

**2014**



**MEMOIRE DE FIN D'ETUDE**  
*LICENCE DES SCIENCES ET TECHNIQUES EN GEOLOGIE*  
*APPLIQUEE AUX RESSOURCES MINIERES*  
**-LST GARM-**

Intituler :

**GÉOLOGIE DES INDICES  
MINÉRALISÉES DE LA ZONE DE  
TALAT WAREG (HAUT ATLAS OCCIDENTAL)**

Réalisé par :

ITSMAIL MOHAMMED

Encadré par :

Mr. HIBTI (FSTG)  
Mr. TOUIL (FSTG)  
Mr. ERRADNAOUI (CMG)

Jury :

Mr. HIBTI (FSTG)  
Mr. TOUIL (FSTG)  
Mr. RIZKI (FSTG)

Soutenu le 24 juin 2014



## Remerciement

*Au terme de ce travail, nous adressons nos sincères remerciements à nos parrains de stage Mr. RADNAOUI et Mr. BAJDDI et tous les responsables de CMG et d'ONA-MANAGEM qui nous ont acceptés comme stagiaires au sein de leur établissement.*

*Nous remercions également tous nos enseignants qui nous ont préparés théoriquement et pratiquement durant notre cycle de formation, en particulier notre encadrant Mr. HIBTI, Mr. TOUIL ainsi que tout le corps administratif de la faculté.*

*Nous saluons vivement tous les employés de la société pour la sympathie qu'ils nous ont adressée au cours de cette période de stage, ainsi que pour leurs précieuses explications et leçons.*

*Nos remerciements s'adressent également à tous nos amis et nos collègues étudiants de la Faculté des Sciences et Techniques de Marrakech.*

*Enfin nous tenons à remercier toutes les personnes qui nous ont aidé, de près ou de loin, à la réalisation de ce rapport et ayant contribué dans ce travail, trouvent l'expression de notre gratitude.*

# Introduction

*Ce travail entre dans le cadre du stage fin d'étude de licence « géologie appliquée aux ressources minière » à la faculté des sciences et technique de Marrakech. Ce stage a été effectué à la compagnie minière des Guemassa (CMG), qui est une filiale du groupe ONA.*

*Le groupe ONA est présent dans le domaine des mines depuis 1928. Dans le but de réunir l'ensemble des compétences au sein d'une même structure, le groupe ONA a regroupé l'ensemble de ces participations minières au sein de MANAGEM.*

*Aujourd'hui MANAGEM est composé de six sociétés d'exploitation minière :*

- CMG : la compagnie Minière des Guemassa le gisement polymétallique de Zinc, plomb, cuivre, et argent de Hajjar, situé*
- CTT : la compagnie de Tifnout Tiranimine elle est spécialisée dans l'exploitation du cobalt primaire et d'argent.*
- SMI : crée en 1969, elle exploite l'argent d'Imiter*
- AGM : Akka Gold Mining, mine d'Or*
- SAMINE : exploite le gisement d'EL Hammam située à 45Km de la ville de Meknès. Elle est parmi les premières entreprises minière productrices de Fluorine dans le monde.*
- REMINEX : Elle représente le principal outil de recherche et de développement du pole mine de l'ONA. Elle est spécialisée dans la recherche, et l'exploitation (Pfe Hankach-Ait rahou 2011)*

## ***L'objectif du travail :***

Dans le cadre de l'exploration de la région du Haut Atlas occidental, un stage de fin d'études nous a été proposé par la Compagnie Minière de Guemassa dont l'objectif est la réalisation d'une carte géologique de la zone de Talat Wareg, tout en prélevant des échantillons des faciès rencontrés. Ces échantillons font l'objet par la suite d'une étude microscopique et métallographique. Cette étude va nous servir à mettre en évidence la minéralisation existante ainsi que sa relation avec l'encaissant et le contexte tectonique de sa mise en place. Pour terminer, nous allons présenter des conclusions et proposer des recommandations pour orienter les travaux géologiques ultérieurs.

# Sommaire

PREMIERE PARTIE .....	7
Géologie régionale.....	7
I. Les domaines structuraux du Maroc.....	8
II. Cadre géologique du Haut Atlas.....	9
III. Lithostratigraphie du domaine occidental du bloc ancien .....	10
1. Le Cambrien.....	10
2. L'Ordovicien.....	10
3. Le Silurien .....	10
4. Le Dévonien .....	11
5. Le Carbonifère.....	11
6. Le Permien.....	11
IV. Cadre Structural .....	11
1. Le Haut Atlas occidental .....	11
2. La surrection du Haut Atlas .....	14
3. Déformation au centre et aux marges de l'Atlas .....	14
a) Déformation dans les zones centrales.....	14
b) Déformation dans les zones marginales .....	14
1. Magmatisme .....	14
a) Granite de Tichka.....	15
b) Granite d'Azegour .....	15
c) Minéralisation .....	16
DEUXIEME PARTIE.....	17
Géologie et gîtologie du secteur de Talat Wareg .....	17
I. Présentation du secteur de Talat Wareg :.....	18
1. Situation géographique :.....	18
2. Cadre géologique : .....	19
II. Etude Lithologique et minéralogique : .....	20
2. La série schisto-gréseuse.....	20
a) Schistes : .....	20
b) Grès :.....	22
c) Les roches magmatiques :.....	22
I. Analyse structurale :.....	25

1. Déformation synschisteuse D1 :.....	26
2. Déformation post-schisteuse D2 : .....	30
3. Les cassures et les fontes .....	33
II. Etude Géologique :.....	34
1. Description des échantillons : .....	35
III. Les altérations hydrothermales :.....	39
Synthèse-Conclusion générale.....	40
<i>Bibliographie</i> .....	41

### **Liste des figures :**

figure 1 : Les principaux domaines du Maroc sur une image Landsat du Maroc.....	8
figure 2 :le Haut Atlas dans son cadre structural du Maroc (Michard et al., 2008).....	9
figure 3 : subdivision dans le domaine atlasique (Piqué et al., 2007).....	10
figure 4 : les principales failles hercyniennes du Haut Atlas Occidental (Dias et al.).....	12
figure 5 : Carte géologique de l'intrusion de Tichka (Termier et Termier ; 1971, Gasquet, 1991).....	16
figure 6 :Extrait de la carte géologique d'Amizmiz montrant le granite d'Azgour et la granodiorite de Medinet (Labriki, 1996).....	17
figure 7 :Extrait de carte topographique d'Amizmiz 1/100000, montrant la position du secteur d'étude.....	18
figure 8 :Carte géologique du secteur de Talat Wareg, extrait de la carte géologique d'Amizmiz....	20
figure 9 :Représentation de la schistosité dans le secteur de Talat Wareg.....	27
figure 10 :Carte de la trajectoire de la schistosité (les flèches indiquent la direction de la contrainte majeure).....	28
figure 11 :Représentation de la schistosité dans le secteur de Talat Wareg.....	29
figure 12 :Carte représentative des structures cassantes et faillées dans le secteur de Talat Wareg .	32
figure 13 :Représentation des cassures et des failles dans le secteur de Talat Wareg.....	33
figure 14 :carte d'échantillonnage (E1, E2, E3, E4, E5, E6, E7).....	35

## Liste des photos

Photo 1 : galerie matérialisant les anciens travaux d'exploitation dans le secteur de Talat Wareg.	19
Photo 2 : aspect macroscopique des schistes sans l'apparition So.....	21
Photo 3 : aspect microscopique des Schistes (L.P) G*40.....	21
Photo 4 : veinule de quartz au niveau des schistes.....	22
Photo 5 : aspect macroscopique des rhyolites.....	23
Photo 6 : La relation entre le filon de rhyolite et la schistosité.....	24
Photo 7 : Aspect microscopique des rhyolite (L.P) G*40.....	25
Photo 8 : rhyolite affectée par deux familles de diaclases.....	31
Photo 9 : la forme sigmoïdale et simple des fentes dans les filons de Qz.....	34
Photo 10 : structure à minéralisation cuprifère.....	36
Photo 11 : minéralisation massive à sphalérite, chalcopryrite et la galène. G*100.....	37
Photo 12 : minéralisation massive à pyrite, sphalérite, chalcopryrite et la galène. G*100.....	38
Photo 13 : minéralisation sub-massif à pyrite, sphalérite et des oxydes de fer.....	38
Photo 14 : minéralisation dissiminée à pyrite fissuré et sphalérite dessiminé.....	39

## **PREMIERE PARTIE**

# **Géologie régionale**

## I. Les domaines structuraux du Maroc

Le Maroc offre une grande diversité de domaines structuraux qui s'échelonne du Précambrien jusqu'au Quaternaire (figure1). On distingue : Le domaine rifain, le domaine mésétien, le domaine atlasique, le domaine anti-atlasique et le domaine saharien. Ces domaines ont été structurés par quatre principales orogènes :

- Les orogènes, **éburnéenne** et **panafricaine** qui affectent les terrains précambriens dans l'Anti-Atlas et le Sahara
- l'orogène **hercynienne** qui affecte les terrains paléozoïques dans l'Anti-Atlas, le Haut Atlas et la Meseta.
- l'orogène **atlasique** (alpine) qui affecte les terrains méso- cénozoïques dans le Rif et les Atlas.



*figure 1 : Les principaux domaines du Maroc sur une image Landsat du Maroc*

## II. Cadre géologique du Haut Atlas

Le domaine atlasique est subdivisé en deux parties, le Moyen Atlas et le Haut Atlas, ce dernier s'étend sur 700 km de long pour une centaine de Kilomètres de large avec un axe ENE-WSW du Maroc jusqu'en Tunisie. Il est subdivisé en trois parties, le Haut Atlas oriental, le Haut Atlas central et le Haut Atlas occidental. La partie centrale et orientale de ce dernier est dite le Haut Atlas de Marrakech où se situe notre zone d'étude (figure 3).

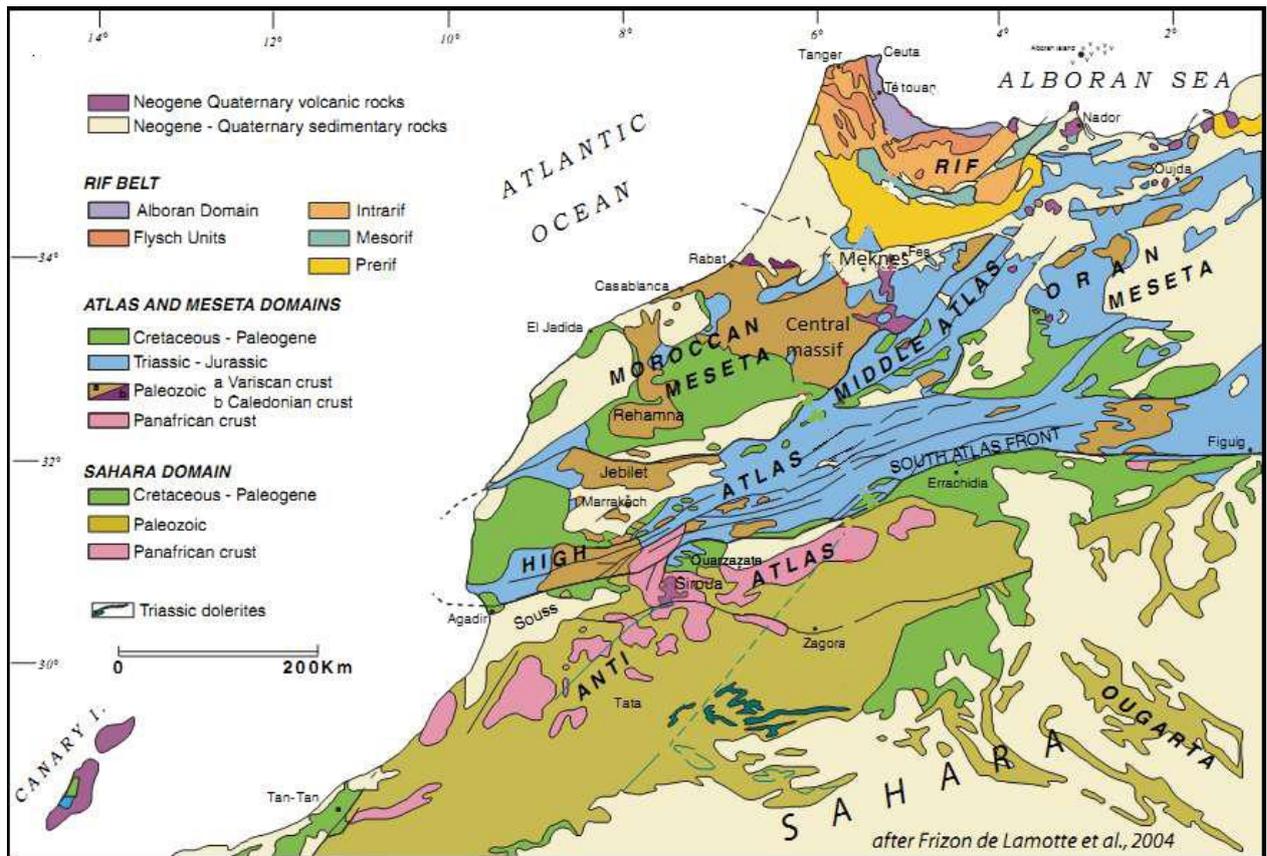


figure 2 : le Haut Atlas dans son cadre structural du Maroc (Michard et al., 2008)

