

Année Universitaire : 2018-2019



Licence Sciences et Techniques : Géoressources et Environnement

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

Pour l'obtention du Diplôme de Licence Sciences et
Techniques

ETUDE GEOLOGIQUE DES INDICES MINIERS DE LA COUVERTURE LIASIQUE DE TAZEKKA

Présentés par:

**LAICHE Mohammed
BOUAKFA Yassine**

Encadré par:

**Pr CHARROUD Mohammed, FST-Fès
Mr. SAOUD Naoufal et
Mr. CHOUKRAD Jaouad, ATLAS MINING, Casablanca**

Soutenu Le 12 Juin 2019, devant le jury composé de:

**Pr. HINAJE Saïd
Pr. EL AZZAB Driss
Pr. CHAOUNI Abdel-Ali**

Stage effectué à : ATLAS MINING, Casablanca





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

LAICHE Mohammed
BOUAKFA Yassine

Année Universitaire : 2018/2019

**Titre : ETUDE GEOLOGIQUE DES INDICES MINIERES DE LA COUVERTURE
LIASIQUE DE TAZEKKA**

Résumé

La boutonnière de Tazekka est localisée à l'extrémité NE de la chaîne du moyen Atlas dans la partie nord orientale du Maroc, plus précisément au SW de la ville de Taza. C'est l'un des massifs les plus importants du côté minier par la présence de nombreuses indices de minéralisations qui ont fait objet de plusieurs travaux de recherche et d'investigation géologique.

Contrairement à ce qui est connu sur l'abondance de la minéralisation dans le socle. Dans ce travail en se basant sur un travail de terrain et de laboratoire, nous avons détaillé la présence et l'importance des minéralisations Plombo-zincifère dans la couverture liasique du Tazekka cas de Ain Aouda de Meghraoua.

La présence de plusieurs accidents et failles dans la couverture Liasique de Ain Aouda, permettent la remobilisation, le dépôt et l'apparition des concentrations sulfurées, stratiformes, portées par des dolomies cristallines ou dans les formations dolomitiques bréchiques.

D'autre aspect de minéralisation sous forme d'amas calaminaires sécants portés par les calcaires fins du Lotharingien ainsi que des amas ferrifères localisés essentiellement au niveau de contacts Trias-Lias inférieur; ces amas sont tous contrôlés par des accidents atlasiques.

Il s'agit donc de deux types de minéralisation : la première est de type MVT encaissé dans la série dolomitique du Lias Inférieur, Moyen et Supérieur. La deuxième sous forme d'amas stratiforme, rencontre généralement dans le contact de la série lithologique Liasique.

Mots clés : la boutonnière du Tazekka, Moyen Atlas, Socle, Formation Liasique travaux de terrain, Ain Aouda, cartographie, Echantillonnage, Pétrographie.

REMERCIEMENT

Au terme de cette recherche, nous voudrions exprimer nos remerciements à tous ceux qui y ont contribué et qui ont bien voulu nous apporter leur aide pour l'élaboration de ce travail.

Ils trouveront ici l'expression de notre respectueuse gratitude en particulier :

Mr. CHARROUD Mohammed: Professeur à la faculté des sciences et techniques à Fès.

Nous tenons aussi à vous exprimer nos vifs remerciements d'avoir dirigé ce travail avec beaucoup d'intérêt, de patience et de compréhension.

Permettez-nous de vous exprimer notre gratitude et notre reconnaissance pour votre disponibilité, vos conseils, votre aide et compréhension.

Mr. IJJAALI Mustapha le Doyen de FST Fès et tout le corps administratif, qui nous ont offert l'occasion d'être des étudiants dans notre établissement.

Nous remercions aussi : **Mr. HINAJE S., Mr. El AZZAB D.** et **Mr. CHAOUNI A.** comme étant membre de jury de leur présence.

Nous tenons aussi à exprimer nos remerciements pour **Mr J. CHOUKRAD, N. SAOUD** et **A. ELMOUSSALIM** pour leur accompagnement durant la période de stage.

Enfin, nos remerciements à nos familles et à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à l'élaboration de ce travail.

SOMMAIRE

INTRODUCTION	1
CHAPITRE I : GENERALITES SUR LA GEOLOGIE DU MAROC	2
I. LES ENSEMBLES STRUCTURAUX DU MAROC	2
<i>I.1. DOMAINE ANTI ATLASIQUE ET SAHARIEN</i>	3
<i>I.2. DOMAINE ATLASO-MESETIEN</i>	3
<i>I.3. DOMAINE RIFAIN</i>	3
II. LES GRANDS ENSEMBLES STRUCTURAUX DU MOYEN ATLAS	4
<i>II.1. LE CAUSSE MOYEN ATLASIQUE</i>	4
<i>II.2. LE MOYEN ATLAS PLISSE</i>	4
<i>II.3. LES ACCIDENTS MAJEURS DANS LE MOYEN ATLAS</i>	5
<i>II.4. EVOLUTION GEODYNAMIQUE DU MOYEN ATLAS</i>	6
CHAPITRE II : LA BOUTONNIERE DE TAZEKKA	7
I. SITUATION GEOGRAPHIQUE	7
II. CADRE STRATIGRAPHIQUE ET LITHOLOGIQUE	7
<i>II.1. SOCLE</i>	7
<i>II.2. COUVERTURE</i>	9
III. CADRE MAGMATIQUE ET METAMORPHIQUE	11
IV. CADRE STRUCTURAL	12
<i>IV.1. SOCLE</i>	12
<i>IV.2. COUVERTURE</i>	13
V. CADRE GÎTOLOGIQUE	14
<i>V.1. LES MINÉRALISATIONS DU SOCLE :</i>	14
<i>V.2. LES MINÉRALISATIONS DE LA COUVERTURE :</i>	15
CHAPITRE III : ETUDE GEOLOGIQUE DES INDICES MINIERS DE LA COUVERTURE LIASIQUE DE TAZEKKA	16
INTRODUCTION	16
I. METHODOLOGIE	16
II. TRAVEAUX DE TERRAIN	17
<i>II.1. CARTOGRAPHIE GEOLOGIQUE</i>	17
<i>II.2. ECHANTILLONNAGE</i>	24
CONCLUSION	28

III. TRAVAUX DE LABORATOIRE	29
<i>III.1. ANALYSE GEOCHIMIQUE</i>	29
III.1.1. MATERIELS ET METHODES.....	29
III.1.2. RESULTATS ET INTERPRETATION	29
<i>III.2. PETROGRAPHIE</i>	31
III.2.1. LA FABRICATION DES LAMES MINCES:	31
III.2.2. DESCRIPTION DES LAMES MINCES.....	32
<i>CONCLUSION</i>	35
CONCLUSION GENERAL	36
BIBLIOGRAPHIE	38

LISTE DES FIGURES

FIGURE 1: CARTE GEOLOGIQUE D'ENSEMBLE DU MAROC (ONHYM).....	2
FIGURE 2 : CARTE GEOLOGIQUE SIMPLIFIEE DU MOYEN ATLAS (HINAJE, 2004, REDESSINE).....	5
FIGURE 3 :LOCALISATION DE LA BOUTONNIERE DU TAZEKKA (GOOGLE EARTH)	7
FIGURE 4 : CARTE GEOLOGIQUE DU MASSIF DU TAZEKKA. EN CARTOUCHE CROQUIS DE SITUATION (HOEPFFNER, 1978, REDESSINE)	8
FIGURE 5 : LOG STRATIGRAPHIQUE DE LA COUVERTURE LIASIQUE (AUJJAR J. 2000)	10
FIGURE 6 : LOCALISATION DE LA ZONE D'ETUDE (GOOGLE EARTH).....	17
FIGURE 7 : SCHEMA STRUCTURAL DU TAZEKKA AVEC LOCALISATION DE LA ZONE D'ETUDE (ROBILLARD,1978,REDESSINE)	18
FIGURE 8 : ZONE DE CONTACT TRIAS-LIAS INFERIEUR.....	18
FIGURE 9 : CARTE GEOLOGIQUE DE LA ZONE D'AÏN AOUDA.....	20
FIGURE 10 : CARTE GEOLOGIQUE DETAILLEE DE LA MINE D'AÏN AOUDA.....	21
FIGURE 11 : COUPE SCHEMATIQUE DE LA MINE D'AÏN EL AOUDA	21
FIGURE 12 : GALERIE D'EXPLOITATION DE LA MINE D'AÏN AOUDA	22
FIGURE 13 : COUPE GEOLOGIQUE DE LA ZONE D'AÏN EL AOUDA.....	22
FIGURE 14 : ZONE DE CONTACT TRIAS-LIAS INF. MINERALISEE.....	23
FIGURE 15 : ARGILES INFERIEUR AVEC UN DEPOT D'EVAPORITES.....	24
FIGURE 16 : CONTACT ARGILES INFERIEURS - COMPLEXE BASALTIQUE.....	24
FIGURE 17 : BASALTE TRIASIQUE AVEC MINERALISATION DE QUARTZ.....	25
FIGURE 18 : CONTACT ARGILES SUPERIEUR - DOLOMIE DE LIAS INFERIEUR.....	25
FIGURE 19 : DOLOMIE GRISE FONCEE (A) ET CLAIRE (B)	26
FIGURE 20 : DOLOMIE GRISE AVEC DES OXYDES DE FE ET ZN.....	26
FIGURE 21 : BRECHE DOLOMITIQUE A ELEMENT POLYGENIQUE ROUGEATRE.....	27
FIGURE 22 : DOLOMIE GRISE PORTANT DES TRACES D'ALTERATION ET D'ACTIVITE HYDROTHERMAL.....	27
FIGURE 23 : COURBE SEMI-LOGARITHMIQUE DES TENEURS DE Pb ET ZN DANS LA ZONE D'AÏN AOUDA	30
FIGURE 24 : IMAGE D'UNE SCIE CIRCULAIRE DIAMANTEE.....	31
FIGURE 25 : IMAGES DES RODEUSES ET APPAREIL DE POLISSAGE FINAL DES ECHANTILLONS	32
FIGURE 26 : DESCRIPTION MICROSCOPIQUE D'UN ECHANTILLON DE MEGHRAOUA	33
FIGURE 27 : DESCRIPTION MICROSCOPIQUE DE MINERAI Pb-Zn	33
FIGURE 28: DESCRIPTION MICROSCOPIQUE D'UN ECHANTILLON DE DOLOMIE.....	34
FIGURE 29 : DESCRIPTION MICROSCOPIQUE D'UN ECHANTILLON DANS LA ZONE D'AÏN AOUDA.....	34
FIGURE 30 :DESCRIPTION MICROSCOPIQUE D'UN ECHANTILLON DE LA MINE D'AÏN AOUDA	35
FIGURE 31 : LOG SCHEMATIQUE MONTRE LA REMOBILISATION DE LA MINERALISATION.....	36
FIGURE 32 : MODELE GENETIQUE DES MINERALISATIONS FILONIENNES DU SOCLE PALEOZOÏQUE ET DES AMAS STRATIFORME DE TYPE MVT DE LA COUVERTURE LIASIQUE DU TAZEKKA (J. AUJJAR, 2000, MODIFIE)	37

INTRODUCTION

Le massif de Tazekka est l'un des massifs les plus importants du côté géologique, magmatique, structurale et minéralogique, par la diversité de ces terrains, ainsi que par la présence de nombreuses indices de minéralisations qui ont fait objet de plusieurs travaux de recherche et d'investigation géologique, qui ont aboutie à la création de plusieurs mines dans cette région tel que Ain Aouda, Boujaada, Dar Bou Azza

Le but de ce travail et de faire une étude géologique, structural, pétrographique et minéralogique d'une partie du massif de Tazekka, ainsi l'exploration minière de la partie Est de cette Boutonnière pour la valorisation de ces ressources minières.

Ce rapport comporte trois chapitres :

- Le premier chapitre donne un aperçu général sur les grands domaines structuraux du Maroc, sur lesquelles nous allons délimiter la zone d'étude (Partie Est de la boutonnière du Tazekka).
- Le deuxième chapitre sera axé sur la géologie, la stratigraphie, la lithologie, le magmatisme, la structurale et la gîtologie de la boutonnière de Tazekka.
- La troisième partie comprend les travaux d'exploration minière (cartographie géologique, mesure structural et l'échantillonnage), Etude pétrographique et géochimiques des échantillons.

CHAPITRE I : GENERALITES SUR LA GEOLOGIE DU MAROC

I. LES ENSEMBLES STRUCTURAUX DU MAROC

Le Maroc se situe au coin nord-ouest de la plateforme saharienne, il est entouré par les plaques mobiles de la mer méditerranéenne au Nord et l'océan atlantique à l'Ouest.

L'histoire géologique du Maroc est conditionnée par sa position charnière entre les continents africain, européen et américain. Plusieurs cycles orogéniques se sont succédés contribuant chacun, par son contexte géodynamique et son ampleur, à façonner les domaines structuraux du Maroc.

