



Faculté des sciences de la Nature et de la vie  
et des Sciences de la terre et de l'univers  
Département des Sciences de la Terre et de  
l'Univers

Laboratoire de recherche n°25  
«PROMOTION DES RESSOURCES HYDRIQUES, PEDOLOGIQUES ET  
MINIERES. LEGISLATION DE L'ENVIRONNEMENT  
ET CHOIX TECHNOLOGIQUES»

**MÉMOIRE**

présenté par

**ZAKARIA DIFALLAH**

en vue de l'obtention du

**Diplôme de MASTER**

en Géologie

---

**CONTRIBUTION A L'ETUDE GITOLOGIQUE  
DE LA MINERALISATION AURIFERE TIREK-AMESSMASSA  
(HOGGAR OCCIDENTAL)**

---

Soutenu le :  
devant le jury :

<b>Président :</b>	<b>Mr. BEN RAMDANE HOCINE</b>	<b>Maitre Assistant</b>	<b>UAB Tlemcen</b>
<b>Encadreur :</b>	<b>Mr. BENSALAH MUSTAPHA</b>	<b>Professeur</b>	<b>UAB Tlemcen</b>
<b>Co-encadreur :</b>	<b>Mr. BAGUI MOKHTAR</b>	<b>Maitre Assistant</b>	<b>UAB Tlemcen</b>
<b>Examineur :</b>	<b>Mr. BEL MOUHOUB</b>	<b>Maitre de conférences</b>	<b>UAB Tlemcen</b>

Année universitaire: 2016-2017

# AVANT PROPOS

## 1- Remerciements

### **Avec l'aide d'Allah le tout puissant, nous avons pu accomplir ce modeste travail**

Au terme de ce travail, nous tenons à exprimer d'une manière très particulière nos sincères remerciements à nos encadreurs Mr. BENSALAH Mustapha et Mr.BAGUI Moukhtar car ce modeste travail a été réalisé sous leur supervision et leurs consignes, qui sans leur méthodologie, leurs orientations et leurs conseils précieux, n'aurait pas été accompli.

Comme nous tenons également à adresser nos remerciements en signe de gratitude et de reconnaissance à :

Aux membres du jury qui ont pris la peine de lire et relire ce travail, de le corriger, et de nous honorer de leur présence et enfin d'évaluer ce mémoire.

A tous les enseignants depuis le cycle primaire jusqu'aux études supérieures car c'est nous tenons aujourd'hui c'est grâce à leurs fonctions éminentes dans notre réussite la transmission de leurs connaissances et leur savoir-faire.

A tous nos amis qui ont partagé le parcours avec nous principalement le docteur KHLEDJ Samir. A tous les enseignants du département de géologie à Tlemcen qui nous ont aidés à finir les cinq ans en vue de l'obtention du diplôme de Master spécialement Dr. ADACI Mohammed et Dr. KACEMI Ali.

A tout le personnel de la bibliothèque de faculté Sciences de la Nature, de la vie, ET science de la terre et de L'univers

A tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à l'élaboration de ce mémoire.

## 2- Dédicaces

A la personne devant laquelle tous les mots de L'univers sont incapables d'exprimer ma reconnaissance, à L'être qui m'est le plus cher à ma douce mère. Mère, si tu je ferais quoi que ce soit je ne pourrais pas rendre tes bienfaits merci infiniment.

A mon cher père qui a payé et qui paye toujours des années d'amour et de sacrifices, ce prix de ma façon de penser. (Père, je te remercie d'avoir fait de moi un homme).

A ma toute ma famille Que dieu la protège.

A mes chers amis A tous ceux qui ont contribué de près et de loin à la réalisation de ce travail.

## **Résumé :**

Le présent travail a pour objectif de faire ressortir les principaux caractères pétrographiques, tectoniques, chronologiques et géologiques d'Amessmessa et pour aussi une meilleure connaissance de la genèse de cette minéralisation. En termes de méthodologie nous avons recouru aux démarches différentes, au premier lieu une recherche bibliographique à travers la consultation de divers documents. au deuxième lieu ,des travaux de terrain à travers un stage pratique de quatre semaines à la mine d'Or d'Amessmessa. au troisième lieu ,les travaux de laboratoire par la réalisation des lames minces. L'étude s'est soldée par la validation des résultats des recherches antérieures d'autant que nous avons constaté n'y avait pas une grande différence entre la structure sur l'échelle microscopique ou l'échelle macroscopique. En termes de perspectives de recherches Il est en effet judicieux de donner plus d'éclaircissement sur la richesse des filons orientés N-S qui suivent l'allongement de la province ouzzalienne et par contre la pauvreté des filons orientés E-O.

## **Mots clés :**

Gitologie - Hoggar occidental- minéralisation – Or - géologie – pétrographie

## **Abstract :**

The present work aims not only to highlight the main petrographic, tectonic, chronological and geological features of Amessmessa but also to better understand the mineralization genesis. In terms of methodology, we used different approaches, firstly a literature review by means of various recent researches. Secondly, by conducting a fieldwork through a four-week practical internship at the Amessmessa Gold Mine. Thirdly, laboratory work by the realization of thin plates. The study resulted in the validation of the results of the previous research, as we found that there was not a great difference between the structure on the microscopic scale or the macroscopic scale. In terms of future research, It is useful to give more clarification on the richness of N-S-oriented veins which follow the extension of the Uzzalian province and on the other hand the poverty of the oriented veins E-O.

## **Mots clés :**

Gitology- occidental Hoggar - mineralization – gold- Geology - petrography

## SOMMARE

<b>AVANT PROPOS.....</b>	<b>I</b>
<b>SOMMARE.....</b>	<b>III</b>
<b>RESUME.....</b>	<b>V</b>

### CHAPITRE I : INTRODUCTION GENERALE

1. INTRODUCTION.....	01
2. BUT ET METHODE DE TRAVAIL.....	01
3. GEOLOGIE DU HOGGAR.....	03
3.1. Introduction.....	03
3.2. Structuration classique du Hoggar .....	04
a. Structuration en terranes.....	05
3.3. Minéralisations aurifères du Hoggar.....	07
3.4. Contexte géodynamique.....	09

### CHAPITRE II : CONTEXTE GEOLOGIQUE DE LA ZONE D'ETUDE

1. INTRODUCTION.....	13
2. GEOLOGIE DE L'IN OUZZAL.....	13
2.1. Les grandes subdivisions tectono-métamorphique.....	13
2.2. Subdivision lithologique du môle d'In Ouzzal.....	15
3. GEOLOGIE DE LA REGION TIREK-AMESMESSA.....	21
3.1. Introduction.....	21
3.2. Lithologie des districts Tirek-Amesmesssa.....	23
3.3. Les formations intrusives.....	26
3.4. Bref aperçu tectonométamorphique.....	27
4. CONCLUSION.....	30

### CHAPITRE. III : CONTEXTE GITOLOGIQUE LOCAL

1. ETUDE GITOLOGIQUE.....	32
1.1. Introduction.....	32
1.2. Le champ filonien d'Amesmesssa.....	33
1.2. 1. Les filons de quartz.....	34
1.2. 2. Roches encaissantes.....	37
1.2. 3. Contrôle lithologique de la minéralisation.....	37
1.2. 4. La zone de contacte filon de quartez aurifère /mylonite.....	38

1.2. 5. Altération hydrothermale.....	40
1.3. Caractéristiques des zones aurifères d'Amesmesssa.....	41
1.3. 1. présentation des zones filonienne.....	41
1.4. Données des tranchées et celles des sondages .....	46
1.4. 1. Le secteur Centre.....	46
1.4. 2. Le secteur Nord.....	48
1.4. 3. Secteur Sud.....	48
1.5. Conclusion.....	49
<b>CHAPITRE. IV : ETUDE MACRO ET MACROSCOPIQUE</b>	
1. INTRODUCTION.....	53
2. PARAGENESE DES ZONES MINERALISEES.....	53
3. DESCRIPTION MACROSCOPIQUE.....	54
3.1. Le quartz (gangue).....	54
3.2. Les bérissites (métasomatite).....	57
3.3. La minéralisation auro-sulfurée.....	58
4. DESCRIPTION MICROSCOPIQUE.....	61
4.1. Les minéraux de gangue.....	61
4.1. 1. Le quartz.....	61
4.1. 2. La séricite.....	61
4.1. 3. La calcite.....	63
4.2. Les minéraux métallifères.....	64
5. GENESE DE LA MINERALISATION.....	71
5.1. Age de la minéralisation.....	72
5.2. Source de l'or.....	72
6. SUCCESSION PARAGENETIQUE.....	73
6.1. Etape hydrothermale.....	73
6.2. Etape supergène.....	73
7. CONCLUSION.....	74
<b>CONCLUSION GENERALE.....</b>	<b>75</b>
<b>REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....</b>	<b>77</b>

# *Chapitre I :*

## ***INTRODUCTION GENERALE***

## **1. INTRODUCTION**

Dans le cadre de la préparation de ce mémoire de master, notre intérêt s'est porté sur la réalisation d'un sujet intitulé : « Contribution à l'étude gîtologique de la minéralisation aurifère Tirek-Amessmessa (Hoggar Occidental) ». Le district choisi se situe dans la province Ouzzalienne qui est affectée par de grands accidents allongée N-S dont le décrochement 2°30' est le plus important.

Cela a permis de visiter une région particulière du Hoggar, de reconnaître les moyens mis en œuvre pour l'exploitation d'un tel minéral très important économiquement.

A cet effet, il est nécessaire de rappeler que l'homme s'est toujours intéressé aux pierres précieuses, et principalement à l'or, qui possède des caractéristiques spécifiques incomparables. Depuis sa découverte, il est devenu une pièce de référence pour la richesse des pays.

L'or est un minéral de couleur jaune brillant, dense, très ductile, inaltérable à l'air et à l'eau et d'une très grande valeur commerciale. Son élément chimique de symbole a un numéro atomique 79, (la rousse expression).

Il est disponible sous forme native ou associé à d'autres éléments, comme il peut être disséminé dans des gisements de genres différentes.

Les gisements hydrothermaux représentent la source principale de la production aurifère, ce qui a mené les géologues de « SONAREM » à la quête de l'or aux confins du Hoggar, exactement dans les provinces d'In-Ouzzal.

## **2. BUT ET METHODE DE TRAVAIL**

L'objectif de notre étude est :

1. d'essayer de faire ressortir les principaux caractères pétrographiques, tectoniques et géologiques d'Amessmessa.
2. de décrire des corps minéralisés;
  - Morphologie, direction, pendage,...
  - de décrire des phénomènes au contact des corps minéralisés : altérations hydrothermales,...
3. Une meilleure connaissance de la genèse de cette minéralisation.

L'étude consiste aussi, à faire ressortir les principaux paramètres qui influent sur la richesse en or et de sa distribution au sein des filons.

Pour atteindre ces objectifs les démarches suivantes ont été adoptées :

### **1. Synthèse bibliographique**

Consultation des documents suivants :

- rapports internes de l'O.R.G.M (Boumerdes et Tamanrasset).
- thèses et publications relatives à la géologie et la métallogénie du Hoggar.
- publications relatives aux minéralisations aurifères du Hoggar.

### **2. Travaux de terrain**

Un stage pratique d'une durée de quatre semaines (soit un mois) à la mine d'Or d'Amesmessa a été bénéfique, sous la supervision de la direction ENOR (service géologie). Durant ce stage, le maximum de filons de quartz aurifères notamment (F07, F08, F09) et non-aurifères de la région d'Amesmessa, ont été observés tout en décrivant leur contexte géologique.

Le maximum de mesures a été levé à l'aide d'une boussole (pendages, direction,..). Les prélèvements des échantillons (20 échantillons environ) ont été faits sur les filons (F07, F08, F09), sa zone d'altération hydrothermale.

### **3. Travaux de laboratoire**

- La réalisation des lames minces de roches :

La première étape dans la réalisation des lames minces s'est traduit par le sciage des échantillons pour réaliser des "sucres" a été effectuée au laboratoire de recherche n° 25 de l'Université de Tlemcen. Ensuite, la seconde étape s'est déroulée au laboratoire de l'Université d'Annaba qui a consisté à la confection des lames.

En effet, sept lames minces ont été réalisées au laboratoire n° 25 et au laboratoire d'université d'Annaba.

- les sections polies: En matière de sections polies .Nous nous sommes basés sur le travail effectué par Mr. BAGUI MOKHTAR Chercheur à l'Université de BAB EZZOUAR.

L'étude de ces lames minces et les sections polies a pour but final de faire une description des minéraux contenus dans les filons ainsi qu'une reconstitution de leur succession chronologique.

### 3. GEOLOGIE DU HOGGAR

#### 3.1. Introduction

Le Hoggar algérien occupe une superficie d'environ 550.000 Km<sup>2</sup> et s'étend sur près de 1.000 Km d'Est en Ouest et de 700 Km du Nord au Sud; il constitue la principale composante du bouclier Touareg (appelé parfois le bouclier Targui), prolongé au Sud-Est, au Mali, par le massif des Iforas et à l'Est, au Niger, par le massif de l'Air.

Le Hoggar fait partie de la chaîne panafricaine transsaharienne, il est caractérisé par sa subdivision classique en trois compartiments longitudinaux et l'existence de deux grands accidents tectoniques subméridiens ; (l'accident 4°50' et l'accident 8°30') qui délimitent le Hoggar central polycyclique, à l'Est de l'accident 8°30' c'est le Hoggar oriental et à l'Ouest de l'accident 4°50' c'est le Hoggar occidental. (Bertrand et Caby, 1978). (fig. I-1).

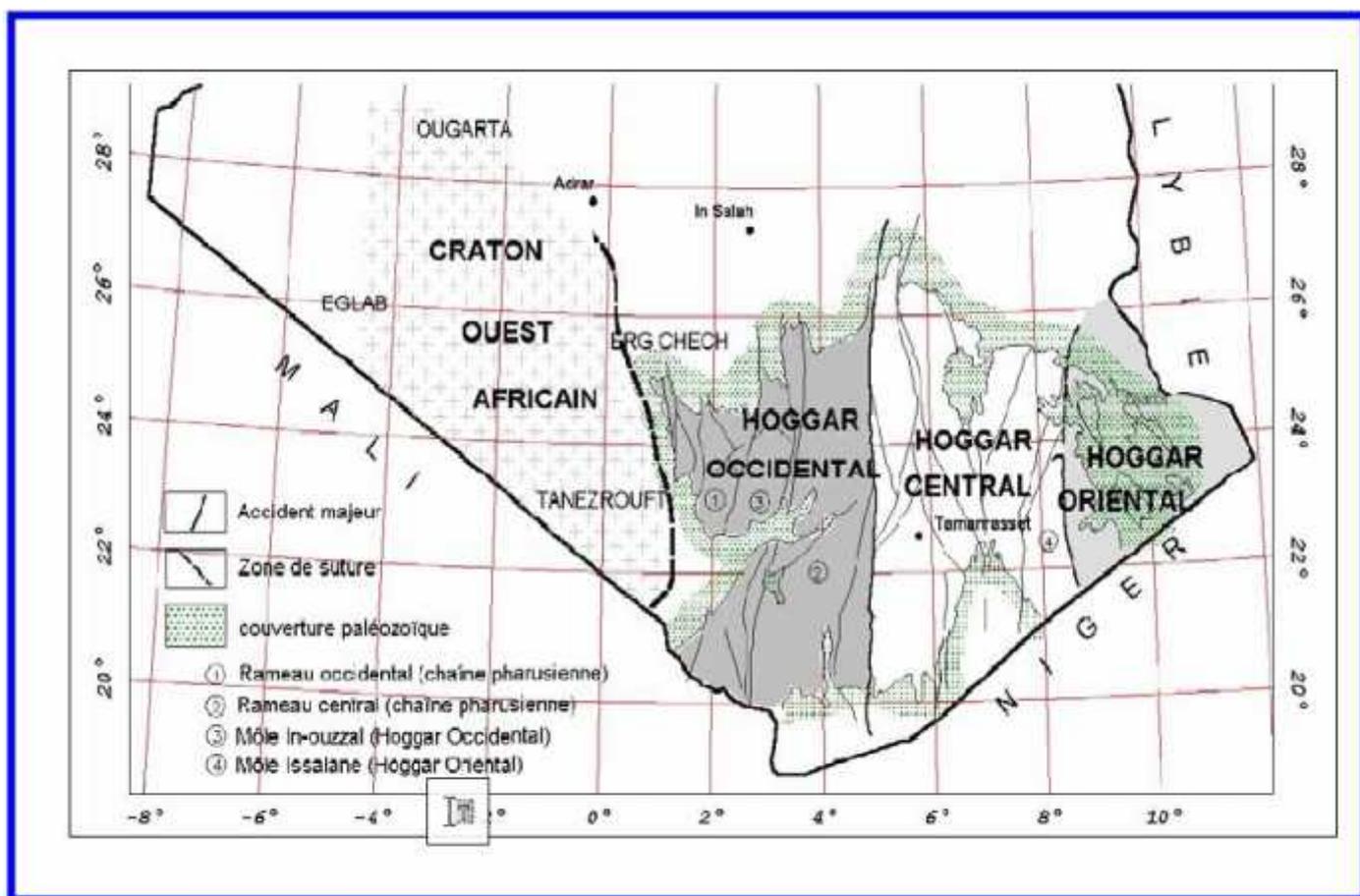


Figure. I-1: Carte des principaux domaines structuraux du Hoggar : subdivision classique d'après Caby *et al.*, 1981).

### 3.2. Structuration classique du Hoggar

Le Hoggar est un orogène de collision formé au panafricain suite à la collision continentale entre le craton ouest africain et la zone mobile targuie (Bertrand & Caby, 1978 ; Black *et al*, 1979 ; Caby *et al*, 1981 ; Boullier, 1991). Sur la base de la classification litho-stratigraphique et des événements tectono-métamorphiques, le Hoggar est classiquement subdivisé en trois grands domaines structuraux (Bertrand et Caby, 1978) allongés N-S, séparés par des accidents lithosphériques subméridiennes (2°30', 4°50' et 8°30'). Ce sont de l'Est à l'Ouest (fig. I-2) :

- Le Hoggar oriental.
- Le Hoggar central.
- Le Hoggar occidental .

**Le Hoggar Oriental** : Situé à l'Est du linéament 8°30', est constitué essentiellement d'un socle d'âge inconnu et mal étudié (formations de Tafassasset-Djanet), surmonté par des formations volcano-sédimentaires (chaîne de Tiririne) et plutoniques (730 – 580 Ma).

Le socle de l'Est est caractérisé par l'abondance des termes volcano-détritiques, métamorphisés dans le faciès schistes verts et par l'énorme développement de granodiorites, datées autour de 725Ma.

La série de Tiririne édiflée durant le panafricain tardif (550-500Ma) est constituée de dépôts détritiques (>6000m) à caractère molassique (arkoses et conglomérats) et à caractère orogénique (faciès flyschoides). Les termes volcaniques de cette série sont essentiellement formés par des sills de laves rhyolitiques.

**Le Hoggar Central Polycyclique** : situé entre les longitudes 8°30' à l'Est et 4°50' à l'Ouest, est un socle à évolution polycyclique (Eburnéen, panafricain). Il présente une ancienne et épaisse croûte continentale, constituée de deux ensembles métamorphiques d'âge Paléo- et Mésoprotérozoïque séparés par une discordance incertaine (?). L'ensemble inférieur est représenté par la série de l'Archchoum. Cette dernière est essentiellement composée d'orthogneiss et de rares métasédiments. Des granulites d'âge Archéen ont été reconnues au Nord-Est, dans la région des Gour Oumlalen (Latouche, 1978). L'ensemble supérieur représenté par la série d'Aleksod constituée de gneiss, de schistes cristallins et d'interlits d'amphibolites montre une abondance de métasédiments (marbres et quartzites). Ces deux ensembles sont réactivés et injectés par des granitoïdes au cours du panafricain.

Des formations volcano-sédimentaires panafricaines associées à ces deux ensembles remplissent des sillons étroits subméridiens.

**Le Hoggar Occidental** : est une croûte juvénile représentée par la chaîne pharusienne (panafricaine), composée de séries volcano-sédimentaires, de complexes volcaniques et plutoniques du Néoprotérozoïque, avec quelques blocs résiduels de formations d'âge Paléo à Mésoprotérozoïque. Cette chaîne est divisée en deux rameaux (occidental et oriental) séparés par le môle granulitique d'In Ouzzal d'âge archéen réactivé à l'Eburnéen.

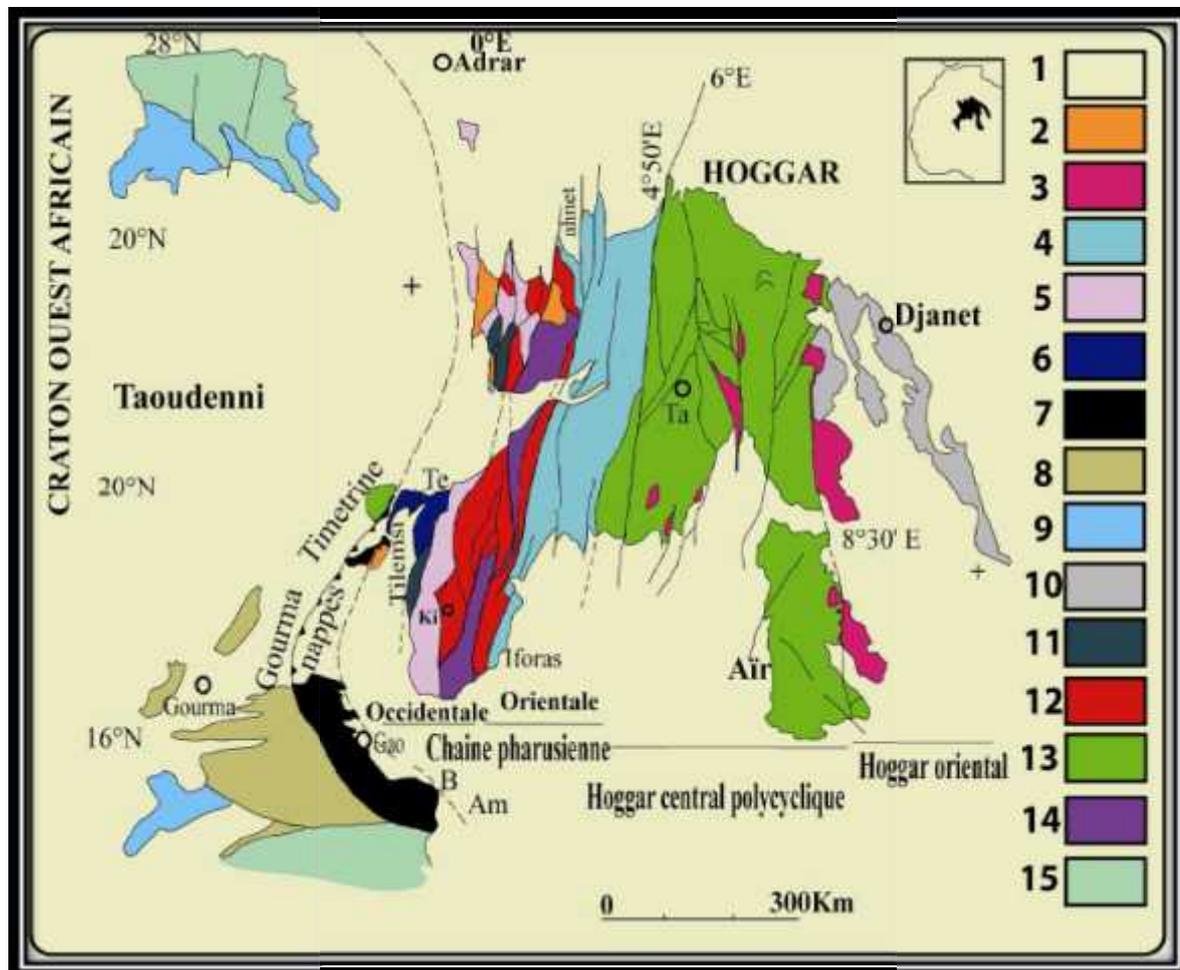


Figure. I-2: Carte géologique simplifiée du bouclier Touareg et des régions adjacentes (modifiée à partir de Caby *et al.* 1981 et Boulier, 1991). 1- Couverture paléozoïque et mésozoïque. 2- « Série pourprée » molassique ou Nigritien. 3- Ceintures schisteuses volcano-détritiques du Protérozoïque supérieur terminal dans le Hoggar central et oriental avec les groupes de Tiririne et du « Proche-Ténére ». 4- Greywackes et roches magmatiques de la chaîne pharusienne orientale. 5- Greywackes et roches magmatiques de la chaîne pharusienne occidentale. 6- Greywackes et roches magmatiques de l'arc insulaire de Tilemsi. 7- Nappes de Gourma et de Timertine. 8- Dépôts de bassin de l'aulacogène de Gourma. 9- Sédiments de plate-forme du Protérozoïque supérieur. 10- Roches indifférenciées du Hoggar oriental (métamorphisme d'environ 730Ma). 11- Gneiss affectés par un métamorphisme tardif HT-BP. 12- Gneiss indifférenciés fortement réactivés au Panafricain. 13- Gneiss pré panafricains réactivés. 14- Granulites éburnéennes faiblement réactivées dans la chaîne pharusienne. 15- Dorsales Reguibat et Leo.

### a. Structuration en terranes

Les travaux effectués sur le massif du Hoggar, ainsi que ceux sur le massif de l'Air portant sur le concept de « collage de terranes » ont donné naissance à une nouvelle subdivision du bouclier Targui (Black R *et al.*, 1994 ; Liégeois J. P. *et al.*, 1994).

Un terrane est un bloc qui s'est déplacé le long de grands décrochements (méga-shear-zone) au cours de l'orogénèse panafricaine. Il diffère des autres par la lithologie, le métamorphisme et la tectonique.

Selon cette nouvelle conception, le massif du Hoggar est considéré comme étant une juxtaposition des blocs ou terranes d'orientation méridienne, séparés entre eux par des linéaments régionaux. On distingue (23) terranes qui se différencient par leurs caractéristiques lithologiques, structuraux et géochronologiques. Ces terranes sont distribués sur les trois compartiments du Hoggar comme suit :

Hoggar occidental et Adrar des Iforas (d'Est en Ouest)	Hoggar central et l'Air (d'Ouest en Est)	Hoggar Oriental (d'Ouest en Est)
Iskel: (Isk)	Laouni: (La)	Barghot: (Ba)
In Teideni: (It)	Tefedest: (Te)	Aouzegueur: (Ao)
Tin-Zaoutène: (Za)	Azrou-n-Fad: (Az)	Edembo: (Ed)
Tirek: (Tir)	Egéré-Aleksod: (Eg-AI)	Djanet: (Dj)
Ahnet: (Ah)	Sérouenout: (Se)	
In-Ouzzal: (Ou)	Tazat: (Ta)	
Unité granulite Iforas:(Ugi)	Tchilit: (Tch)	
Tassendjanet: (Tas)	Assodé-Issalane:(As-Is)	
Kidal: (Ki)		
Tilemsi: (Ti)		
Timetrine: (Tim).		

Tableau. I-1: Les différents terranes du Hoggar (Liégeois et *al.*, 2003).

D'après les nouvelles interprétation, Black *et al.*, (1994) ont proposé un nouveau schéma structural du Hoggar (Liégeois *et al.*, 2003) (fig. I-3).

