

GEO/R.M.G.02/15

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

جامعة محمد الصديق بن يحيى جيجل
المسلك : علوم الطبيعة و الحياة
المسكنية : 9255
رقم التخرج :

Université de Mohammed Seddik Ben Yahia-Jijel

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département des Sciences de la Terre et de
l'Univers



كلية علوم الطبيعة و الحياة
قسم علوم الأرض و الكون

Mémoire de fin d'études

Présenté en vue de l'obtention du diplôme: Master académique en géologie

Option : Ressources minérales et géomatériaux

Thème

*Etude petrographique et altération hydrothermal des roches
magmatique et de leur encaissant d'El maida Beni-Afeur
NE Algérien.*

Membres du Jury

Président : BOUFTOUHA. Y
Examineur: BELALA. Z
Encadrant : BOUKAOU. E



Présenté par :

LAIB Rokia
LABIAD Ibtissem

Année Universitaire 2014-2015

Numéro d'ordre (bibliothèque) :

Remerciement

Avant de présenter les résultats de ce travail, nous tenons à exprimer nos reconnaissances à tous ceux et celles qui l'ont rendu possible par leur collaboration scientifique, leur encouragements ou simplement leur amitié.

Tout d'abord, nous rendons en premier lieu à Allah, pour nous avoir accordé santé, courage et patience jusqu'à l'accomplissement de ce modeste travail.

Notre reconnaissance va avant tout au notre encadreur Mr. BOUKAOU D. E pour avoir dirigé ce travail et avec qui nous avons appris à mieux structurer nos idées et à leurs donner un enchainement scientifique correct. Nous avons bénéficié de son expérience et de son profond savoir lors de ce travail effectuées ensemble. Nous ne le remercierons jamais assez pour ses conseils précieux, son aide pratique et pédagogique. Nous lui serons toujours reconnaissantes pour sa confiance accordée et son indulgence et aussi pour l'ouverture de son bureau et d'avoir mis tous les moyens à notre disposition.

Nos remerciements s'adressent aussi aux membres du Jury, pour l'intérêt qu'ils ont porté à notre travail et d'avoir accepté de le juger.

Nous tenons aussi à remercier tous nos enseignants, pour leur participation à notre formation, qu'ils trouvent ici l'expression de nos sentiments les plus respectueux et notre profonde gratitude pour leur gentillesse, disponibilité et soutien durant les années de notre formati

Nous aimerons remercier de tout cœur le chef de département des Sciences de la Terre et de l'Univers de l'université de Jijel monsieur ZAHY. F pour nous avoir livré toutes les autorisations nécessaires à nos déplacements dans le cadre de notre projet.

Nous tenons aussi à exprimer toute notre gratitude au Professeur BOUFTOUHA. Y pour toute ces informations durant le long de nos formation.

Nous remercions très chaleureusement Mr LÉKOUH. A, KEBAB. H pour leur patience et leur gentillesse.

Nos remerciements vont également aux personnes de l'université de Annaba et à la tête de la liste Mr Djaafer pour leurs soutien et pour leurs aide.

La liste est très longue et il est difficile de n'oublier personne, aussi que tous ceux qui nous ont aidé d'une manière ou d'une autre trouvent ici l'expression de notre très grande reconnaissance.

Nos remerciements les plus chaleureux sont destinés à nos PARENTS pour leur soutien moral et qui ont grandement participé à l'aboutissement de ce modeste projet.

Merci à tous ceux que nous n'avons pas cité et qui, par l'apport d'un petit rien.

Dédicaces

*Je dédie ce travail :
À Mes grands parents qui n'ont pas cessé de m'encourager et de prier
pour moi, que dieu les garde et les protège.
A Ma très chère mère : Fatiha
Symbole de beauté, d'affection, de tendresse et de sacrifice. Elle
qui a œuvré pour ma réussite, de par son amour, son soutien, tous
les sacrifices consentis et ses précieux conseils.*

*A Mon cher père : Rabeh
Pour son immense sacrifice, pour tout le soutien moral et
matériel qu'il m'a apporté durant mes très longues années d'études,
qui peux être fier et trouver ici le résultat de longues années de
sacrifices pour m'aider à avancer dans la vie.*

*À mes Sœurs : Asma et Lamis
À mes chers frères : Zaki et Wail
Souhaitant que le fruit de nos efforts durant nos études,
qui peux être fier et trouver ici le résultat de longues années de
sacrifices pour m'aider à avancer dans la vie.*

*À toutes mes chères amies surtout : Rabiaa, Rahima, Somia, Houria,
Amina, Khadidja et Louiza...
Et sans oublier Ali. K et Iliyess. S.
vers un bonheur.*

*À toutes mes chères amies surtout : Rabiaa, Rahima, Somia, Houria,
Amina, Khadidja et Louiza...
Et sans oublier Ali. K et Iliyess. S.
vers un bonheur.*

*À mes collègues de la spécialité ressources minérales : Imane. K,
Imane. A, Lamia. A, Rofiada. O, Rokia. L, Sara. B, Salima. B, Wahiba.
B, Rachid. B et Mohamed. L.
À mes collègues de la spécialité génie géologique.
À tous ceux qui m'ont aidé et soutenu de près ou de loin.*



C'est avec profonde gratitude et sincères mots, que je dédie ce modeste travail de fin d'étude à mes chers parents ; qui ont sacrifié leur vie pour ma réussite et m'ont éclairé le chemin par leurs conseils judicieux.

J'espère qu'un jour,

Je pourrai leur rendre un peu de ce qu'ils ont fait pour moi,

Que Dieu leur prête bonheur et longue vie.

Je dédie aussi ce travail à mes frères et sœurs, ma famille, mes amis, et sans oublier tout mes enseignants de l'école et de la vie. A tous ceux qui me sont chers.

...Rokia

Liste d'abréviation des minéraux et métaux

Amph	amphibole
Ca	calcite
Chl	chlorite
Dam	damourite
Epd	epidote
Mus	muscovite
Oxy	oxyde de fer
Plg	plagioclase
Py	pyrite
Pyx	pyroxène
Qz	quartz
Ser	séricite
Sph	sphéne
Zr	zircon

Liste des figures

Fig.I.1. Carte topographique, illustrant la localisation géographique de la région d'El-Maida extrais de la carte topographique TEXENNA NJ-31- VI -44 OUEST. Echelle 1/25000.....	02
Fig. II. 1. Schéma structural de la méditerranée occidentale (M. Durand Delga, 1969).....	04
Fig. II. 2. Carte géologique des environs de la région d'El-Maida (Durand Delga, 1955).....	11
Fig. II. 3. Coupe géologique entre Texanna et Beni- Afeur (Durand Delga, 1955).....	13
Fig.III.A. Carte montre les différents points d'échantillonnage.....	16
Fig.III.1. Aspect macroscopique des micaschistes et quartzites.....	17
Fig.III.3. Aspect macroscopique d'unité schisteuse.....	19
Fig.III.2. Aspect macroscopique des gneiss.....	20
Fig.III.4. Aspect macroscopique des dolérites.....	21
Fig. III.6. Vue microscopique des chloritoshistes de la région d'El-Maida.....	26
Fig .III.7. Vue microscopique des séricitoschistes de la région d'El-Maida.....	28
Fig. III.8. Vue microscopique des quartzites de la région d'El-Maida.....	30
Fig.III.9. Vue microscopique des minéraux essentiels des dolérites de la région d'El Maida.....	32
Fig .III.10. Vue microscopique des minéraux d'altération des dolérites de la région d'El - Maida.....	34
Fig.III.11. Vue microscopique des minéraux d'altération des dolérites de la région d'El – Maida.....	36
Fig. III.12. Vue microscopique des épidotites de la région d'El-Maida.....	38
Fig.III.c. Tableaux illustre la fréquence des minéraux dans les roches.....	39
Fig.III.13.Vue microscopique des différents types d'altération des roches d'El Maida.....	42
Fig.III.14.Vue microscopique de différentes phases d'altération qui ont touché les roches de la région d'El Maida.....	44

Table de matière

Remerciement

Dédicaces

Dédicaces

Liste d'abréviation

Liste des figures

Sommaire

Chapitre I : Introduction et cadre géographique

I .INTRODUCTION.....	01
I. 1. 1. Objectif de travail.....	01
I. 2. Présentation de secteur d'étude.....	02
I.2.1. Situation géographique de la région étudiée.....	02
I.2.2. Climat.....	03
I. 2. 3. Végétation.....	03

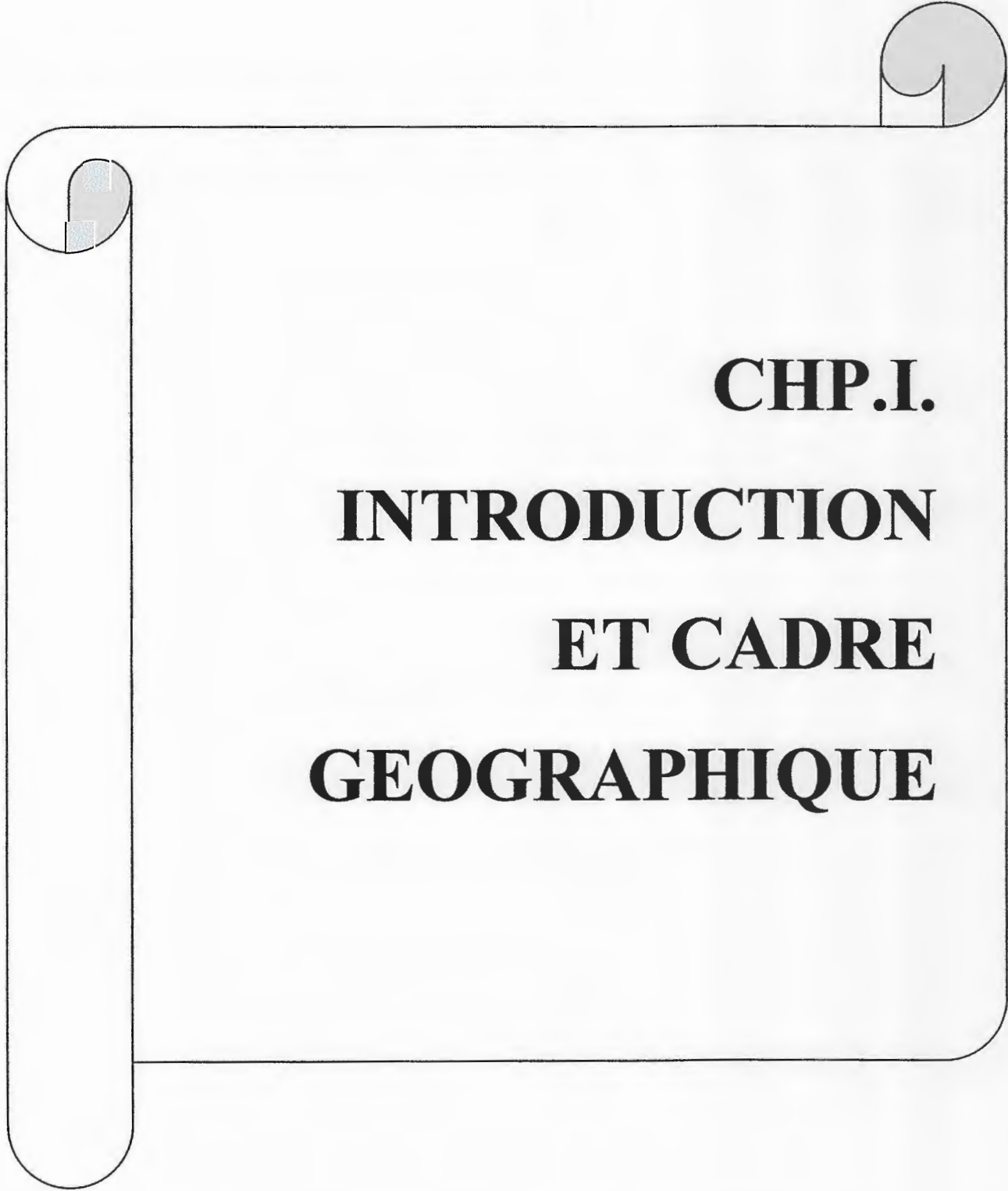
Chapitre II : géologie régional et local

II.1. CADRE GEOLOGIQUE REGIONAL.....	04
II. 1.1. Introduction.....	04
II.1. 2. Formations du domaine interne.....	04
II.1.2.1. Socle Kabyle.....	04
1- Ensemble supérieur.....	05
2- Ensemble inférieur.....	05
II.1. 2. 2. La Dorsale Kabyle ou « Chaine Calcaire ».....	05
II.1. 3. Les Formations de l'Oligo-Miocène Kabyle (OMK) et les Olistostromes.....	05
II.1.3.1.Oligo-Miocène Kabyle.....	05

II.1. 3. 2. Olistostromes.....	06
II.1.3. Formation du domaine médian.....	06
II.1.3.1. Flysch Maurétanien.....	06
II.1.3.2. Flysch Massylien.....	06
II.1.4. Formation du domaine externe.....	07
II.1.4.1. L'unité ultra-tellienne.....	07
II.1.4.2. Séries telliennes au sens strict.....	07
II. 1.4.3. Séries péni-telliennes.....	07
II. 1.5. Flysch Numidien.....	08
II.1.6. Formation Mio-pliocène (ou formation post-nappes).....	08
II.1.6.1. Marnes du Miocène.....	08
II.1.6.2. Formation détritiques du pliocène.....	08
II.1.7. Formations quaternaires.....	09
II.1.8. Le magmatisme.....	09
II.1.9. Cadre tectonique succinct.....	09
II.1.9.1. Les phases tectoniques Mésozoïques.....	09
II.1.9. 2. Les phases tectoniques Tertiaires.....	09
II.1.9. 2.1. La phase fini-Lutétienne.....	09
II.1.9. 2.2. La phase Miocène.....	09
II.1.9.3. La tectonique récente.....	10
II. 2. CADRE GEOLOGIQUE LOCAL.....	10
II.2.1. Introduction.....	10
II.2.2. Les formations cristallophylliennes du socle Kabyle.....	12
II.2.3. Le complexe volcano-sédimentaire.....	13
II.2.4. Les formations des flysch numidien.....	13
II.2.5. Les formations de l'Oligo-Miocène Kabyle.....	13

Chapitre III : Etude pétrographique

III. ETUDE PETRGRAPHIQUE.....	15
III.1. Introduction.....	15
III.2. L'étude macroscopique des faciès.....	16
III.2.1. Les micaschistes.....	16
III.2.2 L'unité schisteuse.....	18
III.2.3.Les quartzites.....	18
III.2.4. Dolérites.....	20
Conclusion.....	22
III .3. Etudes microscopique des faciès.....	25
III.3.1. les chlorito-schistes.....	25
III.3.2. Les séricito-schiste.....	27
III.3.3. les quartzites.....	29
III.3.4. Les dolérites.....	31
III.3.5. les épidotites.....	37
Conclusion.....	39
III.4.Altération hydrothermal.....	41
III.4.1.Introduction.....	41
III.4.2. La chloritisation.....	41
III.4.3. L'ouralitisation.....	41
III.4.4. L'épidotisaion (saussuritisation).....	41
III.4.5. Damouritisaion.....	42
III.4.6. La calcitisation.....	43
III.4.7. Silicification.....	43
Phénomène de pression dissolution.....	43
Conclusion.....	45
Bibliographie.....	46



CHP.I.
INTRODUCTION
ET CADRE
GEOGRAPHIQUE

I.1. Introduction

La région d'El-Maida, objet de ce mémoire, est administrativement rattachée à la commune de Djimla (Sud de la wilaya de Jijel). Sur le plan géologique, cette région fait partie des zones internes de la Petite Kabylie de Jijel.

Mise à part les travaux de Durand Delga, depuis 65ans, aucune étude pétrographique et minéralogique n'a été établie à cette région.

Cependant, certains affleurements métamorphiques et roches magmatiques associées et leur processus de formation et d'évolution dans le temps, ne sont pas décrits ou indiqués sur aucune carte géologique, et restent encore mal connus et ambigus.

I. 1. 1. Objectif de travail

Le présent travail a été proposé en vue d'une contribution à l'étude géologique et pétrographique des filons des roches magmatiques d'El Maida. L'objectif de ce travail est de caractériser les différents types des roches magmatiques qui existent dans la région d'El-Maida, ainsi que toutes les formations adjacentes.

Pour la réalisation de cet objectif, le plan de travail retenu a été axé sur :

- 1- Une introduction générale pour situer la problématique du thème traité, suivi d'une synthèse bibliographique englobant un aperçu géographique pour la localisation du secteur d'étude ;
- 2- Une synthèse bibliographique consiste à la consultation de thèses et mémoires relatifs à la géologie du Nord Algérien, de publications sur les roches magmatiques ;
- 3- Travaux de terrains qui ont nécessité une mission durant laquelle, nous avons récolté des échantillons provenant des filons des roches magmatiques qui serviront ensuite à la confection des lames minces ;
- 4- Travaux de laboratoire consistant en :
 - 1- L'examen des lames minces au microscope polarisant afin de déterminer les différents faciès pétrographiques existant dans la région d'El-Maida. L'étude des lames minces nous permettra également de caractériser les différentes altérations hydrothermales qui ont affecté les différents faciès ;
 - 2- Une conclusion générale, dans laquelle l'essentiel de nos résultats ont été résumés.

I.2. Présentation de secteur d'étude

I.2.1. Situation géographique de la région étudiée

Le site d'étude qui appartient à la région d'El-Maida est situé sur la côte Nord de l'Algérie, au Sud-Est de la ville portuaire de Jijel est environ 35Km. Il est limité au Nord par Oudjana, au Nord-Est par Chahna et Khoula, à l'Est par OuledAskeur, à l'Ouest par Texanna, au Sud-ouest par Ben Yadjis, et au Sud par Djimla entre la longitude de $36^{\circ}37'0''$ Net la latitude de $5^{\circ}52'0''$ E. La région d'El-Maidaadmet des sommets allant de 236m d'Oued Melloul et jusqu'à 1248m dans le flysch Numidien (Fig.I.1).



Fig.I.1. Carte topographique, illustrant la localisation géographique de la région d'El-Maida extrais de la carte topographique TEXENNA NJ-31- VI -44 OUEST. Echelle 1/25000

I.2.2. Climat

La région d'étude est caractérisée par un climat méditerranéen subissant l'influence de la mer méditerranéenne au Nord, et des reliefs au Sud. Ces deux raisons font que le climat de la région est tempéré, avec des températures élevées en été et basses en hiver.

Les précipitations d'eaux annuelles varient entre 900 et 1300 mm/an. Cette pluviométrie classe cette région parmi les zones les plus arrosées de l'Algérie. Cette dernière révèle un potentiel hydrique très important. Ce dernier se manifeste par l'émergence de nombreuses sources d'eau de très bonne qualité. En plus d'une importante pluviométrie, la région d'étude est souvent recouverte par d'importantes quantités de neige.

I. 2. 3. Végétation

La région d'étude est caractérisée par une couverture végétale assez dense. Cette dernière est favorisée par l'importance des précipitations. Les conditions climatiques et la nature des terrains de la région ont permis le développement de forêts très denses. Ces forêts sont représentées essentiellement par du chêne-liège, du chêne-zebré, des broussailles, et autres arbres fruitiers. En général, ce potentiel forestier confère à la région, une vocation agricole et forestière.

A decorative graphic of a scroll with a black outline and a light gray fill. The scroll is partially unrolled at the top left and top right corners, and has a long, narrow tail extending downwards from the left side. The text is centered within the main body of the scroll.

CHAP.II.

**CADRE GEOLOGIQUE
REGIONAL ET LOCAL**

II.1. CADRE GEOLOGIQUE REGIONAL

II.1.1. Introduction

La région d'étude fait partie de la chaîne alpine d'Algérie orientale. Cette dernière est l'un des segments de la chaîne des Maghrébines qui s'étale sur plus de 2000km, de la Calabre à la Sicile (Fig. II. 1). Cette chaîne comprend du nord au sud : le domaine interne, le domaine médian et le domaine externe. Ces domaines sont empilés les un sur les autres sous forme de nappes de charriages à vergence Sud.

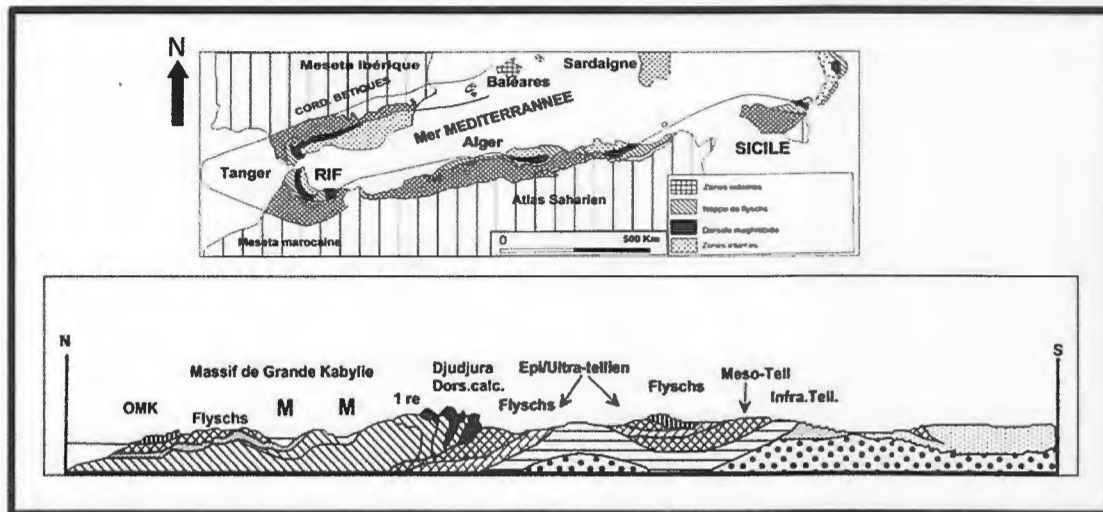


Fig. II.1. Schéma structural de la méditerranée occidentale.

