N° d'ordre :

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université d'Oran 2 -Mohamed ben Ahmed.

Faculté des Sciences de la Terre, et l'univers

Département des Sciences de la Terre

Mémoire

Présenté pour l'obtention du grade Master en géologie

Option **: Magmatisme, Géodynamique et Transfert lithosphérique**

Thème :

Étude pétrographiques et minéralogiques des EMS liées au granitoïdes d'oued chaaba-Tifrit (Algérie occidentale).

Par :

BENDOURA CHARAFEDDIN

Soutenance 28/06/2016, devant la commission d'Examination :

Mer Seddiki A.	Maître-de conférence	**Président**
Mer. Mahmoudi M.	Maître-Assistant A	**Encadreur**
Mer Meddini S.	Maitre –assistant A	**Examinateur**

Oran, 2015- 2016

Avant-propos et remerciements.

Mes remerciements sont adressés à **ma famille** que je leur dédie se mémoire de master en géologie option MGTL.

Mes remerciements vont à mon encadreur **Mr. Mahmoudi Mohammed** qui a accepté de m'encadrer et suivre ce mémoire sur la pétrographie et minéralogie des EMS d'oued Chaaba.

Je tiens à adresser mes reconnaissances et mes remerciements à **M. Remaci** Pour ces orientations et ses conseils sur la pétrographie et minéralogie des EMS liés aux granitoïdes paléozoïques en Algérie occidentale.

Je ne manquerais pas de remercier **Mr Seddiki A** d'avoir accepté de présider le jury de ce mémoire ainsi que **Mr Meddini S** d'avoir accepté son examination.

Et enfin je ne manquerais pas d'adresser mes sincères reconnaissances à tous **mes enseignants de géologie** de leurs pédagogies et de leurs enseignements et aussi à tous ceux qui ont participé de près ou de loin à la réussite de ce travail scientifique.

DEDICACE

Je Dédie ce travail à mes parents, Fatma et Bachir.

Puis à mes frères, Aicha, Karima, Alaa Eddin, Oum-Elbanine.

A mes neveux,

Mohammed- Elboukhari et Houdaifa.

الملخص :

ان منطقة **تيفريت** هي جزء من مجموعة التراكيب البلورية والبلورية الورقية البليوزوية التي تظهر في الهضاب العليا للجزائر الغربية وسط التكوينات الميزوسينوزوية. وترتبط متداخلات (EMS) إلى الصهارة الجرانيتية من حقب الحياة القديمة وتتكون من المعادن المماثلة لمعادن الجرانيت الذي يحتضنهم مع نسيج ناعم ونسبة من المعادن الحديدية المغنزية : البيوتيت + الأمفيبوليه العالية النسب. واستنادا إلى الأعمال السابقة المذكورة في الدراسات التاريخية يتبين أن الصهارة التي تكونت نتجت من اندماج جزء من القشرة والوشاح العلوي كما يتضح في الأعمال الجيوكيميائية المذكورة في هذه المذكرة

Summary:

The Tifrit region is part of a set of crystalline outcrops and cristallophylliens sits flush with the Meso-Cenozoic carbonate platform highlands of western Algeria. Dark microgranular enclaves (DME) are linked to the Paleozoic granitoid and are composed of a mineralogy indicating similar phases in their host granitoid with a fine texture and a proportion of mafic minerals: biotite + amphibole high. Based on previous work cited in historical studies indicates that the magma comes from the fusion of a portion of the crust and upper mantle as evidenced chemical-mineralogical.

Résume :

La région de Tifrit fait partie d'un ensemble d'affleurements cristallins et cristallophylliens affleurant au niveau de la plateforme carbonatée méso-cénozoïque des hauts plateaux de l'ouest algérien. Des enclaves microgrenues sombres(EMS) sont liés aux granitoïdes paléozoïques et sont composées d'une minéralogie indiquant des phases similaires à leurs granitoïdes hôtes avec une texture fine et une proportion de minéraux mafiques **:** (biotite+amphibole) élevé. D'après les travaux antérieurs cités en historiques des études cela indique que le magma est issu de la fusion d'une partie de la croute et du manteau supérieur comme le prouve les donnes géochimiques et minéralogiques.

TABEL DES MATIERES

Chapitre1 : introduction et généralités. Pages

a- présentation du thème de mémoire……..... 1

b-problématique du sujet d'étude…….. 1

c-Historique des travaux antérieurs…….. 2

Chapitre 2 : cadre géographique, géologique et structurale.

1-Localisation géographique du sujet de recherche…… 4

2-Cadre structurale……. 4

3-Cadre géologique……. 5

3-a- Les formations sédimentaires d'âge paléozoïque……... 6

- Le Silurien…….. 7
- -Le Dévonien……. 7
- Le Carbonifère…… 8

3-b-La couverture méso- cénozoïque……. 9

- Le trias…… 9
- Le Jurassique……10
- Le Crétacé……. 10
- Le cénozoïque……..10
- Le quaternaire……. 11

3-c- Le magmatisme paléozoïque de Tifrit……...11

Chapitre 3 : étude pétrographique des EMS liées aux granitoïdes de oued chaaba (Tifrit).

Introduction……12

1- Les granitoïdes…… 12

1-1- La localisation des granitoïdes dans la région de Tifrit……... 12

1-2- l'intrusion des granitoïdes de Tifrit…… 13

1-3- les caractères macroscopiques…… 15

1-4- les caractères microscopiques…… 16

1-4-1 : Les minéraux clairs (felsiques)……. 16

a- Le quartz…… 16

b - Les feldspaths……..... 16

b-1-Le feldspath calco sodique (plagioclase)……. 16

b-2- Le feldspath potassique (orthose)…… 17

1-4-2- Les minéraux sombres (mafiques)……. 18

a-Mica noir au Biotite…….. 18

b-Amphibole……. 19

1-4-3- Les minéraux accessoires……. 20

a-Le zircon……. 20

b-L 'apatite…… 20

c-Le sphène…… 20

d-l'allanite…….. 20

e-l'épidote…….. 20

f-Les minéraux opaques……... 21

2- les EMS de Tifrit…… 21

Introduction…… 21

2-1-Les caractères macroscopiques des EMS……. 21

2-2-Les caractères microscopiques des EMS…… 22

2-3-- Les minéraux felsiques…… 22

a-Le quartz…… 22

b-Les feldspaths…… 23

b-1-Feldspath potassique au l'orthose……. 23

b-2- feldspath calcosodique au plagioclase……. 24

2-4- Les minéraux sombres (mafiques)……. 25

a-Mica noir au la biotite…….. 26

b-Amphibole…… 27

Conclusion…… 28

Chapitre 4 : étude minéralogique des EMS de Tifrit.

Introduction…… 29

1- L'étude chimique des différentes phases minérales des EMS et leurs granitoïdes hôtes : …… 29

1-1- Les minéraux cardinaux……. 29

a-Les feldspaths…… 29

Le feldspath potassique…… 31

Le plagioclase……. 32

b-Le quartz…… 33

1-2 - les minéraux ferromagnésiens (minéraux essentiels) …… 33

a-La Biotite…… 33

b- Les Amphiboles…… 39

1-3- Minéraux accessoires…….... 41

a-Les minéraux Opaques…… 41

b-Le sphène……... 43

2-Ordre de cristallisation dans les EMS de oued chaaba(Tifrit)……. 44

Conclusion……... 45

Chapitre 5 : genèse et géodynamique des magmas Calcoalcalins d'après les modèles connus.

1-Genèses des granitoïdes :

a) -Les granites alcalins-anorogéniques…… 47

b) -Les granites tholéiitiques..…… 47

c) -Les granites Calcoalcalins……. 47

2 -Interprétation géodynamique des EMS de Tifrit et leurs roches hôtes……. 49

a-Les granodiorites de chaaba……. 49

b-Les EMS……. 50

Conclusions générales……. 51

Références bibliographiques……. 52

I. CHAPITRE1 : Introduction-Généralités.

a- La présentation du thème de mémoire : Notre travail porte sur l'étude géologique, pétrographique et structurale des enclaves microgrenues sombres (EMS) liées au granitoïde paléozoïque de la région de Tifrit.

b-problématique du sujet d'étude : Vu, l'importance des enclaves microgrenues sombres aux niveaux des granites et granodiorites de Tifrit et leurs répartitions spatiales et leurs formes et tailles, il s'avère que leurs sujets sont d'une valeur capitale pour l'explication de la genèse des magmas granitiques Calcoalcalins. Ces enclaves sont considérées comme des EMS homogènes qui ont les mêmes constituants que les granites qui les encaissent et diffèrent des xénolites qui ont une composition différente que les granites encaissants. Les hypothèses qui ont été faites par Coulon et Zorpi dans le massif central et Remaci dans Gar Rouban, les considérèrent comme le résultat de mélange magmatique entre magma acide et basique. L'étude suivante sera de présenter quelques précisions macroscopiques et microscopiques pour l'indentification de leurs genèses pétrographiques et Les démarches à suivre sont : D'abord l'étude minéralogique et texturales et leurs analyses modales approximatives dans le diagramme de streikeisen. Voir aussi leurs relations avec les roches magmatiques hôte (granites et granodiorites). Ces EMS ont été abordées dans une partie de la thèse de Remaci en 2005, ce qui va apporter un appui pour faire un autre bilan et inventaire globale de ces EMS pour la compréhension et la genèse des magmas calco-alcalin durant le carbonifère au niveau du massif de Tifrit (Algérie occidentale). D'après les travaux de Lucas (1952) et les cartes géologiques établies à ce jour, par Cornel et Lucas (1951-1952), ORGM (2000), Remaci (2005) et Mahmoudi (2009), l'ossature de la région de Tifrit est constituée par un môle primaire analogue au horst de Ghar Rouban. Le massif de Tifrit fait ainsi partie de l'ensemble de pointements, appelés groupement orientale qui se situe selon une direction NE/SO depuis Alger à Gar Rouban (voir la carte suivante la figure1) **:**

Oriental, de direction NE/SO, depuis Ghar Rouban à Bechtout (Tifrit), et appartient à la chaîne hercynienne de la marge alpine périméditerranéenne du domaine Tello - rifain.

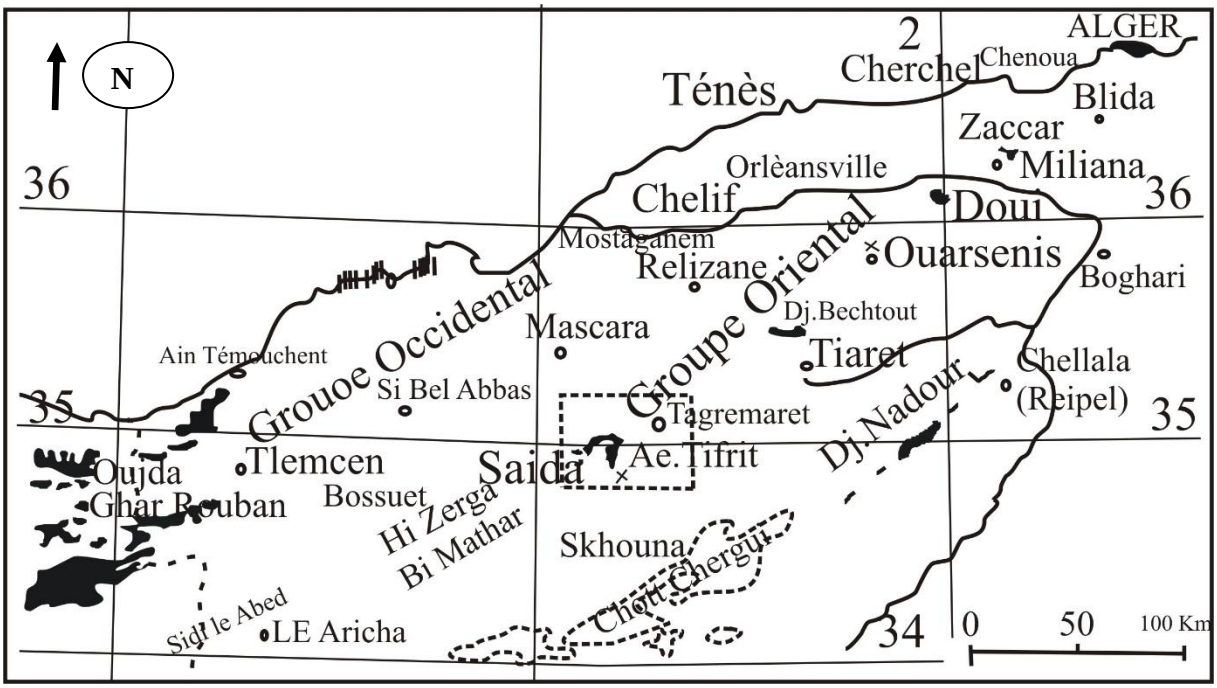


Fig. 1 : Situation des principaux massifs paléozoïques de l'Ouest Algérien (Lucas, 1952).

c - Historique des travaux antérieurs

Renou (1843) : c'est des premiers travaux et les descriptions sur le magmatisme associé au socle de Tifrit.

En 1868 : Ville publia la première carte géologique au 1/400 000 de la région de Saida (Algérie occidentale).

A. Pomel (1852) : donne l'étude stratigraphique de la région de Saïda.

A. La ville (1868) : publie la première carte géographique au 1/400 000) de la région de Saida (Algérie occidentale).

A. Baillis (1881-1888) et Mbyet (1909) : donnèrent quelques informations sur les indices de minéralisation d'oued Zebbouj (région de Saida).

A. Pomel et J. Pouyanne (1882) : publient une nouvelle carte au 1/800 000 et sa notice explicative.

M. Guilfet (1897) : donne les premières caractéristiques géologiques et structurales de la région.

En 1911 Flamand : donne une description du socle Paléozoïque et le magmatisme associé. Il attribua à cet ensemble encore mal étudié l'âge silurien et décrivit ses contacts avec les

granites, pegmatites. Filons porphyriques, coulées basiques et intermédiaires. L'auteur mis en évidence une structure anticlinale à Tifrit et présenta une synthèse stratigraphique de l'Atlas saharien occidental.

La première carte géologique de l'Algérie du Nord-Ouest au 1/100 000 a été établie par **G. Lucas (1952) :** Lucas a également donné les grands traits des formations siluriennes, dévoniennes et carbonifères.

Une étude portant sur les minéralisations d'or et d'uranium a été réalisées par :

Sidorinko V. (1971) : (rapport inédit de la SONAREM).

Entre (1968 et 1972) : on peut citer les travaux réalisés dans la région par **L. komja (1968)** et **Y. Kouznetsov** et **V. Vydrine (1972) :** (rapports inédits de la SONAREM).

Abdelhalim (1973) : dans son étude pétrographique du granité de Nédroma de son auréole de métamorphisme de contact avait fait une comparaison avec le granité de Tifrit, qu'il considère comme post hercynien.

Gauardia (1975) : conforte les conclusions d'Abdelhalim (1973) en mettant en évidence un épisode magmatique tardi - Viséen et post tectonique dans les Traras mis en place dans les mêmes conditions structurales que ceux de Tifrit et de Beni Snouss avec une induration et un bombement tardif contrôlé par la fracturation.

Midoun (1989) : décrit les diapirs à éléments de socle ancien dans le trias de l'Oranie et confirme l'existence de deux successions volcano sédimentaire triasiques dans le môle de Tifrit (Saida).

Cisac (1993) : élabore une étude sédimentologie et géodynamique du paléozoïque et du mésozoïque de l'Algérie Nord occidentale en intégrant ce tronçon dans la chaîne des maghrébides du pourtour du bassin de la Méditerranée occidentale.

En 1995 : Bougara fait l'étude géologique des formations paléozoïques sédimentaires du môle de Tifrit et montra le rôle de la tectonique et le cadre géodynamique du bassin selon la nature des dépôts paléozoïques et leurs styles de déformations.

Remaci (2005) : donne une étude pétrographique, géochimique et minéralogique du granité paléozoïque de Tifrit auquel elle attribue un âge de mise en place stéfanien, plus rajeuni par rapport à l'âge westphalien évoqué antérieurement. (Thèse de doctorat).

M.mahmodi (2009) : donne une étude pétrographique du magmatisme paléozoïque du môle de Tifrit (Thèse de Magister)**.**

II. CHAPITRE2 : Cadre géographique, géologique et structurale des monts de Tifrit :

1-Localisation géographique du sujet de recherche : le sujet de l'étude se localise dans les monts de Tifrit qui sont Situés à près de 180 Km au sud - Est d'Oran .la région de Tifrit fait partie des monts de Saida et de la prolongation des monts de Daïa. Cette région est limitée au Nord par les monts des Beni Chougrane et la plaine de Ghriss, au Sud, Tifrit est bordé par le chott Chergui. (Voire la figure suivent figure 2).



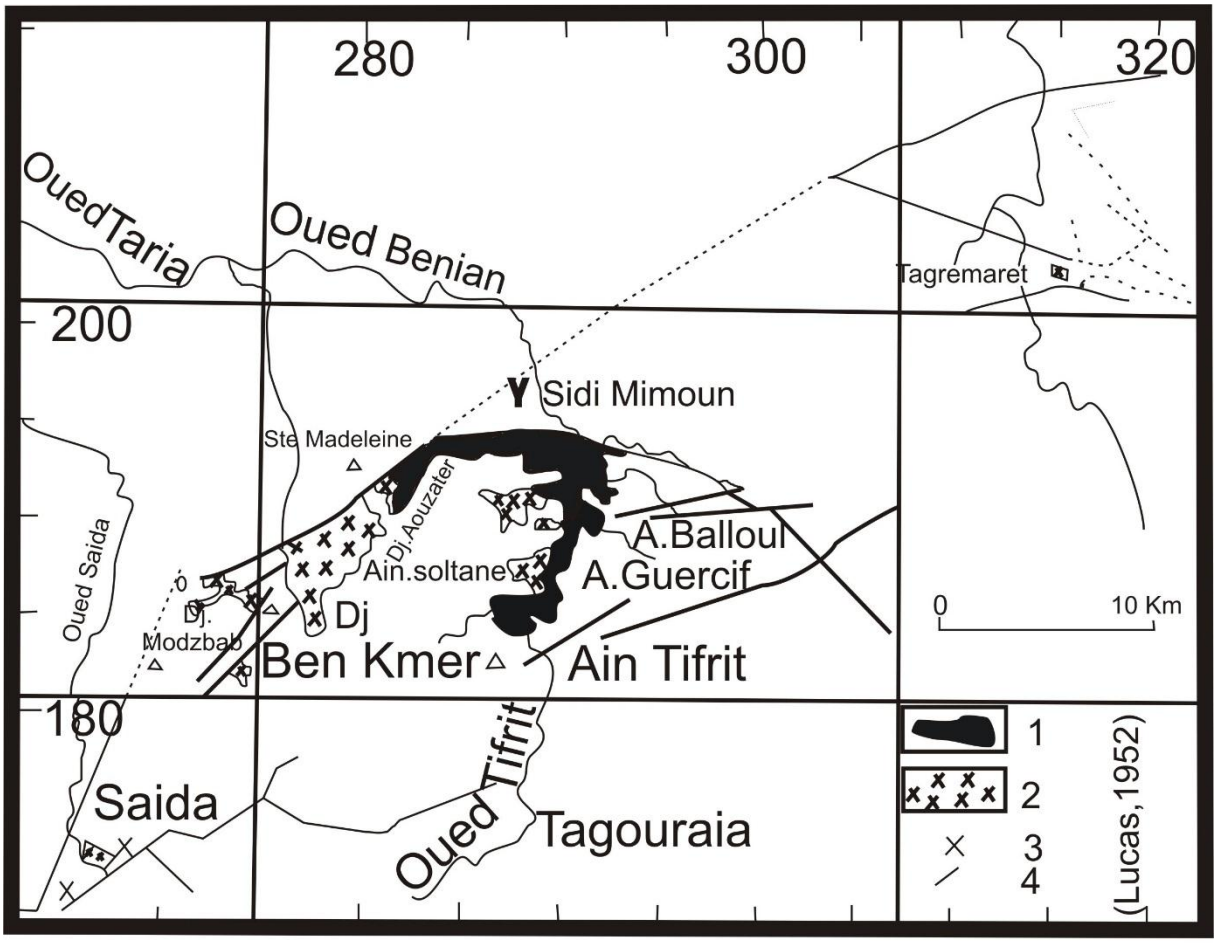
Fig. 2 : La carte géographique de la région de Tifrit (Saïda).

Ce domaine constitue la bordure Nord des hauts plateaux, appelée aussi zone pré tellienne qui se prolonge au Sud de Maghnia par les reliefs de Ghar Rouban

2-Cadre structurale : La région de Tifrit appartient aux monts de Saida qui forment le prolongement oriental de Daïa, de Tlemcen et de Ghar Rouban. Ces monts forment un vaste anticlinal à grand rayon de courbure orienté WSW /ENE. Pour Lucas (1952), l'ossature de la région de Saïda est constituée par un môle primaire analogue au horst de Ghar Rouban De point de vue structurale, la région est sillonnée par des failles bordières qui font apparaitre le

socle cristallophyllien avec la couverture méso-cénozoïque comme le montre les travaux antérieurs de Lucas (1952). Ces failles ont été étudiées par des levés cartographiques sur fond topographique et sur photo aériennes Bougara (1991). Et M. Mahmoudi (2009). Et D'autres études satellisables ont été effectués sur ces directions par M. Zerka et al.