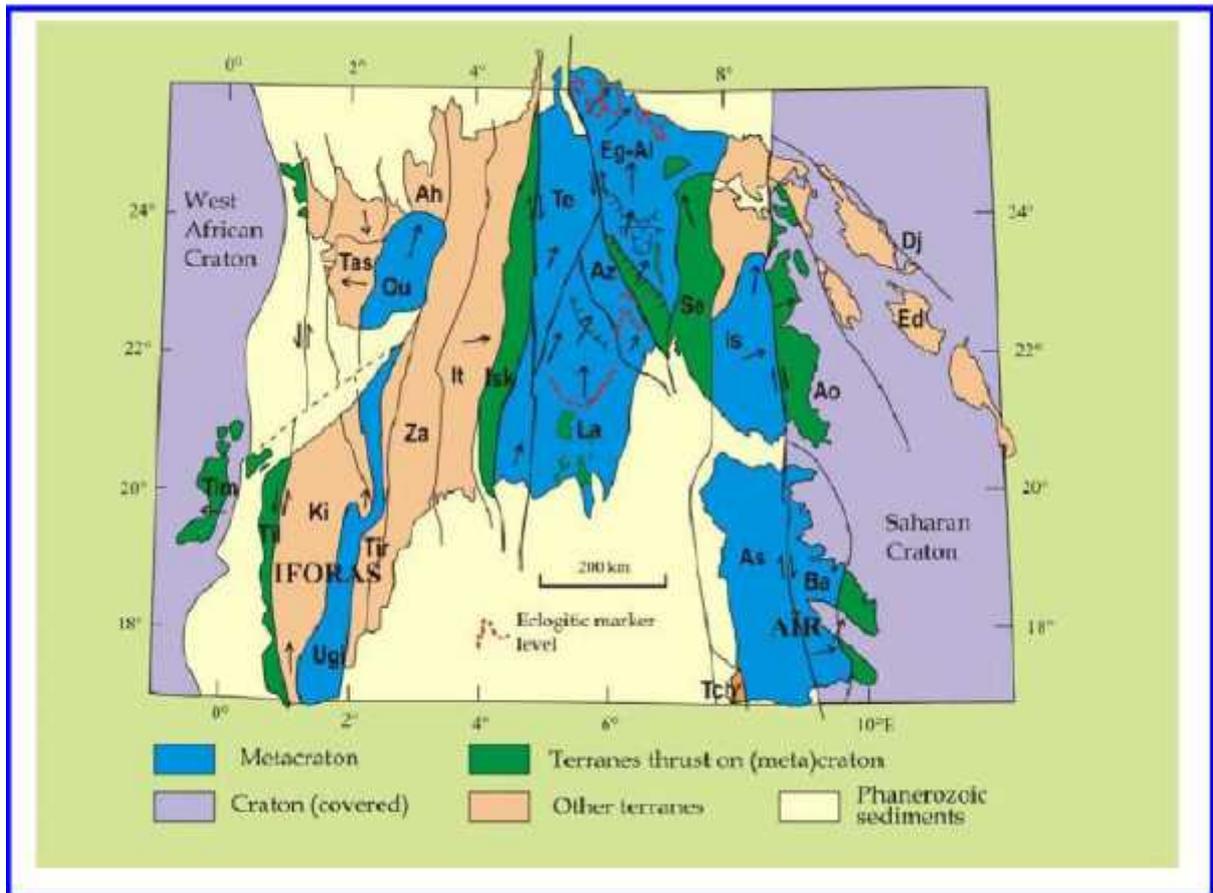


Figure. I-3: La subdivision du Hoggar en Terrane (d'après Liégeois *et al.*, 2003).

### 3.3. Minéralisations aurifères du Hoggar

Les principaux gisements et indices aurifères du Hoggar sont localisés dans ou à proximité de zones de cisaillement lithosphériques N-S (ORGM ; Ferkous, 1995; Semiani, 1995) qui ont commencé à jouer à la fin de l'orogénèse panafricaine; le principal rôle a été de favoriser la mise en place de roches magmatiques et plus particulièrement la circulation de fluides de différentes origines ayant permis le transport et le dépôt de l'or (Aissa *et al.*, 2002).

Lors des mouvements tardifs de ces cisaillements (580-520 Ma), les minéralisations aurifères sont mises en place durant la transition entre un régime compressif (responsable de la structuration du Hoggar) et un régime distensif (à l'origine de la mise en place des molasses et des intrusions granitiques tardi à post tectoniques) (Semiani *et al.*, 2004).

La minéralisation est portée par les filons de quartz encaissés dans les shear zones et dans des intrusions dioritiques à granodioritiques. Des zones filoniennes aurifères et leur cortège d'altérations hydrothermales sont surtout rencontrés dans les ensembles volcano-sédimentaires d'âge néoproterozoïque.

Quatre provinces aurifères sont reconnues dans le Hoggar. (Aissa *et al.*, 2002). (fig. I-4).

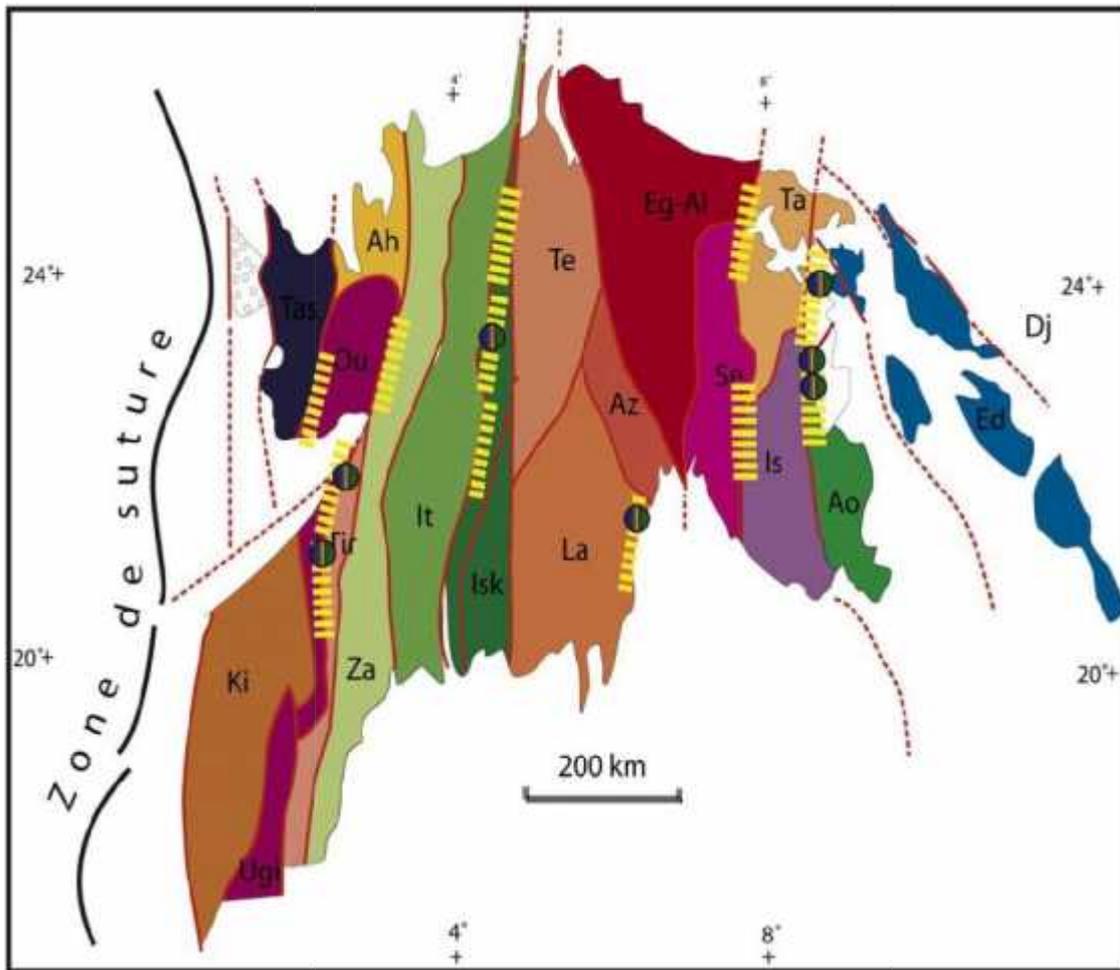


Figure. I-4 : Relation entre les terranes panafricains, les zones de cisaillements et les minéralisations d'or dans le bouclier Targui (Hoggar). Semiani *et al.* 2004.

**La province tiririnienne du Hoggar oriental** coïncide avec le terrane d'Aouzegueur. Les minéralisations aurifères sont portées par des filons de quartz peu sulfurés encaissés dans des formations volcano-sédimentaires du Protérozoïque et dans les gabbros, diorites et granites panafricains. Il apparaît que les teneurs en or dépendent beaucoup de la nature et de l'âge des terrains encaissants les corps minéralisés. En effet, quand les filons sont encaissés dans les formations volcano-sédimentaires d'âge Protérozoïque les teneurs en or sont les plus élevées. Dans les gabbros, les diorites et les granites panafricains: elles sont moyennes, alors que les teneurs les plus basses voire nulles sont rencontrées dans les filons encaissés : les séries d'âge paléozoïque ou plus récentes (Aïssa *et al.*, 2002).

Les gîtes importants sont les gisements de Tiririne, Timouletine - Hanane et l'indice Tin Zakri, tous situés à l'Est de l'accident 8°30'.

**La province du Hoggar central** : Elle coïncide avec le terrane de Laouni, qui renferme le gisement d'In Abbegui, dans lequel la minéralisation est représentée par un système de filons

de quartz à tourmaline encaissés essentiellement dans un massif de gabbros (Aissa *et al.*, 2002). Les bassins volcano-sédimentaires d'âge néoproterozoïque (ex. Tin Ezzarine, Aouiker) renferment aussi des filons, des filonnets et des veinules de quartz aurifères.

**La province pharusienne du Hoggar occidental :** Elle concorde avec le terrane d'Iskel et correspond à la province de Timgaouine – Tin-Felki – Tesnou. Les minéralisations aurifères de type filonien jalonnent les décrochements ductiles 4°50', 4°13' et leurs satellites. Les filons de quartz aurifères sont encaissés dans les granites et les granodiorites et parfois même dans les amphibolites du Protérozoïque (Aissa *et al.*, 2002). Les gîtes les plus promoteurs sont du Sud au Nord : Haddok, Tekouyate, Isselfane et Seldrar.

**La province ouzzalienne du Hoggar occidental:** Elle comprend le district aurifère localisé dans la zone de contact entre le Terrane d'In Ouzzal à l'Ouest et le terrane de Tirek à l'Est. Ici les zones filoniennes aurifères sont localisées dans un couloir ultramylonitique le long de l'accident tectonique 2°30' (ou Shear Zone Est-Ouzzalienne). C'est une zone aurifère qui englobe deux gisements (Tirek et Amesmessa) et une dizaine d'autres indices prometteurs.

### 3.4. Contexte géodynamique

Caby (2003) propose un scénario paléo-géodynamique pour l'évolution du Hoggar occidental durant le Néoproterozoïque, basé sur trois stades ou périodes (fig. I-5) :

#### 3.4.1. Stade A (900–850Ma) :

Aux alentours de 900 Ma dans la limite occidentale du Hoggar Central, s'est produite une ouverture d'un domaine océanique, suivie de la subduction vers l'Ouest de la marge passive de la LATEA. Par la suite, la collision due à la fermeture de cet océan engendre un arc insulaire magmatique d'accrétion précoce (850Ma). C'est le terrane d'Iskel étiré N-S qui chevauche la LATEA (Fig. II-1 - A : Iskel Subduction).

#### 3.4.2. Stade B (c. 700–620 Ma)

Dans ce stade, Caby (2003) distingue dans le Hoggar occidental plusieurs subductions:

**Subduction occidentale:** Dans le domaine occidental paléo-océanique à l'Est du craton ouest-africain, s'est produite une subduction (vers l'Est) de la lithosphère océanique du Néoproterozoïque précoce sous la masse continentale hétérogène, actuellement représentée en partie par les terranes du rameau occidental. Un vieil arc (730 Ma) intra-océanique a été formé. La formation d'arcs magmatiques sur la vieille marge continentale active et l'ouverture d'une grande dépression au-dessus d'une croûte amincie serait probablement liée avec la génération de la croûte océanique d'arrière arc à l'Ouest et à l'Est de l'unité granulitique de

l'In Ouzzal (UGIO). La période 635-630 Ma correspond à la jonction de l'arc intra-océanique du Tilemsi, le long de la paléo-marge continentale active. Après la fermeture complète du grand domaine océanique à l'Est du craton ouest-africain, la subduction continentale des parties les plus internes de sa marge passive à une profondeur de 100 km a produit la ceinture métamorphique de très haute pression du Nord du Mali (Caby, 1994) qui a été exhumée à 620 Ma (Jahn *et al.*, 2001).

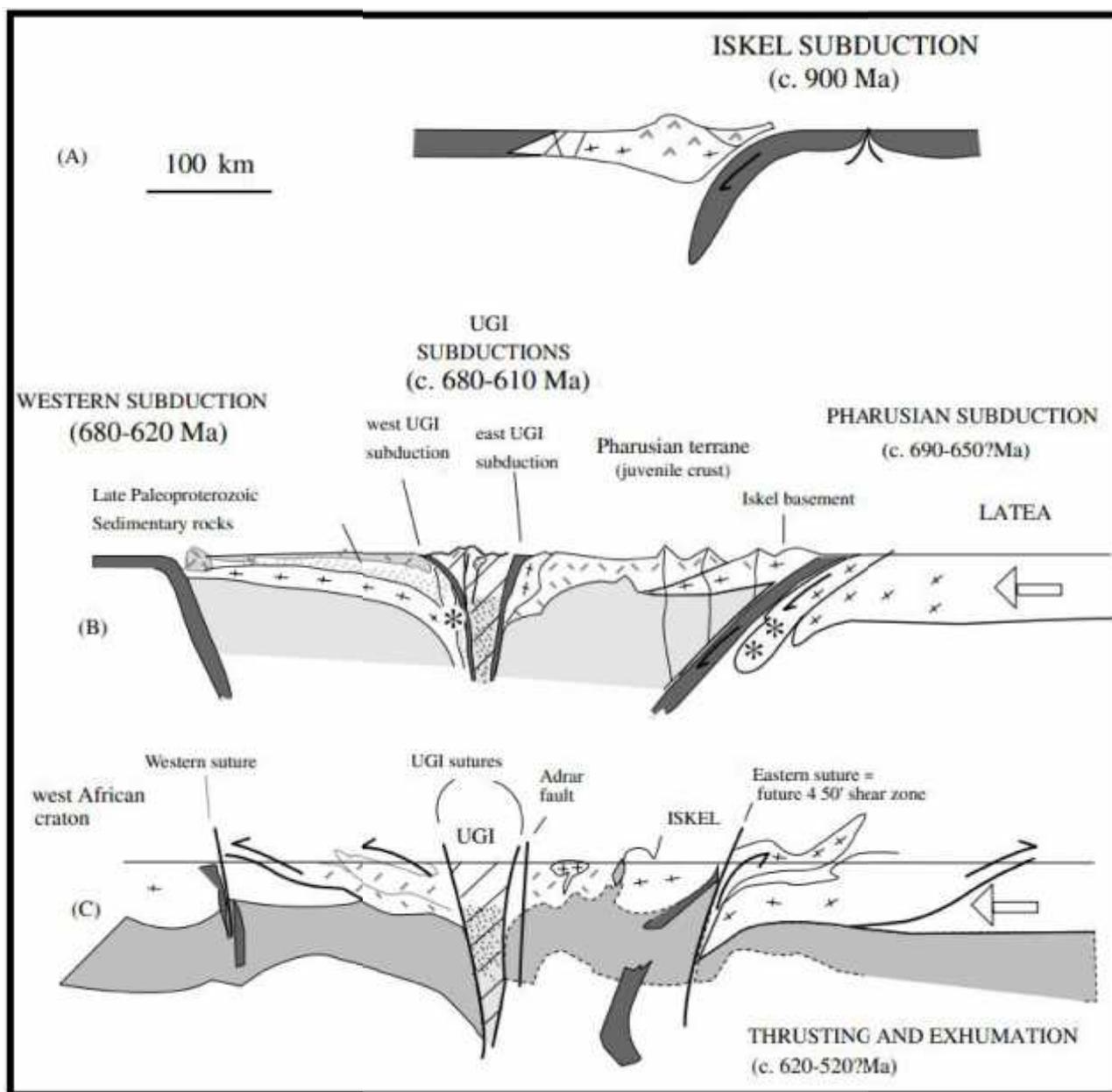


Figure. I-5 : Croquis montrant l'évolution géodynamique proposée pour le Hoggar Occidental durant la période entre 900 et 520 Ma (Caby, 2003).

**Subduction à l'Est et à l'Ouest de l'UGIO:** Les deux ceintures métamorphiques de haute pression avec éclogites identifiées dans le Nord-Ouest du Hoggar impliquent une autre

subduction d'unités continentales à la profondeur de 45-60 km des deux côtés de l'UGIO, un peu avant 615-610 Ma (Caby et Monié, 2003).

**Subduction pharusienne** : L'ouverture d'un fossé au Néoprotérozoïque tardif et la genèse d'arcs magmatiques qui constituent le « Pharusian terrane » se sont produits environ pendant la même période (690? - 650? Ma), en désaccord avec tous les modèles qui considèrent pendant cette période l'existence d'une seule paléo-subduction dans le bouclier Targui; Caby (2003) propose que la génération de la croûte juvénile du Néoprotérozoïque tardif dans le terrane Pharusien (terrane In Teideni et Tin-Zaoutène) est liée avec une subduction principale (vers l'Ouest) à l'Est : c'est la subduction pharusienne.

La zone de cisaillement 4°50 est donc considérée comme une suture complexe qui juxtapose des niveaux crustaux assez différents. Le socle anté-panafricain remobilisé à l'Est, est une croûte Archéenne – Paléoprotérozoïque décratonisée avec un métamorphisme de haut grade d'âge panafricain, comme au Nord du Nigeria (Ferré *et al.*, 2002) et au Sud du Nigeria (Caby et Boessé, 2001). D'après Liégeois *et al.* (2000, 2003), ce substratum remobilisé est chevauché par des unités supracrustales allochtones éclogitisées. À l'Ouest, le terrane pharusien est préservé à un niveau crustal peu profond. En effet, des régimes paléogéothermiques diffèrent totalement des deux côtés de cette ligne, le long de laquelle a eu lieu plus tard un mouvement décrochant considérable d'amplitude inconnue.

### **3.4.3. Stade C (620–580 Ma) : Collision et exhumation syn-collision**

L'emplacement des plus «vieux» plutons (620 Ma) syn-cinématiques calco-alcalins dans les terranes occidentaux était synchrone avec l'exhumation des roches de très haute pression de la suture occidentale. Ainsi, l'exhumation et la tectonique de collision sont clairement combinées dans l'espace et dans le temps. Les plus vieux syn-cinématiques plutons dans la LATEA sont d'affinité sub-alcaline. Ils ont été datés entre 615 et 576 Ma (Bertrand *et al.*, 1986 b; Cheilletz *et al.*, 1992). Un âge plus vieux est recalculé à 623 Ma par Bertrand (communication écrite, 1998).

La période (615-605 Ma) correspond au refroidissement et à l'exhumation différentielle des unités métamorphiques de haute pression dans le terrane sud du Tassendjanet (Caby et Monié, 2003), tandis que l'âge du métamorphisme de haute température et basse pression daté par l'âge U-Pb des monazites s'est produit à 603 Ma (Bosch *et al.*, 2002). Dans le terrane pharusien, ce laps de temps correspond au début de la mise en place de granites. Seulement, un épaissement crustal modéré peut avoir lieu dans ce terrane, puisque les roches exposées au jour sont pour la plupart dans le faciès des schistes verts et montrent une schistosité verticale modérée. Les Batholithes et les plutons sont tous entourés par des auréoles thermales de basse pression (andalousite-cordiérite assemblages,  $P \leq 0.3$  GPa), comme décrit

autour du batholithe Immezzarene d'âge 583 Ma. L'alternance apparente des montages compressionnels et extensionnels est réconciliée si le champ global des stress (contraintes) était une transpression le long des shear zones sinueuses et ramifiées. Cela est montré par de nombreux complexes de dykes liés, shear zones dont certains sont enracinés dans le manteau (Hadj- Kaddour *et al.*, 1998).

#### **3.4.4. Stade du soulèvement (ou surrection) et de la molasse (580–520 Ma) :**

Une molasse volcanique précoce coupée par au moins deux suites magmatiques différentes est le mieux représentée le long de la faille de l'Adrar. L'âge de la déposition de la molasse est encore imprécise, mais plus jeune que 585 Ma. Les âges Rb-Sr des granits alcalins (560- 540 Ma, Liégeois *et al.*, 1987) qui était co-magmatique avec des laves rhyolitiques synchrones avec le remplissage de bassin est mieux évaluée au nord du Mali.

L'enfoncement à 10 km de profondeur de la partie la plus profonde du bassin molassique de la faille de l'Adrar a produit des conditions de faciès schistes verts régionales avec des températures d'environ 400°C pendant la transpression. Cette étape transpressive est contemporaine au raccourcissement horizontal NO-SE du bassin molassique résiduel de « Petite Afrique » enfoncé tectoniquement à la profondeur de 5-7 Km, en accord avec son empreinte de faciès schistes verts profond. Cela peut suggérer que cet événement tectonique compressionnel final existe en même temps que la mise en place des plutons syn- à tardicinématiques de la famille Taourirt.

La déformation ductile encore jeune dans les conditions continues du faciès des schistes verts est bien enregistrée le long du côté ouest de la shear zone 4°50. Cette déformation est contemporaine avec la consolidation de magma de quelques plutons qui montrent un «pan» gneissique dextre (Boissonnas, 1973), mais était rétrogressif par rapport au métamorphisme adjacent de haute température (faciès granulite) dans la LATEA (Vitel, 1979). L'andalousite et la cordiérite des auréoles autour des "Taourirt" dans le terrane Pharusien ont été invariablement affectées par une rétrogression sévère de basse de température, tandis qu'un cisaillement dextre à l'état solide a affecté les marges du pluton Tioueine daté à 523 Ma (Paquette *et al.*, 1998).

L'absence totale des fragments de roches métamorphiques de haut grade, ailleurs que dans les bassins molassiques, signale que les terrains de haut grade n'ont pas été exposés dans le Hoggar central et occidental avant le Cambrien tardif. C'est en accord avec l'âge Rb/Sr de 485 Ma obtenu sur le bassin molassique de l'anchizone du Tassendjanet (Clauer, 1976). Il faut aussi rappeler que les glaciers du Cambrien et de l'Ordovicien inférieur avec des nappes étendues de glace pouvaient avoir été responsables de la pénéplation initial du Hoggar occidental.

# *Chapitre II :*

## **CONTEXTE GEOLOGIQUE DE LA ZONE D'ETUDE**

## 1. INTRODUCTION

La zone de l'In Ouzzal situé au centre du Hoggar occidental ou le terrane de l'In Ouzzal (Black *et al* ,1994), est un bloc allongé de direction N-S s'étendant sur une longueur plus de 400 km, large de 80 km au Nord (massif d'In Hihaou) et s'amincissant jusqu'à disparaître pour être relayé par l'Adrar des Iforas au Mali (fig. II-1). Il est limité à l'Est et à l'Ouest par des zones de cisaillement dont les derniers mouvements respectivement dextre et senestre, ont été acquis vers la fin de l'événement tectono-métamorphique panafricain. Ces mouvements sont compatibles avec la remontée du môle In Ouzzal vers le Nord au cours de cette période (Caby, 1970; Attoum, 1983; Haddoum, 1993 ; ORGM, 1993).

## 2. GEOLOGIE DE L'IN OUZZAL

### 2.1. Les grandes subdivisions tectono-métamorphiques

Le môle In Ouzzal est une unité granulitique datée à 3300 Ma (Allègre et Caby, 1972), délimitée à l'Est et à l'Ouest par deux grands accidents subméridiens. Ces grandes zones de fracture sont en fait un des caractères structuraux de tout le bouclier Touareg (Caby, 1968) et sont considérées classiquement comme ayant fonctionné au cours de la phase tardive du Panafricain et du Tertiaire. Ces deux grands accidents sont :

**a. L'accident Ouest –Ouzzalien (2°10')**: Il s'agit d'un d'accident essentiellement post métamorphique de déplacement latéral à mouvement senestre (Caby, 1968). Deux décrochements se greffent vers le sud au méga-cisaillement Ouest –Ouzzalien donnant des cataclasites, Ces structures semblent essentiellement post-métamorphiques (Attoum, 1983).

**b. La faille Est –Ouzzalienne (2°30')**: Il s'agit d'une fracture subméridienne 2°30' rectiligne qui se suit sur plusieurs centaines de km depuis l'Ahnet jusqu'aux confins du Mali. (fig. II-2). Les terrains sont très peu métamorphiques au Nord alors qu'au Sud, ce sont des formations très métamorphiques considérées d'âge panafricain (Bertrand et Caby, 1978).

Dans le secteur d'étude, la faille **Est–Ouzzalienne** est matérialisée par une bande mylonitique/ultramylonitique subméridienne pouvant atteindre jusqu'à 1500 mètres de large et dont l'extension directionnelle est de l'ordre de 400 km. Elle se prolonge au Sud dans le territoire malien en suivant la bordure orientale de l'Adrar des Iforas (équivalent latéral sud du môle d'In Ouzzal), et vers le Nord, elle plonge sous la couverture sédimentaire.

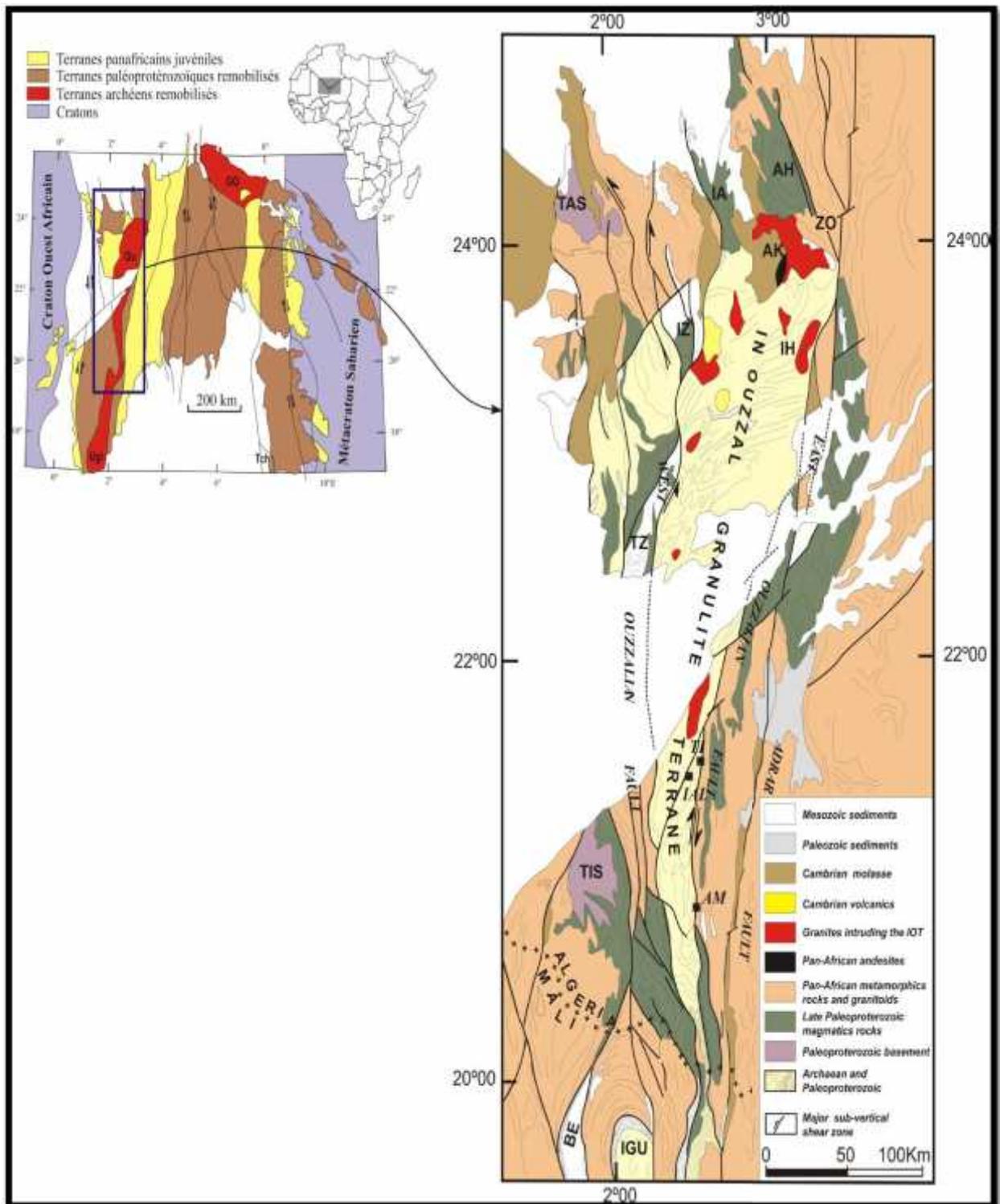


Figure. II-1: Carte des terranes du Bouclier Touareg et position de l'In-Ouzzal (Black *et al.*, 1994) ou terrane de l'In Ouzzal, Tir: terrane de Tirek, K i: terrane de Kidal, Tas: terrane du Tassendjanet, Z a: terrane de Tin Zaouatène, Ah: terrane de l'Ahnet.



