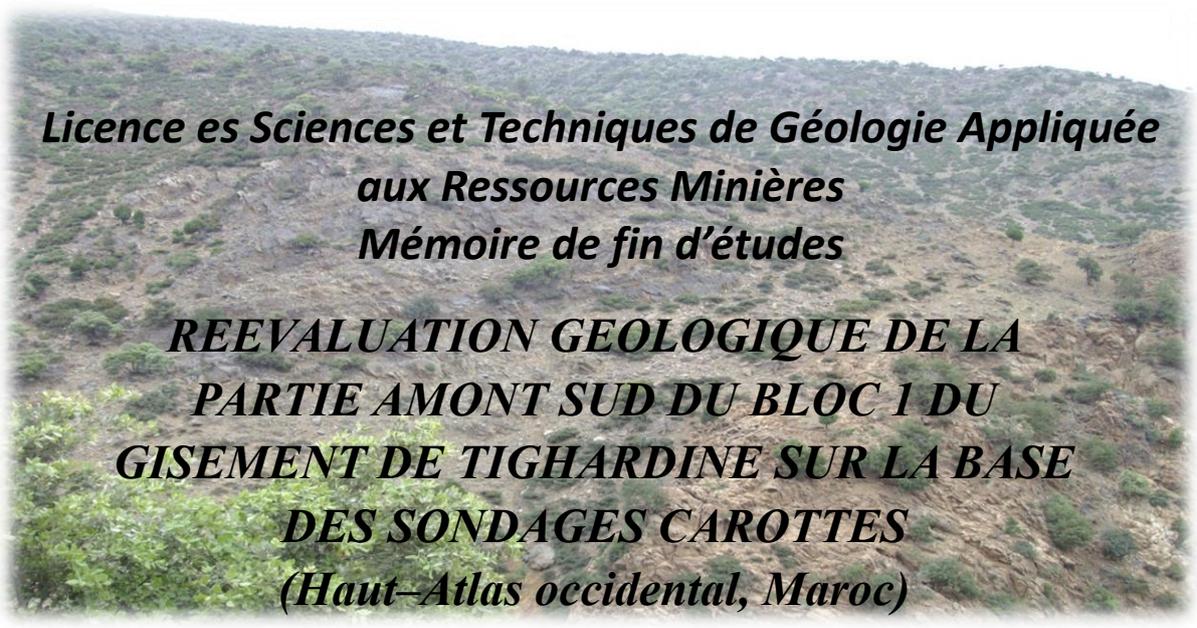


Université cadi ayyad Faculté des sciences et techniques

Département des sciences de la terre.

Laboratoire GEORESSOURCES - Unité associée au CNRST (URAC 42)



***Licence es Sciences et Techniques de Géologie Appliquée
aux Ressources Minières
Mémoire de fin d'études***

***REEVALUATION GEOLOGIQUE DE LA
PARTIE AMONT SUD DU BLOC 1 DU
GISEMENT DE TIGHARDINE SUR LA BASE
DES SONDAGES CAROTTES
(Haut-Atlas occidental, Maroc)***

REALISE PAR :

Milles : ELGHILANI Sanaa / ELHAJJANI Hanane

Encadré par :

Mr. HIBTI.M: Professeur FST-Marrakech

Mr. TOUIL.A : Professeur FST-Marrakech

Mr. OUIROUANE .S : géologue CMG-ONA

Soutenu le 28 Juin 2012 devant le jury composé de :

-Mr Touil.A : professeur à la Faculté des Sciences et Techniques Marrakech

-Mr Hibti.M : professeur à la Faculté des Sciences et Techniques Marrakech

-Mme Essaraj.S: professeur à la Faculté des Sciences et Techniques Marrakech

-Mr Ouirouane.S : géologue CMG-ONA

DEDICACE

Ce mémoire est dédié à :

Nos chers parents qui nous ont supportés, soutenus, ont toujours crus en nous, et ont mis à notre disposition tous les moyens nécessaires pour que nous réussissions dans nos études.

On ne saura les remercier pour tous ce qu'ils ont fait, que dieu les récompense pour tous leur bienfaits.

Nos sœurs et nos frères qui nous ont encouragées durant toute notre vie scolaire.

A nos ami(e)s et Collègues Pour leurs soutiens et leurs encouragements.

Remerciement

Le présent travail n'aurait pas pu voir la lumière sans l'aimable collaboration d'un certain nombre de personnes, qui, avec leur soutien et leur patience, ont permis d'élaborer ce modeste travail dans les meilleures conditions possibles.

Nos remerciements les plus sincères sont destinées à Monsieur Hibti, et Monsieur Touil ; nos professeurs encadrants à la Faculté des Sciences et Techniques Marrakech, pour leur disponibilité et leur pertinentes corrections le long de la période de stage, veuillez, Messieurs, trouver ici l'expression de nos profondes gratitude.

Les termes nous manqueront pour exprimer nos reconnaissances les plus respectueuses à tout le personnel du service géologie, nous tenons à remercier spécialement Mr M.Outhounjite, chef de service géologie CMG, et Mr S.Ouirouane, cadre géologue pour son encadrement et sa patience le long du stage. Nous ne pouvons pas, toutefois, oublier de citer ; Mr A. Khalifa Mr, KH. Boulhriss Mr Bouiroukouten, Mr A. Bouchemaine, Mr N.Loumadi, Mr Touli et pour leurs discussions pertinentes constructives qui ont fait enrichir notre sujet, ainsi que l'équipe de la station de la préparation mécanique, Hamid, Youssef et Mahfoud. Veuillez bien accepter, Messieurs, de trouver ici le témoignage de nos sincères remerciements.

Nos remerciements sont destinés à Mme A.Reddad, chef de formation Géologie appliquée aux Ressources Minières (GARM) et professeur à la Faculté des Sciences et Techniques Marrakech. Ainsi que Mr

B.Igmoullan, chef de département de géologie. Merci, madame, monsieur, pour vos conseils et engagements.

Nos remerciements sont destinés également à tout le corps professoral de la Faculté des Sciences et Techniques Marrakech, Merci de nous avoir laissé profiter de vos connaissances, pour votre aide scientifique et morale le long de notre parcours universitaire.

Nous tenons à remercier également Mr.Abdelouahab KNIDIRI, responsable technique de l'atelier des lames minces à la Faculté des Sciences et Techniques de Marrakech, d'avoir confectionné les lames minces et les sections polies dont avait besoin pour accomplir l'étude de notre sujet.

Nous dédions nos reconnaissances les plus aimables à nos chers parents, qui avec leurs amours, leurs patiences et leurs soutiens nous ont permis d'être aujourd'hui devant vous.

Enfin, nous dédions nous remerciements à tous nos collègues, à tous nos ami(e) s et à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à l'élaboration de notre sujet de fin d'études.

Sommaire

| | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| CHAPITRE I : GENERALITES SUR LA MINE DE « TIGHARDINE » ET PRESENTATION DU SECTEUR D'ETUDE..... | 10 |
| I -BUT ET METHODOLOGIE | 11 |
| 1 - Introduction | 11 |
| 2- Objectifs de l'étude..... | 11 |
| 3- Méthodologie..... | 12 |
| 3-1- Sur le terrain : | 12 |
| 3-2 - Au laboratoire :..... | 12 |
| II- HISTORIQUE DE LA MINE DE TIGHARDINE | 12 |
| III- SITUATION GEOGRAPHIQUE | 13 |
| IV- CADRE GEOLOGIQUE | 14 |
| IV- 1- Cadre général | 14 |
| IV- 2- Cadre local | 16 |
| V- LITHOSTRATIGRAPHIE DU GISEMENT DE TIGHARDINE..... | 17 |
| 1- L'unité basale : | 18 |
| 2- L'unité médiane :..... | 18 |
| 3- L'unité sommitale :..... | 18 |
| VI- MAGMATISME ET TECTONIQUE | 20 |
| CHAPITRE II : ETUDE LITHOSTRATIGRAPHIQUE DE LA PARTIE AMONT SUD DU GISEMENT DE TIGHARDINE..... | 22 |
| I- INTRODUCTION :..... | 23 |
| II- DESCRIPTION DES UNITES LITHOLOGIQUES : | 26 |
| II-1 l'ensemble basal :..... | 26 |
| a)Les pelites tuffacées : | 26 |
| b) Les pélites noires : | 26 |
| II-2 - L'ensemble minéralisé :..... | 27 |
| II-3 - L'ensemble sommital : | 27 |
| a) Les Dolomies : | 27 |
| b) Les Diabases : | 27 |
| c) Les tufs ou brèches volcaniques :..... | 28 |
| III- CORRELATION DES DIFFERENTS SONDAGES EFFECTUES | 29 |
| III-1 - Unité de base : | 29 |
| III-2 - Unité sommitale : | 29 |
| a)Faciès carbonaté représenté par les dolomies | 29 |
| b) Les Diabases : | 29 |
| IV- CONCLUSION :..... | 31 |

| | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| CHAPITRE III : ETUDE PETROGRAPHIQUE DE LA PARTIE AMONT SUD DU GISEMENT DE TIGHARDINE..... | 33 |
| INTRODUCTION :..... | 34 |
| I- ASPECT MACROSCOPIQUE..... | 34 |
| II- ETUDE MICROSCOPIQUE..... | 39 |
| CHAPITRE IV : ETUDE GITOLOGIQUE ET ALTERATIONS HYDROTHERMALES | 45 |
| I - LOCALISATION DE LA ZONE MINERALISEE | 46 |
| II- FORME DE LA MINERALISATION | 46 |
| III- MINERALOGIE DU MINERAL..... | 47 |
| IV- ALTERATIONS HYDROTHERMALES..... | 50 |
| 1- La chloritisation : | 50 |
| 2- La séricitisation | 51 |
| 3- La silicification | 51 |
| 4- La carbonatation..... | 52 |
| CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS | 53 |
| REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES | 54 |

LISTE DES FIGURES

| | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| FIGURE .1 : SITUATION GEOGRAPHIQUE DE JBEL TIHGHARDINE DANS LE MASSIF ANCIEN DU HAUT ATLAS..... | 14 |
| FIGURE 2: LES GRANDS DOMAINES STRUCTURAUX DU MAROC..... | 16 |
| FIGURE 3 : LIMITE DU DOMAINE PALEOZOÏQUE DE L'ATLAS DE MARRAKECH | 17 |
| FIGURE 4 : LOG SYNTHETIQUE DE LA SERIE DE TIGHARDINE..... | 19 |
| FIGURE 5 : PLAN DE SITUATION DES SONDAGES CAROTTES ETUDIES | 25 |
| FIGURE 6 : PLAN DE SITUATION DES SONDAGES ETUDIES..... | 28 |
| FIGURE7 : CORRELATION DES LOGS DES SONDAGES ETUDIES..... | 30 |
| FIGURE8 : LOG SYNTHETIQUE DE LA PARTIE AMONT SUD DE LA MINE DE TIGHARDINE. | 32 |
| FIGURE9 : POSITION LITHOSTRATIGRAPHIQUE DE L'HORIZON MINERALISE.... | 46 |

LISTE DES PHOTOS

| | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| PHOTO 1 : VUE PANORAMIQUE DES DIFFERENTS FACIES LITHOLOGIQUES QUI AFFLEURENT AU JBEL TIGHARDINE..... | 20 |
| PHOTO A : DIABASES VERDATRES A VEINES DE CARBONATES ALTERES | 38 |
| PHOTO B : FACIES DIABASIQUE GRISATRE AVEC REMPLISSAGE ASSURE PAR LA CALCITE, LA PYRITE ET LA CHALCOPYRITE..... | 38 |
| PHOTO C : TUFES VOLCANIQUES A PHENOCRISTAUX | 38 |
| PHOTO D : COMPARAISON ENTRE LES DIABASES SAINTS ET LES TUFES A PHENOCRISTAUX..... | 38 |
| PHOTO E : DIABASES VERDATRES SAINS | 38 |
| PHOTO F : ZONE FRACTUREE REMPLIE DE CARBONATES AU SEIN DU FACIES DIABASIQUE | 38 |
| PHOTO G : FACIES DIABASIQUE AVEC DE L' ARSENOPYRITE BIEN CRISTALISE | 38 |
| PHOTO H : DIABASE GRISATRE IMPREGNE DE CALCITE AVEC REMPLISSAGE DES FISSURES MILLIMETRIQUES PAR LA CHLORITE | 38 |
| PHOTO I : DIABASE GRISATRE AVEC REMPLISSAGE DE FISSURES PAR LA PYRITE..... | 38 |
| PHOTO J : DIABASE AVEC LA PYRITE SOUS FORME DE MOUCHES | 38 |
| PHOTO K : DIABASE GRISATRE A FRACTURES MILLIMETRIQUES A CENTIMETRIQUES REMPLIES PAR LA CALCITE ET LA CHLORITE..... | 38 |
| PHOTO L : DOLOMIES BLANCHATRES ALTEREES | 38 |
| PHOTO M: DOLOMIES BLANCHATRES AVEC PRESENCE DE CRISTAUX EN AIGUILLES DE DIFFERENTES COULEURS VERDATRES, GRISATRES, ET JAUNATRES | 38 |
| PHOTO N: DOLOMIE BRECHIQUE | 38 |
| PHOTO O : DOLOMIE AVEC VEINE REMPLIE DE CALCITE ORIENTEE OBLIQUEMENT PAR RAPPORT A L' AXE DE LA CAROTTE | 38 |
| PHOTO P : DOLOMIE GRISATRE AVEC DES CRISTAUX BLANCHATRES DISPENSES ALEATOIREMENT | 39 |
| PHOTO Q: PELITES NOIRES IMPREGNEES DE CALCITE ET DE CHALCOPYRITE.. | 39 |
| PHOTO R: PELITES NOIRS IMPREGNES DE CALCITE ALTEREE | 39 |

| | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| PHOTO S : PELITES NOIRS AVEC DE LA CHALCOPYRITE SOUS FORME DISSEMINEE | 39 |
| PHOTO T: PELITES NOIRS AVEC LA CHALCOPYRITE ORIENTEE PRESQUE A 45° PAR RAPPORT A L'AXE DE LA CAROTTE | 39 |
| PHOTO U: PELITES TUFFACEES AVEC DES VEINES DE SILICE..... | 39 |
| PHOTO 2 : PELITE TUFFACEE A QUARTZ : (QZ) EN CRISTAUX MILLIMETRIQUES ET EN VEINE AINSI QUE DES SULFURES (EN LN)..... | 40 |
| PHOTO 3 : PELITE TUFFACEE A QUARTZ : (QZ) EN CRISTAUX MILLIMETRIQUES ET EN VEINE AINSI QUE DES SULFURES (EN LP)..... | 40 |
| PHOTO4 : PELITES A FRAGMENTS DE QUARTZ (QZ) ; MUSCOVITE (MUS) ET SERICITE (SER) EN (LP). | 41 |
| PHOTO5 : FACIES CARBONATE A DOLOMITE (DOL), ET WOLLASTONITE (WOLL) EN (LN)..... | 42 |
| PHOTO6 : FACIES CARBONATE A DOLOMITE (DOL), ET WOLLASTONITE (WOLL) EN (LP). | 42 |
| PHOTO7 : FACIES CARBONATE A ABONDANCE DE DOLOMITE (DOL) ET SULFURES(SUL) EN (LP). | 42 |
| PHOTO8 : FACIES DIABASIQUE A CHLORITE (CHL) ET SULFURES (SUL) EN (LP). | 43 |
| PHOTO 9: FACIES DIABASIQUE A VEINES DE QUARTZ(QZ), SERICITE (SER), ET CHLORITE (CHL) EN (LP)..... | 43 |
| PHOTO10 : BRECHES VOLCANIQUES A PHENOCRISTAUX DE QUARTZ (QZ), CHLORITE (CHL), ET SULFURES (SUL) EN (LN). | 44 |
| PHOTO11 : BRECHES VOLCANIQUES A PHENOCRISTAUX DE QUARTZ (QZ), CHLORITE(CHL), ET SULFURE(SUL) EN (LP). | 44 |
| PHOTO 12 : PHOTO MONTRANT LA CHALCOPYRIE (CPY) AASSOCIEE A QUELQUES TRACES D'ARSENOPYRITE (ASP) ET DE SPHALERITE (SPH)..... | 48 |
| PHOTO 13 : LES RELIQUES TARDIVES DE LA PYRITE (PYR) ET LES TRACES D'ARSENOPYRITE (ASP) EN ASSOCIATION AVEC LA CHALCOPYRITE (CPY)..... | 48 |
| PHOTO14 : LA SPHALERITE (SPH) EN INCLUSIONS DANS LA CHALCOPYRITE (CPY). | 49 |
| PHOTO15 : LOSANGES D'ARSENOPYRITE (ASP) GROUPES ET ISOLES ET CHALCOPYRITE (CPY). | 49 |
| PHOTO 16 : CHALCOPYRITE (CPY) AVEC CUIVRE GRIS (CU) ET SPHALERITE (SPH). | 50 |
| PHOTO 17 : PHOTO ILLUSTRANT LES TROIS TYPES D'ALTERATIONS: CHLORITISATION (CHL°), SERICITISATION (SER°) ET SILICIFICATION (SIL°). | 51 |

PHOTO18 : PHOTO ILLUSTRANT UNE VEINE DE CARBONATE (CAR) ET VEINULE DE QUARTZ (QZ). 51

LISTE DES TABLEAUX

TABLEAU 1 : CARACTERISTIQUES DES DIFFERENTS SONDAGES ETUDIES..... 23

TABLEAU 2 : DIFFERENTS STADES MINERALISATEURS CARACTERISANT LE SECTEUR D'ETUDE..... 52

CHAPITRE I

GENERALITES SUR LA MINE DE

TIGHARDINE ET PRESENTATION DU

SECTEUR D'ETUDE

I -But et méthodologie

1 - Introduction

Le gisement polymétallique (Pb-Zn-Cu-Ag-Au) de Jbel Tighardine est localisé dans le Cambrien inférieur du Haut Atlas de Marrakech. Afin que notre sujet touche tous les aspects géologiques du gisement, on a essayé d'entreprendre une étude lithostratigraphique, pétrographique et gîtologique. Ainsi, sans être une étude exhaustive, ce travail se veut plutôt une introduction servant de base pour une étude approfondie du gisement minier de Tighardine. Il se présente comme un résumé intégrant le maximum des faits géologiques mis en évidence dans le passé ou découverts au cours de la réalisation de ce stage sur le gîte minier complexe de Tighardine.

2- Objectifs de l'étude

Notre stage s'intègre dans le cadre de la préparation du projet de fin d'étude de la licence GARM (Géologie Appliquée aux Ressources Minière) dans la Faculté des Sciences et Techniques de Marrakech. Ce stage a été effectué au sein de la Compagnie Minière de Guemassa (CMG).

Dans ce travail, le but principal vise la caractérisation de la partie amont sud du bloc 1 de la mine de Tighardine à partir des sondages carottés réalisés depuis le niveau D.

Dans cette optique, nous nous sommes fixés les objectifs suivants :

- Faire des levés géologiques des différentes formations recoupées par les sondages carottés.
- Réaliser des coupes synthétiques à partir des sondages carottés, afin de définir l'évolution lithostratigraphique de la série d'un sondage à l'autre.
- Echantillonnage et description macroscopique et microscopique des différents faciès relevés sur cette partie amont sud.
- Caractériser sommairement les potentiels métallogéniques et gîtologiques de cette partie de gisement.

3- Méthodologie

Pour aboutir aux objectifs susmentionnés, plusieurs méthodes ont été utilisées aussi bien sur le terrain qu'au laboratoire.

3-1- Sur le terrain :

Les travaux ont consisté tout d'abord en des levés sur sondages carottés. Ainsi 6 sondages (figure 6) ont été examinés et décrits du point de vue pétrographique. Cette phase s'est accompagnée du prélèvement d'échantillon des différents faciès interceptés par sondage ainsi que les différentes zones minéralisées

3-2 - Au laboratoire :

Le travail a consisté en :

- une étude pétrographique et minéralogique des différents faciès.
- une étude métallographique des différents échantillons minéralisés.
- un établissement de coupes pour l'ensemble des sondages carottés et leur interprétation à la lumière des observations pétrographiques et géologiques réalisées aussi bien sur le terrain qu'au laboratoire.

L'exploitation de l'ensemble de ces résultats appuyée par les données bibliographiques permet finalement de dresser une image caractérisant le plus possible le contexte géologique et volcano-génétique du gisement polymétallique de Jbel Tighardine.

II- Historique de la mine de Tighardine

Les travaux de recherche ont débuté le 19 août 1971 par un permissionnaire individuel. En avril 1972, un autre permissionnaire particulier a pris option sur ce groupe de permis et a effectué des travaux de recherche qui ont consisté en des prospections de surface (décapage).

La Barytine, principal minerai objet d'exploitation à l'époque, était destinée principalement aux compagnies pétrolières dont les travaux de forage nécessitaient un usage élevé de ce

produit. Au démarrage, les opérations d'exploitation étaient localisées à la surface de la propriété minière car la barytine y affleure. Mais l'évolution en profondeur a révélé la présence des métaux affectant la qualité de la barytine. Les travaux ont été arrêtés en 1973 suite à un litige qui a opposé le titulaire à l'amodiatiaire. Les travaux ont repris après la substitution de la société minière d'IMGDAL/(SMIM) à la l'amodiatiaire.

En 1975 on enregistra un nouvel arrêt dû également à un litige survenu entre la SMIM et le titulaire mais les deux parties se sont vite réconciliées et ont donné naissance à la société minière de jbel Tighardine à laquelle ont été cédés les permis. Depuis cette date les travaux se sont régulièrement poursuivis jusqu'à l'année de 1977, pendant laquelle la mine a été fermée à cause de la chute des cours des métaux.

En 2004 CMG/Managem-ONA a pris l'initiative pour développer et mettre en valeur cette localité minière.

III- Situation géographique

Le gisement polymétallique de Tighardine est localisé dans le Haut Atlas occidental et plus précisément dans la zone nord orientale du massif ancien du Haut Atlas occidental. Il se situe à environ 65 Km au SSW de la ville de Marrakech. Le Jbel Tighardine culmine à une altitude de 1432 m. L'accès au site minier se fait par une piste d'environ 3 km à l'oued N'fis et à 21 km à l'ouest d'Asni. (Figure 1)

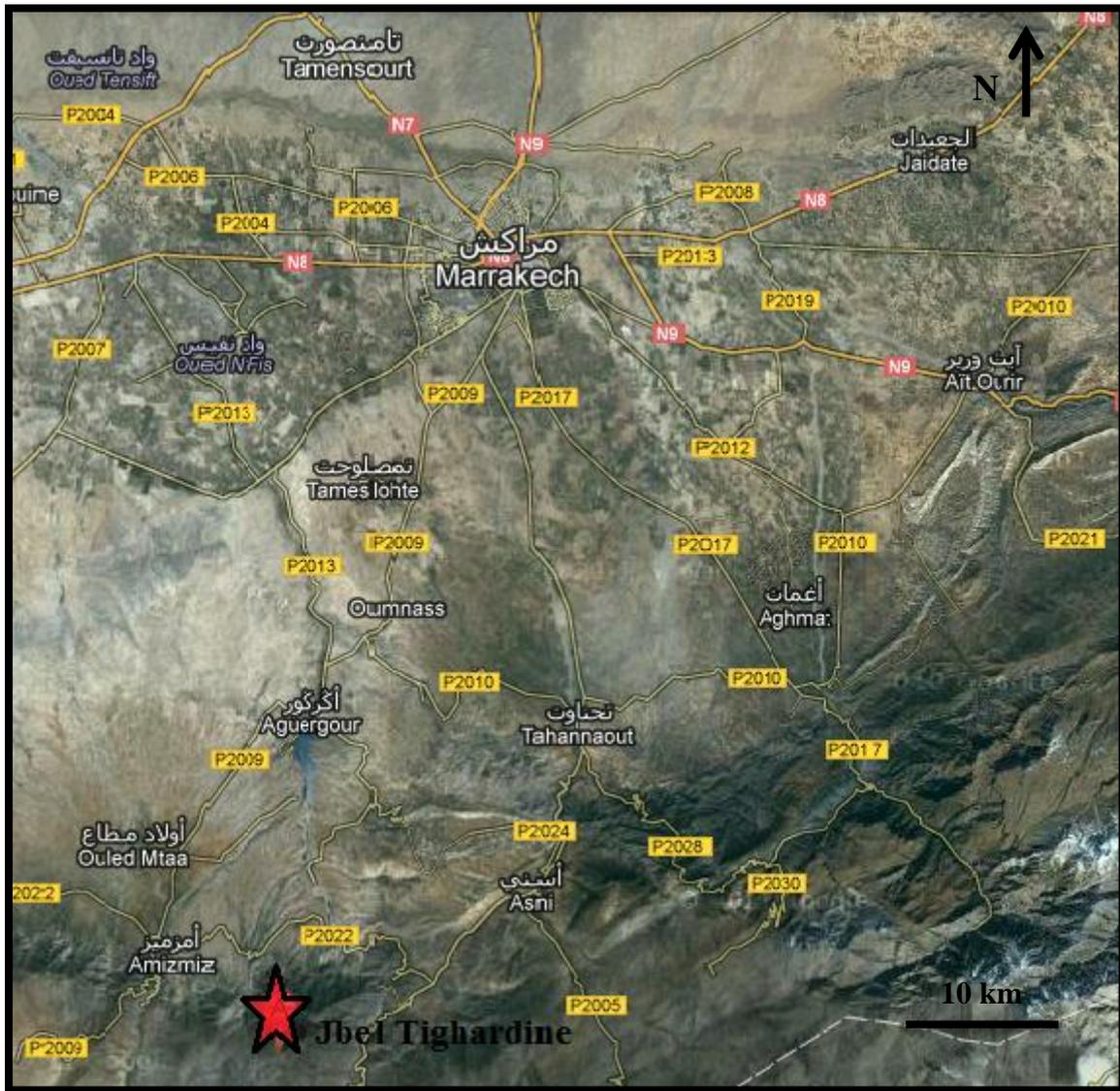


Figure .1 : Situation géographique de Jbel Tighardine dans le massif ancien du Haut Atlas (Google Map)

IV- Cadre géologique

IV- 1- Cadre général

De par sa diversité et ses contrastes, le Maroc géologique a suscité depuis l'aube du siècle dernier la curiosité et l'intérêt des géologues. Ainsi les efforts de recherche consentis jusqu'à nos jours ont abouti à la subdivision du territoire marocain en cinq domaines structuraux (figure2). En allant du Sud vers le Nord, les géologues sont unanimes sur l'individualisation des ensembles structuraux suivants :

Le domaine saharien

Le domaine anti – atlasique

Le domaine mesetien

Le domaine atlasique

Le domaine rifain

La série minéralisée de Tighardine, se localise au niveau de la partie occidentale du Haut Atlas, plus exactement dans le massif ancien de l'Atlas paléozoïque de Marrakech, caractérisé par une série paléozoïque épaisse représentée surtout par des dépôts cambriens.