(M. Durand Delga, 1969)

II.1. 2. Formations du domaine interne

Le domaine interne de l'Orogène Alpin d'Algérie orientale ou domaine Kabyle, comprend les formations cristallophylliennes du Socle Kabyle et la couverture dorsale Kabyle.

II.1.2.1. Socle Kabyle

Le Socle de la petite Kabylie est composé de deux grands ensembles : (Djellit ,1987)

- 1- Ensemble supérieur ;
- 2- Ensemble inférieur.

1- Ensemble supérieur

C'est un ensemble décrit pour la première fois par Ehrman (1928) et ensuite par Durand Delga (1955), il comporte de bas en haut :

- 1- Des schistes noirâtres qui surmontent, parfois, des conglomérats remaniant les formations sous-jacentes ;
- 2- Des psammites rouges et vertes à graptolites ;
- 3- Des grés calcaires à tentaculites ;
- 4- Des calcaires à orthocères ;

2- Ensemble inférieur

Constitué de gneiss fins, traversé parfois par des dalles de gneiss œilés avec des intercalations de marbres et d'amphibolites. Les termes de base de cet ensemble conservent des assemblages reliques du faciès des granulites. (Djellit, 1987)

II.1. 2. La Dorsale Kabyle ou « Chaine Calcaire »

La Dorsale Kabyle ou « Chaine Calcaire » est représentée par des affleurements étroits et discontinus le long de la bordure méridionale du Socle Kabyle. Elle est constituée par des formations, allant du Permo-Trias au Lutétien (Raoult, 1969) et admet une couverture grésomiacée d'âge Priabonien à Oligocène supérieur (Durand Delga, 1955). En Petite Kabylie, elle a été subdivisée du Nord au Sud en trois unités : interne, médiane et externe (Raoult, 1974).

II.1. 3. Les Formations de l'Oligo-Miocène Kabyle (OMK) et les Olistostromes II.1.3.1. Oligo-Miocène Kabyle

Il forme la couverture sédimentaire transgressive du Socle Kabyle (Raoult, 1974, 1975 ; Bouillin, 1977).

L'Oligo-Miocène Kabyle est constitué par des formations détritiques comportent trois termes :

- 1- Un terme de base formé de conglomérats grossiers polygénique reposant en discordance sur le Socle Kabyle ;
- 2- Un terme médian, comportant des grés micacés à débris de Socle associés à des péllites micacés ;
- 3- Un terme sommital formé de silexites. (Bouillin, 1977).

II.1. 3.2.Olistostromes

Les Olistostromes sont des formations tectono-sédimentaires à débris de flysch maurétanien et massylien reposant sur les formations de l'Oligo-Miocène Kabyle.

Ces formations, ont été décrites pour la première fois en Petite Kabylie par (Raoult *et* Bouillin, 1971).

L'âge de ces formation selon ces derniers auteurs, est supposé Aquitanien à Burdigalien inférieur probable (Raoult1974 ; Bouillinet *al.*, 1973 ;et Bouillin,1977).

II.1.3. Formation du domaine médian

Ou domaine des flyschs, qui sont classiquement subdivisés en deux types principaux montrant des termes allant du Néocomien à l'Eocène : Le flysch Maurétanien (Unité de Guerrouch) et le flysch Massylien(Bouillinet *al.*, 1969).

II.1.3.1. Flysch Maurétanien

Comporte de bas en haut :

- 1- Un pré-Flysch calcaire du Tithonique-Néocomien constitué d'une alternance de marnes grises et de turbidites calcaires ;
- 2- Un ensemble (300m) de grés homométriques à cassure verte (flysch de Gerrouch) attribué à l'Albo-aptien ;
- 3- Localement, des phtanites rouges et blancs du Cénomaniens supérieur ;
- 4- Un Sénonien mirco-bréchiq. Les micro-brèches à ciment spathique riche en quartz détritiques, peuvent être quelque fois remplacées par des micro- conglomérats ;
- 5- Enfin, au sommet des conglomérats puis des grés micacés Tertiaires (Eocène à Oligocène) (Djellit, 1987).

II.1.3.2. Flysch Massylien

Il présente une série allant du Néocomien au Lutétien terminal et regroupe trois ensembles :

- 1- A la base, le classique " Flysch Albo-aptien " composé d'argiles et de grès quartzitiques, vert-olivâtre, en barres minces (10-30cm), des grès légèrement calcaireux, rosés à violacés et très localement des niveaux conglomératiques à Orbitolines ;
- 2- Ensuite, vient s'installé un ensemble comprenant des marnes et calcaires fins, jaunâtres du Vraconien, du Cénomaniens inférieur-moyen, des calcaires fins, noirâtres, auxquels s'associent souvent des phanites noirs du Cénomaniens supérieur ;
- 3- Enfin, au sommet, un flysch à marnes microbréchiques riches en Globotruncana du Turonien Maestrichtien ; de sa base montre des bancs calcaires jaunes à roses à microfaune pélagique du Turonien-Coniacien ;

Cet ensemble est surmonté par des argiles rouges et microbrèches calcaires bioclastiques à Nummulites de l'Eocène (Djellit, 1987).

II.1.4. Formation du domaine externe

Le domaine externe ou domaine tellien, est représenté par des séries épaisses à dominante marneuse du sillon tellien. Il est subdivisé en trois grandes unités : l'unité ultra tellienne, l'unité tellienne au sens strict et l'unité péni-tellienne (Vila, 1980).

II.1.4.1. L'unité ultra-tellienne

Ces séries comportent au Lias des dolomies puis des calcaires à silex; le Malm montre des calcaires fins et de minces radiolarites verdâtres. Le Néocomien-Barrémien se présente sous forme de marno-calcaires à Ammonites pyriteuses, discordant sur le Malm.

L'Albo-Aptien et le Cénomaniens, réduits ou absents sous un Sénonien discordant et transgressif, est marneux à niveaux conglomératiques. Il est souvent rencontré sous forme de klippes sédimentaires. La série se termine par un Eocène marneux ou argileux. Les séries ultra-telliennes sont généralement caractérisées par des faciès à couleur claire.

II.1.4.2. Séries telliennes au sens strict

Ces formations sont caractérisées par un Crétacé inférieur moins riche en dépôts terrigènes, un Paléocène marneux, des calcaires gris à noirs à silex d'âge Eocène inférieur et des marnes à boules jaunes d'âge Lutétien.

II. 1.4.3. Séries péni-telliennes

C'est l'espace paléogéographique situé entre les séries néritiques franches à sédimentation calcaire du Crétacé supérieur et les formations du domaine tellien au sens strict à dominante marneuse (Vila, 1980). Elles se caractérisent par un Jurassique et un Crétacé inférieur plus ou moins carbonatés d'où leur affinité avec les séries néritiques. À partir du Crétacé moyen la sédimentation passe à des formations à prédominance marneuses, ceci leur donne un cachet plus tellien.

II. 1.5. Flysch Numidien

Les séries classiquement désignées par le terme Numidien, Ficheur (1890) ; Flandrien (1948), sont connues en Afrique du Nord, en Andalousie et dans l'arc Calabro-Sicilien D.Delga (1969). Le flysch numidien occupe la position la plus haute dans l'édifice structural de la région. Il est attribué en partie à l'Aquitano-Burdigalien (depuis la base des grès aux argiles à silexites ; les argiles sous-numidiennes sont en effet azoïques) ; Il est constitué de quatre termes lithologiques comprenant de bas en haut :

- 1- 50m d'argile aux teintes variantes : vertes, rouges, jaunes et grises, à intercalation calcaro-gréseuses ;
- 2- 10 à 20m d'une alternance de péllites bleutées et de marnes à intercalation gréseuses décimétriques, soit en niveaux continus soit lenticulaires et à figures de base (Les flutes castes, figure de charge...);
- 3- Un ensemble (150 à 160m) gréseux en bancs épais (2à 3m), faciès Numidien composé essentiellement de teintes jaunes blancs (rouille d'altération), à grains grossiers de quartz roulés (dragées de quartz) ;
- 4- 10 à 15m de bancs de calcaires gréseux associés à des marnes calcaires terminant cette succession. (Djellit, 1987).

II.1.6. Formation Mio-pliocène (ou formation post-nappes)

Comprenant des formations marneuses du Miocène et des conglomérats grossiers d'âge Pliocène.

II.1.6.1. Marnes du Miocène

Elles reposent en discordance sur le Socle Kabyle et les terrains sous jacent de l'OMK. L'âge Tortono-Messénien est attribué à ces formations qui sont constituées de marnes bleues à passées calcaireuses discontinues (miches calcaires) (Djellit, 1987).

II.1.6.2. Formation détritiques du pliocène

Représenté par des dépôts détritiques, galets poudingues et argiles d'origine continentale. L'épaisseur de cette formation varie de 30 à 50 m.

II.1.7. Formations quaternaires

Elles sont représentées par les dunes de sables et les alluvions.

II.1.8. Le magmatisme

Le magmatisme de la Petite Kabylie est de différent type ; magma basiques et ultra basique, magma intermédiaire et magma acide...La mise en place de ces corps magmatiques est variée dans le temps et l'espace. On les reconnu dans plusieurs endroits en Petite Kabylie avec des âges allant du Permien au Miocène :

1- le magmatisme Hercynien

Ou granite d'anatexie hercynien d'âge Permien (Mahdjoub, 1991). Ce magmatisme forme le cœur du socle de la Petite Kabylie, il est situé à Sidi Kember à Oum Ettoube, wilaya de Skikda, NE algérien (Mahdjoub, 1991) ;

2- le magmatisme Secondaire

Ou les ophiolites d'âge probable Jurassique terminal-Crétacé (Durand delga, 1955). Ce magmatisme est localisé dans la région de Texanna ;

3- le magmatisme Tertiaire

Ce magmatisme d'âge Miocène présente plusieurs type de magma entre ultra-basique et acide d'âge 15ma à 16,7ma (Bellon, 1976 ; Penven et Sabate, 1980 ;Penven et Zimmermann, 1986).

Il recoupe à la fois le socle et les unités Mésozoïques. Ces roches magmatiques affleurent dans plusieurs endroits tel que ; Oued Amizour, El Aouana, Beni Toufout, El Milia, Cap Bougaroun, Collo, Filfila.... (Ouabadi, 1994 ; Semroud, 1970 ; Fabrie ; 1979; Bouillin, 1983 ; Bouftouha, 2000).

II.1.9. Cadre tectonique succinct

Si la période pré-tectogénique a commencé dès le Trias, la chaîne alpine d'Algérie s'est surtout structurée au cours des phases tectoniques Tertiaires. Cette structuration est rattachée à la fermeture du sillon des flyschs qui s'est faite suite à plusieurs phases tectoniques.

II.1.9.1. Les phases tectoniques Mésozoïques

Le Mésozoïque correspond à une période de distension généralisée, parfois marquée par un volcanisme basique contemporain de la sédimentation argilo-gypseuse du Trias (Bureau, 1970 ; Vila, 1980 ; Guiraud, 1973 ; Vila, 1980). Au Jurassique inférieur, la distension a provoqué une subsidence différentielle qui a persisté jusqu'à la fin du Crétacé inférieur avec la structuration paléogéographique générale Est-Ouest caractéristique du bassin maghrébin.

La tectonique Mésozoïque est mise en évidence par des variations de faciès, des lacunes de dépôts et des discordances angulaires. Cependant, un épisode compressif du Sénonien a été signalé localement dans les Babors (Obert, 1986 ; Djellit, 1987) et à Sidi Maarouf (Durand Delga, 1955).

II.1.9. 2. Les phases tectoniques Tertiaires**II.1.9 .2.1. La phase fini-Lutétienne**

Une phase assez générale se place vers la fin du Lutétien, c'est la phase atlasique (Guiraud, 1973 ; Vila, 1980), fini Lutétienne (Durand-Delga, 1969 ; Raoult, 1974 ; Vila, 1980) ou Priabonienne (Vila, 1980). Cette phase aurait structuré la chaîne calcaire, les flyschs et les séries telliennes en grandes lames ou en plis couchés à vergence sud, avec les unités les plus internes en position plus haute.

II.1.9.2.2. La phase Miocène

Caractérisée par une direction de raccourcissement Nord-Sud, elle aurait débuté plutôt dans les zones septentrionales (Burdigalien Moyen) que dans les contrées méridionales (Langhien inférieur) (Vila, 1977 ; Vila, 1980). Pour J.M. Vila (1980), c'est la phase Tortonienne à vergence sud qui est responsable de la genèse de la nappe « néritique constantinoise », des « unités allochtones des Sellaoua », de « l'ensemble Sud- Sétifien » et des unités méridionales à nummulites.

II.1.9.3. La tectonique récente

Dans le Constantinois, J.M. Vila (1980) considère que les déformations de la tectonique récente sont représentées par des failles normales de directions variables, en bordure des massifs calcaires Jurassico-Crétacés.

II.2. CADRE GEOLOGIQUE LOCAL

II.2.1. Introduction

Les différentes formations qu'on a rencontré dans les environs de secteur d'étude sont principalement représentées par: le Socle Kabyle, le complexe volcano-sédimentaire, le flysch numidien et le flysch Oligo-Miocène Kabyle... (Fig. II. 2).

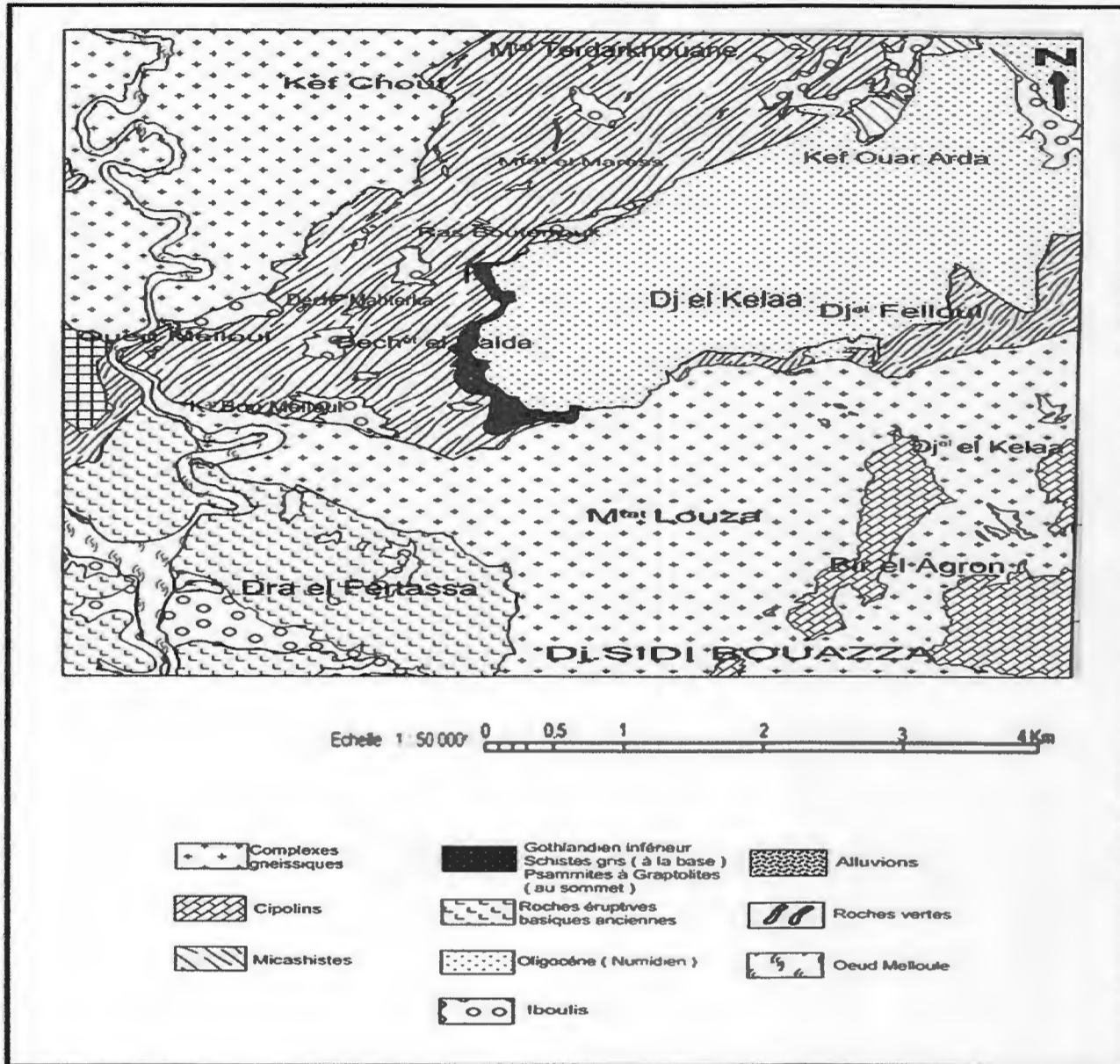


Fig. II. 2. Carte géologique des environs de la région d'El-Maida

(Durand Delga, 1955).

La zone d'étude se poursuit vers le Nord par les affleurements métamorphique qui occupent une large surface et chevauchent sur les formations du flysch numidien et les formations d'Oligo-Miocène Kabyle au NE.

II.2.2. Les formations cristallophylliennes du socle Kabyle

Les formations cristallophylliennes du Socle Kabyle d'El-Maida sont représentées du Sud au Nord essentiellement par 3 niveaux :

- 1- Des micaschistes ;
- 2- Des gneiss à biotite et muscovite ;
- 3- Des micaschistes, intrusés par de puissantes roches vertes basiques et ultrabasiques.

Selon Durand delga (1955) le cristallophyllien d'El Maida chevauche, suivant un contact anormal bordier, le crétacé plus méridional. La bande des micaschistes est prise en oblique par le contact anormal, son épaisseur varie entre quelques centimètres à 600m. Du bas vers le haut, ces micaschistes deviennent de plus en plus métamorphiques.

Les micaschistes intrusés par de puissantes roches vertes basiques et ultrabasiques ne forment sur la rive gauche de l'oued Djendjene, qu'une petite bande synclinale, entre la crête de Dj. Tabellout et la M^{tat}Ouled-Hacene ; on les retrouve à l'autre coté du fleuve d'oued Djendjen, à El-Medoura. Ces micaschistes s'étalent largement avec une puissance de plus de 1000m. Sauf à l'extrême base, où s'observent parfois des mica- schistes plus haut apparaissent des niveaux riche en feldspath (porphyroïdes, arkose, ect...), qui en fusionnant latéralement, arrivent à prendre une épaisseur considérable (300 à 400 m vers la D^{et} El-Maida). Entre le Ras-bou-Ferrouk et le marché d'El-Arba, on relève, recoupant plus ou moins obliquement les micaschistes, des filons peu épais de dolérites à grains très fins. Ces formations affleurent aussi au M^{tat} El Mers, D^{et} Mahterka, Kef Chouf, M^{tat} Amalou, Les gneiss s'intercalent entre les deux séries des micaschistes; nous admettons qu'ils constituent le noyau d'un pli couché au S, dont le flanc inverse est représenté par les micaschistes .

Des lentilles de cipolins s'intercalent parfois vers le haut de la série gneissique : elles sont particulièrement fréquentes au milieu de la zone décrite. Les affleurements les plus importants apparaissent autour du Kef Chouf et au marabout Ras-Allaouah. Cette série gneissique comporte des intrusions des roches vertes, elle peut atteindre 100 à 200m d'épaisseur. Elle forme la plus basse unité géologique de la région datée probablement au Paléozoïque (Durand Delga, 1955).

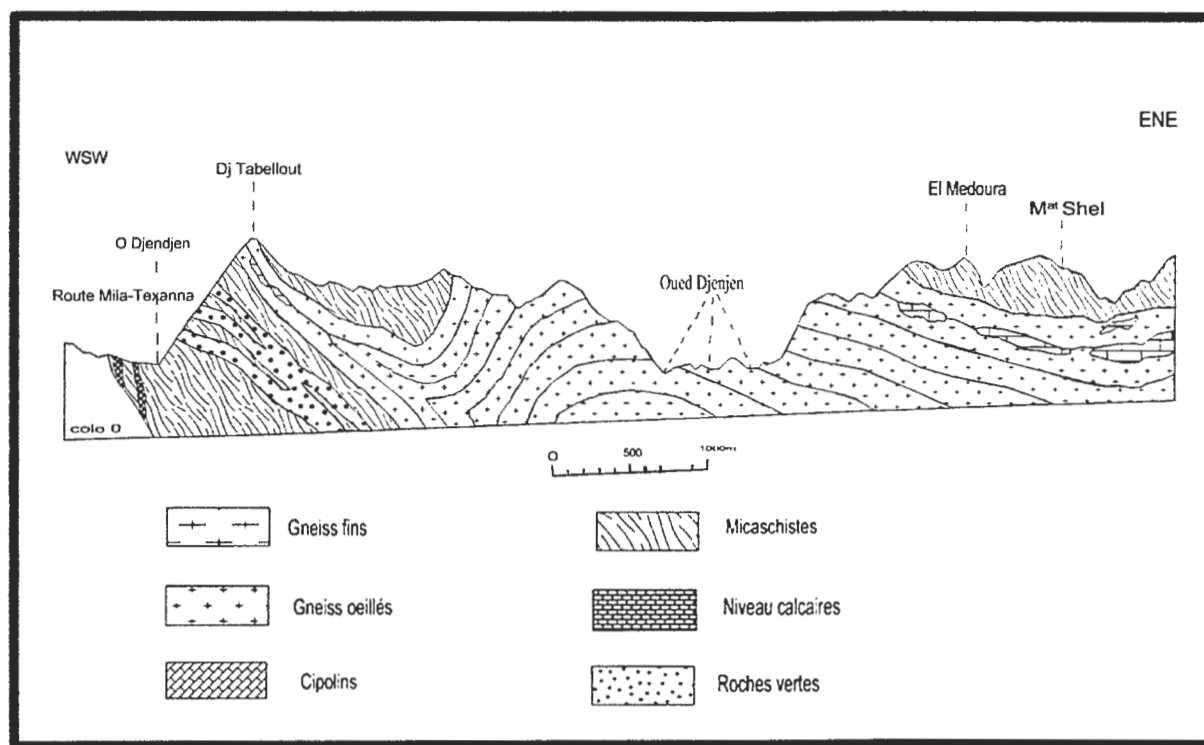


Fig. II. 3. Coupe géologique entre Texanna et Beni- Afeur (Durand Delga, 1955).