Figure. II-2: photo montrant la faille principale  $2^{\circ}30'$ .

## **2.2. Subdivision lithologique du môle d'In Ouzzal**

Notre secteur d'étude (Tirek-Amesmessa) est localisé dans une zone de cisaillement majeure à faciès mylonitique et ultramylonitique de direction N-S. Il est situé entre deux ensembles différents, l'un protérozoïque à l'Est et l'autre archéen à l'Ouest. Ils sont caractérisés par une variété de faciès pétrographiques. On peut y distinguer trois ensembles:

- ensemble à matériel Ouzzalien.
- ensemble à matériel protérozoïque.
- ensemble de la zone de cisaillement ou shear zone.

### **2.2.1. Ensemble à matériel Ouzzalien**

Il affleure à l'Ouest de la zone de cisaillement Est ouzzalienne (Fig. II-3), et constitué par des formations qui subdivisées en deux séries recoupées par divers types de dolérites et Diabases. (Ouzegane, 1987) :

- a. une série ortho dérivée.
- b. une série para dérivée.

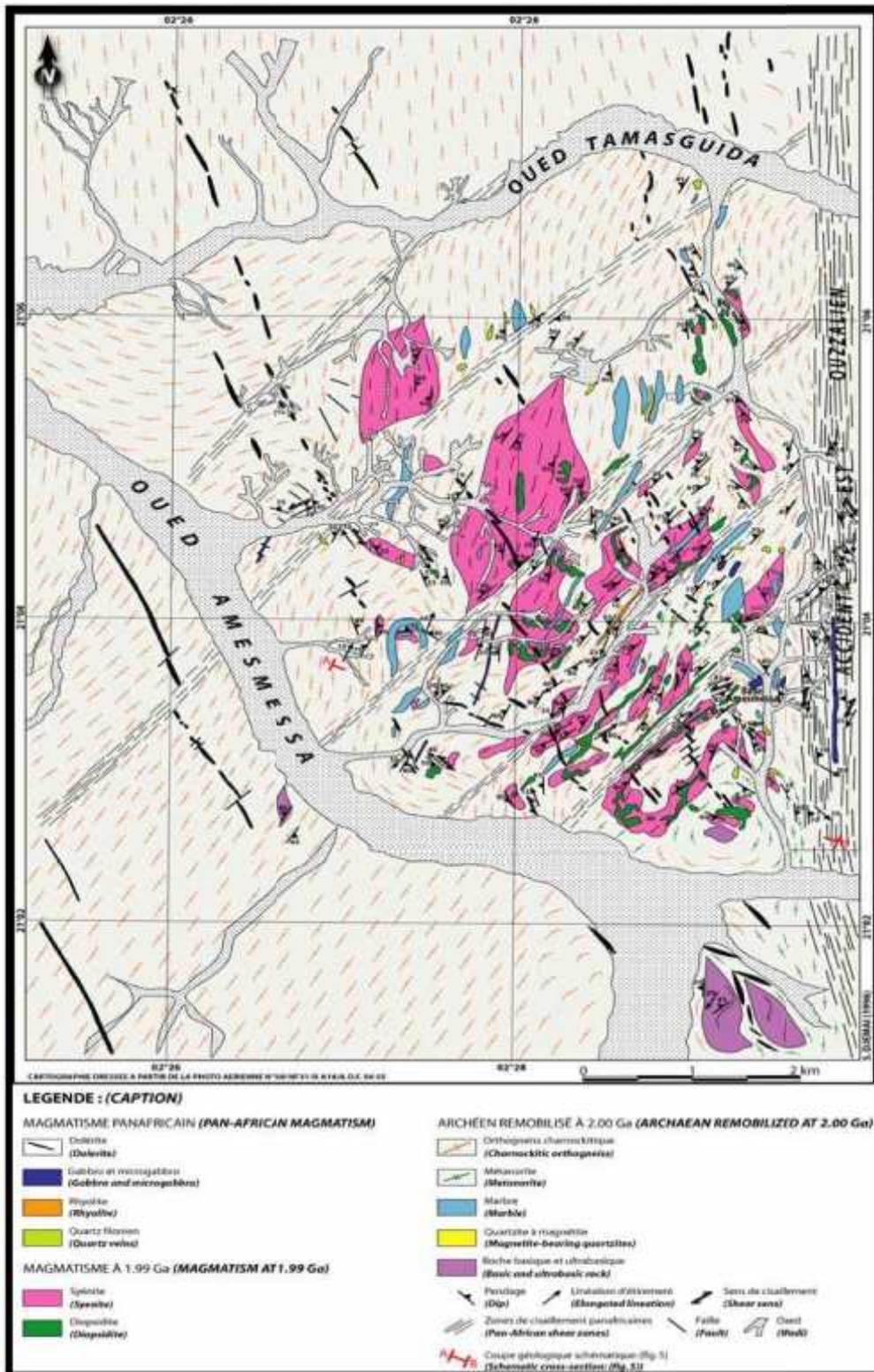


Figure. II-3: Carte géologique et structurale de la région d'Amesmesa montrant les trajectoires de foliations et la diversité lithologique (Djemai, 1996).

### **a. Série ortho dérivée**

Elle est constituée principalement par:

#### **des orthogneiss acides (charnockite):**

Ils constituent l'ensemble des formations affleurant sur tout le môle d'In Ouzzal (fig. II-3). La chronologie absolue (Peucat *et al.* 1991; Haddoum *et al.*, 1994.) de ces roches combinées a des données structurales et métamorphiques (Ouzegane, 1987; Bertrand *et al.*, 1994) a permis de distinguer trois familles différentes : 0, 1, 2.

Macroscopiquement la charnockite est une roche de couleur marron à jaune mielleuse, constituée par les minéraux suivants: Quartz bleu, feldspaths, pyroxène, amphibole et magnétite.

Microscopique elle montre une texture granoblastique a grains étirés, où on rencontre du quartz, microcline très finement perthitisé, plagioclase, pyroxène, amphibole et des minéraux accessoires (grenat, apatite, minéraux opaques).

#### **des orthogneiss intermédiaires:**

Il s'agit des formations boudinées intercalées dans les orthogneiss acides (charnockite) (fig. II-3), caractérisées par une couleur vert sombre et un rubanement en lits clairs à feldspath et lits sombres à minéraux ferromagnésiens, une texture granoblastique hétérogranulaire, formée de plagioclase, pyroxène essentiellement altéré mais avec en plus d'amphiboles (Hornblende et des minéraux opaques (Magnétite).

#### **des léptynites:**

Les Léptynites apparaissent sous forme des bancs massifs, parfois lenticulaires de couleur blanchâtre, caractérisées par leur aspect à gros grain et grossièrement foliées (Ferkous, 1995). Localement elles ont subi une migmatisation qui est une fusion partielle attribuée à l'éburnéen (Haddoum *et al.*, 1992).

Sur le plan microscopique, on a essentiellement des feldspaths (plagioclase) et du quartz en plaquettes étirées.

#### **des pyroxénites:**

Elles sont en association avec les séries para dérivées, affleurant sous forme des bancs et lentilles de couleur gris vert sombre plus au moins serpentinisés.

Microscopiquement, elles sont constituées par des pyroxènes, amphiboles (hornblende) et des opaques, en texture granoblastique.

#### **des syénites:**

Elles constituent des intrusions mises en place vers la fin de l'événement tectono-métamorphique éburnéen (Bernard Griffiths *et al.*, 1988).

Dans notre secteur d'étude, les syénites apparaissent sous forme des roches de couleur rosâtre, affleurant en masse allongées d'orientation NE-SO, ainsi qu'en petits amas intercalés dans les orthogneiss (fig. II-3).

En lame mince, la roche présente une texture grenue avec une association essentiellement de feldspath potassique (Microcline, Orthose), de Quartz parfois porphyrique parsemé de micas blanc (Muscovite) ainsi que des minéraux accessoires (Epidote, Sphène).

#### **b. Série para dérivée :**

Des granulites alumino-magnésiens:

Il s'agit de roches denses de couleur sombre associées aux marbres et quartzites à magnétite (fig. II-3). Elles sont formées de pyroxène, quartz, biotite, spinelle et plagioclase.

#### **des marbres à minéraux:**

Dans notre secteur d'étude, les marbres jalonnent la zone de cisaillement que l'on peut suivre sur plusieurs kilomètres, Elles sont recoupées par des syénites datés de 2000 Ma (Haddoum, 1992).

Ces marbres (fig. II-4) montrent des foliations soulignées par divers minéraux olivine, spinelle, grenat ; Macroscopiquement, ils sont constitués principalement de calcite ou dolomite et de spinelle, d'olivine, de mica magnésien (phlogopite) avec une texture granoblastique.



Fig. II-4 : Photo montrant le marbre à minéraux du môle d'In Ouzzal

#### **des quartzites à magnétite:**

Ce sont des roches de couleurs brun clair, avec des taches de magnétite associées aux marbres et syénites.

Microscopiquement caractérisés essentiellement par du Quartz isogarnulaire, et une dissémination d'opagues (magnétite).

#### **des dolérites-diabases:**

Ces roches sont intensément altérées, se présentant sous forme des dykes d'extension horizontale décimétrique et d'épaisseur centimétrique, localisées uniquement dans le bloc archéen. Elles recoupent toutes les formations para-dérivées et ortho-dérivées (fig.II 3).

Microscopiquement, elles sont constituées essentiellement de plagioclases, d'amphiboles, pyroxènes altérés, apatite, épidotes et d'opagues.

#### **2.2.2. Ensemble à matériel protérozoïque:**

Il longe la bordure orientale du cisaillement Est-Ouzzalien 2°30', montrant une alternance de gneiss et d'amphibolites avec quelques niveaux de quartzites et marbres. (fig. II-2).

#### **Gneiss :**

Ce sont des roches de couleur blanc à gris clair, à grains fins, représentant une série monoclinale à pendage moyen (70°E). La foliation est orientée à N160°, oblique sur la zone de cisaillement N-S (Ferkous, 1995, 2002).

Ces gneiss sont composés essentiellement de quartz, de feldspath (microcline et plagioclase) et d'une rare biotite (Ferkous, 1995).

#### **Amphibolites:**

Il s'agit de roches caractérisés par une texture grano-blastique et composées essentiellement d'amphibole, de quartz et d'opagues.

#### **Quartzites:**

Affleurent, essentiellement à l'Est, des gneiss avec lesquels ils montent un contact intrusif. Ces roches sont composées essentiellement de quartz, de plagioclase, de feldspath, d'amphibole, de biotite, et de minéraux accessoires (allanite, zircon, sphène, apatite, minéraux opagues) avec une texture grano-blastique (fig. II-5). (Ferkous, 1995, 2002).



Figure. II-5 : Photo montrant un quartzite.

### **2.2. 3. La zone de cisaillement Est Ouzzalienne:**

La zone de cisaillement Est- ouzzalienne est une zone influencée par la faille Est-ouzzalienne qui a joué en décrochement dextre (une centaine de kilomètres de rejet horizontal d'après R. Caby) se traduit par de larges zones de mylonites/ultramylonites, injectées par de très nombreux filons de quartz, échelonnés en direction N-S, renfermant fréquemment des lentilles de gabbros foliés syn-cisaillement. Cette zone présente une foliation globalement parallèle à la foliation du domaine Est - protérozoïque, mais recoupe nettement la foliation éburnéenne du bloc d'In Ouzzal, de direction N10° à Amesmessa avec une largeur moyenne de 1,5 km.

Le contact avec le bloc archéen d'In Ouzzal est tranché et montre sur une épaisseur de 50 m une déformation cataclastique discrète parallèle aux planaires mylonitiques. Par contre, à l'Est le contact est progressif et graduel, des ultramylonites à la mylonite puis à la protomylonite vers les gneiss du domaine protérozoïque. (Rapport ORGM, 1993).

#### **Domaine de la protomylonite:**

Vers l'Est, à 3 km avant d'atteindre la bande de cisaillement où tout le matériel est mylonitique, les différentes lithologies sont déjà affectées partiellement par la déformation mylonitique, plus particulièrement les gneiss quartzo-feldspathiques. Dans ceux-ci, les textures originales ne sont pas détruites. On note seulement un léger étirement des grains et un nourrissage partiel des grains de quartz. Les grains de feldspath sont catalasés, roulés et entourés par des micas. Les minéraux ferromagnésiens, moins résistants, se transforment en chlorites et en amphiboles mais quelques reliques peuvent subsister. Les biotites des plans de foliation sont toutefois discrètes. (Rapport ORGM, 1993).

### **Domaine des mylonites:**

Dans ce domaine, les textures magmatiques et métamorphiques originelles ont complètement disparu au profit d'une foliation et d'un litage tectonique. La quasi-totalité des constituants primaires est recristallisée et étirée. Les cristaux de quartz sont nourris par des transferts de silice, donnant des rubans polycristallins dans lesquels on observe une mosaïque de cristaux denticulés: séricite, quartz et carbonates et pyrite. Elle correspond à des conditions de faciès schistes verts profond. (Rapport ORGM, 1993).

### **Domaine des ultramylonites:**

Ces domaine est très déformé, caractérisé surtout par la circulation des solutions hydrothermales comme l'atteste la présence de bérésites, de nombreux filons de quartz auro-sulfurés. Aussi, de nombreux filons de rhyolites jalonnent toute l'étendue de ce domaine, sur des centaines de kilomètres.

Les ultramylonites sont de couleur gris foncée à noire à grain très fin .Elles sont rubanées, finement schistifiées. L'origine de ces roches peut être aussi bien les granulites basiques qu'acides. Il est à remarquer que dans les limites du gisement prédominent les mylonites de composition acide qui diffèrent des précédentes par leur couleur gris clair ou crème. La puissance des ultramylonites atteint 200-500 m (Rapport ORGM, 1993).

## **3. GEOLOGIE DE LA REGION AMESMESSA**

### **3.1. Introduction :**

La zone d'Amesmesssa est située à environ 500 Km au Sud-Ouest de Tamanrasset et à environ 150 Km au Nord de la frontière malienne. Elle est localisée dans une zone de cisaillement causée par l'accident Est Ouzalien qui sépare le bloc Archéen à l'Ouest et le bloc protérozoïque à l'Est, (fig. II-6.7).

Le bloc Archéen est caractérisé par l'événement tectono-métamorphique Eburnéen (2000 Ma) tandis que le bloc protérozoïque est structuré au panafricain (600 Ma).

Généralement, les grandes zones de cisaillement s'accompagnent par des couloirs de mylonites avec une foliation d'allongements caractéristiques (Caby, 1968; Caby et Boullier, 1977).

Cette zone fait partie de la zone de cisaillement qui s'est structurée lors des événements éburnéen et panafricain et relativement plate et de faible altitude (550 m); les gisements sont distants de 60 km, de coordonnées géographiques suivantes :

***20°55'30''-21°03' latitude Net 2°28'-2°31'25''-longitude E.***



Figure. II-6 : Localisation géographique de la région Tirek-Amesmessia.

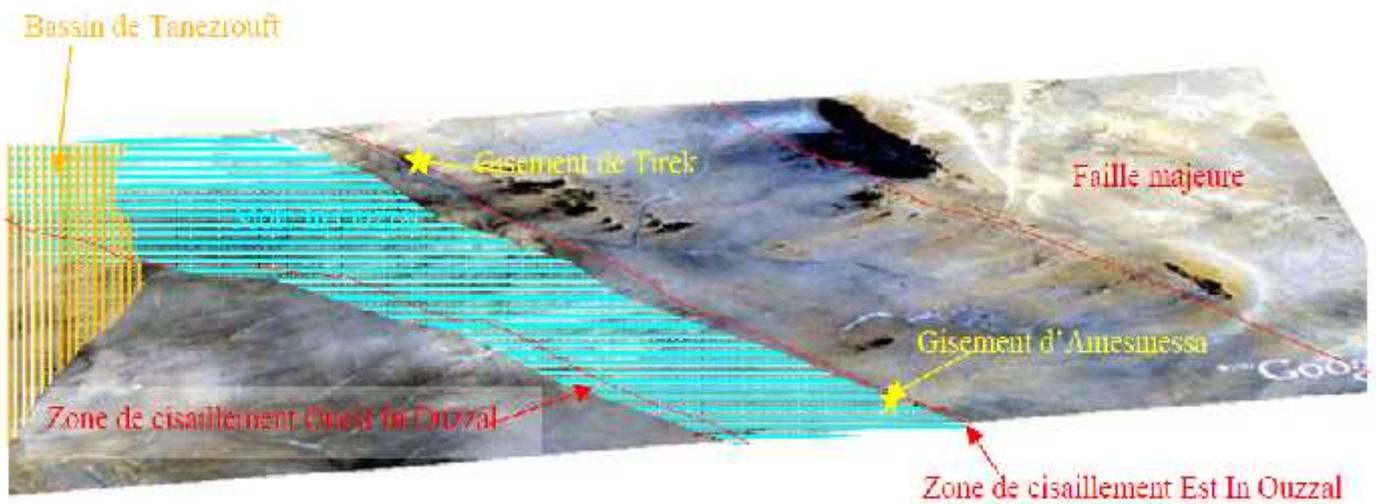


Figure. II-7 Localisation de tirk-Amesmassa par rapport à l'occident EST Ouzalien

Le climat de la région est désertique et sec à nettement continental, la pluviométrie annuelle moyenne est de 5 à 10mm avec des averses exceptionnelles tous les 10 à 15 ans. L'absence de végétation, favorise l'étude des affleurements et des vents de sable saisonniers sont à signaler. Cependant, la présence de recouvrement de dépôt meubles surtout éoliens peut parfois empêcher les observations géologiques.

### **3.2. Lithologie des districts Tirek-Amesmessa sont à noter (Djemai, 2008):**

Le gisement d'Amesmessa est localisé dans la Shear Zone Est Ouzzalienne (SZEO) séparant les deux unités majeures de la région (fig. II-7).

Dans le périmètre du gisement d'Amesmessa et dans sa partie Ouest affleurent les roches du môle In-Ouzzal d'âge Archéen remobilisées au Paléo-protérozoïque (fig. II-9). Elles sont représentées par des méta-gabbros, gabbros, gabbro-diorites, amphibolites et des pyroxénites. Elles sont granitisées à différents degrés. Les granito-gneiss jouissent également d'une large extension. On y note aussi des intercalations de marbre à olivine- spinelle et grenat avec des quartzites.

La partie orientale du gisement d'Amesmessa est occupée par les roches du Paléo-protérozoïque. Elles sont représentées essentiellement par des gneiss leucocrates et des granito-gneiss au milieu desquels apparaissent rarement de minces interlits d'amphibolites et des quartzites, recoupés par des gabbros, des diorites et des granodiorites.

La partie centrale du gisement représente la zone d'influence de la faille majeure In Ouzzal Est (SZEO). Elle est matérialisée par une bande mylonitique large jusqu'à 1.5km, injectée par de très nombreux filons de quartz, échelonnés en direction N-S (Fig. II-9). Ce couloir mylonitique renferme fréquemment des lentilles de gabbros foliés.

Le degré de broyage augment de l'Est vers l'Ouest, où les mylonites passent à des ultramylonites. À l'Est, le contact avec les roches du Paléo-protérozoïque est progressif et graduel. Alors que le contact Ouest avec les roches du môle granitique d'In Ouzzal est très net. Il est souvent marqué par des zones de broyage.

Les roches intrusives sont peu exposées dans les limites du gisement. Dans le bloc archéen les roches basiques et ultra basiques forment de petits massifs en forme de demi-lune. A l'Est, les gabbro-diorites constituent des dykes subméridiens puissants de 200-300 m et longs jusqu'à 2-3 km. On rencontre aussi des dykes de rhyolite, de gabbro-diorites et de diabase, ainsi que les dykes de composition granitique.

La Shear Zone Est Ouzzalienne (SZEO) est l'élément tectonique et structural majeur qui contrôle la mise en place de toute la minéralisation aurifère de la région. C'est une shear zone

subméridienne  $2^{\circ}30'$  qui a joué en décrochement dextre et qui se suit sur plusieurs centaines de kilomètres. Cette faille est accompagnée de fractures parallèles et diagonales.

Les fractures parallèles à l'accident majeur encaissent les filons et les zones filoniennes de quartz aurifère. Les zones de mylonitisation et de broyage intense favorisent le développement des bérinites (ou metasomatites). Les fractures les plus tardives sont de direction NE-SO et E-O.

Les fractures NE-SO sont les plus récentes, elles recoupent et décrochent toutes les formations géologiques de la région. Leur pendage est sub-vertical. En effet, ces dernières semblent être disposées en coulisses et jouent un rôle important dans la localisation des zones minéralisées déplacées.

Les fractures E-O, représentées par les filons de quartz E-O sont les plus tardives. Ils sont datés à 577 Ma (Ferkous et Monié, 2002).

Ces filons affleurent au sein des mylonites et sont constitués de quartz blanc limpide à laiteux très pauvres en or. Ils ne sont pas déformés et montrent des structures rubanées comprenant des bandes de quartz en dents de peigne perpendiculaires à la direction des filons et des bandes de quartz géodiques (fig. II-8).

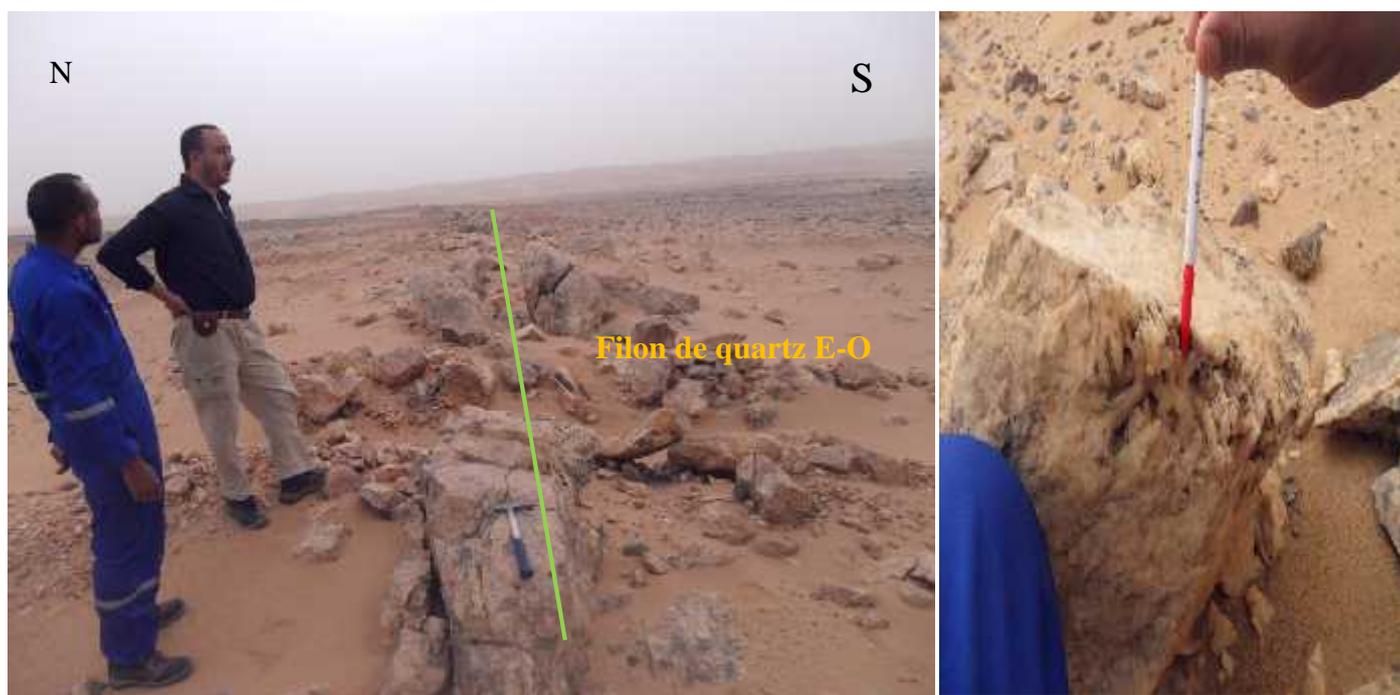
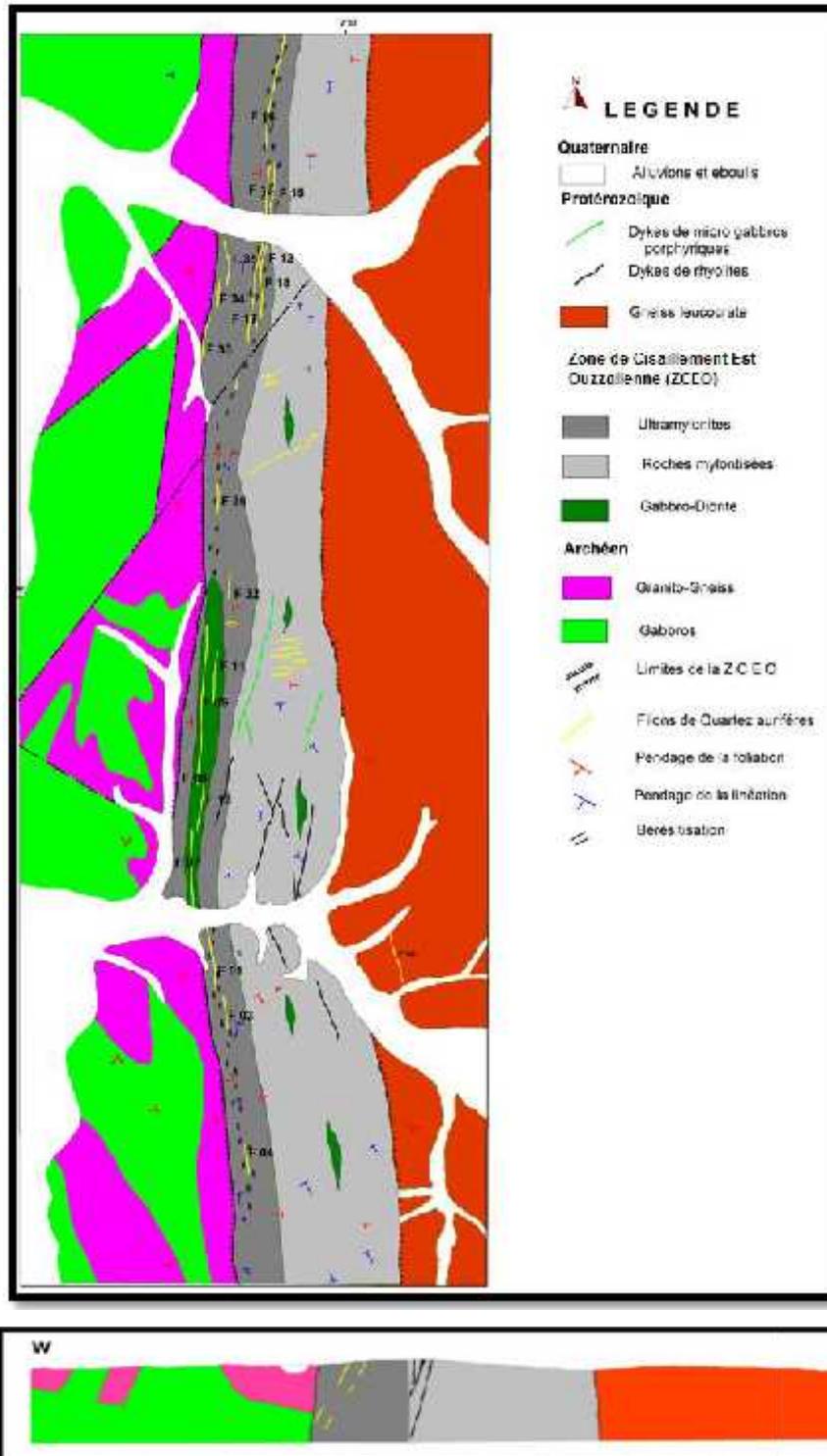


Figure. II-8 : Photo montrant un filon de quartz E-O, recoupant les mylonites à l'Est de la SZEO. La photo à droite montre la morphologie en dents de peigne et en géode de ce filon de quartz.