La déformation hercynienne y est bien évidente et elle est matérialisée par des plis surtout NNE-SSW, un métamorphisme important et la mise en place de granitoïdes comme celui de Tichka (Figure 2).

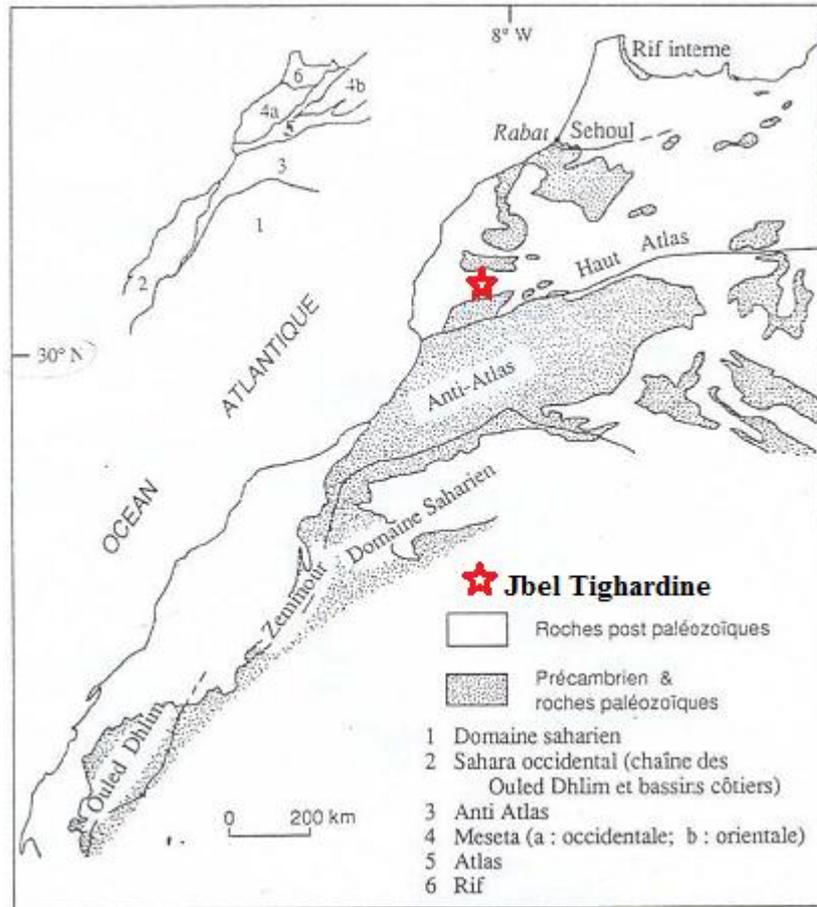


Figure 2: les grands domaines structuraux du Maroc (PIOUE, 1994)

IV- 2- Cadre local

Le site minier de Jbel Tighardine est localisé dans le domaine atlasique marocain, plus particulièrement sur le flanc nord du massif ancien du Haut Atlas. Les principaux affleurements qui le caractérisent sont : le précambrien II avec le cambrien qui a constitué le socle paléozoïque du Haut Atlas occidental (figure 3).

La minéralisation de la mine de Tighardine est localisée dans la série dolomitique et volcano-sédimentaire (de composition andésitique) du Cambrien, qui chevauche une granodiorite Précambrienne (Soulaimani A, et Al) (2007).

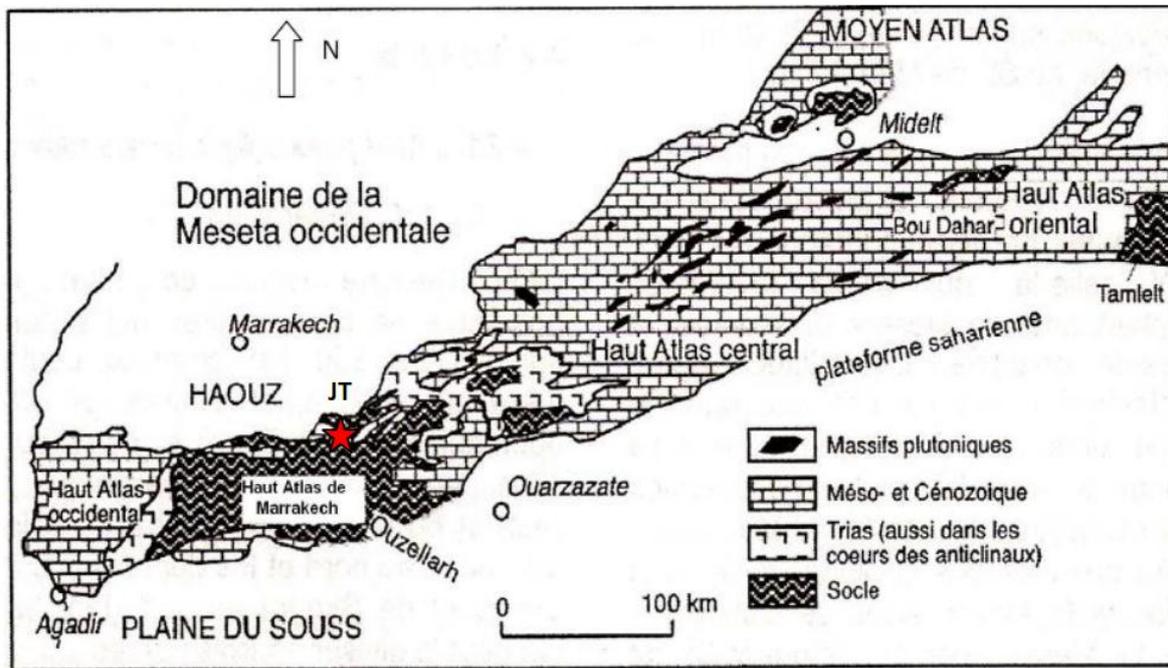


Figure 3 : limite du domaine paléozoïque de l'atlas de Marrakech (Soulimani A, et Al) (2007)

V- Lithostratigraphie du gisement de Tighardine.

Le contexte géologique local du gîte de Tighardine se compose de deux grands ensembles de natures lithologiques et d'âge différents, un ensemble formé de granodiorites Néoprotérozoïques et d'une série volcano-sédimentaire attribuée au cambrien. (EDDIF A., GASQUET D., HOEPFFNER C., AIT AYAD N. ; 2000 & EDDIF A., GASQUET D., HOEPFFNER C., LEVRESSE G. (2007).

Les formations de la base de cette série attribuées au Cambrien, correspondent à une alternance de shales noirs et de lentilles carbonatées avec d'importantes manifestations volcaniques à sa base et à son sommet. Ces formations sont surmontées par des séricito-schistes attribués au Cambrien moyen. Globalement, la série cambrienne de Tighardine affleure selon une structure monoclinale (photo1), présentant une direction NNE-SSW et un pendage de 45° vers le NW. Ce qui confère à la minéralisation un aspect subconcordant. (ALANSARI et Al 2009).

Du point de vue lithostratigraphique, la série cambrienne de Tighardine est constituée d'une succession de faciès volcaniques et sédimentaires que l'on peut subdiviser en trois unités distinctes (ALANSARI et Al 2009) (Figure 4).

1- L'unité basale :

Elle correspond à un agencement de matériaux sédimentaires terrigènes fins à passées carbonatées et à intercalations de faciès volcaniques. Les matériaux sédimentaires se composent de schistes noirs et de niveaux carbonatés localement transformés en skarns. Les faciès volcaniques correspondent à des andésites porphyriques et à des tufs soudés de composition rhyo-dacitique. Des faciès pareils faisant partie intégrante des formations volcaniques du Haut Atlas occidental, paraissent issus d'un contexte de marge active Néoprotérozoïque, que l'on situe antérieurement au contexte extensif intracontinental du magmatisme cambrien (JOUHARI, 2001 ; El ARCHI, 2004). Dans la plupart des cas, ces roches volcaniques sont affectées par des altérations hydrothermales de type chloritisation, séricitisation et carbonatation. Toutes les formations de cette unité basale sont remarquablement riches en pyrite.

2- L'unité médiane :

Cette unité encaisse la minéralisation à Cu-Zn-Pb-Ag d'intérêt économique. Elle se compose d'une alternance de pélites noires graphiteuses et de dolomies, correspondant respectivement au mur et au toit de la minéralisation polymétallique. Cette dernière se présente en amont sous forme de veines et de brèches à barytine Pb- Zn- Ag. En aval, la minéralisation polymétallique à Cu-Zn- Pb- Ag est marquée par la disparition de la barytine et l'abondance de la chalcopryrite. L'encaissant est constitué par des marbres dolomitiques à trémolites (ALansari et Al 2009).

3- L'unité sommitale :

Elle est constituée exclusivement de laves volcaniques altérées correspondant à des basaltes à texture aphanitique, porphyrique et microlitique fluidale. Des basaltes similaires, bien connus dans le Haut Atlas occidental, présentent les signatures géochimiques de tholéïtes continentales (El ARCHI et Al 2004).

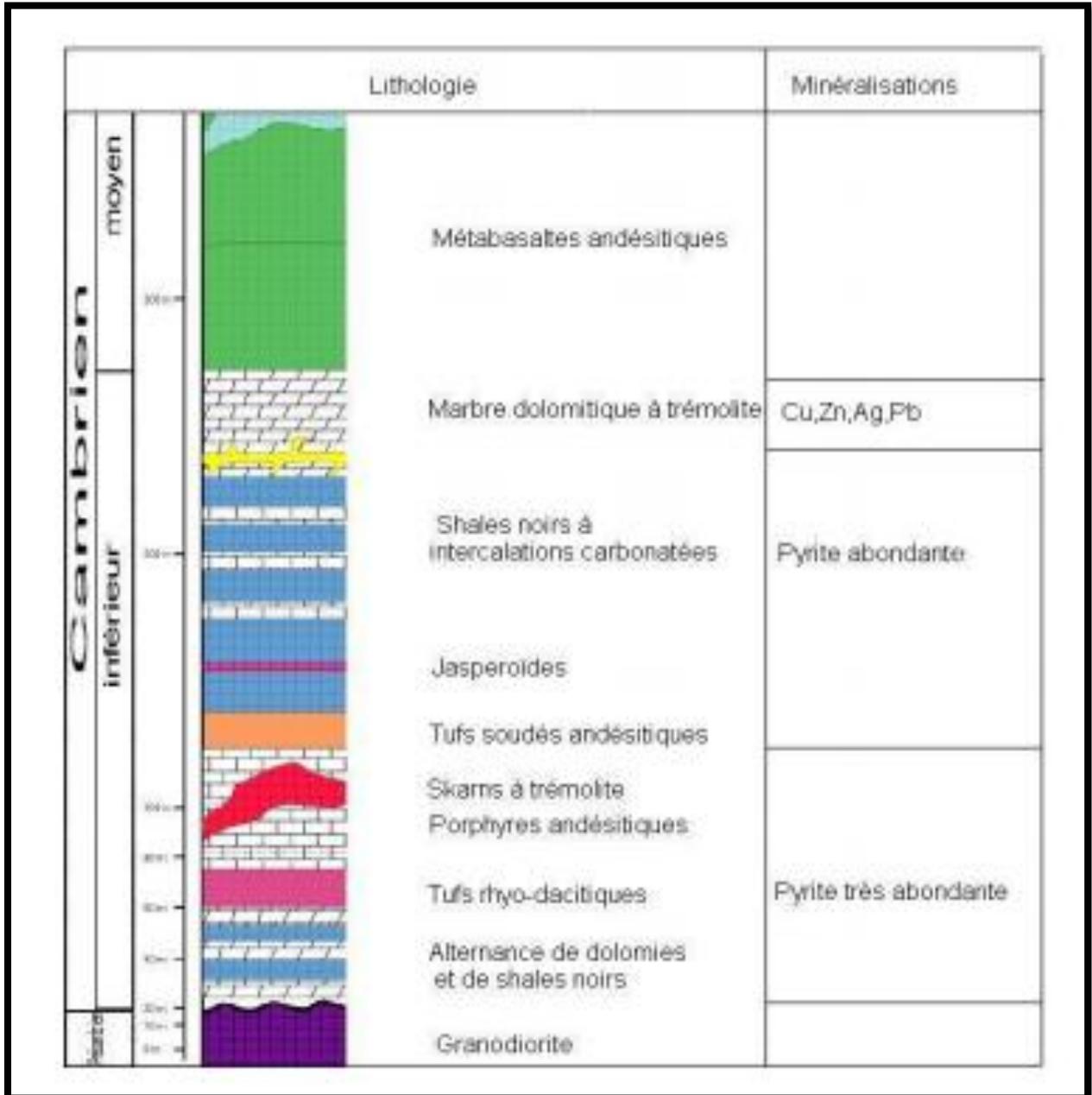


Figure 4 : Log synthétique de la série de Tighardine (AIANSARI et Al ; 2009)



Photo 1 : Vue panoramique des différents facies lithologiques qui affleurent au Jbel Tighardine (Badi, 2011)

VI - Magmatisme et Tectonique

Le massif ancien du haut atlas occidental est limité vers le sud par l'accident de Tizi n'Test (FTNT) de direction N70°E, qui se prolonge vers le massif hercynien des Jbilet selon une direction NNE-SSW (OUANAIMI & PETIT, 1992). Il a enregistré une forte subsidence au cambrien inférieur et au cambrien moyen (SHEAR, 1964 ; CORNEE et AL, 1987). Il est formé en plus des terrains protérozoïques, d'une série paléozoïque attribuée au Cambrien (LABRIKI, 1996), affectée d'une déformation ductile en climat métamorphique épizonal. La déformation se traduit surtout par un plissement et une schistosité de flux de direction NNE-SSW (CORNEE J-J., FERRANDINI J., MULLER J., SIMON B.). Cette série, constituant l'encaissant de plusieurs intrusions granitiques hercyniennes ; est recouverte en discordance par des terrains mésozoïques.