II.2.3. Le complexe volcano-sédimentaire

Il est indiqué par des filons des roches éruptives basiques anciennes orienté sensiblement NE-SO, il affleure dans la région de Ras Boufarrouk, M^{at} El Mers, M^{at} Terdarkhouane.

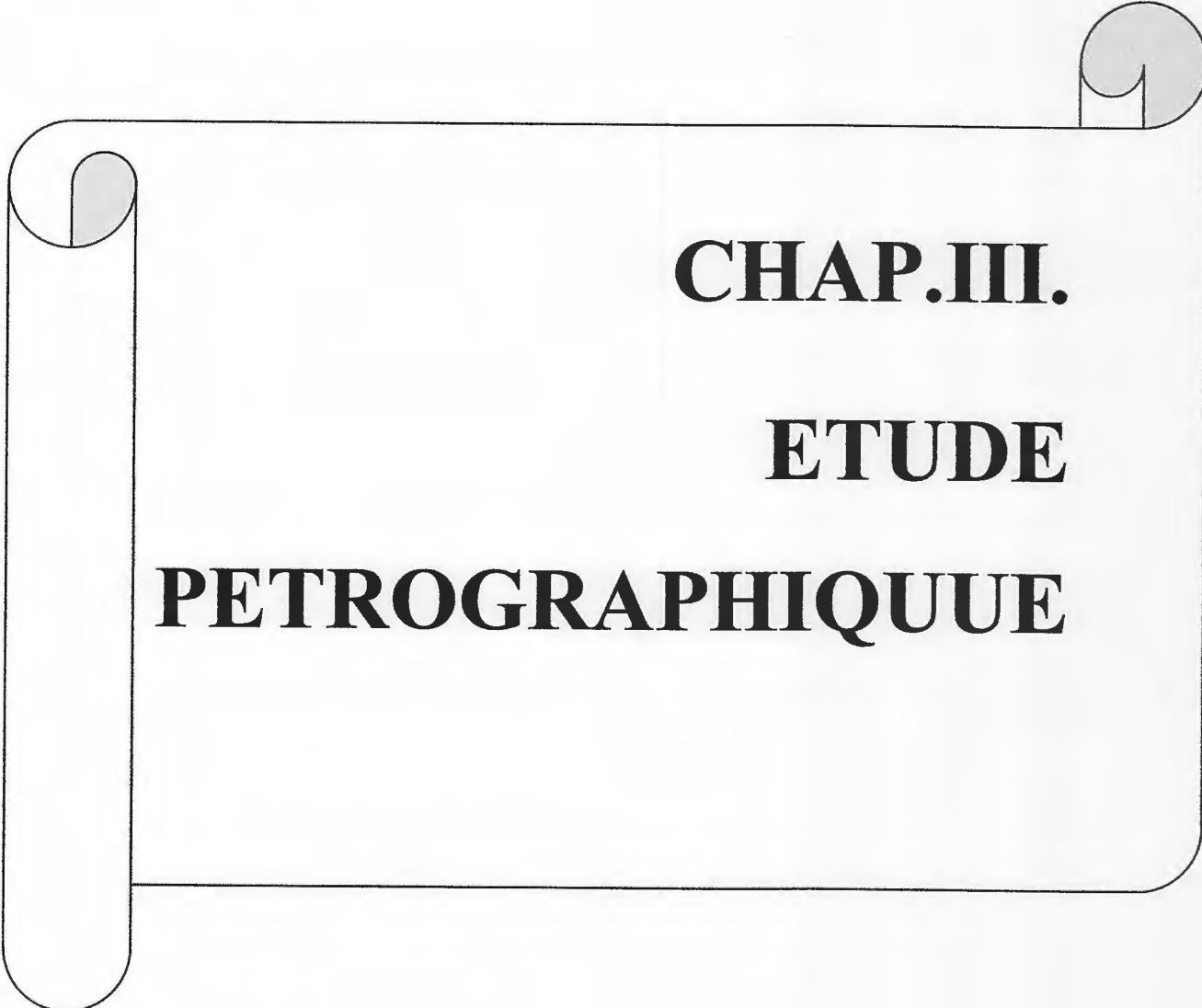
II.2.4. Les formations du flysch numidien

La paternité du terme «Numidien » revient à Ficheur en 1908 (Hebib, 2011). Il est plus récent que les formations précédents, il occupe la position la plus haute dans l'édifice structural dans la partie Est de la région ; représente un faciès littoral à subcontinental, plutôt qu'un étage (Gravelle, 1959). Il est composé à la base par des faciès argilo-marneux, surmontés par une alternance de banc épais de grès hétérométriques et d'assises argileuses, termine par des niveaux gréseux numidien au Dj.el-Kelaa. L'âge Burdigalien est attribué à ces formations. (Lahondère, 1989).

II.2.5. La formation de l'Oligo-Miocène Kabyle

Ces formations affleurent au NE de la région d'El-Maida. Reposant en discordance sur les formations du Socle Kabyle. Les formations de l'Oligo-Miocène Kabyle sont représentées essentiellement par des conglomérats de base, des grès en petits bancs, glauconieux et ferrugineux,

alternant avec des argiles et des marnes. Se termine par des niveaux gréseux numidien au Dj.El-Kelaa. L'âge Oligocène est attribué à ces formations. (Durand Delga).



CHAP.III.
ETUDE
PETROGRAPHIQUE

III. ETUDE PETRGRAPHIQUE

III.1. Introduction

Ce chapitre présente une étude pétrographique effectuée au moyen d'observations macroscopiques et microscopiques des différentes lithologies constituant la zone d'étude et pour réaliser cette étude pétrographique; environ 20 échantillons ont ainsi été individualisés. Un lit ou un banc est décrit comme une unité lithologique homogène pour ce qui concerne la paragenèse quelle que soit son épaisseur. Les critères définissant une paragenèse sont à la fois minéralogiques (nature et abondance modale des phases) et texturaux (ordres de cristallisation, évidences d'équilibre ou de déséquilibre, etc...). La réalisation d'une telle classification fut une tâche ardue du fait de la diversité des lithologies échantillonnées et de la nature souvent transitionnelle des caractères pétrographiques permettant de définir la paragenèse. Une synthèse des descriptions pétrographiques est présentée au tableau (Fig.III.c).

III.2. L'étude macroscopique des faciès

La région d'El-Maïda est formée de roches métamorphiques d'âge Paléozoïque (Cambro-Ordovicien) (Durand Delga, 1955), épi métamorphique à Mézo-métamorphique.

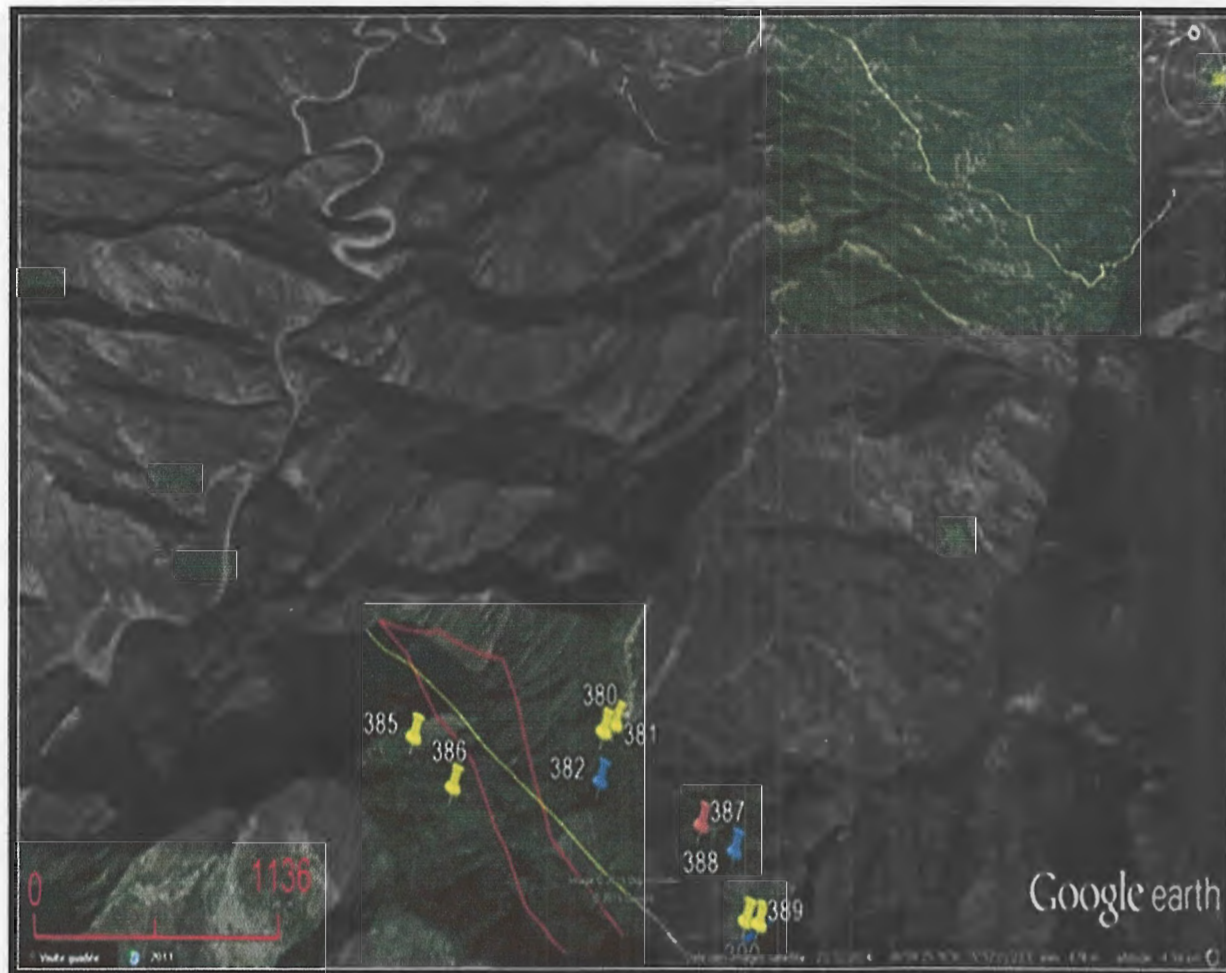
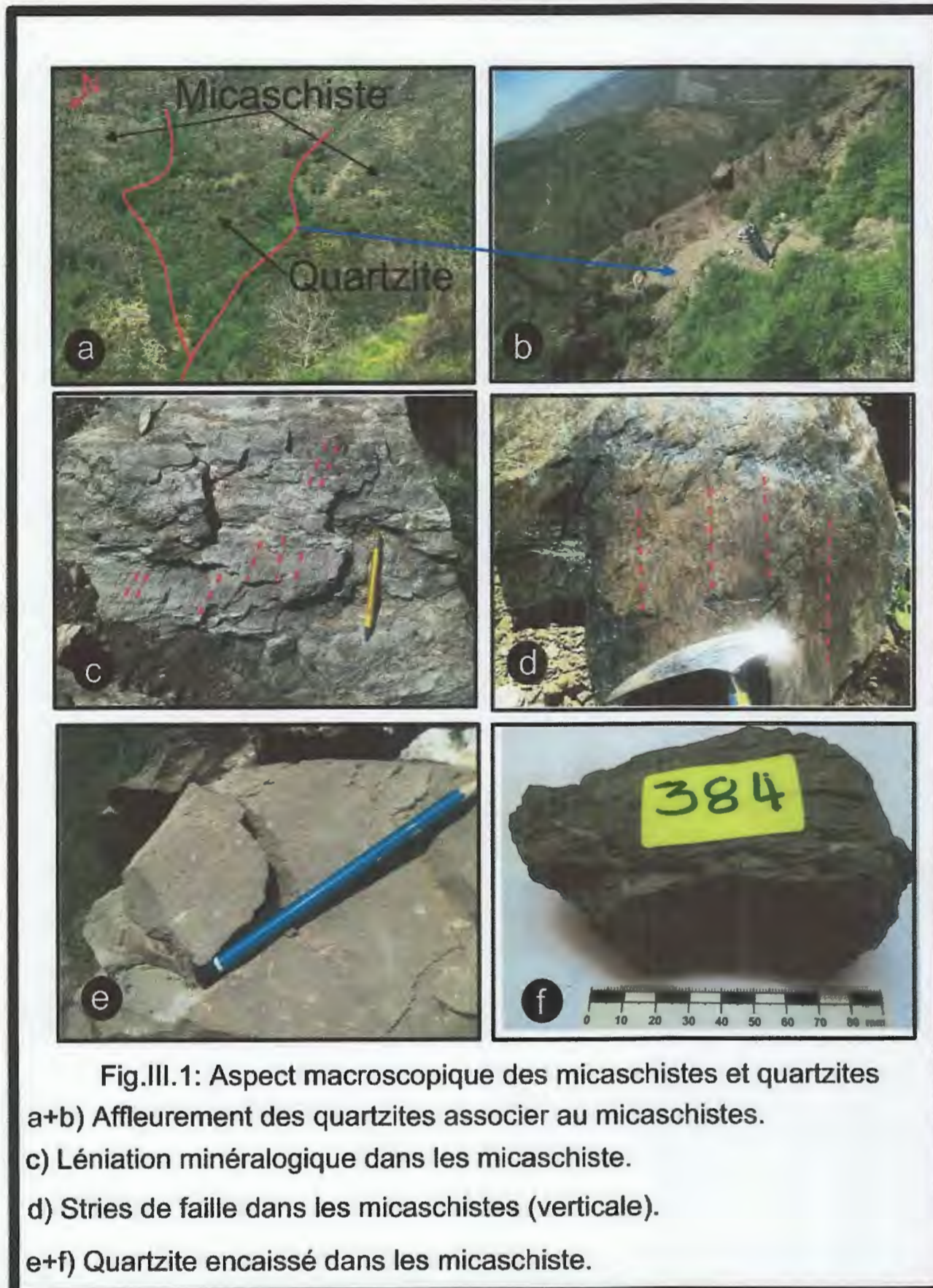


Fig.III.A. Carte montre les différents points d'échantillonnage.

III.2.1. Les micaschistes

C'est le faciès le plus dominant dans la région d'étude. Les affleurements des micaschistes de notre région d'étude sont de couleur grise avec des passées brunes et éclats argentés ou encore bleu gris. Ces micaschistes sont des roches plus ou moins dures et constituées des minéraux phylliteux. Elles montrent une texture lépidoblastique dominante par des minéraux phylliteux.

Ces micaschistes admettent des affleurements de roches quartzitiques de longueur allant jusqu'à 300m et de puissance de 50m (Fig.III.1.a). Le contact quartzite-micaschiste est matérialisé par une faille.



III.2.2 L'unité des schistes

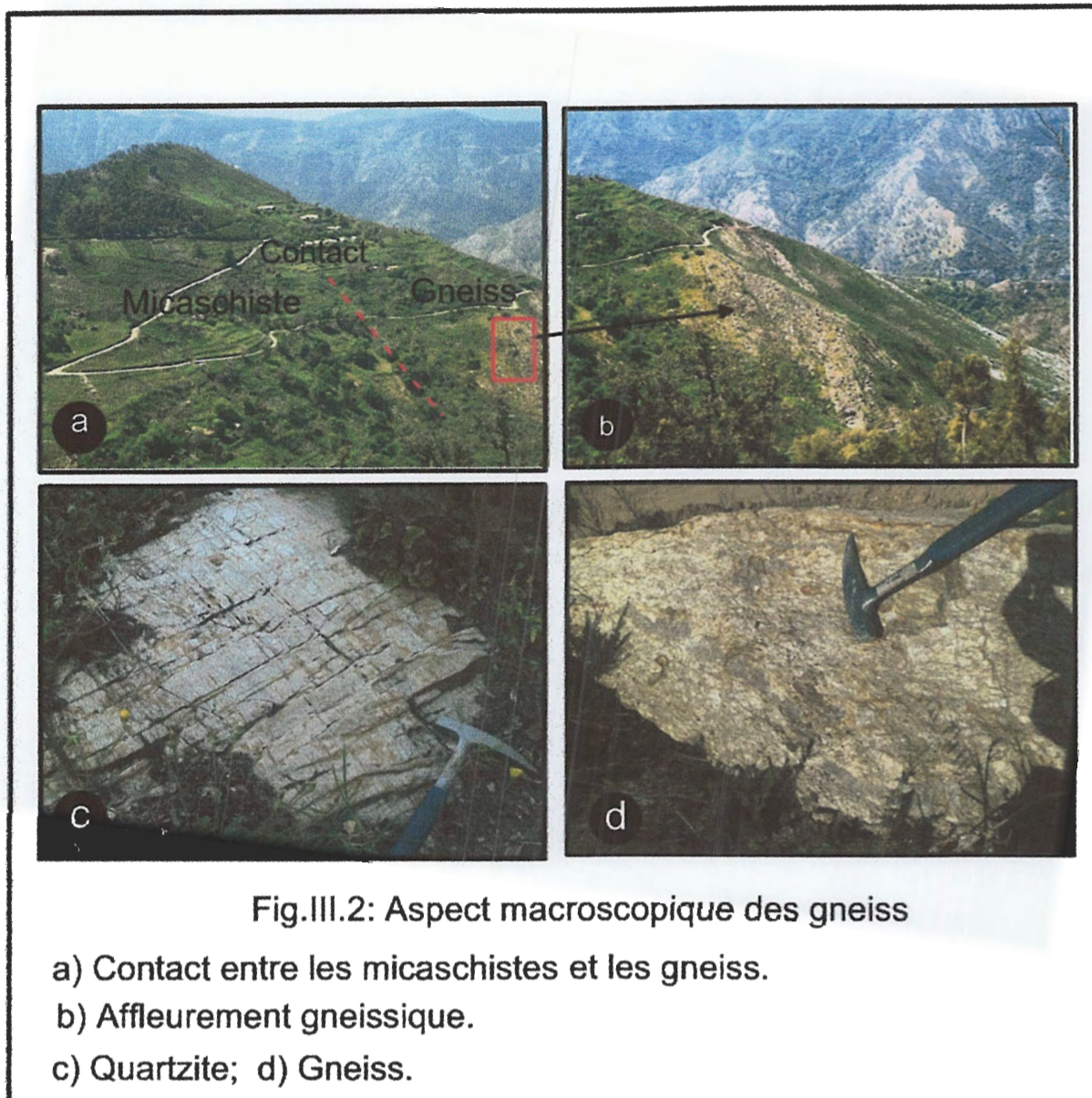
L'unité des schistes affleure sur la bordure Nord, Nord-Est et au Sud de la région d'étude, généralement présente l'encaissant des dolérites.

L'unité des schistes ou bien les schistes satinés (séricito-schistes et chlorito-schistes) sont homogènes dans l'ensemble de la région et présentent des teintes variable : grisâtre et parfois gris verdâtre (Fig.III.3.b-d-f) Ils sont constitués par des grains de taille très fine. Ces roches sont soyeuses au toucher, elles se débitent en feuillets, conséquence de la schistosité et parfois montrent dans certains affleurements des structures plissés (Fig.III.3.e) et deux lignes de linéation (Fig.III.3.c).

III.2.3. Les quartzites

Au Nord-Ouest de la région d'El-Maida Affleure des quartzites ou roches métamorphiques siliceuses au sein des micaschistes (Fig.III.1.a). Ils sont très durs, de couleur sombre à verdâtre avec un éclat très net (Fig.III.1.e-f). Soulignant un couloir de 300m de longueur et de 50m de puissance (Fig.III.1.b).





III.2.4. Les dolérites

Le Socle de la région d'El-Maida renferme des filons de roches magmatiques des dolérites de directions Nord-Est. Ces dolérites à fine minéralogie sont généralement de couleur brune sombre à la patine et verdâtre à la cassure fraîche à indice de coloration mélanocrates (Fig.III.4.e-f-g-h).

Ces filons de dolérites contiennent des failles, et certain décrochements (Fig.III.4.b-c), post leur genèse. Ils apparaissent dans plusieurs endroits d'El-Maida en montrant des tailles variables allant de quelques mètres à plus de 50m de longueur.

Fig. III.4: Aspect macroscopique des dolérites
a) Début en boule des dolérites; b) Les stries de fracture
c) Décrochement dans les dolérites; D) Mise à
e-f-g-h) Des échantillons de dolérite.



Conclusion

Le terrain d'étude à El- Maïda est formé par un empilement de faciès de métapélite allant des gneiss, micaschiste et schiste. Les micaschistes sont traversés par des quartzites de grande taille, alors que l'ensemble des schistes est recoupés par des filons de dolérite de tailles variables de quelques mètres à quelques dizaines de mètres.