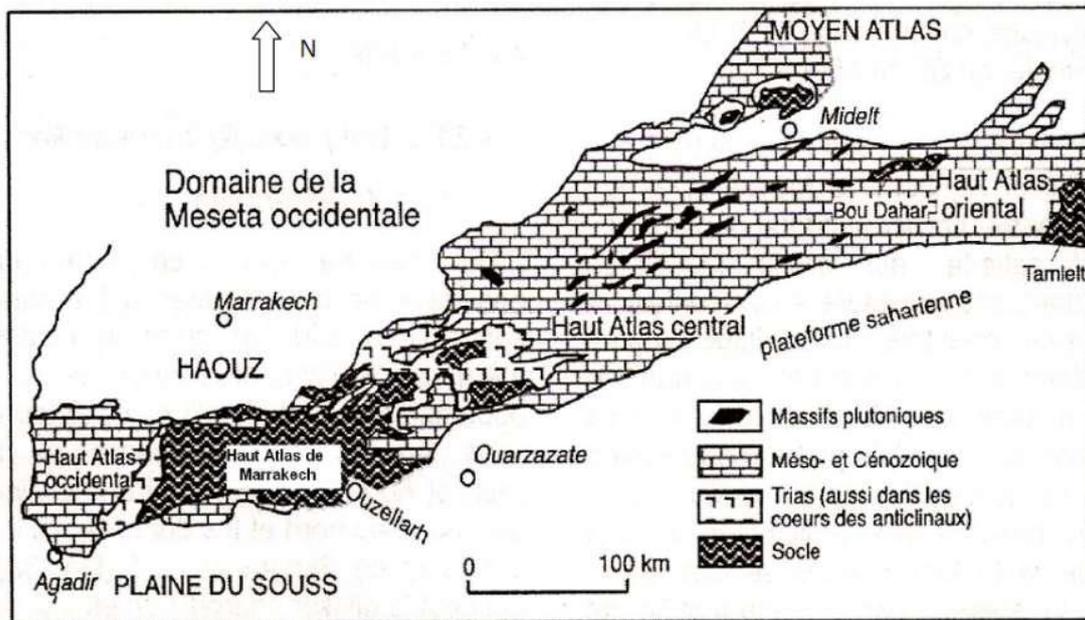


figure 3 : : subdivision dans le domaine atlasique (Piqué et al., 2007)

### III. Lithostratigraphie du domaine occidental du bloc ancien

#### 1. Le Cambrien

Au Cambrien inférieur, ce domaine était une plateforme carbonatée peu profonde mais subsidente, avec des récifs d'archéocyathidés et des dépôts détritiques. Les dépôts sont épais d'environ 5000 m. A l'Ouest de ce secteur au-delà d'une zone de flexures synsédimentaires, les faciès sont exclusivement détritiques. Au Cambrien moyen, ce domaine reste peu profond mais très subsident. L'épaisseur des grauwackes et des grésopélites est de 5000 m dans la région des Aït-Mohand-ou-Moussa et de 8000 à 9000 m dans celle de Tabgout, tous deux au Nord-Ouest du domaine occidental. A la fin du Cambrien moyen, on a des grès-quartzites du type d'El Hank-Tabanit qui se déposent indifféremment à l'intérieur et à l'extérieur du bassin. Les données bibliographiques sur le Cambrien supérieur sont très médiocres. Des recherches dans la meseta et dans l'Anti-Atlas, montrent sa présence locale sous forme de dépôts argileux-gréseux.

#### 2. L'Ordovicien

A l'Ordovicien se déposent les grès. Leur épaisseur est relativement faible de 600 à 800 m. malgré la différence du taux de subsidence les faciès sédimentaires indiquent toujours une profondeur faible avec des sédiments soumis à l'action des tempêtes et des phénomènes de resédimentation gravitaire. La série ordovicienne se termine par 60 à 90 m de quartzites et microconglomérats.

#### 3. Le Silurien

Les formations siluriennes sont ponctuellement déformées et laminées (exemple : Talmakent et Ida-ou-Zal). et sont réduites, dispersées et de faible épaisseur : 10 à 25 m. Elles sont surtout constituées

d'ampélites noirâtres, de carbonates en bancs ou en nodules surtout au Ludlow et des Scyphocrinites au Pridoli .

## 4. Le Dévonien

Au début du Dévonien, on note une reprise très importante de la subsidence. Le Lochkovien est épais (200 à 850 m), formé par des argilites à la base et des niveaux détritiques plus grossiers au sommet. La tectonique est marquée par des horsts et grabens de direction subméridienne et des failles synsédimentaires dont témoignent des olistolites et des biseaux stratigraphiques. La fin du Lochkovien est marquée par une émergence qui amène le dépôt de grès à plantes et de conglomérats tels ceux de Talmakent. Cette forte instabilité cesse entre le Praguien et le Frasnien. Les dépôts seront minces, argilo-calcaires puis.

## 5. Le Carbonifère

Au carbonifère inférieur, les dépôts du Dinantien sont peu répandus et l'enregistrement sédimentaire des mouvements tectoniques hercyniens précoces manque généralement. Le jeu des failles normales subméridiennes postérieures au Dévonien et antérieures au serrage majeur hercynien s'accompagne de la mise en place de sills basiques témoignant ainsi d'une phase d'extension. Au Carbonifère supérieur, le Stéphanien est reconnu dans les Ida-ou-Zal et les Ida-ou-Zeki.

Les conglomérats des Ida-ou-Zal qui jalonnent les failles bordières passent latéralement vers le centre du bassin à des sédiments détritiques plus fins, continentaux ou lacustres, entassés sur une épaisseur de 1800 m. On y rencontre une flore euraméricaine.

## 6. Le Permien

Ce dernier et surtout marquée par la mise en place de filons basiques au Sud d'Argana traversent le socle paléozoïque et la base sans atteindre le sommet de la série rouge sus-jacente. Ils sont de nature alcaline à transitionnelle.

### IV. Cadre Structural

#### 1. Le Haut Atlas occidental

Le Haut Atlas occidental a enregistré un épisode d'amincissement au cours du Néoprotérozoïque terminal et Paléozoïque inférieur, cet épisode atteint son stade de rifting au cambrien. Des mouvements hercyniens se sont étalés entre le Dévonien et le Carbonifère puis s'installent par la suite des bassins stéphano-permiens qui sont repris par des événements tectoniques tardi-hercyniens. Les structures du haut atlas occidental prolonge ceux de la partie centrale de la chaîne par des plis anticlinaux étroits d'orientation moyenne E-W, parfois coffrés, séparés par des synclinaux en cuvettes à cœur Jurassique supérieur et crétacé.

Au total, trois différences apparaissent là avec le Haut Atlas central, peut être dues surtout à la plus grande épaisseur de la couverture mésozoïque au-dessus du socle paléozoïque :

- la présence d'une épaisse série triasique dont les niveaux salifères permettent le développement de diapirs.
- l'absence ou la rareté des séries magmatiques au Jurassique et Crétacé
- l'âge post-crétacé du plissement.

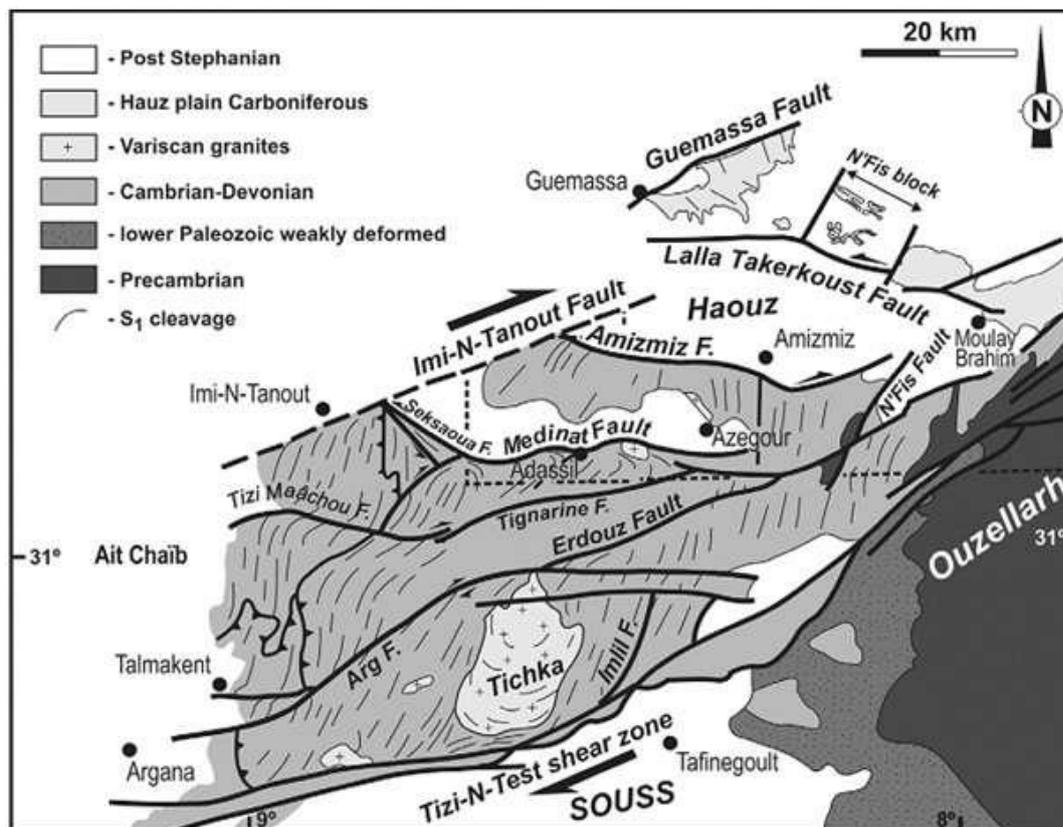


figure 4 : les principales failles hercyniennes du Haut Atlas Occidental (Dias et al.2011)

Le domaine occidental de l'Atlas paléozoïque de Marrakech est bien marqué par la déformation Hercynienne. Ceci est traduit structuralement par des plis NNE-SSW en plus d'un métamorphisme important.

Le bloc de l'Ouzellarh du domaine central tabulaire est peu déformé par l'orogénèse hercynienne. Le centre du Haut Atlas est marqué par l'importance de son soulèvement récent, la vigueur de ses reliefs et l'importance de l'érosion qui s'ensuit. La configuration structurale actuelle du domaine atlasique résulte des effets surimposés des cycles orogéniques hercynien et alpin. Les unités structurales du Haut Atlas sont caractérisées par une forte surrection liée à des mouvements verticaux, méso- et cénozoïque, le long des grandes cassures du socle hercynien. Ce sont ces failles qui découpent le bloc ancien en panneaux inégalement soulevés. C'est ainsi que la partie centrale du Bloc ancien domine la plaine du Haouz, avec un rejet vertical cumulé de 4000 m. ce dénivelé est moins important vers le Sud, en particulier dans la région du Siroua. Des zones de cisaillement ductiles à jeu dextre et orientée NNE-SSW, et une déformation polyphasée synchrone affectant le paléozoïque l'Atlas paléozoïque de Marrakech. les granites sont en général des marqueurs de la déformation crustale.