Du point de vue paléogéodynamique, la mise en place du volcanisme est liée à la cinématique distensive régnant pendant la fin du Protérozoïque et le début du Cambrien. Ce contexte extensif du Néoproterozoïque est attribué à la fracturation de la masse continentale de Rodinia (SCOTese & BARRETT, 1990). Elle se matérialise simultanément dans ces régions du Massif ancien par des failles normales généralement synsédimentaires et par une activité volcanique dont le chimisme est celui des tholéïtes intracontinentales (Badra et al.

1992). Le volcanisme est important de part et d'autre de la zone de faille Tizi n'Test (FTNT). Il s'atténue progressivement aussi bien vers l'Ouest que vers le Nord occupant une position stratigraphique de plus en plus récente. Ce gradient se retrouve d'une façon globale dans l'ensemble du volcanisme du domaine atlasique de cette époque (PIQUE & AL 1995).

CHAPITRE II :

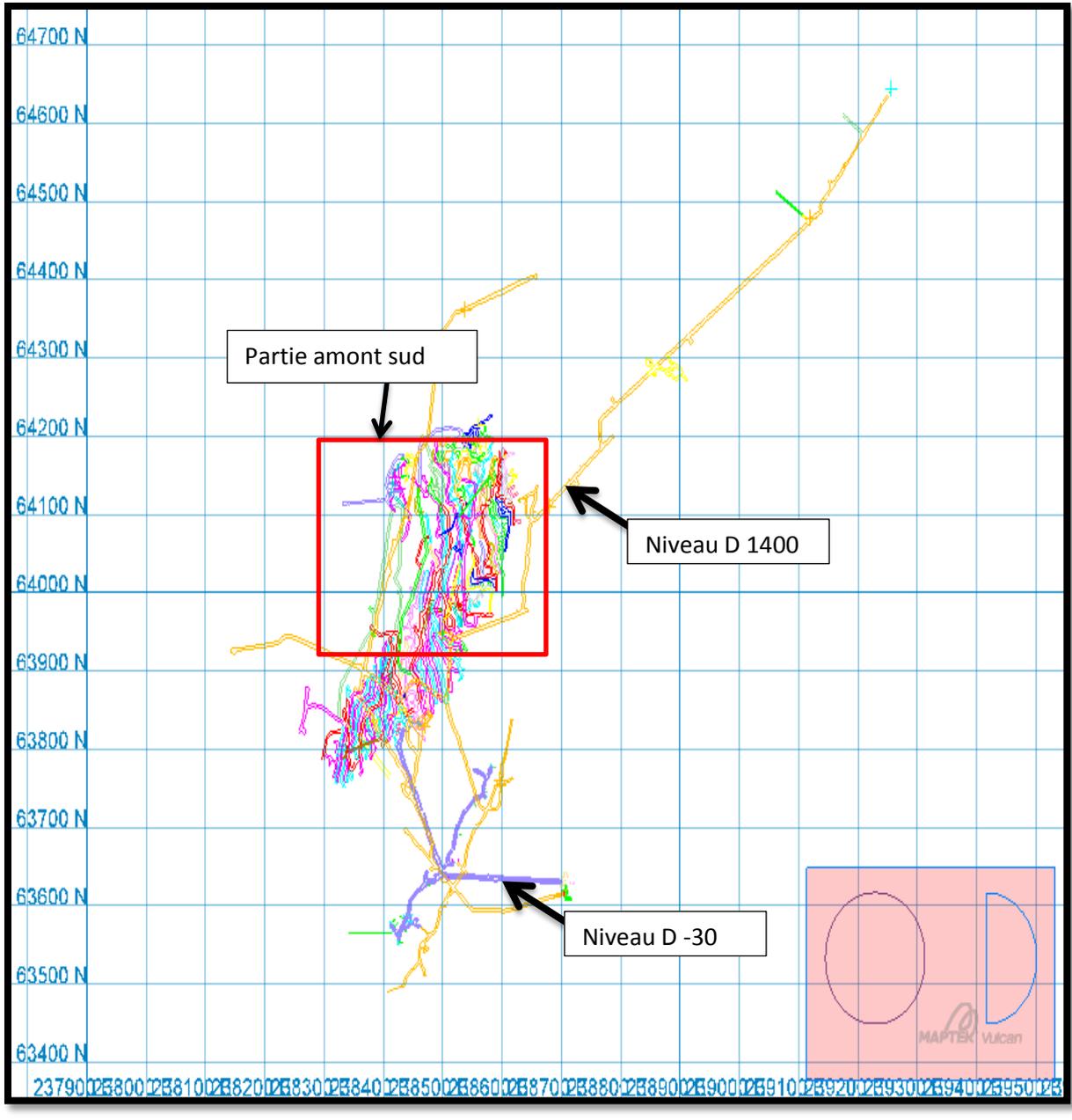
ETUDE LITHOSTRATIGRAPHIQUE DE LA PARTIE AMONT SUD DU GISEMENT DE TIGHARDINE

I- Introduction :

La caractérisation lithologique de la partie amont sud précisément le niveau D du gisement de Tighardine a été réalisé sur la base de l'étude de six sondages carottés qui ont été réalisés à partir du niveau D (1400) (Tableau1). Il s'agit des sondages carottés TGHC22 (-74°) et TGHC25 (-44°) qui ont le même point de départ, la différence étant l'angle de déviation. En plus de ces deux sondages, quatre autres ont été réalisés à partir de la même galerie, mais avec des points de départ différents et d'inclinaison différente, il s'agit de TGHC21 (-48°), TGHC17 (-46°), TGHC20 (-56°) et TGHC31 (-26°) (Figure 5).

| SONDAGES | POINT DE DEPART | INCLINAISON |
|----------|-----------------|-------------|
| TGHC17 | 1430,52 | -46 |
| TGHC20 | 1426,50 | -56 |
| TGHC21 | 1433,58 | -48 |
| TGHC22 | 1434,00 | -74 |
| TGHC25 | 1434,00 | -44 |
| TGHC31 | 1433,61 | -26 |

Tableau 1 : caractéristiques des différents sondages étudiés



plan de situation de la partie amont sud de Tighardine (document interne CMG)

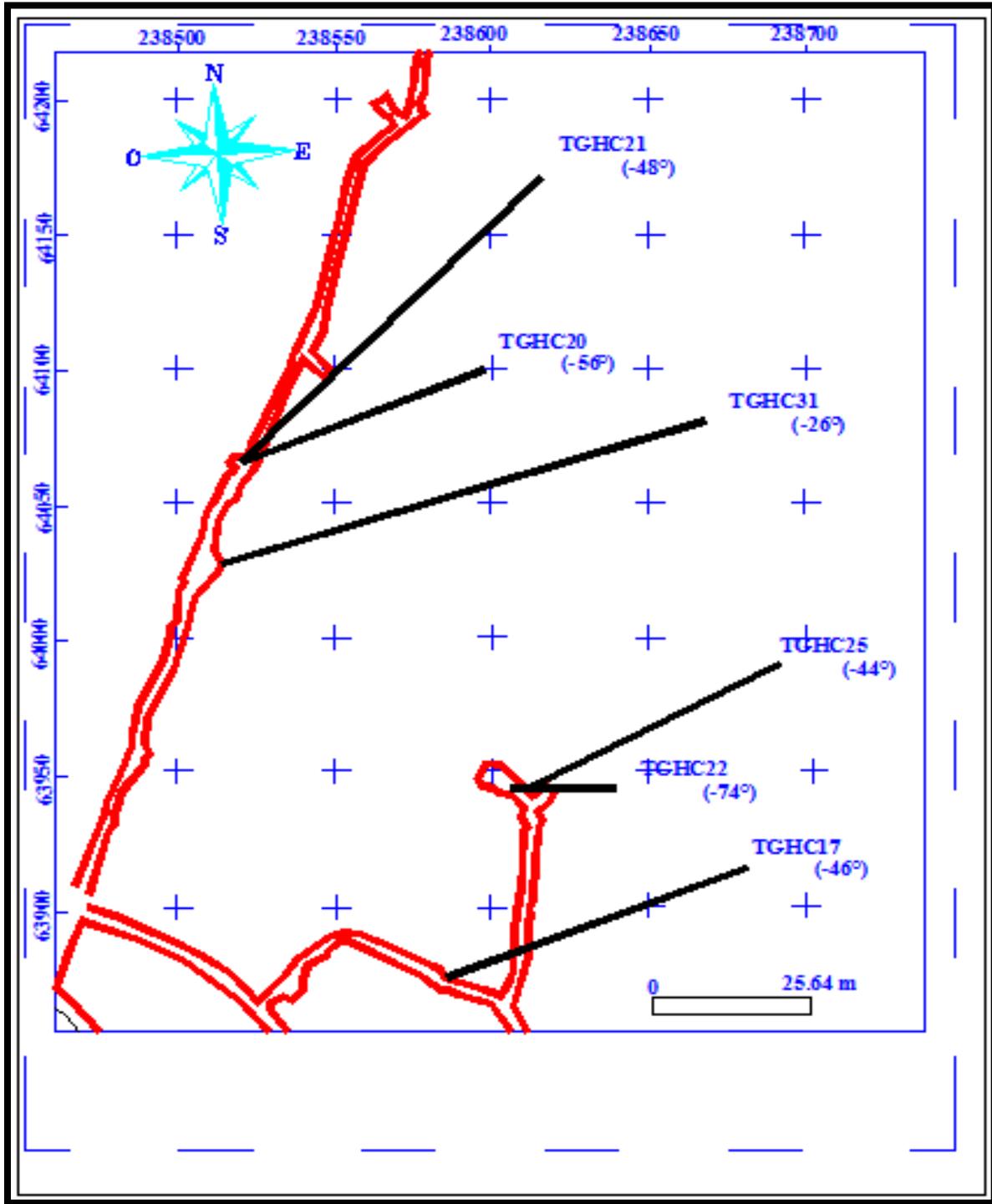


Figure 5 : plan de situation des sondages carottés étudiés (document interne CMG)

II- Description des unités lithologiques :

Les levés des sondages réalisés permettent de définir une succession lithostratigraphique composée de trois ensembles distincts (figure 6) :

- Un ensemble basal
- Un ensemble minéralisé
- Un ensemble sommital

II-1 l'ensemble basal :

Il représente le mur de la minéralisation polymétallique. Sa puissance interceptée par sondage est d'environ 20m ; cet ensemble est composé principalement de pélites noires et de pelites tuffacées.

a) Les pelites tuffacées :

Ce faciès a été observé uniquement au niveau du sondage TGHC31 (189,5m). Sa puissance interceptée par ce sondage est d'environ 10m (179,4m à 189,5m). Ce faciès comporte des veines à remplissage siliceux parfois minéralisées. Localement, il montre une forte dissémination de sulfures.

b) Les pélites noires :

Elles représentent généralement le mur de la minéralisation. Ce faciès, puissant d'environ 10m, a été rencontré au niveau de tous les sondages carottés étudiés. Ces pélites sont de couleur gris foncé localement noirâtre. Cette différence de couleur serait due à un enrichissement ou un appauvrissement en matière organique. Ce faciès présente une stratification millimétrique et perpendiculaire par rapport à l'axe de la carotte, on note la présence de fractures postérieures orientées obliquement par rapport à l'axe de la carotte, à remplissage carbonaté ou à remplissage de sulfures tel que la pyrite et la chalcopyrite.