0 1Km

Figure. II-9 : Carte et coupe géologique du gisement d'Amesmesa (ORGM, Pozdniakov, 1993).

### 3.3. Les formations intrusives:

Dans le secteur d'étude, les formations intrusives de faible extension sont représentées surtout par de petits corps et des dykes de gabbros (fig. II-12), de diorite et de roches ultrabasiques. Les roches de composition basique à ultrabasique sont plus caractéristiques pour la partie Ouest du gisement (Amesmessa) où elles affleurent dans les cœurs des structures archéennes. Ces roches constituent de petits massifs allongés ou en forme demi-lune. Les dimensions des corps allongés varient de quelques dizaines à quelques centaines de mètres. Ces roches ont toutes subi des processus d'altérations secondaires : chloritisation, calcification, épidotisation, serpentinisation etc (Rapport ORGM, 1993).

Les roches de composition intermédiaire sont plus caractéristiques pour la partie Est du gisement où elles constituent des corps en forme de dyke dont la puissance est de l'ordre de 200-300m, tandis que la longueur atteint 2-3km.

Dans les limites du gisement on rencontre aussi des dykes de rhyolite (Fig. II-10), de felsite, diorite-porphyre, gabbro-diorite, diabase, granite-porphyre, aplites et pegmatites aplitiques. Les dykes de gabbro-diorites, de rhyolites et de felsites-porphyres ont une direction NNO tandis que les dykes de micro diorites (Fig. II-11), de diorite-porphyres et de diabase sont orientés NNE. Tous les dykes ont une puissance qui varie de quelques mètres à 3-5m et



Figure. II-10 : Photo montrant un dyke de Rhyolite.



Figure. II-11 : Photo montrant un dyke de micro diorites.



Figure. II-12 : Photos montrant un dyke de gabbro

### 3.4. Bref aperçu tectono-métamorphique:

La région d'étude Amesmessa est localisée dans une zone de cisaillement causée par l'accident Est –Ouzzalien ; celle-ci sépare le bloc archéen à l'Ouest et le bloc protérozoïque à l'Est. (La limite chronologique entre l'archéen et protérozoïque se situe aux environs de 2500 Ma).

Deux grands événements tectono-métamorphique ont affecté la région d'étude :

**a.** L'évènement tectono-métamorphique éburnéen (2000 Ma), affectant les séries granulitiques archéenne et protérozoïque inférieur, qu'il a complètement remobilisé.

**b.** L'évènement tectono-métamorphique panafricain (750-530 Ma) ; qui, au niveau des grands accidents subméridiens qui limitent le terrane limitrophe, a induit une rétromorphose des granulites en schistes verts avec l'apparition de trémolite, chlorite et épidote. C'est au cours de cet événement panafricain et le long de l'accident Est- Ouzzalien d'une part, et du réseau des failles conjuguées qui lui sont associées d'autre part, que s'est mise en place la minéralisation aurifère actuellement en exploitation à Amesmessa (Attoum, 1983 ; Semiani, 1995 ; Mariganc *et al.* 1996 ; Aissa *et al.* 2000, Ferkous et Morie, 2002).

#### **a. structures tectoniques éburnéennes:**

La déformation éburnéenne, a été interprétée comme la succession de deux stades (Haddoum et al ,1994). Le premier correspond à des structures en nappes suivi par le fonctionnement de zones de cisaillement transcurrentes qui correspond au deuxième stade (Djemai, 2008).

A l’affleurement, les caractères structuraux les plus frappants sont caractérisés par la déformation ductile, se traduisant par une foliation subverticale de direction NE-SO et une linéation d’entièrement orientée N-S (fig. II-13), et un métamorphisme général de faciès granulitique (Semiani, 1995).

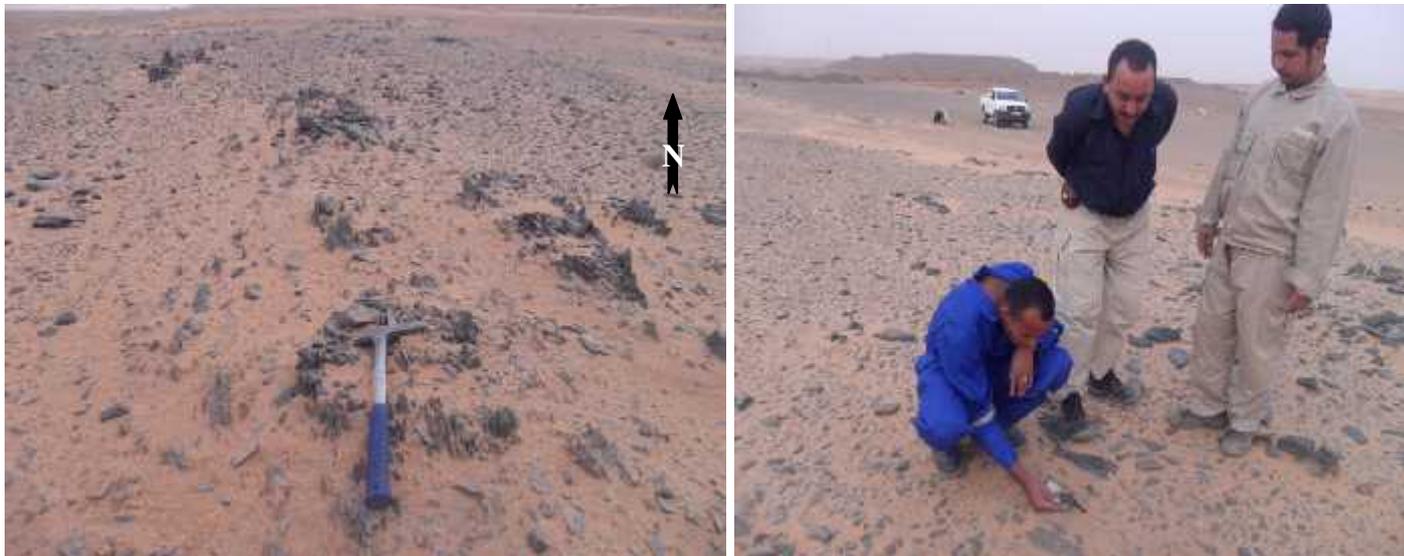


Figure. II-13 : Schistosité N-S verticale affectée par une protomylonitisation.

**a. structures tectoniques panafricaines:** On peut distinguer:

**-Une déformation ductile :** représentée par l’accident Est Ouzzalien qui épouse la direction du méridien  $2^{\circ}30'$ ; il est matérialisé par une mylonitisation progressive d’Est en Ouest de toutes les formations qui l’encaissent, en donnant des protomylonites – mylonites et des ultramylonites qui impriment une schistosité ayant la même direction que l’accident Est Ouzzalien (N-S). (fig. II-14).

On note aussi l’existence d’une linéation d’étirement qui est parallèle aux axes des plis d’entrainements de direction statistiquement pareille que la schistosité.



Figure. II-14 : déformation ductile représentée par l'accident Est Ouzzalien qui épouse la direction du méridien  $2^{\circ}30'$ .

**-Des déformations cassantes:** représentées essentiellement par deux grands décrochements de direction NE-SO et NO-SE, recoupant l'accident Est Ouzzalien dont la direction NE-SO est la plus prépondérante. Ces accidents sont caractérisés par des rejets assez importants puisqu'ils décalent les dykes de dolérites. Ils s'accompagnent aussi par des failles mineures qui se regroupent en deux familles de même orientation que les décrochements et des diaclases qui affectent l'ensemble des formations.

On note aussi l'existence d'une linéation d'étirement qui est parallèle aux axes des plis d'entrainements de direction statistiquement pareille que la schistosité.

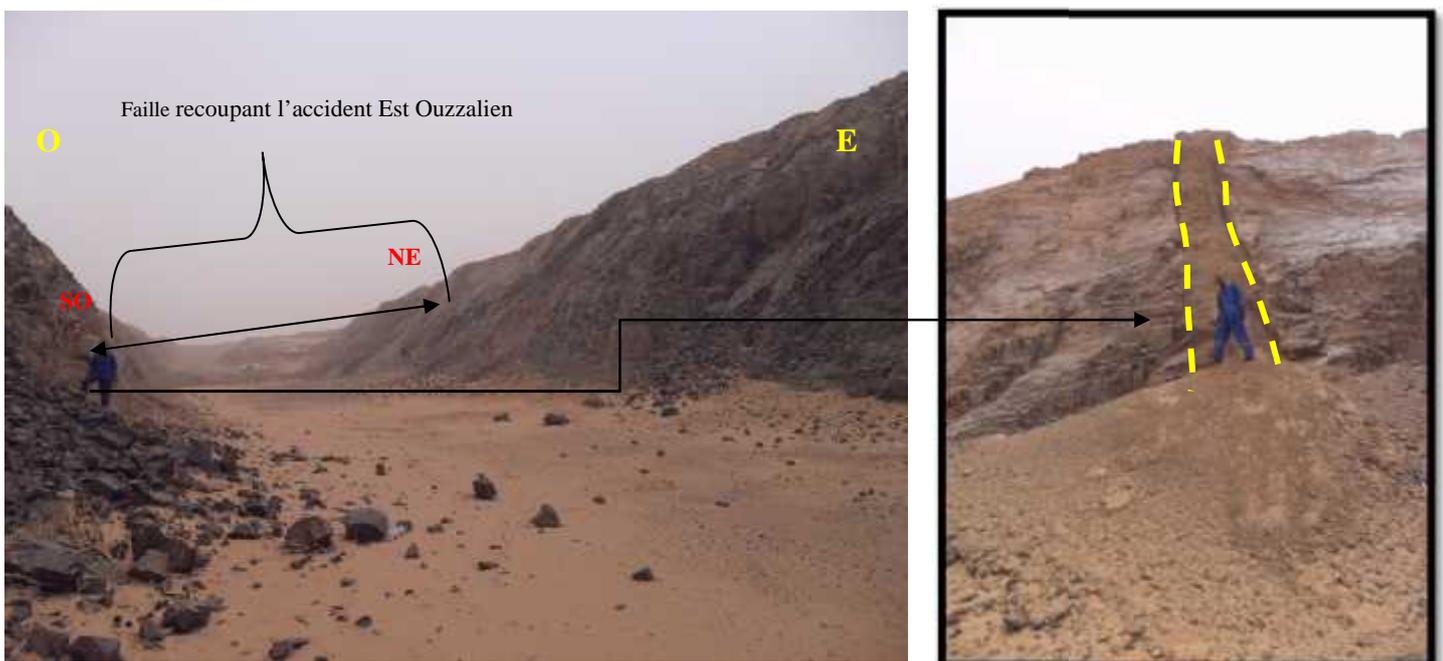


Figure. II-15 : La faille affectant le gisement avec une réouverture et un remplissage postérieure.

#### 4. CONCLUSION :

Le Hoggar est une zone mobile de collision aux environs de 700 à 600 Ma constitué des terrains structurés entre 750 – 550 Ma. (Caby (1976). Il est subdivisé en trois domaines tectoniques, où la symétrie est remarquable entre le Hoggar occidental et oriental par rapport au Hoggar central (Haddoum, 1992). Par ailleurs, d'autres auteurs (1994) ont proposé une nouvelle subdivision du Hoggar, qui consiste en 23 terranes (fig. I-3). Les grandes failles subméridiennes sont également la conséquence de cette collision. Elles étaient probablement transcurrentes, ce qui permis la surrection de domaines supposés profonds aux côtés de domaines plus superficiels.

On note la présence de deux blocs rigides plus anciens (môle In Ouzzal et môle d'Issalane) au sein de formation plus jeunes.

L'évolution tectonique et la structuration de l'accident Est Ouzalien ont fait l'objet de nombreux travaux (Attoum, 1983 ; Djemai et Ghezzali, 1991 ; Semiani, 1995). Dans la région d'Amessmessa, ces travaux confirment qu'il s'agit bien d'un cisaillement dextre, compatible avec une déformation non coaxiale progressive et cisailant (fig. II-16).



Figure. II-16 : Carte géologique et structurale de la région d'Amessmessa et de l'In Ouzzal Sud, issue des travaux de terrain et du traitement de l'image satellitaire Landsat 7 ETM+ montrant les structures en dômes et bassins. La trajectoire de la foliation et les accidents (d'après ORGM).

La prédominance de deux familles de linéaments, l'une orientée NE-SO, généralement dextre, et l'autre NO-SE, souvent senestre, est compatible avec un réseau conjugué et une direction de raccourcissement ENE-OSO. Ceci est à lier à la collision entre le Craton Ouest Africain et le Bouclier Touareg au panafricain.

# *Chapitre III :*

**CONTEXTE  
GITOLOGIQUE LOCAL**

# 1. ETUDE GITOLOGIQUE

## 1.1. Introduction :

Les principaux gisements et indices aurifères du Hoggar sont localisés dans ou à proximité d'une zones de cisaillement profonde dont le principal rôle a favorisé la mise en place des roches magmatiques diverses, qui ont favorisé la circulation des fluides (Aissa *et al.*, 2002).

Notre zone d'étude «Amesmassa» jalonne le couloir mylonitique de la zone de cisaillement Est Ouzzalienne (ZCEO) qui représente un cisaillement ductile dextre subvertical.

La zone de cisaillement qui contient les filons de quartz aurifère montre une orientation moyenne N-S, qui est bordée à l'Ouest par le bloc granulitique d'In Ouzzal et à l'Est par les domaines pharusiens gneissique et dioritique (fig. III-1).

A l'intérieur du couloir mylonitique, trois domaines peuvent être distingués sur la base de l'intensité de la déformation qui augmente progressivement d'Est en Ouest (Semiani, 1995 ; Ferkous, 1995 et 2002) (fig. III-1) :

- domaine des protomylonites,
- des mylonites
- des ultramylonites

Les filons de quartz aurifère du môle d'In Ouzzal ont une importance économique et sont répartis suivant deux grands champs filoniens Tirek et Amesmassa.

Dans notre travail nous nous sommes intéressés à l'étude du champ filonien d'Amesmassa.

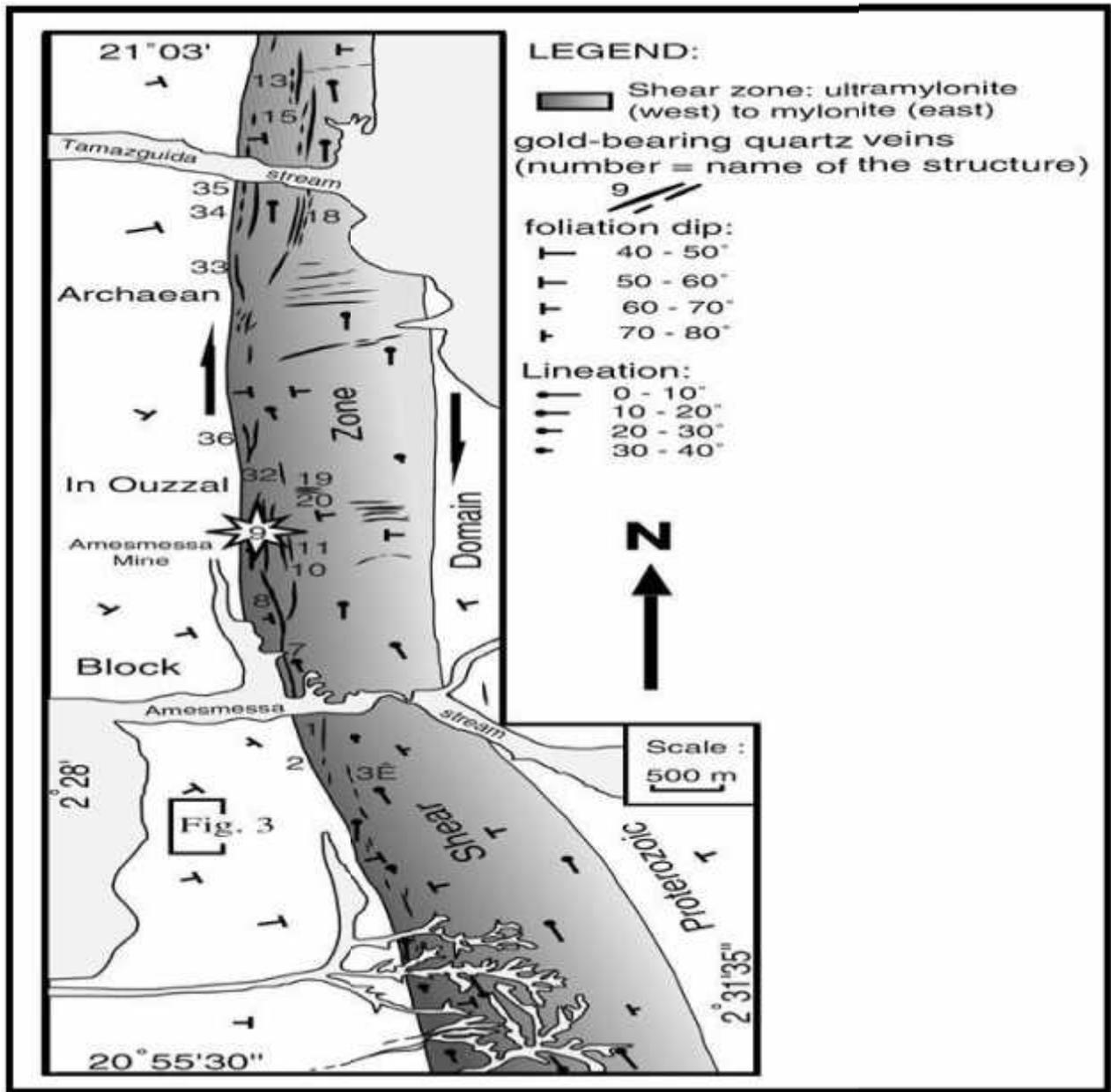


Figure. III-1 : Carte géologique schématique et structurale de la région d'Amesmessa. Les traits épais avec un numéro représentent les filons de quartz aurifère (d'après Farkous, 2002).

## 1.2. Le champ filonien d'Amesmessa

Le gisement aurifère d'Amesmessa est situé à environ de 500 Km au Sud-Ouest de la ville de Tamanrasset, et à 60 Km au Sud du gîte de Tirek. Il est caractérisé par un champ filonien s'étendant sur une superficie de 30 Km<sup>2</sup> en direction subméridienne (N – S). Il comporte de nombreuses zones filoniennes et des filons de quartz dont trente six (36) étudiés par des tranchées et dix (10) par des travaux de forage (ORGM, 1993).

Trois secteurs y ont été individualisés: Nord, Centre et Sud ; le secteur central étant le plus intéressant et le mieux étudié (fig. II-9).

### 1.2. 1. Les filons de quartz

Suivants leurs direction, il existe plusieurs types de filons de quartz, (N - S, NE - SO et E - O) présentant ou non une minéralisation aurifère.

**a. Les filons de quartz aurifères :** Ils sont situés soit sur les bordures, soit à l'intérieur de la zone de cisaillement 2°30.

- **La morphologie des filons :** la forme générale des filons de quartz aurifère est très variable et complexe. Les filons présentent des gonflements à leur centre et des rétrécissements à leurs extrémités ainsi que des ramifications ou bifurcations. Ils présentent aussi des formes lenticulaires délimitant des lentilles indépendantes; les veinules de quartz sont aussi fréquentes. (fig. III-2).

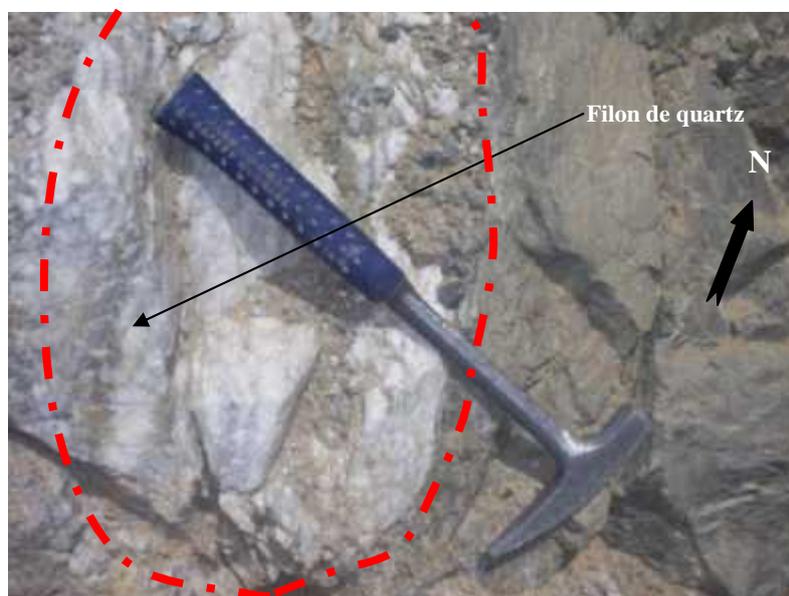


Figure. III-2 : filon de quartz sou forme de lentille.

#### - Disposition des filons

Les filons sont généralement disposés dans un même système, il s'agit d'une série de filons ou de filonnets de quartz discontinus, qui se rejoignent par endroits pour constituer un seul filon. Parfois, ces filons sont continus sur tout le long de la surface d'affleurement. D'une manière générale, les filons se disposent en échelons, parallèles, subparallèles ou en essaim.

### - Direction des filons

Généralement, on distingue trois types de filons en fonction des particularités structurales des zones de cisaillements (fig. III-3).

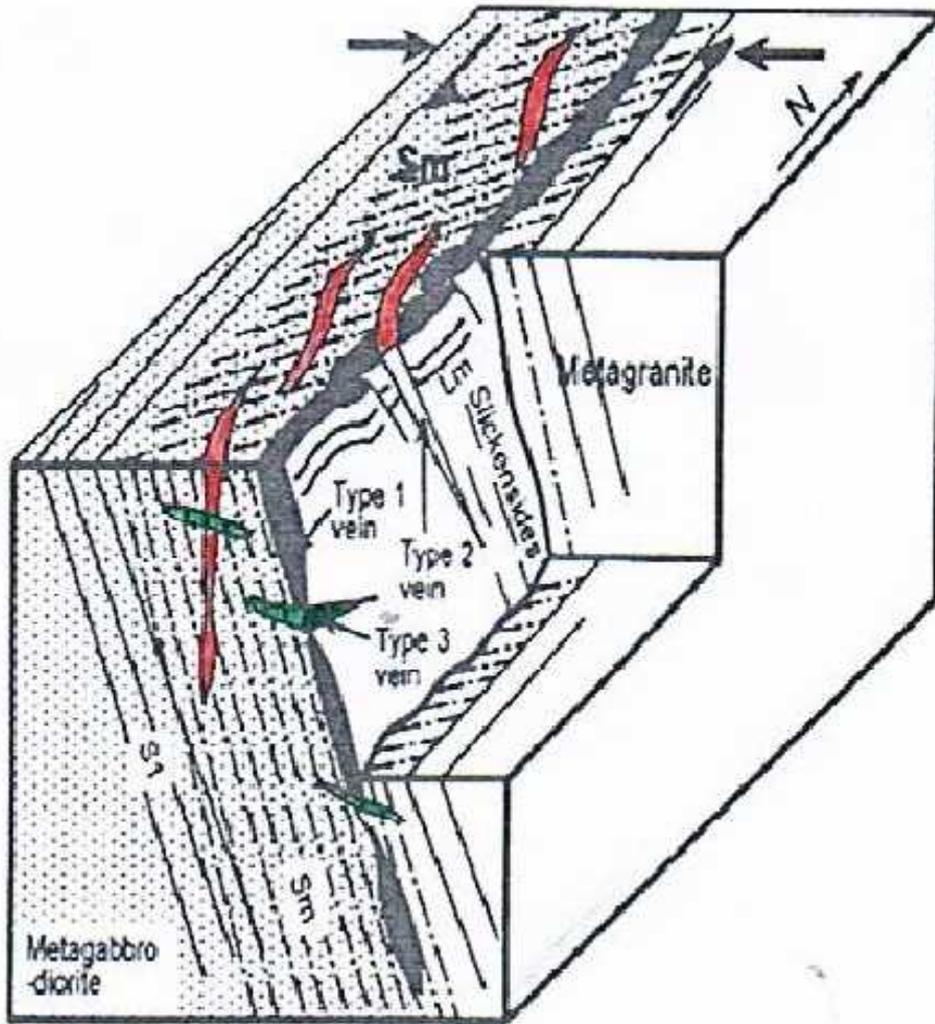


Figure. III-3 : Diagramme classique montrant les différents type de filons de quartz aurifère dans une zone de cisaillement (Ramsay et Robert).

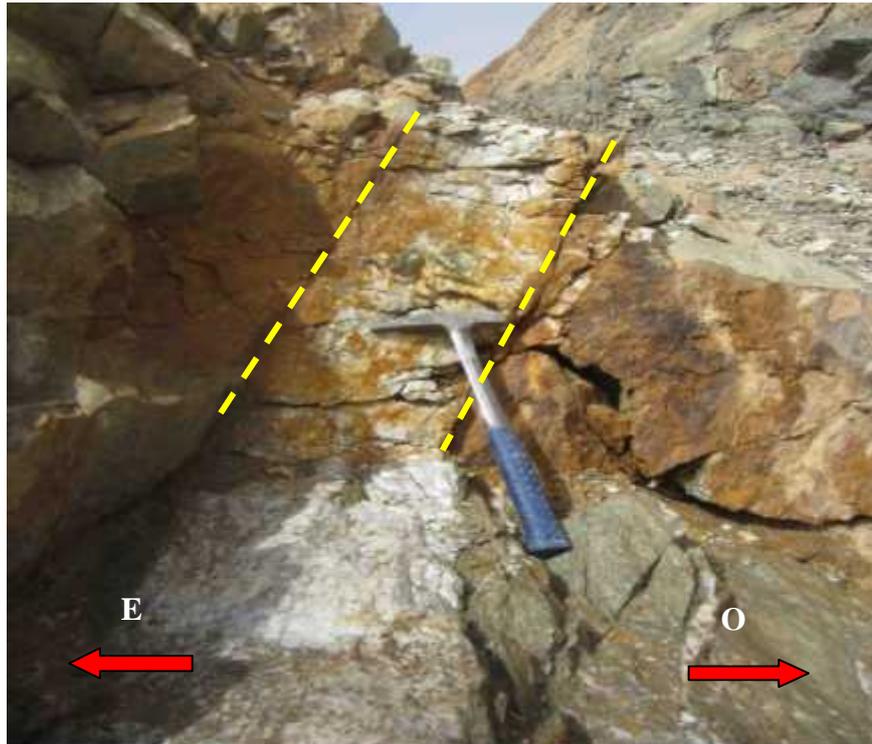


Figure. III-4 : filon de quartz d'orientation N-S.

- **Les filons de quartz d'orientation N-S**

Ils affleurent dans toutes les parties du gisement, en position parallèle à la zone de cisaillement est-ouzzalienne (ZCEO). Ils peuvent atteindre 800 m de longueur, avec une épaisseur métrique, et plus de 300 m de profondeur. Le pendage est de l'ordre de  $70^{\circ}$ O. (fig. III-4).

La minéralisation (Sulfures et or natif) est plus riche dans les rubans de quartz gris et noir.

Les sulfures sont par ordre décroissant d'abondance : Pyrite, galène, et plus rarement sphalérite et chalcopryrite.