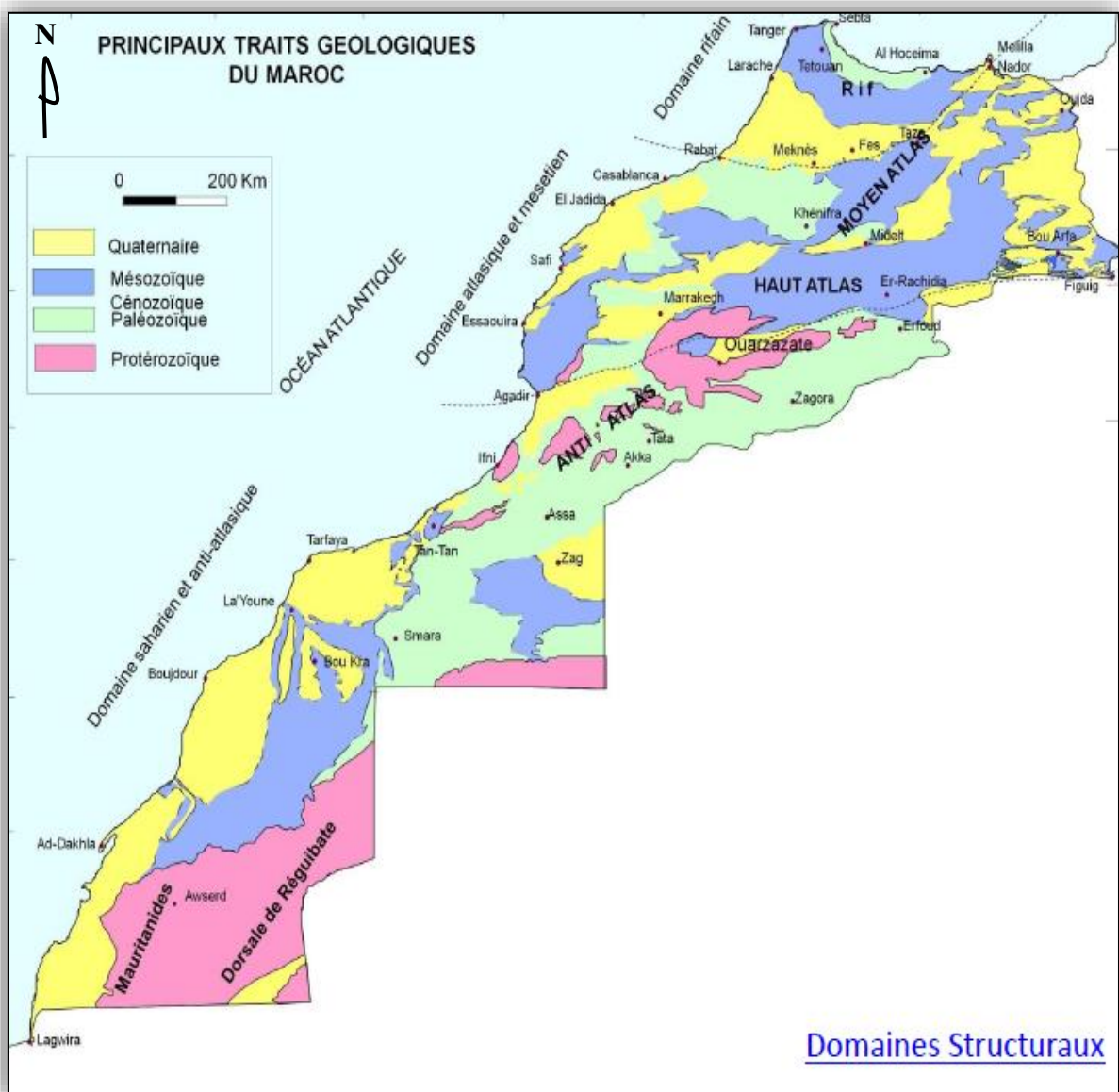


Figure 1: Carte géologique d'ensemble du Maroc (ONHYM)

1.1. DOMAINE ANTI ATLASIQUE ET SAHARIEN

Forme la partie nord du bouclier ouest africain au Sud et limité par l'accident sud-atlasique au Nord, ce domaine est formé par un socle protérozoïque et précambrien constituant des boutonnières recouvertes par les formations protérozoïques et paléozoïques qui les recouvrent en discordance.

Ces dernières sont peu déformées par l'orogénèse hercynienne.

1.2. DOMAINE ATLASO-MESETIEN

Ce domaine est situé entre l'accident sud atlasique et la limite sud du Prerif. Il est constitué par plusieurs unités structurales.

- Un socle paléozoïque dans les mesetas, structuré par l'orogénèse hercynienne et responsable aussi de la mise en place de nombreuses intrusions de granitoïdes.
- Une couverture, formée de terrains essentiellement carbonatés, mésozoïques et cénozoïques comportant deux unités structurales:
 - Une zone à couverture plissée comprenant le Haut et le Moyen Atlas plissé, ayant subi une tectonique hercynienne précoce et une autre alpine ;
 - Une zone à couverture tabulaire comprenant le causse moyen atlasique, les hauts plateaux et le pays des horsts dans le Maroc oriental.

1.3. DOMAINE RIFAIN

Il est constitué par 3 zones :

- Des zones internes métamorphisées et déformés et liées à la plaque d'Alboran, individualisée au Mésozoïque entre l'Afrique et l'Europe et se composent de plusieurs unités cristallines et sédimentaires.
- Un domaine de nappes et de flyshs constitué d'unités formées de séries sédimentaires détritiques déposées dans un bassin profond sur la marge de la plaque d'Alboran.
- Des zones externes correspondent à l'ancien sillon externe, établi sur la marge nord-africaine, comblé par d'épaisses séries mésozoïques et cénozoïques.

II. LES GRANDS ENSEMBLES STRUCTURAUX DU MOYEN ATLAS

II.1. LE CAUSSE MOYEN ATLASIQUE

Le Causse Moyen Atlasique pris dans sa totalité est un vaste secteur (4200km² environ), c'est une région tabulaire située directement au nord et nord-ouest de l'accident nord-moyen atlasique qui les sépare du Moyen Atlas plissé situé au S-E.

Le Causse est limité à l'ouest par les terrains paléozoïques de la meseta marocaine et au nord-ouest par ceux du massif de Tazzeke sur lesquels, il repose. Au Nord, la limite est déterminée par les terrains de recouvrement tertiaires et quaternaires su couloir sud-rifain sous lesquels, il forme un vaste synclinal dissymétrique affectant tous les terrains secondaires, et s'interrompt sur son flan nord au contact des rides pré-rifaines.

Le Causse a été subdivisé, suivant les critères géographiques et structuraux. On distingue une partie occidentale qui va la bordure de la méseta jusqu'à l'ouest Sebou à l'est et une partie orientale qui correspond aux bordures liasiques du massif de Tazzeke.

La partie occidentale est subdivisée en deux tronçons suivant des critères structuraux : un tronçon septentrional au nord-ouest et un tronçon méridional au sud-est. Ces deux tronçons sont séparés par l'importante ligne d'accidents de Tizi-N'Tretten.

Le tronçon méridional comprend le causse de Guigou, d'El Menzel, d'el Hammam, de Tahla, etc.

Le tronçon septentrional qui nous intéresse correspond au causse d'Immouzzer, au causse d'Ifrane-El Hajeb et au causse de Sefrou.

II.2. LE MOYEN ATLAS PLISSE

Le Moyen Atlas plissé, Comme le Haut Atlas central et oriental, c'est une succession de cuvettes séparées par des lignes de crêtes où s'individualisent les plus hauts sommets : Jbel Tichoukt (2796m), Jbel Bou-Iblan (3190m) et Jbel Bou-Naceur (3340m).

A la terminaison Nord-Est du Moyen Atlas, où il s'interrompt au niveau de Taza. Le Tazekka est un massif paléozoïque où affleure le socle des séries atlasiques plissées. Au Sud-Est, la chaîne domine la plaine de la Moulouya qui forme une zone affaissée entre le Moyen Atlas et le Haut Atlas.

II.3. LES ACCIDENTS MAJEURS DANS LE MOYEN ATLAS

Dans le Moyen Atlas il y'a quatre accidents majeurs jouent un rôle important dans la structure de la chaîne qui sont :

- L'accident Nord Moyen Atlasique (Duée et al, 1977) sépare le cause moyen-atlasique du Moyen atlas plissé, elle se localise dans la partie septentrionale de la chaîne ;
- L'accident Sud Moyen Atlasique (Laville, 1977 ; Fedan, 1988) sépare le Moyen atlas plissé de la meseta orientale et la plaine de la Moulouya ;
- L'accident de Dayet Aoua (Charrière, 1990) qui sépare le cause moyen atlasique et le bassin de Saïs. Il passe par la boutonnière de Bni Mellala et possède un jeu normal au Quaternaire ancien-moyen (Hinaje, 2004) ;
- L'accident Tizi N'Tretten (Colo, 1961) divise le cause moyen atlasique en deux parties, une contient les boutonnières orientales : El Bhalil, Bni Mellala, Kandar, El Hajeb. Et l'autre où se trouvent les boutonnières orientales : Bsabis, Pont de Sebou, El Menzel, Tazzeka.

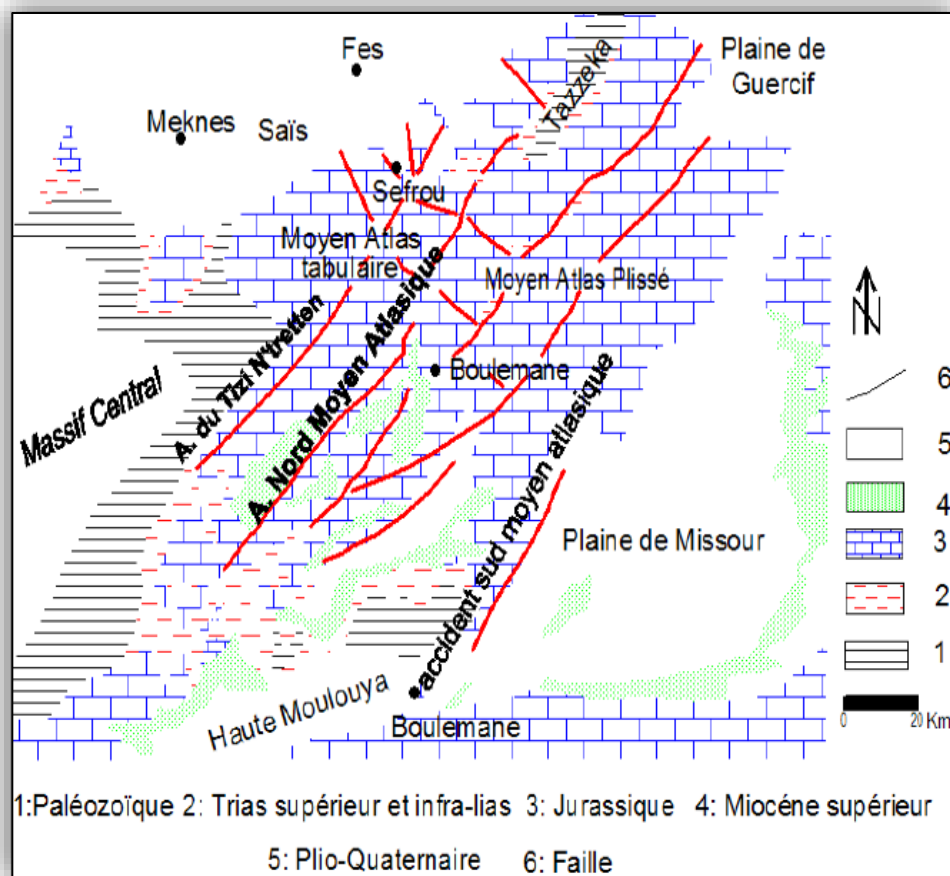


Figure 2 : Carte géologique simplifiée du Moyen Atlas (HINAJE, 2004, redessiné)

II.4. EVOLUTION GEODYNAMIQUE DU MOYEN ATLAS

Le socle paléozoïque affleurant dans les boutonnières du moyen-atlas présente une hétérogénéité d'ordre lithostratigraphique, magmatique et structural, que traduit une zonation, généralement orientée N40°, d'ensembles hercyniens prolongeant ceux du Tazekka (Maroc oriental) et ceux du Maroc central. L'évolution géodynamique post-hercynienne de la chaîne, conditionnée par cette zonation longitudinale et par le jeu d'accidents transverses, peut-être décomposée en trois périodes:

- Trias à dogger: découpage d'une zone de la marge passive ouest téthysienne. Une tectonique distensive responsable de basculements de blocs apparaît au trias supérieur. Elle accompagne ensuite la transgression téthysienne, diachrone du NE au SW (sinemurien-carixien moyen), puis des épisodes de comblement qui se généralisent au SW de la chaîne (domerien), et migrent en direction de la Téthys (toarcien-Aalenien). La tectonique synsédimentaire atteint un maximum avec la phase médio-jurassique au cours de laquelle prennent forme les premières structures atlasiques NE-SW;
- Barrémien à éocène: mobilité de la plate-forme commune atlantico-téthysienne. Après une période de non-dépôt (essentiel du malm et du néocomien), le domaine est affecté d'une fracturation, imputable à une tectonique datée du Crétacé qui contrôle la localisation de cuvettes Wealdiennes, puis celle des bassins marins néocrétacés dans lesquels dominent les facies confinés. La migration de séquences de dépôts traduit une activité tectono-sédimentaire quasi-permanente qui paraît liée au jeu transtensif des accidents limitant les bassins;
- Néogène à actuel: tectogenèse polyphasée au moyen-atlas, devenu avant-pays de la chaîne rifaine.

CHAPITRE II : LA BOUTONNIERE DE TAZEKKA

I. SITUATION GEOGRAPHIQUE

La boutonnière de Tazekka est localisée à l'extrémité NE de la chaîne du moyen Atlas dans la partie nord orientale du Maroc, plus précisément au SW de la ville de Taza, située à 220 Km à l'Ouest de la ville de Oujda, sur la route principale n°1 reliant cette ville à Casablanca. Il est couvert par la carte topographique de Taza au 1/50 000.