- Les directions essentielles ont été étudiées statistiquement et relèvent les directions principales suivantes : E-O/NE-SO/N-S/NO-SE et d'autres directions de moindre importance ont été constatées, cependant les études des fractures et des failles restent ouvertes pour compléter le bilan global des structures et des microstructures sur les monts de Tifrit et aussi les pointements similaires des groupements orientaux précitées (voir figure3 suivantes) :



La légende:

1- Série paléozoïque (Silurien, Dévonien, Carbonifère).
2- Roche éruptives paléozoïque (granite, microgranite, rhyolite).
3- points ou le microgranite est connu par sondage.
4- Faille.

Fig. 3 : la carte structurale de la région de Tifrit (d'après Lucas 1952), modifiée.

3-Cadre géologique : Les formations géologiques rencontrées sont représentées par des dépôts du Paléozoïque, du Mésozoïque et du Cénozoïque Les roches du Paléozoïque constituent le socle de la plateforme épi hercynienne et la couverture est formée par les roches du Méso - Cénozoïque. (Voir la carte géologique suivante figure 4). D'après Cornel et al, (1951-1952) :

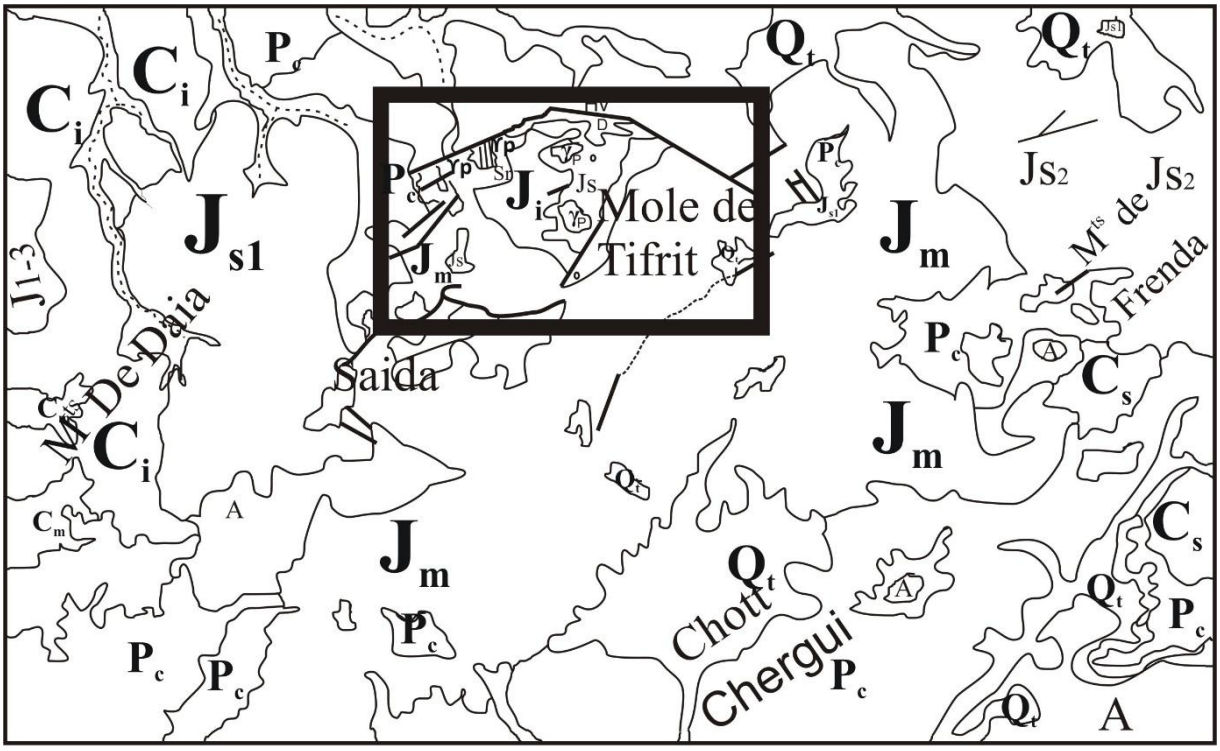


Fig. 4 : la carte géologique simplifiée du môle de Tifrit M.M. cornet et al (1951-195). Modifiée.

Cette région a connu une intense activité magmatique depuis le Silurien au Mésozoïque :

3-a- Les formations sédimentaires d'âge paléozoïque :

Le Paléozoïque est affleuré dans le Nord du horst de Tifrit, il est recouvert par l'assise sédimentaire du Méso - Cénozoïque qui masque tous les affleurements.

Cette région englobe des formations paléozoïques depuis le Silurien jusqu'au le Carbonifère constituées par un complexe de faciès schisto - gréseux et des roches magmatiques (intrusions, laves et brèches volcaniques). la série débute par :

- Le Silurien : Les formations les plus anciennes dans le horst de Tifrit affleurent sur une superficie de 13 Km^2 et sont représentées par du Silurien daté grâce à des graptolithes retrouvées dans les phtanites au pied du Djebel Lakhdar et déterminées par Legrand (1988) in Bougara (1995).

On peut citer : Monograptus vulgaris, Monograptus jackeli et Monograptus flemmingi.

Le Silurien est constitué par des schistes gris satinés gris sombres, des schistes verdâtres. Des phtanites clairs et noirs et un faciès schiste - gréseux verdâtre.

Ces faciès montrent par endroits une foliation marquée par l'alternance de niveaux clairs et sombres de faible épaisseur (millimétrique à centimétrique). La foliation est marquée par la présence et abondance de la biotite dans les niveaux sombres. Le Silurien prend l'aspect d'une cornéenne lorsqu'il est recoupé par l'intrusion granitique. En outre, il est à noter que le Silurien de Tifrit montre plusieurs plissements affectés par une tectonique cassante.

L'étude détaillé des facies sédimentaires paléozoïques montrent les variétés suivantes :

Les schistes gris sombres : (par endroits ils sont noirâtres) sont inter stratifiés avec des grés fins de couleur vert clair. Bien développé, son épaisseur atteint 150 m par endroits. Ce faciès est bien décrit dans l'affleurement de Bled Chaib.

Les schistes gris satinés : constitués essentiellement de séricite, chlorite et muscovite. Bougara (1995) décrivait des grains d'andalousite. Ces schistes se Présentent souvent en alternance avec des niveaux silteux. L'épaisseur de ce faciès bien apparent à Djebel Aouzater et Djebel Lakhdar atteint 200 m.

Les schistes verts : Ce faciès est inter stratifié avec des niveaux silteux. Il passe à un schiste tacheté à cordiérite et muscovite au contact de l'intrusion granitique Les schistes verts sont souvent parcourus par des veinules de faible épaisseur de barytine et de quartz. L'épaisseur de ce faciès qui affleure très bien à Djebel Lakhdar n'excède pas les 60 m.

Les phtanites : de couleur noire à grisâtre constitue une roche dure à veinules blanchâtres de quartz et argile silicifiés. Ce faciès qui se retrouve partout où le Silurien affleure est riche en graptolites et renferme également des brachiopodes. Bougera (1995) décrivait également des radiolaires et des articles de crinoïdes.

Les schistes gréseux : De couleur vert clair, ces schistes alternent avec des niveaux gréseux et quartziques.

Les granites et les rhyolites sont post siluriennes à Ain karma, oued chaaba et b Chaib.

-Le Dévonien : Les dépôts Dévoniens affleurent le long de la bordure Nord de horst de Tifrit. Ces dépôts sont â faciès schisto - gréseux avec prédominance de grés à bancs de conglomérats et de microconglomérats.

La présence de fragments de tiges, de bois fossile, ainsi que des empreintes de psylophytales a permis de dater ces formations. Le Dévonien se subdivise en trois séries lithologiques :

Une série Inférieure : Constituée de schistes argileux avec de rares intercalations gréseuses. Sa puissance totale peu atteindre 400-500 m.

Une série moyenne : Fait apparaître des grès massifs gris - verdâtre formant des couches épaisses. Par mis ces dernières on signale des passées de schistes argileux.

Et une série supérieure : Schistes argileux ayant une puissance de 350 m. Le Dévonien repose en discordance sur le Silurien. La discordance est mise en évidence par la direction des structures et on retrouve souvent des schistes et des phtanites du Silurien remaniés dans le faciès dévonien.

-Le Carbonifère : Le Carbonifère affleure en plusieurs endroits (vallée de l'oued Tifrit) près du confluent de l'Oued Chaaba (situé au Sud de Sidi Mimoun), tout au long des hauteurs qui Dominent le Teniet Sidi Mimoun (Sud-ouest de Sidi Mimoun) ; près de l'Ain Saf Saf (au Sud de Teniet Sidi Mimoun). Le Carbonifère est caractérisé par une faune très riche et très abondante (trilobites, lamellibranche gastéropodes et céphalopodes) récoltée par Bougara (1995). Les formations de Carbonifère qui reposent aussi bien sur le Silurien que sur le Dévonien et sont subdivisées en deux séries **:**

La série inférieure : Cette formation se rencontre en discordance angulaire sur les formations décrites plus haut. La série débute par de poudingues (20 à 30m) qui affleurent par endroits dans Bled Beïda (Sud de Sidi Mimoun) et à l'Ouest de la région. Ces poudingues occupent les cuvettes ou les dépressions topographiques. Les grés et micro brèches du Dévonien forment de galets atteignant jusqu'à 80 cm de diamètre. Se sont généralement des galets bien émoussés disposés sans ordre préférentiel. Le ciment est de nature schisteuse ou schisto- pélitique de couleur brunâtre.

Sur ces poudingues reposent des poudingues fins (de diamètre centimétrique) constitués de galets de phtanites noires plus ou moins clairs et à ciment siliceux. Cette formation est bien observée au-dessus de Teniet Sidi Mimoun.

Et la série supérieure : est constituée de grés mal cimentés à graviers et phtanites plus ou moins grossiers. Ces grés sont recouverts de schistes gris clairs (jusqu'à 100 m) riches en faunes viséénnes et sont surmontés par des brèches volcaniques à éléments rhyolitiques, basaltiques et andésitiques associés à des galets de schistes.

3-b- La couverture méso- cénozoïque :

- **Le trias :** Cependant, d'après pierre et al. (1984), l'âge du complexe triasique de l'Oranie (monts de Tlemcen. Monts de Saida et môle de Tifrit) se situerait plutôt à la limite Trias-Jurassique, voire légèrement après.

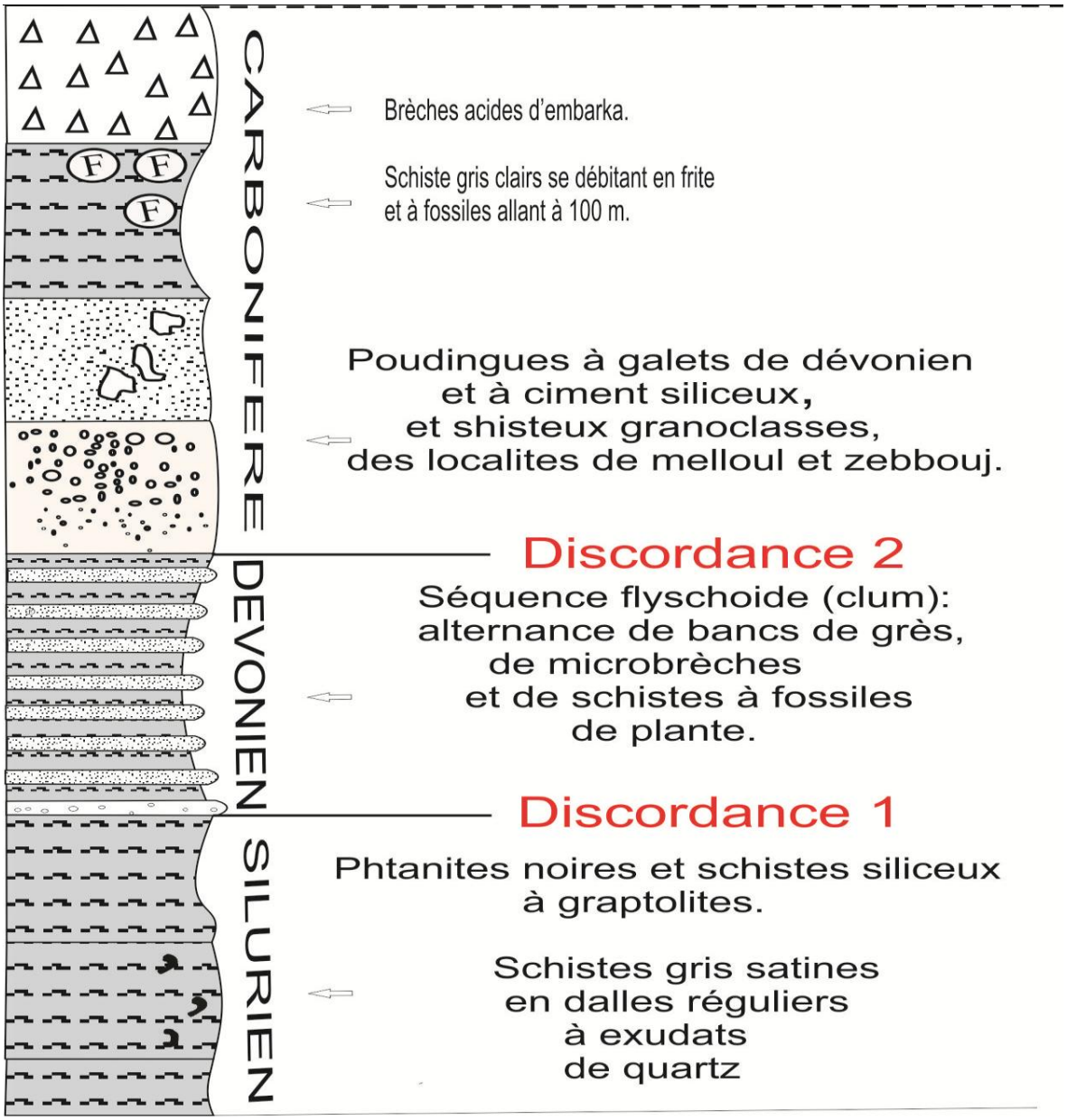


Fig. 5 : Log synthétique de la série sédimentaire paléozoïque de Tifrit d'après Mahmoudi (2009), et complété.

- Le Jurassique : Le Jurassique, largement représenté, très varié repose sur le Trias. On arrive à distinguer un Jurassique inférieur et moyen. Cependant la limite entre ces deux ensembles est très difficile à placer. De bas en haut, on rencontre successivement :

- Des dolomies homogènes ou rubanées et des brèches dolomitiques.
- Des dolomies calcareuses à silex de près de 30 m d'épaisseur.
- Des bancs de calcaires jaunes très riches en fossiles.
- Des marnes et calcaires blanchâtres.
- Des calcaires dolomitiques et dolomies à lamellibranches.
- Des calcaires argileux.

Le Jurassique supérieur : débute par un niveau généralement transgressif du Callovien, inférieur ou moyen (Lucas, 1952). 11 est constitué de marnes et argiles à bancs de grés très riches en fossiles. A Sidi Mimoun, le Jurassique supérieur a été daté par la présence de Sowerbyceras tortisulcatum, Peltoceras transversrium.

Au-dessus des marnes viennent de gros bancs de grés blanchâtres à lits argileux verts ou lie de vin. A la base de ces formations, on note la présence d'importantes intercalations calcaires à brachiopodes et huîtres ou à Polypiers récifaux à Sidi Mimoun.

Plus haut, arrivent des bancs dolomitiques en alternance avec des bancs gréseux qui marquent le faciès du Kimméridgien. Le Portlandien n'est pas différencié.

Le passage Jurassique supérieur-Crétacé inférieur : n'est pas franc, l'ensemble des formations néocomiennes débute par des intercalations calcaro - dolomitiques suivies par des assises argilo gréseuses puis argilo marneuses.

- Le Crétacé : est constitué par :

Le Barrémien : est représenté par des formations gréseuses avec des horizons carbonatés au sommet.

Le sénonien : est composé de calcaires à pâte fine et joints stylolithiques, ces calcaires sont transgressifs et n'ont été observés que dans la partie sud de l'extrémité orientale des monts de Saïda.

- Le cénozoïque : Peu abondants, les dépôts argilo détritiques du Mio - Pliocène recouvrent partiellement les monts de Saïda. Ce sont des formations d'origine continentale ou lacustre qui se distinguent en deux ensembles souvent en discordance l'un avec l'autre.

Le terme inférieur : daté du Miocène, est constitué de marnes argileuses à gros éléments mal roulés.

Le terme supérieur : de teinte brique clair ou ocre est essentiellement constitué de marnes.

- Le quaternaire : Dans la région de Saïda, le Quaternaire est représenté par des dépôts fluviatiles et éoliens qui constituent un remplissage en éléments grossiers ou limoneux dans les grandes dépressions et vallées.

Dans La région de Tifrit des masses importantes de travertins à végétaux ont été observées.

3-c- Le magmatisme de la région de Tifrit : La région de Tifrit a connu une importante activité magmatique d'âge paléozoïque. Cette activité magmatique s'est traduite par l'épanchement de laves basiques, acides et intermédiaires postérieures au dépôt silurien. Et la mise en place d'intrusions granitiques et granodioritique qui induisent un métamorphisme de contact dans les formations siluriennes. En effet, au contact de ces intrusions, on observe le développement de leptynite, transformation de phtanites noires en quartzites claires, développement dans les schistes de l'andalousite partiellement épigénisée en micas blancs.

Au cours du Carbonifère : l'activité magmatique est marquée par la remontée de laves et de brèches acides et intermédiaires et un plutonisme granitique et granodioritique contenant des enclaves microgrenues mafiques (EMS), qui va faire l'objet de la présente étude.

Notre travail porte uniquement sur l'étude pétrographique et minéralogique des enclaves microgrenues mafiques (EMS) liées aux granitoïdes hercyniennes du môle de Tifrit.

III. CHAPITRE 3 : l'étude Pétrographique des EMS lies aux granitoïdes de Tifrit.

- Introduction :

1- Les granitoïdes : ces sont des roches magmatiques plutoniques contenant au moins 20% de quartz, 5% de micas, et 10% de feldspath.

A Tifrit les granitoïdes sont composes de granite et de granodiorite (Remaci 2005 et Mahmoudi 2009). Et se localisent au niveau de deux massifs : Ain Kerma et oued Chaaba (voir la carte géologique suivent figure 6) :

Ces granitoïdes se distinguent par leurs couleurs qui sont le gris blanc et le rose

On constate des enclaves ovoïdes centimétriques dans ces granitoïdes.

La nature de ces enclaves est de type microgrenu sombre (EMS).

1-1- La localisation des granitoïdes dans la région de Tifrit : (voir la figure 6 suivante).

La carte géologique suivante représente les grandes structures des granitoïdes : (granite et granodiorite) dans la région de Tifrit d'âge paléozoïque.

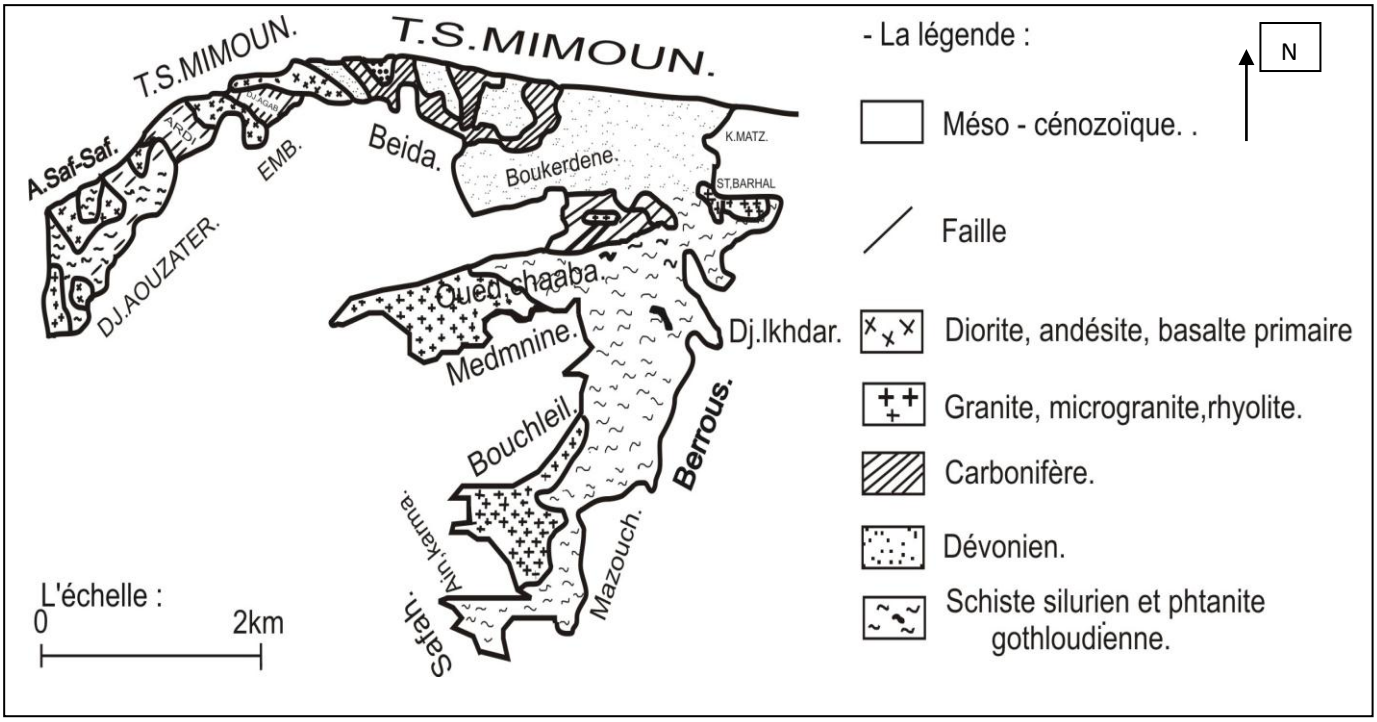


Fig. 6 : la carte de géologique de Tifrit, Mahmoudi 2009- modifiée.