- **Les filons de quartz d'orientation NE-SO**

Ils se rencontrent dans les gisements et les indices associés aux failles tardives, d'orientation  $N20^{\circ}$  à  $N40^{\circ}$ . Les cataclasites et les brèches y sont très nombreuses (Semiani, 1995). La minéralisation aurifère portée par ces filons n'apparaît qu'à l'intersection de ces failles fragiles avec le cisaillement majeur est-ouzzalien qu'elles décalent selon des rejets horizontaux allant jusqu'à quelques centaines de mètres (Semiani, 1995).

- **Les filons de quartz d'orientation E - O**

Ils sont légèrement abandonnés parce qu'ils sont pauvres en or. Ils affleurent principalement au Nord – Est de la mine d'Amesmesa dans les mylonites sous forme de petits filons isolés subparallèles entre eux, mais parfois associés à des veinules de direction

NO–SE à NNO – SSE, sur une longueur de 300 m et d'épaisseur métrique. Ces filons sont caractérisés par :

- 1) L'absence de déformation ductile du quartz.
- 2) L'absence de fracturation.
- 3) L'absence de l'altération hydrothermale à leurs épontes.
- 4) L'aspect disséminé des sulfures.

#### **Les filons de quartz non minéralisés**

Ils sont localisés loin de la zone de cisaillement

- **L'ensemble protérozoïque à l'Est :**

Ils sont issus des processus métamorphiques au cours de l'orogénèse panafricaine. Dans cet ensemble, les filons sont situés dans les plans de foliation des structures affectant les gneiss. D'autres, en revanche sont sécants sur la foliation métamorphique et soulignent les différentes failles de type fragile d'orientation NE, NNE, NO(1995).

Lorsque ces filons recoupent le cisaillement est-ouzzalien d'orientation NE, ils sont susceptibles de présenter des occurrences aurifères (Semiani 1995, Ferkous, 1995, 2002).

- **L'ensemble Archéen à l'Ouest :** suivant trois familles :

- Ceux qui sont antérieurs au métamorphisme granulitique éburnéen.
- Ceux qui sont d'âge inconnu, les structures éburnéennes avec des orientations non préférentielles.
- Ceux qui sont situés dans des zones de cisaillement d'orientation comparable à celle des filons porteurs, quand ces filons sont contenus dans les formations d'orthogneiss charnokitique (loin de la série paradérivée).

#### **1.2. 2. Roches encaissantes**

On peut réaliser les observations suivantes :

- Les filons présentent des contacts tranchés et nets avec les roches encaissantes ; parfois on peut observer une faible bréchification sur les épontes des filons
- La nature des roches encaissantes est variée (ultramylonite, mylonite, granite, gneiss, granito-gneiss et gabbros) tout au long de la zone de cisaillement.

#### **1.2. 3. Contrôle lithologique de la minéralisation**

- Les filons de quartz aurifères font partie intégrante de la zone de cisaillement est-ouzzalienne (ZCEO).

- Ces filons discontinus forment en fait des zones filoniennes. Ils sont disposés dans l'espace d'une manière assez régulière systématiquement vers la bordure de la ZCEO, là où le degré de mylonitisation est maximal. Parfois, ces filons débordent sur le domaine des ultramylonites et apparaissent dans les terrains archéens peu mylonitisés.
- Il existe une relation nette entre la nature du protolithe et la richesse en or des filons. Alors que les filons de quartz existent d'une manière pratiquement continue sur tout le long de la bande ultramylonitique et ne sont minéralisés que lorsque l'un des deux cas se présente :
  - a) Lorsque les filons de quartz traversent les ultramylonites à protolithes de roches basiques, ils s'enrichissent en or.
  - b) Dès que ces roches para-dérivées, plus particulièrement les marbres et les amphibolites du domaine ouzzalien, sont pris dans ce cisaillement, on a noté parfois l'apparition des filons à leur proximité.
- La paragenèse minérale rencontrée dans ces filons varie en fonction de la nature des roches environnantes.

Ces observations indiquent donc qu'il existe un contrôle de premier ordre de l'intensité de la minéralisation aurifère par la nature pétrographique locale du protolithe encaissant.

#### **1.2. 4. La zone de contact filon de quartz aurifère/mylonite**

On peut délimiter trois (03) parties différentes :

- a.** Le filon de quartz moins déformé.
- b.** La zone bréchifiée du filon.
- c.** Les épontes (ultramylonites).

La limite entre les filons moins déformés et la zone de quartz bréchifiée est soulignée par une facture rectiligne.

##### **a. Le filon de quartz moins déformé**

Le quartz est le minéral le plus affecté par des familles de fractures obliques, suivant la même direction que celle de l'allongement des cristaux de quartz du filon. Ces familles de fractures sont remplies suivant un ordre décroissant d'abondance par : des carbonates, du quartz, de la pyrite, de la séricite (fig. III-5).



Figure. III-5: un filon de quartz peu déformé.

**a. La zone bréchifiée des filons**

Elle est constituée par 90% de quartz noir recristallisé. L'élément anguleux des ultramylonites est prédominant. Les minéraux déposés sont par ordre décroissant d'abondance : quartz, séricite, carbonates, rutile, pyrite (Ferkous, 1995), (fig. III-6).



Figure .III-6: une zone bréchifiée du filon 07.

#### a. Les épontes des ultramytonites

Les épontes des ultramytonites montrent une limite assez nette avec la zone bréchifiée. Elle est globalement parallèle à la fracture bordant la zone déformée du filon. (fig.III-7).

Ces épontes sont constituées par : 70% quartz, 20% de séricite, 2-3% de carbonates, 4-5% de rutile, 1% pyrite et de zircon (rare) (Ferkous 1995).

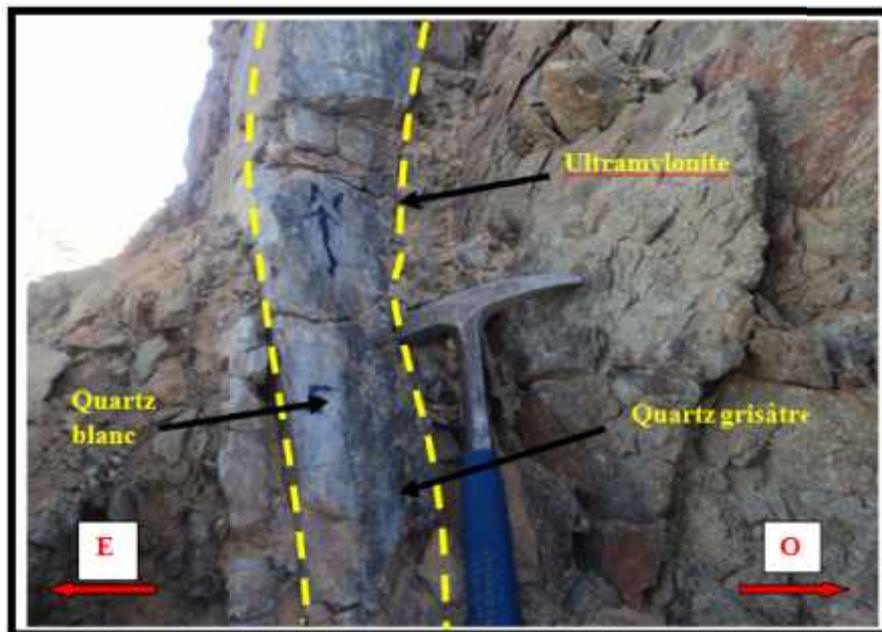


Figure .III-7 : un filon de quartz (centimétrique) formant le contact avec ultramytonites.

### 1.2. 5. Altération hydrothermale

Dans la zone d'étude «Amesmassa», on rencontre un phénomène d'altération hydrothermal particulier appelé bérésitisation. Le nom de bérésite est issu de la littérature « soviétique » et désigne une roche produite par l'altération hydrothermale et qui est composée de quartz,

séricite, pyrite et carbonate. Elle a une teinte brun rougeâtre en surface et vert clair quand elle est fraîche. Cette altération hydrothermale se manifeste dans les roches encaissantes ultramylonitisées avec une géométrie assez régulière, et se traduit par la formation de :

- a) **Quartz** : en forme de filonnets et veines, de couleur blanc grisâtre à blanc laiteux, xénomorphe suivant la foliation ultramylonitique.
- b) **Séricite** : en paillettes dispersées suivant la même foliation.
- c) **Calcite** : en veines bien développées, montrant une disposition interfoliée avec l'ensemble quartz-séricite.
- d) **Pyrite** : elle est en dispersion hétéro-cristalline automorphe qui montre parfois dans les limites de ses cristaux un développement de calcite et quartz microcristallin.

Les travaux de Semiani (1995) et Ferkous (1996) ont permis de proposer l'ordre de succession de l'altération suivant :

- 1) La carbonatation est postérieure de l'épisode ductile.
- 2) La pyrite est anté à syn-carbonatation.
- 3) La silicification s'accompagne d'un développement d'une deuxième génération de pyrite postérieure à la carbonatation.

Il ressort que l'altération hydrothermale dans l'encaissant ultramylonitique est antérieure à la mise en place de la minéralisation aurifère dans les filons de quartz.

Cette altération, généralement tardive est localisée dans les fractures et les plans de cisaillements. Elle est constituée de calcite et de séricite avec une même imprégnation d'oxydes et d'hydroxydes de fer, ainsi que des grains d'or. Ceci indique que cette altération hydrothermale est responsable de la mise en place de la minéralisation aurifère dans la caisse filonienne.

### **1.3. Caractéristiques des zones aurifères d'Amesmess**

#### **1.3. 1. présentation des zones filoniennes**

Sur le territoire du gisement, l'ORGM a mis en évidence 50 zones filoniennes, dont 36 furent l'objet de travaux plus au moins détaillés (ORGM, 1993).

Le gisement dont l'extension N-S est de 13 Km, est subdivisé en trois secteurs : Centre, Nord et Sud (fig. II-9).

- **Le secteur Centre**

Il est constitué par les filons 7, 8, 9,10 et 11 qui sont les plus importants, du point de vue économique. Ils sont aussi les mieux étudiés jusqu'à ce jour. Les zones 7, 8, 9 sont continues du Nord au Sud sur près de 3 Km. La largeur des zones varie de 1-2 m à 25-30 m.

Les zones 8 et 9 sont celles qui possèdent les plus grandes extensions horizontales et verticales (jusqu'à 440 m de profondeur) pour une teneur moyenne de 34.7 g/t et une puissance du corps minéralisé de 1.13 m.

- **Caractéristique des zones filoniennes**

- **La structure aurifère centre**

- a. La zone 9**

Le filon 9 est le plus important de tout le gisement, de par ses réserves et son degré d'étude à l'heure actuelle. Ceci est dû au fait que c'est dans cette zone où est enregistré le plus grand nombre de filons et où les roches sont les plus bérésitisées. (fig.III-8).

La direction générale de la zone est subméridienne (N5 – 10° à N15°) avec un pendage 65 – 75° O et épaisseur de l'ordre de 0.5 à 0.8m. Le contact avec les roches encaissantes n'est pas net, mais progressif.

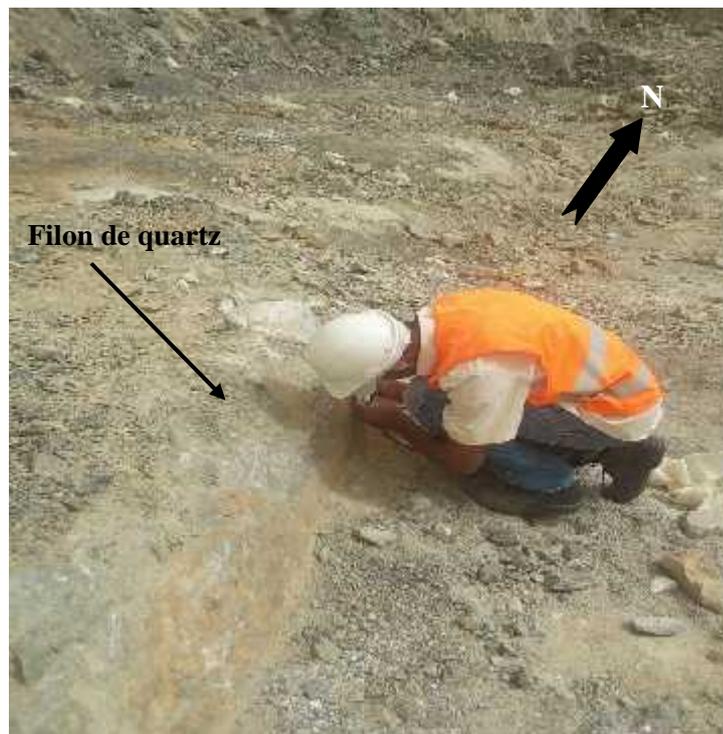


Figure .III-8 : filon de quartz (zone 09).

Ce filon est caractérisé par un quartz massif de couleur blanc laiteux à gris présentant un rubanement aux épontes. IL montre des microcisaillements parallèles aux épontes.

Il renferme des petites graines des galènes et pyrite disséminés dans la masse quartzeuse. On y observe souvent des microfractures dans un quartz rempli par la pyrite. Les épontes

sont représentées par un quartz gris à noir avec une texture béchique, et une zone du broyage riche en sulfure (pyrite) et oxydes de fer (limonite).

La roche encaissante est un gabbro de couleur vert foncé, montrant à sa surface des fentes d'extension remplies par du quartz blanc (stérile), parfois rose du à l'oxydation des sulfures.

#### **a. La Zone 8**

D'une longueur de 800 m, elle est située au Sud de la zone précédente. La morphologie de cette zone est plus simple que celle de la zone 9. Elle est en réalité représentée par du quartz filonien de direction  $N0^{\circ}-80^{\circ}W$ , de couleur blanc à gris dont les salbandes sont constituées de bérésite où le contact filon-encaissant est progressif. Cette zone affectée par de nombreuses failles décale les filons minéralisés.

Le quartz blanc laiteux massif est parcouru par des zones correspondant à du quartz microcristallin et des sulfures déposés en liaison avec des microcisaillements. Ces derniers sont parallèles aux épontes qui sont nettes.

Parfois, la roche aux épontes est constituée par un quartz grenu de couleur gris – verdâtre riche en grains de pyrite. L'observation détaillée montre que ce quartz est traversé par des veinules millimétriques de quartz gris-clair.

Ce dernier montre des fractures sous forme de fontes remplies par du quartz blanc stérile au centre et gris riche en sulfure aux épontes.

#### **b. La Zone 7**

La zone 7 constitue le prolongement sud de la zone 8 avec laquelle elle est en relai. (fig. III-9) : Elle est constituée par un réseau de filons et de filonnets lenticulaires de direction  $N0^{\circ}-75^{\circ}O$  sur une longueur total de 1100 m ; et elle est caractérisée par une puissance de bérésites pouvant atteindre 20-25 m.



Figure .III-9 : filon de quartz recoupé par une faille post minéralisation avec la bérésites.

#### **b. Les Zones 10 et 11**

Ces deux zones sont situées à 50-100 m à l'Est des zones 8 et 9. Elles sont suivies en surface respectivement sur 500 et 900 m. Les deux zones sont constituées de filons de quartz de direction subméridienne (pendage 60-70° O) et disposés en relai. par différence aux autres zones, elle sont caractérisées par un faible intensité de l'altération hydrothermale (bérésistation).

- **Le secteur Nord**

Il est situé à environ 3 km au Nord du précédent. Il est constitué par les zones 12, 17,18 situées au Nord de l'oued Tamesguida et les zones 13, 15,16, situées au Sud de cet oued. Ce secteur représente 19,2 % des réserves total du gisement sur 3 Km de longueur.

A ce même secteur sont rattachées la zone 33 et la zone 34 et enfin la zone 35 situées le long de la bordure occidentale de la faille In Ouazzal-Est. Au Sud de la zone 17 et en direction du secteur central sont situées les zones 36 et 32.

- **La structure aurifère nord :**

- **Zones 12 et 18**

Localisées sur la rive gauche de l'oued Tamsguida , ces zones sont constituées par des filons de quartz parallèles en relai . Les longueurs sont respectivement de 450 et 700 m.

La morphologie des zones filoniennes est irrégulière. Elle est représentée par des filons principaux de direction N165°-65°O.

Les zones hydrothermalisées et bérésitisées sont moins importantes que dans la zone 9.

#### - **Zones 13 et 15**

Ces deux zones sont situées au Nord des deux précédentes et sont localisées le long de la rive droite de l'oued Tamasguida. Leur direction est N165 – 65 O avec des longueurs variant de 650 à 800 m. Le quartz est gris foncé à noir, fissuré et contenant des sulfures : pyrite et galène.

La continuité nord de ce filon se fait par un quartz noir, rose, gris, et blanc lenticulaire avec une épaisseur de 3-40 cm et une direction N150°-68°O.

Le quartz blanc laiteux, montre une texture massive au sein duquel on observe des petits nids de galène. En outre, le quartz gris est intensément fracturé et montre des cavités et des cassures remplies par des hydroxydes de fer et des petits nids de galène.

La bérésite est également affectée par une fracturation tardive, et elle est traversée par des veinules de quartz grisâtre.

#### - **Zone 16**

Cette zone se trouve au Nord du gisement .Elle est encaissée dans des roches mylonitiques altérées, caractérisées par la présence de plis et microplis.

Le corps minéralisé, de direction N10°-40°O est constitué par du quartz gris – foncé à noir contenant de la pyrite et de la galène. Les salbandes bérésitisées sont aurifères.

#### - **Zone 17**

Cette zone est située sur la rive sud de l'oued Tamasguida et à l'Ouest des zones 12 et 18, sur une longueur de 950 m. Les caractéristiques du quartz et la morphologie des corps minéralisés sont identiques à celle des zones précédentes.

#### - **Zone 33**

Elle est située à 150-200 m à l'Ouest de la zone 17. Cette zone est représentée par un filon de quartz de morphologie assez simple et dont le pendage est subvertical.

#### - **Zone 36**

Elle constitue le prolongement de la partie sud de la zone 17 et elle sert en quelque sorte de lien entre les secteurs sud et Nord. Elle est suivie en surface sur une distance de 650 m. La profondeur n'a pas été étudiée.

Le filon principal forme un réseau de lentilles centimétriques de direction N20°-60°O. Cette zone est caractérisée par un quartz de couleur blanc, gris, rose, où la puissance du corps minéralisé varie de 1 à 6 m.

- **La structure aurifère Sud :**

Elle est séparée du secteur Nord uniquement par des dépôts meubles.

A ce secteur sont rattachées les zones 1, 2, 3, 4, dont la longueur est de 2 Km. Les sévices de ce secteur représentent 6,4% de la réserve totale.

En profondeur, n'a été étudiée que la zone 1, où la minéralisation a été suivie jusqu' à 120 m de profondeur avec une teneur : 34,8 g/t et 1.29 m de puissances.

- a. Zone 1**

Cette zone est située le long de la rive sud de l'oued Amesmassa et constitue le prolongement sud du secteur centre : Le tonnage en or est assez important et constitué de environ 3,6% de la réserve totale. Cette zone est constituée de plusieurs filons et filonnets de quartz blanc à gris de direction N0°-75°O et montrent des salbandes bérésitisées .

- b. Zone 3**

Elle est située au sud de la zone 1.

- Longueur, 350m
- Puissance 0,2-5,9m (moyenne = 1,29m)
- Teneur en or : 0,2 à 62,6 g/t avec une moyenne de 11,8 g/t.

- c. Zone 4**

C'est la zone située à l'extrême Sud d'Amesmassa, dont les réserves en or sont appréciables. Le filon principal est de direction N170°- 70°O, constitué par un réseau de filons de quartz de couleur noire.

Le filon principal est recoupé par un autre filon de quartz aurifère de couleur gris foncé de direction N120°-75°N.

En résumé, le tableau suivant (02) permet de synthétiser les données relatives aux zones filoniennes.

- **Le secteur aurifère Est**

Il est situé à l'Est de zone 9 et constitué par les zones 19 et 29. A ce secteur est rattachée la zone 30 qui est localisée au Nord de l'Ouest Amesmassa et à l'Est de la zone 7.

Cette zone dont les filons en majorité orientés E-O est pratiquement stérile. Le tableau N° 02 permet de synthétiser les données relatives aux zones filoniennes.

#### **1.4. Données des tranchées et celles des sondages**

##### **1.4. 1. Le secteur Centre :**

###### **a. Zone 09 :**

La zone 09 est subdivisée en deux sous-zones plus au moins parallèles entre elles. Chacune d'elle est constituée par un réseau de filons et de filonnets discontinus disposés en

échelons très déformés. Le corps minéralisé apparaît souvent sous forme de filons lenticulaires.

Les plus fortes teneurs en or sont rencontrées dans les parties centrales du filon, là où le corps minéralisé est constitué par plusieurs filonnets très déformés et bréchifiés et plus particulièrement dans leurs extrémités.

La profondeur maximale de la minéralisation peu atteindre 440 m où la teneur moyenne en or est de 34.7 g/t pour une puissance de 1.13 m.

#### **b. Zone 08**

Cette zone est constituée par un réseau de filons lenticulaires disposés en échelons. On note des amincissements et des épaisissements avec un léger changement de direction (19°-61°O). La distribution des teneurs en or est irrégulière, les teneurs les plus élevées sont rencontrées aux épontes et aux extrémités des filons, dans le cas où le corps minéralisé est constitué par un seul filon sous forme lenticulaire. Les filons peuvent atteindre une profondeur de 290m, où la teneur est de 2.1 g/t pour une puissance de 1.53 m.

La puissance moyenne de la zone varie entre 0.1 et 7.4 m (1.61 m en moyenne) avec des teneurs inférieures à celles de la zone 9 qui sont de l'ordre de 8-10 g/t en moyenne. Les teneurs et les puissances maximales sont caractéristiques des niveaux supérieurs.

#### **c. Zone 07**

Cette zone a été affectée par deux failles tardives: NE – SO en décrochement senestre et la deuxième NO – SE en décrochement dextre. La puissance de la zone varie entre 0.1 et 9.6 m (moyenne = 1.42 m), tandis que les teneurs oscillent entre 0.1 et 507.4 g/t (moyenne = 13.0 g/t).

La morphologie de la zone est très irrégulière. On constate de fréquents amincissement et épaisissements. La profondeur maximale des filons est de 148 m avec une teneur de 10.7 g/t, et une puissance de 1.27 m. Les teneurs en or sont élevées dans les zones les plus tectonisées et surtout dans les épontes et les extrémités des corps lenticulaires.

#### **d. Zone 11**

Il s'agit de petits filons constitués par plusieurs filonnets discontinus riches en or. Les teneurs les plus élevées en or sont situées aux extrémités des lentilles. La puissance des corps minéralisés varie entre 0.4 et 4.2 m (moyenne = 1.89 m), les teneurs oscillent entre 0.2 et 372.0 g/t (moyenne = 43.5 g/t). Par exemple, le filon 11 est constitué par un réseau de filons lenticulaires minces disposés en échelon. Les filons sont entourés par une mince zone d'altération hydrothermale. On not que les teneur en or sont extrêmement faible dans les zones où les altérations hydrothermales sont très réduites. La puissance moyenne des cops minéralisés est de 31.3 g/t. les zones les plus riches en or (104 g/t) sont situées aux épontes et aux extrémités des lentilles.

## **1.4. 2. Le secteur Nord**

### **a. Zones 12 et 18**

**Filon 18** : li est représenté par des minces filons lenticulaires, parfois discontinus. Cette zone a été affectée par une faille selon un décrochement senestre. La puissance des corps minéralisés varie de 0.1 à 1.33 m. les teneur en or oscillent entre 0.2 à 16.30 g/t ; cependant les plus élevées (4132 g/t d'or) sont rencontrées dans les extrémités des lentilles ainsi que dans les zones intensément tectonisées.

**Filon 12** : la puissance des corps minéralisés varié de 0.1 à 4.7 m (moyenne =1.2 m). Les teneurs en or oscillent entre 0.2 et 241.0 g/t soit 17.7 g/t en moyenne.

### **b. Zones 13 et 15**

Ils sont disposés en parallèles et en échelons, et constitués par des réseaux de filons et de filonnets discontinus.

**Filon 13** : il est affecté par deux failles de directions NE-SO et NO-SE. Il est caractérisé par une zone d'altération hydrothermale très épaisse. La puissance des corps minéralisés varie entre 0.1 et 4.8 m (moyenne =1.32 m) et la teneur de 0.3-897.9 g/t (moyenne : 16.3 g/t).

**Filon 15** : La zone d'altération hydrothermale est plus épaisse que dans le filon 13. La puissance des ceps minéralisés varie de 0.1 à 4.8 m (moyenne = 1.32 m) et la teneur de 0.3 – 897.9 g/t (moyenne : 20.6 g/t).

### **c. Zone 16**

La puissance du corps minéralisé varie de 0.1 à 5.6 m, avec une moyenne de 1.24 m. La teneur varie de 0.2 g/t à 1450 g/t avec une moyenne de 16.5 g/t. La partie nord de cette zone est caractérisée par des teneurs faibles en Or (rapport ORGM, 1993). La profondeur maximale des filons est de l'ordre de 115.9 m où la puissance du corps minéralisé est 1.64 m pour une teneur de 33.4 g/t.

### **d. Zones 17 et 33**

Le corps minéralisé se présente sous forme de lentilles discontinues avec des teneurs faibles (0.08 g/t). La teneur en or augmente dans la partie nord où elle peut atteindre 198.8 g/t à l'extrémité des lentilles. En moyenne elle est de 37.8 g/t.

## **1.4. 3. Le secteur Sud**

### **a. Zone 01**

La zone minéralisée est représentée par de nombreux filonnets discontinus disposés en échelon et en relai. La puissance des niveaux minéralisés varie de 0.5 à 6.0 m moyenne : 2.06 m), les teneur en or varient de 0.2 g/t à 805.6 g/t (moyenne : 24.0 g/t).

L'or est surtout concentré sur les épontes des corps minéralisés. Cependant, les très fortes teneurs en or sont rencontrées intensément tectonisées. La profondeur des filons peut atteindre 110.9 m où la puissance est de 1.29 m et la teneur est de 34.8 g/t.

### **b. Zone 03**

Elle est située au Sud de la zone 1.

- Longueur, 350 m.
- Puissance 0.2-5.9 m (moyenne =1.29 m)
- Teneurs en or : 0.2 à 62.6 g/t avec une moyenne de 11.8 g/t

### **c. Zone 04**

Les teneurs en or varient de 0.1 à 168.4 g/t (moyenne : 16.1 g/t).les zones les plus riches (1054 g/t) sont situées aux épontes et aux extrémités des lentilles.

## **1.5. Conclusion**

Le tableau suivant permet de synthétiser les données relatives aux zones filoniennes.

**NB :** Les données et les résultats liés à la quantité de l'or ont été obtenus dans le laboratoire qui se situe au sein de la société, sauf les zones 7, 8 et 9 dont j'ai personnellement mis le point sur le respect des étapes établies par le laboratoire.

N° des zones minéralisées	Pendage du filon	Teneur moyenne (Au g/t)	Nombre de tranchées	Distance entre les tranchées (m)
1	75°O	24.0	62	9.6
2			12	41.6
3		11.8	28	12.5
4	70°O	16.1	23	9.6
7	75°O	13.0	95	11.6
8	60-80°O	8-10	62	9.6
9	65-75°O	34.7	153	7.8
10	60-70°O	43.5	26	43
11	60-70°O	31.3	20	09
12	65°O	17.7	27	16.6
13		16.3	52	12.5
15	68°O	20.6	70	12.8
16	40°O	16.5	50	13.0
17			51	18.6
18		0.2 à 16.30	47	14.8
33			26	25.0
36	60°O		22	29.5
TOTAL			870	

Tableau. III-1: Tableau synthétique des données relatives aux zones aurifères.