III .3. Etudes microscopique des faciès**III.3.1. les chlorito-schistes**

Les chlorito-schistes sont des roches métamorphique de couleur verdâtre à grain généralement moyen à fin, il présente une schistosité bien marqué (Fig.III.6.a et b), ils sont composés essentiellement de : quartz, chlorite, séricite, muscovite, plagioclase, orthose. Cette association minéralogique peuvent donner la roche une texture lépidoblastique avec un faciès schiste-vert.

❖ Minéraux essentielle**❖ Le quartz**

C'est un minéral essentiel dans la composition des séricito-schistes. Il se distingue par la présence d'extinction roulante et apparait en grains de morphologie xénomorphe à sub-automorphe de petite taille entre 0,1 à 0,6mm soulignant les plans de schistosité de la roche (Fig.III.6.a-b).

❖ La chlorite

Elle se manifeste dans la roche par des caractéristiques analogues à celle de muscovite (de forme et de clivage), mais de couleur verte et de teinte plus faible que la muscovite, leur taille est de l'ordre de 0,6 à 2mm. Dans cette roche on peut considérer que la chlorite est un minéral primaire, car il n'y a aucun minéral primaire capable d'être altéré pour donner du chlorite (Fig.III.6.a-b).

Les chlorites soulignent deux plans de schistosité orthogonaux à sub- orthogonaux, S1 et S2. Les microlithons de la première schistosité S1, la plus ancienne sont toujours plus espacés par rapport à ceux de la schistosité S2. Par ailleurs, les plans de schistosités S1 sont souvent mal visibles de forme parfois en « S » et sont totalement ou partiellement effacé par la schistosité S2 (Fig.III.6.e-f).

❖ la séricite

C'est un minéral apparait dans la lame sous forme des petits aiguille présente des teintes vives. Avec une taille varie de 0,6 à 0,8mm (Fig.III.6.c-d).

❖ les feldspaths (minéraux hérités de la roche de départ)

Ils sont rares dans la lame et sont représentés par des plagioclases et de l'orthose. Les premiers sont observés sous forme des cristaux sub-automorphes et de section de macle polysynthétique, de taille d'environ 0,4mm (Fig.III.6.c). Quant aux orthoses, ces feldspaths apparient sous forme des petits cristaux sub-automorphe en section de macle carlsbad un taille d'environ de 0.2mm (Fig.III.6.d). Les clastes des feldspaths se présentent en forme en rotation traversés par la schistosité. Cette structure témoigne la préexistence de ces clastes dans une protolite proximale.

III.3.2. Les séricito-schistes

Les séricito-schistes sont des roches métamorphiques de couleur sombre à grain généralement fin, ils sont composés essentiellement de : quartz, séricite et minéraux opaques. Cette association minéralogique peut donner à la roche une texture lépidoblastique du faciès schiste vert.

❖ La séricite

La séricite forme la minéralogie essentielle des séricito-schistes. Elle se présente en sections sub-automorphes ou en lits flexueux, associées au quartz (Fig.III.7.a-b). Elle montre parfois, des petites aiguilles adjacentes ou incluses dans le quartz. Les lits de la séricite sont long de 0,2 à 0,8 mm (Fig.III.7.c-d).

❖ Le quartz

Le quartz est un minéral abondant dans ce type de roche. Il se présente parfois, en petites plages soulignant la schistosité. Le quartz présent sous formes xénomorphe à sub-automorphes (Fig.III.7.b-e)

❖ Les minéraux opaques

Ils sont souvent des oxydes de fer. Les minéraux opaques sont souvent orientés parallèlement aux plans de schistosité et parfois sont développés au sein des fractures (Fig.III.7.c-d).

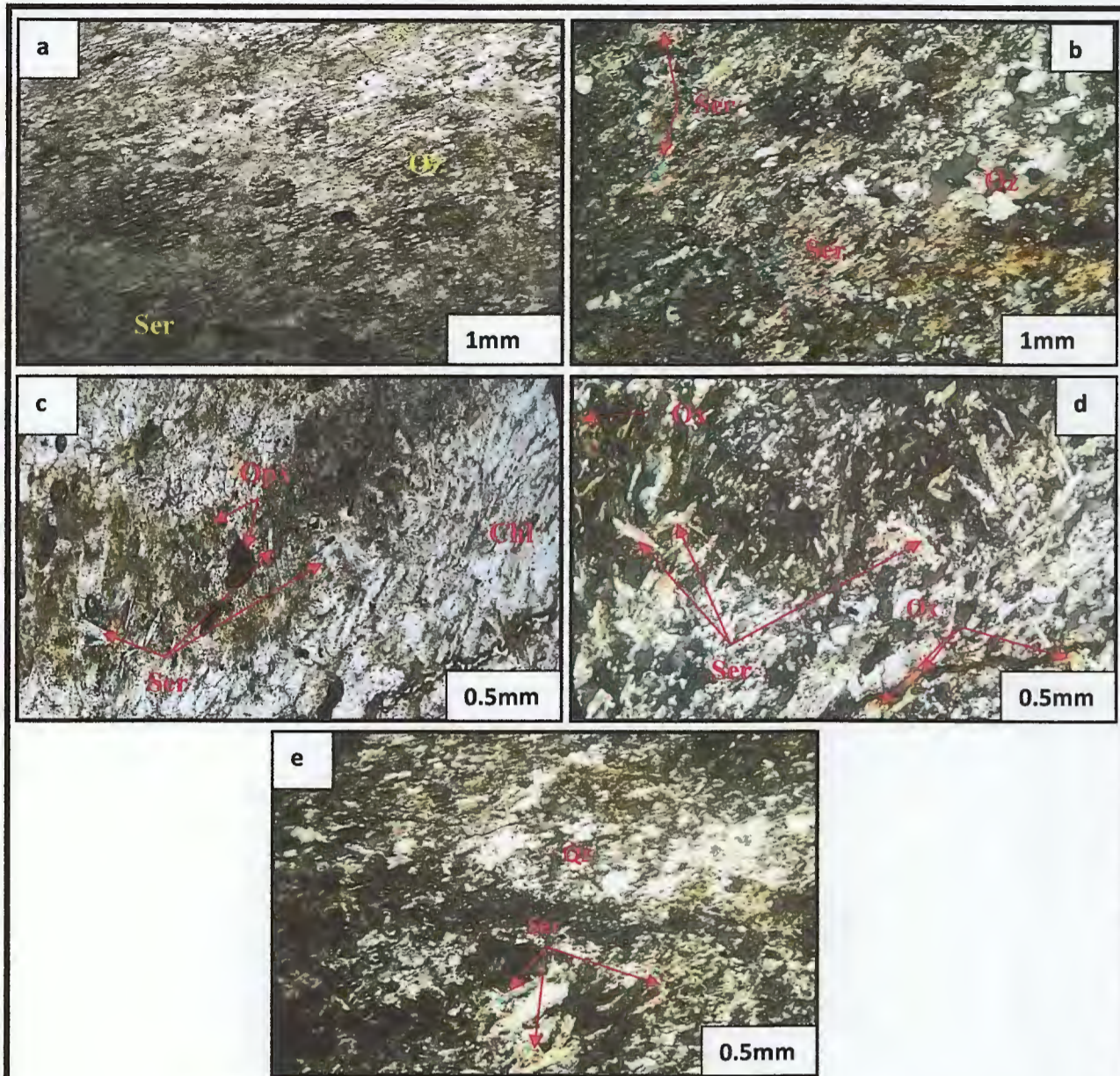


Fig. III.7. Vue microscopique des séricitoschistes de la région d'El-Maida.

- a) séricite en lit fluctueux associé au quartz montrant une texture épiblastique (LPNA. GX5).
- b) séricite associé avec le quartz (même photo, a) (LPA. GX5).
- c) séricite associé au quartz et aux petits cristaux opaques soulignant la schistosité (LPNA. GX10).
- d) séricite associé au quartz et aux petits cristaux opaques soulignant la schistosité (LPA. GX10).
- e) séricite associé au quartz et aux petits cristaux opaques (LPA. GX10).

III.3.3. les quartzites

Sont des roches métamorphiques siliceuses massives, très dures, de couleur grise claire, constituées de fines cristaux de quartz soudés entre eux. Ces roches sont souvent fracturées de cassures conchoïdales.

Les minéraux qui forment ces roches sont: le quartz, muscovite, biotite, chlorite, plagioclase, tourmaline, zircon. L'assemblage de ces minéraux donne une texture grenue.

❖ Les minéraux essentiels**❖ Le quartz**

C'est la phase la plus abondante dans cette roche avec des proportions comprises entre 70 % à 85 %. Sous forme des plages xénomorphes limpides avec une extinction roulante. Ces quartz sont de petite taille ne dépasse guère 0,8 mm (Fig.III.8.b-c-e)

L'abondance de ce minéral, l'homogénéisation des tailles des grains, et la relation texturale entre eux, donne à cette roche un tissu de texture grenue.

❖ La muscovite

Elle se représente sous forme variable. Elle est souvent des petites lamelles disséminées dans la roche ou bien, elle est concentrée dans les fractures de taille peut atteint à environ de 0,5mm (Fig.III.8.a-d). Elle prend un seul plan de clivage net et des teintes vives.

❖ Le plagioclase

La roche présente certains cristaux de plagioclase, qui sont connues par leur forme sub-automorphe, et leur macle typique polysynthétique. Dans cette roche les plagioclases admettent une taille d'environ 0,2 mm. (Fig.III.8.b).

❖ Les minéraux accessoires**❖ Le zircon**

Le zircon est très abondant de taille plus ou moins grande d'environ 0,1mm et de réfringence élevée, teinté en rose, bleu, jaune... Le Zircon est reconnu par en sections toujours ovoïdes à et relief très fort. Ce minéral se trouve inclus dans le quartz, dans la biotite et parfois dans les feldspaths et parfois il est associé la tourmaline. (Fig.III.8.e-f).

❖ La tourmaline

Il se présente par des morphologies automorphe (des baguettes rectangulaires), à biréfringence élevé, de taille environ de 0,2mm. (Fig.III.8.e).

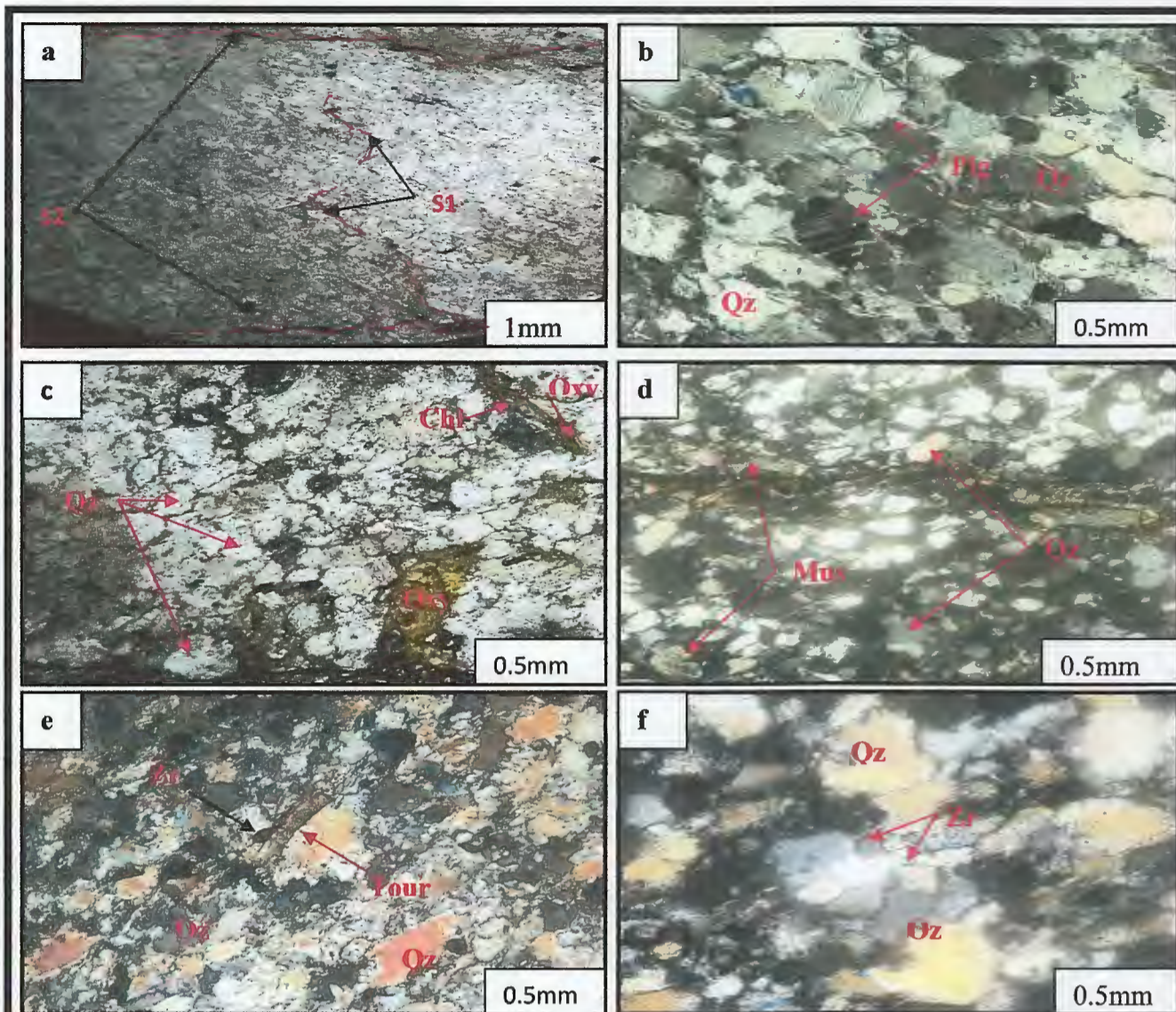


Fig. III.8. Vue microscopique des quartzites de la région d'El-Maida

- a) quartzites illustrant deux plans de schistosité S1 et S2 qui à deux générations de biotite (LPNA.GX5).
- b) cristaux de plagioclase dans une matrice de quartz (LPNA.GX10).
- c) chlorite et oxydes de fer (LPNA.GX10).
- d) muscovite en fines paillettes (LPA.GX10).
- e) minéraux accessoires ; tourmaline et zircon inclus dans les grains de quartz (LPA.GX10).
- f) zircon inclus dans les grains de quartz (LPA.GX10).

III.3.4. Les dolérites

Les dolérites de la région d'El-Maida sont des roches mélanocrates de texture doléritique. Ces roches sont formées par des grains de tailles micrométriques. Les dolérites montrent une minéralogie essentielle de plagioclases, clinopyroxènes auxquelles s'ajoutent des minéraux d'altération : amphibole, épidote et des minéraux opaques avec des proportions divers, on note aussi des petits cristaux de sphène.

❖ Les minéraux essentiels

❖ Les plagioclases

Les plagioclases présentent une morphologie automorphe à sub-automorphe de forme en baguettes avec des macles polysynthétique typique (Fig.III.9.a-b). Du fait de ces différents habitus, la taille des plagioclases varient au sein des échantillons mais également entre les échantillons avec des valeurs comprises entre 0,2 mm et 2 mm. La majorité de ces Plagioclase sont altérés en calcite, en épidotes et en damourite. Ils présentent parfois des inclusions en sphène...

Les lattes de plagioclase forment une grande partie de cette roche et présentent cependant des orientations diverses dans la lame qui ne suivent pas une direction préférentielle liée à l'écoulement du magma. Ces lattes apparaissent appuyées les unes sur les autres, ce qui forme la texture doléritique (Fig.III.9.a).

❖ Les clinopyroxènes

Les clinopyroxènes apparaissent en sections automorphes à sub-automorphes de taille millimétrique. Il est reconnu par sa réfringence toujours élevée et par ces clivages sub-carrés et une biréfringence élevée (Fig.III.9.c) Les plages de clinopyroxène intactes sont de faible proportion (5%), ce minéral se trouve toujours altérée en amphibole, en calcite (Fig.III.9.f).

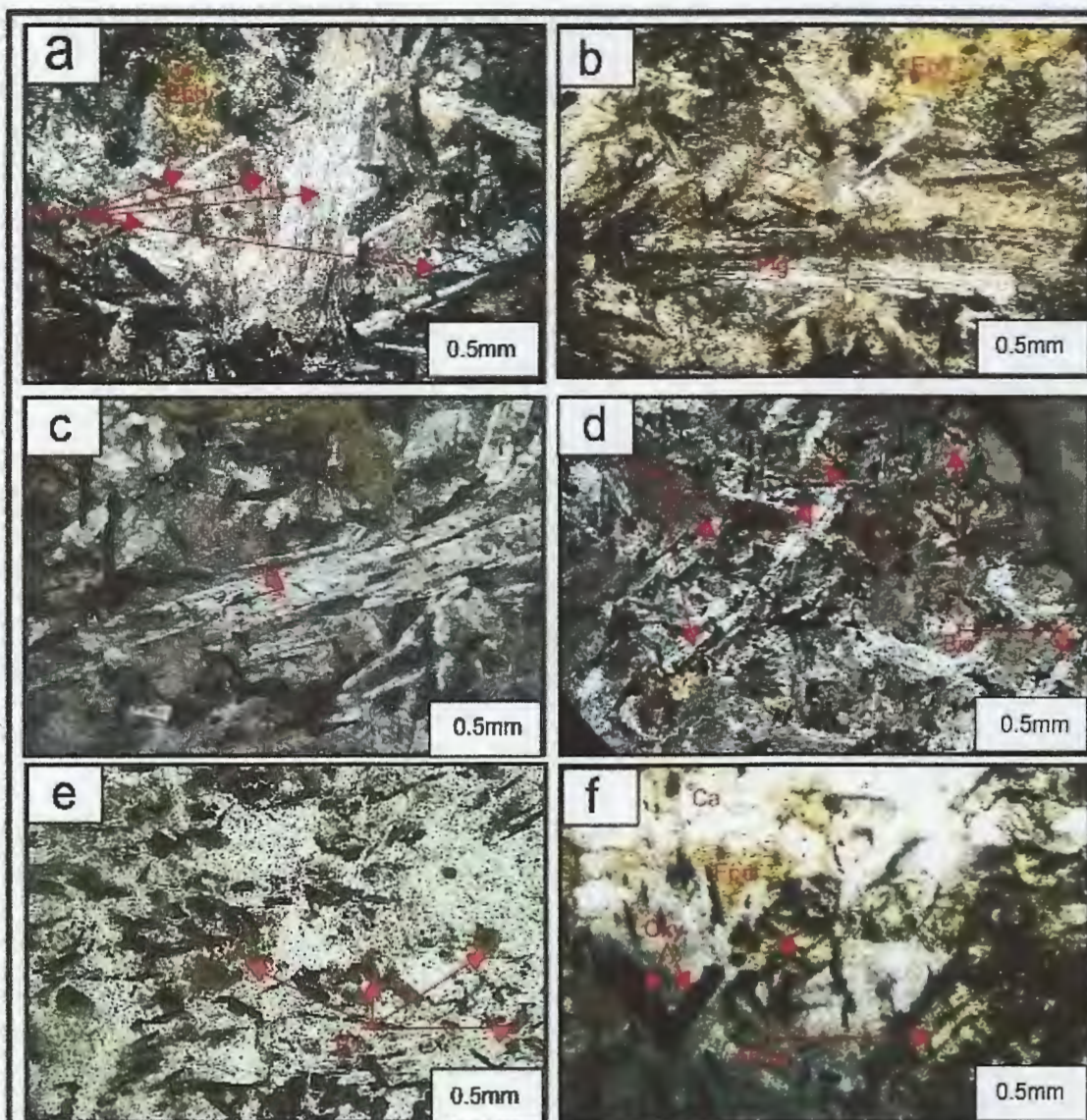


Fig.III.9. Vue microscopique des minéraux essentiels des dolérites de la région d'El Maida.

- a) Vue microscopique des plagioclases inter croisé entre eux qui forme la texture doléritique(LPNA GX10)
- b) Vue microscopique des plagioclases inter croisé entre eux qui forme la texture doléritique(LPNA GX10).
- c) Vue microscopique de pyroxène dans la dolérite qui montre un clivage orthogonaux(LPNA GX10).
- d) Vue microscopique des petits grains de biotite dans la dolérite(LPNA GX10).
- e) Vue microscopique des cristaux xénomorphe à sub-automorphe de biotite dans la dolérite(LPNA GX10).
- f) Vue microscopique des quelques produits d'altération des minéraux primaires des dolérites (LPNA GX10).

❖ Les minéraux d'altération

Dans la plupart des échantillons, les minéraux d'altération montrent des morphologies plus xénomorphes que les pyroxènes, les Plagioclases et la biotite. Ils sont donc légèrement plus tardifs que ces derniers. De plus, le pyroxène et parfois les plagioclases montrent un étalement de leur cristallisation dans le temps.

❖ L'épidote

C'est un minérale d'altération des plagioclases. Il se présente généralement en plages xénomorphes de taille de 0,5 à 2 mm et se manifeste, en section de teinte de polarisation très vive (Fig.III.10.c-d). Il possède souvent des inclusions arrondies de quartz (Fig.III.10.e). Dans certains échantillons, on le trouve également en cristaux interstitiels entre les Plagioclases ou des petites lamelles développent sur les cristaux des plagioclases. Ces dernières morphologies sont toujours associées à des cristaux sub-automorphes dans la roche montrant une altération continue de plagioclase dans le temps.

❖ Les amphiboles

Selon toute vraisemblance, la plus part de ces échantillons ont possédé à l'origine de l'augite. Ce pyroxène a été d'abord ouralitisé pour donner des amphiboles qui sont présentent sous forme des prismes allongé sub-automorphe de taille de 0,5 à 1,5mm montrant deux plans de clivage losangique avec une teinte gris-bleutée. (Fig.III.10.a-b).