Le granite d'oued chaaba : Cette zone est située au centre de la région de Tifrit entre bled Beida au nord, l'Ain kerma au sud, le Djbel Lakhdar dans l'est et le Djebel Aouzater dans l'ouest.

Le granite d'Ain kerma : Cette zone est située au sud de la région de Tifrit délimitée avec la zone d'oued chaaba au nord, mont de safah au sud, et à l'est, et schiste mazoch et berrous à l'ouest.

1-2- l'intrusion de granitoïdes de Tifrit : l'analyse de quelques lames minces au compteur de points (voire les deux tableaux suivants tableaux 1 pour Les analyses modales d'Ain karma. Et le tableau 2 pour Les analyses modales d'oued chaaba. (Voir figure 7) a permis de montrer les caractères monzogranitiques et granodioritique des granitoïdes de Tifrit.

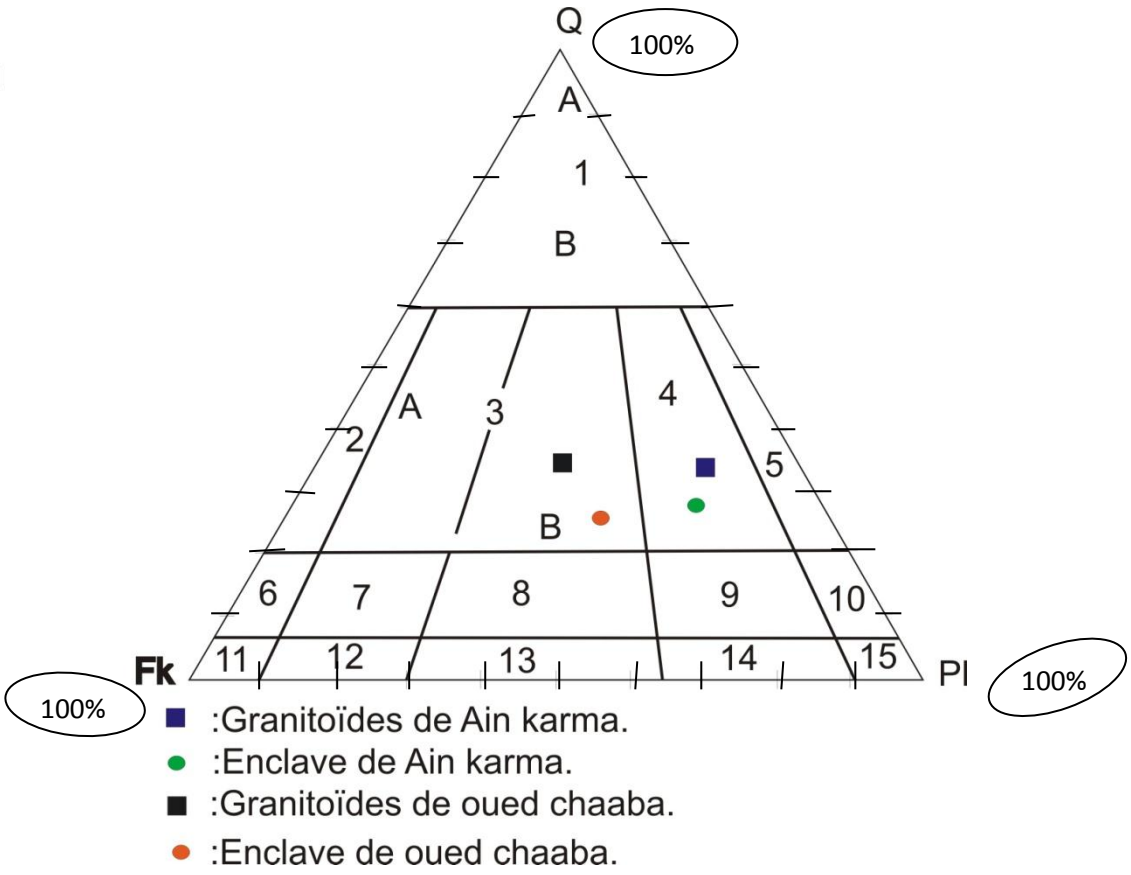
constituants	Q	Fk	Pl	Minéraux mafiques	Divertie	total
Granitoïdes	21,19	7,06	30,77	28,24	4,27	91,53
EMS	24	11	43,08	7,58	19,24	104,9

Tableau1 : Les analyses modales d'Ain karma.

constituants	Q	Fk	Pl	Minéraux mafiques	Divertie	total
Granitoïdes	26,73	21 ,37	23,55	28,31	/	99,96
EMS	23	19,96	35,20	23,6	1,16	102,92

Tableau2 : Les analyses modales d'oued chaaba.

Fig. 7 : (Tableau 1 et 2), les analyses modales du faciès principal et des EMS de Ain karma et oued chaaba dans la région de Tifrit. D'après streikeisen (1975).



1-roche hyperquartzeuses :

1-A-quartzolite (ou silexite).

1-B-granitoïdes hyoerquartzeux.

2-granite alcalin.

3-granite

3-A-syenogranite.

3-B-monzogranite.

4-granodiorite.

5-tonalite.

6-syénite à quartz et feldspath alcalin.

7-syénite à quartz.

8-monzonite à quartz.

9-monzonite à quartz, monzogabbro à quartz.

10-diorite à quartz, gabbro à quartz, Anorthosite à quartz.

11-syénite alcaline.

12-syénite.

13-monzonite.

14-monzodiorite, monzogabbro.

15-diorite, gabbro, anorthosite.

Fig. 8 : la position des granitoïdes et EMS de Tifrit dans le diagramme triangulaire de streikeisen (1976).

1-3- les caractères macroscopiques : Les granites sont des roches plutoniques à texture grenue, Leuco Crates. Leurs couleurs varient du gris clair au rose claire, le grain est très variable, avec des cristaux dépassant parfois le centimètre. Tous les cristaux peuvent être de taille homogène, ce qui donne une texture équante. (Voir la figure 9 photos A et B).

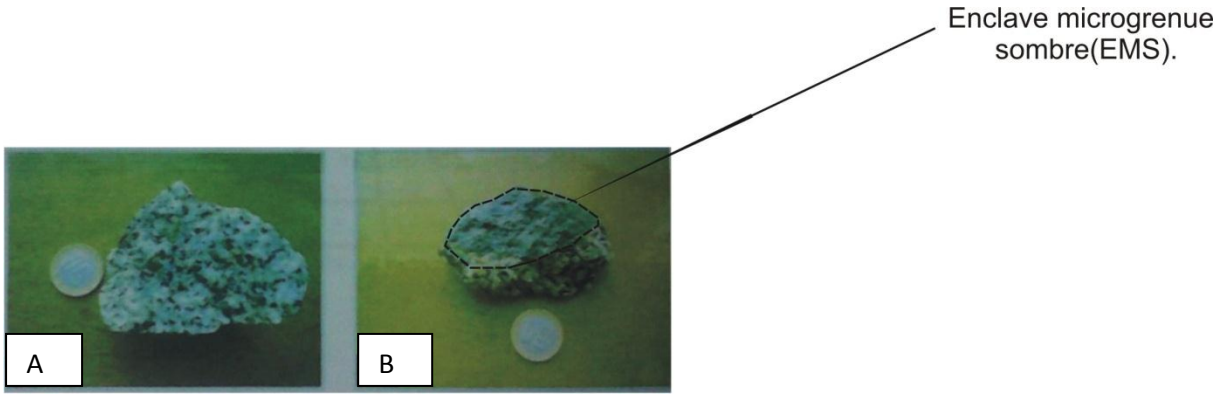


Fig. 9 : les photos de granites, photo A : granite, et photo B : granite à EMS, (Tifrit).

Les granites sont à texture grenue à microgrenue soit iso granulaires ou porphyroïdes.
La minéralogie est dominée par : le quartz et les feldspaths alcalins. Le quartz apparaît sous forme des cristaux résineux, plus ou moins transparents et les feldspaths sont roses pour les orthoses et blancs pour les plagioclases, (voir la photo suivent, fig10).

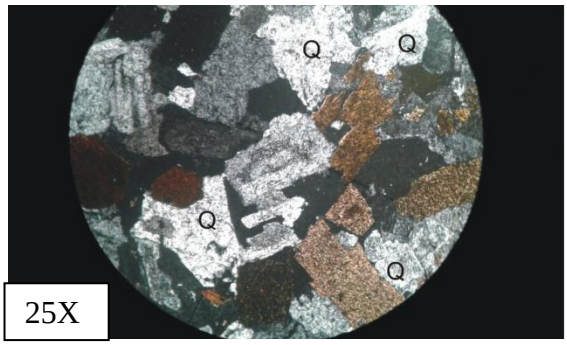


Fig. 10 : photo de granite à enclave mafique (Tifrit).

1-4- les caractères microscopiques :

1-4-1- Les minéraux clairs (felsiques) :

a- Le quartz : apparaît sous forme de plages très transparentes en LPNA (photo 1) et ayant une faible biréfringence en LPA (photo 2). Les cristaux de quartz sont généralement xénomorphes, en amas interstitiels entre cristaux. Ces caractères résultent de cristallisation tardive du quartz.



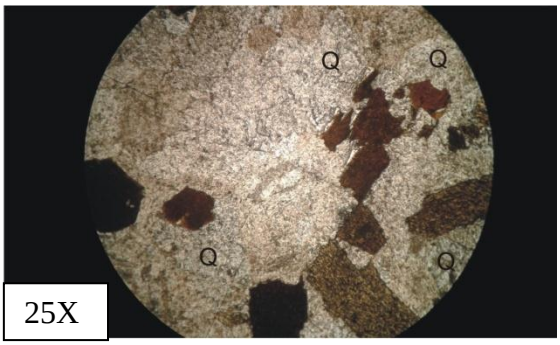


Photo2 : en LPA**.** **Photo1 :** en LPNA.

Fig. 11 : Les deux photos de quartz dans le granite de Tifrit en LPNA (photo1), et en LPA (photo2), Lame mince GΩ1.

Dans les granitoïdes, le quartz forme généralement des cristaux de petite taille. Ceux-ci sont incolores grisâtres, limpide avec un aspect de gros sel (voire la figure 9, photo 2). L'éclat est gras, vitreux, et la cassure conchoïdale. Sa dureté est de7 : il raye le verre.

Et en généralement Le quartz est un minéral inaltérable.

b- Les feldspaths : forment des cristaux plus automorphes. En LPNA, ils se distinguent du quartz par leur aspect nébuleux lié à leur altération.

Les feldspaths potassiques montrent parfois des macles de Carlsbad alors que les plagioclases sodiques se distinguent par leur macle polysynthétique.

b-1-Le feldspath calco sodique (plagioclase) : c'est un type de feldspath ou minéral plus abondant dans le granite avec des macles polysynthétiques (voir la photo2, figure12), et le zonage du plagioclase (voir la photo4, figure12).

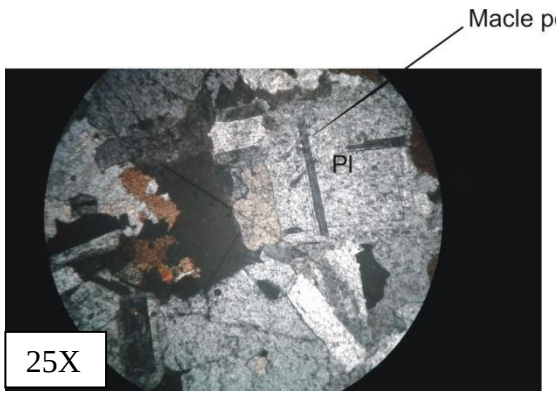


Photo2 : en LPA.

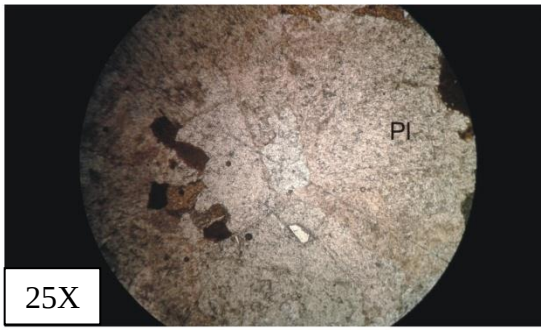


Photo1 : en LPNA.

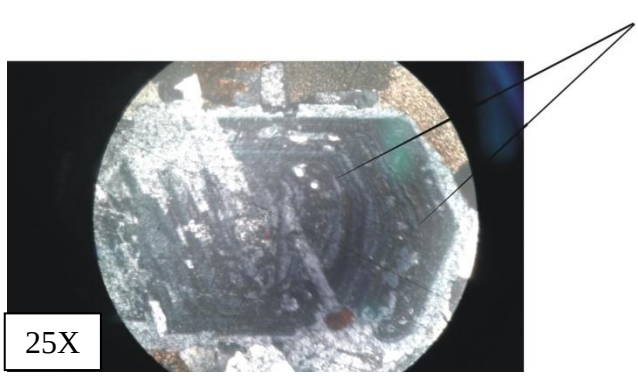


Photo4 : en LPN.

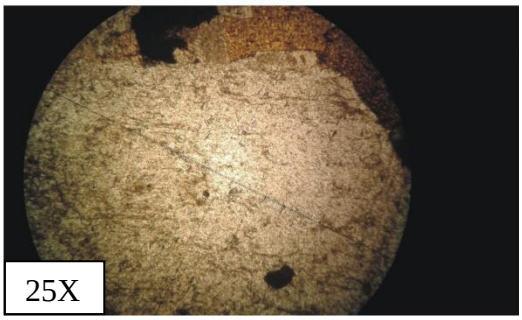


Photo3 : en LPNA.

Fig.12 : plagioclase en LPNA (photo1 et 3), et en LPA (photo2 et 4). Texture porphyroïde et Belle zonation dans un cristal de plagioclase (photo4), Lame mince (GΩ1), granite de Tifrit.

b-2- Le feldspath potassique (orthose) : il occupe de 47% du volume total de la roche et La Composition minéralogique est comprise entre (Or100, Ab0) et (Or50, Ab50). Monoclinique. Dans le granite de Tifrit (roche plutonique, le feldspath potassique est en forme de perthitique ou avec des macles de Carlsbad. (Voire les deux figures suivants fig.13, et 14).

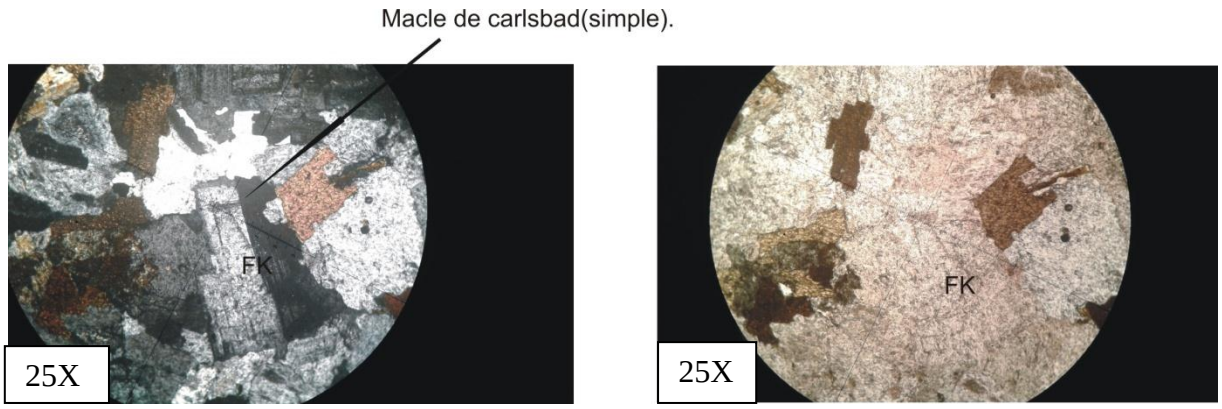


Photo2 : en LPA. **Photo1 :** en LPNA.

Fig.13 : feldspath avec macle simple (Carlsbad), dans le granite de Tifrit en LPNA (photo1), et en LPA (photo2). Lame mince (GΩ1).

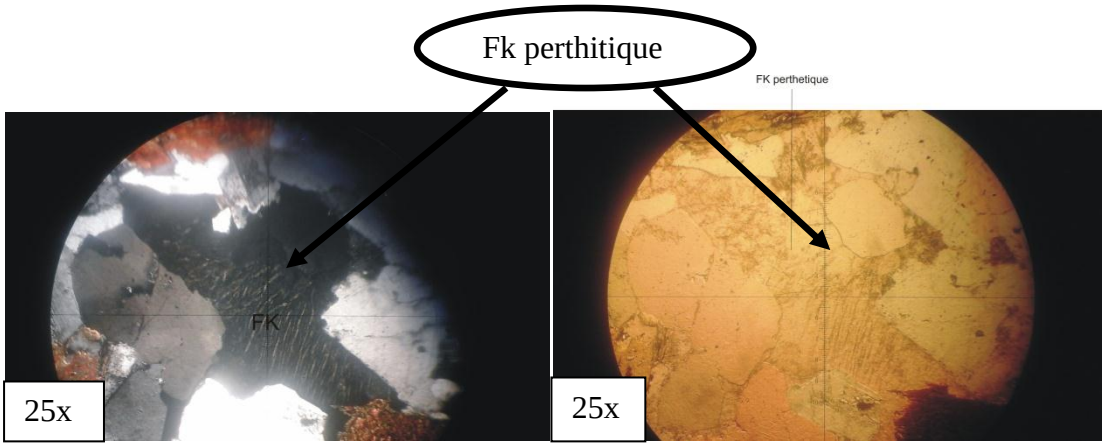


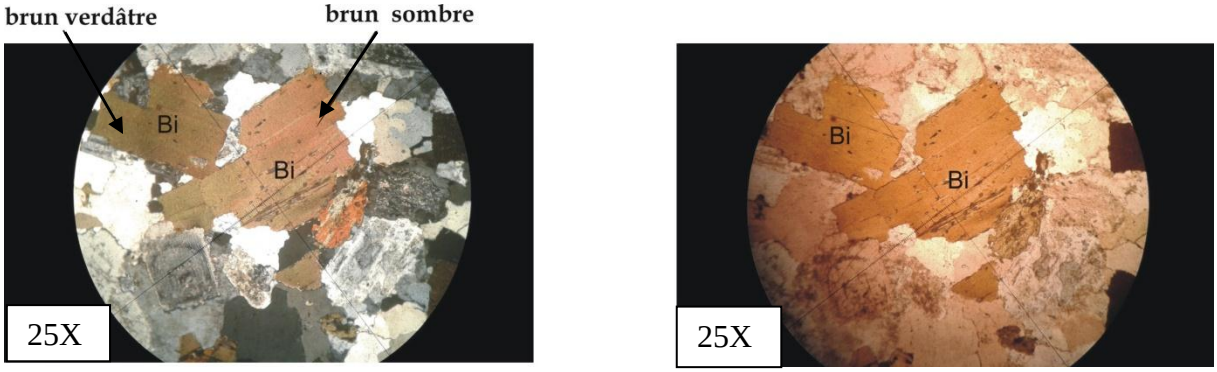
Photo3 : en LPA **photo4 :** en LPNA.

Fig.14 : texture grenue de feldspath perthitique dans le granite de Tifrit, en LPNA (photo4), et en LPA (photo3). Lame mince (K11).

1-4-2- Les minéraux sombres (mafiques) :

a-Mica noir au Biotite : C'est un type de mica est constituent une famille de minéraux silicatés formés de feuillets à 3 couches, au couleur noir ferromagnésiens, tétraédriques (avec 3 cations Fe^{2+} ou Mg^{2+}), dans la biotite.

La biotite s'observe dans le microscope en LPNA est apparait sous forme de cristaux un peu allongés automorphe, de couleur brun ou et montrant un fort pléochroisme dans les bruns sombres ou les bruns verdâtres Le relief est moyen. (Voir la figure 15 photo1et 2, lame menc R134.