Ces pélites sont légèrement séricitisées et faillées (123m à 132m) au niveau du sondage TGHC25 (132m).

II-2 - L'ensemble minéralisé :

Cet ensemble est représenté par l'horizon minéralisé principal de Tighardine, sa puissance varie de 2 à 3m, cet ensemble fera l'objet d'étude détaillée dans la partie géologique.

II-3 - L'ensemble sommital :

Il représente le toit de la minéralisation, cet ensemble comporte deux faciès principaux : Les Dolomies à la base et les diabases au sommet , avec une puissance allant de 80 à 90m pour les diabases et de 46 m pour les dolomies sur ces sondages étudiés.

a) Les dolomies :

Ce faciès est intercepté au niveau de tous les sondages carottés, sa puissance est d'environ 45m, il est soit d'une couleur grisâtre, ou blanchâtre. Les dolomies grisâtres sont généralement présentes dans tous les sondages sauf le TGHC22 où ce faciès dolomitique est blanchâtre. Par contre ces dernières se trouvent au niveau de tous les sondages carottés sans exception. Ces dolomies sont parcourues par des microfissures à calcite, à mica blanc et à sulfures tels que la pyrite. Ce faciès est fortement faillé par rapport au faciès dolomitique grisâtre.

Localement, on note la présence de filons de quartz au niveau des dolomies. Certaines zones dans les dolomies grisâtres sont bréchifiées au niveau du TGHC21.

b) Les diabases :

Ce faciès est rencontré au niveau de tous les sondages carottés, avec une puissance d'environ 80m. C'est un faciès faiblement minéralisé avec quelques disséminations de sulfures (pyrite). Il est composé d'une alternance des niveaux grisâtres et autres verdâtres chloritisés avec des veines à remplissage carbonatés et siliceux. Ces dernières font généralement un angle de 45° jusqu'à 60° par rapport à l'axe de la carotte. Ces diabases sont parfois faillés et bréchifiés (26 m à 27 m) (TGHC17).

c) Les tufs ou brèches volcaniques :

Ils sont représentés par des phénocristaux de quartz avec quelques disséminations de sulfures, ce faciès a été observé uniquement au niveau des sondages, TGHC31, TGHC20, et TGHC21 où on a remarqué une variation de puissance TGHC31(30m) ,TGHC 20(17m) , TGHC21(7m).

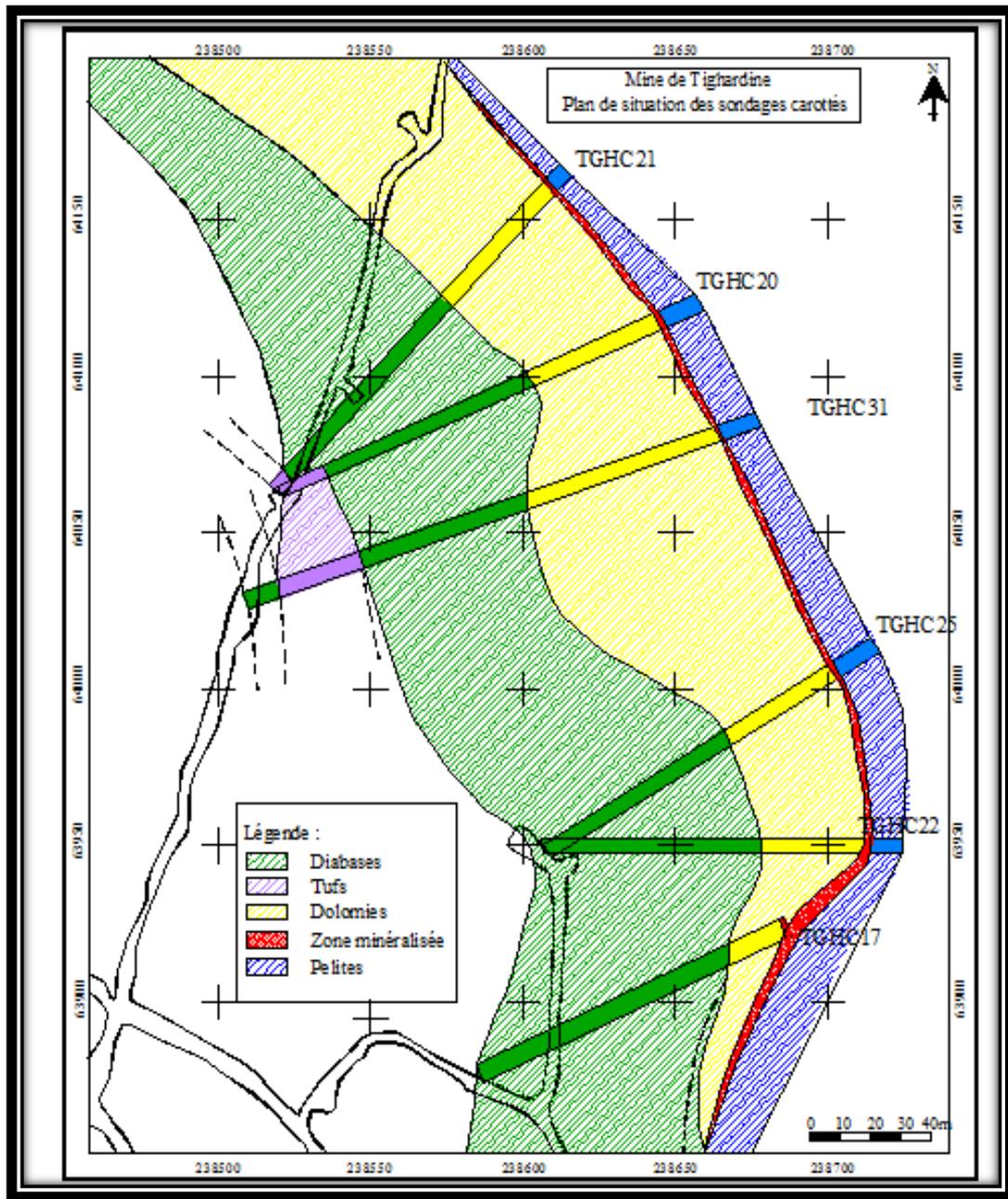


Figure 6 : plan de situation des sondages étudiés

III- Corrélation des différents sondages étudiés

La corrélation des 6 sondages étudiés a permis la distinction de différents aspects de faciès rencontrés, ainsi qu'une vue générale des puissances de chacun d'eux.

III-1 - Unité de base :

Cette unité est composée principalement de pélites noirâtres dont la puissance reconnue sur les sondages étudiés avoisine 10 m. Ces pélites sont parfois de teinte verdâtre, très silicifiées. Dans ce faciès pélitique on note la présence de sulfures (pyrite) disséminés, avec parfois la présence de fractures tardives à remplissage carbonatés.

III-2 - Unité sommitale :

Cette unité est dominée essentiellement par deux faciès différents

a) Faciès carbonaté représenté par les dolomies

Ces dolomies montrent une structure massive ou bréchifiée. Leur teinte est blanchâtre à grisâtre. Ces dolomies comportent du quartz rubané sous forme de remplissage de veines et présentent une altération noirâtre en stockwerk et une oxydation rouge. Ce faciès présente souvent des minéralisations disséminées dominées principalement par la pyrite, et la chalcopirite. Leur puissance varie d'un sondage à l'autre avec une valeur maximale au niveau du TGHC31 (figure7) d'où on peut conclure un aspect presque lenticulaire caractérisant les dolomies.

b) Les diabases :

C'est une roche ignée mafique, généralement fine de couleur verdâtre. Localement les diabases sont fracturées et chloritisés ou parfois bréchifiées, Ce faciès a été observé dans tous les sondages, effectués à partir du niveau D. La puissance de ces diabases peut atteindre environ 80m, dans lesquels se présentent des zones de brèches volcaniques distinguées seulement au niveau des sondages (TGHC31), (TGHC20) et (TGHC21). (Figure 7) sous forme lenticulaire.

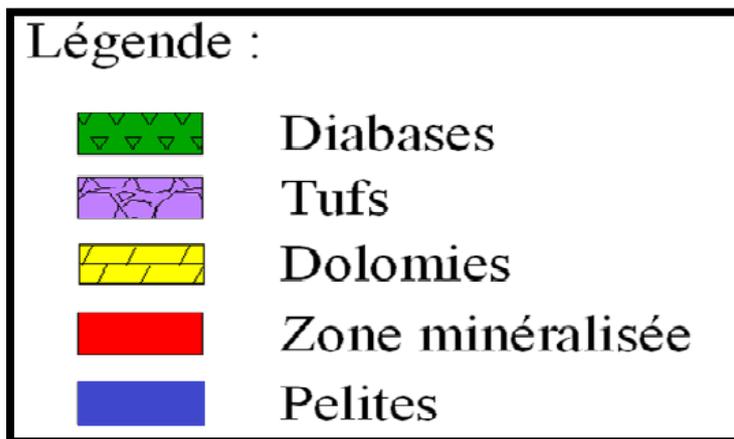
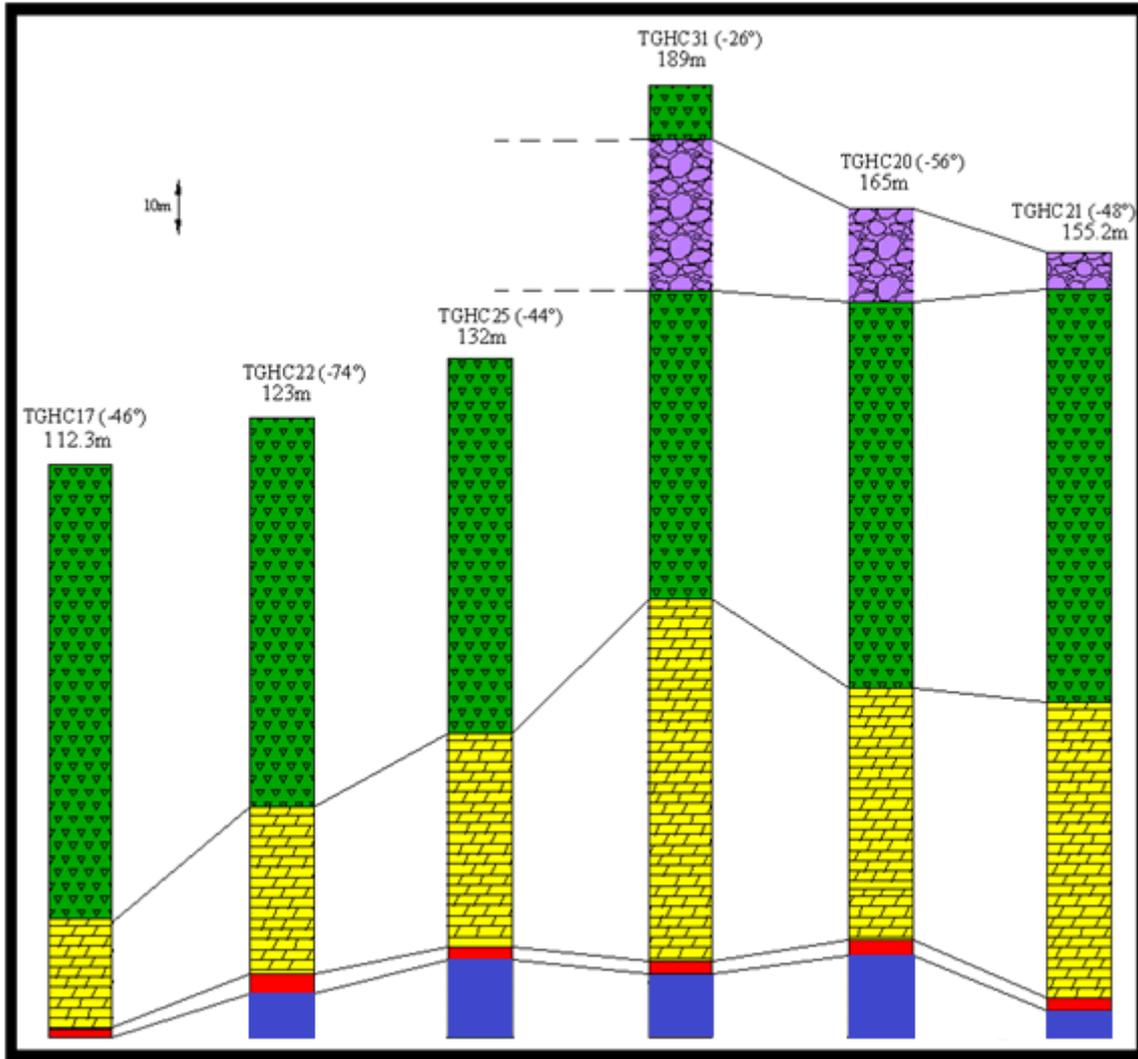


Figure7 : Corrélation des logs des sondages étudiés

IV- Conclusion :

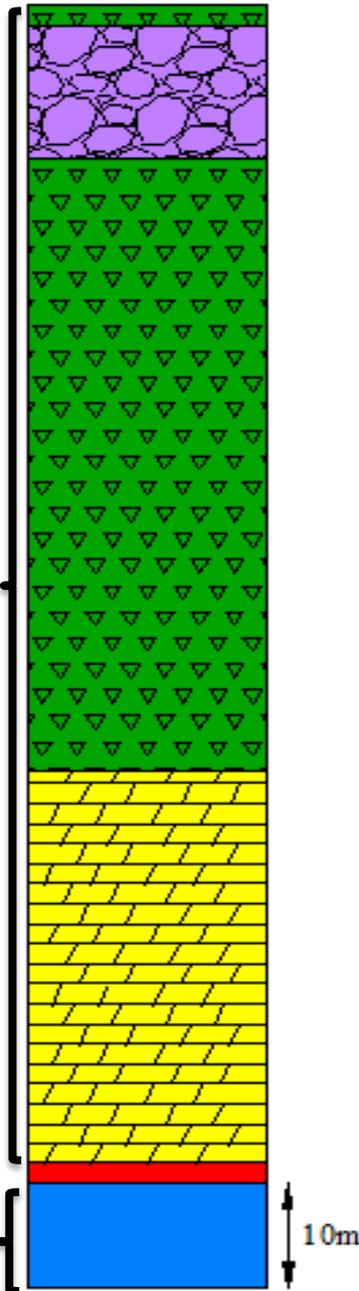
Cette étude permet de dresser la succession lithostratigraphique suivante (Figure 8) dans le secteur minier de Jbel Tighardine :

A la base de la série : nous avons des niveaux sédimentaires fins représentés par les pélites noires à passées carbonatées et sulfurées, ainsi que des pelites tuffacées riche en silice.