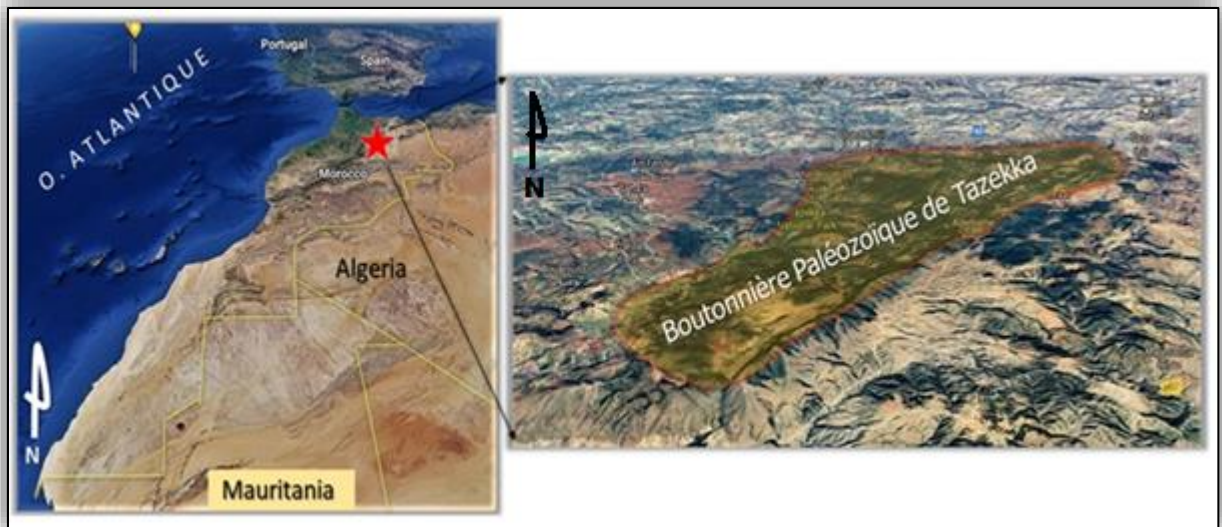


Figure 3 :Localisation de la boutonnière du Tazekka (Google Earth)

La morphologie générale de cette région est constituée d'une alternance de rides et de plateaux à altitudes variable (1000m----1980m), et de dépressions marneuses orientées NE-SW qui est la direction tectonique majeure.

II. CADRE STRATIGRAPHIQUE ET LITHOLOGIQUE

II.1. SOCLE

Les séries sédimentaires paléozoïques dans la région de Tazekka, correspondent successivement aux formations suivantes :

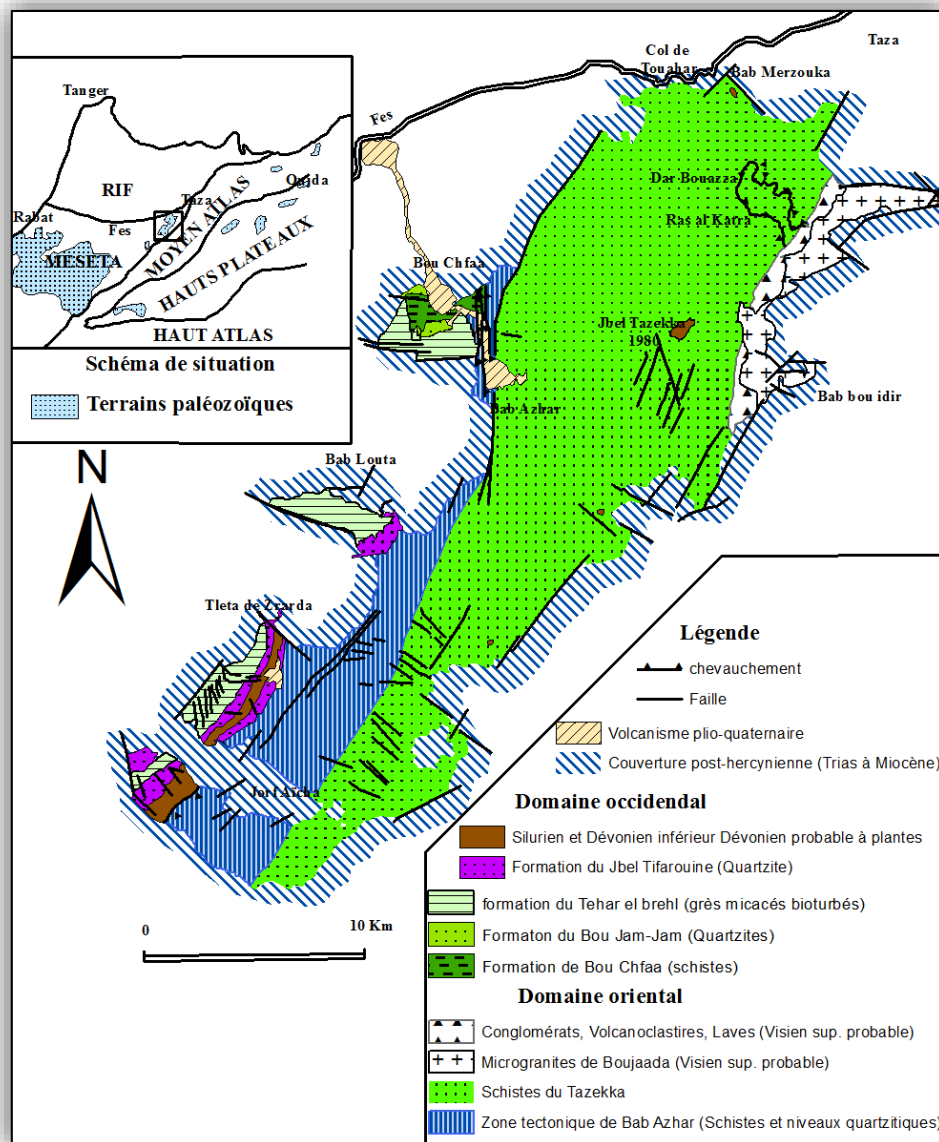


Figure 4 : Carte géologique du massif du Tazekka. En cartouche croquis de situation (Hoepffner, 1978, redessiné)

- Les formations cambro-ordoviciennes et ordoviciennes inférieure (Arénigien-Llanvirnien), constituées essentiellement d'un faciès schisteux violacé (lie de vin) ou gris-vert, comprenant des argilites schisteuses à minces lits de grès micacés, des grésopélites à dominance de pélites et de silts, et des grès grauwakeux (GHARMANE Y.,2018).
- Ces dépôts sont interprétés comme une méga-séquence strato et granocroissante de type plateforme subsidente.
- Ces formations schisteuses sont surmontées en discordance par des faciès triasiques comprenant deux séries d'argilites rouges séparées par un complexe basaltique doléritique (GHARMANE Y.,2018).

II.2. COUVERTURE

Les séries sédimentaires méso-cénozoïques qu'on rencontre dans le secteur ont un âge qui s'étale du Trias à l'Aléno-bajocien inférieur dans la région de Tazekka.

- ***Trias***

Le trias est constitué de deux séries d'argilites rouges séparées par un complexe volcanique.

- ***Lias.***

- les dépôts liasiques formés successivement de dolomies bréchiformes, fines et grises à structures du type Birdeyes d'âge Lotharingien, des calcaires divers à faciès de plateforme peu profonde qui marque le début du Carixien et des calcaires oolitiques en gros bancs d'âge Domérien (GHARMANE Y.,2018);

- ***Lias Inférieur :***

Le Lias inférieur est représenté par des formations à faciès dolomitiques et calcaro-dolomitiques, massives. Il caractérise un régime généralement stable du point de vue tectonique et sédimentologique.

- ***Lias Moyen :***

Au Lias moyen s'installe une sédimentation franchement calcaire où les variations de faciès sont importantes. Toutefois la disparition progressive de la dolomie empêche de placer une limite nette entre les termes de base du Lias moyen et ceux du sommet du Lias inférieur.

- ***Lias supérieur :***

Dès le début du Lias supérieur (Toarcien), on assiste à un changement très important dans la sédimentation. Après les faciès carbonatés du Lias inférieur et moyen, la sédimentation marneuse, amorcée au Domérien.

- ***Dogger***

Le régime de "vasière" mis en place avec le Toarcien, se prolonge durant l'Aalénien-Bajocien Inférieur de façon continue avec apparition progressive d'une dominante calcaire au fur et à mesure que l'on s'élève dans la série (GHARMANE Y.,2018).

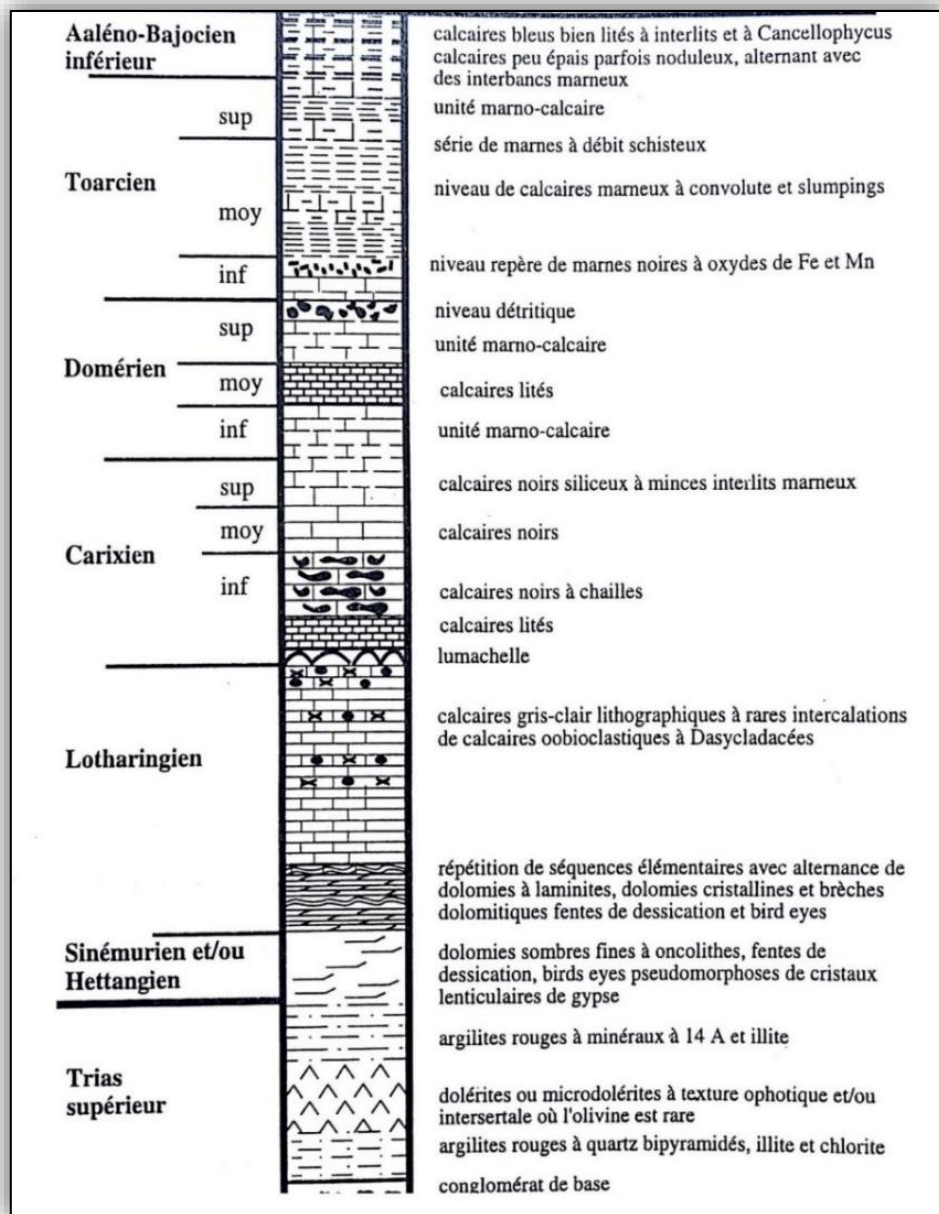


Figure 5 : Log stratigraphique de la couverture Liasique (AUAJJAR J. 2000)

- *Miocène*

- les dépôts miocènes discordants, constitués de grés et des marnocalcaires à caractère transgressif, recouverts par une formation fluvio-lacustre d'âge Pliocène supérieur où se côtoient sables, calcaires et calcilutites (GHARMANE Y.,2018);

- *Le Quaternaire.*

- les dépôts quaternaires caractérisés par des formations volcaniques sous forme de cendres, tufs, brèches volcaniques et laves, travertins et dépôts fluviatiles (GHARMANE Y.,2018).

III. CADRE MAGMATIQUE ET METAMORPHIQUE

Le Granite de Tazekka est un pluton qui affleure sur une superficie de 1 à 1,5 km à l'est du jbel Tazekka. Il est auréolé d'une zone réduite d'une dizaine de mètres de cornéennes puis, sans transition, d'une vaste zone de schistes à tourmaline plus ou moins silicifiés et enfin par des schistes tachetés. Localement des indices de wolfram sont connus à l'intérieur ou à proximité de ce pointement.

Au NNE de cette zone dans la région de Dar Bou Azza et de Bou Jaâda, affleurent des cornéennes qui localement renferment des indices de molybdène (molybdénite) et accessoirement de wolfram (wolframite et scheelite). La présence de ces faciès atteste du prolongement vers le NNE du batholite granitique qui affleure au jbel Tazekka (AUAJJAR J. 2000).

Entre l'auréole à schistes tachetés et les affleurements de cornéennes ainsi qu'au NE de ces derniers apparaissent des corps et filons de microdiorite au contact desquels l'encaissant schisteux ne montre aucun métamorphisme notable. Ces corps ou filons ont une extension latérale de 50 à 100 m et une largeur moyenne de 2 à 10m. Les filons ont des épontes généralement verticales, parallèles et s'orientant suivant trois familles de direction N20-40, N70-80 et N110-130 (AUAJJAR J. 2000).

Nous rattachons ces roches magmatiques du Tazekka à la phase finale de magmatogenèse dans la Meseta Marocaine orientale. Celle-ci est d'âge stéphanien (ou probablement autunien) la mise en place des granitoïdes hercyniens du Maroc s'est faite entre 250 et 330 Ma avec deux épisodes principaux :

- Le premier allant de 330 à 275 Ma durant lequel, il y a eu mise en place des magmas granodioritiques et de leucogranites;
- Le deuxième épisode allant de 275 à 250 Ma durant lequel, l'ascension des granites monzonitiques tardifs et alcalins.

Nous retrouvons les deux épisodes de mise en place des granitoïdes dans les boutonnières hercyniennes du Maroc oriental. La mise en place du granite et de la microdiorite du Tazekka se serait faite durant le premier épisode (AUAJJAR J. 2000).