Phpto2 : en LPA **Photo1 : en LPNA**

Fig. 15 : la variété de la couleur de biotite dans le granite de Tifrit en LPNA (photo1) et en LPA (photo2), Lame mince R134.

b-Amphibole : Les amphiboles peuvent se trouver dans toutes les roches sous formes de prismes allongés noirs brillants à facettes de section allongée, losangique.

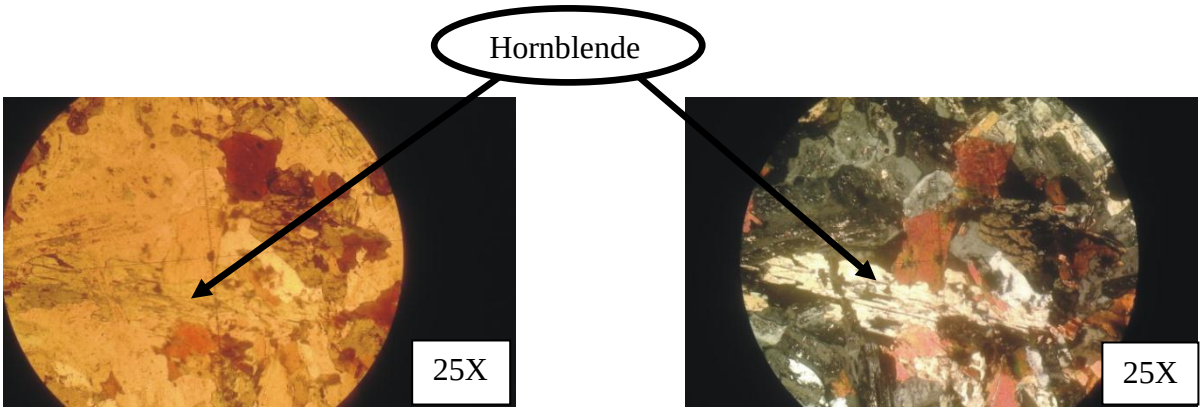


Photo1 : en LPNA **photo2 :** en LPA

Fig. 16 : les deux photos de l'Amphibole (hornblende allongé) dans le granite de Tifrit, photo1 en LPNA, et photo2 en LPA, lame mince (ET2).

En LPNA :(voire la figure 16, photo 1).

La couleur : fortement colorées.

La forme : c'est des cristaux automorphes, souvent développés en prisme allongée.

Le relief : relief moyen (plus faible que les pyroxènes).

Pléochroisme : minéraux fortement colorés et pléochroïque, un pléochroisme très net.

Le clivage : les clivages sont conjugués à 120°.

L'altération : s'altèrent en chlorite et épidote.

En LPA : (voire la figure 16, photo 2).

Biréfringence : est moyenne à élevée.

Angle d'extinction : des sections allongées se produit pour une orientation du cristal oblique par rapporte à la trace de clivage.

Macles éventuelles : présentent fréquemment des macles de type h1, parfois multiples.

1-4-3- Les minéraux accessoires :

a-Le zircon : Le zircon est la phase minérale accessoire la mieux représentée, il apparaît le plus souvent en aiguilles éparses dans l'EMS.

II est à noter que dans le massif de Tifrit, le refroidissement souvent brutal lié au mélange est représenté par des baguettes de zircon, au lieu d'aiguilles (l'apatite largement décrites dans la littérature).

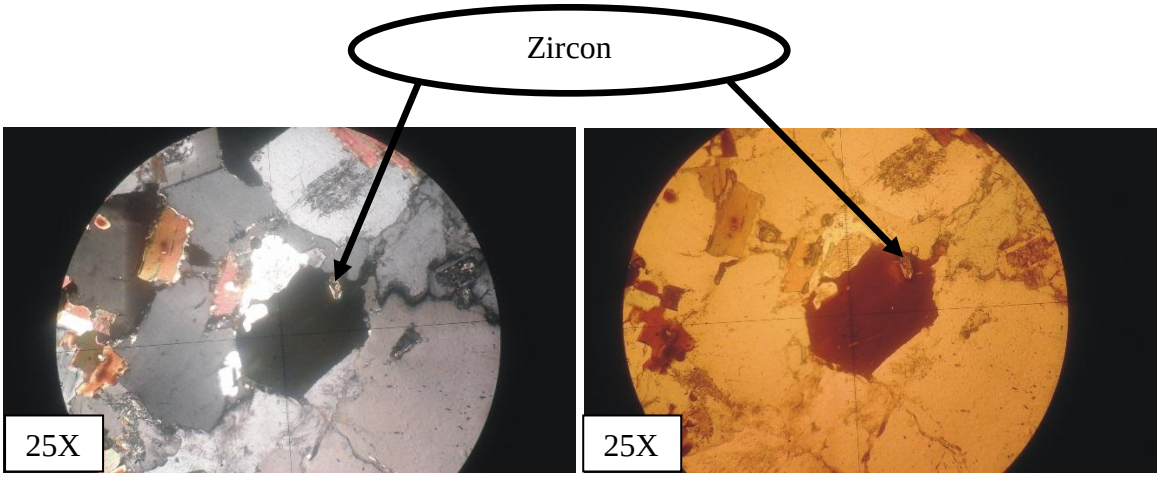


Photo1 : en LPA **Photo2 :** en LPNA

Fig. 17 : le zircon dans la biotite (photo1 et photo2) granite de Tifrit, lame mince(k9) Remaci (2005).

b- L'apatite : et moi abondante que le zircon et se rencontre également en petites Baguettes.

c- Le sphène : à un habitus de minéral secondaire, il apparaît en fuseaux le long des clivages de la biotite.

d- l'Allanite : silicate radioactif, de couleur noire ou brun sombre généralement en cristaux allongés à surface terne et très fragiles.

e- l'épidote : c'est un cristal prismatique, fort relief, et de pléochroïsme vert-jaune, teinte de polarisation vive et variable (manteau d'Arlequin).

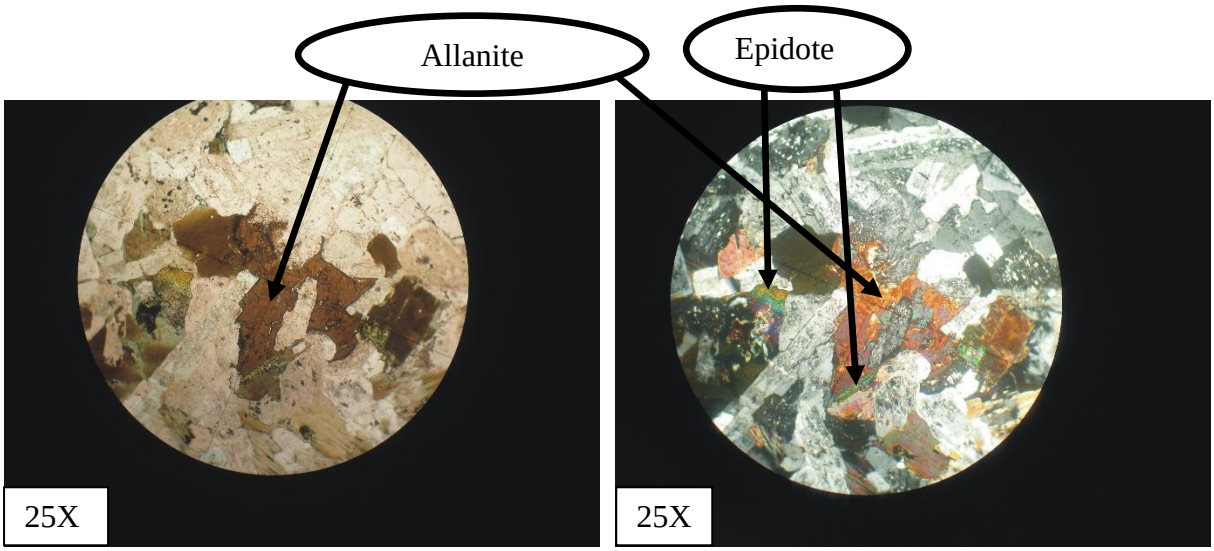


Photo1 : en LPNA **Photo2 :** en LPA

Fig.18 : photos de l'Allanite et l'epidote, photo1 en LPNA, et photo2 en LPA. EMS de Tifrit, lame mince ET2.

f- Les minéraux opaques : sont très peu abondants, voire absents.

2- les EMS de Tifrit :

Introduction

Les granitoïdes de Tifrit se localisent selon deux parties : Une partie située à Ain karma et une autre à oued chaaba.

Dans ces parties, il y a des affleurements d'enclaves microgrenues sombres qui varient de 1cm à 3cm et ayant des formes variables : circulaire, ovoïdes et sans forme propre.

Ces enclaves se contrastent Par leurs couleurs sombres dans les granites clairs.

De première Vue il y a une forte proportion. En minéraux mafiques (Biotite, Amphibole) par apport au minéraux felsiques (Quartz, Feldspath).

Les enclaves qui sont de déférentes natures minéralogiques que les granitoïdes hôtes

S'appellent des xénolites comme les gneiss et les schistes Par contre les EMS sont de même nature de point de vue minéralogique que leurs granitoïdes hôtes.

2-1-Les caractères macroscopiques des EMS : sont de forme ovoïde, de texture microgrenue et de couleur sombre

La minéralogie est de même que le granite qui les englobes avec un fort pourcentage en minéraux mafiques et une texture plus fine que le granite, c'est pour cela qu'on l'appel enclave homéogène.

2-2-Les caractères microscopiques des EMS :

2-3- Les minéraux felsiques :

a- Le quartz : est une espèce minérale du groupe des silicates, sous-groupe des tecto-silicates, composé de dioxyde de silicium de formule SiO_2 (silice), avec des traces de différents éléments tels que Al, Li, B, Fe, Mg, Ca, Ti, Rb, Na, OH.

Il se présente soit sous la forme de grands cristaux incolores, colorés ou fumés, soit sous la forme de cristaux microscopiques d'aspect translucide.

En généralement est abondant et il forme des sections généralement xénomorphes, très limpides en LPNA, avec des ri de polarisation basses en LPA.

En LPNA : (voir la photo1, fig19).

La couleur : blanc ou incolore.

La forme : automorphe, ou subautomorphe (prisme hexagonal bipyramide).

Le relief : est faible.

L'inclusion : En bourgeons myrmékitique dans les plagioclases acides.

Enfin en association granophyrique avec l'orthose.

Le clivage : inexistant.

L'altération : le quartz est inaltérable

En LPA : (voir la photo2, figure19).

Biréfringence : Est faible, Il polarise dans le gris clair et blanc du 1er ordre.

Angle d'extinction : Extinction roulante (déformation mécanique).

Signe d'allongement : Allongement positif.

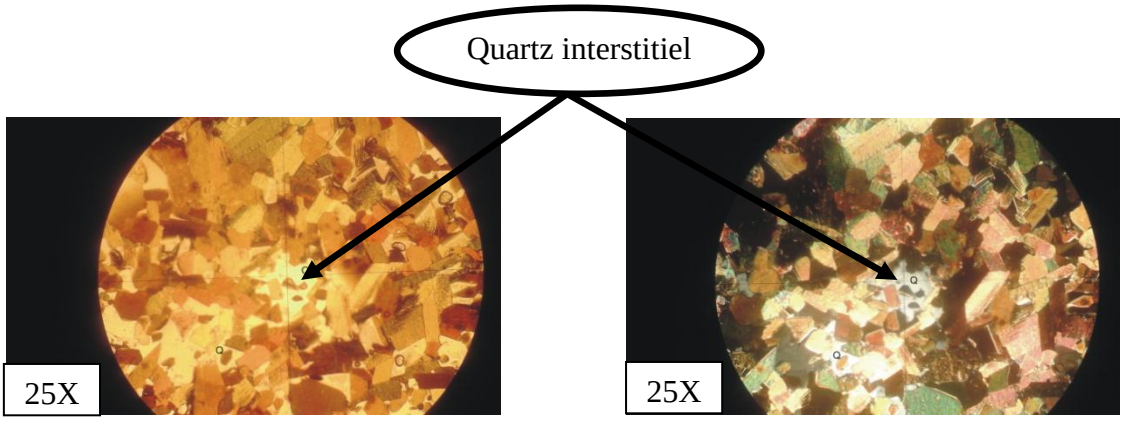


Photo1 : en LPNA **photo2 :** en LPA

Fig. 19 : Aspect microscopique d'une -EMS, quartz interstitiel, photo1en LPNA, et photo2 en LPA dans lame mince k9.

b- Les feldspaths : se distinguent du feldspath par l'aspect poussiéreux des sections qui sont généralement de plus grande taille et en partie automorphes. Ils sont de deux types, avec des feldspaths potassiques ou orthoses et des plagioclases relativement proches du pôle albite (26 < An < 59). Ces derniers se distinguent surtout par la présence des macles polysynthétiques et sont parfois zonés. La petite taille de certaines sections, dépourvues des macles, rend la distinction parfois difficile, ne portant alors que sur différence de relief, celle du plagioclase étant un peu supérieure à celle de l'orthose et du quartz.

b-1-Feldspath potassique au l'orthose : L'Orthose existe surtout dans les roches magmatiques et se reconnaît macroscopiquement à l'existence fréquente de la macle de Carlsbad.

Le microcline est observable surtout dans les roches métamorphiques, il présente une association de deux macles, la macle de l'Albite et celle de la Péricline.

Ces deux macles ayant des orientations orthogonales cela se traduit, en lames minces observées au microscope, en lumière polarisée et analysée, par un quadrillage chatoyant.

Toujours en lame mince, on peut également observer une structure interne particulière à ces Feldspaths des structures soit Perthitiques ou microperthitiques.

Ce sont des minéraux dont les composants ne se sont pas mélangés, ou se sont dissociés, en raison de la formation à basse température. Ces composants sont l'Orthose et l'Albite (solution solide). On observe, au microscope, des sections d'Orthose qui présentent, en leur sein, des bandes plus ou moins égales et plus ou moins anastomosées d'Albite.

En LPNA : (voir la photo1, fig20).

La couleur : incolore.

La forme : forme des cristaux automorphes.

Le relief : faible.

Le clivage : net (001) et (010).

En LPA : (voir la photo2, fig20).

Biréfringence : est faible, et à couleur gris clair du1^{er} ordre.

Angle d'extinction : entre 3 - 12°.

Signe d'allongement : négatif.

Macles éventuelles : simple dont celle de Carlsbad.

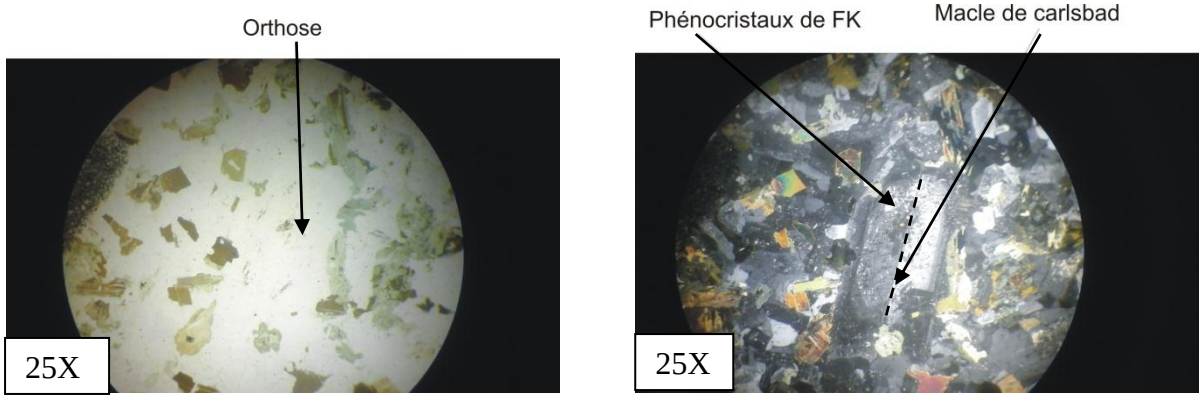


Photo1 : en LPNA **photo2 :** en LPA

Fig20 : les deux photos de phénocristal d'orthose en LPNA et LPA, lame mince (ET3), EMS d'oued chaaba (Tifrit).

b-2- feldspath calcosodique au plagioclase : Il existe une solution solide continue entre un pôle sodique (albite) et un pôle calcique (anorthite). En conséquence, leurs propriétés optiques vont évoluer de façon continue en fonction de leur composition. Ils cristallisent dans le système triclinique.

En LPNA : (voir la photo1, figure21).

La couleur : Incolore, plus ou moins limpide en fonction du degré d'altération qui lui donne un aspect gris "sali".

La forme : subautomorphe à automorphe rectangulaire.

Le relief : variable en fonction de la composition, négatif pour l'albite et positif pour l'anorthite.

Le clivage : deux clivages suborthogonaux.

L'altération : fréquente (séricitisation).

En LPA : (voir la photo2, fig21).

Biréfringence : Teinte grise du 1er ordre.

Angle d'extinction : est variable en fonction de la composition, il augmente avec la teneur en calcium. Le Zonage concentrique fréquent qui est la conséquence du développement de zones de composition différentes au cours des cristallisations, ces zones ne s'éteignent pas en même temps.

Macles éventuelles : Macles polysynthétiques extrêmement fréquentes (surtout la macle de l'albite associée ou non à celle du péricline) et caractéristiques des feldspaths plagioclases.

La macle de Carlsbad peut aussi être présente mais toujours associée à la macle de l'albite.

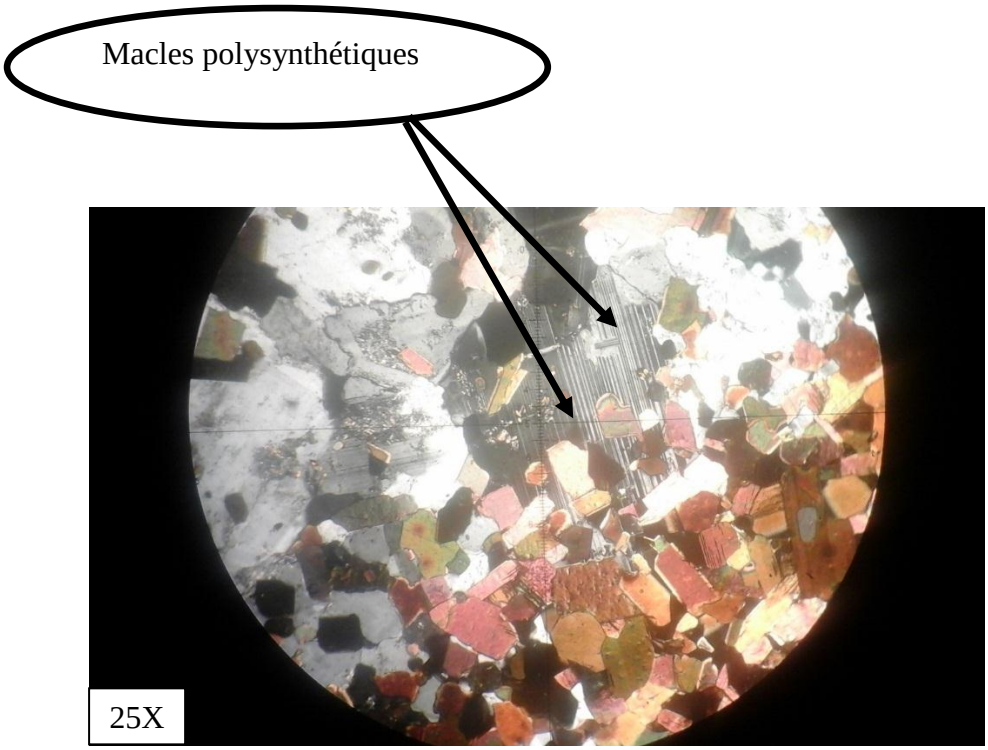


Photo1 : en LPA

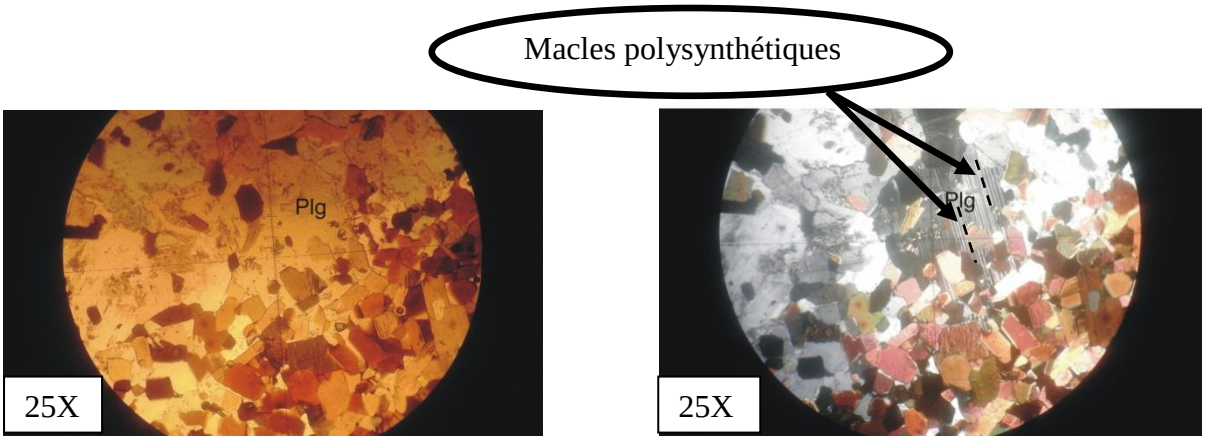


Photo2 : en LPNA **Photo3 :** en LPA

Fig. 21 : plagioclase avec macles polysynthétiques, granite avec EMS à texture microgrenue, photo2 en LPNA et photo3 et 1en LPA, lame mince (k9).

