

N° d'ordre :

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE D'ORAN 2



Faculté des Sciences de la Terre et de l'Univers

MEMOIRE

En vue de l'obtention du diplôme de Master

Sciences de la Terre

Option : Géodynamique de la lithosphère

**Étude pétrographique et géochimique
des granites Chegga et séries Chegga
(SW algérien)**

Présenté par:

AGUIAR Milo Simão & JOAO Marlene Antonio

Soutenu le 03 novembre 20

Devant le jury composé de

| | | | |
|------------------------------|--------|---------------------|------------|
| M ^r H. BENRAMDANE | M.A. A | Université d'Oran 2 | Président |
| M ^r M. MAHMOUDI | M.A. A | Université d'Oran 2 | Examineur |
| M ^{me} K. LAGRAA | M.C. A | Université d'Oran 2 | Rapporteur |

Année universitaire : 2019-2020

Remerciements

Tout d'abord, nous tenons à remercier Dieu, de nous avoir donné la santé, la volonté et la patience pour mener à terme notre formation de Master et pouvoir réaliser ce travail de recherche.

Nous tenons à exprimer nos profonds remerciements à notre encadreur Mme LAGRAA qui nous a fourni le sujet de ce mémoire et nous a guidés de ses suggestions, et la confiance qu'elle nous a témoignés tout au long de ce travail. Nous tenons à gratifier aussi l'examineur pour l'intérêt qu'il a porté à notre recherche en acceptant d'examiner notre travail.

Nous adressons aussi nos remerciements à tous les enseignants de la filière de Sciences de la Terre en particulier ceux de la Pétrologie et GL (géodynamique de la lithosphère). Enfin, nous adressons nos sincères sentiments de gratitude et de reconnaissance à toutes les personnes qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Dédicaces

Je dédie ce travail :

À mes chères parents (JOAO Luis Antonio et JOAO Catenda Branca), mes frères pour leurs patience et encouragement, de m'avoir aidé à poursuivre mes études supérieures, à mes frères pour le soutien inconditionnel, à ma famille, mon binôme et tous mes amis(es).

JOAO Marlene Antonio

Je dédie ce travail à ma mère PEDRO Santa Simão, par son infatigable aide et sa présence au long de toute ma formation.

À mes chers frères qui m'ont toujours soutenue.

À ma famille en générale, mes amis en particulière à mon binôme, mes promotionnel et camarades de classe et tous ceux qui directement ou indirectement m'ont encouragé durant les années d'étude.

AGUIAR Milo Simão

Avant-Propos

Ce mémoire entre dans le cadre de l'obtention du diplôme de Master des Sciences de la Terre à l'Université d'Oran2, en Sciences de la Terre (option : Géodynamique de la Lithosphère). Nous avons étudié la Pétrographie et la Géochimie des granites et Série Chegga dans l'extrême SW algérien.

L'idée de ce mémoire est venue du constat que les entreprises d'exploitation et exploration minières s'intéressent aux granites tant que roche ornementale face à la tendance de son utilisation dans les œuvres d'art, décoration et architecture, bien comme d'autres importances concernant les granites et granitoïdes dont on utilise les connaissances de géochimie afin de mieux comprendre certains phénomènes.

Cette étude se veut être une contribution devant permettre de mettre en évidence les opportunités d'une valorisation de la géochimie des granites en tenant compte de leur potentiel minéralogique.

Des difficultés n'ont pas manqué. Elles concernent particulièrement la disponibilité des moyens que pourrions rendre ce travail beaucoup plus approfondi, vue la pandémie mondiale ; on s'est vu obligé de nous contenter de travailler avec les « moyens du bord ».

- Le chapitre I « Introduction et généralités » synthétise le contexte géologique du Craton Ouest Africain (COA), du massif Yetti-Eglab (partie Nord-Orientale de la Dorsale Réguibat). Aussi le contexte géographique et géologique de notre secteur d'étude (Chegga).

- Le chapitre II « Etude pétrographique de granites et série Chegga » un aperçu général sur les méthodes d'étude des roches magmatiques macroscopiquement et les caractères généraux de granites, une étude à l'œil nu a été effectuée mettant en évidence ces méthodes. Nous avons également confectionné une vingtaine de lames minces à l'atelier roches du Département des Sciences de la Terre. Néanmoins, nous n'avons pas pu les observés au microscope polarisant.