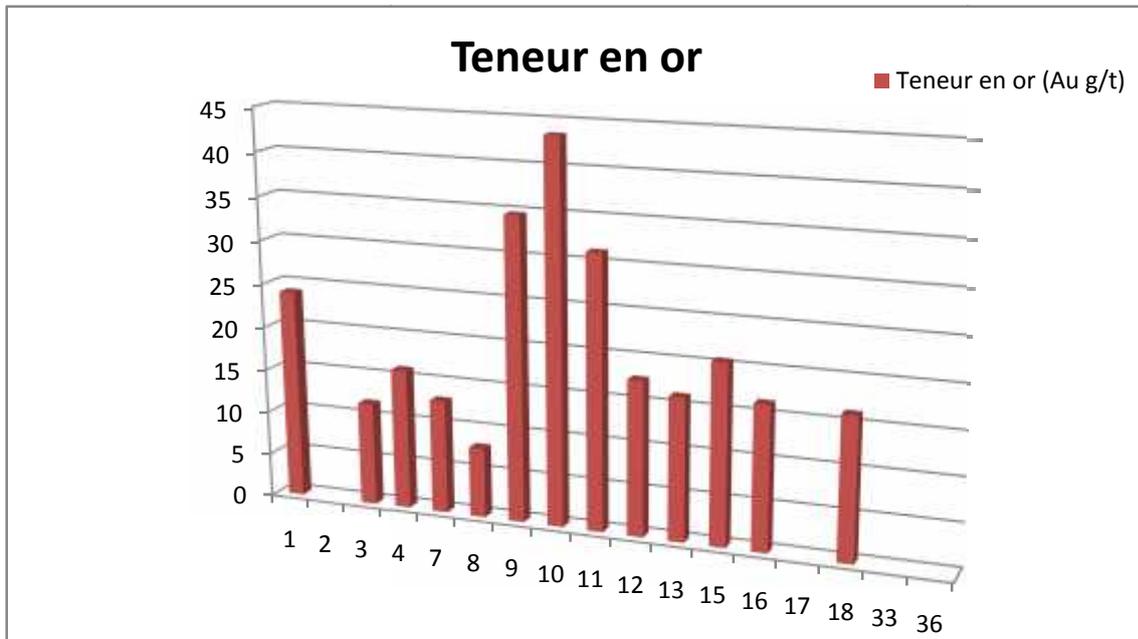


Figure .III-10 : Histogramme présente N° de filons /teneur en or.

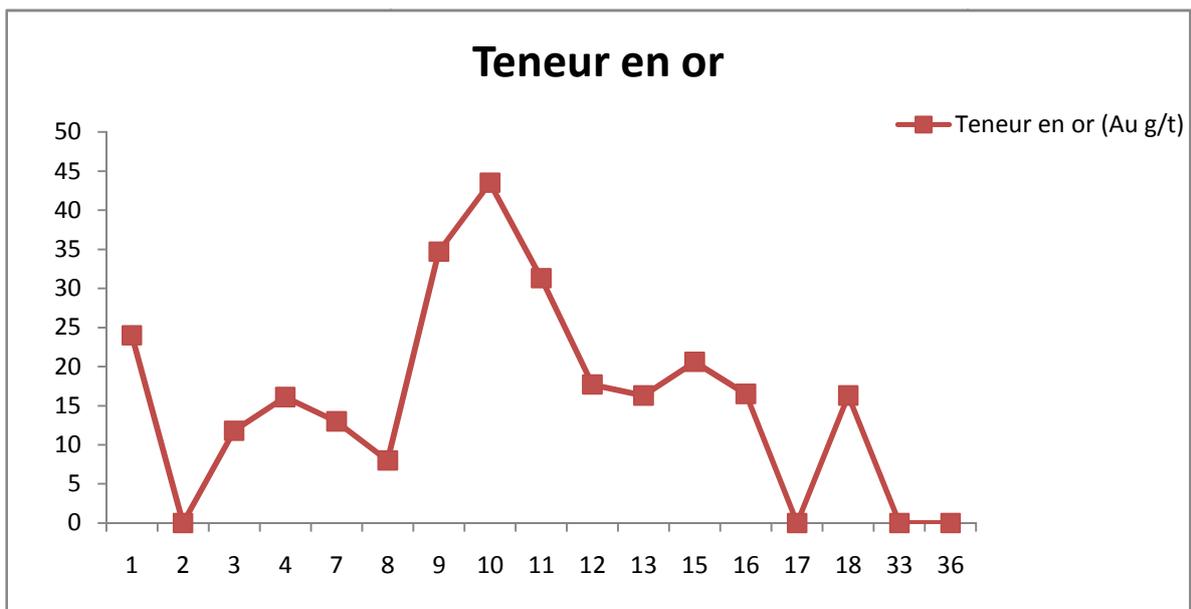


Figure .III-11 : Diagramme présente N° de filons /teneur en or.

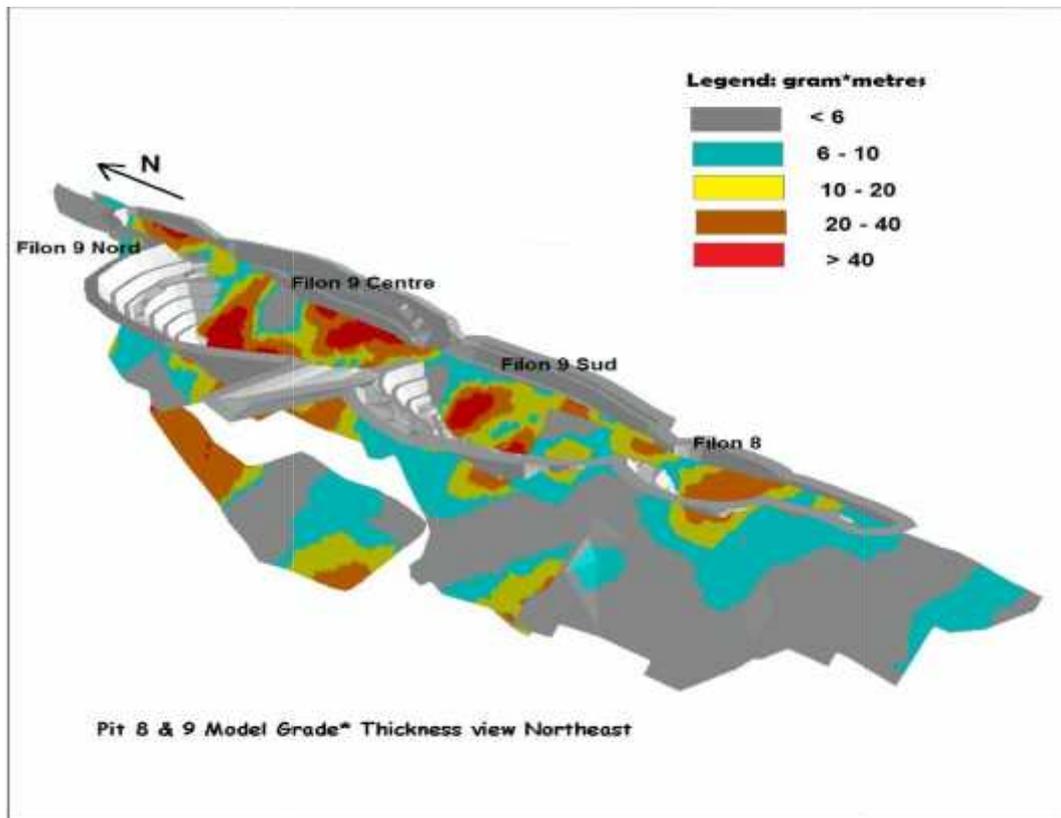


Figure .III-12 : Vue longitudinale N-S du modèle géologique pour les zones filoniennes 9 et 8. ENOR, 2005 inédité.

Dans la zone d'étude, on a 36 filons de quartz riche en or, la teneur dans ces filons est comprise entre 0 et 43.5 g/t dans le filon 10. D'après l'histogramme et le diagramme ci-dessus, la teneur de l'or est plus élevée au secteur centre de la zone (filons 7, 8, 9,10) avec une moyenne total de 16 g/t. (rapport ORGM, 1993). (fig. III-12).

# *Chapitre IV :*

## **ETUDE MACRO ET MICROSCSCOPIQUE**

## **1. INTRODUCTION**

Nous aborderons cette étude par une description macroscopique et microscopique, dans le but d'identifier les minéraux métallifères ainsi que ceux de la gangue pour établir la paragenèse et la succession paragénétique et tenter une approche des conditions de mise en place de la minéralisation.

Pour réaliser cette étude, on a procédé à un échantillonnage à la volée. Les échantillons prélevés ont été traités à l'atelier de litholamellage du Département de Géologie de l'université d'Annaba. On a confectionné ainsi sept (07) lames minces.

L'observation macroscopique des échantillons montre que la minéralisation est disséminée dans la masse quartzreuse, le principal minéral à valeur économique est l'or. Par ailleurs, la phase sulfurée est représentée par la pyrite et la galène. On rencontre aussi des oxydes et des hydroxydes de fer.

## **2. PARAGENESE DES ZONES MINERALISEES :**

L'objectif de l'étude macroscopique et microscopique de la minéralisation d'Amesmessas est de faire une description de la minéralisation sur terrain, à l'échelle de l'affleurement et de l'échantillon, complétée au laboratoire, à l'aide du microscope, par une étude minéralographe et métallographique. Ceci nous a permis d'identifier les minéraux de la gangue et les différentes espèces métallifères et ainsi d'établir la paragenèse et la succession paragénétique.

Cette étude a été opérée sur les filons de quartz porteurs de la minéralisation aurifère, essentiellement ceux où la minéralisation (sulfures) est bien exprimée. Les roches d'altérations hydrothermales ont été aussi examinées. Presque la totalité des échantillons présente des spécimens de roches fraîches. Ils ont été prélevés aux fonds des carrières d'exploitation des filons 7, 8, 9. (fig. II-9).

### **3. DESCRIPTION MACROSCOPIQUE**

#### **3.1. Le quartz (gangue).** (fig. IV-1)

Le quartz constitue plus de 95% de la caisse filonienne. Il montre une texture massive au sein de laquelle on observe de petits nids ou veinules de sulfures (pyrite, galène et rarement sphalérite et chalcopryrite).



Figure. IV-1 : Aspect macroscopique montrant le contact entre le quartz blanc et le quartz gris ZF 9.

Trois types de quartz sont individualisés sur le terrain, le quartz blanc grisâtre, le quartz blanc laiteux et le quartz gris foncé à noirâtre.

#### **3.1. 1. Quartz blanc grisâtre** (fig. IV-2) :

A l'affleurement, il présente une couleur variant du blanc grisâtre au gris. Ce type de quartz peut présenter une texture bréchique, riche en minéralisation auro-sulfurée où la pyrite est dominante.

Il montre des cavités, des cassures et des filonnets remplis par les hydroxydes de fer.



Figure. IV-2 : Aspect macroscopique du quartz gris ZF 7.

### **3.1. 2. Quartz blanc laiteux (fig. IV-3) :**

Il présente une couleur blanche laiteuse à l’affleurement, avec une texture massive où la galène est dominante.



Figure. IV-3 : Aspect macroscopique du quartz blanc laiteux ZF 9.

### 3.1.3. Le quartz gris foncé à noirâtre (fig. IV-4) :

Il est décrit pour la première fois dans la limite du gisement d'Amesmassa. Il constitue des filons indépendants non laminés (F13, F16 et F17), où des filonnets associés au quartz blanc (ZF 9 et ZF15), comme il se trouve dans des lentilles peu déformées. Sa texture est massive et bréchique, mais légèrement cataclasée par comparaison au quartz gris.



Figure. IV-4 : Échantillon de quartz noir massif peu déformé. ZF 8.

### 3.2. Les bérises (métasomatite) (fig. IV-5 ,6) :

La bérise (métasomatite) est une roche composée d'une matrice massive grise verdâtre à claire, recoupée par des veines de quartz blanc laiteux et parcourue de petites veinules de quartz blanc, gris et gris foncé noirâtre de différentes directions. La pyrite, en petits cristaux et cubes, est disséminée dans la matrice tandis que les grands cristaux automorphes jalonnent les microfractures tardives. Elle est plus abondante au voisinage des filons de quartz et présente le seul sulfure visible à l'œil nu dans la bérise. (M. BAGUI, 2015).

La bérise est antérieure au quartz blanc laiteux qui la perce (par fracturation hydraulique).



Figure. IV-5 : Bérise (métasomatite) grise verdâtre, massive, riche en petits cristaux de pyrite disséminés et recoupée par des veines de quartz gris, remplies parfois aussi de pyrite ZF 8.



Figure. IV-6 : Bérise (métasomatite) claire recoupée par une veine de quartz gris, remplie de cristaux automorphes de pyrite et de quartz gris. ZF 8.

### 3.3. La minéralisation auro-sulfurée :

La minéralisation est répartie irrégulièrement dans les filons de quartz; Elle se présente sous forme disséminée, en nids, en amas, en veinules ou bien en remplissage des fissures irrégulières.

L'association minérale est composée de quelques sulfures (pyrite, galène), or et hématite, goethite et limonite.

Les minéraux visibles à l'œil nu sont :

**3.3. 1. La pyrite :** elle constitue le minéral le plus abondant en cristaux automorphes, agrégats ou disséminée dans la masse quartzreuse. (fig. IV- 7) :

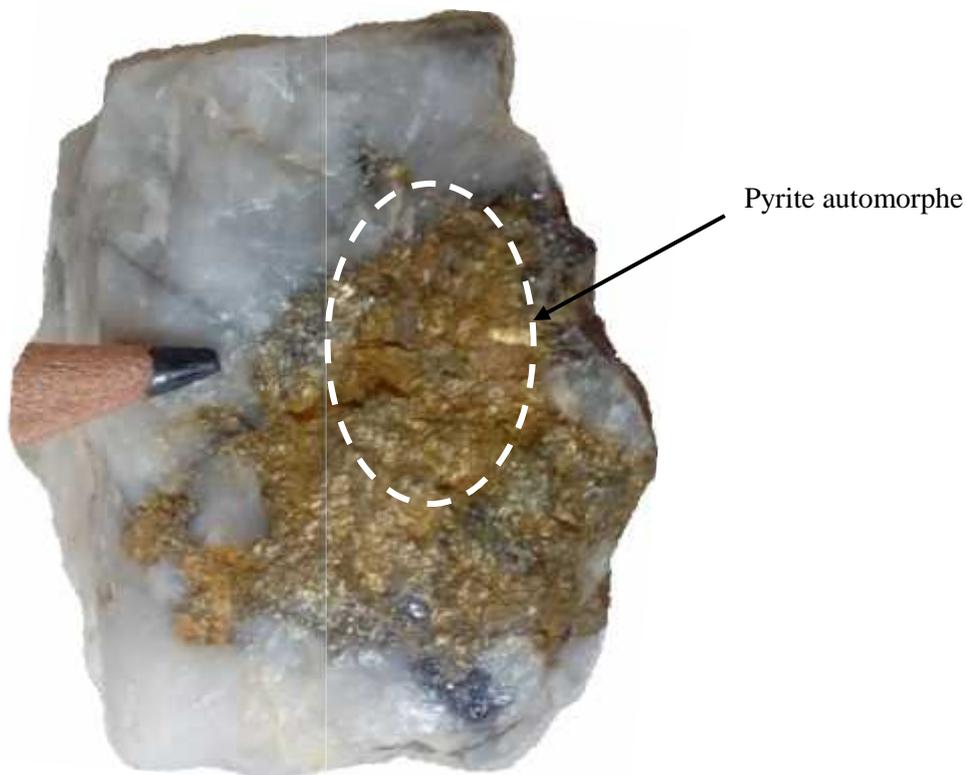


Figure. IV-7 : Aspect macroscopique d'un quartz gris montrant un cristal automorphe de pyrite ZF 9.

**3.3. 2. La galène :** Elle est peu abondante par rapport à la pyrite, visible à l'œil nu, elle se présente en petits nids ou sous forme de mouchetures dans le quartz. (fig. IV- 8,9).



Figure. IV-8 : Aspect macroscopique d'une galène de remplissage dans un quartz blanc laiteux ZF 8.

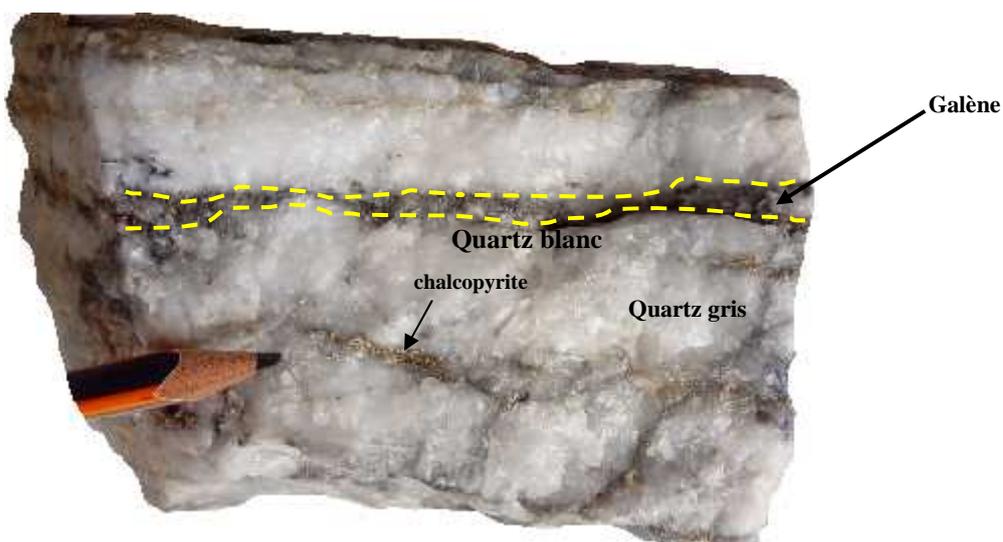


Figure. IV-9 : Aspect macroscopique d'une galène de remplissage dans un quartz gris. ZF 8.

**3. 3. 3. L'or** (fig. IV- 9): Il se présente sous forme libre dans le quartz en petits grains xénomorphes ou dans les cassures en association avec les hydroxydes de fer.

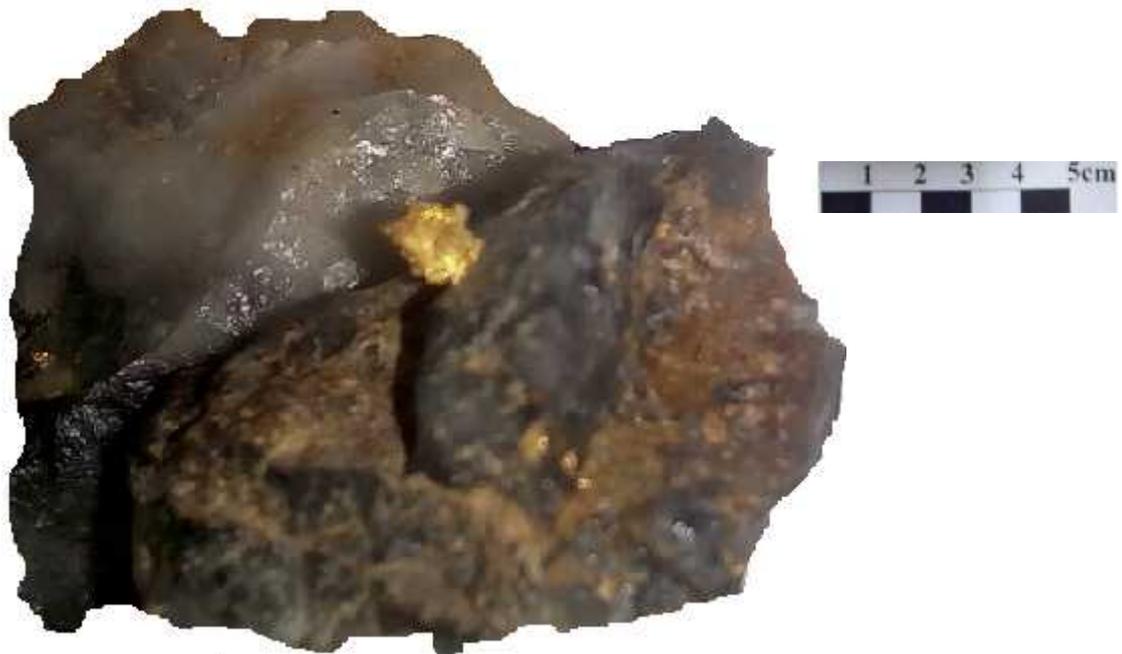


Figure. IV-10 : Aspect macroscopique d'un quartz gris qui contient une des grains d'or natif. ZF 9.

**3.3. 4. Les oxydes et les hydroxydes de fer** (fig. IV- 10,11) : Ils occupent essentiellement les fissures représentées par une couleur rouge brune au sein du quartz. Parfois, ils tapissent les parois des cavités de dissolution.

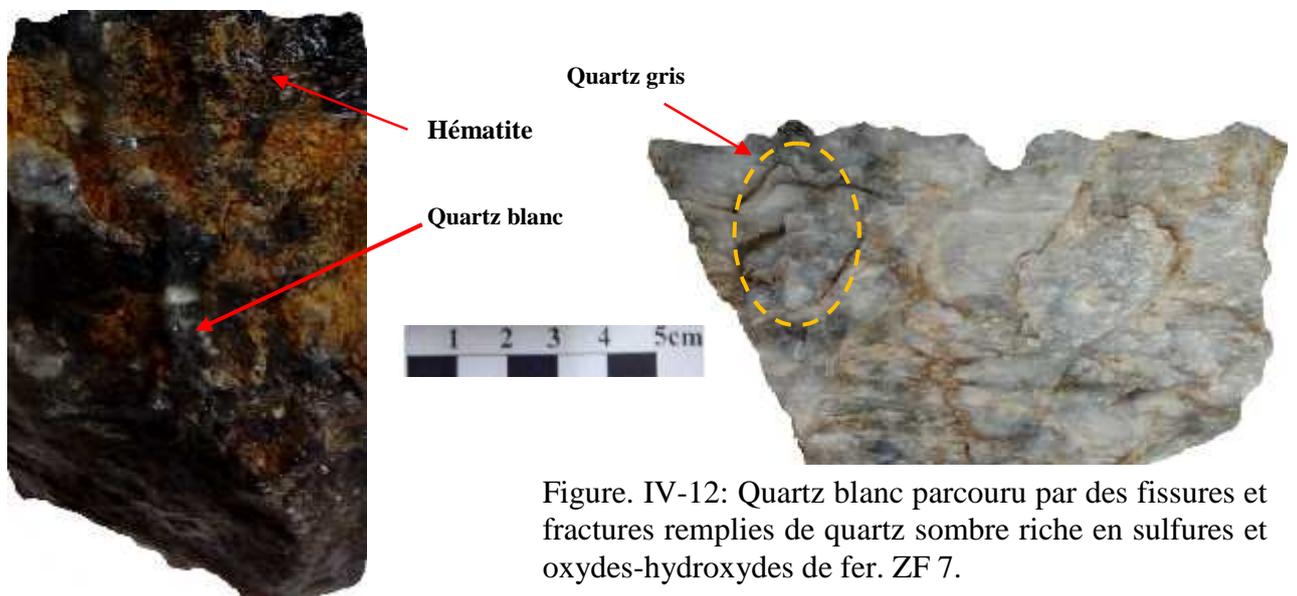


Figure. IV-11 : Echantillon de quartz blanc bréchifié intensément oxydé. ZF 8.

Figure. IV-12: Quartz blanc parcouru par des fissures et fractures remplies de quartz sombre riche en sulfures et oxydes-hydroxydes de fer. ZF 7.

## 4 - DESCRIPTION MICROSCOPIQUE

### 4.1. Les minéraux de gangue

L'étude microscopique des minéraux métallifères et ceux de la gangue nous a permis de mettre en évidence la composition minéralogique suivante :

#### 4.1. 1. Le quartz (SiO<sub>2</sub>)

On distingue trois générations de quartz :

- a. Quartz palissadique (Q I).
- b. Quartz moyen (Q II).
- c. Microcristallin (Q III).

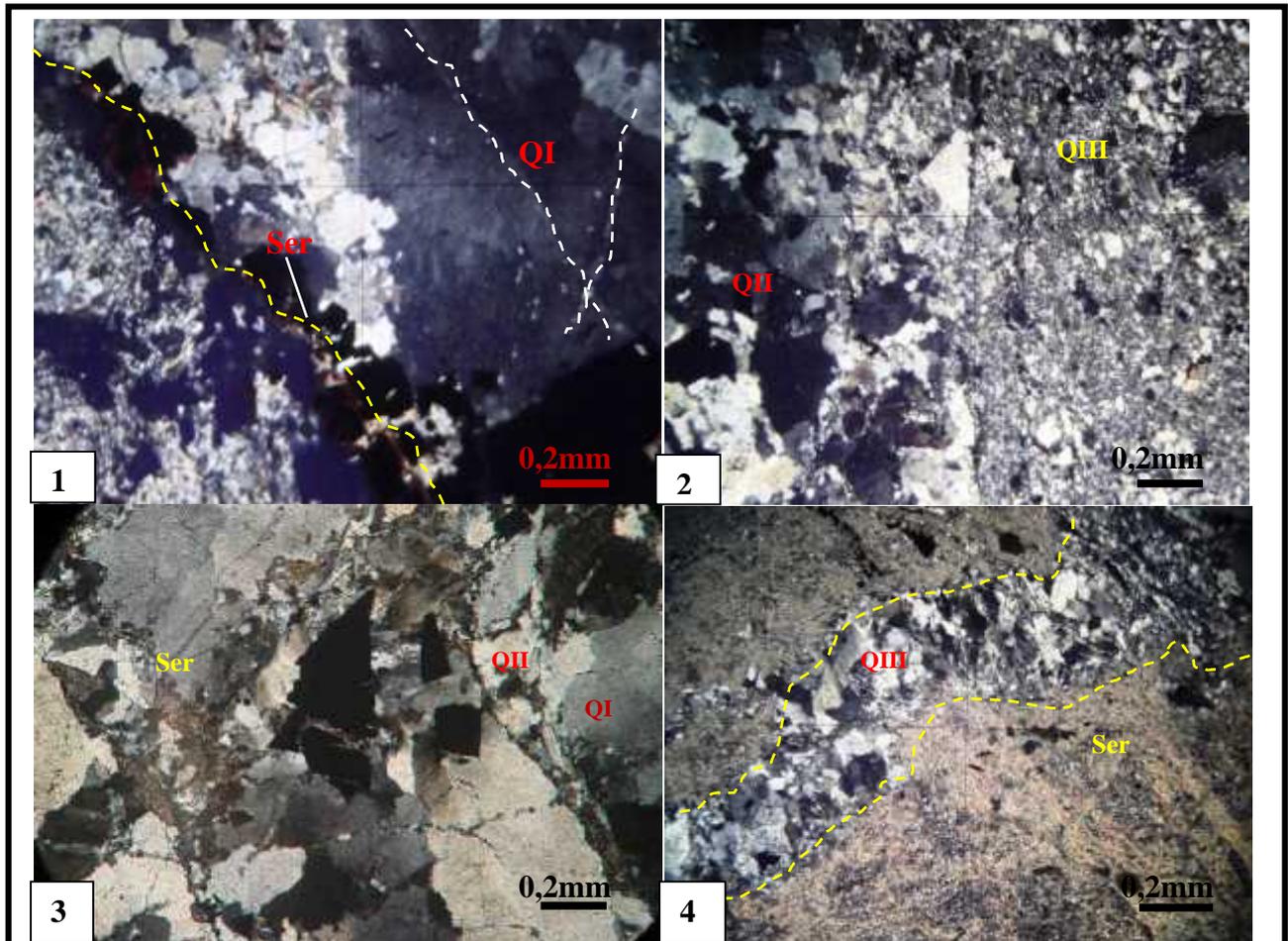
**a. Quartz palissadique :** Il s'agit du quartz filonien le plus précoce (**QI**). Il est anté-déformation, de grande taille, étiré et allongé, avec une extinction roulante moirée. (fig.1, planche 1). Ce quartz est recoupé par un réseau de fractures cicatrisées par la séricite, ainsi que par le quartz microcristallin. A l'intérieur des stylolites, on observe des sulfures, de la calcite, de la séricite et des hydroxydes de fer. (fig.3, planche 1).

**b. Quartz moyen (QZ II):** Il s'agit d'un quartz xénomorphe de taille moyenne. L'agencement des cristaux forme une mosaïque de texture en grenée, remplissant les fractures du quartz (**QI**), (fig.3, planche 1).