Au Cambrien inférieur, s'individualise dans le domaine occidental du bloc ancien, un sillon subméridien limité latéralement par des failles synsédimentaires NNE-SSW et au Sud par la faille de Tizi-n'Test. La sédimentation épaisse surtout carbonaté et volcanosédimentaire est contrôlée à cette époque par le jeu normal de failles N70E au SE de la faille du Tizi-n'Test. Il existe une zone de failles ou de flexures vers l'Ouest de ce secteur. Le régime géotectonique est celui d'une extension crustale. Au Cambrien moyen, ce domaine constitue le prolongement méridional du graben ouest mésétien, le graben est limité ici par des failles NNE-SSW, correspondant à la future Zone Cisailée de Meseta Occidentale. Il se termine au Sud le long de la Faille du Tizi-n'Test qui a un caractère précoce synsédimentaire. Le fonctionnement de ce fossé (graben) cesse à la fin du Cambrien moyen, puisque des grès-quartzites du type d'El Hank-Tabanit se déposent indifféremment à l'intérieur et à l'extérieur de ses limites.

A l'Ordovicien, on a la présence de failles synsédimentaires responsables des phénomènes de resédimentation gravitaire.

les principales failles qui affectent le secteur peuvent se référencier comme suite :

- Accident de Medinet :

C'est une faille inverse chevauchante avec un pendage vers le Sud. Elle limite le socle paléozoïque sud et la couverture, avec une direction globale est E-W. Elle a amené les schistes cambroordoviens du Bloc ancien sur les calcaires cénomano-turonien de la bordure subatlasique. Son activité a débuté au Crétacé supérieur avec une ébauche de plissement d'axe E-W. Ensuite il y a eu l'érosion de cette dernière et le dépôt des calcaires à Thersités et des marnes éocènes. Par la suite est survenu le chevauchement de l'ensemble paléozoïque et crétacé sur les terrains éocènes ployés en synclinal.

- Faille de Tizi-n'Test (ZFTT) :

C'est un élément important de cette région. Elle est décrite par Mattauer et al. (1972) comme un linéament d'importance continentale. D'une direction WSW-ENE elle sépare le sillon de Souss et le domaine occidental.

Les observations réalisées par Quarbous et al. (2003) le long de cette zone de failles, dans la partie sud et sud-est du Massif ancien du Haut Atlas occidental, permettent de préciser la chronologie du fonctionnement de cette zone de faille et de l'évolution géodynamique du Haut Atlas occidental depuis le Cambrien moyen jusqu'à l'Actuel. Huit grandes périodes tectoniques ont été déterminées dans cette partie du Haut Atlas, au sein desquelles des variations dans le temps de l'état de contraintes caractérisent des phases tectoniques. Pendant les phases distensives, les failles majeures de la ZFTT sont à jeu normal permettant l'individualisation de grabens ou de demigrabens d'échelle kilométrique qui s'orientent selon la direction de ces failles majeures. Pendant les phases compressives, la ZFTT est à jeu décrochant ou inverse selon l'orientation des failles majeures de cette zone par rapport à la contrainte maximale  $\sigma_1$ . Plus à l'Est, son tracé est discuté, car sa définition concerne des époques différentes et un intervalle de temps variable selon la région. Son action s'étale au moins entre le Paléozoïque et le Mésozoïque, après un mouvement décrochant dextre tardi-hercynien, elle est marquée par un coulissement senestre d'ampleur plurikilométrique au

Méso-cénozoïque. Ce coulissement sénestre est attesté dès le Carnien par l'existence de stries hydroplastiques subhorizontales qui affectent un sédiment non encore complètement lithifié.

## 2. La surrection du Haut Atlas

La surrection de l'Atlas est relativement récente, elle aurait débuté après le Crétacé et effectuée essentiellement au Néogène. L'activité sismique le long des bordures atlasiques témoigne de l'activité orogénique encore actuelle de la chaîne atteignant le manteau supérieur de la chaîne atteignant le manteau supérieur (Piqué et al. 2007).

## 3. Déformation au centre et aux marges de l'Atlas

### a) Déformation dans les zones centrales

Jacobshagen et al. (1988) considère que la déformation dans le domaine central et dans les zones marginales du Haut Atlas est d'âge récent. Cet avis n'est pas partagé par nombre d'auteurs dont certains (Schaer, 1987 ; Laville et al., 1991 ; Laville ET Piqué, 1992) insistent sur le fait que le raccourcissement est synsédimentaire, d'âge jurassique dans l'axe du Haut Atlas Central. La déformation est bien antérieure à celle des bordures de la chaîne. Le caractère synsédimentaire du développement des rides anticlinales et des cuvettes synclinales implique un contrôle structural de la sédimentation et donc le jeu de fractures du socle, réactivées au Jurassique. Les axes anticlinaux N70-90E sont alors d'anciennes rides synsédimentaires marquées par la mobilité du fond marin au Jurassique. On trouve des intrusions magmatiques dans ce régime compressif ce qui contredit le fait que les intrusions magmatiques s'effectue dans des sites en ouverture.

### b) Déformation dans les zones marginales

Les plis affectent l'ensemble des séries mésozoïques, ainsi que, au moins une partie du Cénozoïque. C'est le cas dans le Nord de l'Atlas Sur le flanc nord du Haut Atlas central. La terminaison septentrionale visible de la chaîne est marquée par quelques chevauchements à vergence nord qui impliquent ou non, selon les auteurs, une partie de la croûte. Les déformations sont récentes, contemporaines de la sédimentation néogène et quaternaire. Les structures cassantes combinent des composantes chevauchantes et décrochantes qui témoignent d'un raccourcissement N150E puis N-S. Sur le flanc sud du Haut Atlas, l'idée d'une faille, « Accident Sud-Atlasique » a été abandonnée, mais il existe une limite structurale importante, à vergence sud à l'affleurement, au bord sud du Haut Atlas, guidant successivement la sédimentation dans la fosse atlasique et la déformation des séries mésozoïques épaisses. La tectonique atlasique se réalise ici par une inversion d'anciennes failles normales liées au rifting atlantique et l'individualisation de failles compressives plates (surfaces de décollement) dans les niveaux plastiques du Trias supérieur. Des phénomènes similaires ont été observés dans la longitude de Ouarzazate par Laville et al. (1977) et plus à l'est dans la longitude de Goulmima par Saint Bezar et al. (1998).

## 1. Magmatisme

La déformation hercynienne est caractérisée dans le domaine occidental de l'Atlas paléozoïque de Marrakech par la mise en place de granitoïdes comme celui de Tichka et d'Azegour. Dans le domaine central de l'Atlas paléozoïque de Marrakech se trouve des granitoïdes précambriens recouverts par des volcanites du précambrien terminal. Les formations paléozoïques sont principalement

camбриennes et cambro-ordoviциennes avec probablement à la base des faciès volcaniques du Précambrien terminal dans l'Ouneïn qui se localisent à l'Ouest du Block de l'Ouzellarh.

Le Cambrien inférieur est représenté par des dépôts à dominante carbonatée et volcanique, dans un bassin subsident où se manifeste un volcanisme synsédimentaire (coulées et tufs). Les terrains sont recoupés par des granites hercyniens (Tichka, Azegour..) et leurs cortèges filoniens de lamprophyres microgranitiques. Des dykes de porphyres granitiques (subhorizontaux) ou de microdiorites (subverticaux) recoupent les formations grés-carbonatés du Cambrien inférieur et les grésopélites du Cambrien moyen.

Au Maroc, deux familles magmatiques hercyniennes existent :

=> Granite orogénique : entre 300 et 280-275 Ma.

=> Granite tardi-orogénique : entre 275 et 250 Ma.

### a) Granite de Tichka

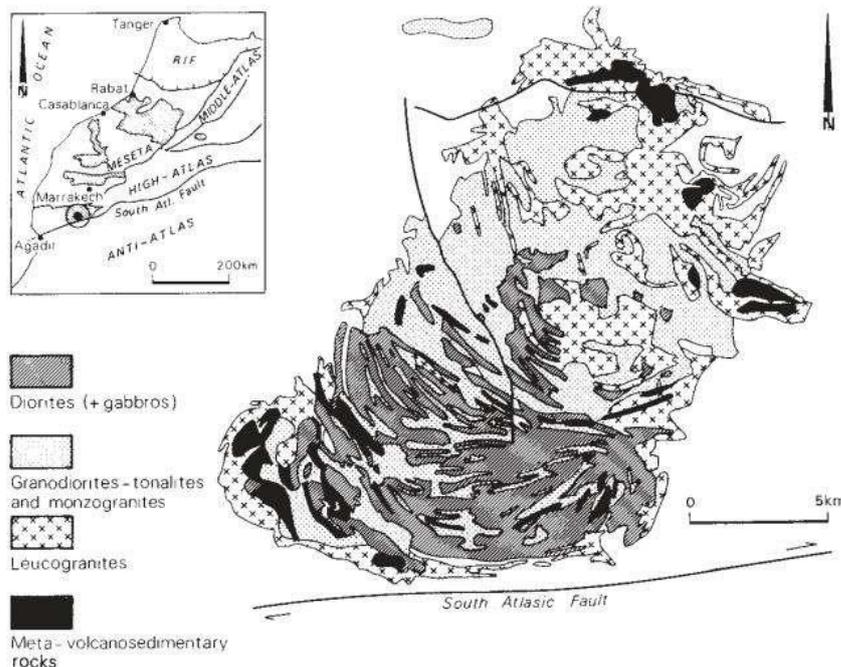


figure 5 : Carte géologique de l'intrusion de Tichka (Termier et Termier ; 1971, Gasquet, 1991)

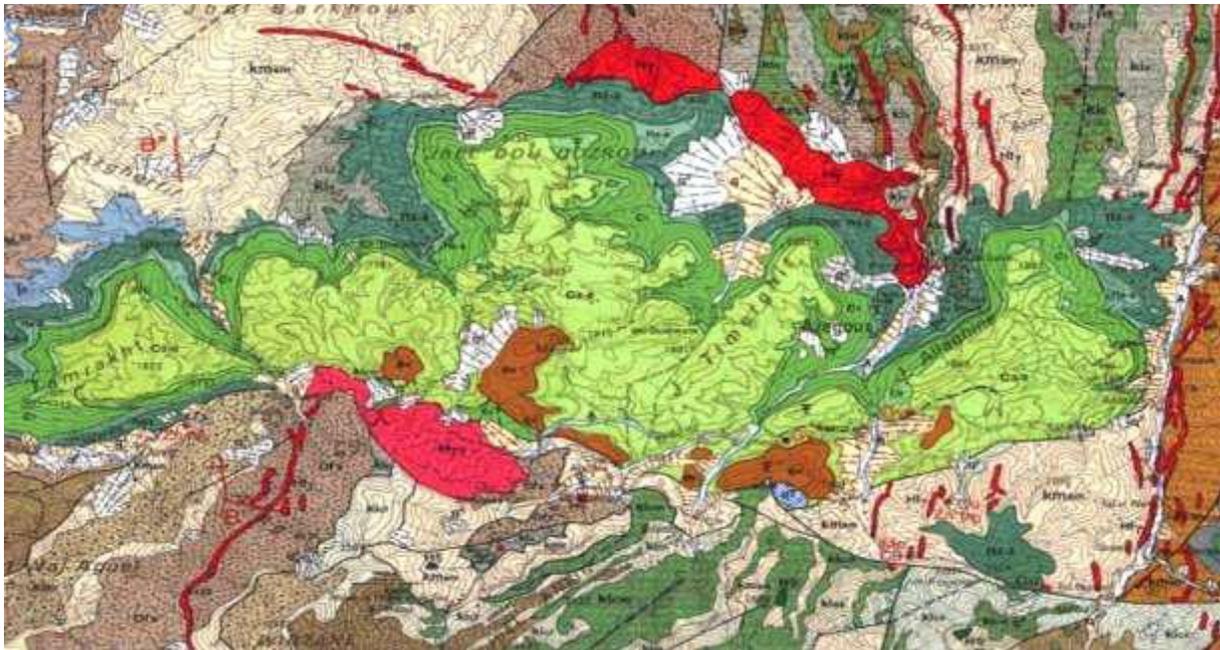
### b) Granite d'Azegour

Le granite de Tichka est situé dans le massif ancien du Haut Atlas occidental à 60 km au SSW de Marrakech, dans la région des Guedmiwa, au SW d'Amizmiz, près du village minier d'Azegour. Le magmatisme d'Azegour et ses équivalents auraient un impact sur tous les secteurs des alentours de

cette région, la partie qu'on observe sur le terrain du granite d'Azegour n'est que la partie affleurante, il peut y avoir un prolongement très grand de ce granite rose. D'ailleurs on observe jusqu'au secteur d'Amensif et de Talat-Warg des injections rhyolitiques ou microgranitiques roses qui pourraient avoir une liaison directe avec le granite d'Azegour.