IV. CADRE STRUCTURAL

IV.1. SOCLE

La boutonnière de Tazekka se localise sur la zone de failles Tazekka-Bsabis–Bekrit, accident majeur hercynienne marquant la limite entre la Meseta occidentale et la Meseta orientale.

La structuration des formations paléozoïques du Tazekka comprend deux phases tectono-métamorphiques et des mouvements cassants.

Les déformations de la première phase sont attribuables à la phase intraviséenne, ceux de la deuxième phase ainsi que les mouvements cassants tardi-hercyniens sont attribuables à la phase post-westphalienne (AUAJJAR J. 2000).

La phase intra-viséenne : La phase intra-viséenne précoce constitue l'épisode majeur de structuration dans les schistes du Tazekka. Elle peut être résumée, comme un plissement synchisteux suivi d'un cisaillement, réalisé dans un climat de métamorphisme anchi à épizonal. Cette première phase est de direction générale NNE-SSW et n'affecte que les schistes du Tazekka d'âge ordovicien inférieur (AUAJJAR J. 2000).

Elle est responsable du feuilletage de ses schistes qui correspond à un débit planaire, conférant à la roche un caractère phylladique.

Cette phase tectono-métamorphique se manifeste par S des plis centimétriques à métriques de style isoclinal et de type concentrique aplati ou semblable.

La phase post-westphalienne : La deuxième phase tectono-métamorphique affecte, cette fois-ci, aussi bien les schistes de l'Ordovicien inférieur que la série volcano-sédimentaire du Viséen supérieur-Namurien (AUAJJAR J. 2000).

Elle se traduit au sein des schistes du Tazekka, par des plis d'axe N10 à N50 incliné de 10 à 40° vers le NE ou le SW. Ceux-ci se regroupent en deux familles de plis à plans axiaux conjugués l'une à plan axial subvertical, légèrement penté vers le SE, l'autre, plus fréquente dans le massif du Tazekka, à plan axial subvertical, légèrement incliné vers le NW.

Dans les zones les moins déformées de ces schistes apparaissent des knicks ou des flexures. La schistosité de fracture ou pli-fracture (crénulation) est généralement bien développée.

IV.2. COUVERTURE

Dans la boutonnière de Tazekka la qualité des affleurements du trias ne permet pas d'apprécier les éventuelles déformations d'âge triasique. A l'échelle du Moyen Atlas, les accidents majeurs de cette chaîne, à savoir les accidents Nord et Sud moyen atlasiques qui correspondent à des fractures crustales héritées de l'histoire tardi-hercynienne, sont réactivés au cours du Trias.

Cette activité syn-triasique se traduit par des failles normales. Dans la partie occidentale du Causse moyen atlasique, au Trias une tectonique distensive, le long de la faille d'Adarouch de direction hercynienne, responsable du basculement du Bloc ou Causse d'Agourai vers l'ENE, en direction de la Mésogée (AUAJJAR J. 2000).

La tectonique syn-Lias moyen dans le Causse moyen atlasique de la partie septentrionale du Moyen Atlas nous concluons que l'analyse du secteur démontre l'individualisation synsédimentaire de grabens N45 et plongeant vers ceux-ci (AUAJJAR J. 2000).

Dans un tel contexte, le jeu d'accidents N45 préexistants (parallèles à l'accident Nord moyen atlasique) en faille normale sénestre entraîne la formation de grabens N45 et c'est au cours de l'évolution de la structure qu'apparaissent les gradins limités par des failles normales N30 et que s'opère le plongement de ces derniers vers l'axe de la structure (graben N45).

V. CADRE GÎTOLOGIQUE

V.1. LES MINÉRALISATIONS DU SOCLE :

Dans le socle paléozoïque du Tazekka apparaissent des minéralisations filoniennes de type BPGC, des stockwerks quartzo-barytiques et des minéralisations à Sb, As-Fe, W et Mo. Ces minéralisations sont encaissées dans les trois formations du socle paléozoïque à savoir les schistes de l'Ordovicien inférieur, la série volcano-sédimentaire du Viséen supérieur-Namurien et le granite du Tazekka (AUAJJAR J. 2000).

V.1.1. Les filons BPGC :

Les filons du socle sont caractérisés par :

- Deux directions principales NE-SW à NNE-SSW et E-W ;
- Le contenu minéralogique est composé de quartz, blende, galène, pyrite, chalcoppyrite, cuivre gris et barytine.
- Les remplissages filoniens ne comportent que des textures d'ouverture essentiellement des textures en peigne ou en cocarde, des rubanements, des cristallisations géodiques et parfois des brèches d'extensions.
- La barytine peut être massive ou bien cristallisée.

V.1.2. Les minéralisations Sb, As-Fe, W et Mo :

Outre les filons Pb-Zn (Cu) et Ba qui constituent l'essentiel des concentrations du socle paléozoïque du Tazekka, on observe d'autre type et forme de minéralisation tel que Sb, As-Fe, W et Mo.

Elles sont encaissées dans les formations du paléozoïque, (migre parfois à la couverture) à savoir, les schistes du Tazekka d'âge ordovicien inférieur, la série volcano-sédimentaire d'âge Viséen supérieur-Namurien et le granite du Tazekka (AUAJJAR J. 2000). Parmi celles-ci, seules les concentrations de Sb ont fait l'objet d'une exploitation (mine de Bou Jâada).

V.2. LES MINÉRALISATIONS DE LA COUVERTURE :

Sur la plate-forme carbonatée liasique du Tazekka apparaissent des minéralisations essentiellement plombo-zincifères ou ferrifères. Nous avons mis en évidence une zonalité horizontale de ces minéralisations à Pb-Zn et Fe (AUAJJAR J. 2000). Cette zonalité est conditionnée par un contrôle paléogéographique et structural qui se présente sur les terrains de la manière suivante:

- Dans le domaine du Causse moyen atlasique, les minéralisations sont à Pb-Zn, sulfurées, principalement stratiformes et localisées sur l'inconformité du sommet du Lias inférieur.

Ces minéralisations sont principalement à Pb-Zn sulfurées et stratiformes qui s'échelonnent du NE jusqu'au SW à proximité de l'accident Nord moyen atlasique. Nous allons les présenter par secteur : le secteur nord avec les minéralisations de Bou Khalifa, puis le secteur central avec les indices d'Aïn Khebbab, Asdi Ben Zerhla, Ain Tarselt, jbel Rezkia et Sidi Abdellah et enfin le secteur méridional avec les concentrations d'Ain Hallouf (AUAJJAR J. 2000).

- Dans le domaine du Moyen Atlas, les minéralisations sont à Pb-Zn oxydées, en amas sécants dans la formation supérieure calcaire du Lotharingien ou essentiellement ferrifères qui apparaissent plus bas stratigraphiquement que les précédentes puisqu'elles se trouvent le long de contacts faillés entre le Trias et le Lias inférieur (AUAJJAR J. 2000).

Les amas calaminaires : Dans le domaine du Moyen Atlas se trouvent des amas calaminaires dont les plus importants sont ceux d'Ain El Aouda et du Chiker et des indices de Pb-Zn sulfurés dont font partie ceux de Merja El Caïd, de Bab el Beïda, du Col Bab Mtik et d'Ain Oussoul (AUAJJAR J. 2000). Dans tous ces gîtes, la minéralisation est encaissée dans les calcaires fins du Lotharingien à l'exception du gîte d'Ain Oussoul où celle-ci est portée par les calcaires gris- noir du Domérien.

CHAPITRE III : ETUDE GEOLOGIQUE DES INDICES MINIERES DE LA COUVERTURE LIASIQUE DE TAZEKKA

INTRODUCTION

L'exploration est l'étape préalable à tout projet d'exploitation. Elle vise à mettre en évidence l'existence d'un gisement de minerais métalliques ou de minéraux industriels qui soit exploitable tant sur les plans technique et économique que sur le plan de la préservation de l'environnement.

L'exploration débute généralement par la recherche des zones d'explorations intéressantes et par le prélèvement des échantillons dans des zones géologiques qui semblent avoir un potentiel minéral intéressant, dans cette partie en va procéder au même principe pour la recherche et l'exploration minière de la partie EST de la Boutonnière de Tazekka.

I. METHODOLOGIE

Dans le cadre de notre Projet de Fin d'étude au Licence Géoressource et Environnement a la Faculté des Sciences et Technique de Fès, un sujet nous a été proposée par la Société ATLAS MINING, intituler étude géologique et exploration Minière de la couverture Liasique de Tazekka.

En se basant sur des concepts scientifiques et professionnels, pour mettre en œuvre les différentes disciplines et informations acquises durant notre parcours académique et afin d'aboutir au meilleurs résultat, notre travail s'est divisé en deux grandes parties majeure qui sont les travaux de terrains et les travaux de laboratoire :

➤ **Travaux de terrains :**

- Cartographie des structure majeur et mineur
- Identification des Structures minéralisées
- Echantillonnage

➤ **Travaux de laboratoire :**

- Analyses géochimique
- Traitement des résultats, digitalisation et réalisation des cartes à l'aide d'outil SIG (global mapper et Arc GIS)
- Réalisation et description des lames minces.

II. TRAVEAUX DE TERRAIN

II.1. CARTOGRAPHIE GEOLOGIQUE

La cartographie est l'ensemble des études et des opérations scientifiques et techniques intervenant dans l'établissement des cartes ou plans, à partir des résultats d'observations directes ou de l'exploitation d'une documentation préexistante.

Le principe majeur de la cartographie est la représentation des données sur un support réduit représentant un espace généralement tenu pour réel.

Dans notre travail, nous avons procédé à une cartographie de plusieurs zones dans la partie EST de Tazekka, mais dans cette partie de notre rapport nous allons détailler une zone clef du secteur, qui est la zone d'Aïn Aouda de Meghraoua.

❖ Cadre géographique:

La zone d'Ain Aouda est située à 27 km au sud de la ville de Taza, au bord de la route reliant cette ville au village de Meghraoua. Situé dans la partie la plus septentrionale de la chaîne montagneuse du Moyen Atlas à proximité du parc national de Tazekka à 8 km vol d'oiseau de Bab boudir, non loin de Dayet chiguer.



Figure 6 : Localisation de la zone d'étude (Google Earth)

❖ **Cadre géologique du gisement :**

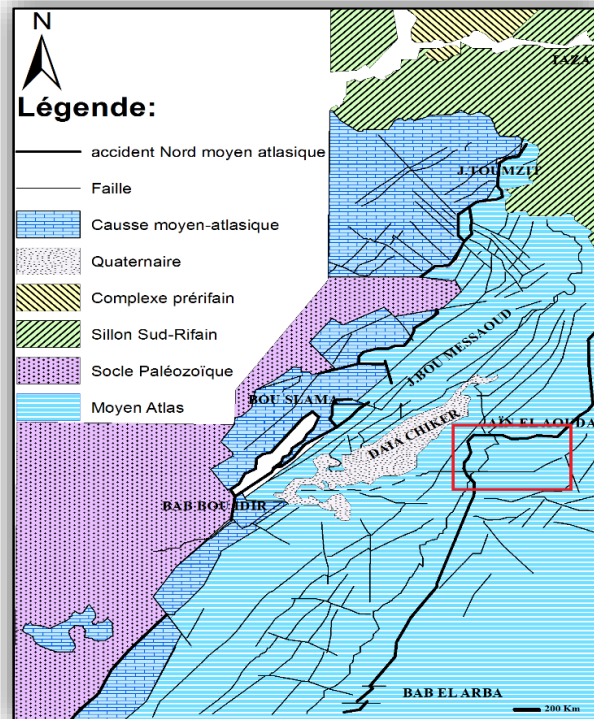


Figure 7 : Schéma structural du Tazekka avec localisation de la zone d'étude (Robillard,1978,redessiné)

Dans cette zone, l'accident d'Aïn Aouda se subdivise en deux branches qui délimitent un horst constitué d'argilites rouges et de dolérites triasiques, encadré à l'ouest, à l'est et au nord par des formations allant du Lias inférieur au Toarcien Aalénien.



Figure 8 : Zone de contact Trias-Lias inférieur

Le secteur est constitué par les formations suivantes :

- Au Nord-Ouest et au Nord nous trouvons des formations triasiques chevauche les formations du lias inférieur à toarcien.
- Au centre et plus à l'Est nous trouvons des formations de lias inférieur et du Domérien.
- Au Sud-Ouest, les formations Toarcienne peut reposer à plat sur les formations triasiques.

Les deux accidents peuvent être chevauchants, c'est le cas de :

- L'accident occidental où le Trias chevauche les formations du Lias inférieur à Toarcien.
- L'accident oriental, dans sa partie Sud où le Toarcien peut se reposer à plat sur le Trias, et dans sa partie Nord, où le Domérien peut reposer à plat sur ce même Trias.

Le gisement d'Ain Aouda se situe donc à proximité immédiate d'un accident qui a fonctionné comme suit:

- Du Lias moyen au Dogger, cet accident a joué en faille normale (horst du Trias, émergence du Lias inférieur et lacune du Carixien basal);
- Du Jurassique terminal au Crétacé supérieur, cet accident a joué en compression;

Postérieurement, le jeu d'accident WSW-ENE a entraîné un léger décalage du plan de chevauchement (Fig.9).