**c. Le quartz Microcristallin ou microbréchique (QZ III):** il se présente en microcristaux, cimente et envahit tout les vides et les cassures ainsi que les microfractures du quartz **I**. Il est parfois associé aux sulfures primaires xénomorphes. C'est le quartz qui encaisse principalement la minéralisation aurifère (fig.4, planche 1).

**4.1. 2. La séricite (K (Al, Fe, Mg) 2 (SiAl) 4 O 10 (OH) 2 nH 2 O) :** Elle se présente sous forme de petites paillettes, veinules ou plages. Elle peut-être fibreuse, allongée et même étirée. Elle remplit les fractures et les stylolites du quartz (fig.1, 3,4 planche 1).

### Planche1 :



**1 :** Aspect microscopique du quartz palissadique QI montrant une extinction roulante. lame mince, LPA. G. X 200.

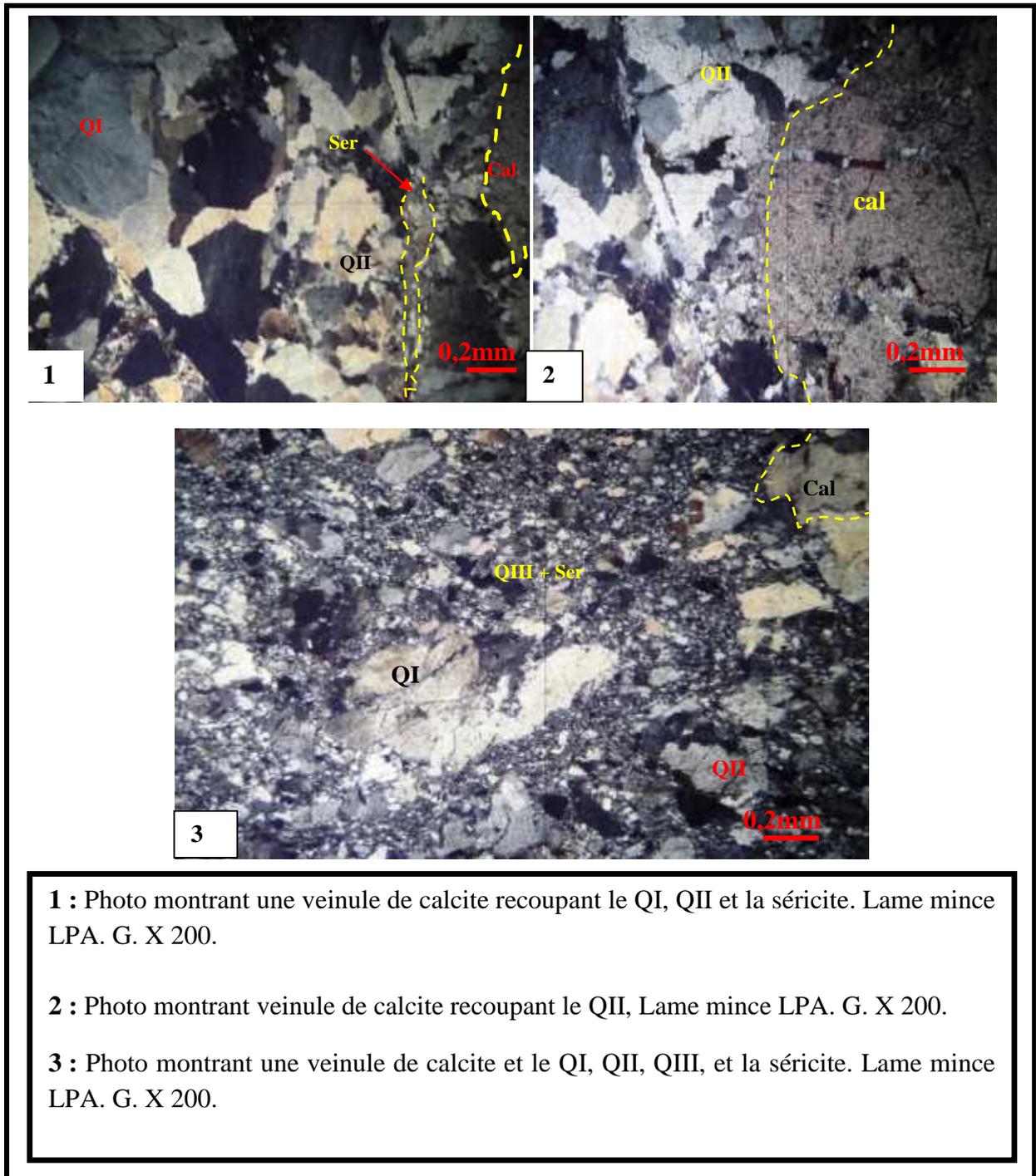
**2 :** Aspect microscopique du quartz QII et quartz QIII. lame mince, LPA. G. X 200.

**3:** Photo montrant la séricite recoupées par une fracture remplie d'oxyde et hydroxyde de fer. lame mince. LPA. G. X 200.

**4 :** Photo montrant le QIII remplissant une veinule. lame mince. LPA. G. X 200.

**4.1. 3. La calcite (Ca Co<sub>3</sub>):** Elle se présente en petites plages automorphes, filonnets et veinules occupant les vides et les fractures du Q I. Parfois, les filonnets de calcite renferment une concentration assez élevée de sulfures (planche 2).

**Planche 2 :**



**1 :** Photo montrant une veinule de calcite recoupant le QI, QII et la séricite. Lame mince LPA. G. X 200.

**2 :** Photo montrant veinule de calcite recoupant le QII, Lame mince LPA. G. X 200.

**3 :** Photo montrant une veinule de calcite et le QI, QII, QIII, et la séricite. Lame mince LPA. G. X 200.

## 4.2. Les minéraux métallifères :

**4.2. 1. Pyrite ( $\text{FeS}_2$ ):** Elles présentent très souvent en cristaux automorphes à sub-automorphes isolés dans la masse quartzeuse, ou alors dans la roche encaissante altérée (bérésite). Selon nos observations, on peut distinguer deux générations de pyrite :

**a. Pyrite I:** Elle se présente en grands cristaux automorphes isolés dans la masse quartzeuse, avec parfois un aspect squelettique dû à l'effet des oxydes de fer. Cette Pyrite est recoupée par un réseau de microfractures. (fig.2-4, planches 3).

**b. Pyrite II :** Elle montre de petits cristaux automorphes cubiques ou en baguettes disséminées dans la masse quartzeuse. Elle est localisée surtout dans le quartz microcristallin qui cimente les microfractures affectant le quartz porphyrobasaltique, ainsi que dans les stylolites. On l'observe aussi en inclusions dans la galène (fig.1-4, planches3).

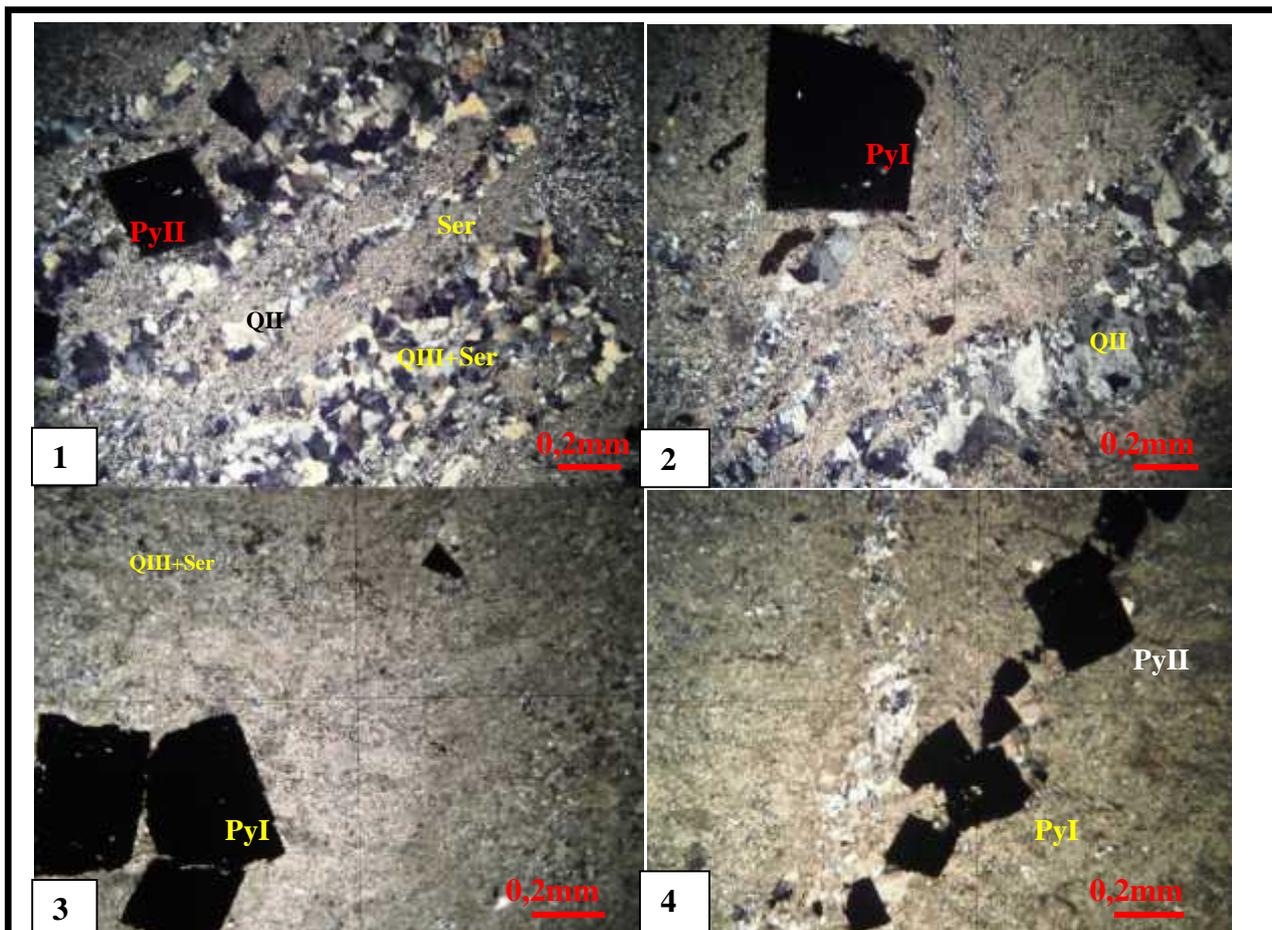
**4.2. 2. La galène ( $\text{PbS}$ ) :** Elle se présente en grandes plage xénomorphes et plus rarement en filonnets remplissant les fissures et les microfissures du Quartz I et recoupant la pyrite I. Elle renferme parfois des inclusions d'or. Elle s'altère toujours en forme de couronne. (fig.2, planches 4 et fig. 4, planches 5).

**4.2. 3. Chalcopyrite ( $\text{CuFeS}_2$ ):** Elle se présente généralement sous forme xénomorphe dispersée dans le quartz microcristallin, occupant des microfractures ou diffuse dans la masse quartzeuse.

**4.2.4. La sphalérite :** Elle est moins abondante que les autres sulfures. Elle est localisée dans les fractures du quartz I et dans celle de la pyrite I, en forme de petite plage xénomorphes. (fig.1, 2, planches 5).

**BN :** La chalcopyrite et la sphalérite ne sont pas abondantes dans les lames minces étudiées.

### Planche 3 :



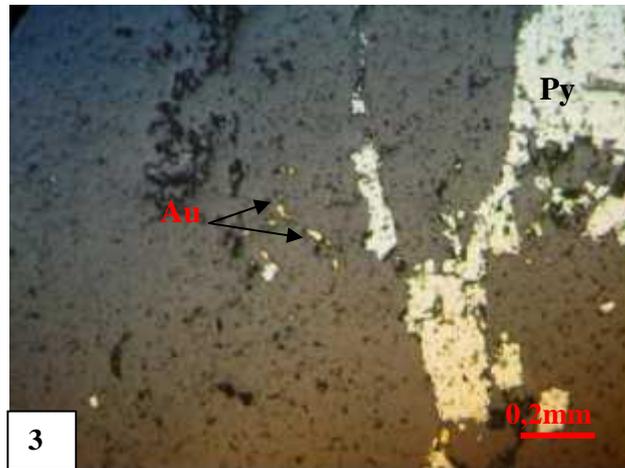
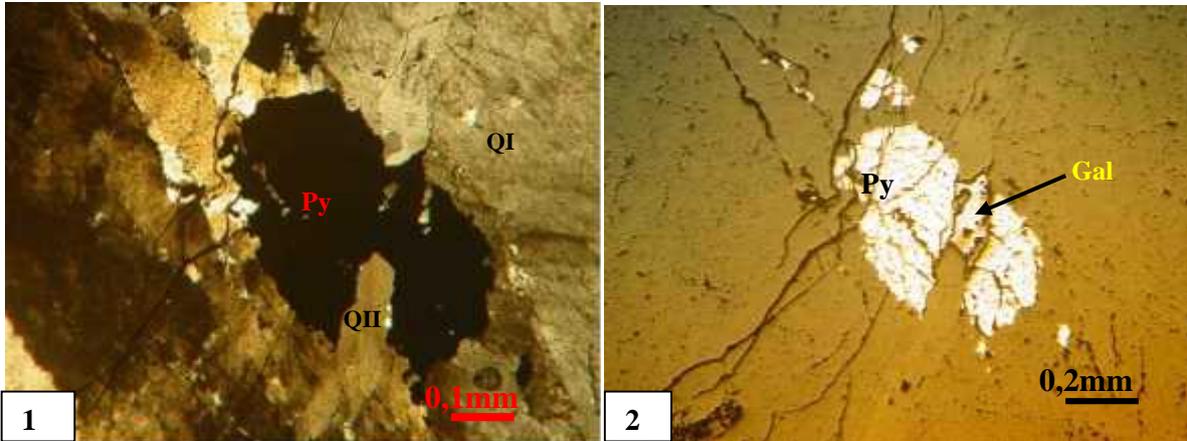
**1 :** Veine tardive remplie de QIII + Cal + PyII, recoupant une zone d'altération hydrothermale (QII + Sér + PyI) dans une veine de quartz gris foncé. Lame mince, LPA. G. X 200.

**2 :** Photo montrant le QII remplissant une veinule et un cristal idiomorphe de forme losangique de pyrite tardive (PyI) s'impose sur le tout. Lame mince, LPA. G. X 200.

**3 :** Matrice de bésisite (QIII + Sér), présentant un litage minérale recouvert par des cristaux de PyI. Lame mince. LPA. G. X 200.

**4 :** Photo montrant la Pyrite avec un aspect squelettique dû à l'effet des oxydes de fer. Lame mince, LPA. G. X 200.

**Planche 4 :**

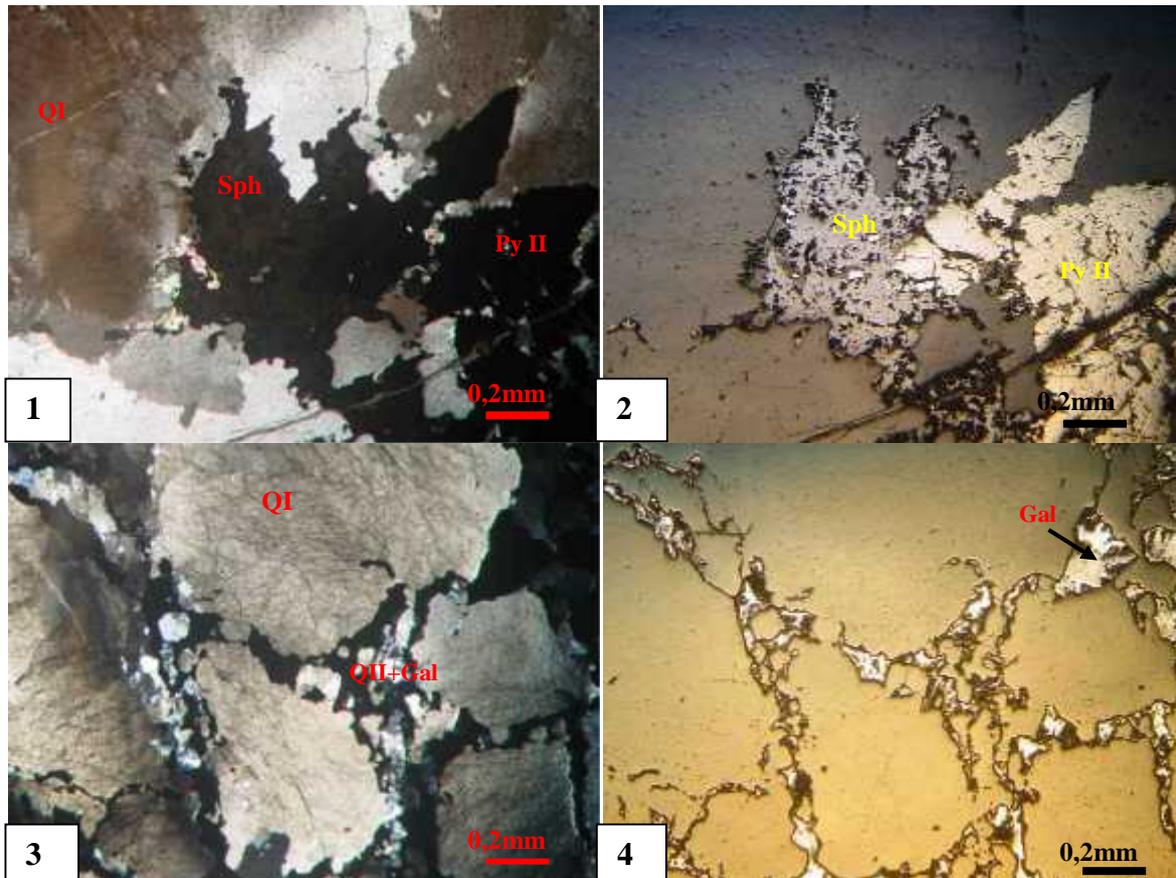


**1 :** Cristaux automorphes de pyrite II oblitérant des inclusions de pyrite I le long d'une microfissure affectant le quartz. LPA. G. X 10.

**2 :** Cristaux automorphes de pyrite II oblitérant des inclusions de pyrite I le long d'une microfissure affectant le quartz. LR/LN. G. X 5.

**3 :** Or libre en inclusions et en chapelet et associé à la pyrite. LR/LN. G. X 10.

## Planche 5



**1 :** Sphalérite dans (QI) désagréant la pyrite, le tout est recoupé par une microfissure tardive. LPA. G. X 5.

**2 :** Sphalérite dans (QI) désagréant la pyrite, le tout est recoupé par une microfissure tardive. LR/LN. G. X 5.

**3 :** Galène squelettique à contours irréguliers cimente les porphyroclastes du quartz broyé (QI) en même temps que le quartz microcristallin (QII). . LPA. G. X 5.

**4 :** Galène squelettique à contours irréguliers cimente les porphyroclastes du quartz broyé (QI) en même temps que le quartz microcristallin (QII). LR/LN. G. X 5.

**4.2. 5. L'Or (Au) :** il se présente sous trois types principaux

- **L'Or libre :** il se présente à l'état disséminé dans la masse quartzreuse sous forme de grains xénomorphes, sphériques ou elliptiques, ou en fibres le long des microfissures (planches 6).

- **L'Or associé aux sulfures :**

**a. Association Or-Pyrite :** cette association n'a pas été directement observée. L'Or est souvent observé à côté de la Pyrite, et ce n'est que rarement qu'on l'observe en remplissage de microfractures dans cette dernière. (fig.2-4, planches 7).

**b. Association Or-Galène :** d'après l'observation des sections polies, on a constaté une relation directe entre l'or et la galène ; car on trouve celui-ci inclus dans la galène.(fig.1, 2, planches 7).

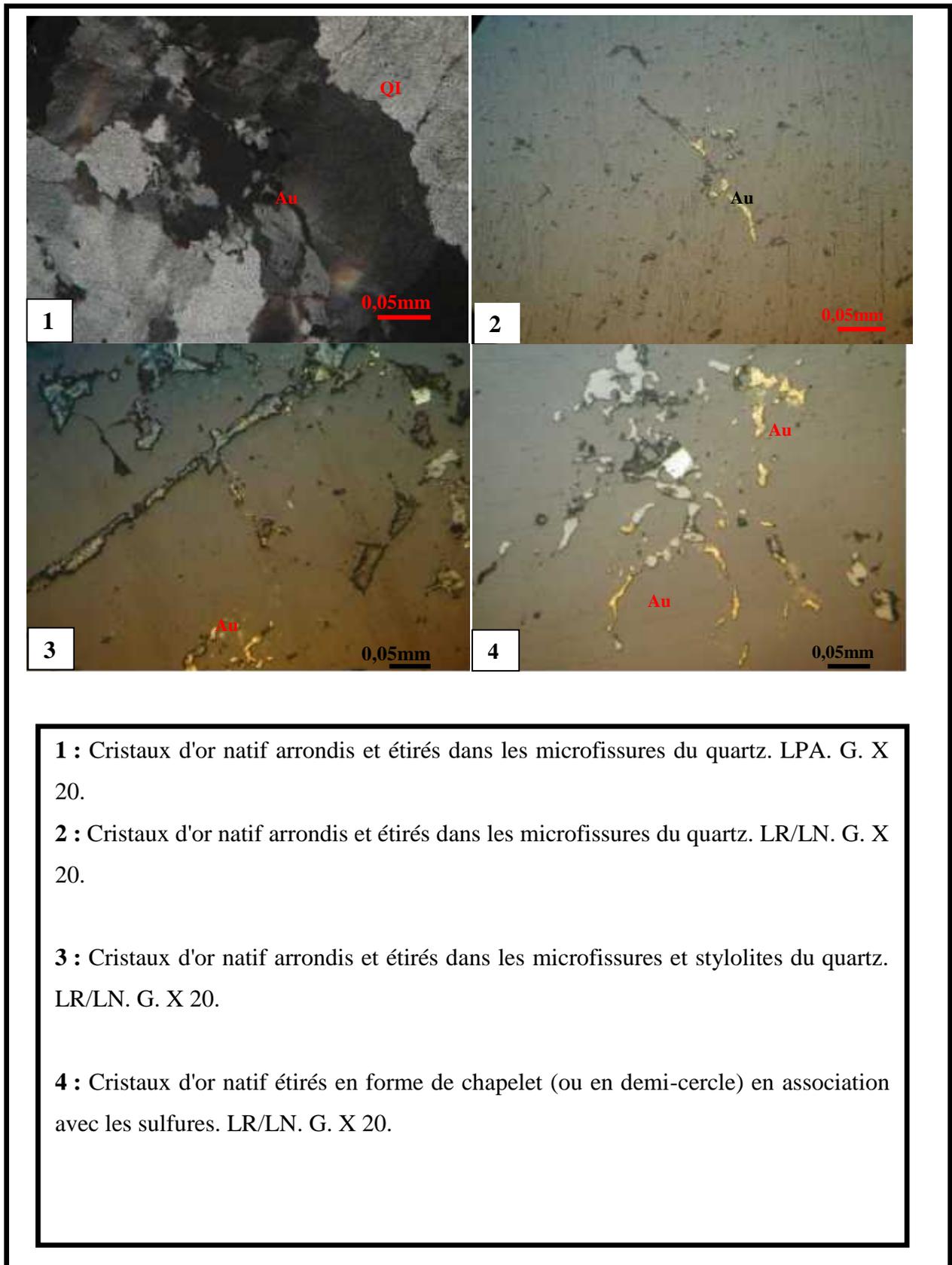
-**L'Or associe aux produits d'altération :**

L'oxydation de la pyrite s'accompagne aussi de la cristallisation du quartz brun à marron foncé dans des fractures remplies d'oxydes de fer contenant de l'or.

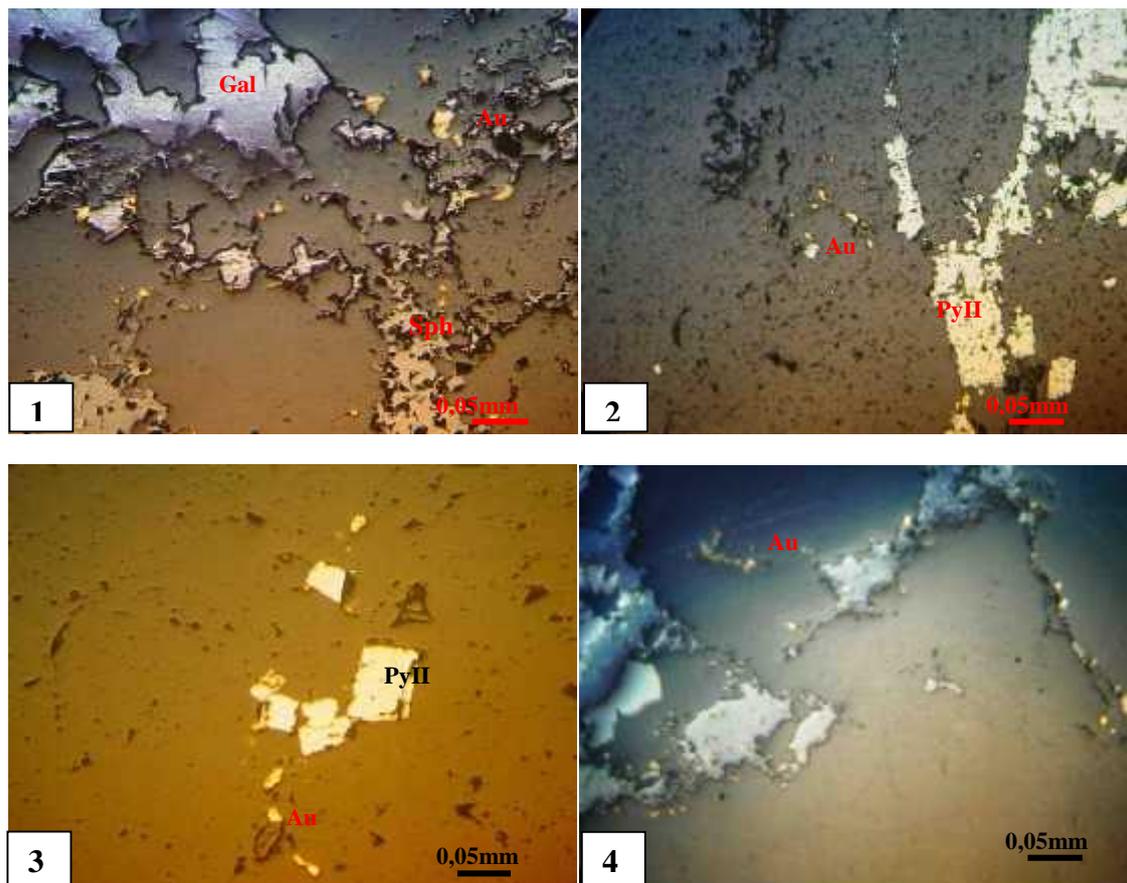
-**Les oxydes- hydroxydes de fer :**

Comme dans tous les gites, la minéralisation de type Amesmessa est caractérisé par la présence des oxydes et hydroxydes de fer représentés par l'hématite, la goethite et la limonite, donnant une couleur rose au quartz. Les autres produits d'altération supergène sont : la malachite, la covellite et la cérusite.

## Planche 6 :



## Planche 7 :



1 : Or en association avec la sphalérite et la galène. LR/LN. G. X 10.

2 : Cristaux d'or natif étirés sous forme de demi-cercle, dans les microfissures du quartz à côté de la pyrite. LR/LN. G. X 5.

3 : Cristaux d'or natif étirés sous forme de demi-cercle, dans les microfissures du quartz à côté de la pyrite. LR/LN. G. X 10.

4 : Or libre à l'état natif le long des microfissures dans la masse quartzeuse. LR/LN. G. X 5.

## 5. GENESE DE LA MINERALISATION :

Il est très difficile de parler d'une quelconque hypothèse génétique ou de filiation de l'Or sans s'appuyer sur des arguments scientifiques.

Néanmoins, à notre niveau, on se limitera aux différentes hypothèses émises par divers auteurs ayant travaillé sur les gisements aurifères dans le Hoggar.