Par sa nature non déformée et non schistosée, le granite d'Azegour s'est mis en place après la déformation syn-schisteuse hercynienne.

Par ses éléments majeurs, et la présence de corindon normatif pour tous les faciès, le granite d'Azegour serait un granite alcalin hyperalumineux, appartenant à une série alcaline. Le granite d'Azegour est d'âge permien. Il est alcalin hyperalumineux d'origine mantellique. Il est intrusif dans la formation volcano-carbonatée du Cambrien inférieur et développe un métamorphisme de contact avec une auréole d'environ 1,5 Km d'extension. Le métamorphisme de contact a engendré un gisement de type skarns (tactites), constitué de grenatites et de pyroxénites en relation avec une barre dolomitique transformée en cipolin ou silicifiée.



*figure 6 : Extrait de la carte géologique d'Amizmiz montrant le granite d'Azgour et la granodiorite de Medinet (Labriki, 1996)*

### **c) Minéralisation**

Dans le Haut Atlas au Cambrien inférieur, la combinaison du régime d'extension continental et de l'hydrothermalisme associé a engendré la minéralisation en Cu et Zn. La minéralisation polymétallique de l'Erdouz fait partie de ces gisements.

Haut Atlas Occidental. La minéralisation économique en Zn-Pb de la région d'Erdouz est liée à une phase hydrothermale tardi-hercynienne. Elle a été précédée par une préconcentration, également hydrothermale, réalisée au cours de l'extension du Cambrien. Au Sud de l'accident de Médinet, le gisement dit « de Tnirt » renferme une concentration importante de pyrite dans des calcaire, mais aussi de la blende et de la galène.

## **DEUXIEME PARTIE**

# **Géologie et gîtologie du secteur de Talat Wareg**



Ce secteur représente une zone favorable pour la prospection minière, en raison de sa position dans un contexte géologique potentiel en terme de métaux de bases (Cu, Pb, Zn). Il s'agit de l'ancienne mine d'Azegour juste au Nord-Ouest du secteur d'étude et le gisement d'Amenssif à l'Ouest du secteur (Fig.7), d'une part et d'autre part L'existence de vestiges d'anciens travaux d'exploitation (Grattage, galerie...) (photo 1).



*Photo 1 : galerie matérialisant les anciens travaux d'exploitation dans le secteur de Talat Wareg.*

## **2 Cadre géologique :**

Géologiquement, ce secteur appartient au bloc ancien de la zone axiale du Haut Atlas occidental. Il est formé essentiellement d'un socle paléozoïque attribué au cambrien. Il est fortement déformé et métamorphisé sous l'effet des deux orogénèses hercynienne et Alpine.

Les terrains paléozoïques sont localement recouverts en discordance par les faciès transgressifs du crétacé, dégageant ainsi une importante lacune due certainement à l'absence de dépôts. Ces deux

ensembles sont séparés par l'intermédiaire de la faille de Médinet. L'Eocène repose en discordance sur l'ensemble des formations (Fig.8).

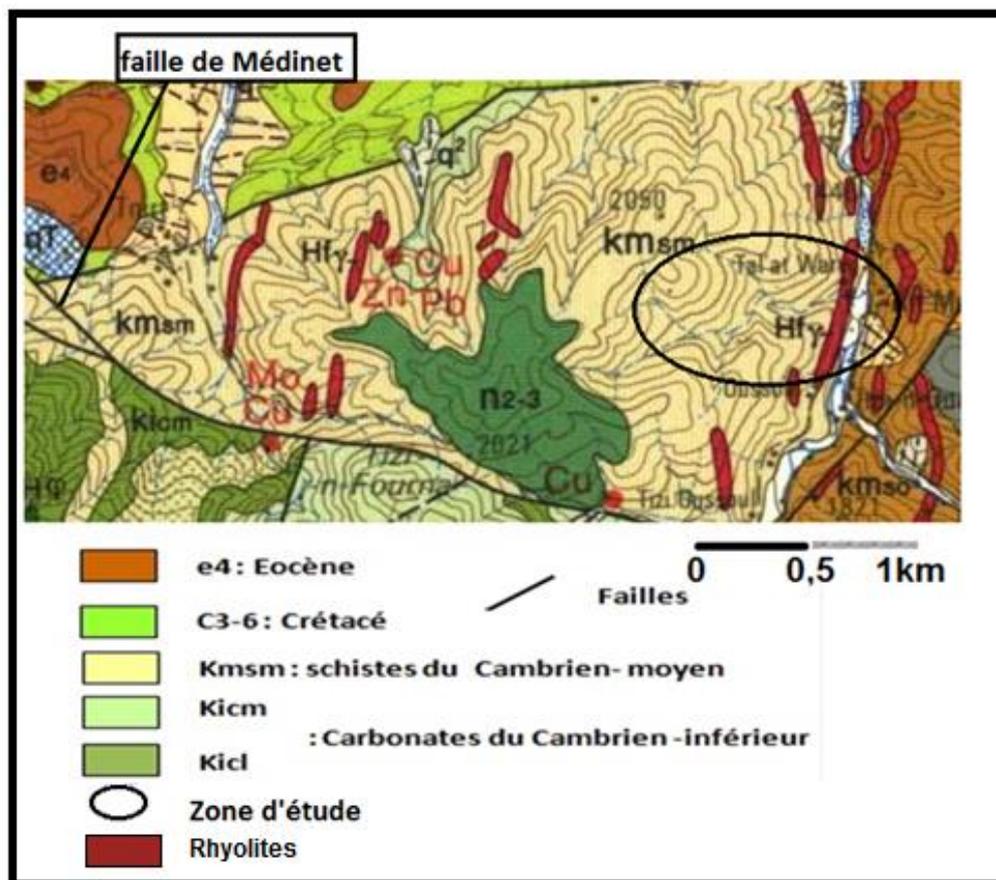


figure 8 : Carte géologique du secteur de Talat Wareg, extrait de la carte géologique d'Amez Miz.

## II. Etude Lithologique et minéralogique :

Les études géologiques menées dans notre secteur d'étude ont permis de distinguer dans la série paléozoïque des roches schisto-gréseuse associés à des corps intrusif :

### 2 La série schisto-gréseuse

Est caractérisée par l'alternance de schistes et de bancs de grés dont la direction et le pendage varient localement vu que la zone est plissée et déformée. La structuration générale est de direction globalement N-S.

#### a) Schistes :

Ils présentent des affleurements réduits dans le secteur d'études, ils ont une couleur gris verdâtre et présentent une schistosité nette et parallèle à la So.

On distinguera alors : des schistes sains, des schistes oxydés, des schistes micacés.

Nous constatent que les schistes au contact des intrusions rhyolitiques, se montrent plus durs et cuits que ceux d'ailleurs (photo 2).

Nous avons remarqué aussi la différence de couleur apparente entre les schistes oxydés et les schistes sains.



*Photo 2 : aspect macroscopique des schistes sans l'apparition So.*

Au microscope, ces schistes montrent une texture granolépido-plastique. La muscovite constituant la fraction phyllitique est parfois chloritisée. Les autres altérations observées sont la biotitisation et la silicification qui se développent suivant la schistosité. Le quartz est le constituant principal de la fraction granoblastique (Photo 3).



*Photo 3 : aspect microscopique des Schistes (L.P) G\*40.*

## **b) Grès :**

Ils sont bien visibles autour des filons, ils ont une couleur grisâtre ou brunâtre. Ils sont fréquemment fracturés et recoupés par de petites veinules quartzes (Photo 4). Ils ont une épaisseur variable de l'ordre centimétrique à l'ordre métrique, et parfois associés parallèlement à des veines de quartz stérile.



*Photo 4 : veinule de quartz au niveau des schistes.*

## **c) Les roches magmatiques :**

Le secteur d'étude représente un socle daté du paléozoïque inférieur. Ce socle paléozoïque ayant été le siège de plusieurs orogénèses (hercyniennes et alpines). Ainsi on doit s'attendre alors à rencontrer les traces des effets de ces orogénèses.

Le magmatisme se traduit dans le secteur étudié par la présence de roches magmatiques à caractère intrusif. Ces roches magmatiques sont représentées principalement par :

### *c)-1 Les rhyolites :*

Ce type de roches a été rencontré surtout recoupe les schistes et les grès. Il s'agit de roches filoniennes intrusives qui apparaissent dans pratiquement tout le secteur.

Elles se présentent sous forme filonienne, pointue en surface avec une extension kilométrique et une puissance dépassant parfois les 10 m.

Elles sont discernables facilement grâce à leur couleur rosâtre, par conséquence, leucocrates (photo 5). Ces roches renferment, à l'œil nu, des gros cristaux grisâtres de quartz et des cristaux brillants de muscovite emballés dans une pate vitreuse.

Ces filons rhyolitiques ont été observés au-delà du secteur d'étude et particulièrement au niveau de sa partie est et ouest.



*Photo 5 : aspect macroscopique des rhyolites.*



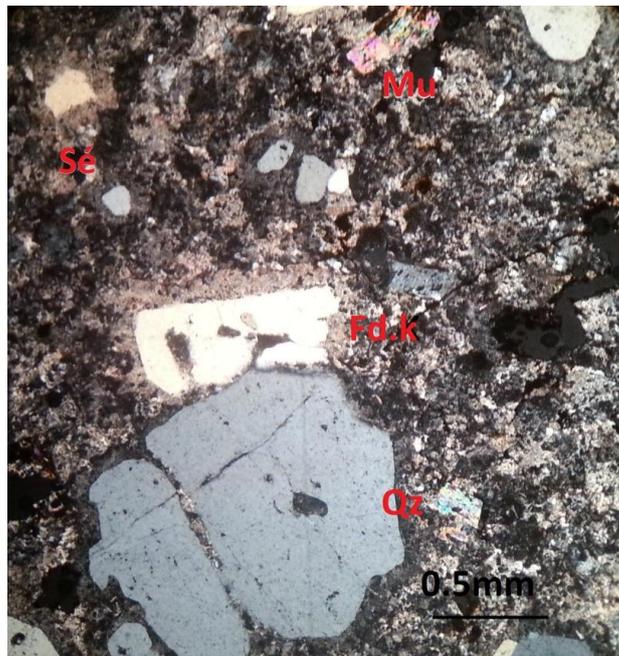
*Photo 6 : La relation entre le filon de rhyolite et la schistosité.*

Les rhyolites recourent les schistes (photo 6). Ils ne sont jamais schistosés, traduisant ainsi leur caractère post-déformation régionale (hercynienne).

Les schistes localisées au contact immédiat avec ces rhyolites sont fortement cuites et indiquent l'effet du métamorphisme liés aux rhyolites.

D'autre part, les cristaux constituant ces roches se montrent au centre, plus développés qu'aux épointes. Traduisent un refroidissement plus rapide aux épointes.