Les clinopyroxènes présentent des degrés d'altération relativement importants qui ont partiellement ou totalement gommés leurs caractéristiques minéralogiques primaires, donc on peut dire que les amphiboles sont des minéraux secondaires.

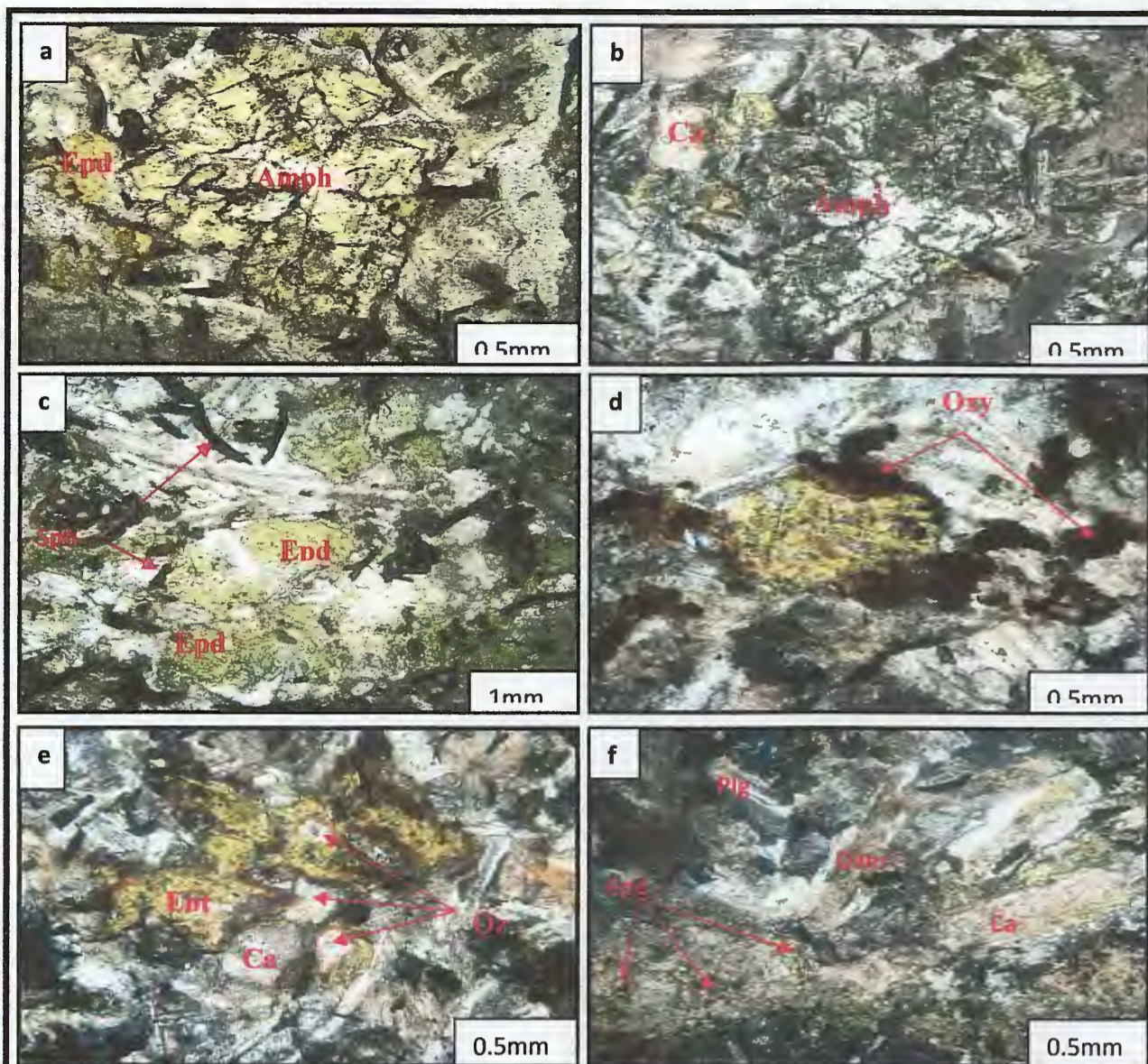


Fig .III.10. Vue microscopique des minéraux d'altération des dolérites de la région d'El-Maida

- a) Cristaux d'amphiboles. (LPNA.GX10).
- b) Cristaux d'amphiboles. (LPA.GX5).
- c) des plages d'épidote avec des petits cristaux de sphène. (LPNA.GX10).
- d) des épidotes associées aux oxydes de fer. (LPA.GX10).
- e) plagioclase en déséquilibre au profit des épidotes et de quartz secondaire (LPA.GX10).
- f) des petits fibres d'épidote, calcite et damourite issues de l'altération des plagioclases (LPA.GX10).

❖ la calcite

C'est un minéral secondaire issu de l'altération de plagioclase et de clinopyroxène. On les trouve soit en petits cristaux de l'ordre de 0,5 mm parfois en position interstitielle entre les Plagioclases (Fig.III.10.b), soit en plus grands cristaux de l'ordre de 1 - 2 mm, le plus souvent sub-automorphes arrondies ou allongés ou bien des filons remplis les fissures (dans certains échantillons ils recoupent presque la totalité de la lame), il montre un clivage plus ou moins fin et forme un quadrillage losangique (Fig.III.11.a).

La Calcite est Caractérisée par des teintes typiques blanc-grisâtre et des irisations multicolores (rose et verte) mais toujours de nuances délavées. Toutes ces morphologies peuvent s'observer au sein d'un même échantillon, ce qui reflète un étalement de la cristallisation de la calcite dans le temps.

❖ Le quartz

Il se présente sous forme de concrétionnement ou des cristaux dans les fractures, le silice serait soit d'origine hydrothermale soit résultant de l'altération des plagioclases ou des pyroxènes (Fig.III.10.e). de taille varie de 0,2mm à 2mm.

❖ La damourite

La damourite apparaît toujours en très fines paillettes dans les sections de feldspaths, en particulier le plagioclase (Fig.III.10.f).

❖ les minéraux opaques

Les minéraux opaques sont en bien grande quantité dans ces échantillons et représente des proportions modales inférieures ou égales à 30 % avec une morphologie automorphe (les cubes de pyrite) et xénomorphes ou des petites baguettes (oxyde de fer).

❖ La pyrite

Parmi les minéraux opaques dans ce type de roches on distingue la pyrite qui apparaît sous forme quadratique disséminés dans certains cristaux d'amphibole (Fig.III.11.f). Il peut présenter aussi une texture particulière avec une accumulation de pyrite (Fig.III.11.c-e)

❖ Les oxydes de fer

L'oxydation des amphiboles, d'épidote se manifeste par une transformation partielle et/ou totale de ces minéraux en oxyde de fer (Fig.III.11.d). Cette oxydation commence à se manifester le long des microfissures, au niveau des plans de clivage des cristaux automorphes d'amphibole (Fig.III.10.a-b) il se développe sur les bordures d'épidote (Fig.III.10.d).

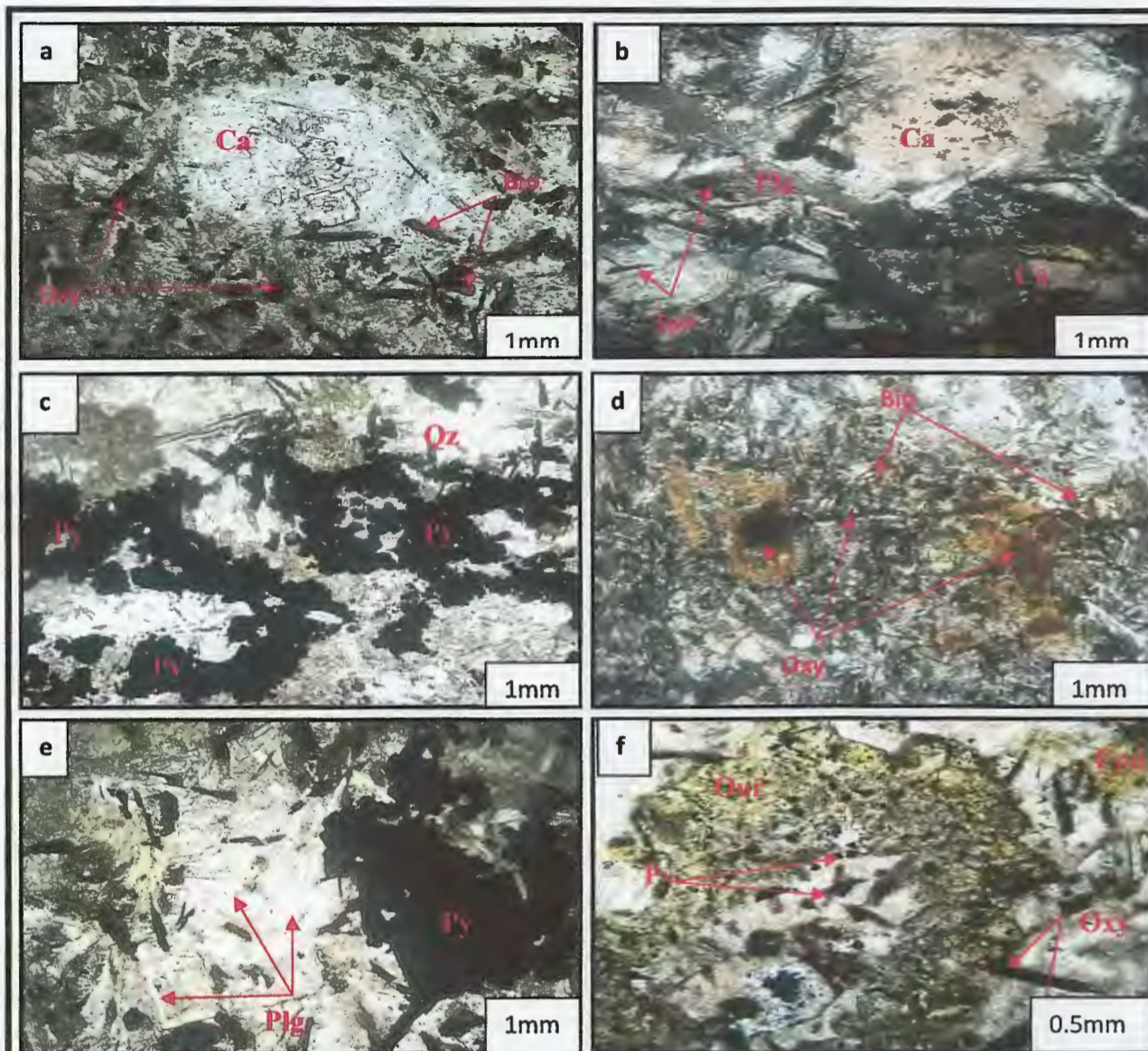


Fig.III.11. Vue microscopique des minéraux d'altération des dolérites de la région d'El-Maida

- a) calcite rhomboédrique, des oxydes de fer. (LPNA.GX5).
- b) calcite, Plagioclase et sphène (LPA. GX5).
- c-e) accumulations de la pyrite avec des cristaux de plagioclase et de quartz. (LPNA. GX5).
- d) oxydes de fer (LPNA. GX5)
- f) petits grains de pyrite associés aux amphiboles (LPNA. GX5).

III.3.5. Les épidotites

Se sont des roches mélanocrates épi-schistosé. Ces roches sont fortement altérées avec seul le minéral qui peut être primaire est l'amphibole, les autres minéraux secondaires sont composés essentiellement d'épidote, associés aux chlorites, la calcite, le quartz... La minéralisation est représentée sous forme d'opaque et de forme quadratique de cube de pyrite. Cette minéralogie forme un tissu à texture grenue avec des grains de taille millimétrique.

❖ **Les minéraux essentiels**

❖ **Les amphiboles**

Se sont des cristaux bien taillés de forme prismatique et de taille millimétrique. Les amphiboles sont pour la plus part colorées en brune ou brune verdâtre. La biréfringence est moyennement élevée, du jaune orangée de la deuxième moitié du premier ordre. Ces Amphiboles présentent deux plans de clivage losangiques (Fig.III.12.). Il faut noter que la chloritisation de cette amphibole est bien amorcée.

❖ **Les minéraux d'altération**

❖ **Le zoizite**

C'est la phase la plus dominante dans cette roche. Il se présente en plages xénomorphes, de taille plus ou moins petits, il se manifeste en section de teinte de polarisation vive et variée donnant un aspect d'un manteau d'arlequin (Fig.III.12.d). Les épidotes sont souvent entourées par de la calcite et du quartz (Fig.III.12.e-f). Ces épidotes ne montrent dans aucuns coins des lames minces examinées des traces de plagioclase calcique, ce qui témoigne d'altération profonde de ces roches.

❖ **La chlorite**

Elle se présente sous forme des fibres, traversant la roche d'un coté à un autre, toujours associée aux amphibole et se développe soit aux périphéries de ce minéral soit le long de ces clivages. La taille des chlorites est de l'ordre de 0,2 à 3mm (Fig.III.12.a-b).

❖ **La calcite**

La calcite se trouve soit associée aux épidotes et disséminés dans la roche, soit associée au quartz en remplissage tardive dans les discontinuités et les fractures qui recoupent la roche. La taille de la calcite est d'environ de 3mm (Fig.III.12.c-d).

❖ **Le quartz**

Le quartz est un minéral peu abondant. Il se présente en sections xénomorphes assez petites à extinction souvent roulante, de taille qui ne dépasse pas 0,6mm. Le quartz se manifeste souvent associés à la calcite et cristallisé tardivement dans les fentes et les fractures sécantes par rapport à la roche (Fig.III.12.c-d).

❖ les minéraux opaques

Ils apparaissent sous forme quadratique dispersés dans la roche dans la paragenèse essentielle le long des clivages ou aux frontières des minéraux d'amphiboles et d'épidote. Parfois ces opaques se concentrent dans les fractures et les discontinuités de la roche (Fig.III.12.e-f).

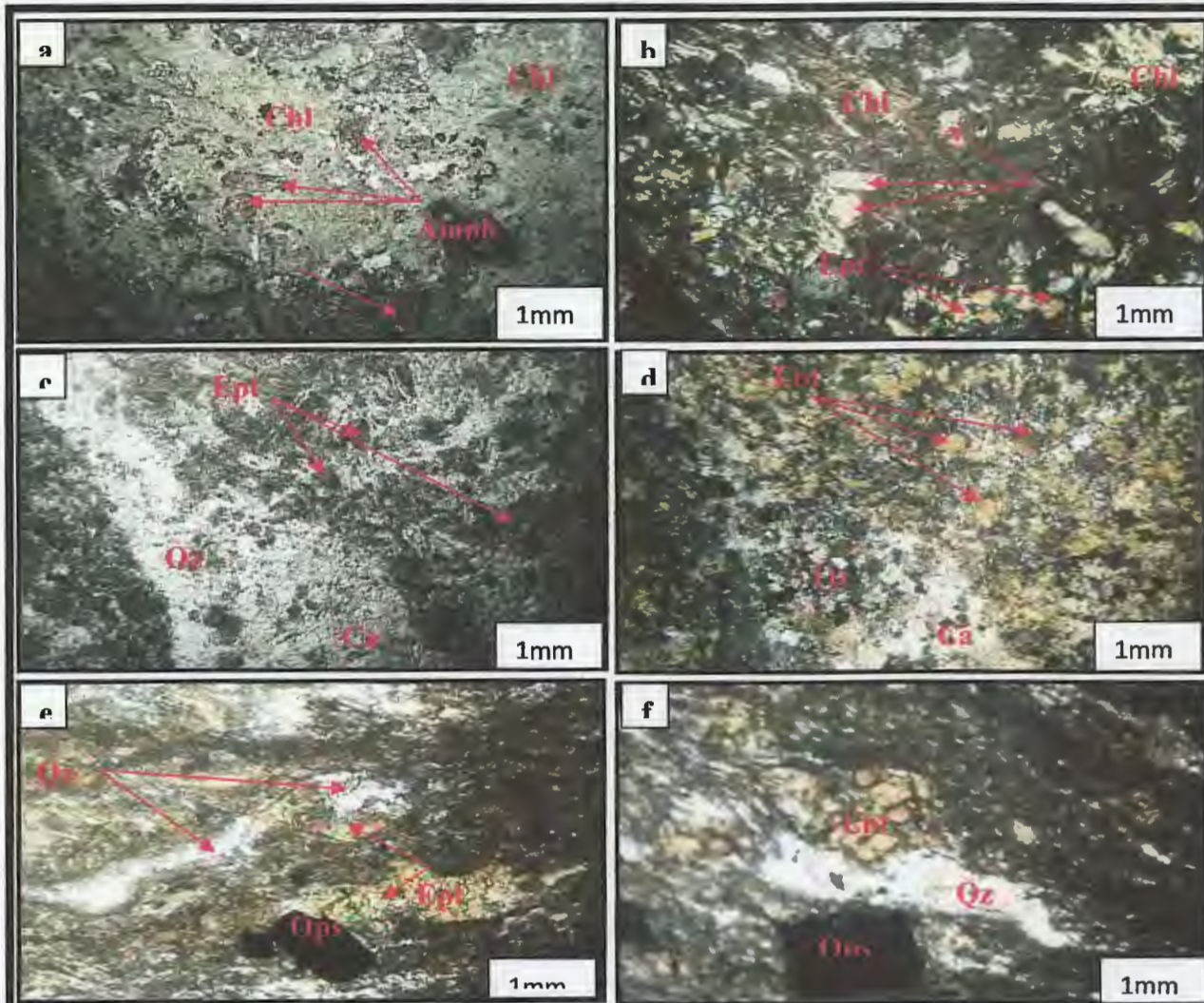


Fig. III.12. Vue microscopique des pistachites de la région d'El-Maida.

- a) Vue microscopique des petits cristaux losangique d'amphibole entouré par la pyrite (LPNA. GX5).
 b) Vue microscopique des petits cristaux losangique d'amphibole entouré par la pyrite (LPA. GX5).
 c) Vue microscopique des petits plages d'épidote associé avec la calcite et le quartz secondaire (LNPA. GX5). d) Vue microscopique des petits plages d'épidote associé avec la calcite et le quartz secondaire (LPA. GX5). e) Vue microscopique des petits plages d'épidote associé avec le quartz secondaire en filonnet et les cristaux quadratique de pyrite (LPA. GX5). f) Vue microscopique des petits plages d'épidote associé avec le quartz secondaire et la pyrite (LPA. GX10).

Conclusion

L'étude pétrographique des minéraux des roches de la région d'El-Maida montre une nette indépendance minéralogique entre l'encaissant schisteux d'une part et les dolérites d'autre part.

Les dolérites de la région d'étude présentent des compositions minéralogiques différentes, avec une intense altération des minéraux primaires (pyroxène, plagioclase et biotite) qui donnent des phénomènes d'altération parfaitement distingués avec des degrés bien développés. Ces roches sont relativement riches en oxyde de fer, pyrite.

Lithologique	Codage de lame mince	Le contenu minéralogique et texture
Séricito-schiste	Lame mince N : FM4	séricite (50%)+, quartz (30%)+, minéraux opaques (10%)±. de texture lépidoblastique.
Chlorito-schiste	Lame mince N : 389	Quartz (40%)+, chlorite (30%)+, muscovite(20%)+, séricite (7%)±, feldspath (3%)±. de texture lépidoblastique.
Quartzite	Lame mince N : AF2-384-384-388	Quartz (70%-85%)+, muscovite (7%)±, plagioclase (5%)±, zircon et zircon (3%)±. de texture microgrenue.
Dolérite	Lame mince N : FM10-FM2-384-387- RM387-389-d390-	Oxyde de fer (15%)+, plagioclase (12%)+, calcite (12%)+, épidote (12%)+, quartz (10%)+, ouralite (10%)+, chlorite (7%)±, clinopyroxène (5%)+, biotite (5%)±, damourite (5%), sphène(5%) de texture doléritique.
Epidotite	Lame mince N : BT1	épidote(40%)+,chlorite(17%)+,calcite(15%)+,quartz(10%)+,minéraux Opaque(10%)+ amphibole(10%)+, de texture grenue.

Fig.III.C. Tableaux illustre la fréquence des minéraux dans les roches.

III .3. Etudes microscopique des faciès

III.3.1. les chlorito-schistes

Les chlorito-schistes sont des roches métamorphique de couleur verdâtre à grain généralement moyen à fin, il présente une schistosité bien marqué (Fig.III.6.a et b), ils sont composés essentiellement de : quartz, chlorite, séricite, muscovite, plagioclase, orthose. Cette association minéralogique peuvent donner la roche une texture lépidoblastique avec un faciès schiste-vert.

❖ Minéraux essentielle

❖ Le quartz

C'est un minéral essentiel dans la composition des séricito-schistes. Il se distingue par la présence d'extinction roulante et apparait en grains de morphologie xénomorphe à sub-automorphe de petite taille entre 0,1 à 0,6mm soulignant les plans de schistosité de la roche (Fig.III.6.a-b).

❖ La chlorite

Elle se manifeste dans la roche par des caractéristiques analogues à celle de muscovite (de forme et de clivage), mais de couleur verte et de teinte plus faible que la muscovite, leur taille est de l'ordre de 0,6 à 2mm. Dans cette roche on peut considérer que la chlorite est un minéral primaire, car il n'y a aucun minéral primaire capable d'être altéré pour donner du chlorite (Fig.III.6.a-b).

Les chlorites soulignent deux plans de schistosité orthogonaux à sub- orthogonaux, S1 et S2. Les microlithons de la première schistosité S1, la plus ancienne sont toujours plus espacés par rapport à ceux de la schistosité S2. Par ailleurs, les plans de schistosités S1 sont souvent mal visibles de forme parfois en « S » et sont totalement ou partiellement effacé par la schistosité S2 (Fig.III.6.e-f).