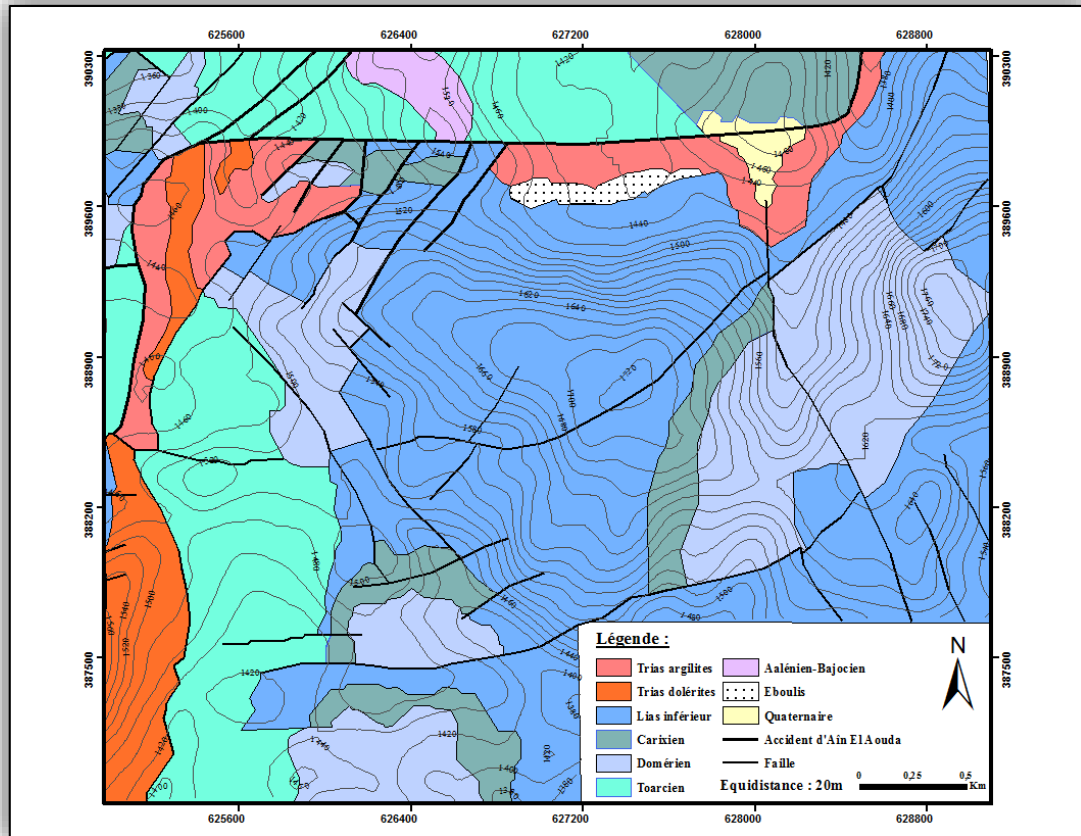


Figure 9 : carte géologique de la zone d'Ain Aouda

Pour avoir plus de détails sur les structures mineures de la région, nous avons procédé à la cartographie d'un périmètre de 1Km² afin de bien étudier les faciès de la région et mieux comprendre les structures du gisement, et les structures porteuses de minéralisation.

Le gisement est constitué par une série (150m) de calcaires et dolomies du lias. Le pendage est généralement faible (5 à 10°) vers le sud.

Le gisement est localisé dans une série de dolomies et calcaires encadrée au N et au S par deux Failles de directions NE-SW (Fig.10).

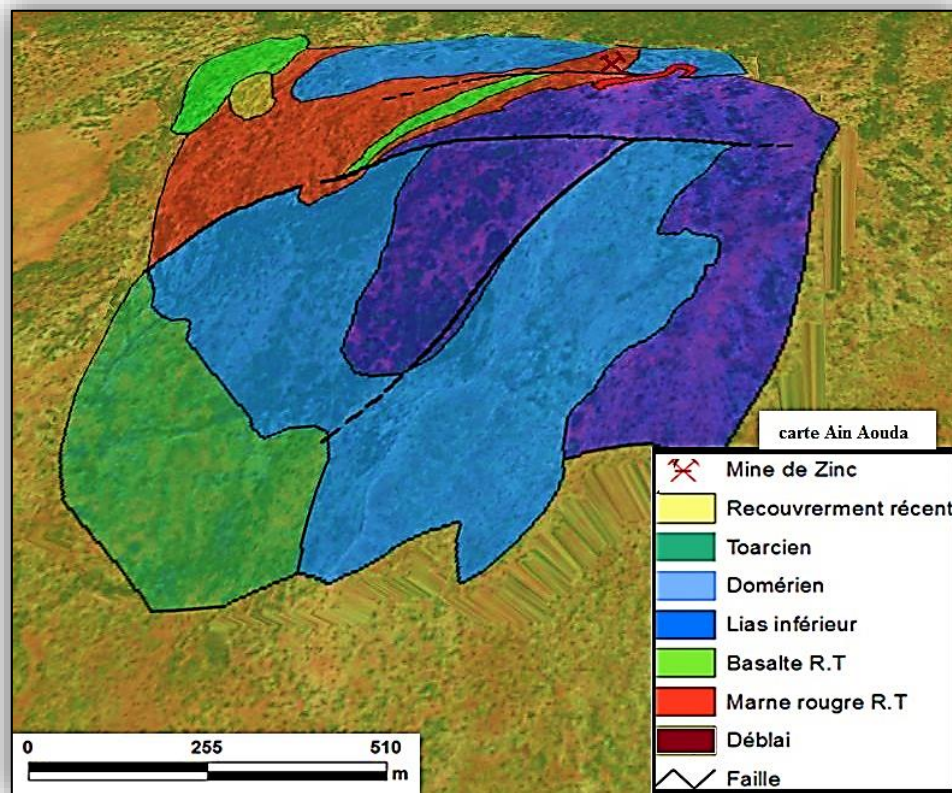


Figure 10 : carte géologique détaillée de la mine d'Ain Aouda

Les minéralisations les plus intéressante se trouvent à proximité de la 1ère faille, dans cette partie, la zone minéralisée est constituée par une calamine plus au moins ferrugineuse.

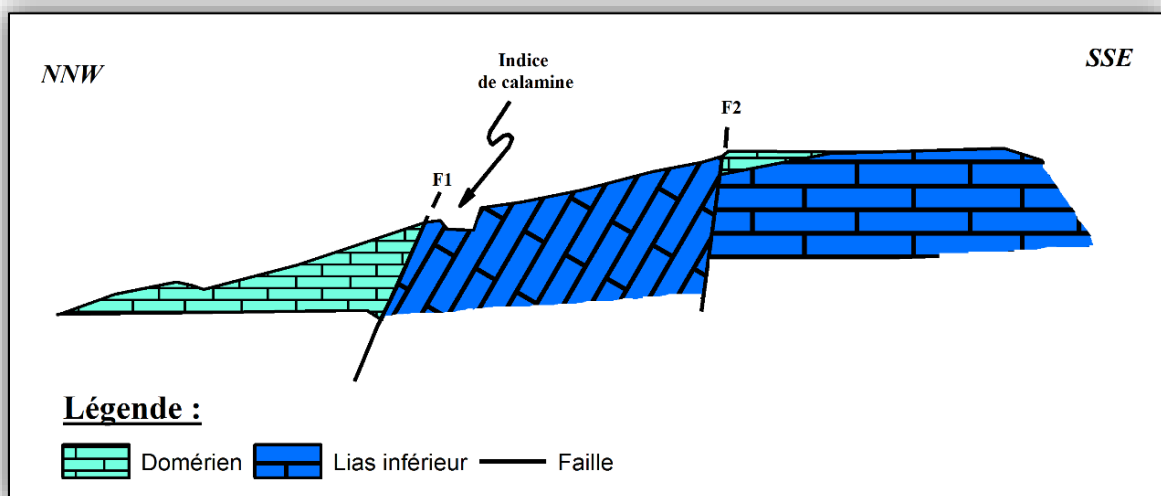


Figure 11 : Coupe schématique de la mine d'AIN EL AOUDA

❖ Caractéristiques de la minéralisation

Le gisement d'Aïn El Aouda a produit environ 4000 tonnes de calamine à 48 % Zn, soit environ 2000 tonnes métal (document inédit). C'est le plus important amas zincifère du domaine du Moyen Atlas plissé.



Figure 12 : Galerie d'exploitation de la mine d'Aïn Aouda

Les observations de terrain montrent que l'amas calaminaire d'Aïn Aouda s'inscrit dans les limites d'une carrière (fig.12) caractérisée par des cavités ou poches pluri-métriques remplies d'argiles rouges, de limonites et d'hématite (fig.13).

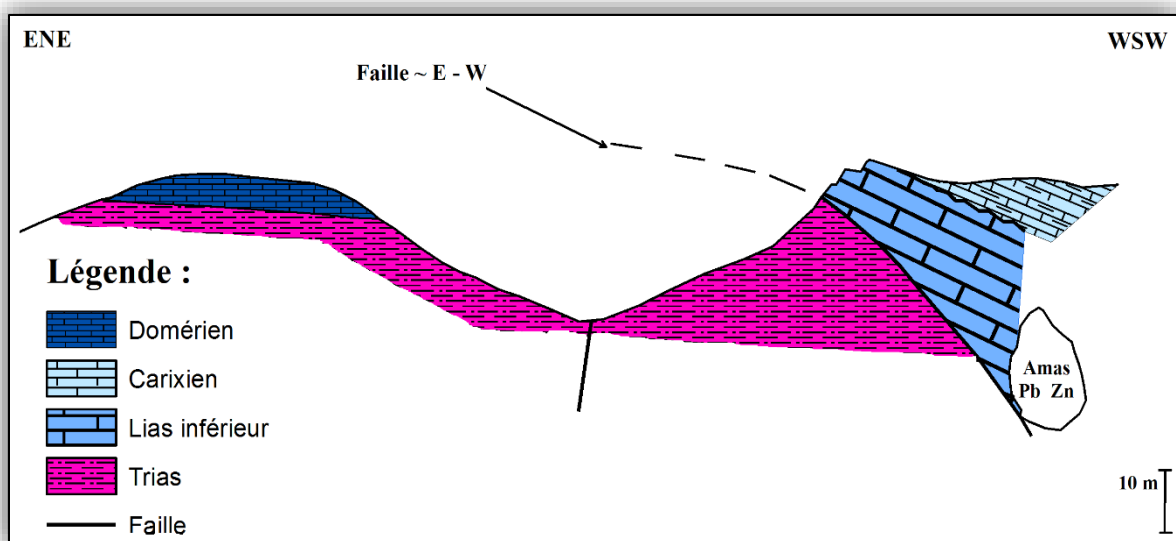


Figure 13 : Coupe géologique de la zone d'AIN EL AOUDA

Sur la paroi de la carrière, le développement d'une dolomie grise autour d'une petite cavité karstique à oxydés de Zn est bien visible(fig.14).

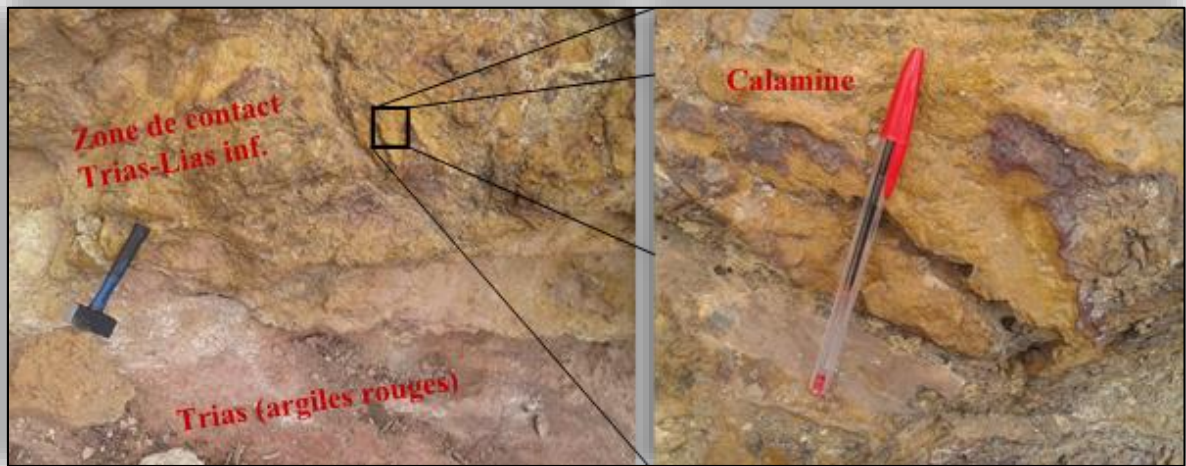


Figure 14 : Zone de contact Trias-Lias inf. minéralisée

La minéralisation contient également de la blende et de la galène associées à la cérusite. Nous y trouvons aussi des géodes à smithsonite, hémimorphite, barytine et calcite ainsi que des oxydes de fer qui se présentent en cubes attestant à sa nature sulfurée primitive.

Nous aurions donc une minéralisation à origine blende, pyrite et galène. La dissémination de la pyrite aurait facilité l'oxydation de la blende. Cette minéralisation sulfurée a été affectée par une karstification récente dont le résultat est la formation des oxydés de Zn.

II.2. ECHANTILLONNAGE

Dans notre zone d'étude affleure des formations carbonatées du lias inférieur, ainsi que des affleurements de trias supérieur en discordance, Ce Trias repose en discordance majeure sur la série volcano-sédimentaire du Viséen supérieur-Namurien à Essebt, ou sur les schistes verts de l'ordovicien inférieur à Aïn Hallouf. Il est constitué de la trilogie des formations triasiques qui sont :

Les Argiles inférieures (fig.15) caractérisées par des dépôts évaporitiques :

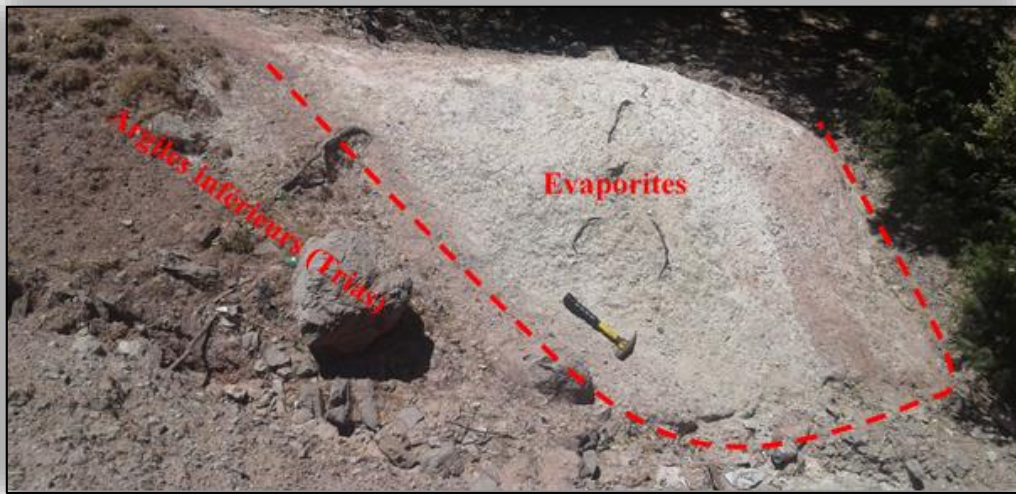


Figure 15 : Argiles inférieure avec un dépôt d'évaporites

Le complexe basaltique :



Figure 16 : contact argiles inférieures - complexe basaltique

Ce complexe basaltique caractérisé par leur couleur vert-foncée qui dû à la présence de chlorite et d'épidote.