Microscopiquement Les rhyolites montrent une texture hyaline porphyrique avec une mésostase formée d'une pâte vitreuse englobant (photo 7) des phénocristaux de plagioclases avec, spécialement, des phénocristaux millimétriques de quartz à golf de corrosion, traduit une origine volcanique de ces roches.



*Photo 7 : Aspect microscopique des rhyolite (L.P) G\*40.*

### **III. Analyse structurale :**

Le Haut Atlas occidental a enregistré un épisode d'amincissement au cours du Néoprotérozoïque terminal et Paléozoïque inférieur, cet épisode atteint son stade de rifting au cambrien. Des mouvements hercyniens se sont étalés entre le Dévonien et le Carbonifère puis s'installent par la suite des bassins stéphano-permiens qui sont repris par des événements tectoniques tardi-hercyniens. Les structures du haut atlas occidental prolongent celles de la partie centrale de la chaîne par des plis anticlinaux étroits d'orientation moyenne E-W, parfois coffrés, séparés par des synclinaux en cuvettes à cœur Jurassique supérieur et crétacé.

Le domaine occidental de l'Atlas paléozoïque de Marrakech est bien marqué par la déformation Hercynienne. Ceci est traduit structurellement par des plis NNE-SSW en plus d'un métamorphisme important.

Le bloc de l'Ouzellarh du domaine central tabulaire est peu déformé par l'orogénèse hercynienne. Le centre du Haut Atlas est marqué par l'importance de son soulèvement récent, la vigueur de ses reliefs et l'importance de l'érosion qui s'ensuit. La configuration structurale actuelle du domaine atlasique résulte des effets surimposés des cycles orogéniques hercynien et alpin. Les unités structurales du Haut Atlas sont caractérisées par une forte surrection liée à des mouvements verticaux, méso- et cénozoïque, le long des grandes cassures du socle hercynien. Ce sont ces failles qui découpent le bloc ancien en panneaux inégalement soulevés. C'est ainsi que la partie centrale du Bloc ancien domine la plaine du Haouz, avec un rejet vertical cumulé de 4000 m. ce dénivelé est moins important vers le Sud, en particulier dans la région du Siroua. Des zones de cisaillement ductiles à jeu dextre et orientées NNE-SSW, et une déformation polyphasée synschisteuse affectant le paléozoïque l'Atlas paléozoïque de Marrakech. Les granites sont en général des marqueurs de la déformation crustale.

Au Cambrien inférieur, s'individualise dans le domaine occidental du bloc ancien, un sillon subméridien limité latéralement par des failles synsédimentaires NNE-SSW et au Sud par la faille de Tizi-n'Test. La sédimentation épaisse surtout carbonaté et volcanosédimentaire est contrôlée à cette époque par le jeu normal de failles N70E au SE de la faille du Tizi-n'Test. Il existe une zone de failles ou de flexures vers l'Ouest de ce secteur. Le régime géotectonique est celui d'une extension crustale. Au Cambrien moyen, ce domaine constitue le prolongement méridional du graben ouest mésétien, le graben est limité ici par des failles NNE-SSW, correspondant à la future Zone Cisailée de Meseta Occidentale. Il se termine au Sud le long de la Faille du Tizi-n'Test qui a un caractère précoce synsédimentaire. Le fonctionnement de ce fossé (graben) cesse à la fin du Cambrien moyen, puisque des grès-quartzites du type d'El Hank-Tabanit se déposent indifféremment à l'intérieur et à l'extérieur de ses limites.

La reconstitution des traits majeurs de l'histoire tectonique dans ce secteur constitue une étape nécessaire pour replacer les minéralisations dans leur contexte structural.

Ces déformations sont marquées dans notre secteur d'étude par plusieurs structures et microstructures tectoniques, relatives à deux phases de déformation. Ces structures tectoniques, à caractère souple et cassant sont représentées principalement par les plis, la schistosité, les failles... etc.

L'analyse des structures tectoniques figurant sur la carte géologique, nous a permis de subdiviser la déformation ainsi présente en deux catégories. Cette subdivision fait intervenir une chronologie relative entre les déformations :

### **1. Déformation synschisteuse D1 :**

Il s'agit de la phase compressive majeure du cycle hercynien. Elle est marquée essentiellement dans le secteur étudié par la schistosité et le plissement.

- **La schistosité :** A Talat Wareg, la schistosité est représentée sur le terrain par des plans parallèles continus et pénétratifs dans le faciès pélitiques, par opposition aux rhyolites non schistosées et les grès où elle est espacée et moins pénétrative.
- Les cartes comportant les mesures des plans de schistosité et celle des trajectoires de cette dernière, permettent de mieux visualiser les variations directionnelles qui marquent le champ de déformation local (Fig.9).

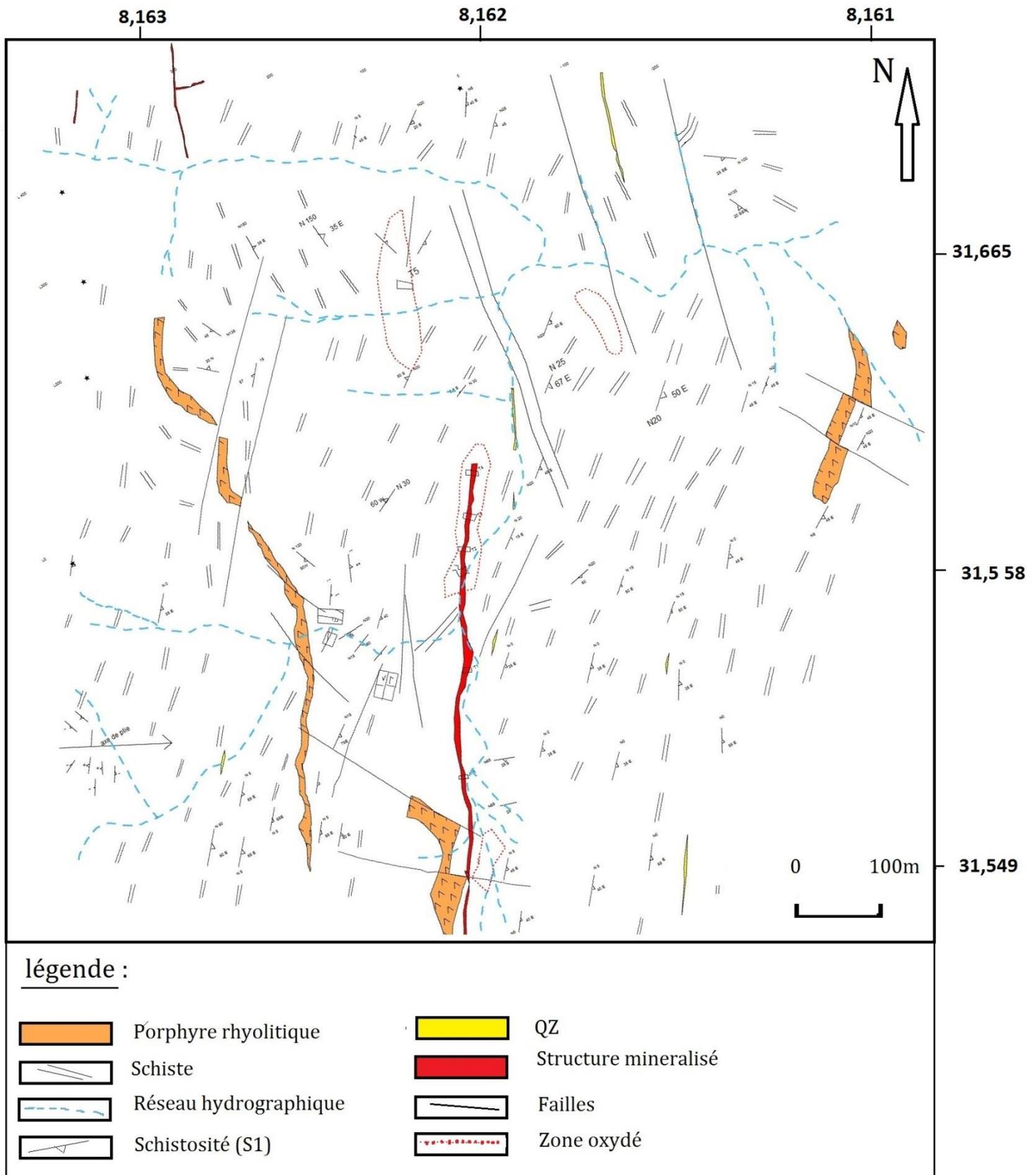
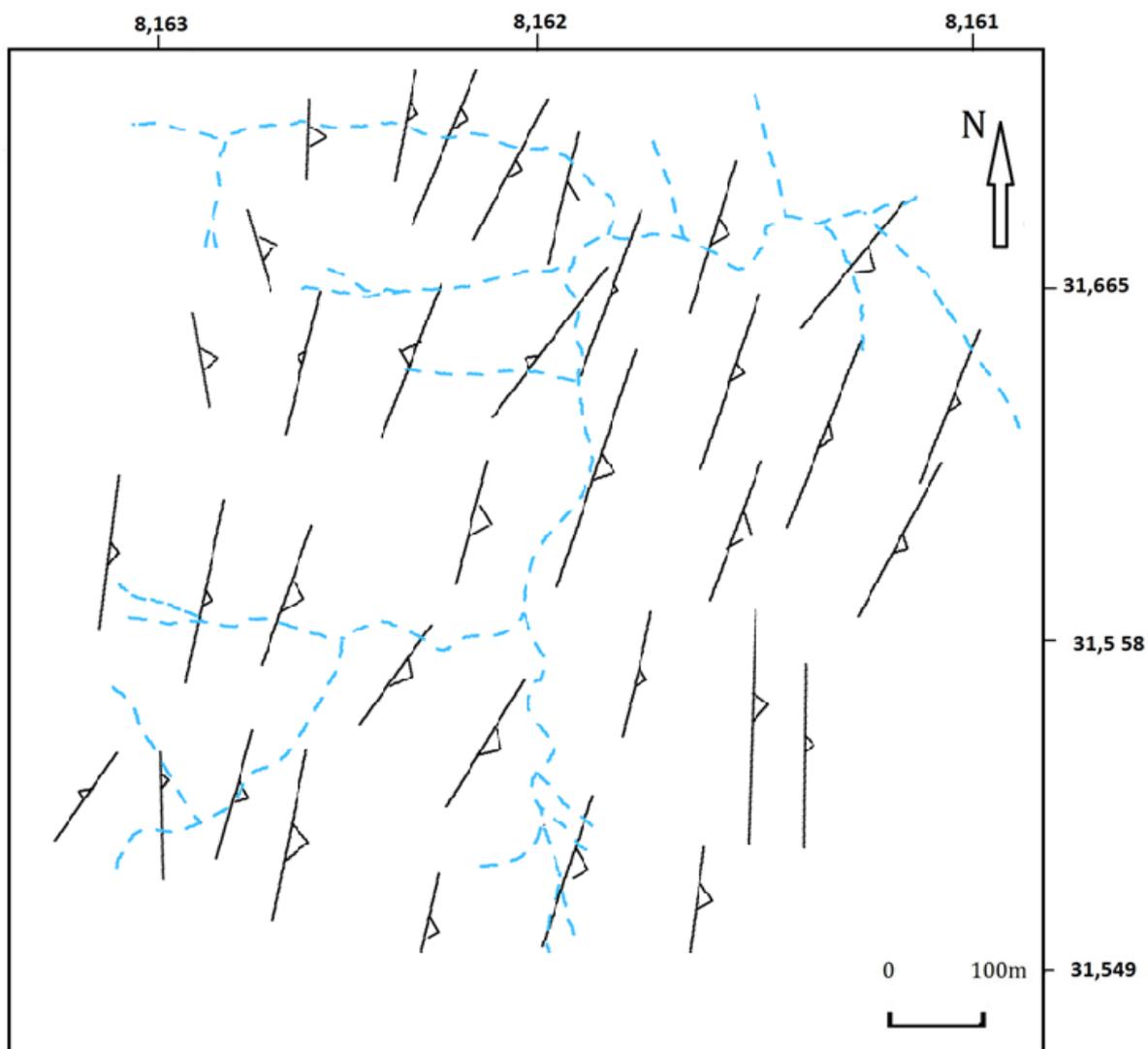
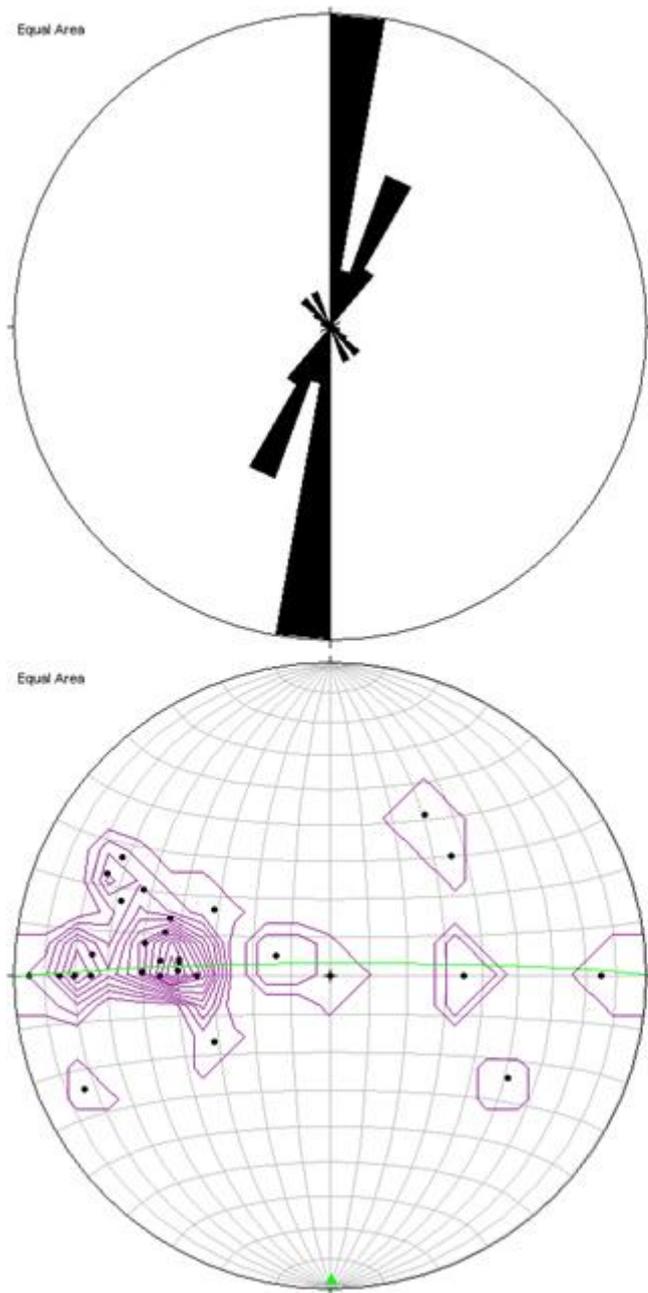