Au sommet : la série est présentée par un faciès carbonaté dolomitique métamorphisé, avec localement de la wollastonite, minéral correspondant à un développement du métamorphisme de contact.

Ce faciès est surmonté par des diabases qui recouvrent l'ensemble de la série lithostratigraphique de Jbel Tighardine. Ces diabases sont parcourues par un filon de quartz qui révèle une circulation de fluide riche en silice, ainsi que des brèches volcaniques composées par des fragments de roches magmatiques et d'un ciment de cendres et de lapillis. La présence de ces brèches indique qu'elles ont été formées lors du volcanisme ou une reprise sédimentaire.

La minéralisation, essentiellement sulfurée, se situe entre le faciès pelitique et carbonaté, zone considérée probablement comme étant le metallotecte du gisement.



Les tufs ou brèches volcaniques : représentés par des phénocristaux de quartz avec quelques disséminations de sulfures.

Diabases grisâtres parfois altérés avec veines et veinules de quartz et de carbonates, ainsi un remplissage des fissures par certains Sulfures comme la pyrite et la chalcopryrite. L'altération dans cette zone est présentée par la chloritisation, séricitisation.

Faciès Carbonaté présenté par l'alternance de faciès dolomitique grisâtres et blanchâtres, les dolomies blanchâtres sont fortement faillées que les dolomies grisâtres, avec présence des sulfures essentiellement la pyrite, la chalcopryrite et l'arsénopyrite.

Zone minéralisée riche en sulfures sous différentes formes, ces derniers sont représentés par la Pyrite, la Chalcopryrite et l'Arsénopyrite.

Pélites grisâtres légèrement séricitisées, faillées et parfois schistosées, souvent parcourues par des veinules de carbonates et présentant des sulfures essentiellement la chalcopryrite

Légende :

-  Diabases
-  Tufs
-  Dolomies
-  Zone minéralisée
-  Pelites

Figure8 : Log synthétique de la partie amont sud de la mine de Tighardine.

CHAPITRE III :

**ETUDE PETROGRAPHIQUE DE LA PARTIE
AMONT SUD DU GISEMENT DE TIGHARDINE**

Introduction :

Cette étude a porté sur une douzaine de lames minces ayant été confectionnées dans les principaux faciès caractérisant la partie amont sud de la mine de Tighardine. L'analyse macroscopique des échantillons et microscopique de ces lames minces a permis de mettre en évidence quatre faciès principaux. Une description détaillée des échantillons prélevés dans les différentes carottes de sondage permettra de définir les principaux faciès de la zone étudiée.

I- Aspect macroscopique

Les pélites : ils sont généralement d'une couleur noire parfois imprégnées de calcite et de chalcopirite (photo : Q). La chalcopirite elle est soit sous forme disséminée (photo : S) ou sous forme de remplissage de fissures orientées de 45° par rapport à l'axe de la carotte (photo : T).

Les pélites tuffacées : ces pélites peuvent se présenter par une couleur clair traduisant une richesse en silice (photo : U).

Les dolomies se caractérisent par la récurrence de deux couleurs. Les dolomies grisâtres avec des cristaux blanchâtres allongés sous forme d'aiguilles (photo : P), les dolomies blanchâtres avec les mêmes cristaux et la même forme (photo : M). Elles sont parfois altérées (photo : L), bréchifiées (photo : N) ou à fissures remplies de calcite (photo : O).

Les diabases : elles sont soit d'une couleur noire verdâtre ou grisâtre à remplissage de chalcopirite (photo : B), de pyrite (photo : I), d'arsénopyrite en cristaux automorphes (photo : G), soit d'une couleur nettement verdâtre (photo : E) ou avec des veines carbonatées altérées (photo : A).

Les tufs : elles sont généralement d'une couleur claire constituées par des phénocristaux de taille et de couleur variables (photo : C et D), étirés et orientés à presque 40° par rapport à l'axe de la carotte.







Planche2

Photo A : diabases verdâtres à veines de carbonates altérés (TGHC31/189,5m)

Photo B : Faciès diabasique grisâtre avec remplissage assuré par la calcite, la pyrite et la chalcopryrite (TGHC 31/189,5m)

Photo C : Tufs volcaniques à phénocristaux (TGHC31/189,5m)

Photo D : comparaison entre les diabases saints et les tufs à phénocristaux (TGHC31/189,5m)

Photo E : diabases verdâtres sains (TGHC31/189,5m)

Photo F : zone fracturée remplie de carbonates au sein du faciès diabasique (TGHC31/189,5m)

Photo G : faciès diabasique avec de l'arsénopyrite bien cristallisée (TGHC25/132m)

Photo H : diabase grisâtre imprégné de calcite avec remplissage des fissures millimétriques par la chlorite (TGHC25/132m)

Photo I : diabase grisâtre avec remplissage de fissures par la pyrite (TGHC25/132m)

Photo J : diabase avec la pyrite sous forme de mouches (TGHC25/132m)

Photo K : diabase grisâtre à fractures millimétriques à centimétriques remplies par la calcite et la chlorite (TGHC 31/189,5m)

Photo L : dolomies blanchâtres altérées (TGHC31/189,5m)

Photo M: Dolomies blanchâtres avec présence de cristaux en aiguilles de différentes couleurs verdâtre, grisâtre, et jaunâtre (TGHC21/155,2m)

Photo N: Dolomie bréchique (TGHC21 /155,2m)

Photo O : Dolomie avec veine remplie de calcite orientée obliquement par rapport à l'axe de la carotte (TGHC21/155,2m)

Photo P : Dolomie grisâtre avec des cristaux blanchâtres dispersés aléatoirement (TGHC21 /155,2m)

Photo Q: pélites noires imprégnées de calcite et de chalcopryrite (TGHC25/132m)

Photo R: pélites noires imprégnées de calcite altérée (TGHC21/155,2m)

Photo S : pélites noires avec de la chalcopryrite sous forme disséminée (TGHC21/155,2m)

Photo T: pélites noirs avec fissure à chalcopryrite orientée presque à 45° par rapport à l'axe de la carotte (TGHC21/155,2m)

Photo U: Pélites tuffacées avec des veines de silice (TGH31 /189 ,5m)

II- Etude microscopique

Les pélites tuffacées : se caractérisent par la présence du quartz, de taille millimétrique. Ces pélites sont très silicifiées et comportent des veines et des veinules à quartz. Généralement, ces pelites sont de couleur claire.

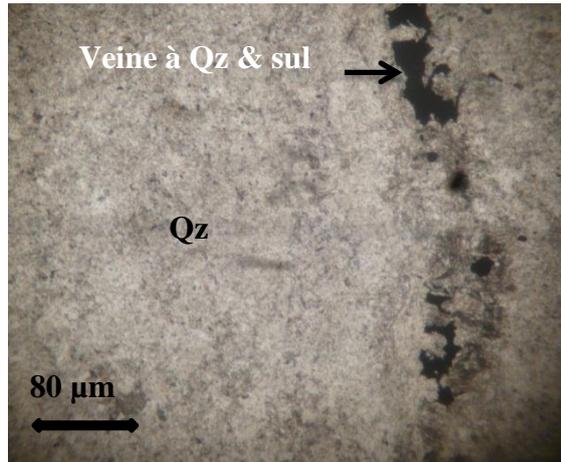


Photo 2 : Pelite tuffacée à quartz : (Qz) en cristaux millimétriques et en veine ainsi que des sulfures (en LN).

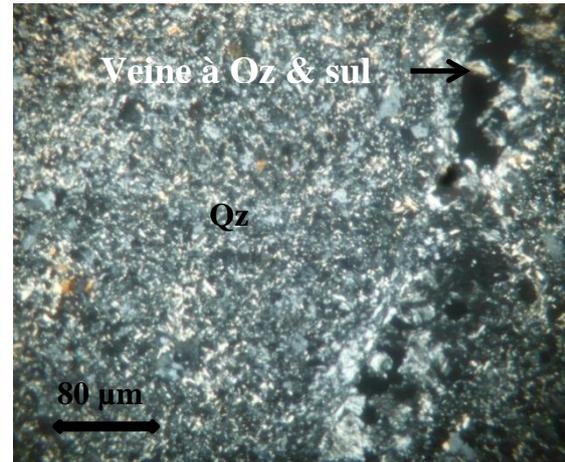


Photo 3 : Pelite tuffacée à quartz : (Oz) en cristaux millimétriques et en veine ainsi que des sulfures (en LP).

Les pélites noires : Elles sont d'une couleur grisâtre à noirâtre. Au microscope ces pélites se distinguent par une composition minéralogique constituée essentiellement par du quartz et des séricites et quelques traces de muscovite. Le quartz se présente sous forme de clastes de petites tailles. La séricite se présente sous forme de petites paillettes disséminées dans la matrice, cette dernière est constituée de quartz finement cristallisés, des minéraux argileux et de la matière organique responsable de l'aspect noirâtre du faciès. (Photo4)



Photo4 : Pélites a fragments de quartz (Qz) ; muscovite (mus) et séricite (Ser) en (LP).

Les carbonates : La dolomite est le minéral le plus abondant, elle se présente sous forme de grains de tailles variables de quelques μm à mm. Elle constitue la matrice de ce faciès. Le quartz est représenté par des microcristaux xénomorphes qui remplissent parfois des microfractures affectant la roche. La wollastonite a été également observée dans ce faciès. Il s'agit d'un minéral allongé d'une biréfringence forte dont la taille peut dépasser le millimètre, noyée dans la matrice à quartz et à dolomite. (Photo5, 6&7)

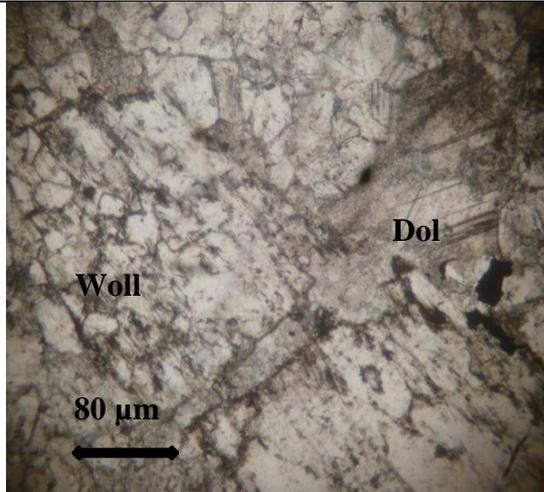


Photo5 : Faciès carbonaté à dolomite (Dol), et wollastonite (Woll) en (LN).

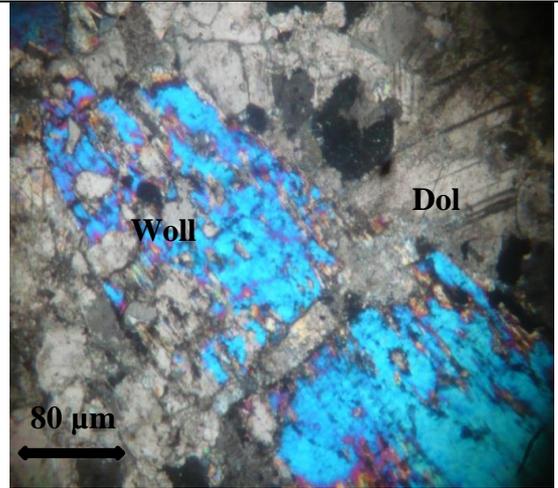


Photo6 : Faciès carbonaté à dolomite (Dol), et wollastonite (Woll) en (LP).