2-4- Les minéraux sombres (mafiques) : sont d'ordinaire des amphiboles (hornblendes) montrant un pléochroisme net en LPNA avec des teintes variant du vert sombre au brun. Elles sont fréquemment accompagnées de biotite.

La richesse en quartz des granodiorites (plus de 20 %) ne permet pas de les distinguer des granites. Elles se situent au même niveau des classifications au regard du quartz. La différence porte sur la nature des feldspaths principalement de type alcalin potassique dans les granites alors que les plagioclases prédominent dans prédominent dans les granodiorites. La richesse en quartz sépare par ailleurs les granodiorites des diorites. Qui en sont dépourvues (ou presque) Les équivalents volcaniques des granodiorites sont les dacites.

a-Mica noir au la biotite : La biotite à de composition riche en Fer et Magnésium, solution solide entre un pôle ferreux et un pôle magnésien.

En LPNA : (voir la photo1, fig22).

La couleur : varie avec l'orientation de marron, foncée de brun-rouge (biotite magnésienne) à brun-vert (biotite ferrifère).

La forme : subautomorphe à automorphe. Les sections longitudinales sont rectangulaires et leurs extrémités sont crénelées. Les sections basales sont sub-hexagonales.

Le relief : positif et moyen.

L'inclusion : est peut contenir des inclusions fréquentes de Zircon (minéral incolore avec un très fort relief positif) entouré d'une auréole noire pléochroïque. De sphène, et d'apatite.

Pléochroisme : est fort.

Le clivage : 1 Clivage très facile, uniquement visible sur les sections allongées.

L'altération : fréquente en chlorite (phyllosilicates hydratés du groupe des micas) qui donne une couleur vert-pâle (altération qui se propage à partir de la bordure et suivant les plans de clivage et qui s'accompagne par une expulsion de Fer qui s'accumule dans les plans de clivage sous forme de minéraux opaques).

En LPA : (voir la photo2, fig22).

Biréfringence : sa biréfringence est forte, Teinte du 2ème - 3ème ordre plus ou moins masquées par la couleur du minéral.

Angle d'extinction : Extinction droite pour les sections avec le clivage visible. Sections basales toujours éteintes.

Macles éventuelles : Pas de macle.

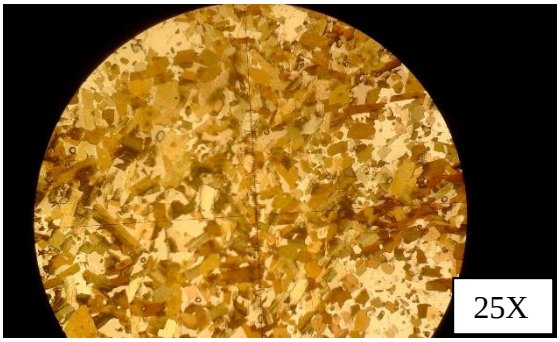


Photo1 : en LPNA

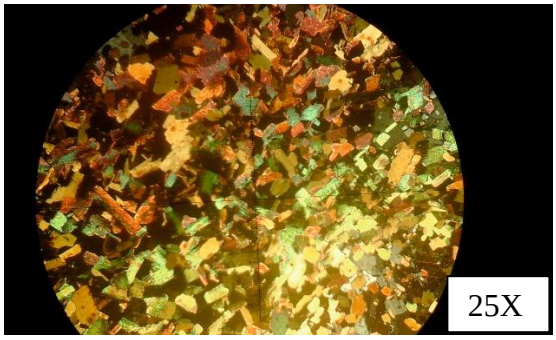


Photo2 : en LPA

Fig. 22 : Aspects microscopique montrant la texture microgrenue de L'EMS d'oued chaaba et le fort pourcentage en biotite lame mince (k 9-Tifrit).

b- Amphibole : Type de l'amphibole intermédiaire (hornblende).

En LPNA : (voir la photo1, fig23).

La couleur : verte plus ou moins intense.

La forme : subautomorphe à automorphe. Les sections longitudinales sont allongées (bacillaires : en forme de baguette). Les sections basales sont losangiques, et parfois tronquées (forme à 6 côtés).

Le relief : Relief positif moyen à fort.

Pléochroisme : avec un pléochroisme direct et bien marqué. Est net.

Le clivage : deux clivages, plus ou moins difficiles, formant un angle d'environ 60° visible uniquement sur les sections basales. Les autres sections ne présentent qu'une seule direction de clivage.

L'altération : se fait en chlorite, épidote et calcite.

En LPA : (voir la photo2, fig23).

Biréfringence : est moyenne, les teintes de polarisation sont celles du jaune 1^{er} jusqu'au blus du $2^{ème}$-$3^{ème}$ ordre.

Angle d'extinction : extinction faiblement oblique $15^{\circ} < \alpha < 27^{\circ}$.

Signe d'allongement : allongement positif. En lumière convergente c'est un biaxe négatif.

Macles éventuelles : Macles simples fréquentes.

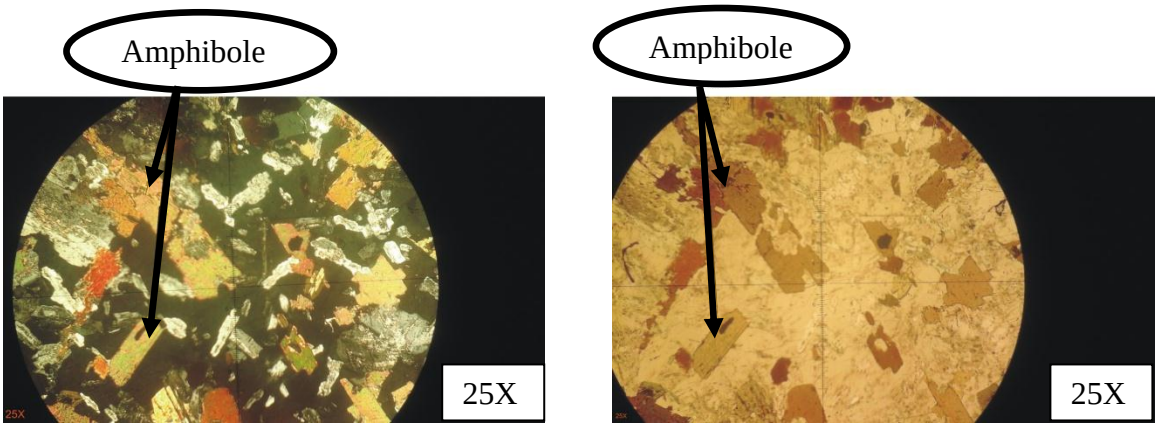


Photo1 : en LPNA

Photo2 : en LPA

Fig. 23 : les deux photos d'amphibole en LPNA et LPA, lame mince (K11).

Conclusion : le magmatisme paléozoïque de Tifrit est représenté surtout par des faciès plutoniques de nature granitique, granodioritique et monzogranitiques contenant des enclaves centimétriques de forme ovoïdes et microgrenues sombres (EMS) de même nature que leurs granitoïdes hôtes avec des pourcentages élevés en minéraux mafiques, des datations isotopiques U/Pb sur zircons de la granodiorite de Tifrit ont livré un âge de 297±1Ma. Ces granitoïdes sont ainsi post Westphalien, d'âge stéphanien.

IV. CHAPITRE4 : L'étude minéralogique des EMS d'oued chaaba (Tifrit) :

Introduction :

L'étude microscopique des EMS de Tifrit et de leurs granitoïdes hôtes montre une minéralogie composée de :

Quartz, Feldspath, Biotite, Amphibole, et des minéraux accessoires **:** Apatite, zircon, épidote-sphène et minéraux opaques.

Ces phases minéralogiques se retrouvent avec des pourcentages différents selon leurs appartenances qui sont : les granitoïdes et leurs EMS.

Les compositions modales faites sur les granitoïdes d'oued chaaba sont :

27% de Quartz, 21% de Feldspath, 24% de Plagioclase et 28% de minéraux mafiques, (biotite + amphibole).

Ceux de Ain Kerma sont composes de :

21% de Quartz, 7% de Feldspath et 30% de Plagioclase et 28% de minéraux mafiques

Les compositions modales dans les enclaves (EMS) d'oued chaaba sont composes de :

23% de Quartz, 19% de Feldspath, 35% de Plagioclase et 23% de minéraux mafiques

Les compositions modales dans les enclaves de Ain karma sont composes de :

24% de Quartz, 11% de Feldspath, 43% de Plagioclase et 7% de minéraux mafiques.

Suite à l'étude pétrographique détaillée de l'association composite de Tifrit et disposant de quelque analyses chimiques des phases minérales du granite, encore inédite, nous avons alors souhaité :

- préciser la nature des minéraux tels que les feldspaths, la biotite, le sphène et les opaques.
- caractériser l'affinité magmatique de ce granitoïde à l'aide, les deux phases Ferromagnésiennes hydroxylées.

1- L'étude chimique des différentes phases minérales des EMS et leurs granitoïdes hôtes :

1-1- Les minéraux cardinaux :

a- Les feldspaths :

Sont de différente nature et se composent d'une phase minéralogique proche de l'Andésine dans les EMS et aussi dans les granitoïdes hôtes. D'autres feldspaths sont composes de feldspaths Perthitiques et aussi de feldspath maclé Carlsbad. Les proportions des feldspaths sont inferieurs dans les EMS par rapport aux granitoïdes hôtes.

	Pl_1	Pl_2	Pl_3		FK_1	FK_2
N° Lame	**ET2**	**ET2**	**ET2**	**ET2**	**ET4**	**ET4**
N°Analyse	**90 c**	**91 int**	**93 b**	**80 b**	**106**	**95**
SiO2	57،06	58،01	57،5	60،45	64،01	64،41
Al2O3	25،83	25،27	28،36	24،75	17،64	18،17
TiO2	0	0	0	0،1	0،00	0،00
FeO	0،84	0،56	0،22	0،18	0،09	0،09
MnO	0	0،03	0،01	0	0،00	0،00
MgO	0،86	0،76	0،28	0،02	0،00	0،00
CaO	7،26	6،66	5،28	6،49	0،00	0،00
Na2O	6،19	7،08	5،82	7،8	0،76	0،44
K2O	0،8	0،39	3،11	0،32	16،04	16،83
Total	98،84	98،76	100،58	100،11	98،54	99،94

Tableau3 : l'analyse modale et la composition chimique des feldspath (FK et plagioclase) dans les EMS de Tifrit.

Le feldspath potassique :

L'étude pétrographique à montrer que l'orthose atteignait jusqu'à 28% du volume dans le granite.

Elle présente un habitus de minéral tardif, le plus souvent en grandes plage policilitiques englobant tous les autres minéraux.

Les analyses (figure24), montrent des teneurs faibles en albite (< 12%) et nulles en anorthite, liés au processus de démixtion à l'origine des Perthites.

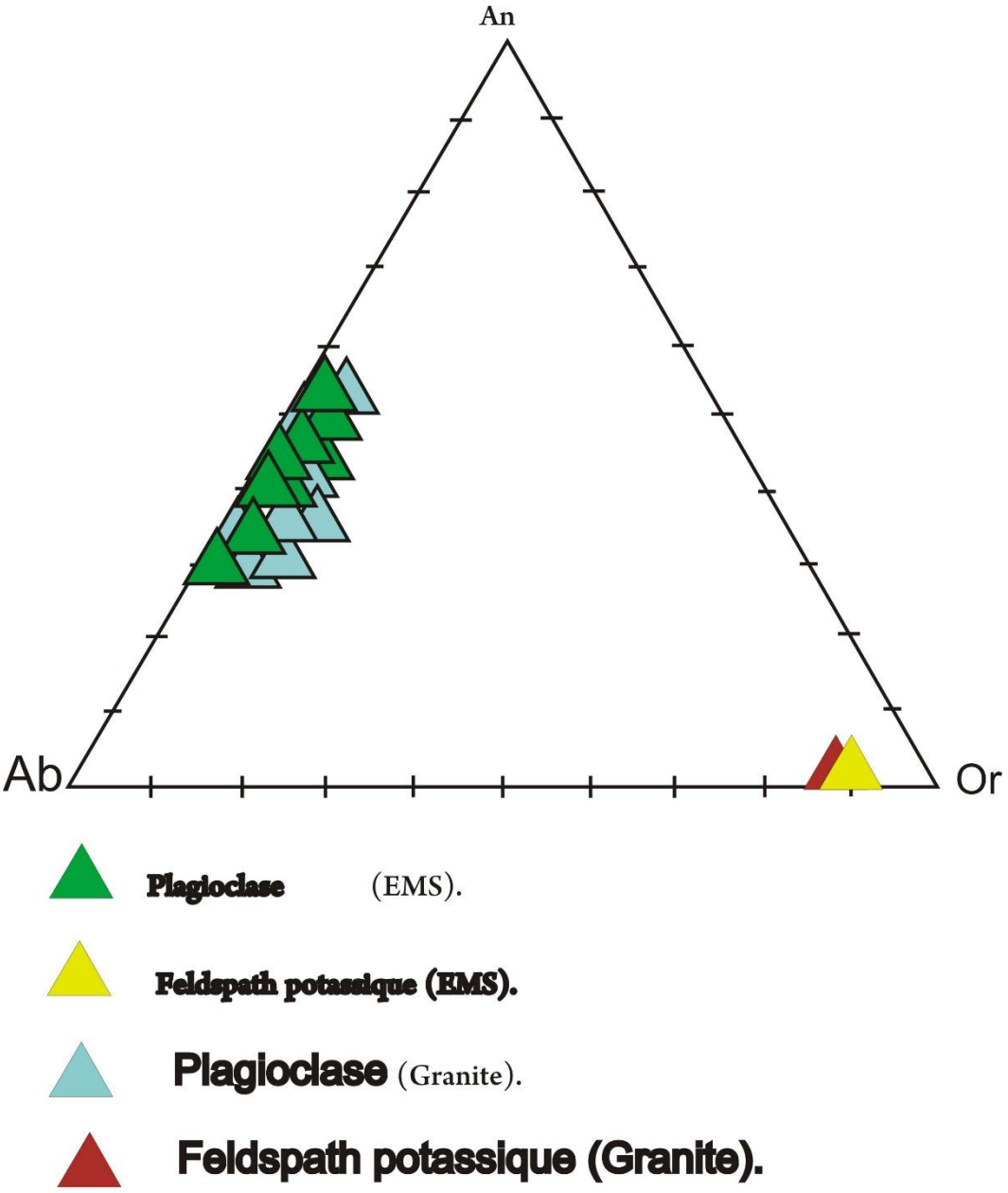


Fig. 24 : position des feldspaths du granite de Tifrit dans le diagramme triangulaire (An-Ab-Or).

Le plagioclase : (voir fig. 24).

C'est la phase minérale la plus abondante (jusqu'a36%), une quinzaine d'analyses chimique et formules structurales ont été réalisées. Elles sont consignées dans le figure 25 suivant.

Des traversées ont été effectuées au sein d'un même cristal dans le but de déterminer d'éventuelles zonations normales ou complexes.

Les formules structurales calculées sur la base de 8 oxygènes sont raportées dans le diagramme triangulaire (Or-Ab-An), elles révèlent des compositions allant d'An_{27} (oligoclase) à An_{57} (Labrador), en ne tenant compte que des plagioclases ayant moins de 2% de composant orthose. Il est à noter que certains d'entre eux peuvent atteindre jusqu'à 16% Or, attestant alors de leur début de microclinisation.

L'analyse à la microsonde confirme l'observation microscopique en ce qui concerne la zonation de bordure, comme elles peuvent varier très peu de (An_{27} à An_{30}), montrant alors une zonation normale.

Certains plagioclases semblent présenter une évolution complexe, avec une zonation plutôt inverse et un brusque saut dans la teneur en anorthite. Le profil réalisé montre (voir fig.25) :

- un zone centrale de composition d'andésine allant d'An30 à An50.
- une partie intermédiaire avec une augmentation importante en anorthite, allant d'An50 jusqu'à An_{59} (Labrador).
- enfin une bordure limpide ou la zonation devient normale avec des teneurs en anorthite qui décroissent d'An_{27} à An_{29} (oligoclase).

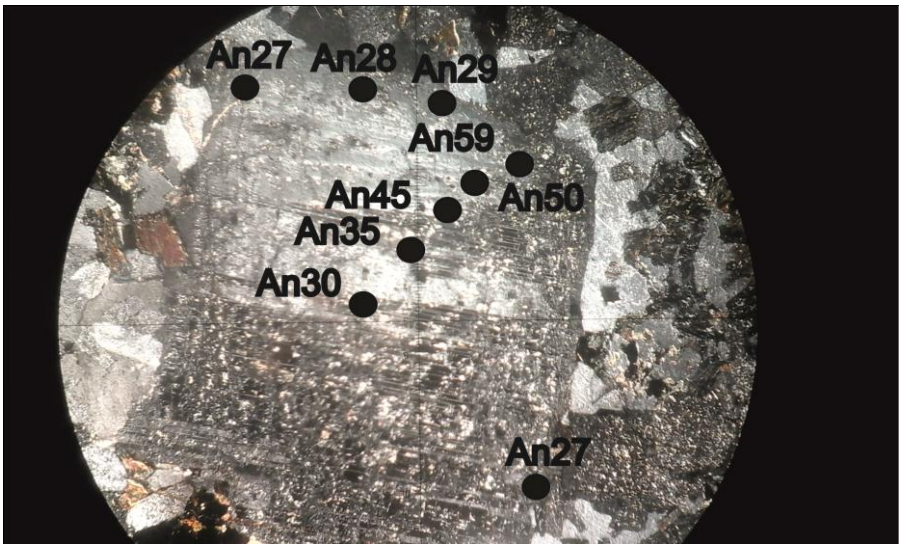


Fig. 25 : photo en LPA.de la zonation chimique d'un plagioclase complexe du granite de Tifrit.

L'interprétation de ce plagioclase complexe :

Ces zonations complexes sont, en général, symptomatiques de phénomènes de déséquilibres thermodynamiques liés au processus de mélanges magmatiques. Nous pourrions proposer deux explication : **(1)** ce plagioclase a pu subir l'influence de la proximité du magma basique et plus chaud calcique par diffusion thermique.

(2) après un début de cristallisation dans le monzogranite hôte. Ce cristal de plagioclase est incorporé dans une enclave (comme xénocristal) ou il subira la même évolution que les plagioclases. De cette dernière (composition de labrador), Puis il sera ensuite expulsé de l'enclave vers la roche hôte ou cristallisera alors la bordure du minéral en donnant des compositions d'oligoclase (An27 à An29).

b - Le quartz : c'est le minéral qui présente un 26,73 % dans les granitoïdes d'oued chaaba et de 21,19 % dans les granitoïdes de Ain kerma.

De point de vue microscopique il apparait très limpide sans altération et avec des extinction ondulante et préoccupants les espaces entre les autres minéraux de cela on dit qu'il est interstitiel et cela est une preuve de son cristallisation tardive après les autres minéraux.

1-2 : les minéraux ferromagnésiens (les minéraux essentielles) :

a- La Biotite : Représente la phase ferromagnésienne hydratée la plus commune dans les EMS d'oued chaaba et d'Ain kerma à Tifrit. Ce minéral se trouve aussi dans les granitoïdes hôtes et se distingue facilement dans les EMS par son abondance par rapport aux granitoïdes.

La coloration sombre des EMS est due à la forte proportion de ce minéral.

Elle peut atteindre jusqu'à 13% dans le facies gris de la granodiorite et 28% dans certaines EMS du volume total de la roche.

Morphologiquement on distingue les types suivants :

- en grands cristaux subautomorphe riche en inclusion minéral : apatite, zircon, et opaques avec plus au moins chloritisation.
- en inclusion dans les plagioclases de l'enclave
- associée avec l'amphibole sous forme d'accumulation mafiques : (biotite + amphibole) surtout dans les EMS.

Les compositions chimiques et les formules structurales de cette phase minérale sont reportées dans le Tableau4 suivent.

La Formule structurale de la Biotite : $\mathbf{X_2\ Y_{4\text{-}6}\ Z_{0\text{-}8}\ O_{20}\ (OH, F, Cl)_4}$.

Les Sites structuraux :

X : site interfoliaire (K, Na, Ca).

Y : site octaédrique (Mg, Fe, Mn, Ti, Al). **Z :** site tétraédrique : Si, AL.