figure 9 : Représentation de la schistosité dans le secteur de Talat Wareg.



*figure 10 : Carte de la trajectoire de la schistosité (les flèches indiquent la direction de la contrainte majeure).*

L'étude des variations directionnelles de la schistosité montre des directions homogènes, globalement NE-SW, qui varient dans le détail entre N10°E à N30°E, avec un pendage moyen à fort (20° à 75°) vers l'Est. Les variations locales de pendages s'observent à proximité des interfaces filons-encaissant.



*figure 11 : Représentation de la schistosité dans le secteur de Talat Wareg*

La représentation des mesures de schistosité levées sous forme de rosace directionnelle montre une direction principale NNE-SSW comprise entre  $N5^{\circ}E$  et  $N20^{\circ}E$  (Fig.12).

Les directions  $N10-20^{\circ}E$  ont un pendage relativement élevé (entre  $50$  et  $75^{\circ}$  vers l'Est). Elles ont probablement été redressées par la mise en place des filons minéralisés. Par contre la direction  $N5^{\circ}E$  c'est la direction principale de la schistosité qui couvre la majorité du secteur d'étude.

Ces valeurs directionnelles sont confirmées par la projection stéréographique des plans S1 et de leurs pôles (projection sur le canevas de Wulff, hémisphère inférieur). Les pôles des plans S1 donnent

un plan moyen de la schistosité orienté N-S qui correspond à un champ de déformation régionale dont la contrainte principale est orientée E-W.

- **les plis P1:**

Le plissement se traduit dans notre secteur d'étude par l'expression de structures d'échelle variable. Ces structures plissées sont difficilement discernables au niveau des schistes cambrien moyen et ceci en raison de la différence de réponse aux contraintes.

## **2. Déformation post-schisteuse D2 :**

Il s'agit de structures tardives post-schisteuses à caractère cassant, liées aux phases tardi-hercyniennes et probablement pré-atlasiques ou plus tardives.

- **Les diaclases :**

En plus des megafractures (failles), on note dans notre secteur l'existence d'un autre type de fracturations qui est cette fois-ci d'ordre décimétrique. Il s'agit de diaclases affectant notablement le filon rhyolitique. Ces craquelures se présentent sous forme de deux familles (photo 9).

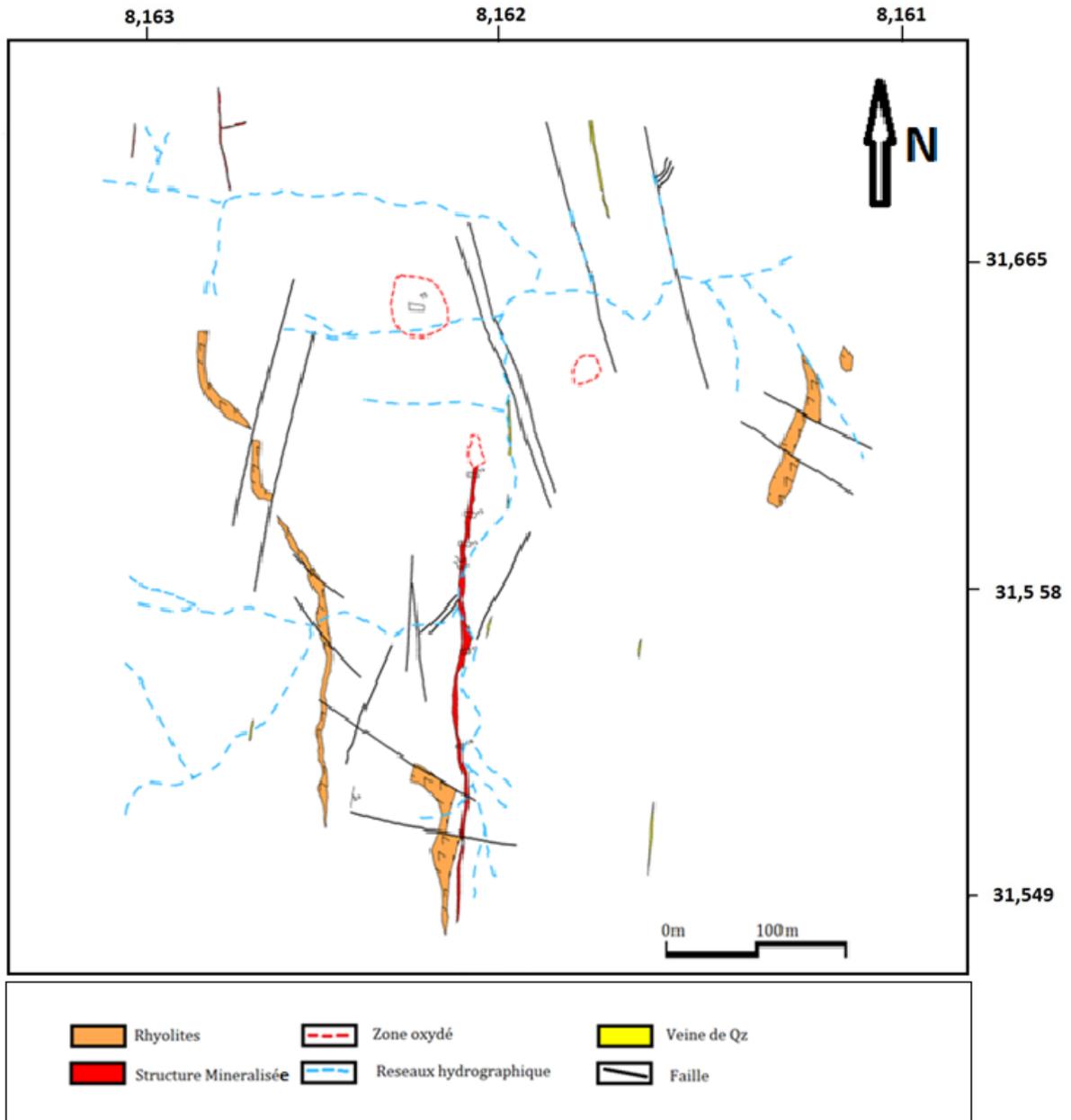
une famille de direction N75 alors que l'autre est dirigée au N165 (photo9) Ces directions démontrent la signature de l'orogénèse atlasique.



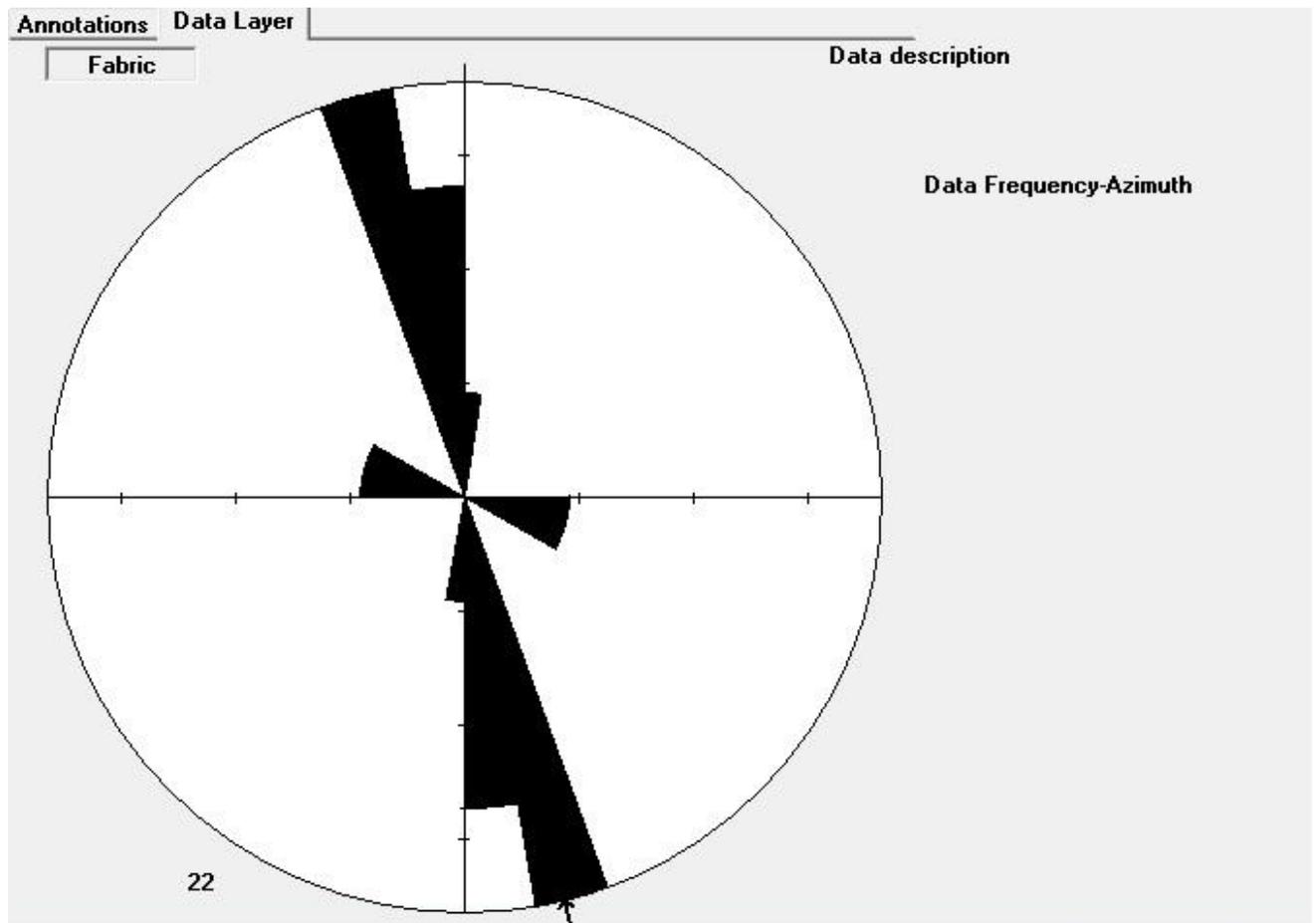
*Photo 8 : rhyolite affectée par deux familles de diaclases.*

- **Les Structures cassantes majeures :**

La zone d'étude (Talat Wareg) est affectée par des déformations ductile (souples) et d'autres cassantes. La déformation post-schisteuse est responsable du développement de plusieurs structures minéralisées.