- Le chapitre III « Géochimie des granites et série Chegga » nous avons travaillé avec des analyses déjà existantes comme ceux de (Benramdane, 2007) et (Peucat et al. 2005), en utilisant les différents diagrammes discriminants, nomenclatures, géotectoniques et des spectres multiélémentaires de terres rares et des éléments traces et nous faisons une étude comparative de ces analyses.

- Le chapitre IV « Conclusion générale » est un chapitre conclusif de synthèse faisant sortir les aspects les plus importants tirés des tous les autres chapitres.

Résumé

La série Chegga ou granitoïdes Chegga d'âge précambrien a été désignée sous le nom de série d'Hassi el Fogra dans la partie de la Mauritanie. Dans l'extrémité orientale de la Dorsale Réguibat, en Algérie, elle a été appelée par les groupes de Chenachane –Erg Cherch (divisés en groupes de Teggeur, de Telemsi, de Dra el Guerb).

Cette série est formée des leptynites dominantes, d'amphibolites, des gneiss à amphiboles et de gneiss à grenats ; ces roches ont été granitisées et on observe une abondance des migmatites. Les granites qui donnent naissance à ses migmatites sont syntectoniques.

L'étude pétrographique a permis d'identifier les minéraux qui constituent nos roches, dont nous avons en tirés tel que les granites Chegga qui sont constitués de quartz, feldspaths, biotite et amphibole) ayant une texture grenue à migmatitique, légèrement orientée.

L'étude géochimique des éléments majeurs et traces de ces granitoïdes a permis de définir une série magmatique de type TTG, d'affinité sub-alkaline, moyennement à fortement potassique, métaalumineuse.

Ces granitoïdes constituent une lignée calco-alkaline, avec une signature en éléments trace caractéristique des environnements d'arc insulaire. Ils sont légèrement enrichis en Terres Rares Légères par rapport aux Terres Rares Lourdes. Les anomalies négatives en Nb, Ta et Zr typique des magmas orogéniques, caractérisent ces granitoïdes.

Mots clés : granite Chegga, série Chegga, Yetti-Eglab, Dorsale Réguibat, TTG.

Abstract

The Chegga series or Chegga granitoids has been referred to as the Hassi el Fogra series in the part of Mauritania. In the eastern end of the Réguibat Ridge, in Algeria, it was called by the groups of Chenachane - Erg Cherch (divided into groups of Teggez, Telemsi, Dra el Guerb).

This series consists of the dominant leptynites, amphibolites, amphibole gneisses and garnet gneisses; these rocks have been granitized and there is an abundance of migmatites. The granites which give rise to its migmatites are syntectonic.

The petrographic study made it possible to identify the minerals that constitute our rocks, from which we have learned from that the Chegga granites are made up of four essential minerals (quartz, feldspar, biotite and amphibole) having a coarse texture to migmatitic slightly oriented.

The geochemical study of the major and trace elements of these granitoids makes it possible to define a magmatic series of TTG type, with sub-alkaline affinity, moderately to strongly potassium, meta-aluminous.

As long as these granitoids constitute a calc-alkaline affinity, with a signature in trace elements characteristic of island arc environments. They are slightly enriched in light rare earths compared to heavy rare earths. The negative anomalies in Nb, Ta and Zr typical of orogenic magmas characterize these granitoids.

Keywords: Chegga granite, series Chegga, Yetti-Eglab, Réguibat Shield, TTG.

Table des matières

| | |
|---|-----|
| LISTE DES FIGURES | i |
| LISTE DES TABLEAUX | iii |
| SYMBOLES ET ABREVIATIONS | iv |
| INTRODUCTION GÉNÉRALE | 1 |
| CHAPITRE 1 GÉNÉRALITÉS | |
| 1- CADRE GÉOGRAPHIQUE ET GÉOLOGIQUE | 2 |
| 1.1- Présentation du Craton Ouest-africain | 2 |
| 1.2- La partie Nord-Orientale de la Dorsale Réguibat | 3 |
| 1.3- Présentation du massif Yetti-Eglab | 4 |
| 1.3.1- Localisation du massif Yetti-Eglab | 4 |
| 1.3.2- Lithostratigraphie | 6 |
| 1.3.3- Magmatisme du massif Yetti Eglab | 6 |
| 1.3.4- Géologie du massif Yetti-Eglab | 7 |
| 1.4- Présentation de la série et granite Chegga (Secteur d'étude) | 8 |
| 1.4.1- Série de Chegga : | 8 |
| 1.4.2- Série d'Akilet Deilel : | 9 |
| 1.4.3- Série de Guelb el Hadid : | 9 |
| 1.5- Historique des travaux | 12 |
| 1.6- But et objectif | 12 |
| 1.7- Méthodologie de travail | 13 |
| 1.8- Conclusion | 14 |
| CHAPITRE 2 PÉTROGRAPHIE DES ROCHES MAGMATIQUES DE CHEGGA | |
| 2- INTRODUCTION | 15 |
| 2.1- DESCRIPTION SYSTEMATIQUE OU DICHOTOMIQUE D'UNE ROCHE MAGMATIQUE A L'ŒIL NU. | 15 |
| 2.1.1- La couleur | 16 |
| 2.1.2- La taille du grain | 16 |
| 2.1.3- La minéralogie | 16 |
| 2.1.4- Forme des grains, de cristaux | 16 |
| 2.1.5- Les relations intergranulaires, texture | 17 |
| 2.2- ETUDE DES ROCHES MAGMATIQUES DE CHEGGA A L'ECHELLE MACROSCOPIQUE | 17 |
| 2.2.1- Probablement un granite d'anatexie (Echantillon L31) | 17 |
| 2.2.2- Granite pegmatitique Chegga (Echantillon L24) | 18 |
| 2.2.3- Granite à amphibole ou gneiss amphibolite (Echantillon L26) | 19 |