❖ la séricite

C'est un minéral apparait dans la lame sous forme des petits aiguille présente des teintes vives. Avec une taille varie de 0,6 à 0,8mm (Fig.III.6.c-d).

❖ les feldspaths (minéraux hérités de la roche de départ)

Ils sont rares dans la lame et sont représentés par des plagioclases et de l'orthose. Les premiers sont observés sous forme des cristaux sub-automorphes et de section de macle polysynthétique, de taille d'environ 0,4mm (Fig.III.6.c). Quant aux orthoses, ces feldspaths appariant sous forme des petits cristaux sub-automorphe en section de macle carlsbad un taille d'environ de 0.2mm (Fig.III.6.d).Les clastes des feldspaths se présentent en forme en rotation traversés par la schistosité. Cette structure témoigne la préexistence de ces clastes dans une protolite proximale.

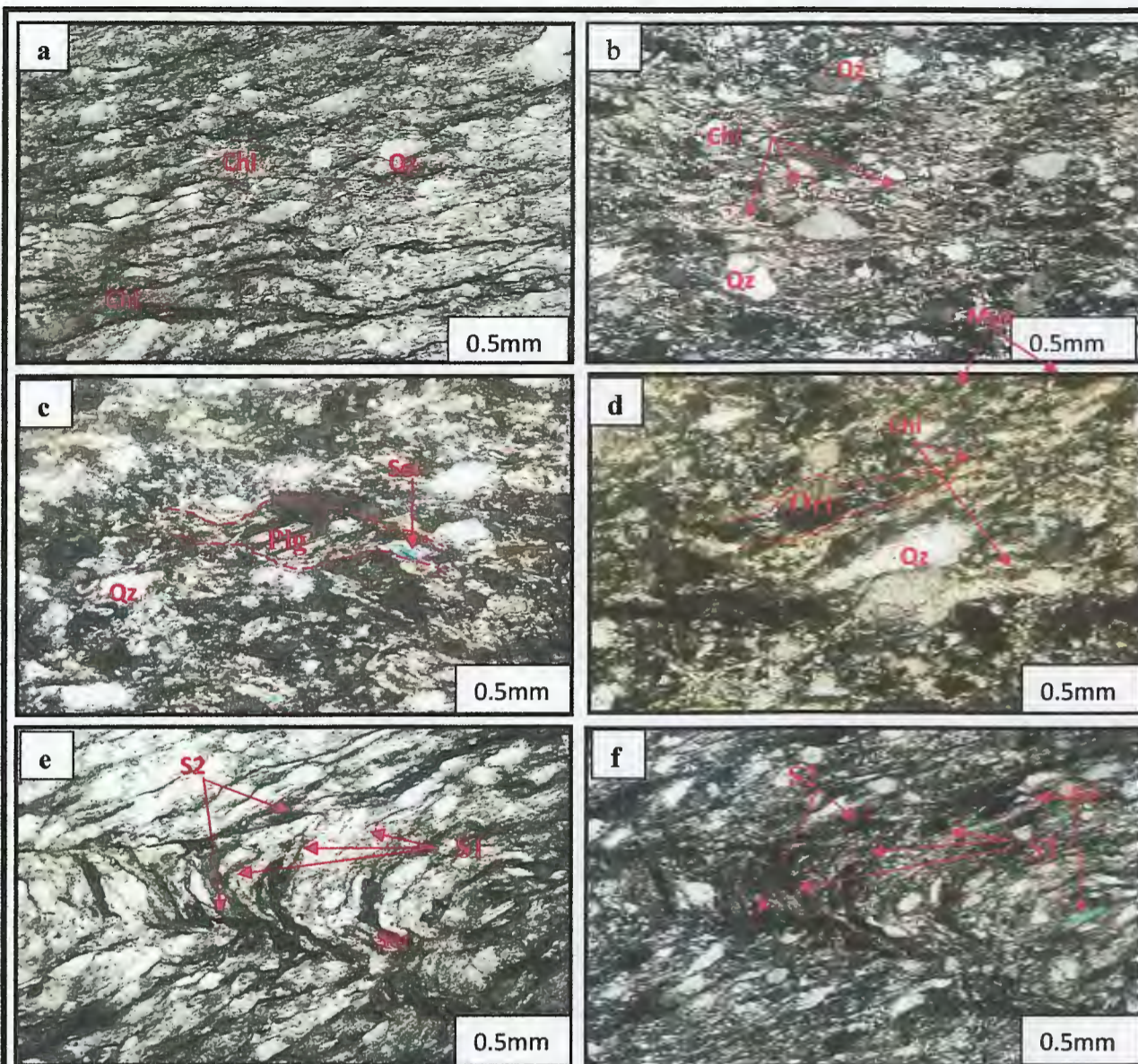


Fig. III.6. Vue microscopique des chloritoshistes de la région d'El-Maida

- a) Vue microscopique des lits en grains de quartz et des lits de chlorite suivent la schistosité (LPNA. GX10)
- b) Vue microscopique des lits en grains de quartz et des lits de chlorite suivent la schistosité (LPA. GX10).
- c) Vue microscopique de grain de plagioclase suivent la schistosité de la roche (LPA. GX10).
- d) Vue microscopique de grain d'orthose suivent la schistosité de la roche (LPNA. GX10).
- e) Vue microscopique montre les deux plans de schistosité dans les chloritoshistes (LPA. GX10).

III.3.2. Les séricito-schistes

Les séricito-schistes sont des roches métamorphiques de couleur sombre à grain généralement fin, ils sont composés essentiellement de : quartz, séricite et minéraux opaques. Cette association minéralogique peut donner à la roche une texture lépidoblastique du faciès schiste vert.

❖ La séricite

La séricite forme la minéralogie essentielle des séricito-schistes. Elle se présente en sections sub-automorphes ou en lits flexueux, associées au quartz (Fig.III.7.a-b). Elle montre parfois, des petites aiguilles adjacentes ou incluses dans le quartz. Les lits de la séricite sont long de 0,2 à 0,8 mm (Fig.III.7.c-d).

❖ Le quartz

Le quartz est un minéral abondant dans ce type de roche. Il se présente parfois, en petites plages soulignant la schistosité. Le quartz présent sous formes xénomorphe à sub-automorphes (Fig.III.7.b-e)

❖ Les minéraux opaques

Ils sont souvent des oxydes de fer. Les minéraux opaques sont souvent orientés parallèlement aux plans de schistosité et parfois sont développés au sein des fractures (Fig.III.7.c-d).

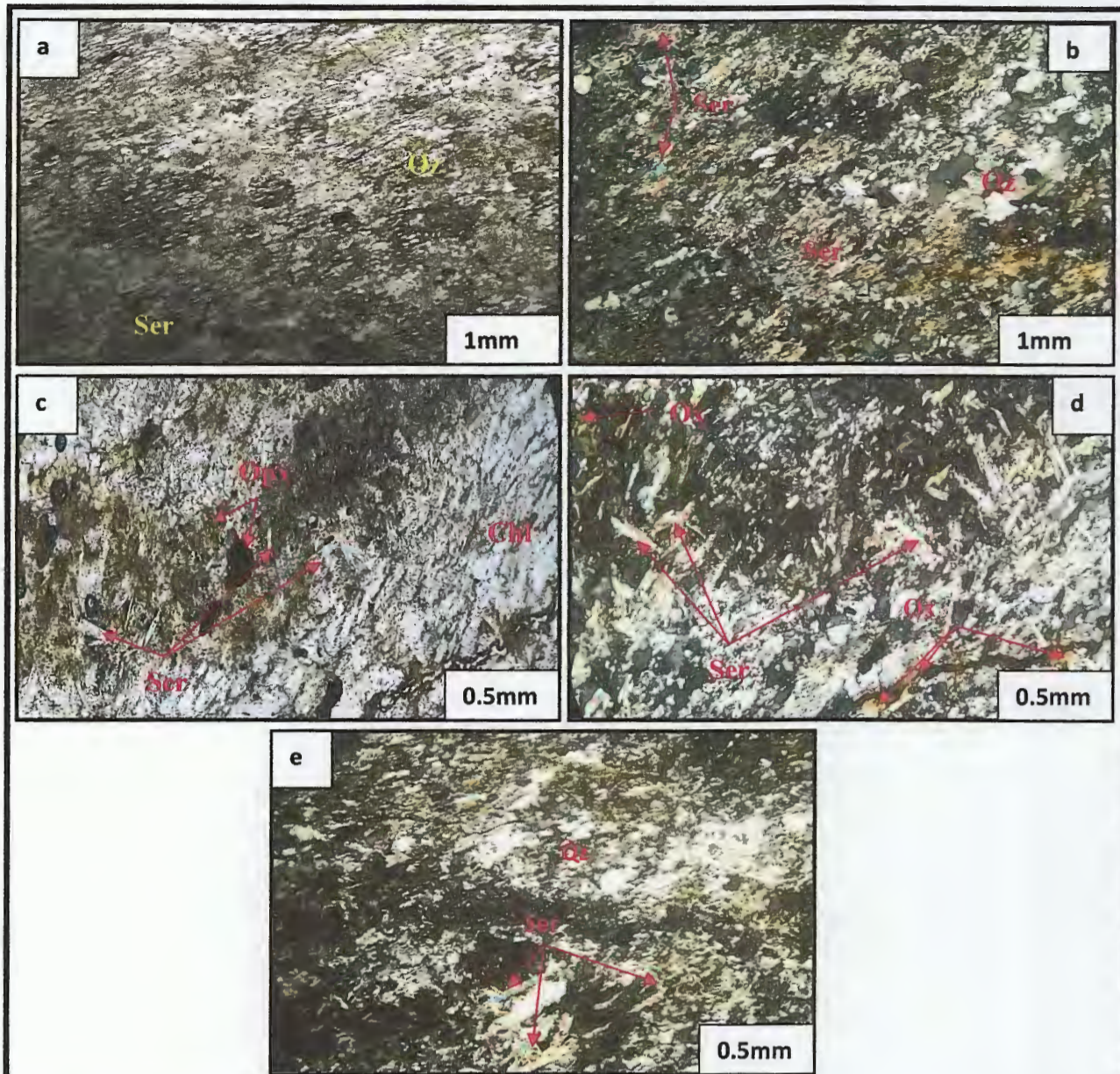


Fig. III.7. Vue microscopique des séricitoschistes de la région d'El-Maida.

- a) séricite en lit fluctueux associé au quartz montrant une texture lépidoblastique (LPNA. GX5).
- b) séricite associé avec le quartz (même photo, a) (LPA. GX5).
- c) séricite associé au quartz et aux petits cristaux opaques soulignant la schistosité (LPNA. GX10).
- d) séricite associé au quartz et aux petits cristaux opaques soulignant la schistosité (LPA. GX10).
- e) séricite associé au quartz et aux petits cristaux opaques (LPA. GX10).

III.3.3. les quartzites

Sont des roches métamorphiques siliceuses massives, très dures, de couleur grise claire, constituées de fines cristaux de quartz soudés entre eux. Ces roches sont souvent fracturées de cassures conchoïdales.

Les minéraux qui forment ces roches sont: le quartz, muscovite, biotite, chlorite, plagioclase, tourmaline, zircon. L'assemblage de ces minéraux donne une texture grenue.

❖ Les minéraux essentiels

❖ Le quartz

C'est la phase la plus abondante dans cette roche avec des proportions comprises entre 70 % à 85 %. Sous forme des plages xénomorphes limpides avec une extinction roulante. Ces quartz sont de petite taille ne dépasse guère 0,8 mm (Fig.III.8.b-c-e)

L'abondance de ce minéral, l'homogénéisation des tailles des grains, et la relation texturale entre eux, donne à cette roche un tissu de texture grenue.

❖ La muscovite

Elle se représente sous forme variable. Elle est souvent des petites lamelles disséminées dans la roche ou bien, elle est concentrée dans les fractures de taille peut atteindre à environ de 0,5mm (Fig.III.8.a-d). Elle prend un seul plan de clivage net et des teintes vives.

❖ Le plagioclase

La roche présente certains cristaux de plagioclase, qui sont connues par leur forme sub-automorphe, et leur macle typique polysynthétique. Dans cette roche les plagioclases admettent une taille d'environ 0,2 mm. (Fig.III.8.b).

❖ Les minéraux accessoires

❖ Le zircon

Le zircon est très abondant de taille plus ou moins grande d'environ 0,1mm et de réfringence élevée, teinté en rose, bleu, jaune... Le Zircon est reconnu par en sections toujours ovoïdes à et relief très fort. Ce minéral se trouve inclus dans le quartz, dans la biotite et parfois dans les feldspaths et parfois il est associé la tourmaline. (Fig.III.8.e-f).

❖ La tourmaline

Il se présente par des morphologies automorphe (des baguettes rectangulaires), à biréfringence élevée, de taille environ de 0,2mm. (Fig.III.8.e).

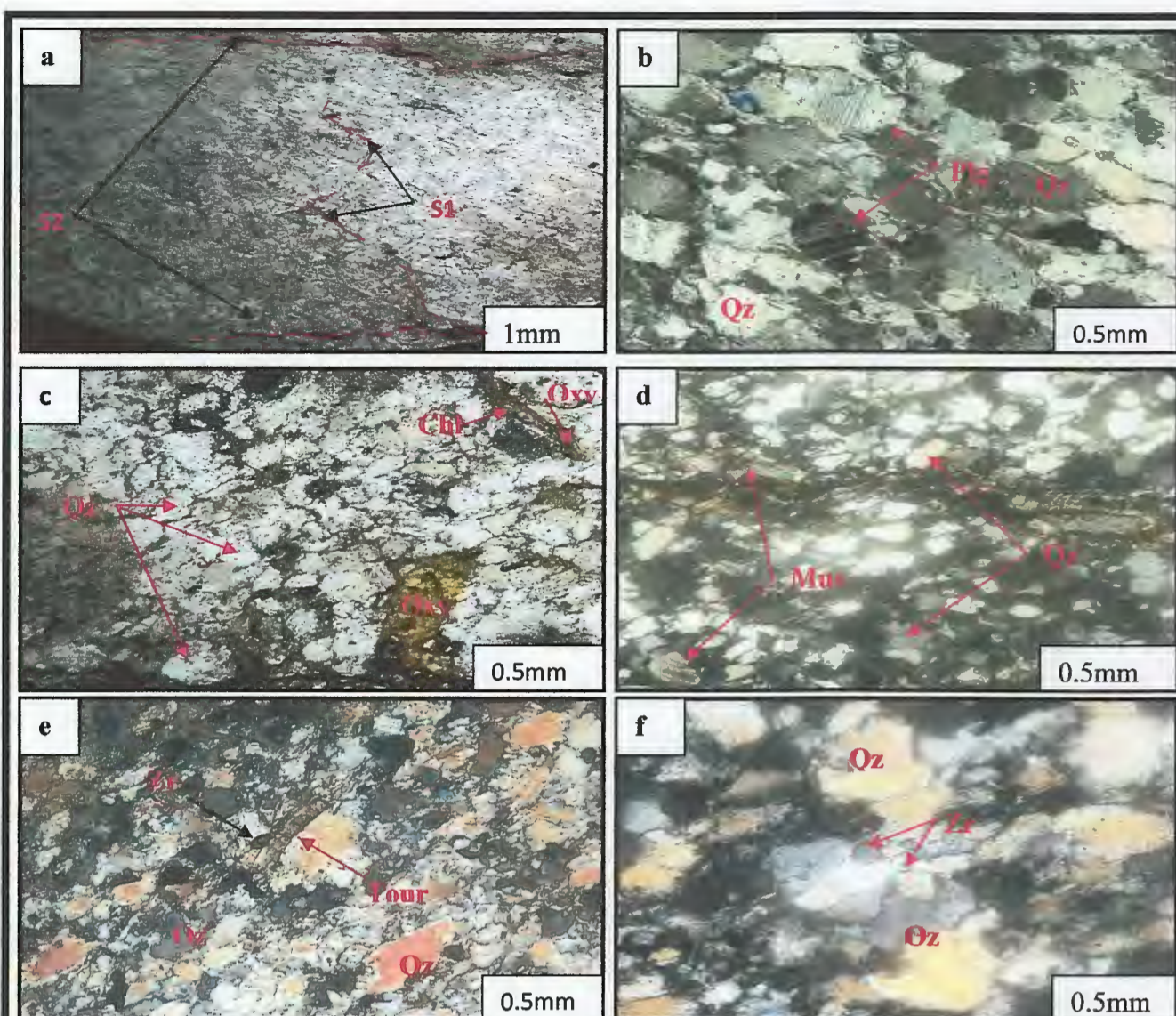


Fig. III.8. Vue microscopique des quartzites de la région d'El-Maida

- a) quartzites illustrant deux plans de schistosité S1 et S2 qui à deux générations de biotite (LPNA.GX5).
- b) cristaux de plagioclase dans une matrice de quartz (LPNA.GX10).
- c) chlorite et oxydes de fer (LPNA.GX10).
- d) muscovite en fines paillettes (LPA.GX10).
- e) minéraux accessoires ; tourmaline et zircon inclus dans les grains de quartz (LPA.GX10).
- f) zircon inclus dans les grains de quartz (LPA.GX10).

III.3.4. Les dolérites

Les dolérites de la région d'El-Maida sont des roches mélanocrates de texture doléritique. Ces roches sont formées par des grains de tailles micrométriques. Les dolérites montrent une minéralogie essentielle de plagioclases, clinopyroxènes auxquelles s'ajoutent des minéraux d'altération : amphibole, épidote et des minéraux opaques avec des proportions divers, on note aussi des petits cristaux de sphène.

❖ Les minéraux essentiels

❖ Les plagioclases

Les plagioclases présentent une morphologie automorphe à sub-automorphe de forme en baguettes avec des macles polysynthétique typique (Fig.III.9.a-b). Du fait de ces différents habitus, la taille des plagioclases varient au sein des échantillons mais également entre les échantillons avec des valeurs comprises entre 0,2 mm et 2 mm. La majorité de ces Plagioclase sont altérés en calcite, en épidotes et en damourite. Ils présentent parfois des inclusions en sphène...

Les lattes de plagioclase forment une grande partie de cette roche et présentent cependant des orientations diverses dans la lame qui ne suivent pas une direction préférentielle liée à l'écoulement du magma. Ces lattes apparaissent appuyées les unes sur les autres, ce qui forme la texture doléritique (Fig.III.9.a).

❖ Les clinopyroxènes

Les clinopyroxènes apparaissent en sections automorphes à sub-automorphes de taille millimétrique. Il est reconnu par sa réfringence toujours élevée et par ces clivages sub-carrés et une biréfringence élevée (Fig.III.9.c) Les plages de clinopyroxène intactes sont de faible proportion (5%), ce minéral ce trouve toujours altérée en amphibole, en calcite (Fig.III.9.f).

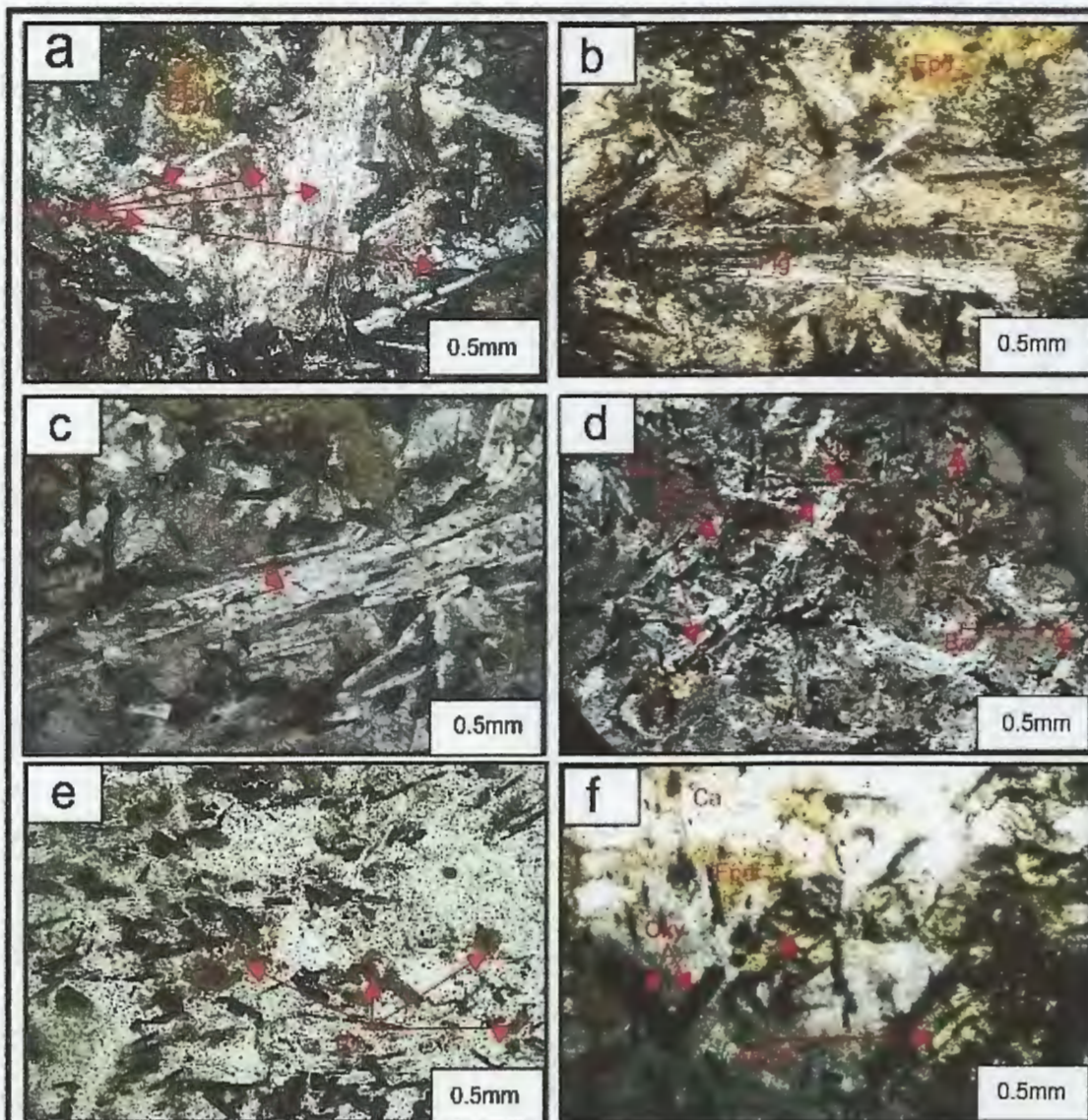


Fig.III.9. Vue microscopique des minéraux essentielle des dolérites de la région d'El Maida.