Il est important de signaler que la plupart des auteurs semble accepter l'idée du rôle qu'ont joué les grands accidents linéamentaires, à savoir le 8°30, 4°30 et le 2°30 (accident Est-Ouzzalien) ainsi que leurs satellites, dans la genèse de la minéralisation aurifère (Shear zone aurifère).

D'après Bonne Maison (1986), la « shear zone » aurifère correspond à des structures minéralisées d'ordre kilométrique et de puissance décimétrique qui s'insèrent dans de grands couloirs tectoniques ayant fonctionné durant de longues périodes.

-Le modèle proposé par Ferkous (1991) à Tirek – Amessmessa, le processus minéralisateur est : « expulsion des fluides durant la mylonitisation qui vont circuler et lessiver grâce à l'écrasement des roches, l'or contenu dans les minéraux accessoires pour le précipiter dans la zone d'ouverture ».

-Les résultats, obtenus par Semiani (1995), ont été soutenus par la géochimie des isotopes stables et il démontre que la source de l'or provient des granulites d'In Ouzzal et que les gisements aurifère de la jonction Tirek – Amessmessa sont liés au fonctionnement d'un cisaillement décrochant majeur 2°30' (ZCEO tardi-panafricaine, 540 Ma)

Le model comporte un bassin sédimentaire de type « série pourprée ou migrateur que l'on a supposé implanter à la faveur de la ZCEO qui est la source des saumures percolant le socle. Ces saumures sont mises en mouvement en réponse à la présence une chambre magmatique, laquelle alimente des granités « TAOURIRT ». Elles vont percoler le socle jusqu'à des profondeurs l'ordre de la dizaine de Km et ce sont elles qui vont extraire l'or des granulites et le transporter vers le drain majeur que constitue la ZCEO.

-ZCEO : cisaillement majeur tardi-panafricain (540 Ma) dont le compartiment Ouest est constitué de l'unité granulites d'In – Ouzzal d'âge Archéen métamorphisée au cours du cycle éburnéen.

Ce modèle est controversé par Ferkous (1996) pour diverses raisons, parmi lesquelles citations les plus importantes :

- l'âge des granite « Taourirites » (550 Ma) est postérieur à la mise en place des filons de quartz aurifères (577 – 610 Ma).
- La dimension modeste des intrusions type granites « Taourirites » exclut toujours selon le même auteur tout effet thermique notable.
- Les âges du fonctionnement de la zone de cisaillement et la mise en place des filons de quartz (570 Ma), sont plus vieux que ceux des bassins éocambriens (540 Ma).

Pour Ferkous (1996), la source thermique ne peut être que les zones de fusions et de magma dans la croûte profonde.

### **5.1. Age de la minéralisation :**

À notre stade, on ne pourrait attribuer aucun âge à la minéralisation, néanmoins certains auteurs ayant travaillé sur quelques gisements aurifères du Hoggar admettent un âge post-Panafricain. A Tirek – Amesmessa, l'âge de la minéralisation est d'environ (540 -530 Ma.), la phase de relaxation post magmatique clôturant l'événement panafricain est l'origine de l'hydrothermalisme qui a engendré la mise en place des filons minéralisés en sulfures et or.

A Amesmessa, des dykes de microdiorites, mises en place après les derniers filons de quartz datés à 575 Ma ont été mentionnés par Ferkous, (1995).

### **5.2. Source de l'or :**

Le problème de la source de l'or a longtemps passionné les métallogénies. Ferkous suggère que les gneiss protérozoïques, gabbros et partiellement les rhyolites ont des teneurs en or plus faibles, en-dessous du Clark (c'est-à-dire < à 5 ppb). Il suppose que ces faibles teneurs sont dues à un lessivage et il a envisagé donc que ces roches sont à l'origine du stock d'or d'Amesmessa – Tirek, ce qui suggère que l'or lessivé soit probablement passé successivement dans le paléo – fluide accompagnant la déformation ductile et les solutions hydrothermales tardives. Ceci favorise une origine magmatique et protérozoïque de l'or qui sera principalement concentré dans les filons de quartz encaissés dans les ultramylonites.

La présence de filons de quartz aurifères dans le domaine Protérozoïque et de traces d'altération hydrothermale dans ce domaine et dans la bande des mylonites suggère une large percolation des fluides minéralisateurs à l'Est de l'unité des ultramylonites. (Ferkous,1996).

## **6. SUCCESSION PARAGENETIQUE :**

La minéralisation des filons aurifères de la région d'Amesmessa, se résume dans le Tableau : III-1, de la succession paragenétique ;

Elle s'est mise en place en deux étapes :

### **6.1. Phases hydrothermale**

Elle est constituée par deux phases régies par trois phases de déformations. La paragenèse est essentiellement formée de pyrite, chalcoppyrite, sphalérite, galène, or. Au début, les ultramylonites (acides) ont subi une altération hydrothermale (séricite, pyrite) donnant naissance aux bérésites. Par fracturation hydraulique, il y a eu une mise en place des filons de quartz blanc primaire qui ont subi une évolution structurale en trois phases de déformations, engendrant trois générations de quartz :

#### **a-phase précoce 1 :**

- Une déformation ductile par cisaillement N-S dextre, engendrant la mylonitisation du quartz primaire (Q I) avec une circulation de solution hydrothermale pyrite Py I

#### **b-phase précoce 2 :**

- Une fracturation fragile (bréchification) du quartz (QI) donnant naissance au quartz gris (Q II) avec une circulation de solution hydrothermale (séricite carbonate).

#### **c-phase tardif 3 :**

- Une microfracturation caractérisée essentiellement par l'apparition du quartz microcristallin (QIII) et le dépôt des sulfures : pyrite PyII, chalcoppyrite, sphalérite, galène et de l'or natif.

### **6.2. Phase supergène :**

Elle s'exprime par les produits d'altérations des sulfures qui sont : Hématite, goethite, covellite, malachite, azurite, oxydes de fer, ce qui a favorisé également la libération de l'Or.

**NB :** La couleur rouge du tableau indique les résultats obtenus à partir de la comparaison avec les résultats précédents.

Minéraux phases	Altération hydrothermale	Phases minéralisation hydrothermale			phase supergène
		Phase1	phase2	phase3	
Pyrite I	—	—			
Pyrite II			—		
Séricite	—				
Calcite	—		—		
Quartz I		—			
Quartz II			—		
Quartz III				—	
chalcopryrite				—	
sphalérite			—	—	
Galène				—	
Or		?		—	
Oxydes de fer					—
Hydroxydes de fer					—

Tableau. IV-1 : Succession paragénetique des filons aurifères d'Amesmesssa. D'après (M. BAGUI, 2015), modifiée.

## 7. CONCLUSION

Les filons de quartz aurifères de la zone d'Amesmesssa sont essentiellement composés de quartz grisâtre et d'un quartz blanc laiteux.

- La phase métallifère est composée de pyrite, galène, sphalérite, chalcopryrite, cérusite, covellite, hydroxydes et oxydes de fer et l'or natif.
- La gangue est composée par le quartz I et II, calcite et séricite.
- Le quartz grisâtre est plus riche en minéralisation aurifère que le quartz blanc laiteux.
- Plus la cataclase et la déformation du quartz est intense plus la minéralisation aurifère devient plus riche.
- La minéralisation s'est mise en deux étapes : étape hydrothermale et étape supergène.

# **CONCLUSION GENERALE**

# CONCLUSION GENERALE

-----

La zone d'étude d'Amessmessa regorge de caractéristiques aurifères très importantes. Cette importance se traduit concrètement par la disponibilité de plusieurs familles de filons de quartz ayant des directions différentes.

Dans le présent travail, on a essayé de faire ressortir les principaux caractères pétrographiques, tectoniques, chronologiques et géologiques d'Amessmessa et ainsi une meilleure connaissance de la genèse de cette minéralisation.

A travers l'étude macroscopique et microscopique de la région Amessmessa, a permis d'obtenir des résultats très proches de ceux de nos prédécesseurs.

-La zone d'étude Amessmessa est caractérisée par la présence d'une minéralisation aurifère importante exprimée dans plusieurs familles de filons de quartz de différentes directions et pendages. Ces filons sont encaissés dans des ultramylonites qui dérivent de roches archéennes, et localement dans des roches basiques, ultrabasiques ou granitiques et aussi dans les mylonites qui proviennent essentiellement de matériel gneissique protérozoïque.

-La morphologie générale des filons est représentée par des filons continus présentant des gonflements et des rétrécissements, des filonnets, des lentilles, et des veinules. Leur association donne des filons en relais, en échelons, parallèles, sub-parallèles, en chapelet et en essaims.

Les filons de quartz minéralisés se répartissent suivant trois directions principales :

-Les filons de direction N-S les plus dominants, sont très déformés et semblent très riches en Or.

-Les filons de direction NE-SW, moins abondants et moins déformés renferment des minéralisations aurifères satisfaisantes.

-Les filons de direction E-O qui sont les plus tardifs, ne sont pas déformés et sont très pauvres en Or. Par ailleurs, on remarque que dans les deux premiers types, plus la déformation et la fracturation des filons sont intenses plus la minéralisation aurifère est importante. L'étude microscopique a montré que l'or est le principal métal ayant une importance économique. Il est libre et se concentre principalement dans les micro-fractures et

les stylolites. L'ensemble des observations a permis de mettre en évidence l'irrégularité de la distribution de l'or tout au long des filons, à l'exception des veinules et les bifurcations de filons de quartz qui renferment généralement des teneurs en or importantes.

De notre point de vue sur la genèse de la minéralisation, qui s'est appuyée sur la base des expériences précédentes notamment celles de Ferkous (1991), nous pouvons donc dire que l'expulsion des fluides durant la mylonitisation et l'eau circulant provoque une altération hydrothermale, elle lessive les roches et fait extraire l'or des minéraux accessoires.

## **Recommandations**

D'après les stages effectués sur terrain et l'étude menée dans ce présent travail, et dans le but d'optimiser l'exploitation de l'or sur la zone d'étude, nous formulons les recommandations suivantes :

- Il est recommandé d'appliquer à la lettre la loi mondiale portant sur l'exploitation dans les mines, dans le sens que la procédure adoptée actuellement ne fait pas l'objet d'un respect total du plan d'exploitation. Néanmoins, la loi minière 14-05 du 24/02/2014 ne doit pas être omises.
- Il est recommandé d'adopter une méthode d'exploitation allant de la partie à ciel ouvert à la partie souterraine. Il est à noter que la méthode sur laquelle nous avons fait le point lors de notre stage, a fait l'objet d'une mauvaise exploitation et par conséquent les filons sont parfois difficilement extraits.
- Il est recommandé de recourir aux nouvelles techniques mondiales en matière d'exploitation pour plus de sécurité dans la mine et pour plus de facilité d'extraction.

## **Limites et perspectives de recherches**

Dans le présent travail, on a constaté que **les filons orientés N-S qui suivent l'allongement de la province ouzzalienne sont déformés et plus riche en or que ceux orientés E-O.**

De ce fait, dans les futures recherches, il faut essayer de trouver une réponse à cette sélection.

**REFERNCES**  
**BIBLIOGRAPHIQUES**

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ALLEGRE, C.L. et CBY, R. (1972) :** « Chronologie absolue du précambrien de l’Ahaggar occidental ». C.R.A.S., t. 275, pp2095-2098.
- ATTOUM.A, (1983) :** « Etude géologique et structurale des mylonites panafricaines et des minéralisations aurifères associées dans le secteur de Tirek (Hoggar, Algérie) », Thèse de doct. Ing., U.S.T.L. Montpellier, 98p.
- AISSA, D., et al, 2002 :** « Les minéralisations aurifères du Hoggar (Sud Algérien) et leurs relations avec les zones de cisaillements lithosphériques ». Bull 217 du service géologique de l’Algérie. Vol.13, n°2, PP.93 -115.
- BAGUI, M., 2015 :** « Contribution à l’étude des filons aurifères d’Amesmesssa (Hoggar Occidental) ».
- BERTRAND, J .M.L and Caby, R., (1978):”** Geodynamic evolution of the pan-africanorogenic belt : A new interpretation of the Hoggar shield (Algerian Sahara)”. Geol. Rundschman, 67, pp 357-388.
- BERNARD-GRIFFITH, J., et al (1988):”** Origin and evolution of 2 Ga old carbonite complexe, (Ihouhaouene, Ahaggar, Algeria): Nd and Sr isotopic evidence”. Contrib. Minéral. Petrol ., 98, pp277-292.
- Boissonnas, J., (1973) :** Les granites à structures concentriques et quelques autres granites tardifs de la chaîne Pan-africaine en Ahaggar (Sahara central, Algérie). Thèse Doctorat es-Sciences, Paris VI; Centre de Recherches sur les zones arides, Série Géologie 16, 662 p.
- Black R., et al (1994):** « Pan-Africain displaced terranes in the Tuareg shield (central Sahara) geology ». v. 22, p. 641-644.
- Caby, R. (1968):** « Une zone de décrochements à l’échelle de l’Afrique dans le précambrien de l’Ahaggar occidental ». B.S.G.F.,X, 7, pp 577-587.
- Caby, R. (1970):** « La chaîne pharusiennes dans le NW de l’Ahaggar (Sahara central, Algérie) ». Sa place dans l’orogénèse du précambrien supérieur en Afrique. Thèse d’Etat, Univ-Montpellier, 336 p.
- Djemai, S. 1996.** « Les pyrigarnites et les granulites alumineuses d’Amesmesssa Môle In Ouazzal », Hoggar: Relations de phases et déformation. Magister, U.S.T.H.B., Alger, 210 p.
- Djemai, S. 2008 :** « Etude structurale et pétrologique des séries précambriennes de la terminaison Sud de l’unité granulitique de l’In Ouazzal (Hoggar occidental) ». Thèse de doct d’état (U.S.T.H.B). P187.
- ENOR – Documents internes inédites.**

**FERKOUS, K.,(1995)** : « Filons de quartz aurifère dans une zone de cisaillement lithosphérique panafricaine (Tirek-Amesmessa) » , (Hoggar, Ouest Algérie) Thèse de doct,de l'université de Montpellier, 264 pages.

**FERKOUS. K & MONIE.P (2002):** « Neoproterozoic shearing and auriferous hydrothermalism along the lithospheric N-S East In Ouazzal shear zone (Western Hoggar, Algeria, North Africa). Journal of African Earth Sciences 35, p (399-415).

**GHEZALI, R et DJEMAI, S., (1991)** : « Etude pétrographique, cinématique et structurale de la région d'Amesmessa (môle In –Ouazzal, Hoggar occidental) ». Mémoire d'ingénieur I.S.T (U.S.T.H.B) 75pages.

**HADDOUM, H. (1992)** : « Etude structurale des terrains archéens du môle In-Ouazzal (Hoggar occidental, Algérie) ». Thèse de doct d'état IST/USTHB, 192p.

**Liégeois J. P., et al (1994):** Early and late Pan-African orogenies in the Air assembly of terranes (Tuareg shield, Niger), Precambrian Research, **67**: 59-88”.

**Liégeois J.P., et al (2003):** The LATEA metacraton (Central Hoggar, Tuaregshield,Algeria): behaviour of an old passive margin during the Pan-African orogeny, Journal of African Earth Sciences, vol 37 (2003), pages : 133-159.

**OUZEGANE, K.(1987)** : « Les granulites Al-Mg et les carbonatites de la série de l'In-Ouazzal, NO du Hoggar , Algérie. Thèsed'état.Université Paris 6 , 265p.

**Rapport O.R.G.M inédit, 1993** : « Rapport de fin des travaux sur l'évaluation du gisement d'Amesmessa avec récapitulatif des réserves ». Vol I, 58 pages.

**SEMIANI, A., (1995)** : « Métallogénie de la zone de cisaillement aurifère Est-Ouazzalienne ; structure, pétrologie et géochimie des gisements d'Or de Tirek-Amesmessa (Hoggar occidental, Algérie). Thèse doct de l'université de Rennes I 262 pages.

**Ferré, E., Gleizes, G., Caby, R., (2002).”** Obliquely convergent tectonics and granite emplacement in the Trans-Saharan belt of Eastern Nigeria: a synthesis. Precambrian Research 114, 199–219.

**Vitel, G., 1979.** La région Tefedest-Atakor du Hoggar central (Sahara). Evolution d'un complexe granulitique précambrien. Unpublished Thesis, University of Paris, France, 324 p.

## **Liste des abréviations**

**ENOR** : Entreprise Nationale d'Or.

**Fig** : Figure.

**LN** : Lumière naturelle.

**LPA** : Lumière polarisée analysée.

**ORGM** : Office National de Recherche Géologique et Minière.

**SONAREM** : Société Nationale de Recherche et d'Exploitation Minière.

**SZEO** : Shear Zone Est-Ouzzalienne.

**ZCEO** : Zone de Cisaillement Est Ouzzalienne.

**ZITA** : Zone Intermédiaire Tirek - Amesmessa.

**ZF** : Zone filonienne.

### **Les minéraux :**

**Au** : Or natif.

**Ga** : Galène.

**Gal** : Galène.

**QI** : Quartz I.

**QII** : Quartz I.

**PyI** : Pyrite I.

**PyII** : Pyrite II.

**Sér** : Séricite.

## Liste des figures

	<b>P.</b>
<b>Figure. I-1:</b> Carte des principaux domaines structuraux du Hoggar	3
<b>Figure. I-2:</b> Carte géologique simplifiée du bouclier Touareg et des régions adjacentes	5
<b>Figure. I-3:</b> La subdivision du Hoggar en Terrane	7
<b>Figure. I-4 :</b> Relation entre les terranes panafricains, les zones de cisaillements et les minéralisations d'or dans le bouclier Targui (Hoggar).	8
<b>Figure. I-5 :</b> Croquis montrant l'évolution géodynamique proposée pour le Hoggar Occidental	10
<b>Figure. II-1:</b> Carte des terranes du Bouclier Touareg et position de l'In-Ouzzal	14
<b>Figure. II-2:</b> photo montrant la faille principale 2°30'	15
<b>Figure. II-3:</b> Carte géologique et structurale de la région d'Amesmessa	16
<b>Figure. II-4 :</b> Photo montrant le marbre à minéraux du môle d'In Ouzzal	18
<b>Figure. II-5 :</b> Photo montrant un quartzite.	20
<b>Figure. II-6 :</b> Localisation géographique de la région Tirek-Amesmessa.	22
<b>Figure. II-7 :</b> Localisation de tirk-Amesmassa par rapport à l'occident EST Ouzzalien	22
<b>Figure. II-8 :</b> Photo montrant un filon de quartz E-O, recoupant les mylonites à l'Est de la SZEO.	24
<b>Figure. II-9 :</b> Carte et coupe géologique du gisement d'Amesmessa	25
<b>Figure. II-10 :</b> Photo montrant un dyke de Rhyolite.	26
<b>Figure. II-11 :</b> Photo montrant un dyke de micro diorites.	26
<b>Figure. II-12 :</b> Photo montrant un dyke de gabbro	27
<b>Figure. II-13 :</b> Schistosité N-S verticale affectée par une protomylonitisation.	28
<b>Figure. II-14 :</b> déformation ductile représentée par l'accident Est Ouzzalien	29
<b>Figure. II-15 :</b> La faille affectant le gisement avec une réouverture et un remplissage postérieure.	29
<b>Figure. II-16 :</b> Carte géologique et structurale de la région d'Amesmessa et de l'In Ouzzal Sud.	30
<b>Figure. III-1 :</b> Carte géologique schématique et structurale de la région d'Amesmessa.	33
<b>Figure. III-2 :</b> filon de quartz sou forme de lentille.	34

<b>Figure. III-3 :</b> Diagramme classique montrant les différents type de filons de quartz aurifère dans une zone de cisaillement.	35
<b>Figure. III-4 :</b> filon de quartz d'orientation N-S.	36
<b>Figure. III-5 :</b> photo présentant un filon de quartz peu déformé.	39
<b>Figure .III-6 :</b> photo montrant une zone bréchifiée du filon 07.	40
<b>Figure .III-7 :</b> photo montrant un filon de quartz (centimétrique)	40
<b>Figure .III-8 :</b> filon de quartz (zone 09)	42
<b>Figure .III-9 :</b> filon de quartz recoupé par une faille post minéralisation avec la bérésites.	44
<b>Figure .III-10 :</b> Histogramme présente N° de filons /teneur en or	51
<b>Figure .III-11 :</b> Diagramme présente N° de filons /teneur en or.	51
<b>Figure .III-12 :</b> Vue longitudinale N-S du modèle géologique pour les zones filoniennes 9 et 8.	52
<b>Figure. IV-1 :</b> Aspect macroscopique montrant le contact entre le quartz blanc et le quartz gris.	54
<b>Figure. IV-2 :</b> Aspect macroscopique du quartz gris	55
<b>Figure. IV-3 :</b> Aspect macroscopique du quartz blanc laiteux	56
<b>Figure. IV-4 :</b> Échantillon de quartz noir massif peu déformé.	56
<b>Figure. IV-5 :</b> Bérésite (métasomatite) grise verdâtre, massive, riche en petits cristaux de pyrite.	57
<b>Figure. IV-6 :</b> Bérésite (métasomatite) claire recoupée par une veine de quartz gris.	57
<b>Figure. IV-7 :</b> Aspect macroscopique d'un quartz gris montrant un cristal automorphe de pyrite.	58
<b>Figure. IV-8 :</b> Aspect macroscopique d'une galène de remplissage dans un quartz blanc laiteux.	59
<b>Figure. IV-9 :</b> Aspect macroscopique d'une galène de remplissage dans un quartz gris.	59
<b>Figure. IV-10 :</b> Aspect macroscopique d'un quartz gris qui contient une des grains d'or natif.	60
<b>Figure. IV-11:</b> Quartz blanc parcouru par des fissures et fractures remplies de quartz sombre.	60
<b>Figure. IV-12 :</b> Echantillon de quartz blanc bréchifié intensément oxydé.	60

## Liste des planches

P.

### PLANCHE : 1

62

**Figure 1 :** Aspect microscopique du quartz palissadique QI montrant une extinction Roulante.

**Figure 2 :** Aspect microscopique du quartz QII et quartz QIII.

**Figure 3 :** photo montrant la séricite recoupées par une fracture remplie d'oxyde et hydroxyde de fer.

**Figure 4 :** Photo montrant le QIII remplissant une veinule.

### PLANCHE : 2

63

**Figure 1 :** Photo montrant une veinule de calcite recoupant le QI, QII et la séricite.

**Figure 2 :** Photo montrant veinule de calcite recoupant le QII.

**Figure 3 :** Photo montrant une veinule de calcite et le QI, QII, QIII, et la séricite.

### PLANCHE : 3

65

**Figure 1 :** Veine tardive remplie de QIII+Cal+PyII, recoupant une zone d'altération hydrothermale (QII+Sér+PyI) dans une veine de quartz gris foncé.

**Figure 2 :** Photo montrant le QII remplissant une veinule. Et Un cristal idiomorphe de forme losangique de pyrite tardive PyI s'impose sur le tout.

**Figure 3 :** Matrice de bérilite (QIII+Sér), présentant un litage minérale recouvert par des cristaux de PyI.

**Figure 4 :** Photo montrant la Pyrite avec un aspect squelettique dû à l'effet des oxydes de fer.

### PLANCHE : 4

66

**Figure 1 :** Cristaux automorphes de pyrite II oblitérant des inclusions de pyrite I le long d'une microfissure affectant le quartz.

**Figure 2 :** Cristaux automorphes de pyrite II oblitérant des inclusions de pyrite I le long d'une microfissure affectant le quartz.

**Figure 3 :** Or libre en inclusions et en chapelet et associé à la pyrite.

## **PLANCHE : 5**

67

**Figure 1 :** Sphalérite dans QI désagrégeant la pyrite, le tout est recoupé par une microfissure tardive.

**Figure 2 :** Sphalérite dans QI désagrégeant la pyrite, le tout est recoupé par une microfissure tardive.

**Figure 3 :** Galène squelettique à contours irréguliers cimente les porphyroclastes du quartz broyé (QI) en même temps que le quartz microcristallin (QII).

**Figure 4 :** Galène squelettique à contours irréguliers cimente les porphyroclastes du quartz broyé (QI) en même temps que le quartz microcristallin (QII).

## **PLANCHE : 6**

68

**Figure 1 :** Cristaux d'or natif arrondis et étirés dans les microfissures du quartz.

**Figure 2 :** Cristaux d'or natif arrondis et étirés dans les microfissures du quartz.

**Figure 3 :** Cristaux d'or natif arrondis et étirés dans les microfissures et stylolites du quartz.

**Figure 4 :** Cristaux d'or natif étirés en forme de chapelet (ou en demi-cercle) en association avec les sulfures.

## **PLANCHE : 7**

70

**Figure 1 :** Or en association avec la sphalérite et la galène.

**Figure 2 :** Cristaux d'or natif étirés sous forme de demi-cercle, dans les microfissures du quartz à côté de la pyrite.

**Figure 3 :** Cristaux d'or natif étirés sous forme de demi-cercle, dans les microfissures du quartz à côté de la pyrite.

**Figure 4 :** Or libre à l'état natif le long des microfissures dans la masse quartzeuse.

## Liste des tableaux

	<b>P.</b>
<b>Tableau. I-1:</b> Les différents terranes du Hoggar	6
<b>Tableau. III-1:</b> tableau synthétique des données relatives aux zones aurifères.	50
<b>Tableau. IV-1 :</b> Succession paragenétique des filons aurifères d'Amesmess.	74

الهدف من هذه الدراسة هو استخراج كل الاسسيات المميزة للدراسة الجيولوجية و البنيوية و التسلسل الزمني لمنطقة امسماسة و تشمل هذه الدراسة كذلك المعرفة الجيدة بتكوين هذه المعادن الخام, والطريقة المتبعة للوصول إلى هذه الدراسة هي أولا :  
ثانيا تنظيم تريبص لمدة شهر في منجم الذهب امسماسة , والذي يشمل الرقيقة,  
هذه الدراسة تعتمد علي البحوث السابقة و التي تم إثباتها في هذا البحث خاصة كما وجدنا انه لم يكن هناك فرق كبير بين هيكل النطاق  
المجهري العيني في هذه الدراسة, ومن حيث وجهة النظر و مزيد من التوضيح,  
توافق تمدد محافظة اين وزال و علي

الكلمات المفتاحية : الذهب- الهقار الغربي - جيتولوجي - جيولوجي- البتروغرافيا.

**Résumé :** Le présent travail a pour objectif de faire ressortir les principaux caractères pétrographiques, tectoniques, chronologiques et géologiques d'Amessmessa et pour aussi une meilleure connaissance de la genèse de cette minéralisation. En termes de méthodologie nous avons recouru aux démarches différentes, au premier lieu une recherche bibliographique à travers la consultation de divers documents, au deuxième lieu, des travaux de terrain à travers un stage pratique de quatre semaines à la mine d'Or d'Amessmessa, au troisième lieu, les travaux de laboratoire par la réalisation des lames minces. L'étude s'est soldée par la validation des résultats des recherches antérieures d'autant que nous avons constaté n'y avait pas une grande différence entre la structure sur l'échelle microscopique ou l'échelle macroscopique. En termes de perspectives de recherches Il est en effet judicieux de donner plus d'éclaircissement sur la richesse des filons orientés N-S qui suivent l'allongement de la province ouzzalienne et par contre la pauvreté des filons orientés E-O.

**Mots clés :** Gitologie - Hoggar occidental- minéralisation - Or - géologie – pétrographie

**Abstract:** The present work aims not only to highlight the main petrographic, tectonic, chronological and geological features of Amessmessa but also to better understand the mineralization genesis. In terms of methodology, we used different approaches, firstly a literature review by means of various recent researches. Secondly, by conducting a fieldwork through a four-week practical internship at the Amessmessa Gold Mine. Thirdly, laboratory work by the realization of thin plates. The study resulted in the validation of the results of the previous research, as we found that there was not a great difference between the structure on the microscopic scale or the macroscopic scale. In terms of future research, It is useful to give more clarification on the richness of N-S-oriented veins which follow the extension of the Uzzalian province and on the other hand the poverty of the oriented veins E-O.

**Mots clés :** Gitology- occidental Hoggar - mineralization - gold - Geology - petrography