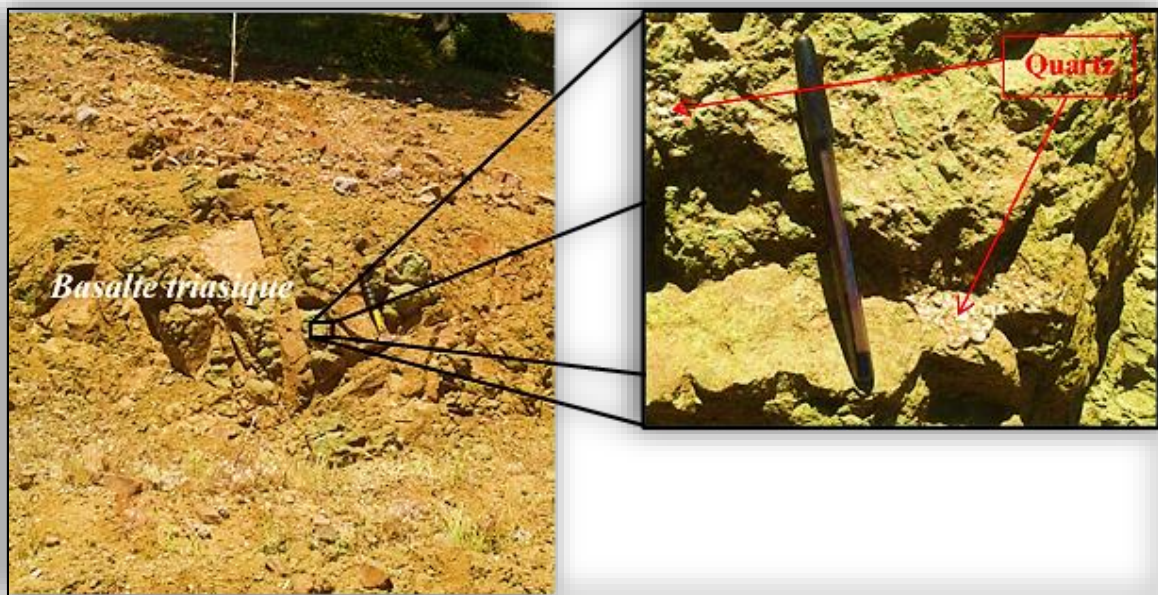


Figure 17 : Basalte triasique avec minéralisation de quartz

Et les Argiles supérieur sur lesquelles repose le lias inférieur,

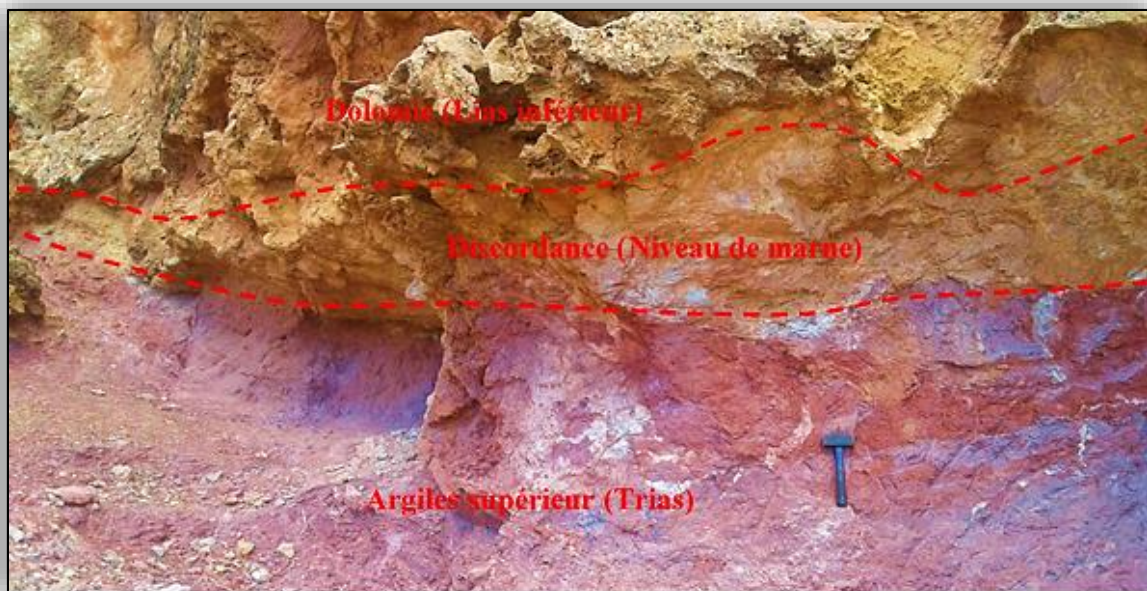


Figure 18 : Contact Argiles supérieur - Dolomie de lias inférieur

Le lias inférieur et caractérisé par des formations carbonatées dolomitique qui caractérisent les milieux de dépôt par leurs textures et structures, dans le terrain se trouve :

- Une dolomie grise foncée fracturée, contient des veinules de sulfures (A).
- Une dolomie grise claire avec des veines de calcite (B).

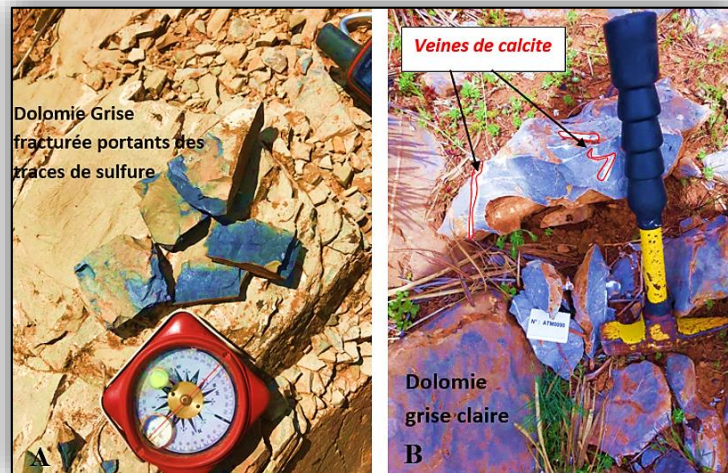


Figure 19 : Dolomie grise foncée (A) et claire (B)

- Une dolomie grise avec une activité hydrothermale d'oxyde de Fe et Zn, nous y trouvons aussi des traces de calcite et de limonite.

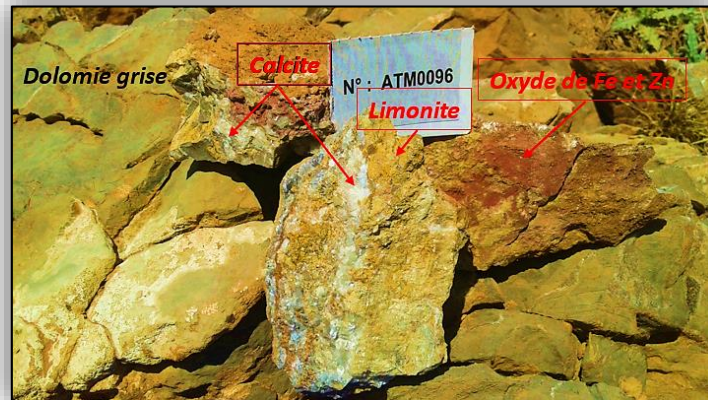


Figure 20 : Dolomie grise avec des oxydes de Fe et Zn

Les structures brèchiques rencontrées sont liées généralement à l'activité tectonique, elles se localisent à l'intersection des failles ou bien à proximité des failles de direction N40, N80 et N120.

Ce sont des brèches à dimension variable dans lesquelles se trouvent des veines à calcite et quartz avec des traces de Fe, et Zn.

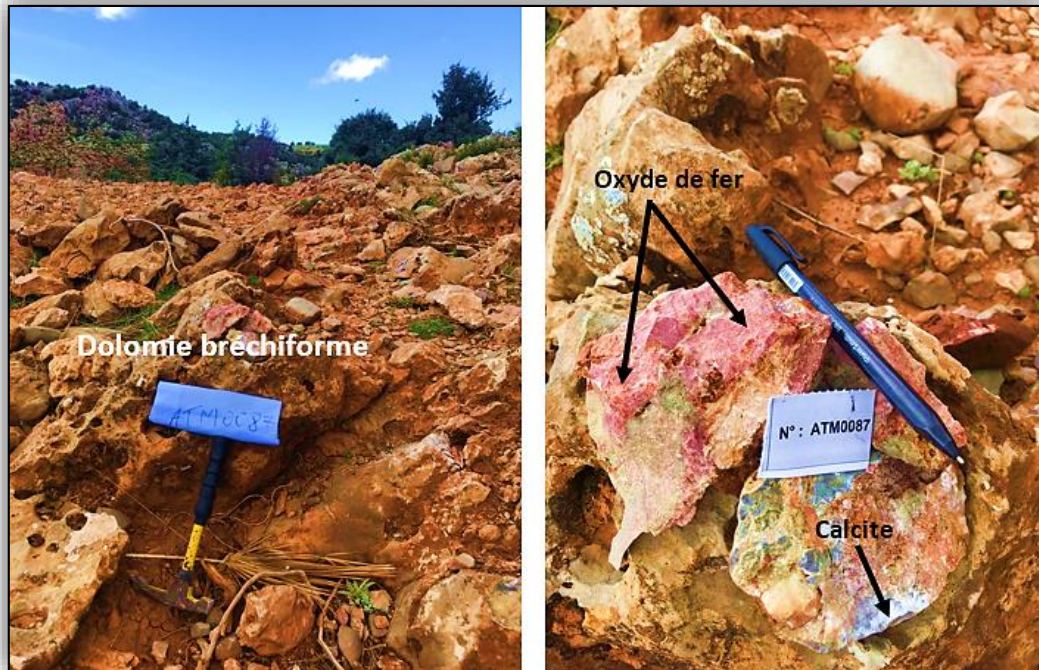


Figure 21 : Brèche dolomitique à élément polygénique rougeâtre

Les observations menées dans cette région nous ont permis de détecter une activité tectonique intense accompagnée d'une altération hydrothermale qui témoigne la présence des oxydes de fer, de Zinc et calcite qui sont généralement liées au réseaux de faille de direction N40, N80 et N120.

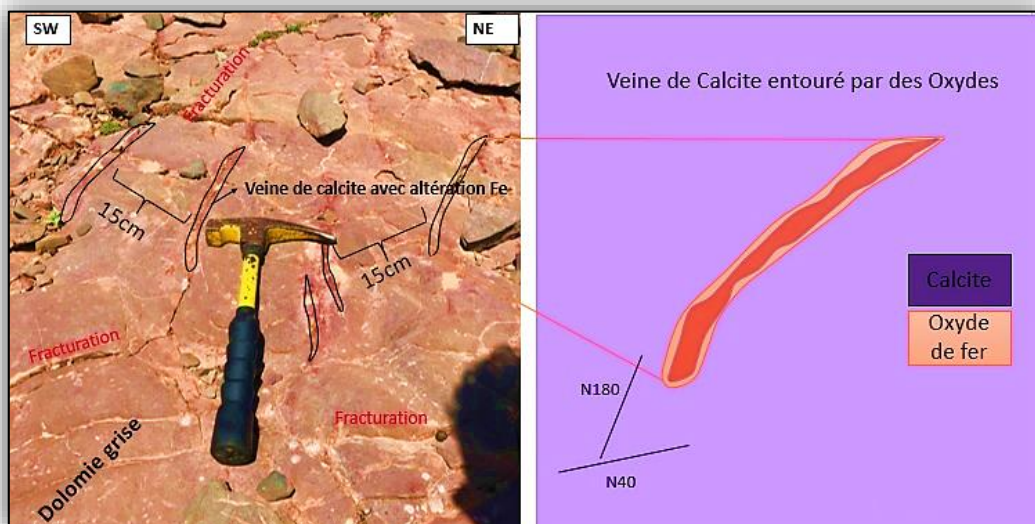


Figure 22 : Dolomie grise portant des traces d'altération et d'activité hydrothermal

CONCLUSION

D'après la cartographie et l'échantillonnage que nous avons fait dans les différents secteurs ont conclu que la zone d'étude est très riche de point de vue minière, dans laquelle nous avons détecté plusieurs indices de minéralisation ainsi que des anciens mine d'exploitation de Pb, Zn et Sb.

La minéralisation rencontrer dans la zone d'étude est généralement Plombo-zincifère encaissé dans les terrains carbonatés du Lias inférieur, et moyen ; la même minéralisation a été observer dans le contacte Trias-Lias cela témoigne une forte activité hydrothermale et une remobilisation des fluides minéralisateur qui ont aboutie au dépôt de cette minéralisation sous forme des amas calaminaire au niveau de contact Trias-Lias inférieur, cette minéralisation donc est de type MVT encaisser dans la couverture liasique.

Pour caractériser cette minéralisation nous y procédons à une analyse géochimique, et pétrographique pour déterminer les associations minérales et les teneurs de cette minéralisation dans chaque faciès afin de caractérisé la roche porteuse de minéralisation.