- a) Vue microscopique des plagioclases intracroisés entre eux qui forment la texture doléritique (LPNA GX10)
- b) Vue microscopique des plagioclases intercroisés entre eux qui forment la texture doléritique (LPA GX10).
- c) Vue microscopique de pyroxène dans la dolérite qui montre un clivage orthogonal (LPNA GX10).
- d) Vue microscopique des petits grains de biotite dans la dolérite (LPNA GX10).
- e) Vue microscopique des cristaux xénomorphes à sub-automorphes de biotite dans la dolérite (LPNA GX10).
- f) Vue microscopique de quelques produits d'altération des minéraux primaires des dolérites (LPNA GX10).

❖ Les minéraux d'altération

Dans la plupart des échantillons, les minéraux d'altération montrent des morphologies plus xénomorphes que les pyroxènes, les Plagioclases et la biotite. Ils sont donc légèrement plus tardifs que ces derniers. De plus, le pyroxène et parfois les plagioclases montrent un étalement de leur cristallisation dans le temps.

❖ L'épidote

C'est un minérale d'altération des plagioclases. Il se présente généralement en plages xénomorphes de taille de 0,5 à 2 mm et se manifeste, en section de teinte de polarisation très vive (Fig.III.10.c-d). Il possède souvent des inclusions arrondies de quartz (Fig.III.10.e). Dans certains échantillons, on le trouve également en cristaux interstitiels entre les Plagioclases ou des petites lamelles développent sur les cristaux des plagioclases. Ces dernières morphologies sont toujours associées à des cristaux sub-automorphes dans la roche montrant une altération continue de plagioclase dans le temps.

❖ Les amphiboles

Selon toute vraisemblance, la plus part de ces échantillons ont possédé à l'origine de l'augite. Ce pyroxène a été d'abord ouralitisé pour donner des amphiboles qui sont présentent sous forme des prismes allongé sub-automorphe de taille de 0,5 à 1,5mm montrant deux plans de clivage losangique avec une teinte gris-bleutée. (Fig.III.10.a-b).

Les clinopyroxènes présentent des degrés d'altération relativement importants qui ont partiellement ou totalement gommés leurs caractéristiques minéralogiques primaires, donc on peut dire que les amphiboles sont des minéraux secondaires.

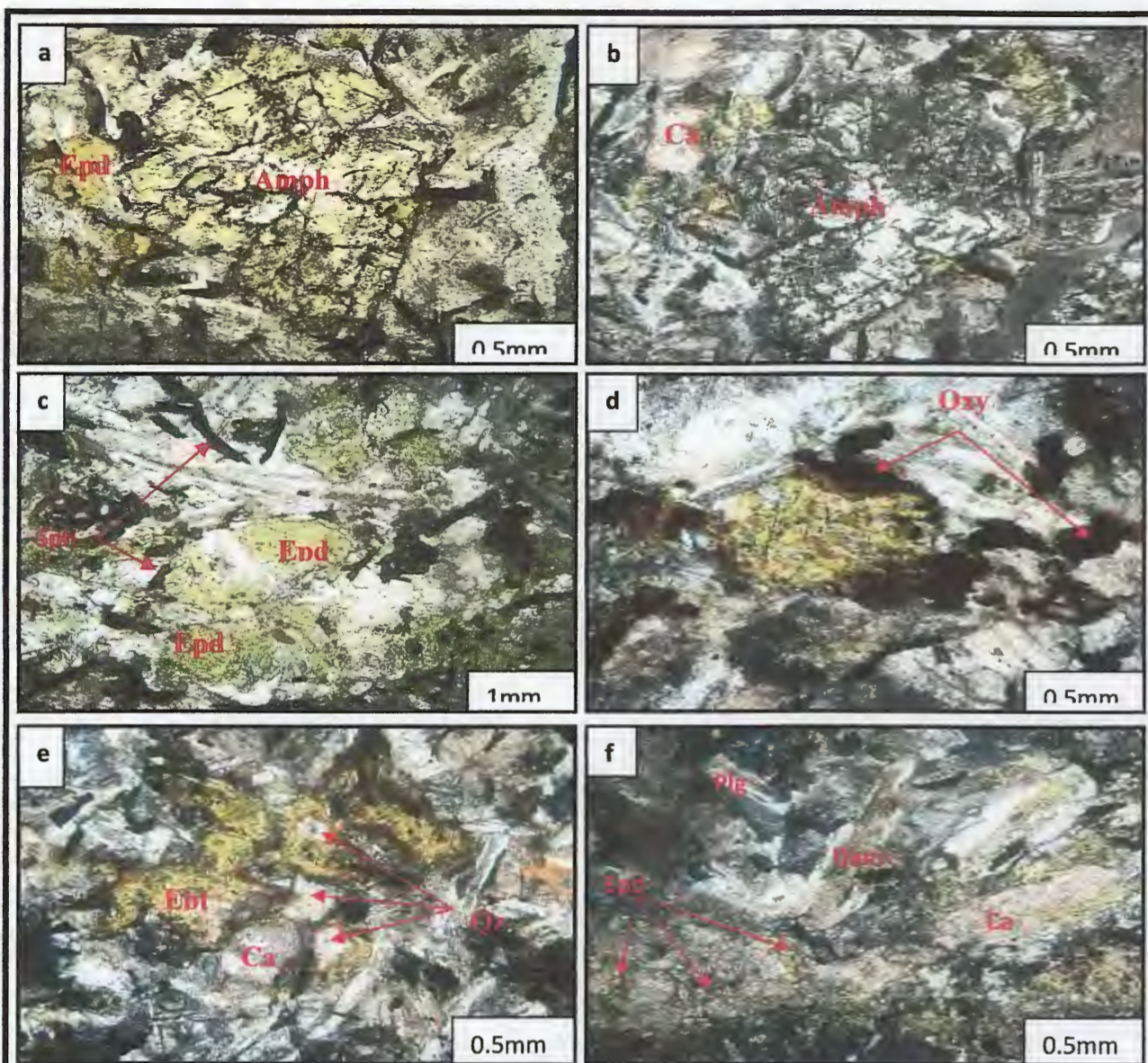


Fig .III.10. Vue microscopique des minéraux d'altération des dolérites de la région d'El-Maida

- a) Cristaux d'amphiboles. (LPNA.GX10).
- b) Cristaux d'amphiboles. (LPA.GX5).
- c) des plages d'épidote avec des petits cristaux de sphène. (LPNA.GX10).
- d) des épidotes associées aux oxydes de fer. (LPA.GX10).
- e) plagioclase en déséquilibre au profit des épidotes et de quartz secondaire (LPA.GX10).
- f) des petits fibres d'épidote, calcite et damourite issues de l'altération des plagioclases (LPA.GX10).

❖ la calcite

C'est un minéral secondaire issu de l'altération de plagioclase et de clinopyroxène. On les trouve soit en petits cristaux de l'ordre de 0,5 mm parfois en position interstitielle entre les Plagioclases (Fig.III.10.b), soit en plus grands cristaux de l'ordre de 1 - 2 mm, le plus souvent sub-automorphes arrondies ou allongés ou bien des filons remplis les fissures (dans certains échantillons ils recourent presque la totalité de la lame), il montre un clivage plus ou moins fin et forme un quadrillage losangique (Fig.III.11.a).

La Calcite est Caractérisée par des teintes typiques blanc-grisâtre et des irisations multicolores (rose et verte) mais toujours de nuances délavées. Toutes ces morphologies peuvent s'observer au sein d'un même échantillon, ce qui reflète un étalement de la cristallisation de la calcite dans le temps.

❖ Le quartz

Il se présente sous forme de concrétionnement ou des cristaux dans les fractures, le silice serait soit d'origine hydrothermale soit résultant de l'altération des plagioclases ou des pyroxènes (Fig.III.10.e). de taille varie de 0,2mm à 2mm.

❖ La damourite

La damourite apparaît toujours en très fines paillettes dans les sections de feldspaths, en particulier le plagioclase (Fig.III.10.f).

❖ les minéraux opaques

Les minéraux opaques sont en bien grande quantité dans ces échantillons et représente des proportions modales inférieures ou égales à 30 % avec une morphologie automorphe (les cubes de pyrite) et xénomorphes ou des petites baguettes (oxyde de fer).

❖ La pyrite

Parmi les minéraux opaques dans ce type des roches on distingue la pyrite qui apparaît sous forme quadratique disséminés dans certains cristaux d'amphibole (Fig.III.11.f). Il peut présenter aussi une texture particulière avec une accumulation de pyrite (Fig.III.11.c-e)

❖ Les oxydes de fer

L'oxydation des amphiboles, d'épidote se manifeste par une transformation partielle et/ou totale de ces minéraux en oxyde de fer (Fig.III.11.d). Cette oxydation commence à se manifester le long des microfissures, au niveau des plans de clivage des cristaux automorphes d'amphibole (Fig.III.10.a-b) il se développe sur les bordures d'épidote (Fig.III.10.d).

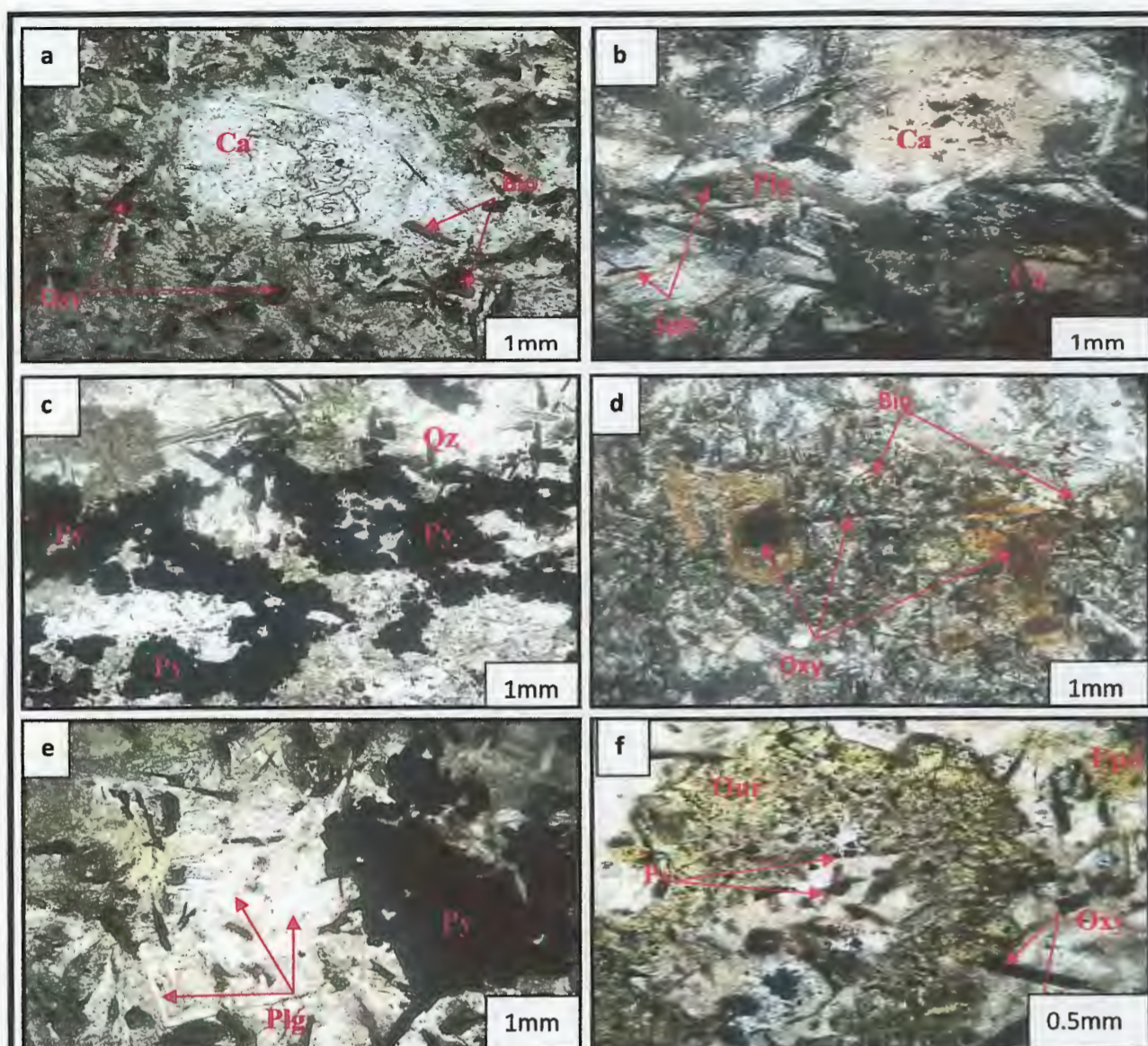


Fig.III.11. Vue microscopique des minéraux d'altération des dolérites de la région d'El-Maida

- a) calcite rhomboédrique, des oxydes de fer. (LPNA.GX5).
 b) calcite, Plagioclase et sphène (LPA. GX5).

c-e) accumulations de la pyrite avec des cristaux de plagioclase et de quartz. (LPNA. GX5).

- d) oxydes de fer (LPNA. GX5)
 f) petits grains de pyrite associés aux amphiboles (LPNA. GX5).

III.3.5. Les épidotites

Se sont des roches mélanocrates épi-schistosé. Ces roches sont fortement altérées avec seul le minéral qui peut être primaire est l'amphibole, les autres minéraux secondaires sont composés essentiellement d'épidote, associés aux chlorites, la calcite, le quartz... La minéralisation est représentée sous forme d'opaque et de forme quadratique de cube de pyrite. Cette minéralogie forme un tissu à texture grenue avec des grains de taille millimétrique.

❖ Les minéraux essentiels

❖ Les amphiboles

Se sont des cristaux bien taillés de forme prismatique et de taille millimétrique. Les amphiboles sont pour la plus part colorées en brune ou brune verdâtre. La biréfringence est moyennement élevée, du jaune orangée de la deuxième moitié du premier ordre. Ces Amphiboles présentent deux plans de clivage losangiques (Fig.III.12.). Il faut noter que la chloritisation de cette amphibole est bien amorcée.

❖ Les minéraux d'altération

❖ Le zoizite

C'est la phase la plus dominante dans cette roche. Il se présente en plages xénomorphes, de taille plus ou moins petits, il se manifeste en section de teinte de polarisation vive et variée donnant un aspect d'un manteau d'arlequin (Fig.III.12.d). Les épidotes sont souvent entourées par de la calcite et du quartz (Fig.III.12.e-f). Ces épidotes ne montrent dans aucuns coins des lames minces examinées des traces de plagioclase calcique, ce qui témoigne d'altération profonde de ces roches.

❖ La chlorite

Elle se présente sous forme des fibres, traversant la roche d'un coté à un autre, toujours associée aux amphibole et se développe soit aux périphéries de ce minéral soit le long de ces clivages. La taille des chlorites est de l'ordre de 0,2 à 3mm (Fig.III.12.a-b).

❖ La calcite

La calcite se trouve soit associée aux épidotes et disséminés dans la roche, soit associée au quartz en remplissage tardive dans les discontinuités et les fractures qui recoupent la roche. La taille de la calcite est d'environ de 3mm (Fig.III.12.c-d).

❖ Le quartz

Le quartz est un minéral peu abondant. Il se présente en sections xénomorphes assez petites à extinction souvent roulante, de taille qui ne dépasse pas 0,6mm. Le quartz se manifeste souvent associés à la calcite et cristallisé tardivement dans les fentes et les fractures sécantes par rapport à la roche (Fig.III.12.c-d).

❖ les minéraux opaques

Ils apparaissent sous forme quadratique dispersés dans la roche dans la paragenèse essentielle le long des clivages ou aux frontières des minéraux d'amphiboles et d'épidote. Parfois ces opaques se concentrent dans les fractures et les discontinuités de la roche (Fig.III.12.e-f).

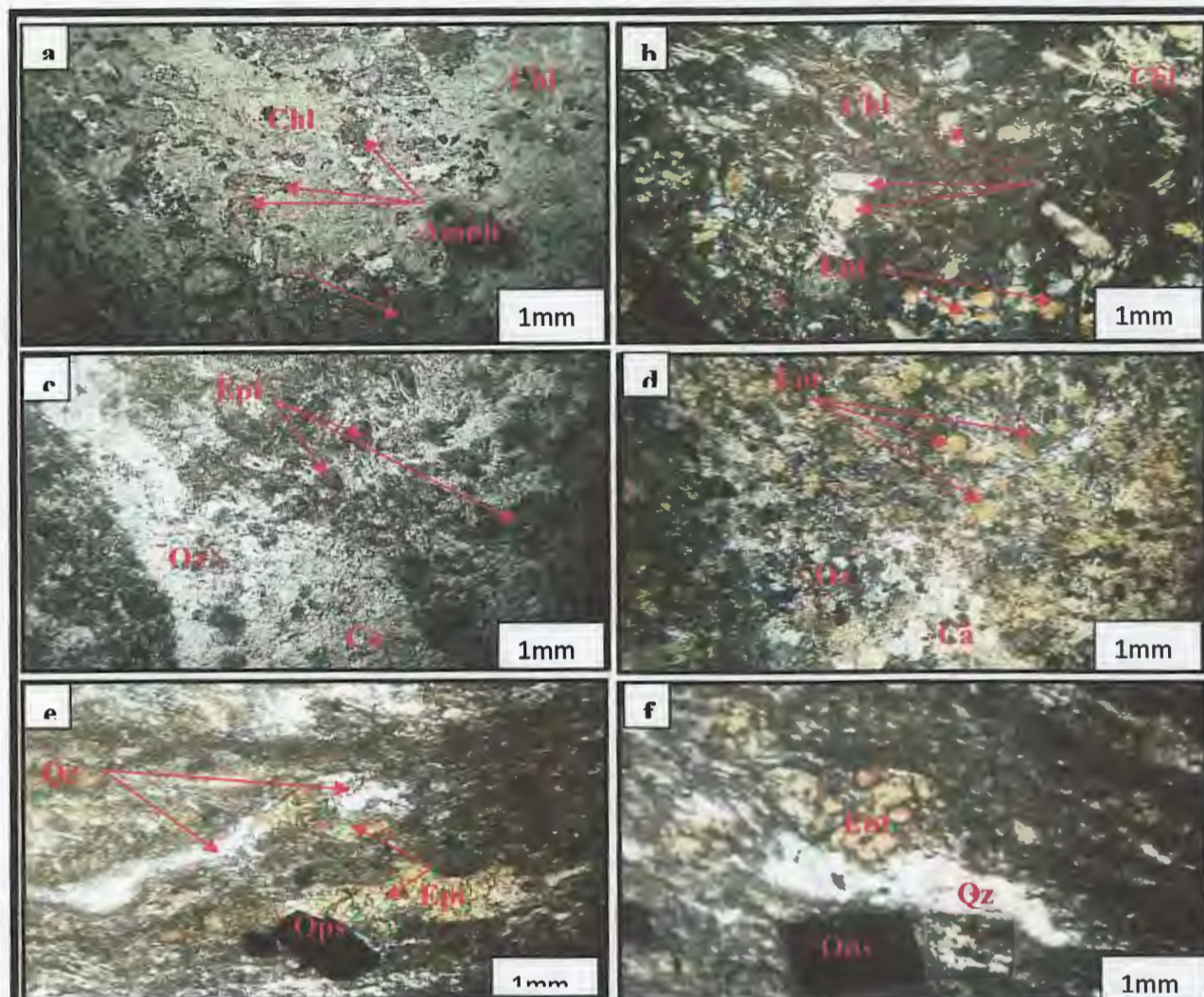


Fig. III.12. Vue microscopique des pistachites de la région d'El-Maida.

- a) Vue microscopique des petits cristaux losangique d'amphibole entouré par la pyrite (LPNA. GX5).
 b) Vue microscopique des petits cristaux losangique d'amphibole entouré par la pyrite (LPA. GX5).
 c) Vue microscopique des petits plages d'épidote associé avec la calcite et le quartz secondaire (LNPA. GX5). d) Vue microscopique des petits plages d'épidote associé avec la calcite et le quartz secondaire (LPA. GX5). e) Vue microscopique des petits plages d'épidote associé avec le quartz secondaire en filonnet et les cristaux quadratique de pyrite (LPA. GX5). f) Vue microscopique des petits plages d'épidote associé avec le quartz secondaire et la pyrite (LPA. GX10).

Conclusion

L'étude pétrographique des minéraux des roches de la région d'El-Maida montre une nette indépendance minéralogique entre l'encaissant schisteux d'une part et les dolérites d'autre part.