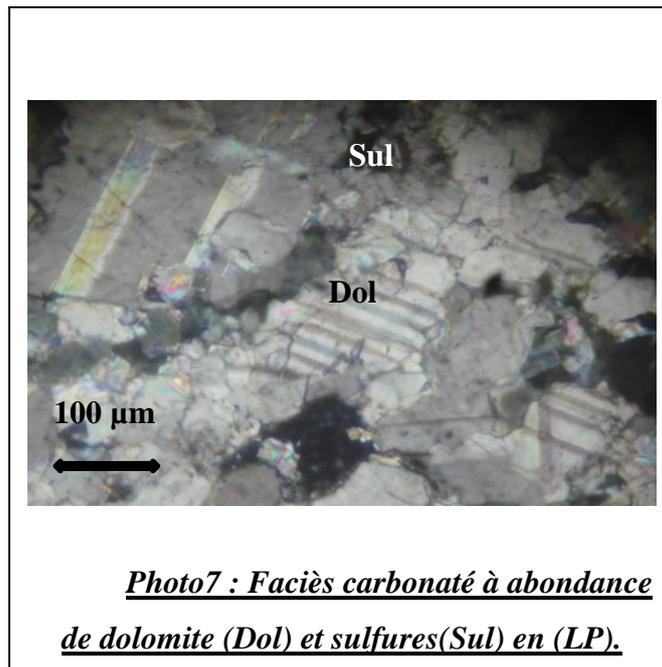


Photo7 : Faciès carbonaté à abondance de dolomite (Dol) et sulfures(Sul) en (LP).

Les diabases : ils se distinguent par la présence des plagioclases altérés en sérécite et les ferromagnésiens en chlorites. Ce faciès présente une texture fluidale. Le quartz remplit les fissures affectant la roche (Photo 8&9).

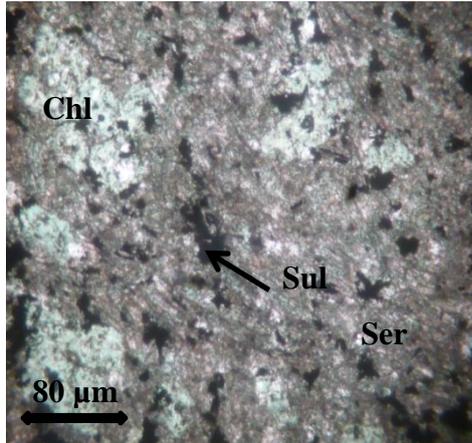


Photo8 : Faciès diabasique à chlorite (chl) et sulfures (sul) en (LP).

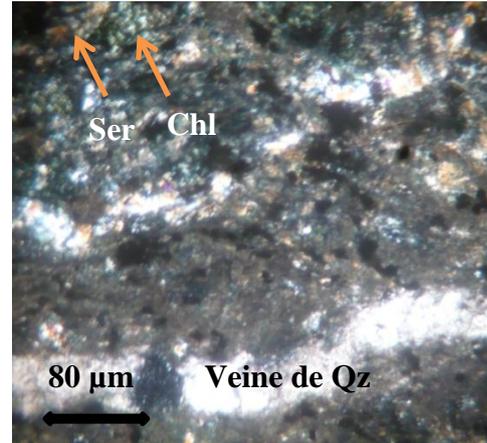


Photo 9: Faciès diabasique à veines de quartz(Qz), Sericite (Ser), et Chlorite (Chl) en (LP).

Les brèches volcaniques : microscopiquement ce faciès est représenté par l'agencement de phénocristaux de quartz de forme anguleuse à sub-arrondie de tailles variables, des pérites et des carbonates. La matrice est formée du quartz microcristallin de granulométrie très fine. La chlorite se présente sous forme de cristaux dispersés (Photo 10 &11).

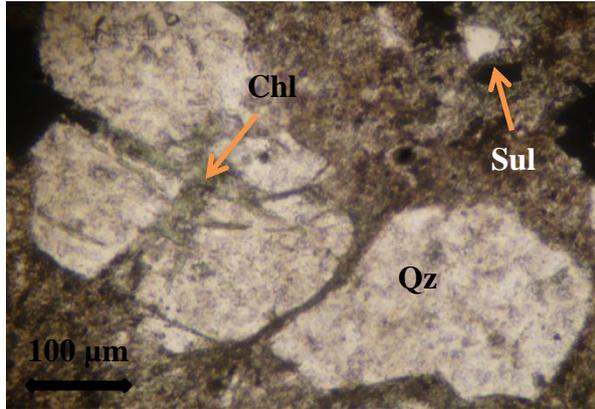


Photo10 : Brèches volcaniques à phénocristaux de quartz (Qz), Chlorite (Chl), et Sulfures (Sul) en (LN).

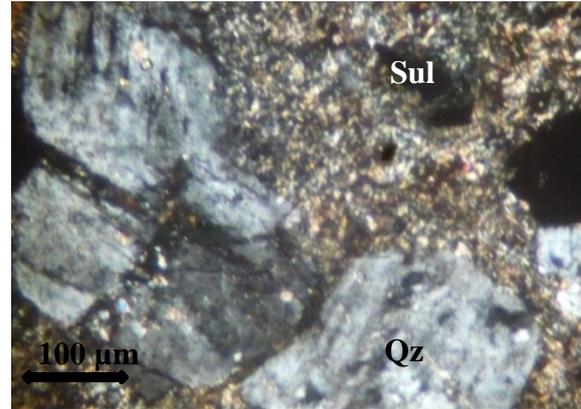


Photo11 : Brèches volcaniques à phénocristaux de Quartz (Qz), Chlorite(Chl), et Sulfure(Sul) en (LP).

Tous les faciès susmentionnés sont marqués par la présence des sulfures disséminés.

CHAPITRE IV

ETUDE GITOLOGIQUE ET ALTERATIONS HYDROTHERMALES

I - Localisation de la zone mineralisée

L'étude détaillée des sondages carottés a confirmé que la minéralisation polymétallique de Tighardine est située entre les carbonates et les pélites de base, plus précisément elle se localise au contact du faciès dolomitique et pelitique (Figure9).

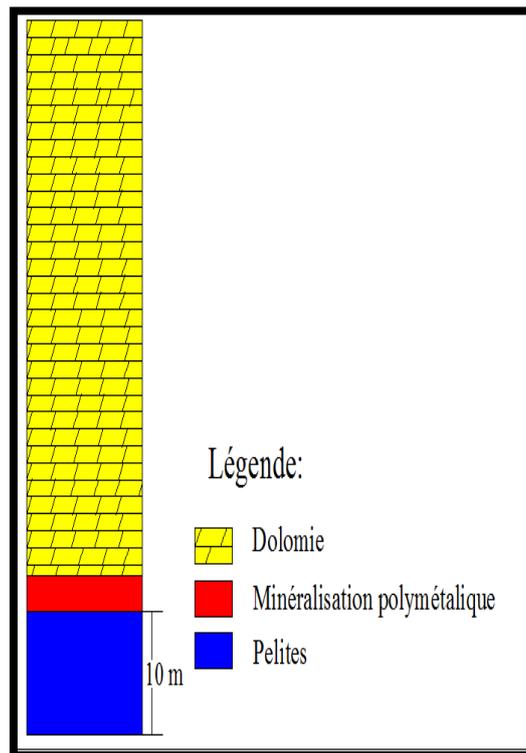


Figure9 : Position lithostratigraphique de l'horizon minéralisé

II- Forme de la minéralisation

L'étude texturale montre que le minerai se présente sous formes de trois types texturaux :

Minerai disséminé

Minerai d'imprégnation

Minerai de remobilisation

II- 1 Minerai disséminé : Il est représenté dans presque tous les faciès sous forme de mouches de tailles millimétrique à centimétrique. Ce faciès est composé essentiellement de chalcopryrite avec des inclusions de sphalérite. La pyrite et l'arsénopyrite sont parfois disséminés et isolés dans la matrice.

II- 2- Minerai d'imprégnation : Ce type de minerai est très abondant dans le faciès carbonaté et se présente sous forme de remplissage des espaces entre les cristaux de dolomite. Microscopiquement, ce faciès se caractérise par la dominance de la chalcopryrite associée à l'arsénopyrite. L'analyse de détail montre que l'arsénopyrite est tardive, très fine, elle est soit isolée soit groupée. Le cuivre gris est tardif par rapport à la pyrite.

II- 3- Minerai de remobilisation : Il se présente généralement dans le faciès dolomitique. Microscopiquement la minéralisation est constituée essentiellement de chalcopryrite, de sphalérite, de pyrite et de cuivre gris. La chalcopryrite se présente sous forme de grandes plages associées à la sphalérite en inclusions et à quelques reliques de pyrite.

III- Minéralogie du minerai

La chalcopryrite : Elle se présente sous différentes formes en fonction de type de minerai, elle est soit comme produit de remplissage des vides, soit en ex solution dans la sphalérite ou sous forme de plages insérées dans l'encaissant dolomitique (Photo12).

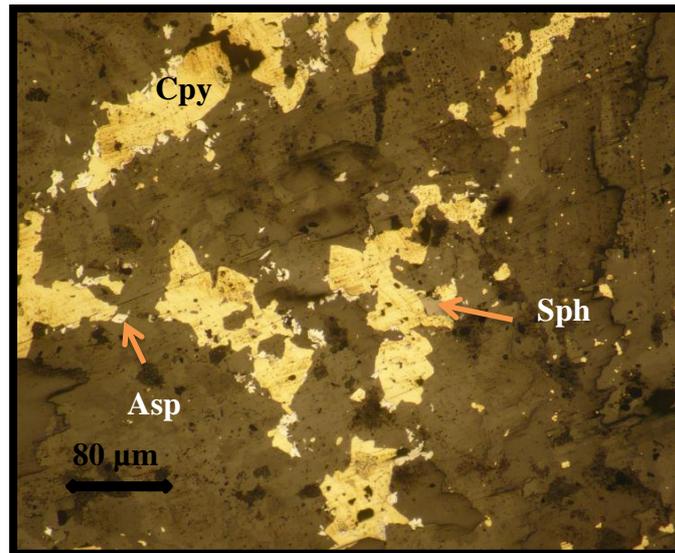


Photo 12 : photo montrant la chalcopyrite (Cpy) associée à quelques traces d'arsénoxyrite (Asp) et de sphalérite (Sph).

La pyrite : Elle constitue avec la sphalérite un assemblage associé à la chalcopyrite. Généralement, elle se présente en reliques tardives (Photo13).

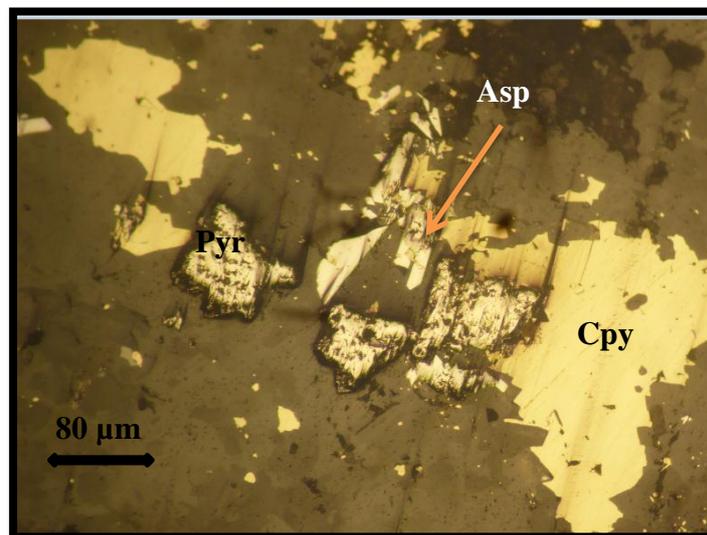


Photo 13 : Les reliques tardives de la pyrite (pyr) et les traces d'arsénoxyrite (Asp) en association avec la chalcopyrite (Cpy).

La Sphalérite : Ce Minéral n'a été reconnu qu'au microscope. Les observations montrent que ce dernier est presque toujours en inclusion dans la chalcopyrite (Photo 14).

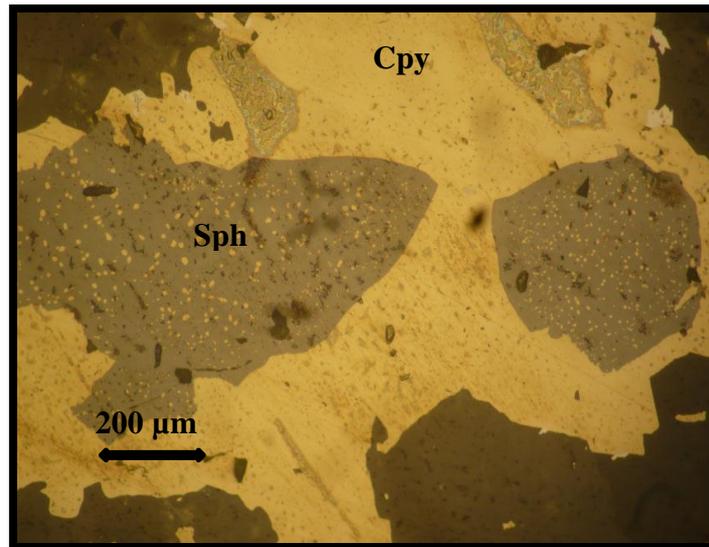


Photo14 : La sphalérite (Sph) en inclusions dans la chalcoppyrite (Cpy).