Lame	ET2	ET2	ET4	ET5
N° analyse	72	78	102	78
SiO2	36،88	36،55	37،11	37،04
Al2O3	13،66	13،88	13،3	13،44
TiO2	3،77	4،2	4،42	3،81
FeO	19،11	19،01	19،53	19،59
MnO	0،31	0،32	0،23	0،38
MgO	11،27	11،38	11،8	11،16
CaO	0،01	0،07	0،06	0،35
Cr2O3	0	0	0،01	0،03
Na2O	0،08	0،07	0،12	0،09
K2O	9،39	9،52	9،39	8،92
Total	94،48	95	95،97	94،81
SI	5,52	5,54	5,58	5,56
Al^4	1,48	1,52	1,56	1,55
Al^6	0,52	0,55	0,57	0,56
Ti	0,41	0,38	0,42	0,41
Cr	0	0	0,01	0
Fe	2,25	2,21	2,48	2,48
Mn	0,02	0,01	0,03	0,05
Mg	1,92	2,03	2,01	1,98
Ca	0	0	0,01	0,05
Na	0,01	0,01	0,04	0,03
K	1,86	1,82	1,85	1,74
Total	13,98	14,07	14,56	14,57
XFe=Fe/Fe+Mg	0,54	0,52	0,55	0,57

Tableau4 : compositions chimiques et formules structurales des biotites dans les EMS de Tifrit.

Les projections des analyses dans le diagramme Al_2O_3-MgO-FeO de Nockolds (1947) (fig26), suivant :

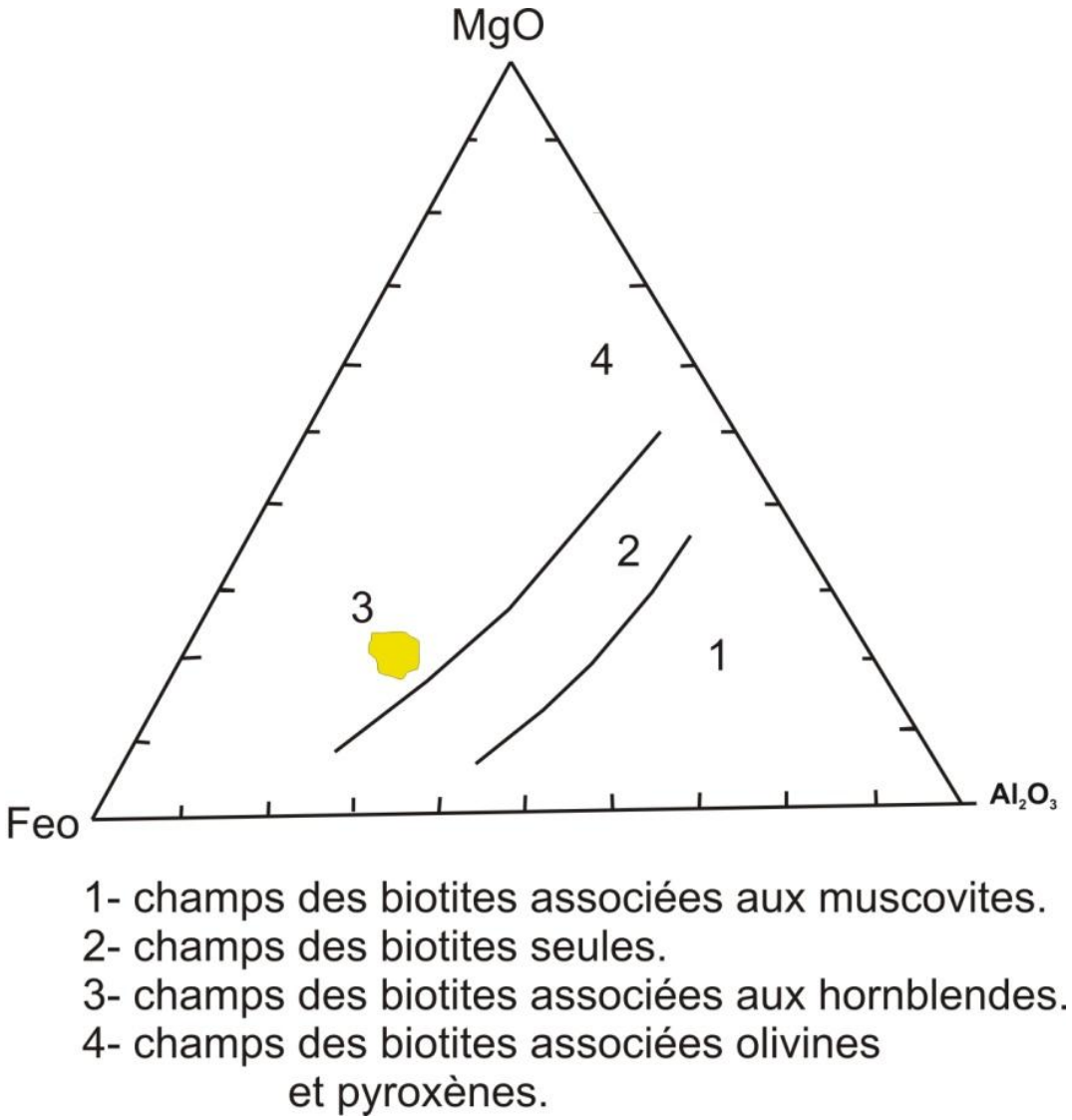


Fig. 26 : position des biotites dans le diagramme de Nockolds (1947).

Qui mettant en relation la composition des biotites avec les paragenèse auxquelles elles sont associées, se placent dans le champ des biotites associées aux hornblendes. Elles confirment la paragenèse minérale retrouvée dans le granitoïde hôte de Tifrit.

- Dans le diagramme suivent si en fonction de XFe (fig.27), les biotites analysées occupent le domaine des biotites varies. Elles correspondent à des biotites ferrifères, avec un rapport XFe compris entre (0,4 et 0,5).

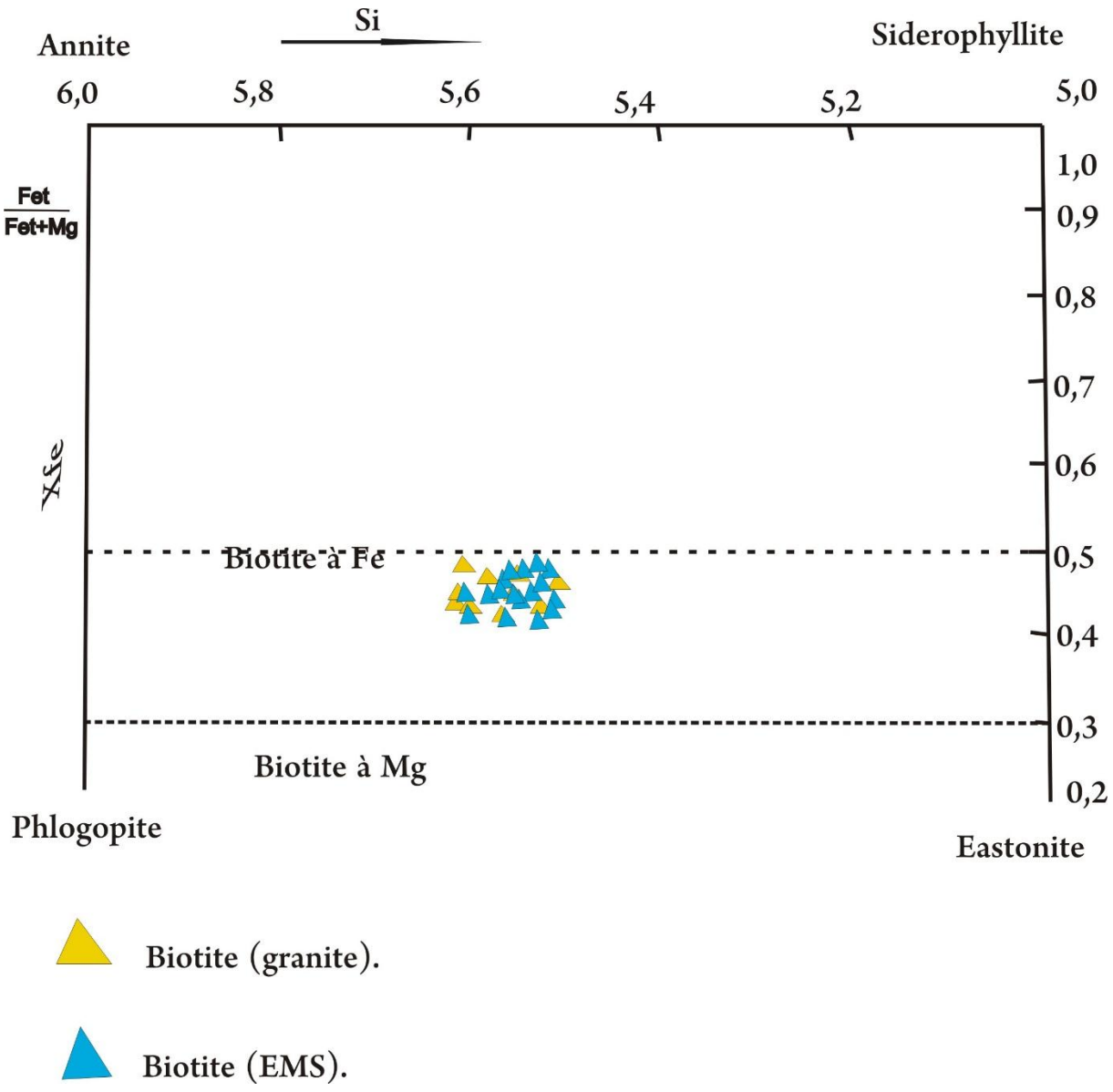


Fig.27 : position des biotites dans le diagramme de Si en fonction de XFe (Fe_t /Fe_+Mg).

- en ce qui concerne l'affinité chimique des plutonites de Tifrit, la position des biotites dans le diagramme Al_t en fonction de Mg (Nachit et al. 1985).

Est montre un caractère calco-alcalin (fig.28)

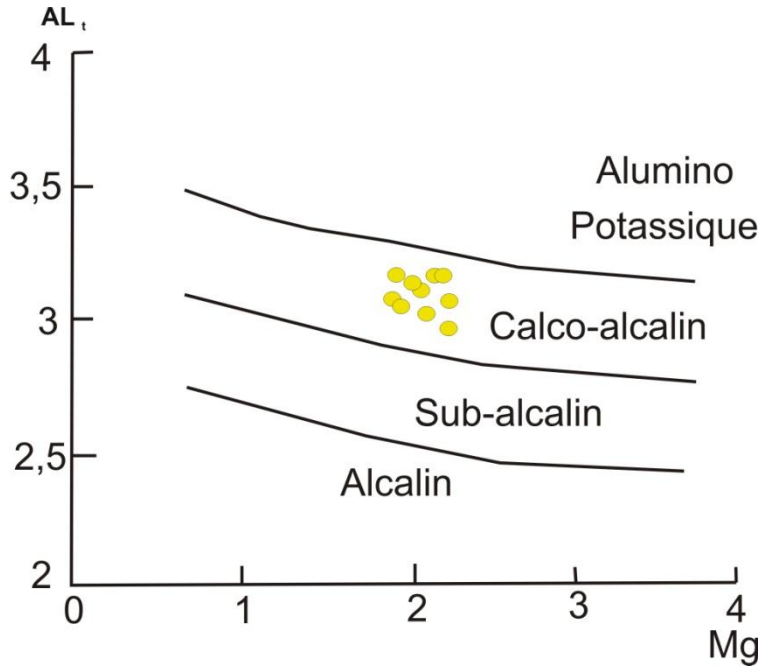
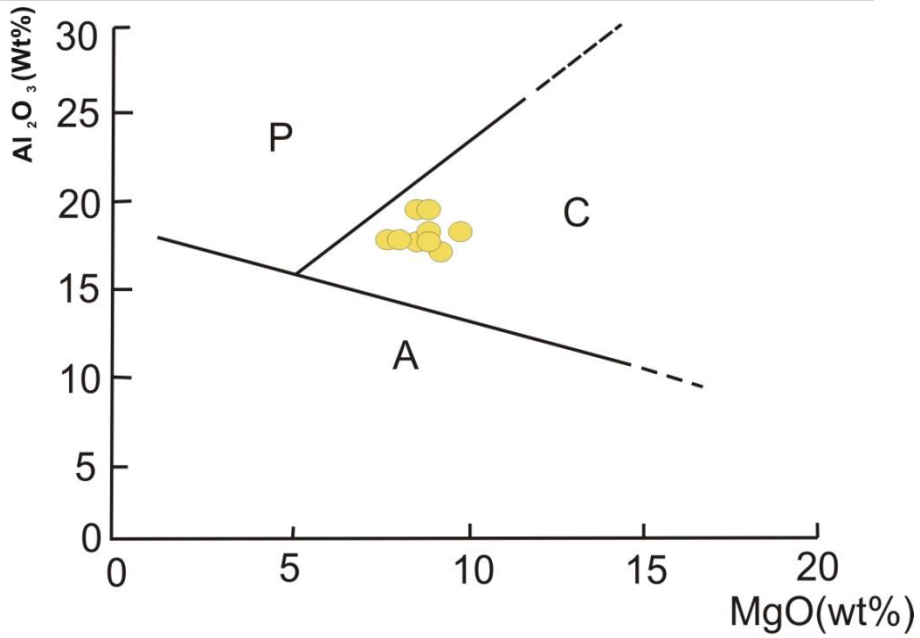


Fig. 28 : position des biotites dans le diagramme Mg versus Al_t de Nachit al.et (1985).



A : domaine alcalin.
P : domaine peralumineux.
C : domaine calco-alcalin.

Fig. 29 : position des biotites dans le diagramme d'Abdel Rahman (1994).

Le diagramme AI_2O_3 versus MgO d'Abdel-Rahman (Fig.29) discrimine les domaines alcalins anorogénique, calco-alcalin et per alumineux ; les biotites de Tifrit se placent dans le champ calco-alcalin.

L'étude du chimisme de la biotite permet d'appréhender certains paramètres thermodynamiques de cristallisation telle que la température.

De ce fait, le diagramme utilisé par Gagny (1968) in Benaouda (1982) qui, en mettant en relation le rapport 100A1 / Al $_{total}$ avec les proportions de AI_2O_3 établit une ligne entre cette relation et la paragenèse de la roche (Fig30). Cet auteur montre ainsi que les biotites sont d'autant plus riches en AI_2O_3 que leur température de cristallisation est plus faible. Ce diagramme permet donc de voir que les biotites du granite de Tifrit, caractérisées par des teneurs en alumine et un rapport 100 Al / Al $_{total}$ moyens, se situent dans le champ des biotites seules. Cette position indique une cristallisation à température modérée.

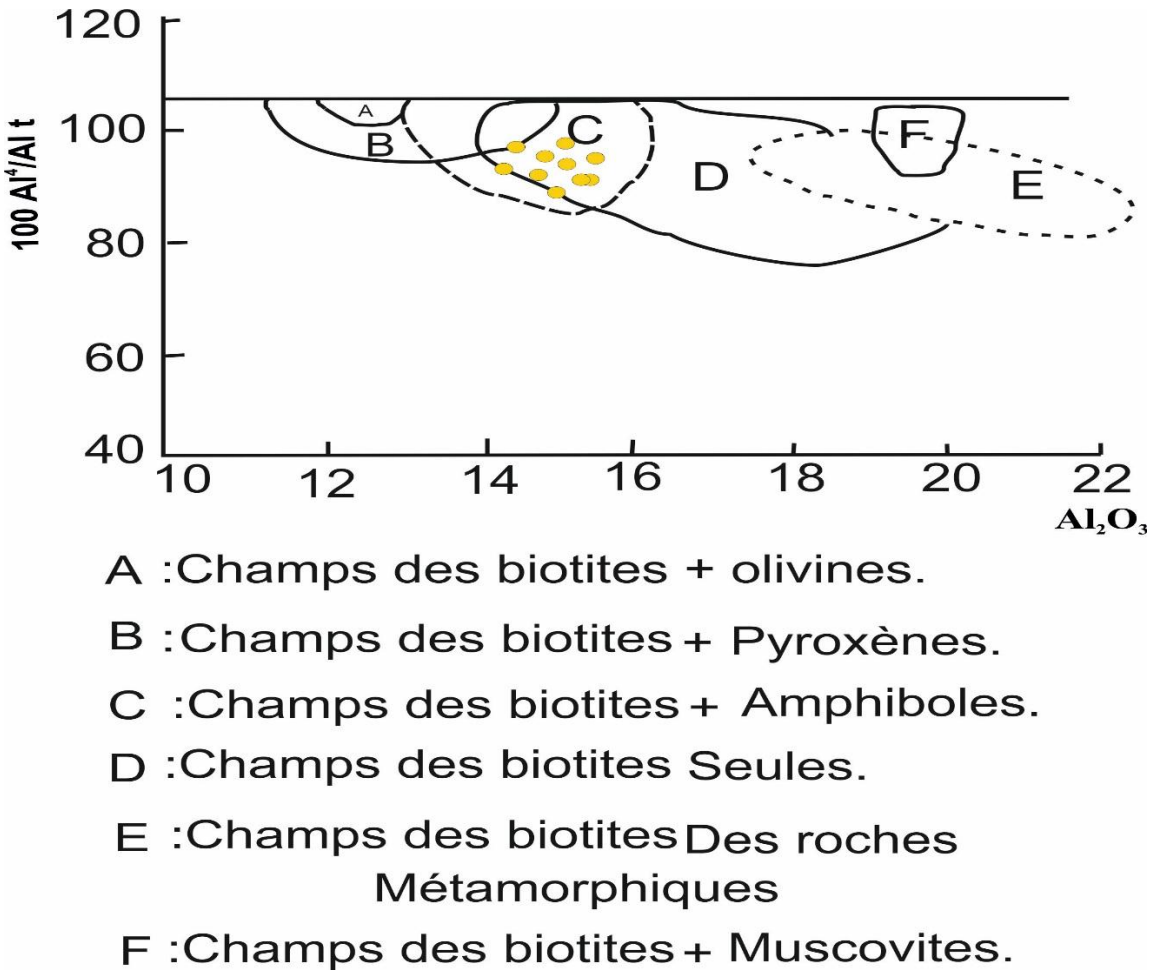


Fig.30 : Position des biotites dans le diagramme de Gagny (1968).

b- Les Amphiboles :

Les amphiboles sont présents dans certains facies de façon très fréquentes que dans d'autres et se distinguent par leur taille submillimétrique et de leur couleur verte ainsi que la présence des clivages losangique et par l'existence de la macle de H1.

On peut distinguer du zonage dans ces minéraux. Leurs présences dans les accumulations millimétriques des minéraux mafiques est bien visible sous forme d'amphibole + biotite.

La composition et La Formule structurale de l'amphibole adoptée pour discuter la composition des amphiboles est celle de Leake (1978) qui se présente sous forme :

$\mathbf{A_{0\text{-}1}\ X_2\ Y_5\ Z_8\ O_{22}\ (OH,\ F,\ Cl)_2}$

Les Sites structuraux :

A : Na, K avec ∑ A = 0 à 1.

X : Fe^{+2}, Mg, Mn, Ca, Na avec ∑ B = 2.

Y : AL, Ti, Cr, Fe^{+2}, Fe^{+3}, Mg, Mn avec ∑ C = 5.

Z : Si, Al, Cr, Fe^{3+}, Ti avec ∑T = 8.

Les résultats des analyses à la microsonde et les formules structurales calculées sur la base de 23 oxygènes sont reportés au tableau (5,6) pour les amphiboles (granitoïdes et EMS de Tifrit) :

Echant	Si	Al4	Al6	Fet	FM/FM+M	M/M+F
R	7,34	0,66	0	1,86	38,18	0,62
MD1	6,92	108	0,02	1,81	37,6	0,63
MD2	6,93	107	0,08	1,76	25,97	0,63
MD3	6,97	103	0,03	2,03	42,3	0,58
MD4	6,95	105	0	2,04	27,03	0,59
MD5	7,09	0,91	0	2,25	45,9	0,55
MD6	7,06	0,94	0,03	1,92	28,15	0,6

Tableau5 : compositions chimiques et les formules structurales des amphiboles dans le granite de Tifrit. M.mahmodi (2009).

Lame	ET2	ET2	ET2	ET3	ET3	ET4
N° analyse	3	20	53	44	51	3
SiO2	46،79	49،97	48،77	48،59	48،21	46،79
TiO2	1،22	0،97	0،96	1،30	1،35	1،22
Al2O3	6،65	4،36	4،50	5،36	6،32	6،65
FeO	15،71	14،82	15،65	16،02	16،56	15،71
MnO	0،88	0،78	0،67	0،44	0،49	0،88
MgO	12،04	13،75	13،32	13،12	11،89	12،04
CaO	11،12	11،13	10،45	11،49	11،31	11،12
Na2O	1،22	0،73	1،06	0،41	0،22	1،22
K2O	0،50	0،33	0،38	0،38	0،53	0،50
Cr2O3	0،14	0،00	0،04	0،02	0،01	0،14

Tableau 6 : compositions chimiques et formules structurales de L'Amphiboles dans les EMS de Tifrit.