Les dolérites de la région d'étude présentent des compositions minéralogiques différentes, avec une intense altération des minéraux primaires (pyroxène, plagioclase et biotite) qui donnent des phénomènes d'altération parfaitement distingués avec des degrés bien développés. Ces roches sont relativement riches en oxyde de fer, pyrite.

Lithologique	Codage de lame mince	Le contenu minéralogique et texture
Séricito-schiste	Lame mince N : FM4	séricite (50%)+, quartz (30%)+, minéraux opaques (10%)±. de texture lépidoblastique.
Chlorito-schiste	Lame mince N : 389	Quartz (40%)+, chlorite (30%)+, muscovite(20%)+, séricite (7%)±, feldspath (3%)±. de texture lépidoblastique.
Quartzite	Lame mince N : AF2-384-384-388	Quartz (70%-85%)+, muscovite (7%)±, plagioclase (5%)±, zircon et zircon (3%)±. de texture microgrenue.
Dolérite	Lame mince N : FM10-FM2-384-387- RM387-389-d390-	Oxyde de fer (15%)+, plagioclase (12%)+, calcite (12%)+, épidote (12%)+, quartz (10%)+, ouralite (10%)+, chlorite (7%)±, clinopyroxène (5%)+, biotite (5%)±, damourite (5%), sphène(5%) de texture doléritique.
Epidotite	Lame mince N : BT1	épidote(40%)+,chlorite(17%)+,calcite(15%)+,quartz(10%)+,minéraux Opaque(10%)+ amphibole(10%)+, de texture grenue.

Fig.III.C. Tableaux illustre la fréquence des minéraux dans les roches.

III.4. Altération hydrothermal

III.4.1. Introduction

L'altération hydrothermale des roches magmatiques basiques dépend par les minéraux primaires, alors que chaque minéral montre plusieurs produits d'altération. Il en résulte des assemblages minéralogiques assez divers, la variété actuelle de ces roches masque ainsi leurs ressemblances initiales: les plagioclases, les pyroxènes, (sous les phénomènes de calcitisation, chloritisation, silicification, ouralitisation, saussuritisation, damouritisation).

III.4.2. La chloritisation

C'est un processus de dégradation des roches magmatiques (granitiques ou volcaniques) au cours duquel il y a remplacement du potassium (K) par de l'aluminium (Al) dans les micas au contact de l'oxygène. On observe alors la formation de chlorite (groupe de minéraux de formule chimique $(\text{Fe}, \text{Mg}, \text{Al})_6(\text{Si}, \text{Al})_4\text{O}_{10}(\text{OH})_8$). Les chlorites sont produits par la décomposition (altération), pyroxènes Ca ($\text{Si}_2 \text{Al}_2 \text{O}_8$), et les amphiboles $\text{NaCa}_2 (\text{Mg}, \text{Fe})_4\text{Al}_3\text{Si}_6 \text{O}_{22}(\text{OH}, \text{F})_2$.

Ce phénomène est suivi par le changement de la composition chimique et minéralogique des roches de notre site d'étude et les épidotites (Fig.III.13.a-b).

III.4.3. L'ouralitisation

Ce phénomène résulte de l'altération du pyroxène pour donner la hornblende de couleur verte.

Dans le cas de la dolérite d'El Maida les produits d'altération des clinopyroxènes sont représentés par de l'amphibole et/ou par l'association du chlorite, calcite, quartz et plus des opaques. (Fig.III.13.c).

III.4.4. L'épidotisation (saussuritisation)

La structure fine des feldspaths (plagioclase basique) rend facilement altéré, ce processus de transformation hydrothermale, ou d'altération, au cours duquel des plagioclases basiques sont remplacés par l'épidote ou par un mélange vert sombre d'épidote et de lawsonite on appelle ce phénomène d'altération (formation d'épidote $\text{Ca} (\text{Si}_2 \text{Al}_2 \text{O}_8) + \text{OH}$) épidotisation ou saussuritisation qui affecte les dolérites de la région d'El-Maida (Fig.III.13.d).

III.4.5. Damouritisaion

Le damourite est un type de micas blanc (hydro muscovite) résulte de l'altération des feldspaths (plagioclases sodique). En général, le produits résulte est micacés (damourite). Ce type d'altération attaque les dolérites (Fig.III.13.e).

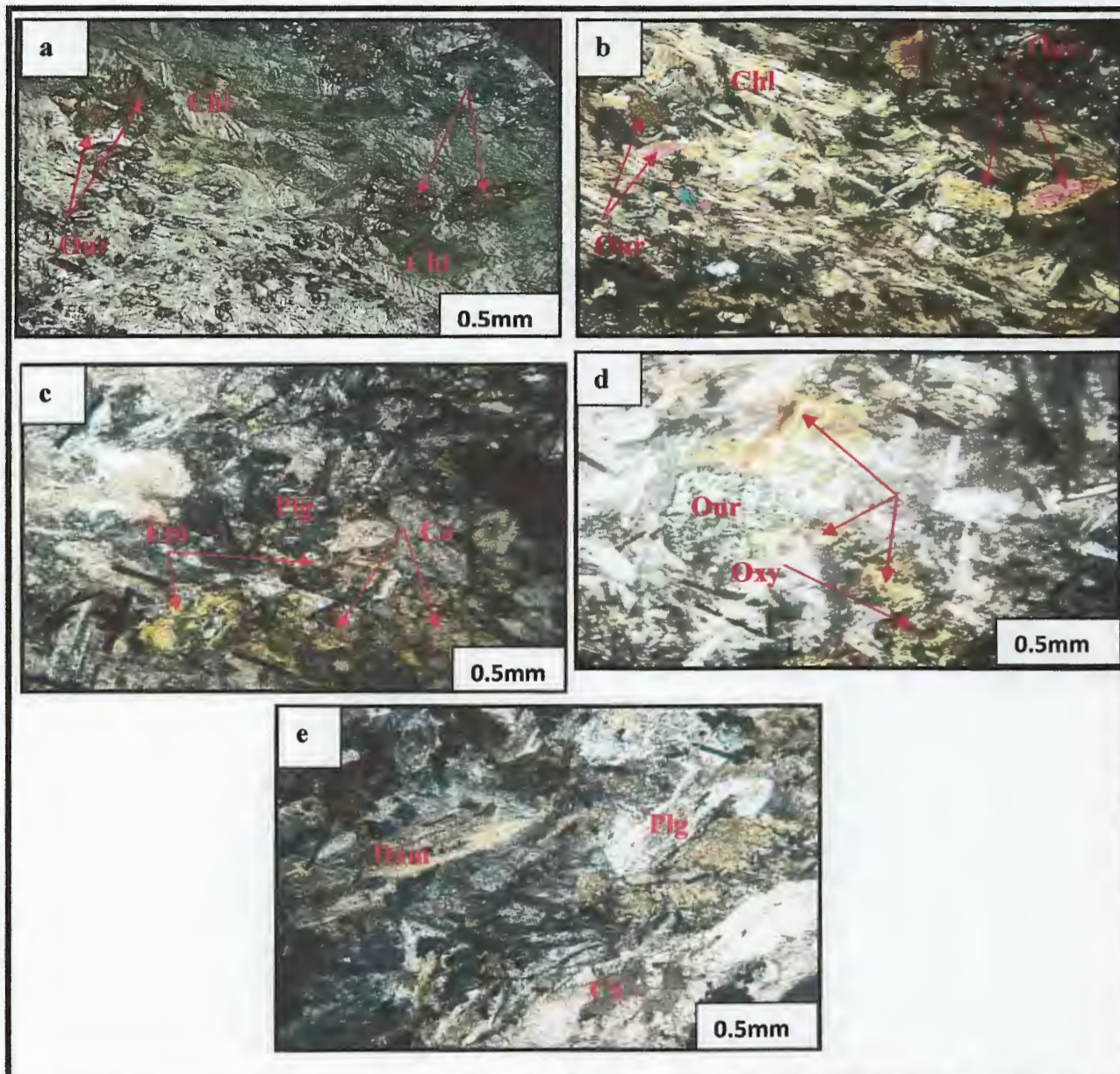


Fig.III.13. Vue microscopique des différents types d'altération des roches d'El Maida

- a) phénomène de la chloritisation dans la pistachite (LPNA.GX10).
- b) phénomène de la chloritisation dans la pistachite (LPA.GX10).
- c) phénomène de l'épidotisation et de la calcitisation dans la dolérite (LPA.GX10).
- d) phénomène d'ouralitisation dans la dolérite(LPA.GX10).
- e) phénomène de damouritisation dans la dolérite(LPA.GX10).

III.4.6. La calcitisation

C'est la formation ou la genèse de la calcite qui issue de l'altération hydrothermal des anciens cristaux par deux génération, la premier sous forme des cryptocristalline se développe au sein des minéraux et de la pâte, la deuxième sous forme de plages cristalline, en remplissage de filons dans un ferro-magnésien, le carbonate se dispose suivant les clivages de l'élément transformé. Ce type d'altération apparait dans les dolérites (Fig.III.13.e) et les épidotites (Fig.III.14.c-e-f).

III.4.7. Silicification

Ce phénomène permet de donner le silice qui résulte de dernière étape d'altération de plagioclase et de clinopyroxène. Il est représenté dans les dolérites (Fig.III.14.e-f) et les épidotites (Fig.III.14.d).

❖ Phénomène de pression dissolution

Pendant le métamorphisme les minéraux qui constituent la roche subissent une déformation avec un transfert de matière, qui se traduit par la dissolution de certain minéraux tel que le la calcite dans les épidotites du terrain d'étude (Fig.III.14.a-b).

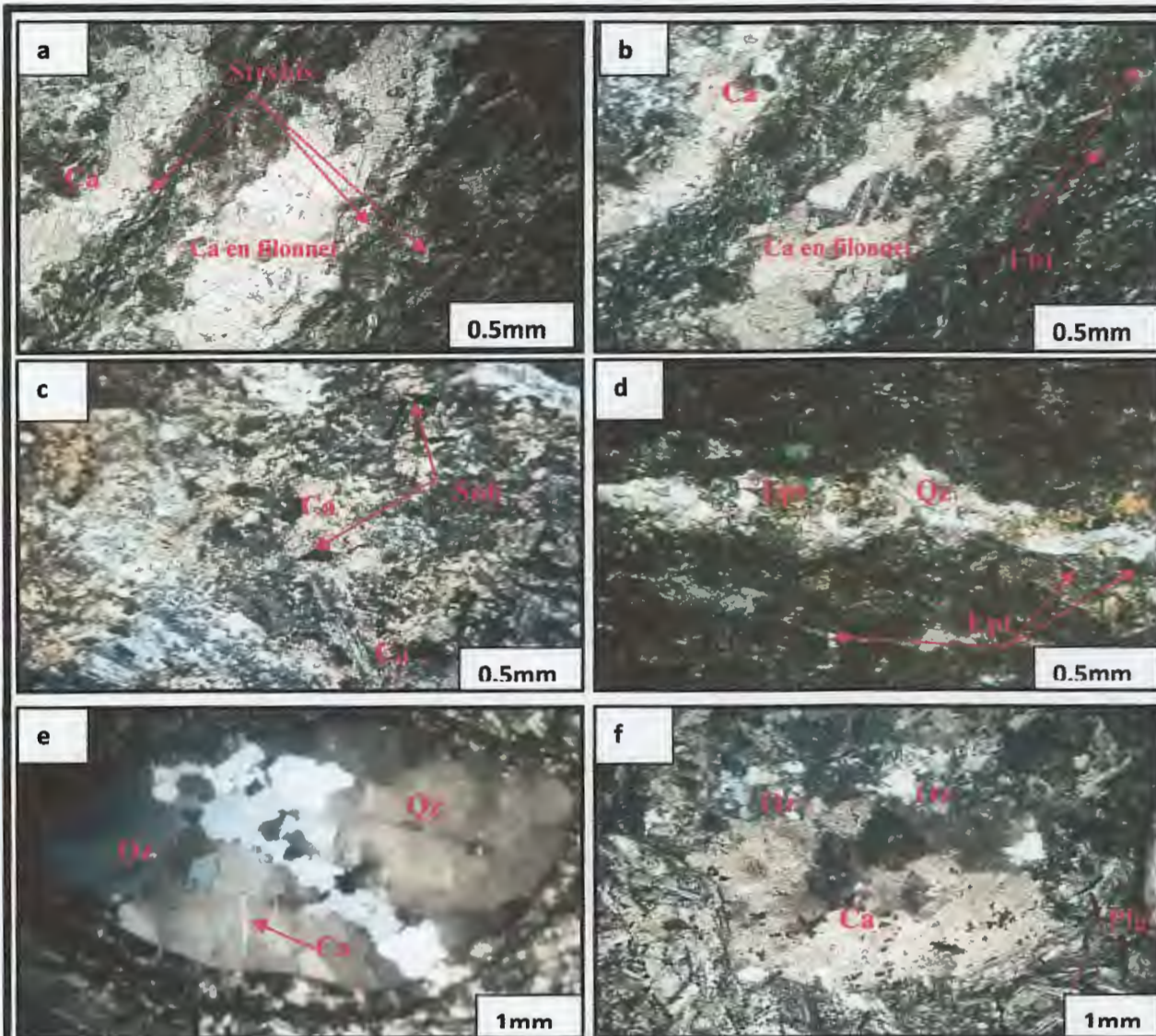


Fig.III.14. Vue microscopique de différentes phases d'altération qui ont touché les roches de la région d'El-Maida

a-b) Phénomène de pression dissolution de la calcite associée à une structure schisteuse dans les pistashites. (LPNA- LPA. GX10).

c) phénomène de calcitisation des dolérites. (LPA. GX10).

d) phénomène de calcitisation et silicification des pistashites. (LPA. GX10).

e) phénomène de calcitisation et silicification des dolérites. (LPA. GX5)

f) phénomène de silicification et de calcitisation des dolérites. (LPA. GX5).

Conclusion

On peut résumer les altérations qui ont affecté les différentes roches de notre site d'étude de la région d'El-Maida comme suite :

-L'altération des plagioclases et les pyroxènes avec la présence du CO_2 explique le phénomène de calcitisation et de silicification.



Plagioclase calcique (anorthite) \rightleftharpoons kaolinite



Clinopyroxène \rightleftharpoons chlorite \pm calcite \pm quartz \pm sulfure \pm les oxydes

-la dégradation de la biotite en chlorite, ou phénomène de chloritisation.

La biotite \rightleftharpoons la chlorite

-L'hydratation de plagioclase peut donner l'épidote de formule chimique $\text{Ca} (\text{Si}_2 \text{Al}_2 \text{O}_8) + \text{OH}$

Plagioclase + OH \rightleftharpoons épidote

-L'altération de plagioclase en damourite

Feldspath \rightleftharpoons damourite

-la formation d'ouralite à partir de la destruction d'unclinopyroxène

Clinopyroxène \rightleftharpoons amphibole (ouralite)

CONCLUSION GENERAL

Les formations de la région d'el-Maida sont caractérisées par des séries schisteuses de basse pression et de basse à température, surmontant un complexe gneissique et micaschisteux de basse à moyenne pression et de haute température. Les unités schisteuses et micaschisteuse renferment des quartzites qui sont composées essentiellement de quartz, associés à des muscovites et des chlorites et riche en zircon. Ces unités à métapélite sont recoupées par des filons de magmatiques volcaniques mélanocrates, qu'il s'agit des filons de dolérites. Ils sont orientés NE-SW, ces dolérites de la région d'étude présentent des formes, de taille et des textures minéralogiques variables. Elles sont constituées principalement par une minéralogie à pyroxène, plagioclase \pm biotite, associées à des sphènes et aux minéraux d'altérations ; épidote, amphibole, calcite, quartz, chlorite, damourite et les minéraux opaques.

Au sud de terrain d'étude affleurent des roches de pistashites formées essentiellement par l'amphibole, l'épidote, la calcite et le quartz.

La mise en place des corps de dolérites d'El-Maida sont efficacement contrôlée par la tectonique. En effet, ces corps de pegmatites suivent préférentiellement ces directions. Par ailleurs cette tectonique trace sans doute la trajectoire des solutions hydrothermales responsables aux transformations d'altération affectant ces roches objet d'étude en montrant une multitude de transformation représenté par l'ouralitisaion, la saussuritisaion, la calcitisaion, la silicification, la chloritisaion, la damouritisaion.



BIBLIOGRAPHIE

Bibliographie

- Bellon, H., (1976) :** Série magmatiques néogène et quaternaire du pourtour de la méditerranée.
- Bouftouha, Y., (2000) :** Pétrologie, Géochimie et Métallogénie des skarns de la Kabylie de Collo. (N.E. Algérien). Thèse de doctorat d'état, Univ. Constantine, 256P.
- Bouillin, J.P., Raoult, J.F., (1970) :** Présence sur le Socle Kabyle de Constantinois d'un olistostrome lié au charriage des flyschs, le numidien peut-il être un néo-autochtone. Bull. Soc. Géol. Fr, (7), XIII. Paris.
- Bouillin, J.P., (1977) :** Géologie Alpine de la Petite Kabylie dans la région de Collo et d'El Milia (Algérie).thèse doctorat. UNI P et M. CURIE. 511P.
- Bouillin, J.P., (1983) :** Nouvelle hypothèse sur la structure des maghrébides. C. R. Acad. Sc. Paris, t. 296, Série II.
- Djellit, H., (1987) :** Evolution tectono-metamorphique du Socle Kabyle et polarité de mise en place des nappes de flysch en Petites Kabylie occidentale (Algérie). Thèse doctorat, université de paris Sud, 206P.
- Durand delga, M., (1955):** Etude géologique de l'Ouest de la chaîne Numidique. Thèse d'Etat. Paris. 533P
- Durand-Delga, M., (1969):** Mise au point sur la structure Nord-Est de la Bérberie. *Bulletin du Service de la Carte Géologique de l'Algérie.*
- Ehrmann, F., (1928) :** Sur l'extension du primaire fossilifère en bordure Ouest du massif de Collo-Philippe-ville. Association française. Avancement science, Constantine, Congrès de 1927.
- Fougnot, J., (1990) :** Le magmatisme Miocène du littoral nord constantinois. Thèse Doctorat. INPL, Nancy, 358P.
- Gravelle, M., (1959) :** Etude géologique et prospection minière dans le massif d'Oued Amizour (région de Bougie). *Bull. Serv. Géol. Alg.*
- Hebib, R., (2011) :** Géologie et gisement de pierres de taille en Algérie du Nord, caractérisations géotechnique thèse de Magistère. USTHP. Alger.242P.
- Mahdjoub, Y., (1991) :** Cinématique des déformations et évolution p/T. Anté-Alpine et Alpine de la Petite Kabylie (Algérie Nord orientale). Un modèle d'évolution du domaine tellien interne, Thèse de sciences, Alger.196P

Obert, D., (1981): Géologie des Babors (Algérie) ; importance de la paléotectonique alpine dans occidentale comparées dans leur cadre géochronométrique.

Ouabadi, A., (1987) : Etude pétrographique du complexe magmatique du Nord de la Kabylie de Collo. Thèse de Magistère. USTHP.Alger.232P.

Penven, M.J., Sabate, P., (1980) : Quelques aspects pétrographiques et structuraux du massif granitique de Cap Bougaroun (Algérie Nord orientale. Géologie. Méditerranéenne. Tome VII, n°1,

Penven, M.J., Zimmermann J.L, (1986) : Mise en évidence d'un âge Langhien pour le plutonisme calco-alcalin de la Kabylie de Collo (Algérie). C. R. Acad. Sci. Paris, 303, (II), 420P.

Raoult, J. F., (1974) : Géologie du centre de la chaîne numidique (Nord Constantine, Algérie). Mém. Soc. Géol. France.

Raoult, J.F., (1974) : Géologie du centre de la chaîne numidique (Nord du Constantinois, (Algérie).Mém.Soc.Géo.France.

Semroud, B., (1970) : Etude pétrographique du granite de Filfila (Skikda). Thèse 3^e cycle, Alger.

Service de la Carte Géologique de l'Algérie., Publ. serv. Carte géol. Algérie, 533P.

Vila, J M., (1980) : La chaîne Alpine d'Algérie Orientale et des Confins algéro-tunisien. Thèse de Doctorat d'état. Paris, univ. P et M Curie.665P.

Wildi, W., (1983) : la chaîne Tello-rifaine (Algérie, Maroc, Tunisie) : structure, stratigraphie, et évolution du Trias au Miocène REV. Géol. Dyn.

Résumé

Les formations de la région d'El Maida sont caractérisées par des roches métamorphiques qui forment l'encaissant des certains roches magmatiques basique tel que les dolérites. Ces dernier corps sont intruses bien dans les séricito-schistes et chlorito-schistes au contraire dans les ortho- gneiss et para-gneiss.

La tectonique joue un rôle très importants dans la région d'el Maida et le contenu minéralogique des dolérites est représenté par une association primaire comportant: plagioclase, clinopyroxène. Et comme minéraux d'altération de cette minéralogie primaires sont représentés par la calcite, épidote, damourite, chlorite, quartz, ouralite, les minéraux opaques et les oxydes de fer.

Mots clés : El Maida, dolérites, séricito-schiste, chlorito-schiste, altération.

Abstact

The formations of the region of El Maida are characterized by metamorphic roks that form the casching certain basic igneos roks such as the dolerite. These are intruder in sercito-schists and chlorito-schists, except in the ortho-gneiss and para-gneiss.

Plate tectonics plays a very important role in the region of El Maida in the mineral content of the dolerite is represented by a primary association with: plagioclase, clinopyroxène. And as this primary mineralogy alteration minerals are represented by calcite, epidote, damourite, chlorite, quartz, opaque minerals and iron oxides.

Key words: El Maida, dolerite, sericito-schist, chlorito-schist, alteration.