III. TRAVAUX DE LABORATOIRE

III.1. ANALYSE GEOCHIMIQUE

La géochimie est l'étude de la répartition des éléments chimiques dans les roches, les minéraux et les gaz terrestres, de leur nature, de leur origine et de leur comportement au cours des phénomènes géologiques.

Les travaux géochimiques ont porté notamment sur l'abondance et le comportement des éléments chimiques, sur leurs associations et les lois qui les régissent dans les différentes géosphères, sur les fluides minéralisateurs, sur la spécificité de la formation des gîtes minéraux dans des conditions géologiques bien déterminées.

III.1.1. MATERIELS ET METHODES

Deux types d'analyses sont réalisés au laboratoire, les analyses globales et les analyses ponctuelles.

Dans le premier cas, l'échantillon est broyé, mis en solution et passé à l'ICP-AES ou Masse selon la recherche des éléments majeurs ou des éléments traces.

Dans le cas d'une analyse ponctuelle, l'échantillon est aussi broyé, placé dans une chambre d'ablation puis soumis à des tirs laser. La forte densité d'énergie déposée par le laser sublime une faible quantité de matière qui est convoyée par un flux d'argon et d'hélium vers l'ICP-MS.

III.1.2. RESULTATS ET INTERPRETATION

Les échantillons prélevés du terrain ont fait objet d'une analyse géochimique pour déterminer les différents constituants des structures prélevées. Les résultats obtenus ont signalé la présence des anomalies en Pb, Zn tandis que des faibles teneurs des autres éléments.

Dans la région Meghraoua, plusieurs échantillons ont été prélevés et analysés les résultats obtenus peuvent être résumés comme suit :

N° de l'échantillon	Pb (ppm)	Zn (ppm)
11	3270	58
12	37,9	1300
13	732	31
14	41,9	4
15	12,5	93
16	10,8	119
17	6,7	39
18	23,8	70
19	15,6	13
20	2,7	74
21	15,2	33
22	87	2
23	2	57

La courbe suivante nous permet de bien interpréter le résultat des analyses géochimiques

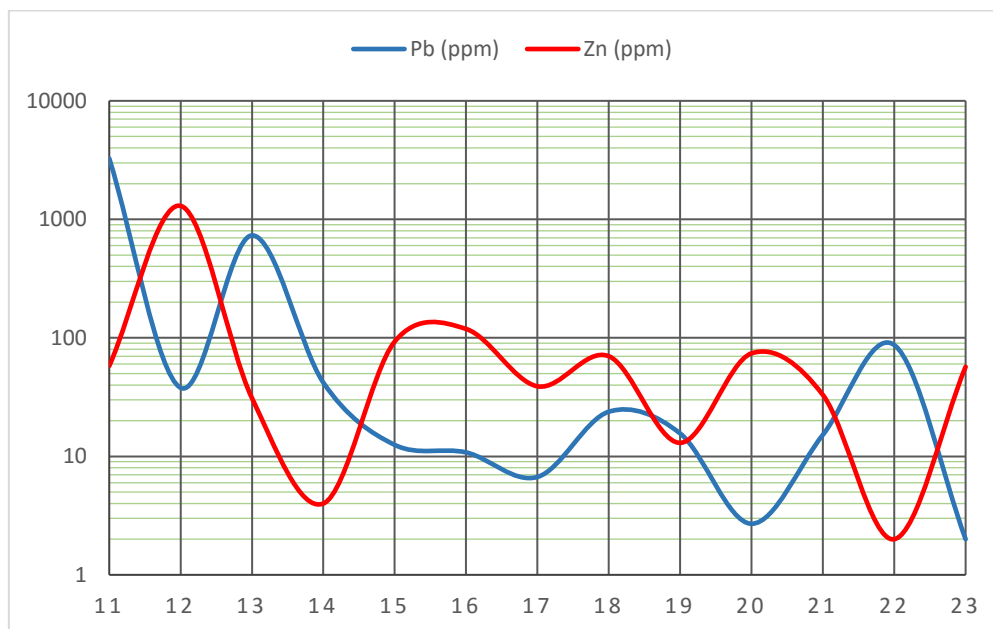


Figure 23 : courbe semi-logarithmique des teneurs de Pb et Zn dans la zone d'Ain Aouda

D'après la courbe semi-logarithmique, les teneurs de Pb et du Zn sont inversement proportionnelles : quand la teneur de Pb est au pic, celle du Zn est au minima et vice versa

Cela nous indique que cette minéralisation a été déposée durant au moins deux phases minéralisatrices.

III.2. PETROGRAPHIE

La pétrographie est la science ayant pour objet la description des roches et l'analyse de leurs caractères structuraux, minéralogiques et chimiques, et les relations de ces roches avec leur environnement géologique.

Au laboratoire, l'échelle microscopique est utilisée, à partir de lames minces de roches. Une roche est totalement opaque, exception faite de quelques verres d'origine volcanique ou météoritique. Mais, en réalisant des coupes extrêmement fines, il est possible de voir à travers les roches. L'observation microscopique en lumière transmise est alors possible, et non plus seulement en lumière réfléchie.

III.2.1. LA FABRICATION DES LAMES MINCES:

La plupart des minéraux en grains qui constituent les roches ne se laissent pas traverser par les rayons lumineux. Pour les observer au microscope, il est nécessaire de réaliser une préparation de très faible épaisseur appelée lame mince. Sa fabrication passe par trois étapes principales : le sciage de la roche, le collage d'un échantillon sur une lame de verre, la réalisation de la lame mince proprement dite par usure de l'échantillon.

1- Le sciage de la roche :

Il est réalisé à l'aide d'une scie circulaire diamantée. Deux coupes parallèles espacées d'environ 1 cm permettent de détacher une plaque de roche dans laquelle nous découpons enfin un fragment ayant une taille d'un morceau de sucre. Les sucres et les lames de verre qui seront utilisés doivent avoir une planéité parfaite pour être collés ensemble.



Figure 24 : image d'une scie circulaire diamantée

2- Le collage sur lame de verre :

L'une des faces du "morceau de sucre" est aplanie à l'aide d'un tour à plateau horizontal par usure avec un abrasif. Cette face rectifiée est alors collée sur une plaque de verre par du "baume du canada".

3- Rodage :

Il faut maintenant abaisser progressivement l'épaisseur de la roche jusqu'à ce qu'elle devienne transparente. Nous utilisons une rodeuse qui, à l'aide d'un dispositif d'abrasion au diamant, permet une usure progressive de 5 à 10 micromètres.



Figure 25 : images des rodeuses et Appareil de polissage final des échantillons

III.2.2. DESCRIPTION DES LAMES MINCES

L'observation se fait au microscope polarisant à réflexion :

La microscopie à réflexion est une technique qualitative de détermination des minéraux opaques (éléments natifs, sulfures, oxydes). La lumière est déviée de 90° par un réflecteur, ce qui permet l'éclairage de l'échantillon par le dessus. Le résultat est une image obtenue par réflexion de la lumière sur l'échantillon vers l'oculaire.

Le résultat des observations au microscope est toujours très esthétique, en plus d'être un outil très performant de détermination des structures, des compositions minérales.

L'observation microscopique nous présente une alternance entre les oxydes de Pb et la calcite avec des introductions d'oxyde de Fe.

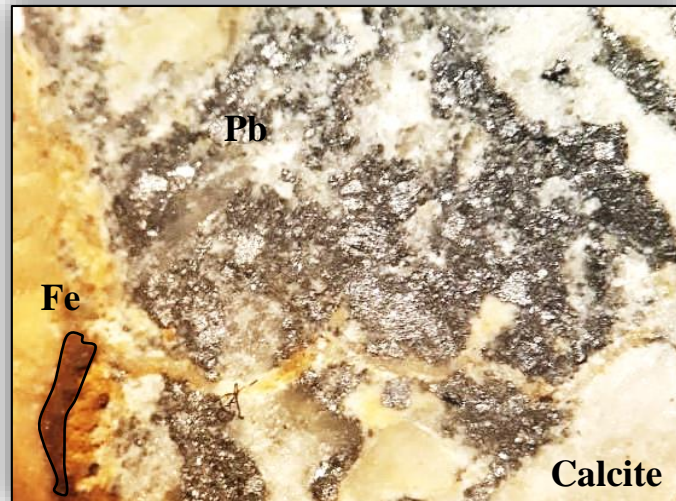


Figure 26 : description microscopique d'un échantillon de Meghraoua

Dans cette lame, nous arrivions bien à distinguer entre les oxydes de Zn et les oxydes de Pb, Cela nous permet de déduire qu'il s'agit d'une remobilisation des fluides hydrothermales et d'altération de Pb, Zn.

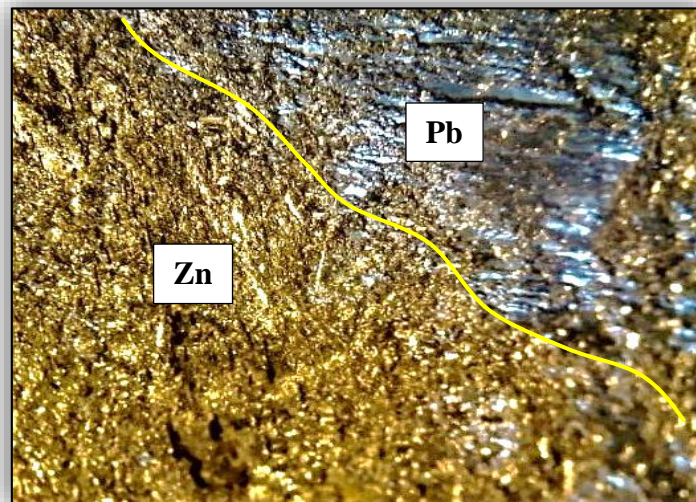


Figure 27 : description microscopique de minerai Pb-Zn

La lame ci-dessous est un échantillon de dolomie grise dans laquelle nous remarquons que la calcite joue le rôle d'un minérale de remplissage, donc, suivants les différents phénomènes de dissolution et de karstification qui ont attaqué la roche carbonatée, la calcite remplissent les cavités et permetts aussi la mise en place d'autre substance, qui peut être des métaux précieux.

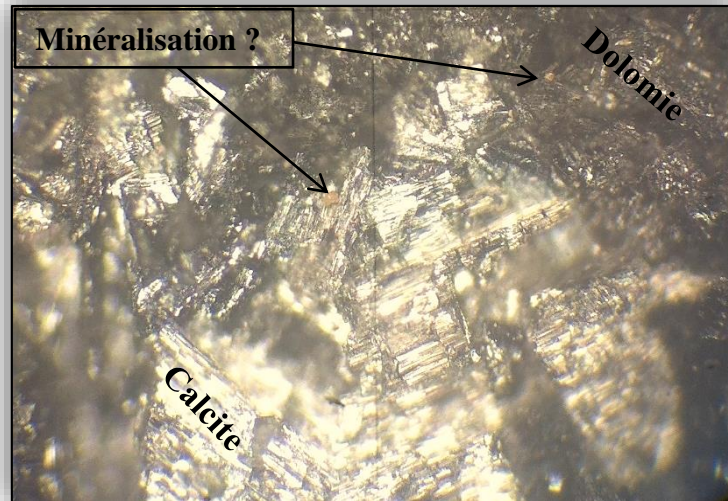


Figure 28: description microscopique d'un échantillon de dolomie

Nous remarquons d'après l'observation de cette échantillon que les oxydes de Fer sont associés au Plomb ; cela nous indique que l'existence de Pb, est liée à l'existence de Fe.

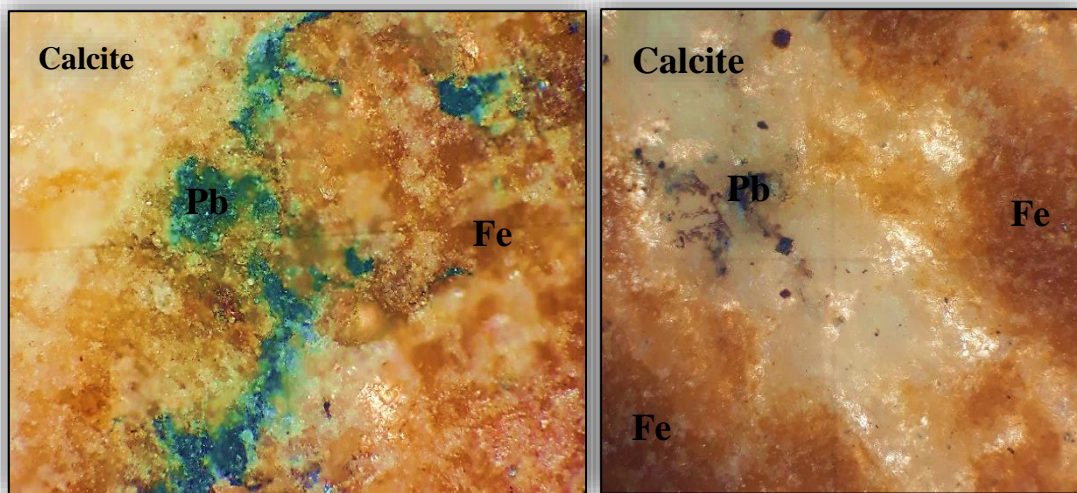


Figure 29 : description microscopique d'un échantillon dans la zone d'Aïn Aouda

Dans cette échantillon, nous observons une alternance entre le Pb et le Zn, cela peut être expliquer par la dispersion majeure de Zn et celle minoritaire de Pb.

