hématite). Ce phénomène de remplacement a été observé aussi entre les minéraux de la paragenèse tardive.

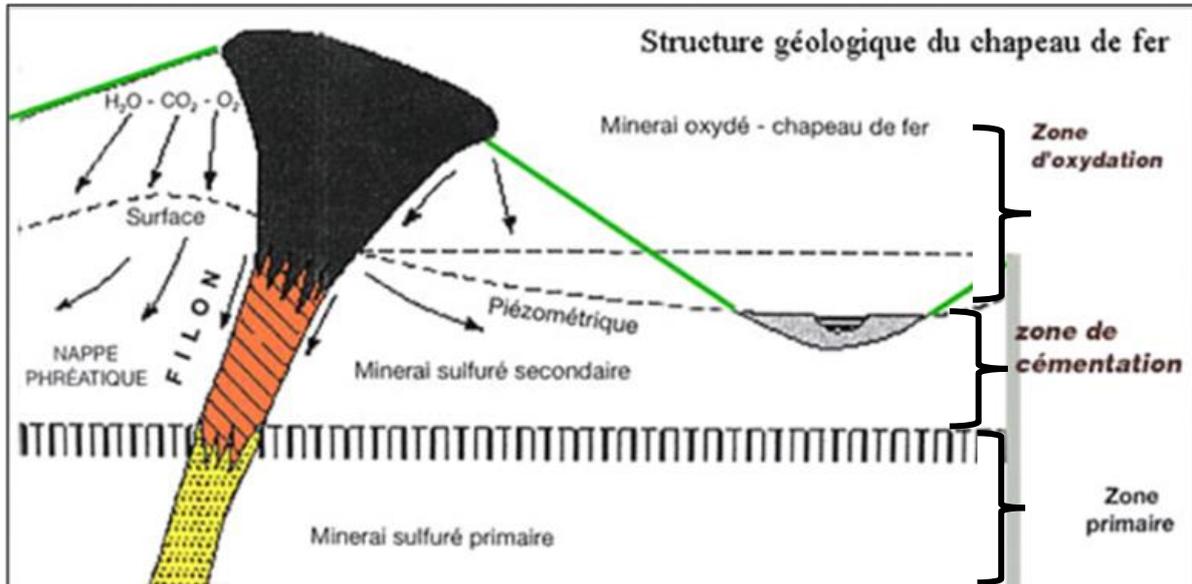
## VII.4 SUCCESSION PARAGENETIQUE

Les relations texturales entre les minéraux ont permis de retracer la succession paragenétique de la minéralisation cuprifère d'Ouansimi. Elle comporte trois paragenèses :

- La chalcopryrite et la pyrite avec une gangue quartzeuse.
- Chalcopryrite, pyrite, digénite, galène avec une gangue dolomitique.
- Ces deux paragenèses ont subi les effets de l'altération supergène suite à des phénomènes de cimentation et d'oxydation. Ces altérations ont conduit au développement d'une troisième paragenèse qui comporte une variété importante d'espèces minérales plus riches en Cu, essentiellement covellite, chalcocite, azurite, malachite.

## VII.5 ALTERATION SUPERGENE DES SULFURES

Le phénomène d'enrichissement supergène des sulfures est un cas remarquable et spécial de l'altération (filons, amas sulfurés, skarns, porphyres...).



**Figure 14 :** Représentation schématique de la zonalité verticale d'un profil d'altération supergène. (Document interne AGM).

L'aquifère calcaireux de Ouansimi (roches perméable et poreux pour les eaux météoriques) est affectée par des veines, filonnets et filons à chalcopryrite et pyrite.

La solubilité de la pyrite permet facilement de donner l'acide sulfurique, ce dernier permet l'oxydation et la solubilité des minéraux métallifères (chalcopryrite). Les matériaux de faibles teneurs à l'origine peuvent voir leur contenu en Cu se lessiver et se déposer à des niveaux inférieurs dans des couches enrichies en constituant un corps minéralisé ; c'est le cas du chapeau de fer au niveau du gisement d'Ouansimi (**Figure 13**).

- **Zone d'oxydation :** Elle est située à l'amont du niveau 125m et au-dessus de la surface piézométrique, c'est une zone d'altération riche au niveau de Ouansimi par de la malachite, azurite, ténorite, cuivre-natif et une abondance des oxydes de fer (hématite et magnétite). La gangue est moins silicifiée, elle est surtout carbonatée et baryritique.
- **Zone de cimentation :** Elle est comprise entre les niveaux 125 et 200m. Elle est située au-dessous de la surface piézométrique. C'est la zone de la nappe phréatique. A ce niveau, les minéraux d'altération de la chalcopirite sont très abondants à savoir : chalcocite, covellite et digénite (zone déjà exploité par BRPM en raison de leurs fortes teneurs en cuivre).
- **Zone statique, de stagnation, zone hypogène ou zone protore :** Elle est située à l'aval au-dessous de 200m. C'est la zone du minerai primaire située en dessous d'un certain niveau où la circulation d'eau est faible. La chalcopirite et la pyrite dans cette zone n'ont pas été modifié.

## VIII. CONCLUSION ET SYNTHESE

Le travail mené dans le cadre de notre projet de fin d'études a pour but de faire une étude structurale et métallographique de la minéralisation cuprifère de Ouansimi.