La phase minérale pratiquement inexistante dans le faciès granitique de Tifrit, l'amphibole fait son apparition dans le granite.et dans EMS.

L'examain de ces données montre que le sio_2 varie entre 41,8% et 53,32% et le MgO affiche des valeurs de 10% le CaO est remarquablement constant et oscille entre 10% et 11%, les teneurs en titane sont peu élevées 0,37% < TiO_2< 2,18%. Ceci refléterait une température de cristallisation modérée et une forte fugacité d'oxygène (Helz : 1973).

Dans la classification de Leake (1978), mes amphiboles étudiées s'inscrivent dans le champ mélange entre le champ magnésio-hornblende et Ferro-hornblende pour les faciès des EMS et dans le champ magnésio-hornblende pour les faciès granitiques.

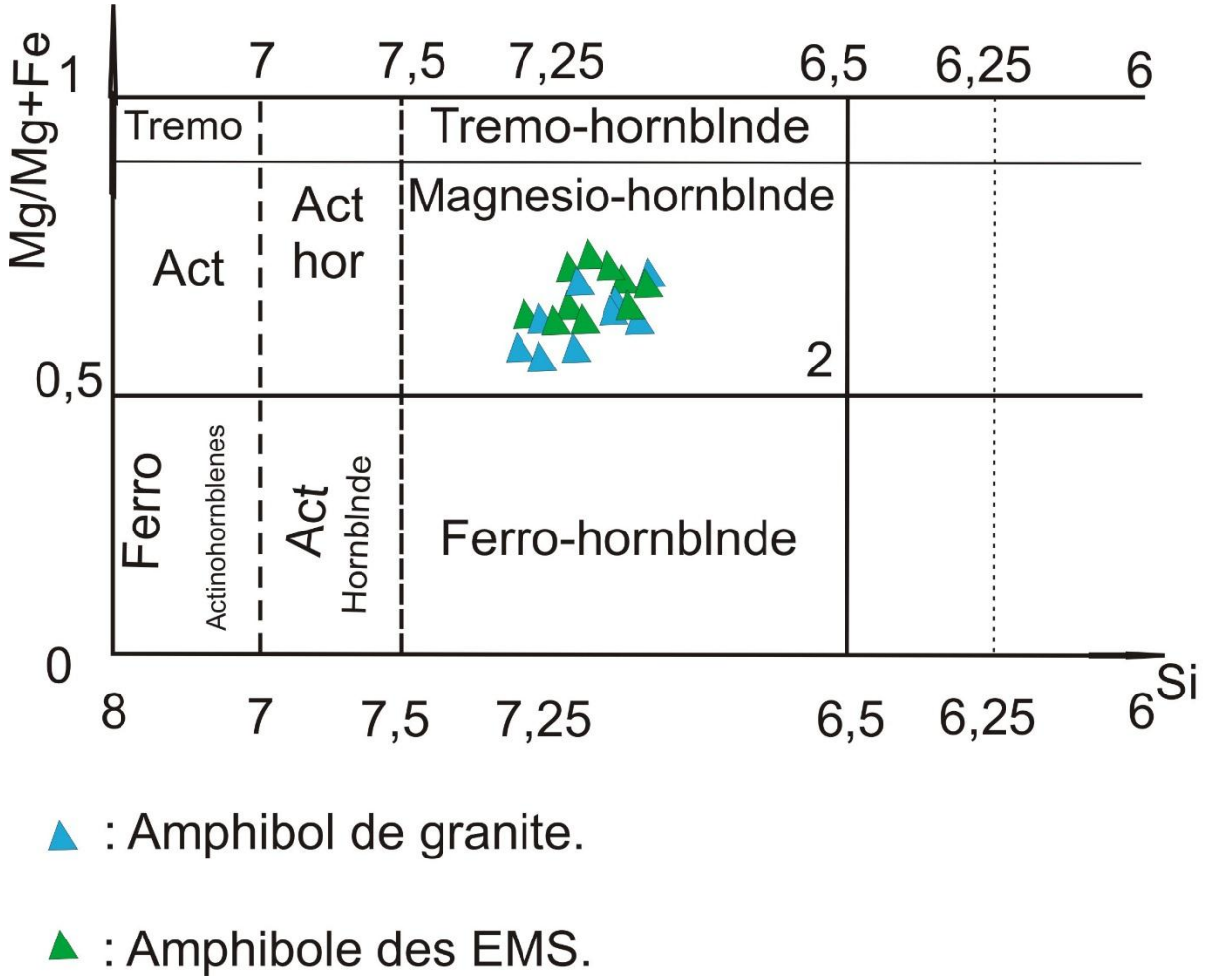


Fig. 31 : Nomenclature des amphiboles d'après Bernard Eleak (1978) Exemple de Tifrit.in Mahmoudi 2009 et modifié

L'examen de ces données montre que ces amphiboles présentant des variations sensibles dans leur composition, des magnesio-hornblendes pour les faciès granitiques et le même pour les EMS de Tifrit.

1-3- Les Minéraux accessoires :

a- Les minéraux Opaques : Les analyses chimiques et les formules structurales sont consignées dans le tableau 4 suivent :

Placées dans le diagramme FeO-Fe_2O_3-TiO_2. (Fig.28). Les analyses de ces oxydes Ferro-titanés montrent des compositions d'ilménite avec 50% de TiO_2 et 36% de FeO, Les teneurs en MnO sont suffisamment élevées (7 et 12%) pour leur donner un caractère manganésifère.

N°Ech	ET2	ET2
N°Anal.	84	106
SiO2	0،15	0،04
Al2O3	0،07	0،01
TiO2	49،16	48،57
FeO	47،53	44،85
MnO	1،16	4،4
MgO	0،05	0،07
CaO	0،15	0،19
Total	98,27	98,17
Si	0	0
Al	0,02	0,01
Ti	194	199
Fe^{2+}	172	178
Mn	0,22	0,4
Mg	0	0
Ca	0,01	0,01
Total	391	419

Tableau 7 : Compositions chimiques et formules structurales des ilménites.

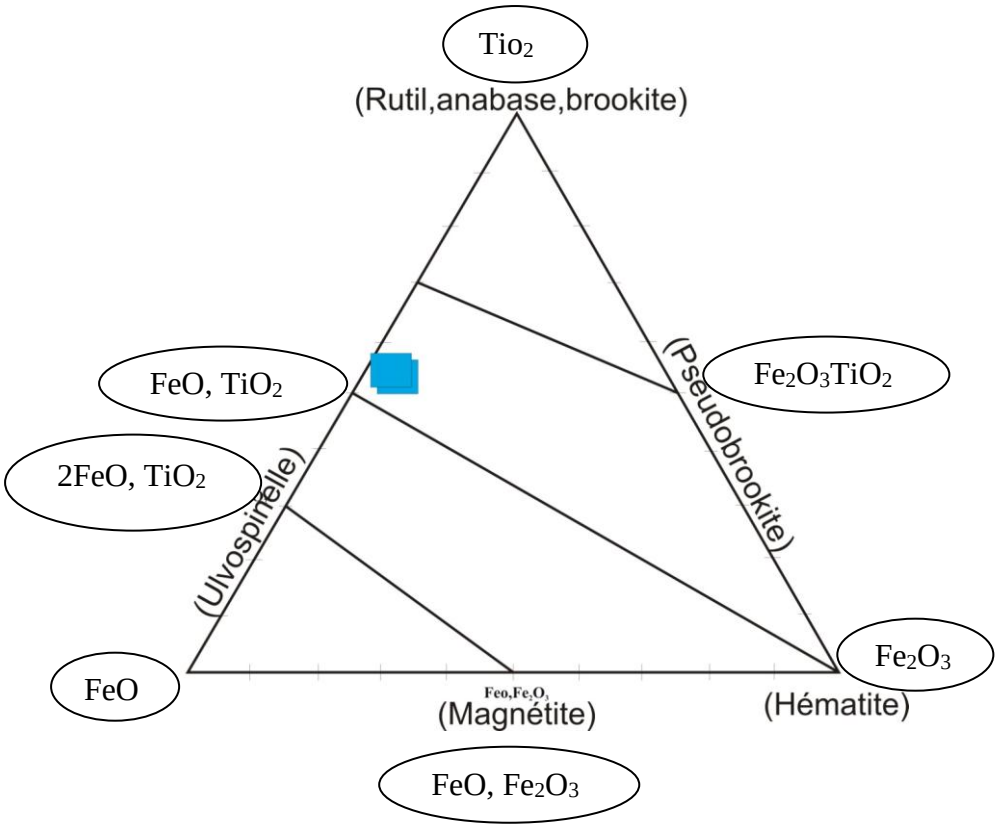


Fig. 32 : position des oxydes Ferro-titanés dans le diagramme de Deer et al., (1992).

b-Le sphène : Il a un habitus de minéral secondaire et apparît en fuseaux le long des clivages de la biotite qu'il déstabilise. L'analyse d'un minéral calculé sur la base de 5 oxygènes (tableau3), donnée comme exemple, montre une teneur non négligeable en Al_2O_3 (3,04%), ce qui rapproche ce sphène du pôle grothite.

N° d'analyse	23
SiO_2	30,64
Al_2O_3	3,04
TiO_2	35,86
Cr_2O_3	0
FeO	0,42
MnO	0,01
MgO	0,02
CaO	28,57
Na_2O	0,01
K_2O	0
Total	**98,57**
Si	1,01
Al	0,12
Ti	0,89
Cr	0
Fe	0,01
Mn	0
Mg	0
Ca	1,01
Na	0
K	0
Total	**3,04**

Tableau 8 : Composition chimiques et formules structurales du sphène.

2 :Ordre de cristallisation dans les EMS de oued chaaba(Tifrit) :

L'étude minéralogique des enclaves indique l'ordre de cristallisation suivant :

1 : Apatite –zircon – et minéraux opaques.

2 : les ferromagnésiens qui sont d'abord les amphiboles suivis de biotite.

3 : les plagioclases de type andésine.

4 : les feldspaths potassiques.

5 : les quartzs interstitiels.

Cette suite est déduite à partir de l'étude minéralogique des EMS au microscope polarisant.

La méthode est déduite à partir de la règle de **Rosenbuch.**

En effet on trouve des minéraux de biotite dans les feldspaths ainsi que des minéraux accessoires de type apatite et zircon aussi bien dans les biotites et dans les feldspaths.

Le quartz se trouve entre les autres minéraux de façon interstitielle.

Les travaux expérimentaux de Bowen en 1928 ont permis de déterminer l'ordre d'apparition des minéraux lors du refroidissement d'un magma et en fonction de l'enrichissement en SiO2

Voir le schéma de la figure suivante d'après Bowen correspondant à l'ordre d'apparition des minéraux :

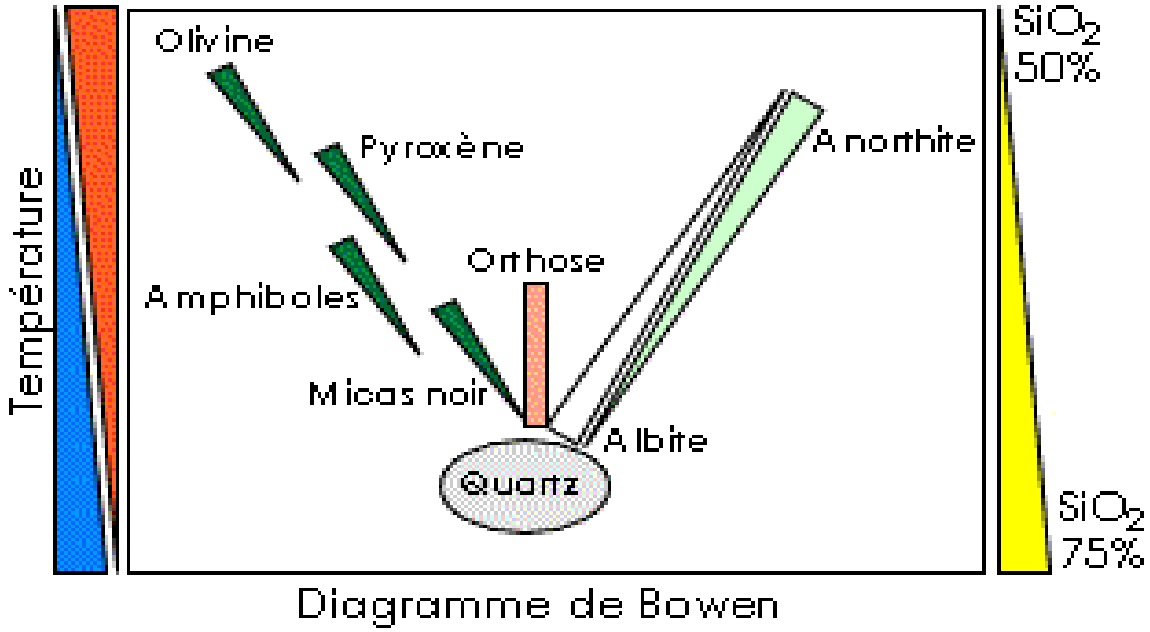


Fig. 33 : Digramme de Bowen d'après les expérimentales faites en (1928).

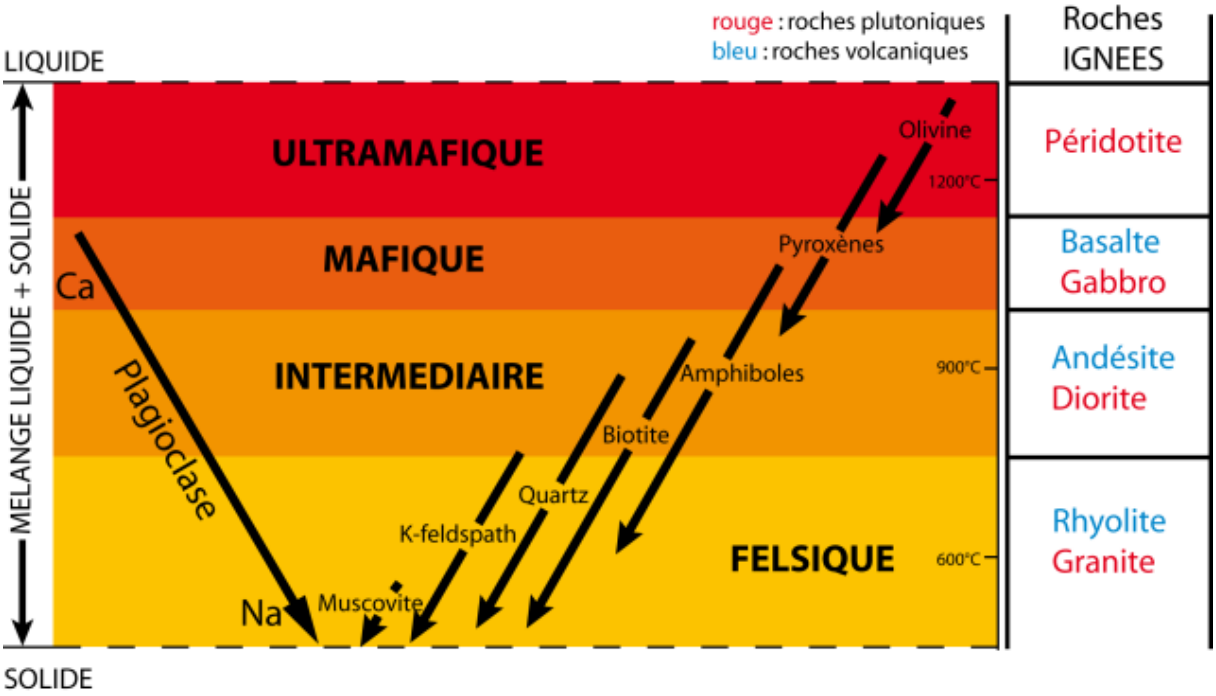


Fig. 34 : Diagramme de Bowen des minéraux et des roches, en (1928).

Conclusion :

L'étude minéralogique des granitoïdes de Tifrit permet d'aboutir aux conclusions suivantes, Les phases minéralogiques sont communes entre les EMS et leurs granitoïdes hôtes de point de vue qualitatif et différentes de point de vue quantitatif.

Les différences résident surtout dans les phases mafiques : (biotite et amphibole)

Ces phases ferromagnésiennes hydratées sont de (34% - 48%) à Ain Kerma et peuvent atteindre jusqu'à 40% dans les EMS d'oued chaaba.

Les compositions des plagioclases montrent des variations allant de l'andésine au cœur à l'oligoclase à la périphérie. La présence de plagioclases à zonation complexe traduit les phénomènes de déséquilibres thermodynamiques et les mécanismes d'interactions liés au processus de mélanges magmatiques.

La biotite et l'amphiboles sont les phases ferromagnésiennes hydratées et correspondent respectivement à une biotite ferrifère avec un XFe supérieur à 0,40 dans les EMS et 0,45 dans le granite. Sa composition montre également un caractère calco-alcalin pour le granitoïde hôte et à des magnesiohornblendes pour les amphiboles des granitoïdes et leurs EMS

Le quartz présente la phase minéralogique qui cristallise en dernier après les feldspaths potassiques.

Des minéraux secondaires dues à l'altération météoriques et hydrothermales peuvent s'ajouter à la minéralogie primaire et qui sont :

(L'épidote, le chlorite, la calcite et la séricite).

Les minéraux accessoires sont les premiers à cristallises et sont :

(Les minéraux opaques, l'apatite, le zircon, l'Allanite et le sphène).

V. Chapitre 5 : Genèse et Géodynamisme des granitoïdes d'après les modèles connus.

1-Genèse des magmas granitiques :

Les granites peuvent se classer en 3 types selon leurs chimismes (Lameyre 1980) :

a) -Les granites alcalins-anorogéniques : dans les rifts, dans les ceintures entre craton et la zone plissée et au niveau des faille transformantes.

b) -Les granites tholéiitique : se localisent au niveau des rides océaniques et dans les zones d'amincissement crustales (tholeïte continentale).

c)-Les granites Calcoalcalins : se localisent au niveau des zones de convergence donnant des massifs composites. On peut aussi classer cette catégorie en deux sous types :

c)-1-Le sous type 1 : est issu de la déshydratation de la croute océanique avec libération d'eau donnant une fusion hydratée avec des termes tonalitiques.

c)-2-Le sous type 2 : est issu des zones de collisions, ce deuxième sous type est issue de la mise en place tardive dans les zones de collision et est attribuable à la fusion de la croute continentale. Les granitoïdes sont donc un ensemble de roche magmatique plutonique ayant une origine profonde compte tenue de leurs textures et de leurs genèses.

- D'autres classifications utilisent les nominations suivantes :

a- Les granites de type S.

b- Les granites de type I.

c- Les granites de types M.

Ces appellations utilisent l'origine de la source des granitoïdes qui peut être :
Sédimentaire, intermédiaire ou mantélique

Ces granitoïdes comportent les granites alcalins, les monzogranites, les granodiorites, les diorites, les diorites quartziques, les plagiogranites et les tonalites.

- **Au Tifrit**, il s'agit de granodiorite et de monzogranites (Lucas1952, Remaci2005, Mahmoudi2009). Voir diagramme de streikeisen 1975 suivant qui montre les différents granitoïdes d'après les analyses modales bases sur les minéraux felsiques **:** quartz, feldspath, plagioclase.

Ces études doivent être complètes par les donnes géochimiques pour connaitre les valeurs des éléments chimiques sur roches totales pour les comparer avec la croute continentale de référence et aussi avec le manteau de référence.

En comparant, on peut déduire l'origine et la source des granitoïdes qui pourraient être :
Mantélique (M)- Intermédiaire (I)- sédimentaire (S).

Par fusion et cristallisation fractionnée le magma ascendant se différencie et donne les différents granitoïdes voir le diagramme triangulaire de streikeisen résumant les différents granitoïdes selon leurs contenus en Q-F-Pl.