L'Arsénopyrite : Il s'agit de cristaux groupés ou isolés, faiblement représentés. Notons le caractère plus ou moins saint des losanges d'arsénopyrite (Photo 15).

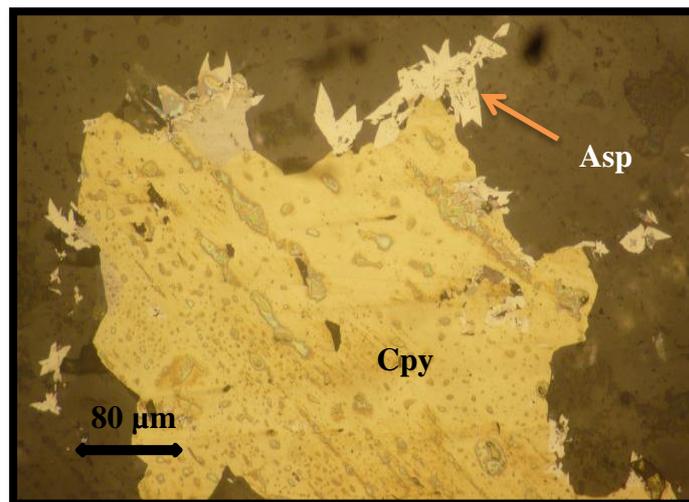


Photo15 : Losanges d'arsénopyrite (Asp) groupés et isolés et chalcoppyrite (Cpy).

Cuivre gris : Il représente un stade tardif, généralement, il a été observé en association avec la chalcoppyrite (Photo 16).

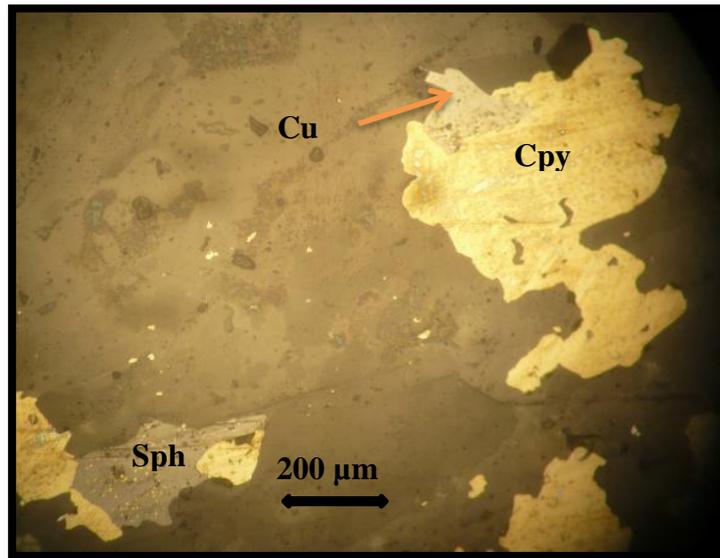


Photo 16 : Chalcopyrite (Cpy) avec cuivre gris (Cu) et sphalérite (Sph).

IV- Altérations hydrothermales

L'altération hydrothermale est un phénomène matérialisé par la circulation des fluides chauds et agressifs issus de différentes origines (intrusion magmatique ,...). Cette circulation est favorisée par la présence des fractures ou des failles...

Dans notre secteur d'étude, plusieurs types d'altérations ont été reconnus : la chloritisation, la séricitisation, la silicification, et la carbonatation.

1- La chloritisation :

Ce type d'altération est matérialisé par l'abondance de la chlorite. Cette dernière a été observée au niveau du faciès pélitique, mais elle caractérise particulièrement les diabases.

A ce niveau la chloritisation est maximale. Les roches sont complètement transformées, la chlorite représente le minéral dominant.

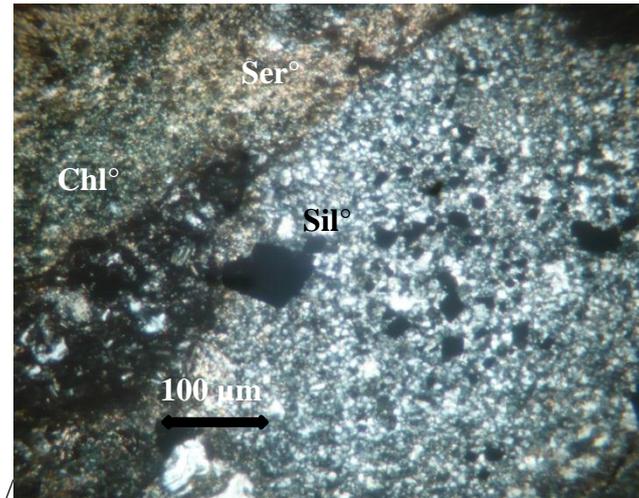


Photo 17 : Photo illustrant les trois types d'alterations: Chloritisation (chl°), Sericitisation (ser°) et Silicification (sil°).

2- La séricitisation

C'est une altération importante qui se présente dans la majorité des échantillons étudiés, elle apparaît aussi bien au niveau des diabases qu'au mur de la minéralisation, (Photo 17).

3- La silicification

C'est l'altération qui caractérise tous les faciès étudiés. Elle se traduit par l'abondance de grains de quartz de taille fine (Photo 17).

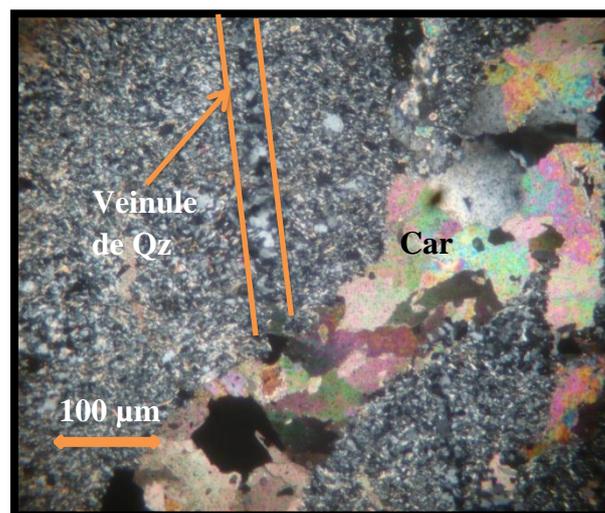


Photo18 : Photo illustrant une veine de Carbonate (Car) et veinule de Quartz (Qz).

4- La carbonatation

Cette altération se présente presque au niveau de tous les faciès. Elle se matérialise par des plages plus ou moins grandes de carbonates ainsi que par le remplissage carbonaté de veines et de veinules.

D'après l'observation microscopique des sections et des lames polies faites à partir des échantillons pris dans les différents faciès du secteur d'étude, on a pu déduire une succession paragénétique illustrée comme suit :

Un stade précoce : représenté essentiellement par le dépôt de la pyrite, l'arsénopyrite et la sphalérite.

Un stade tardif : représenté par la chalcoppyrite, la sphalérite, le cuivre gris, la galène et l'arsénopyrite.

| Minéraux | Stade précoce | Stade tardif |
|---------------|---------------|--------------|
| Pyrite | ██████████ | |
| Chalcoppyrite | | ██████████ |
| Sphalérite | ██████████ | ██████████ |
| Arsénopyrite | ██████████ | ██████████ |
| Cuivre gris | | ██████████ |
| Galène | | ██████████ |

Tableau 2 : illustrant les différents stades caractérisant le secteur d'étude

Conclusion et recommandations

Les études lithostratigraphique, pétrographique et métallogénique élaborées le long de ce rapport nous ont permis d'aboutir aux déductions suivantes :

Les principaux faciès formant la série sont les pelites tuffacées, pélites noires, les carbonates, les diabases et les brèches volcaniques.

Le terme basal est formé essentiellement par des pelites noires. Cette couleur noirâtre est due à la présence de la matière organique.

Le terme sommital est formé par des dolomies, des diabases et des tufs volcaniques indiquant un volcanisme de nature explosif affectant ce secteur.

La zone minéralisée est localisée entre le faciès dolomitique et pelitique. Le contact entre cette zone et l'encaissant est soit normal, soit anormal où il est assuré probablement à la présence des failles dont la direction et le pendage nécessitent une étude structurale.

L'étude métallographique a décelé différents stades de genèse des phases minéralisées, on distingue le stade précoce matérialisé par une abondance de la pyrite, suivit d'un stade tardif dominé surtout par la formation de la chalcopyrite, la sphalérite, l'arsénopyrite, le cuivre gris et la galène.

Les altérations les plus abondantes sont la silicification et la chloritisation. Ces dernières affectent le plus souvent les diabases du fait de leur richesse en ferromagnésiens et leur sensibilité élevée aux variations de conditions physico-chimiques.

Le métallogène caractérisant ce secteur est :

Métallogène lithologique : En effet la minéralisation économique est située généralement à l'interface entre les pélites de base et les dolomies du toit.

Métallogène structural : Le plus souvent la minéralisation est remobilisée dans les grandes structures faillées.

Références bibliographiques

ALANSARIA, et Al (2009) : La mise en évidence d'une evolution vertical dans la mineralogy et la typologie des minéralisations a Cu-Zn-Pb-Ag-Ba de Tighardine : apport à l'exploration minière dans le haut atlas occidental (Maroc).

BADRA L., POUCKET A., PROST A.E & TOURAY J.C(1992) :Mise en évidence d'une extension intra-plaque tardi-panafricaine d'interet métallogénique dans le Haut Atlas occidental (Maroc) .C.R.Acad. Sci .Paris, II, 314, pp. 703-709.

CORNEE J-J et Al (1987): Le Haut Atlas occidental paléozoïque : un graben cambrien moyen entre deux décrochements dextres N°60^E hercynien (Maroc). C.R.Acad. Sci .Paris,série II, 305, pp. 499-503.

EDDIF A et Al, (2000) : Les intrusions de Wirgane(Haut Atlas occidental, Maroc) : témoins d'un magmatisme syn à tardi-cinématique hercynien , J.Afr.Earth Sci.31,pp.483-498.

EDDIF A.,GASQUET D.,HOEPFFNER C.,LEVRESSE G.(2007) :Age of the Wirgane granodiorites intrusions (Western High Atlas,Morocco) :New U-Pb constraints,J.Afr.Earth Sci., 47,227-231.

El ARCHI A et Al.(2004) : Is the Basin of the Western High Atlas(Morocco) related either to a subduction zone or a major shear zone ?, Journal of African Earth Sciences, 39, pp.695-705.

JOUHARI A., EL ARCHI A.,(2001) :Géochimie et cadre géodynamique du volcanisme néoprotérozoïque terminal (vendien) du Haut Atlas occidental, Maroc, Journal of African Earth Sciences,32, pp., 695-705.

LABRIKI M. (1996): Notes et Mém.Serv.Géol., Maroc, n°372.

OUANAIMI H., PETIT J.P (1992) : La limite sud de la chaîne hercynienne dans le Haut Atlas marocain : reconstitution d'un saillant non déformé, Bull. Soc.Géol.France, 163, pp.63-72.

OUAZZANI H., POUCKET A., BADRA L., PROST A. (2001) : Le volcanisme d'arc du massif ancien de l'ouest du Haut Atlas occidental (Maroc), un témoin de la convergence de la branche occidentale de l'océan panafricain, Bull. Soc.Géol. France, 172,pp. 587-602.

PIQUE A. 1994 : Géologie du Maroc – les domaines régionaux et leur évolution structurale

PIQUE et al. 1995 : A comparison of The Neoproterozoic /Lower Paleozoic lithostratigraphy Of Morocco and Westearn Iberia Geodynamic interpretations.

SCOTESE and BARRETT, (1990): Gondwana's movement over the South pole during the Palaeozoic: evidence from lithological indicators of climate, in W.S. McKerrow and C. R. Scotese, eds., Paleozoic Biogeography and Paleogeography, Geological Society of London, Memoir 12, pp. 75-86.

SHEAR J. (1964): Volcanisme cambrien dans le massif ancien du Haut Atlas occidental, C.R. Acad. SCI. Paris, 258, pp. 2114-2117.

Soulaimani A et Al, (2007), Géologie du Maroc. Edition Géode, Collection Terre et Patrimoine, Série manuels ; P 22,123-130.

Site web:

http://maps.google.fr/maps?hl=fr&cp=7&gs_id=z&xhr=t&q=google+traduction&bav=on.2,or.r_gc.r_pw.r_qf.,cf.osb&biw=1366&bih=677&um=1&ie=UTF-8&sa=X&ei=DD_iT-2KG4Xb8APxk_jUDg&sqi=2&ved=0CFIQ_AUoAg