En résumé, le secteur d'Ouansimi est caractérisé par un socle cinéritique et pyroclastique violacé, surmonté par des conglomérats de bases d'âge néoprotérozoïque supérieur (PIII). Ces terrains du PIII sont surmontés par une unité stratigraphique d'âge adoudounienne constituée la série de base constituée par des siltites intercalées par des petits bancs calcaires, puis des dolomies et des dolomie-gréseux de Tamjoute. L'ensemble est surmonté par des calcaires inférieurs.

La couverture Adoudounienne d'Ouansimi est affectée par une déformation souple matérialisée par une structure en anticlinale à axe moyen de N70.

Quant à la tectonique cassante, elle s'exprime, par un contact anormal chevauchant qui met en contact les cinérites de PIII avec les calcaires inférieurs d'Adoudounien. Ce mouvement a engendré des fentes en extension (structures minéralisée d'Ouansimi orientés N150).

Du point de vue métallogénique les structures filoniennes d'Ouansimi sont caractérisé par une texture rubanée et une brèche hydraulique dans un encaissant carbonaté. La succession paragenétique du secteur d'Ouansimi peut se résumer comme suit :

- **Stade primaire** : pyrite syn-sédimentaire et interstratifiée.
- **Stade secondaire** : stade filonien :
  - **Une paragenèse primaire** : pyrite et chalcopryrite, quartz et calcite.
  - **Une paragenèse secondaire** : chalcocite, covellite, digénite, cuivre natif, malachite, azurite et oxyde de fer.
- **Minéraux de gangue** : quartz, calcite et barytine.

Ce stage nous a permis d'avoir une initiation sur les études menées par Managem dans le cadre structurale et métallogénique Dans notre zone d'étude. Une familiarisation avec le milieu professionnel et ces exigences en termes de rigueur, professionnalisme, assiduité et rendement. L'acquisition de compétence en termes de recherche bibliographique, de rédaction du rapport et d'analyse des données.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUE

- AGM (akka goldminnig).2015**, *Rapport Technique Ressources Reserve*.
- Annich, M., Azza, A., Popov, A., & Tannour, A., 1986**, *Mise au point sur le gisement cuprifère de Ouansimi et programme de travaux de recherches complémentaires Chronique BRPM*.
- Choubert, G. (1947)**, *L'accident majeur de l'Anti-Atlas*. Compte Rendus Académie. Sciences Paris, t. 224, pp. 1172-1173.
- Choubert, G. (1952)**, *Livret guide de l'excursion 136 Anti-Atlas occidental- Rabat 1952.Congrès géologique international XIX session. Alger 1952-série Maroc, n°10*.
- Choubert, G. (1963)**, *Histoire géologique du Précambrien de l'Anti-Atlas de l'Archéen à l'aurore des temps primaires*. Notes et Mémoires Services Géologiques Maroc, N°163.
- Choubert, G. et Faure Muret A. (1970)**, *Principales caractéristiques du précambrien de l'Anti-Atlas*. Notes et Mémoires Services Géologiques Maroc, N°229.
- Choubert, G. et Faure Muret A. (1972)**, *Au sujet des rajeunissements des âges isotopiques. In colloque international CNRS-DM, 192, (1970) sur les corrélations du précambrien*. Notes et Mémoires Services Géologiques Maroc. N°236
- Choubert, G., et al (1974)**, *Nouvelle interprétation du Précambrien ancien de l'Anti-Atlas (Maroc)*. Compte Rendus Académie Sciences Paris, t.278.
- ELBASBAS, A. 2015**, *caractérisation métallogénique de la minéralisation cuprifère de l'anti atlas occidental (Maroc): cas gisements de Tazalaght, Agoujgal et Ouansimi*. Université Moulay Ismail Meknès, Maroc.
- Hassenforder, B.1987**, *La tectonique panafricaine et varisque de l'Anti-Atlas dans le massif de Kerdous (Maroc)*. Thèse es-sciences Université Louis Pasteur, Strasbourg.
- Gasquet, D Et al. (2006)**, *Contribution to a geodynamic reconstruction of the anti-atlas (morocco) during pan-african times with the emphasis on inversion tectonics and metallogenic activity at the precambrian-cambrian transition*. Precambrien Research 140.
- GENTIL L. 1923**, *Au cœur de l'atlas mission au Maroc*. Notes et Mémoires Services Géologiques Maroc.
- Khebbi, H. 2011**, *Etude géologique du secteur Ouansimi*, mémoire de fin d'étude de master, université Moulay Ismaïl Meknès, Maroc.
- Leblanc, M. & Lancelot, J. R. 1980**, *Interprétation géodynamique du domaine panafricain (Précambrien terminal) de l'Anti-Atlas (Maroc) à partir des données géologiques et géochronologiques*. Journal Sciences Terre.
- Leblanc, M. 1975**, *Ophiolites hercyniennes et gîtes arséniés de cobalt (Bou Azzer, Maroc)*. Thèse d'Etat. Univ. Montpellier
- Neltner L. 1938**, *Etudes géologiques dans le sud marocain (Haut-Atlas et Anti-Atlas)*, par Protectorat de la République française au Maroc. Direction générale des travaux publics. Service des mines et de la carte géologique. Notes et mémoires. N° 42
- Soulaimani, A. 1998**, *Interaction socle-couverture dans l'Anti-Atlas occidental (Maroc). Rifting fini-protérozoïque et orogénèse hercynienne*. Thèse doctorat Es-sciences Université Cadi Ayyad, Marrakech, Maroc.