*figure 12 : Carte représentative des structures cassantes et faillées dans le secteur de Talat Wareg*



*figure 13 : Représentation des cassures et des failles dans le secteur de Talat Wareg.*

Le travail effectué consiste à mesurer les directions principales et le pendage de ces structures, pour avoir une idée sur le contexte géologique de leur mise en place et leur relation avec l'encaissant et avec la déformation régionale.

Ces cassures se développent dans tous le secteur. La rosace directionnelle des mesures de ces dernières (Fig.13) permet de distinguer deux directions majeures N160°E à N170°E ; et une direction mineure N110°, cette dernière est tardive et recoupe les deux autres.

### **3. Les cassures et les fontes**

Les fentes observées dans les filons quartziques ont une taille centimétrique, à remplissage de quartz blanc ou gris, associé parfois à des oxydes de fer.

Elles présentent des formes soit simples ou sigmoïdales, le plus souvent aplaties, et fracturées par les déformations postérieures (Photo 10).

Ces fentes présentent les orientations (NNW-SSE). La rosace de direction générale, similaires à celles des filons à Quartz, montre une direction moyenne N170.

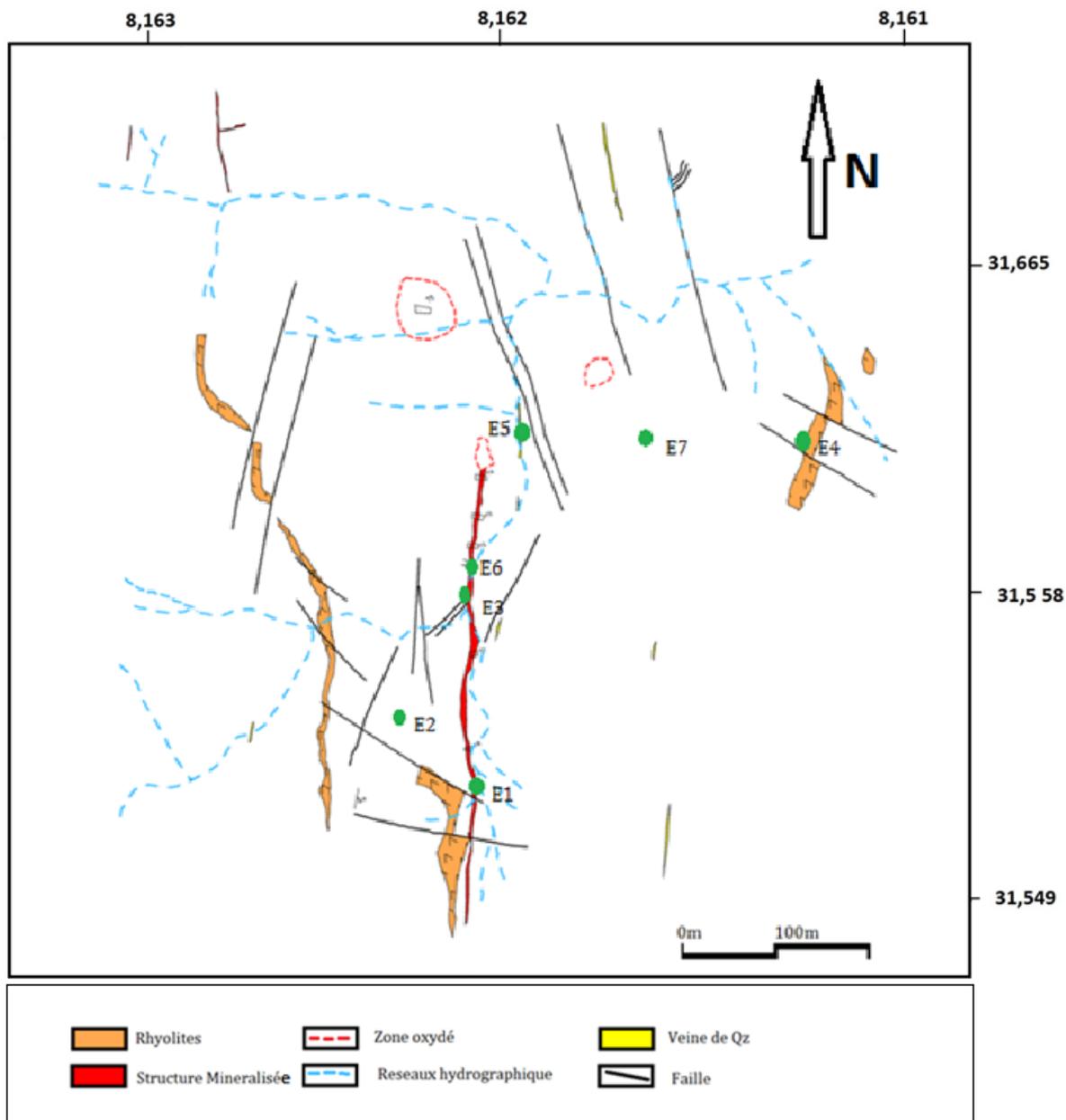


*Photo 9 : la forme sigmoïdale et simple des fentes dans les filons de Qz.*

#### **IV. Etude Géologique :**

Cette étude a pour objectif la caractérisation des différentes structures minéralisées ainsi que les différentes phases minérales et leur chronologie.

La carte réalisée (Fig.15) montre la disposition des structures minéralisées nommées E1, E3, E5 et E6 ainsi que les structures non minéralisées remplies de quartz et oxydes. Cette figure illustre aussi l'emplacement des différentes zones d'oxydation



*figure 14 : carte d'échantillonnage (E1, E2, E3, E4, E5, E6, E7).*

### **1. Description des échantillons :**

Le travail de cartographie que nous avons réalisé dans la zone étudiée nous a permis d'établir une carte géologique qui illustre les différentes structures filoniennes. Ces structures sont représentées par des zones d'altération et d'oxydation, susceptibles de renfermer des minéralisations d'intérêt économique (photo 11).



*Photo 10 : structure à minéralisation cuprifère.*

Les anciens travaux effectués à Talat Wareg sont restés dans la zone oxydée au-dessus de la surface piézométrique, ce qui rend sa minéralisation primaire peu connue. Quelques morceaux de quartz ou de schistes entrelardés de filonnets de sulfures tels que la chalcopryrite, la pyrite et la pyrrotite.

Nous avons remarqué que la plupart des structures filoniennes sont associées à une forte oxydation de fer avec une structure bréchique. Ces structures présentent une couleur rougeâtre à brunâtre, avec une forte silicification montrant l'abondance des circulations hydrothermales. On a observé également la présence de carbonate de cuivre représentées par la malachite, occupant le cœur de ces structures ce qui traduit une forte altération supergène.

Pour cette raison, nous avons réalisé un échantillonnage dans ces structures des lames minces et polies pour nous permettre d'identifier les différentes phases de minéralisation. L'examen des différents échantillons a permis de mettre en évidence trois types de minéralisations : massive, sub-massive, disséminée.

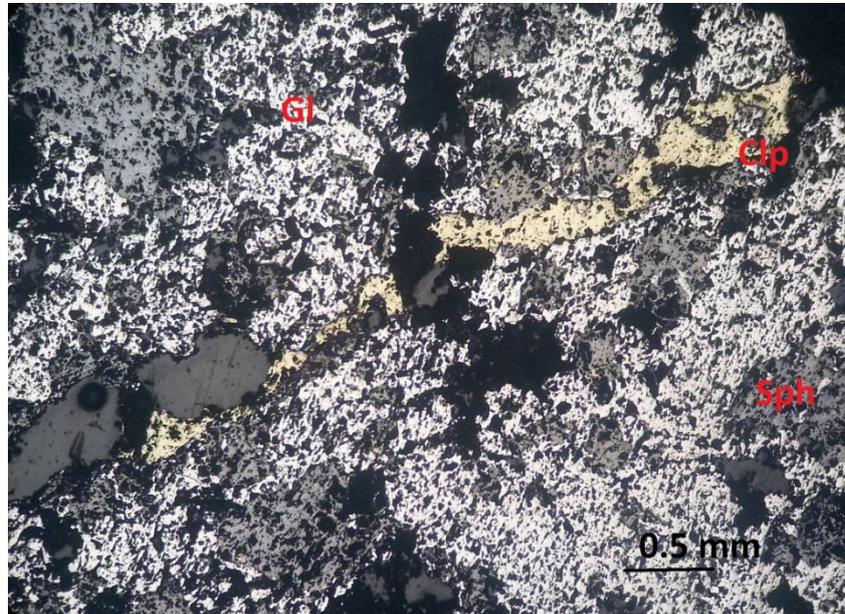
- **Minéralisation massive :**

Du filon minéralisé

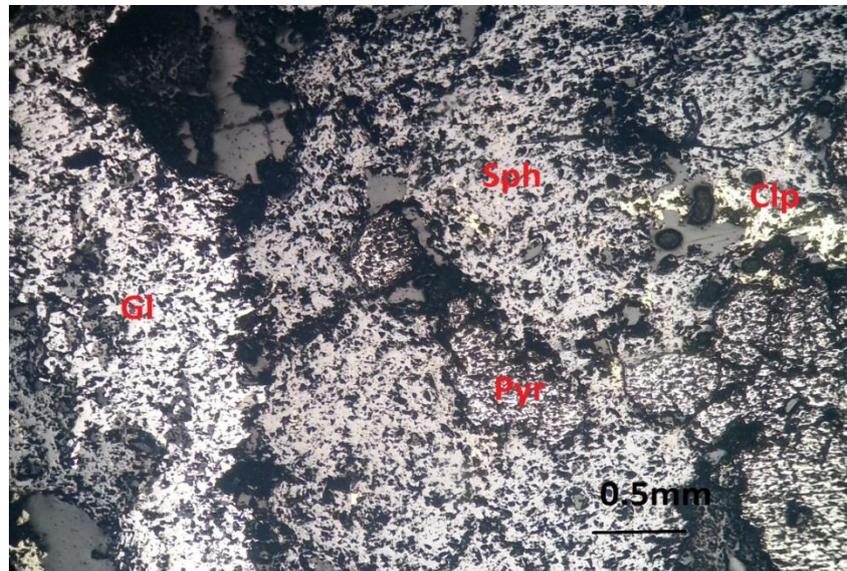
C'est la minéralisation la plus importante du point de vue économique.

L'observation microscopique révèle une dominance de la galène qui présente des triangles d'arrachement, suivie de La sphalérite massive avec des exsolutions de chalcoppyrite (photo 12).

La chalcoppyrite tardive, sous forme des tâches et de remplissage de fissures dans la galène et la sphalérite. La pyrite altérée sous forme de taches au contact de veine de galène (photo 13).