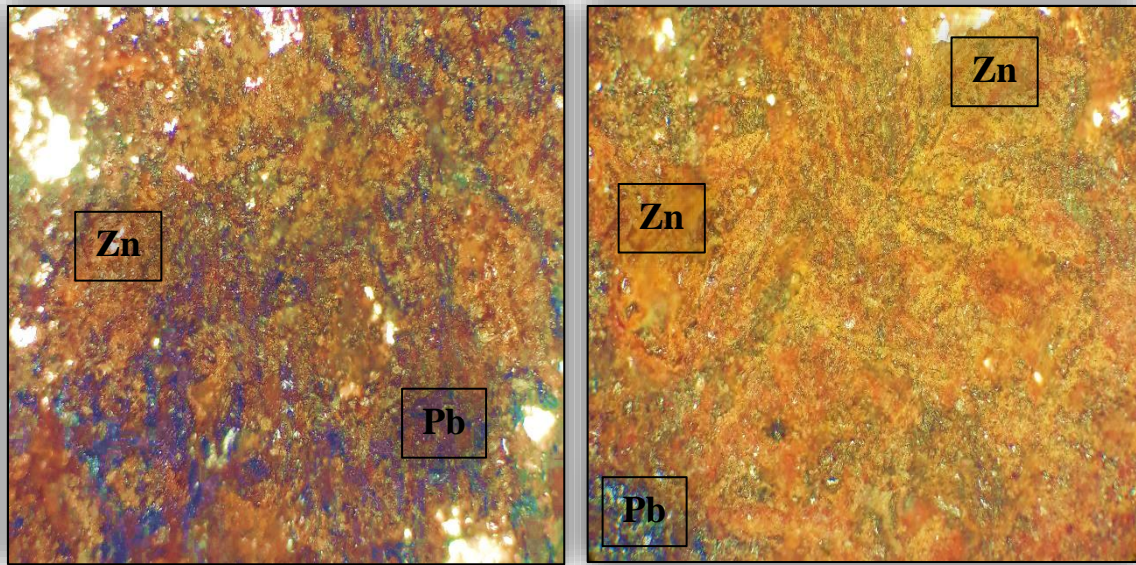


Figure 30 :description microscopique d'un échantillon de la mine d'Aïn Aouda

CONCLUSION

D'après les analyses géochimiques et pétrographiques, nous arrivons à prouver l'existence des minéralisations décrite dans la partie travaux de terrain, avec des teneurs importantes. Suivants la description des mêmes échantillons analysées les minéralisations du Pb sont toujours associées au oxydes de Zn, mais avec une variation de teneurs, cela peut être expliquer par la diagenèse de la phase minéralisatrice du Zn ainsi que la dispersion de ce minéral dans l'ensemble des formations géologiques présentes dans la zone étudiée.

CONCLUSION GENERAL

Le district de Tazekka est l'un des districts miniers où se manifeste la coexistence des minéralisations filoniennes dans le socle et des minéralisations MVT dans la couverture.

Les minéralisations du socle sont liées directement au granite du Tazekka avec son auréole de métamorphisme qui joue le rôle de source du plomb.

Les minéralisations MVT de la couverture liasique objet de ce travail, structurés lors de la tectonique synsédimentaire liasique, dans le domaine du Causse moyen atlasique.

Les amas minéralisés sont toujours encaissés dans une dolomie saccharoïde à cristalline grise à noire qui comble l'inconformité séparant le sommet du Lias inférieur des formations calcaires ou marneuses carixiennes, domériennes ou toarciennes.

La relation géométrique qui existe entre les minéralisations filoniennes du socle et les amas de type MVT de la couverture est également génétique,

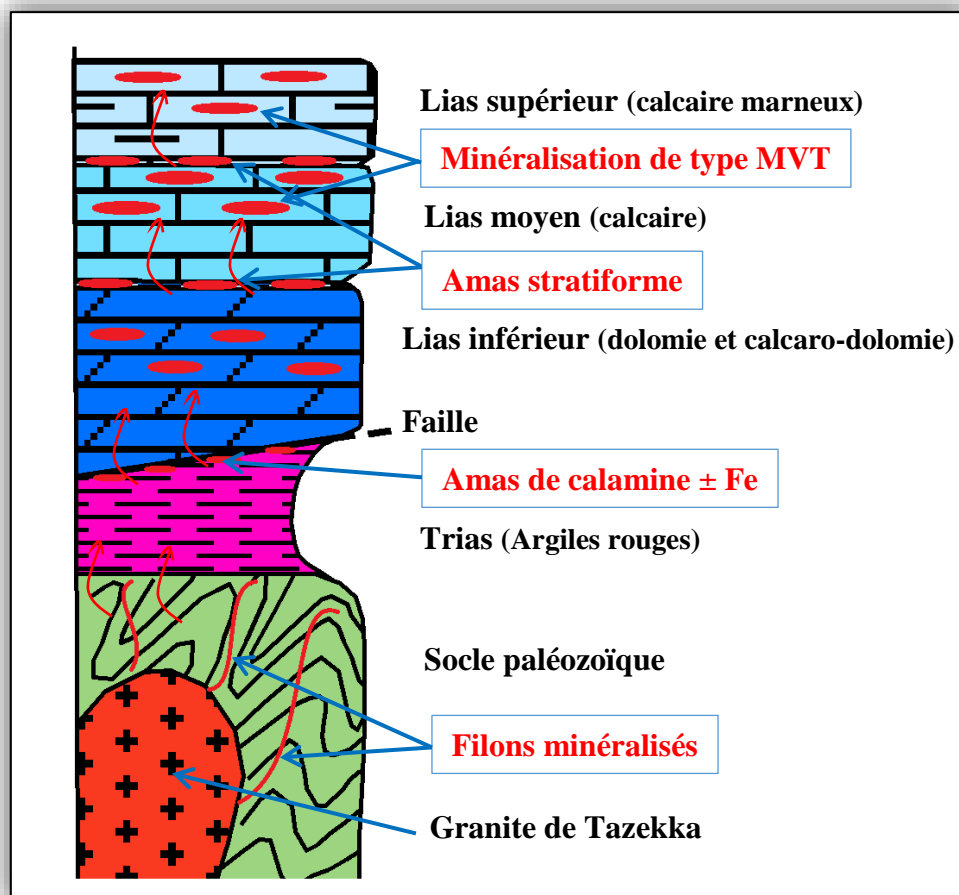


Figure 31 : Log schématique montre la remobilisation de la minéralisation

Suivant les différents travaux de terrain et de laboratoire nous arrivons à donner un modèle génétique approximative responsable de la mise en place des minéralisations depuis le socle jusqu'à la couverture synthétisé dans la figure 32.

- Le granite est la source du plomb pour les minéralisations du socle, le plomb des amas de la couverture est issu d'une remobilisation de celui de cette minéralisation.
- La réduction du soufre est abiologique avec comme source du soufre les roches magmatiques ou le soufre résultant de la dismutation de la pyrite et le soufre issu de l'hydrolyse du SO₂ magmatique.
- Pour les amas de la couverture, la réduction du soufre est thermochimique par oxydation des sulfates triasiques par réduction abiogénique des évaporites marines sur le site sous l'action de fluides hydrothermaux.

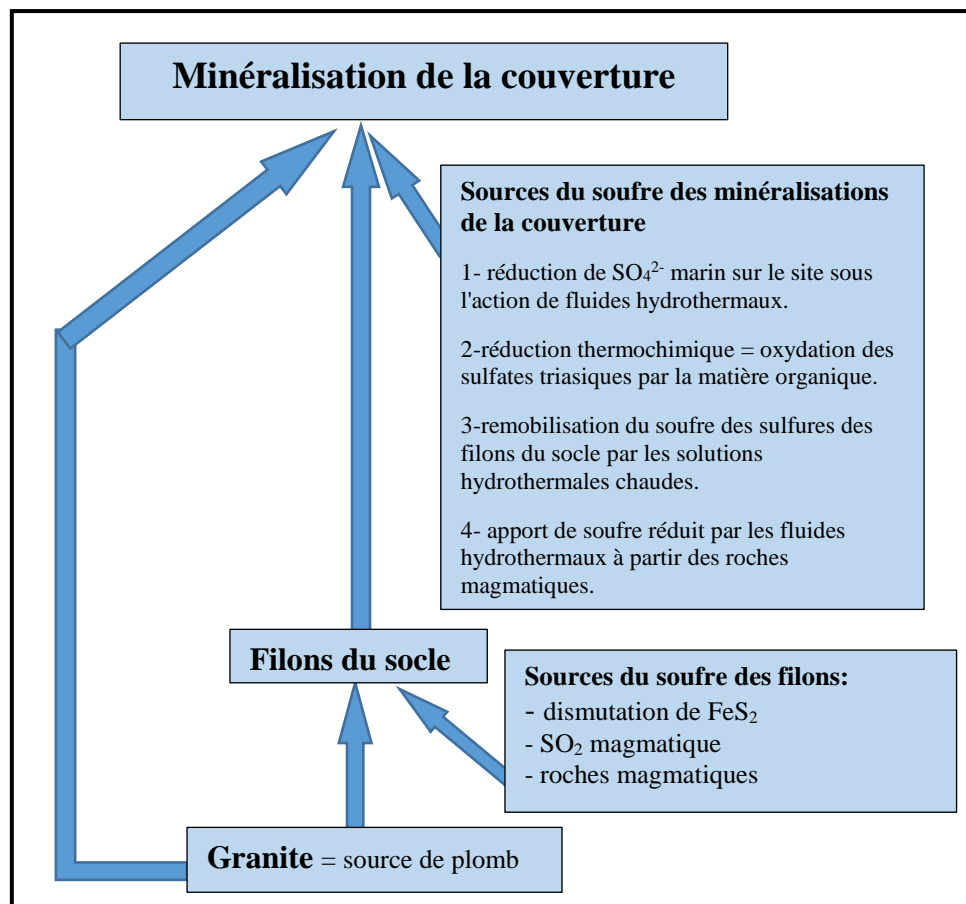


Figure 32 : Modèle génétique des minéralisations filoniennes du socle paléozoïque et des amas stratiformes de type MVT de la couverture Liasique du Tazekka (J. AUAJJAR, 2000, modifié)

BIBLIOGRAPHIE

- ALAOUI BALGHITI Omar (2012/2013) :** Les ensembles structuraux du Maroc PFE 2012-2013 à FST-Fès p 8-11 :
- AUAJJAR J. (2000) :** Aperçu géologique et caractéristique de la minéralisation du gisement d'Aïn El Aouda. MEMOIRE DU SERVICE GEOLOGIQUE N°390, p.75-77
- AUAJJAR J. (2000) :** Aperçu gîtologique (minéralisation dans le socle). MEMOIRE DU SERVICE GEOLOGIQUE N°390, p.53-54.
- AUAJJAR J. (2000) :** Aperçu gîtologique (minéralisation de la couverture). MEMOIRE DU SERVICE GEOLOGIQUE N°390, p.55-58.
- AUAJJAR J. (2000) :** Aperçu minéralogique du gisement d'Aïn Aouda. MEMOIRE DU SERVICE GEOLOGIQUE N°390, p.53-54.
- AUAJJAR J. (2000) :** Aperçu structural de la boutonnière du Tazekka (socle et couverture). MEMOIRE DU SERVICE GEOLOGIQUE N°390, p.31-32-33.
- AUAJJAR J. (2000) :** Magmatisme et métamorphisme du Tazekka. MEMOIRE DU SERVICE GEOLOGIQUE N°390, p.17
- AUAJJAR J. (2000) :** minéralisation MVT dans la couverture liasique du Tazekka. MEMOIRE DU SERVICE GEOLOGIQUE N°390, p.57
- AUAJJAR J. (2000) :** Modèle génétique des minéralisations filoniennes du socle paléozoïque et des amas de la couverture de type Mississippi Valley de la couverture du district à Pb-Zn du Tazekka. MEMOIRE DU SERVICE GEOLOGIQUE N°390, p.120-121.
- CHUBERT G. et MARCAIS J. (1952).** - Aperçu structural. En 19° Gong. Géol. Int., Bull., 34, 2, p.135-146.
- Duée et al. (1977).** – l'accident nord moyen atlasique dans la région de Boulmane (Maorc) : une zone de coulissement synsédimentaire. Ann. Soc. Géol. Nord, XCVIII, p.145-162
Edit. PUMAG, Marrakech, 284p.
- HOEPFFNER Ch. (1986).** - La tectonique hercynienne dans l'Est du Maroc. Thèse Doctorat d'Etat, ULP 280p.
- LANCELOT Y. ET WINTERER E. L. (1980)** -- Evolution of the Moroccan oceanic basin and adjacent and continental margin. A synthesis. In: "In. Rep. Deep Sea Drilling Project". LANCELOT Y. et WINTERER E. L., Eds., Washington U.S. Government Printing Office, 50, 3, p. 801-821
- Laville Edgard, Fedan Bouazza.** Le système atlasique marocain au Jurassique : évolution structurale et cadre géodynamique: Institut de Géologie – Université Louis-Pasteur, 1989. pp. 3-28. (Sciences Géologiques. Mémoire, 84); https://www.persee.fr/doc/sgeol_0302-2684_1989_act_84_1_2076
- M.POPESCU (1973):** Aperçu géologique sur la mine d'Aïn Aouda, BUREAU DE RECHERCHES ET DE PARTICIPATIONS MINERS, p.4.
- PIQUE A. et MICHARD A. (1981).** - Les Zones structurales du Maroc hercynien. Sci. Géol.

PIQUE, A (1944) : Géologie du Maroc, les domaines régionaux et leur évolution structurelle,
Robillard Dominique (1978) : Aperçu stratigraphique sur les formations Liasiques Thèse
Doctorat N° 658, p.19-25.

Robillard Dominique (1978) : Aperçu stratigraphique sur les formations Permo-Triasique
Thèse Doctorat N° 658, p.14.

Robillard, D. (1981). Etude stratigraphique et structurale du Moyen Atlas septentrional (région
de Taza, Maroc). Notes du Serv. Géol. Maroc. 42 (308), 101-193.

Youssef Gharmane, Mohamed El Fartati, Samir Amrani et Saïd Hinaje, (2018) Aperçus
stratigraphique et lithologique du socle paléozoïque European Scientific Journal June 2018
édition Vol.14, No.18 ISSN: 1857 – 7881 (Print) e - ISSN 1857- 7431.