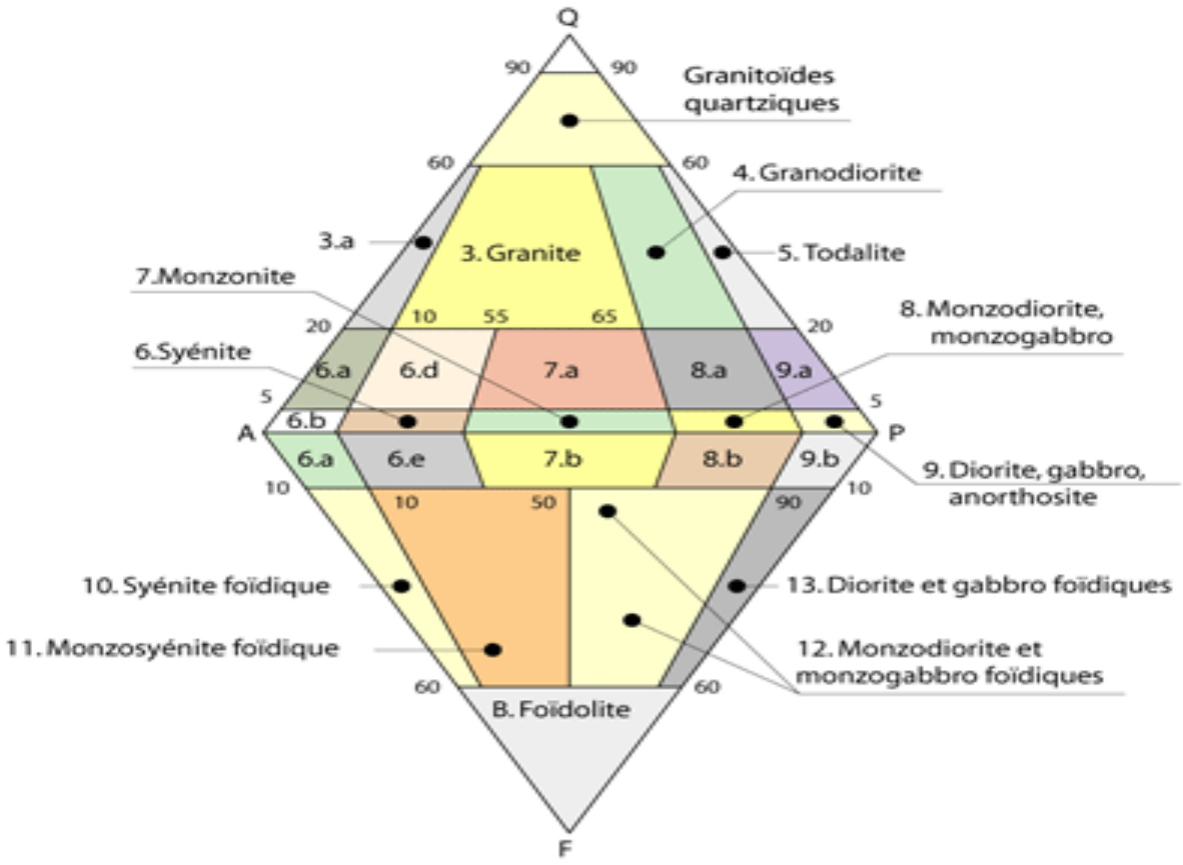


Fig.35 : Diagramme de streikeisen 1975.

Cette classification est basée sur le comportement modal en quartz, plagioclase et feldspath alcalin (diagramme triangulaire de streikeisen1975). D'autres classifications utilisaient les compositions modales virtuelles (cipw) en se basant sur les compositions chimiques.
Dans le cas de Tifrit, la composition modale indique une granodiorite à EMS de type microgranodioritique et tonalitique (Remaci 2005 et Mahmoudi 2009).
Les figures du schéma suivant montrent les deux types de granitoïdes dans les zones de convergences :

Le type1 : type Andique.

Le type2 : type Himalaya.

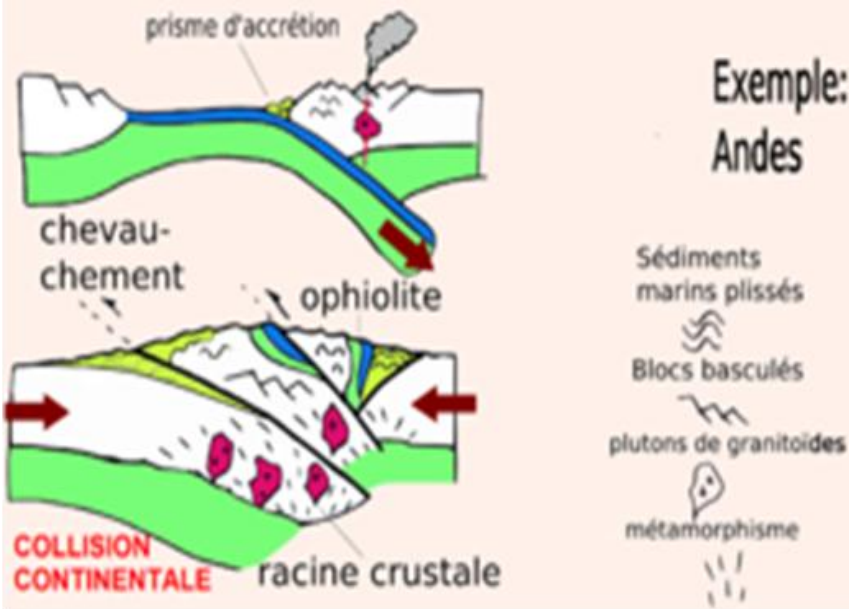


Fig.36 : exemple du contexte d'arc volcanique type Andique et du contexte de collision de type Himalaya.

Les études géochimiques faites par Remaci précisent que ces granitoïdes sont issus d'un système syn. à post collisionel introduisant une fusion aussi bien de la base de croute que du manteau supérieur. Les enclaves microgrenues sombres donnent d'importantes informations sur l'origine et l'évolution des magmas granitiques calco-alcalines

L'étude de ces enclaves permet de connaitre la nature des magmas auxquels sont liées et permettent de tracer l'évolution des magmas au cours de leurs évolutions à travers les profondeurs de la terre.

Leurs comportements aérodynamiques nécessitent des études approfondies sur leurs densités de présence et leurs répartitions spatiales au sein des plutons granitoïdiques. Les enclaves microgrenues sombres et le granite qui les entoure sont des roches hybrides résultant du mélange incomplet de magmas plus acides et plus basiques. L'étude des enclaves permet de préciser les conditions de mélange.

2-Interprétation géodynamique des EMS de Tifrit et leurs roches hôtes :

a - Les granodiorites de chaaba :

L'étude comparative des teneurs en éléments chimiques majeurs et traces d'après les travaux de Remaci 2005, indique une croute évoluée.

Les valeurs des éléments chimiques sont comparables sauf pour Fe_2O_3, CaO, Sr, Zr et Nb

Le Rb et le Th sont légèrement supérieurs à la normalisation.

b - Les EMS :

Sont considérés comme le témoin de la composante basique qui s'est entrée en mélange avec une composante acide

Les évidences sont comme suivies :

Ils différent légèrement des basaltes, des andésites et des gabbros de point de vue chimique ce qui indique que le mélange était établi ente la composante basique typique et la composante crustale donnant des roches intermédiaires atypiques.

Ces données résultent de l'étude géochimique établie par M Remaci en 2005 sur les EMS de Tifrit. Sur le plan morphologique la structure des granitoïdes montre des massifs intrusifs au niveau des schistes et quartzite silurien avec des EMS qui sont constitués de blocs millimétrique à cm sub-arrondies à ovoïde. Ces blocs sont le témoin de la composante basique qui s'est incorporée en se fragmentant sous forme de globule et en échangeant les éléments chimiques de part et d'autre des granitoïdes et des EMS et en transférant des minéraux à l'état solide. Les stades de Transfert nécessitent des études sur plusieurs niveaux des plutons pour connaitre l'état des échanges d'un niveau à un autre et en précisant leur densité de présence et leurs dispositions. Ce phénomène est observé dans des massifs hercyniens aussi bien au grand Maghreb qu'en Europe occidental ou les études ont été poussée.

La conclusion générale :

Les similitudes observées entre les enclaves microgrenues sombres des granitoïdes (granites et granodiorites) de la région du Tifrit révèlent un processus de formation unique. Qui peut être étendu aux enclaves d'autres massifs intrusifs Calcoalcalins. L'interprétation suivante est proposée :

- les enclaves microgrenues sombres sont des roches ignées témoignant de la coexistence de magmas de composition contrastée qui ont interagi de manière complexe à différents stades de leur évolution respective selon le processus général suivant :

- mise en contact d'un magma basique. Chaud et peu cristallisé avec un magma granitique partiellement cristallisé

Mise en fusion du magma acide et remobilisation des roches basiques à l'intérieur des roches acides de type granitoïdes.

- mélanges mécaniques répétés et en proportions variables conduisant à la déstabilisation des phénocristaux du magma granitique (plagioclases, polysyntéthitiques et zonés, feldspaths alcalins à couronne rapakivi, ocelles de quartz à liseré de ferromagnésiens) dans les magmas hybrides résultant, échanges chimiques sélectifs favorisés par la présence de fluides,

- injection et dispersion en enclaves des magmas hybrides dans les parties supérieures plus froides et visqueuses de la chambre magmatique.

- la cristallisation rapide des enclaves jusqu'à disparition du contexte de surfusion, échanges chimiques intenses avec le granite sous contrôle minéralogique et en présence de fluides (enrichissement des enclaves en alcalins et ions à forte densité de charge, développement d'une bordure centimétrique sombre).

Ce phénomène est en relation avec la déstabilisation de la lithosphère lors des phases tectoniques tardi hercyniennes qui conduira à la mise en place d'un magmatisme composite de nature calcoalcaline en bordure nord des hauts plateaux de l'ouest d'Algérie.

Liste des figures

Figures **pages**

Fig. 1 : Situation des principaux massifs paléozoïques de l'Ouest Algérien (Lucas, 1952).1

Fig. 2 : La carte géographique de la région de Tifrit…… 4

Fig. 3 : la carte structurale de la région de Tifrit (d'après Lucas 1952) 5

Fig. 4 : la carte géologique simplifiée du môle de Tifrit (tirée de la carte géologique d'Algérie, 2 éme Edition, M.M. cornet et al (1951-1952) ……... 6

Fig. 5 : Log synthétique de la série sédimentaire paléozoïque de Tifrit d'après Mahmoudi (2009), et complété……... 9

Fig. 6 : la carte de géologique de Tifrit, Mahmoudi 2009- modifiée……. 12

Fig. 7 : (Tableau 1 et 2), les analyses modales du faciès principales et des EMS de Ain karma et oued chaaba de la région de Tifrit. D'après streikeisen (1975) …… 13

Fig. 8 : la position des granitoïdes et EMS de Tifrit dans le diagramme triangulaire de streikeisen (1976) ……. 14

Fig. 9 : les photos de granites, photo A : granite, et photo B : granite à EMS, (Tifrit)….15

Fig. 10 : photo de granite à enclave mafique (Tifrit)…… 15

Fig. 11 : Les deux photos de quartz dans le granite de Tifrit en LPNA (photo1), et en LPA (photo2), Lame mince (GΩ1) ..……...……. 16

Fig.12 : plagioclase en LPNA (photo1 et 3), et en LPA (photo2 et 4). Texture porphyroïde et Belle zonation dans un cristal de plagioclase (photo4), Lame mince (GΩ1), granite de Tifrit ……. ……. 17

Fig.13 : feldspath avec macle simple (Carlsbad), dans le granite de Tifrit en LPNA (photo1), et en LPA (photo2). Lame mince (GΩ1) …….……18

Fig.14 : Texture grenue de feldspath perthitique dans le granite de Tifrit, en LPNA (photo4) et en LPA (photo3). Lame mince (K9), …… 18

Fig. 15 : la variété de la couleur de biotite dans le granite de Tifrit en LPNA (photo1) et en LPA (photo2), Lame mince R134, ……..…… 19

Fig. 16 : les deux photos de l'Amphibole (hornblende allonger) dans le granite de Tifrit, photo1 en LPNA, et photo2 en LPA, lame mince (k11)..……..……. 19

Fig. 17 : le zircon dans la biotite (photo1 et photo2) granite de Tifrit, lame mince (k9).....20

Fig.18 : photos de l'Allanite et l'epidote dans le microscope, photo1 en LPNA, et photo2 en LPA. EMS de Tifrit, lame mince ET2 …….. …… 21

Fig. 19 : Aspect microscopique d'une micro-EMS, quartz interstitiel, photo1en LPNA, et photo2 en LPA dans lame mince k9…….…… 22

Fig20 : les deux photos de phénocristal d'orthose en LPNA et LPA, lame mince (ET3)..24

Fig. 21 : plagioclase avec des macles polysynthétiques, granite avec EMS à texture microgrenue, photo2 en LPNA et photo3 et 1en LPA, lame mince (k9),…..……. 25

Fig. 22 : Aspects microscopique et la texture microgrenue dans L'EMS d'oued chaaba, lame mince (k9) plain de biotite (Tifrit)…… 27

Fig. 23 : les deux photos d'amphibole en LPNA et LPA, lame mince (K11)……...28

Fig. 24 : position des feldspaths du granite de Tifrit dans le diagramme triangulaire (An-Ab-Or) …… 31

Fig. 25 : photo en LPA.de la zonation chimique d'un plagioclase complexe du granite (Tifrit)……. 32

Fig. 26 : position des biotites dans le diagramme de Nockolds (1947) …..**.....**35

Fig.27 : position des biotites dans le diagramme de Si en fonction de XFe (Fe_t /Fe+Mg).36

Fig. 28 : position des biotites dans le diagramme Mg versus Al_t de Nachit et al. (1985)…37

Fig. 29 : position des biotites dans le diagramme d'Abdel Rahman (1994) ……... 37

Fig.30 : Position des biotites dans le diagramme de Gagny (1968) …… 38

Fig. 31 : Nomenclature des amphiboles d'après Bernard Eleak (1978) Exemple de Tifrit.in Mahmoudi 2009 et modifié…….. 41

Fig. 32 : position des oxydes Ferro-titanés dans le diagramme de Deer et al., (1992) ……42

Fig. 33 : Digramme de Bowen d'après les expérimentales faites en (1928) ……44

Fig. 34 : Diagramme de Bowen des minéraux et des roches, en (1928) **...**……...45

Fig.35 : Diagramme de streikeisen (1975)……**...**…….48

Fig.36 : exemple du contexte d'arc volcanique type Andique et du contexte de collision de type Himalaya……**...**…… 49

Références bibliographiques :

Abdelhalim R, 1973 : Etude pétrographique et structurale du Granite de Nédroma et de son auréole de métamorphisme. Thèse de Doc, troisième cycle, Université d'Alger p 96.

Amara M, Nekkab S, 1990 : Etude pétrographique des roches magmatiques de Ain Soultan N-O de Tifrit, Ingéniorat d'état en pétro, I.S.T Oran, p 100, fig. 39.

Ameur M 1978 : Les facies de plate-forme du jurassique inférieur et moyen (partie orientale du Fillaoussène), Thèse de Doc, troisième cycle Université d'Oran p 192.

Almeras Y, Ameur M, Benhamou M et Elmi 1985 : Précisions biostratigraphiques et paléogéographiques sur le Lias des environs de Tifrit. Inst. Cath, Lyon P 14, 15, 43.

Anderson U.I.F.B 1991: Granitoïd Episodes and mafic – felsic magma interaction in the Svecofennian of the Fennoscondran Shield with main emphasis on the 18 Ga, Plutonic, Precambrian research, 51 (1991) 127-149.

Andre Clair 1952 : Données sur l'hydrogéologie Algérienne Monts de Saida, XIV congrès géologique Alger p119.

Auclair D et Bichlair J (1969) : Etude géologique des hautes plaines Oranaises entre Tlemcen et Saida, publ, serv, carte géol., Alger, n ser, Nº 34, p3-45, fig.4, p6l.

Augier C (1967) : Quelques éléments essentiels de la couverture sédimentaire des hauts, Plateaux. Publ, serv géol., Algérie, Nille série, Bull, Nº 35, BP 47 – 80.

Atlas de pétrologie : Jean-François Beaux Bernard Platevoet. Jean-François Fogelgesang.

Benaouda N et Cottin JY 1985 : Données pétrologiques des différentes générations d'Alpites de la région de Nédroma Traras, N-O d'Algérie, pub serv géol., de l'Université d'Oran.

Bougera M 1995 : Contribution à l'étude géologique des formations paléozoïques sédimentaires du Môle de Tifrit, Saida, Algérie Occidentale, thèse de Magister I.S.T Université d'Oran Algérie.

Bowen N.L. 1928. The evolution of the igneous rocks, Princeton University Press, Princeton, N.J.

Chappell B, W, et White A.J.R. (1974) : Tow contrasting granites types. Pacific Géol., p 8,173-174.

Cisak Richard 1992 : Evolution géodynamique de la chaine tellienne en Oranie (Algérie Occidentale), pendant le Paléozoïques et le Mésozoïque, thèse de Doc ES SC Naturelles, université Paul Sabatier-Toulouse III.

Delau G et Clair 1948-1952 : Rapport sur des aspects géologiques de la région de Saida, Algérie Occidentale.

Dib A 1993 : Etude pétrographique des Granitoïdes d'Ain Karma et leurs encaissants Paléozoïque (Môle de Tifrit-Saida), Ingéniorat d'état, p144, fig. 43.

Dubar G 1932 : Le Lias de Tifrit à l'Est de Saida (Oranie), CR somm, soc-géol. France, Paris p106-108 série 5, Fasicu 1-2.

Elmi S, Almeras Y, Ameur M, Benhamou M 1985 : Précisions biostratigraphiques et paléogéographiques sur le Lias des environs de Tifrit (Saida-Algérie occidentale), Les cahiers de l'institut catholique de Lyon N°14, P15, 41.

Flamand. G.B.M 1908 : Note préliminaire sur le jurassique de la région de Saida, Bull, Soc, géol., France (4), t, 8, P70-72.

Flamand. G.B.M 1999 : Recherches géologiques et géographiques sur les hauts pays de l'Oranie et sur le Sahara, lyn Reyed. Thèse Lyon, p 797.

Guardia P 1975 : Géodynamique de la marge alpine du continent Africain d'après l'étude de l'Oranie Nord-Occidentale, thèse 3eme cycle, Inst. Poly Tech médit-Nice, p 286.

Gentil (1903) : Etude géologique du bassin de la Tafna. Bull. carte géol. Algérie, 2 série, n 4 in 8.

Halimi S 1993 : Etude pétrographique des Granitoïdes de l'Oued Chaaba et leurs encaissants métamorphiques (Mole de Tifrit-Saida), Algérie Nord occidentale, ingéniorat d'état**,** 144 p, 43

Khenous Mohammed 2006 : contribution à l'étude pétrologique et géochimique de l'intrusion granitique de Nédroma et des enclaves qui sont associées (Traras, Algérie nord occidentale). Mémoire d'ingéniorat d'état en géologie (ensembles cristallins).

Lameyre J. (1980) : Les magmas granitiques. Leurs comportements, leurs associations, leurs sources. Extrait du livre jubilaire de la société Géologique de France, Mèm. P10, 51-62.

Lameyre J. & Bowden P. (1982) : Plutonic rock type series. Discrimination of various granitoïd series and related rocks. Journ. Volcan. Geotherm. Res., p14, 169-186.

Mahmoudi M 1991 : pétrographie des microdiorites quartzique du môle de Tifrit, SNSTA, Constantine 1991.

Piper G, P, E, Piper G, G, W and S, B Clerk 1991: Persistent mafic igneous activity in A Type Granite pluton. Cobequid highland Nova Scotia (Nouvelle Ecosse), Cana J Earth sci 2, 8 1058, 1072.

Pomel A 1871 : Le Sahara, géologie, géographie et biologie, Bull, soc Alg climat SC phys et natu VIII, p3, 165.

Renou E 1843 : Notes sur la présence de formations magmatiques aux environs de Saida, Algérie Occidentale.

Streikeisen A.L. 1976 : (Classification des roches Magmatiques**),** To each plutonic rocks its proper name. Earth sc, let, 44, 269-278.

Lagarde J.L., Capdevila R. Fourcade S. (1992) : Granites et collision continentale : l'ensemble des granites carbonifères dans la chaîne hercynienne ouest-européenne. Bull. Soc. Géol. Fr., 163 :597-610.

G Lucas 1952 : Bordure Nord des hautes plaines dans l'Algérie, âge primaire de Saida C.R.S.S.G.F P152 et 153.

Pearce J.A., Harris N.B.W. & Tindle A.G. (1984) : Trace element discrimination diagrams for the tectonic interpretation of granitic rocks. Journal of petrology, 25: 956-983

M.J. Zorpi, C. Coulon and J.B. Orsini 92 : Hybridation between felsic and mafic magmas in calco-alkaline granitoids-acase study in northern Sardinia, Italy, chemical geology, 92 (1991)45-86 Elsevier Science publisher. B.V, Amsterdam.

Remaci-Benaouda N. (2005) **:** pétrologie et géochimie des associations fliques-mafiques tardi hercyniennes de l'Oranie nord occidentale, implications pétrogenetiques et géodynamiques. Thèse de Doctorat d'état es science, Univ d'Oran, Es Senia, p 249.

Ville 1852 : Notice géologique et minéralogique sur la partie occidentale de la province d'Oran, bull soc géol. Fr, 2, IX, 363.

Zorpi M, J, Cocirta C, Orsini J, B et Coullon C 1986 : Plutons Calcoalcalins, hybridation et zonation, Bull, soc, France, Minéral et Cristal.

Listes des Tableaux

Tableau1 : Les analyses modales d'Ain karma……. 13

Tableau2 : Les analyses modales d'oued chaaba……... 13

Tableau3 : l'analyse modale et la composition chimique des feldspath (FK et plagioclase) des EMS de Tifrit……... 30

Tableau4 : compositions chimiques et formules structurales des biotites des EMS de Tifrit……. 34

Tableau5 : compositions chimiques des amphiboles du granite de Tifrit…….. 39

Tableau 6 : compositions chimiques et formules structurales de L'Amphiboles des EMS de Tifrit……. 40

Tableau 7 : Compositions chimiques et formules structurales des ilménites……. 41

Tableau 8 : Composition chimiques et formules structurales du sphène…… 42