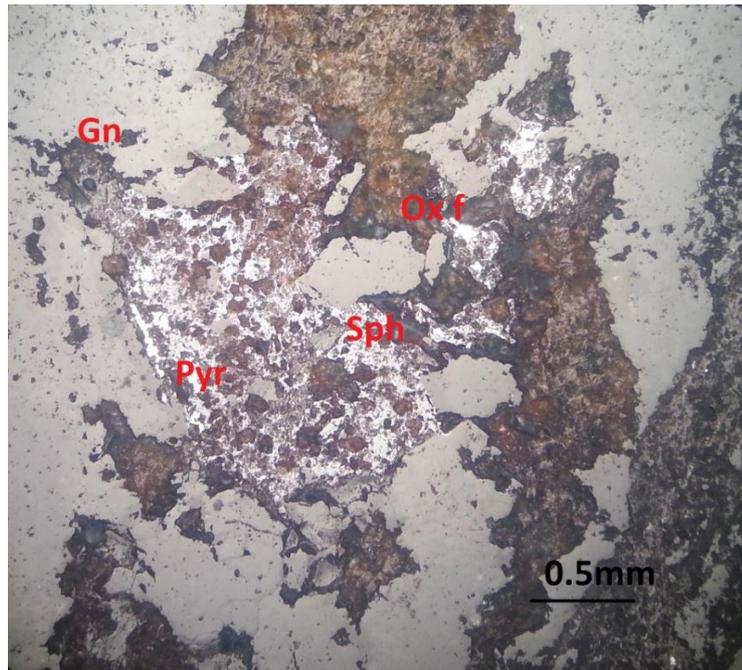
*Photo 11 : minéralisation massive à sphalérite, chalcoppyrite et la galène. G\*100.*



*Photo 12 : minéralisation massive à pyrite, sphalérite, chalcoppyrite et la galène. G\*100.*

- **Minéralisation sub-massive :**

La minéralisation sub-massive est également importante économiquement. Elle apparaît souvent associée à des schistes chloritisés plus ou moins gréseux et silicifiés non altéré. Elle est à dominance de pyrite avec des taches de sphalérite et quelque tache et des oxydes de fer (photo 11).

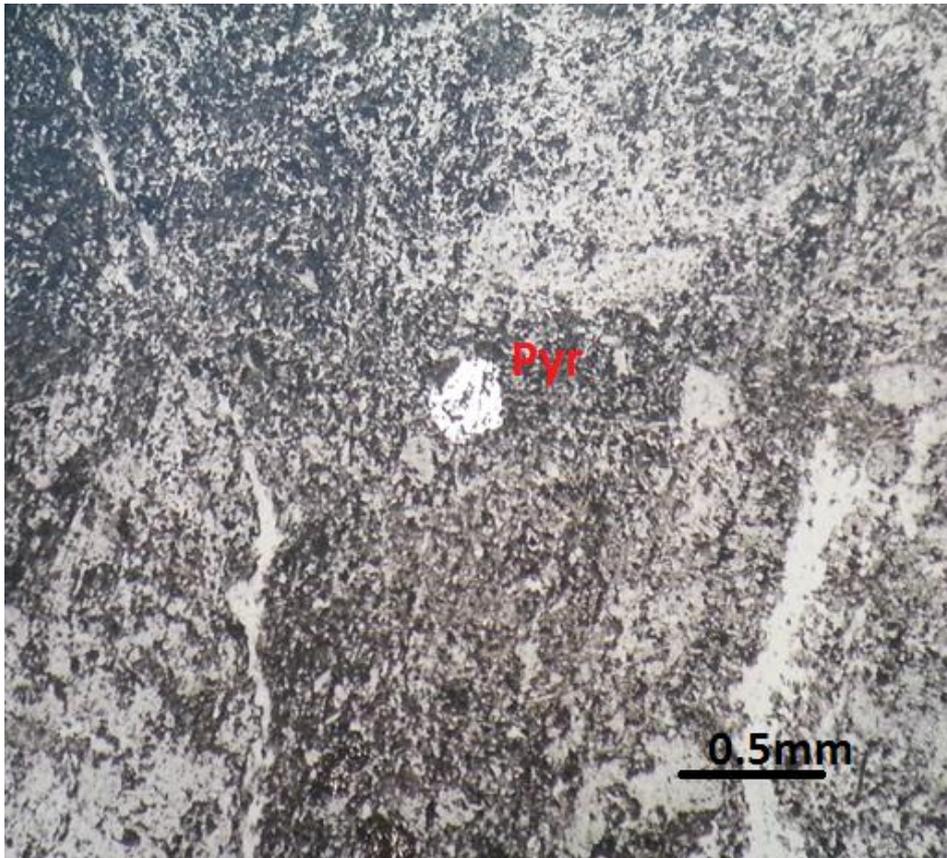


*Photo 13 : minéralisation sub-massif à pyrite, sphalérite et des oxydes de fer.*

- **Minéralisation disséminée :**

Il s'agit d'une minéralisation d'intérêt économique mineur. Elle se présente sous forme de tâches millimétriques à centimétrique de sulfures.

Microscopiquement, ces tâches de sulfures sont composées essentiellement de pyrite fissurée et des cristaux de sphalérite disséminés (photo 12).



*Photo 14 : minéralisation dissiminée à pyrite fissurée et sphalérite dissiminée.*

## **V. Les altérations hydrothermales :**

Comme il a été décrit ci-dessus dans l'étude pétrographique des roches encaissantes, plusieurs types d'altérations hydrothermales ont été identifiés.

**-Biotitisation** : Elle est très développée dans les schistes au tour du filon minéralisé. Les biotites sont présentées sous forme de taches moyenne à fine de couleur brun jaunâtre.

**-Silicification** : altération qui affecte le faciès schisteux et schisto-gréseux. On note la présence de zones purement quartzitiques sous forme des veines et de veinules qui recoupe les schistes et les rhyolites.

**-Séricitisation** : les séricites sont très abondantes et se présentent en lits fins dans les faciès schisteux et schisto-gréseux. La séricitisation a été surtout observée dans les rhyolites où elle se présente sous forme de tâches dans le fond de la roche.

**-Chloritisation** : elle est observée dans tous les faciès. Elle affecte le plus souvent les biotites précoces. Les chlorites se présentent en tablettes ou en aiguilles et forment souvent des plages ou

des taches à chlorites. On constate que la plupart des biotites rencontrées dans les différents faciès sont chloritisées ou en voie de chloritisation

## **Synthèse-Conclusion générale**

Au cours de cette étude nous avons réalisé une carte géologique du secteur de Talat Wareg, Cette cartographie a été couplée d'une étude structurale, pétrographique et géologique.

L'étude géologique nous a permis de déduire que, dans le secteur de Talat Wareg affleurent des terrains essentiellement schisteux et schisto-gréseux. Les différents faciès de la zone sont recoupés par des veines et veinules à remplissage de quartz. Les rhyolites de la zone sont filoniennes d'extension kilométrique, de direction Nord Sud. Plusieurs altérations hydrothermales ont été identifiées : la biotitisation, séricitisation, silicification et chloritisation.

Du point de vue structural, on peut retenir que le secteur de Talat Wareg a subi au moins trois phases tectoniques :

Une première phase matérialisée par une tectonique ductile responsable de l'apparition d'une schistosité orientée N5-N20°E, d'âge hercynien, accompagnée du boudinage des niveaux gréseux

Une deuxième phase matérialisée par les filons cuprifères et les zones oxydées équivalentes de direction moyenne N10 et un pendage moyen de 60° vers l'est. Ces filons recoupant la schistosité sont post phase hercynien majeure.

Une troisième phase plus tardive, matérialisée par une tectonique cassante qui engendre des cassures de direction principale moyenne N150-170°E qui affectent tout le secteur. Ces fractures sont observées à différentes échelles depuis l'échelle de la carte jusqu'à l'échelle de l'échantillon. Elles présentent souvent des remplissages quartzeux (principalement dans l'encaissant gréseux) et sont plus ou moins minéralisés (oxydes de fer), avec différents minéraux d'altération hydrothermale (principalement biotite, chlorite). Des phénomènes de silicification de l'encaissant peuvent être contrôlés par ces plans de fractures.

Sur le plan géologique, plusieurs structures minéralisées ont été relevés. Il s'agit de structures de direction moyenne entre N5 et N10 de puissances métriques, minéralisé surtout de galène, sphalérite, chalcopryrite et de la pyrite. Les différentes minéralisations primaires ont presque totalement disparu suite à une forte altération supergène. En revanche l'étude géologique est ainsi restée très limitée à cause de la forte oxydation de surface qui attaque les phases des filons minéralisés.

## Bibliographie

**AAMRANI I. 1984** - Contribution à l'étude pétrologique, minéralogique, métallogénique et de pétrologie des formations de la région d'Azegour (Haut Atlas occidental, Maroc) Thèse 3ème cycle, Université Nancy I, 210p.

**BADRA L. 1993** - Les minéralisations polymétalliques (Pb, Zn, Cu, Ba) du Haut Atlas occidental Marocain et de ses cofins dans leur cadre géodynamique. Thèse, Université d'Orleans, 415p.

**GASQUET D. 1989** - Caractères pétrologiques et géochimiques du Massif du Tichka (Haut Atlas Occidental). Sa place dans l'orogénèse hercynienne du Maroc. Colloque de Géologie franco-marocain, Strasbourg, France.

**Gentil L. 1912** - Le Maroc physique, F. Alcan (Ed.), France, 329 p.

**MORET L. 1931** - Recherches géologiques dans l'Atlas de Marrakech. Extrait des Notes et Mémoires du Service des Mines et de la Carte Géologique du Maroc, 251 p.

**OUKEMENI D. 1993** - Géochimie, géochronologie (U-Pb) du pluton d'Aouli et comparaisons géochimiques avec d'autres granitoïdes hercyniens du Maroc par analyse discriminante. Thèse, Université du Québec à Chicoutimi, 141 p.

**PERMINGEAT F. 1957** - Le gisement de molybdène, tungstène et cuivre d'Azegour (Haut Atlas). Etude pétrographique et Métallogénique. Notes et Mém. Serv. Géol., Maroc, N° 141, 284 p.

**Piqué, A. et Michard, A. 1981.** Les zones structurales du Maroc hercynien. Sci. Géol. Bull.,

**SAINT-BEZAR B., DE LAMOTTE D., OREL J. & MERCIER E., 1998.** *Kinematics of large scale tip line folds from the High Atlas thrust belt, Morocco. Journal of structural Geology 20 (8), 999-1011.*

**JACOBSHAGEN V. H., BREDE R., HAUPTMANN M., HEINITZ W. & ZYLKA R. (1988).** *Structure and post-Palaeozoic evolution of the Central High Atlas. In V. H. Jacobshagen (Ed.), The Atlas system of Morocco; studies on its geodynamic evolution (pp. 245–271). Lecture Notes in Earth Sciences 15, Heidelberg: Springer.*

**LAVILLE E. & PIQUE A., 1991.** La distension crustale atlantique et atlasique au Maroc au début du Mésozoïque : le rejeu des structures hercyniennes. Bull. Soc. géol. France, 162, 1161-1171..

**MICHARD A., SADDIQI O., CHALOUAN A. & DE LAMOTTE D. F., 2008.** *Continental Evolution : The Geology of Morocco,*

**PIQUE A., SOULAIMANI A., HOEPFFNER C., BOUABDELLI M., LAVILLE E., AMRHAR M. & CHALOUANA., 2007.** Géologie du maroc

**QUARBOUS A., MEDINA F., HOEPFFNER C., AHMAMOU M., ERRAMI A. & BENSAHAL A., 2003.** *La chronologie du fonctionnement de la zone de failles de Tizi-n'Test : apport de l'étude des bassins stéphano-autuniens et permo-triasiques du Haut Atlas occidental (Maroc),*

**SCHAER J., 1987.** Evolution and structure of the High Atlas of Morocco, in : J.P. SCHAER et J. RODGERS (eds), *The anatomy of mountain ranges*

→ **Sites Web:**

Site ONHYM:  
<http://www.onhym.com/G%C3%A9ologieduMarocDomainesstructuraux/tabid/582/Default.aspx>

<http://www.googleearth.com>

<http://www.scotese.com/earth.htm>

<http://www.ig.uit.no/webgeology/>