| | |
|---|-----------|
| 2.2.4- granite migmatitique à enclave amphibolique (Echantillon L30) | 19 |
| 2.2.5- Granite Chegga Epidotisé (Echantillon L22)..... | 20 |
| 2.2.6- Granite migmatitique Chegga (Echantillon L25)..... | 21 |
| 2.2.7- Granite Chegga (Echantillon L33)..... | 21 |
| 2.2.8- Granite migmatitique (Echantillon L30a) | 22 |
| 2.2.9- Granite migmatitique avec une pegmatitique (Echantillon L28) | 22 |
| 2.2.10- Granite Gneissique (Echantillon L29)..... | 23 |
| 2.2.11- Granite d'Aftout (Echantillon L34)..... | 24 |
| 2.2.12- Granite à enclave (Echantillon L 23) | 24 |
| 2.2.13- Granite gris (Chegga) (Echantillon L22a) | 25 |
| 2.3. Conclusion | 26 |
| CHAPITRE 3 ÉTUDE GÉOCHIMIQUE DES GRANITES ET SÉRIE CHEGGA | |
| 3- INTRODUCTION | 27 |
| 3.1- ÉTUDE DES ÉLÉMENTS MAJEURS..... | 28 |
| 3.1.2- Les diagramme oxydes silice (Harker, 1909)..... | 30 |
| 3.1.3- Diagrammes de nomenclature..... | 32 |
| 3.1.4- Diagrammes de lignée magmatique..... | 33 |
| 3.1.5- Diagramme peralumineux..... | 34 |
| 3.1.6- Diagrammes géotectoniques | 36 |
| 3.2- ÉTUDES DES ÉLÉMENTS MAJEURS DE PLAGIOGRANITES GNEISSIQUE ET AMPHIBOLIQUE DE CHEGGA (PEUCAT, 2005) | 38 |
| 3.2.1- Diagrammes de nomenclature..... | 39 |
| 3.2.2- Diagrammes de lignée magmatique..... | 41 |
| 3.2.3- Diagrammes peralumineux..... | 42 |
| 3.2.4- diagrammes géotectoniques..... | 44 |
| 3.3- GÉOCHIMIE DE TERRES RARES DE ROCHES MAGMATIQUES..... | 45 |
| 3.4- ÉTUDE COMPARATIVE ET CONCLUSION GÉNÉRALE DES GRANITES CHEGGA DE BENRAMDANE (2005) ET LES PLAGIOGRANITES CHEGGA DE PEUCAT (2005) | 48 |
| CHAPITRE 4 CONCLUSION GÉNÉRALE | |
| Conclusion générale..... | 51 |
| Annexe 1 - Tableaux des calculs des analyses..... | 51 |
| Références bibliographiques | 56 |

LISTE DES FIGURES

CHAPITRE 1

| | |
|--|----|
| Figure 1- Principales unités structurales de l’Afrique occidentale (d’après Peucat et al, 2005, modifiée par Lagraa, 2014)..... | 3 |
| Figure 2- Cadre géographique de la Dorsale Réguibat (Sabaté et Lomax, 1975 | 4 |
| Figure 3- Schéma géologique et structurale de la zone de jointure Yetti Eglab (Mahdjoub, 2007)..... | 5 |
| Figure 4- Schéma structural de la zone de jointure Yetti –Eglab (Extrait de la carte géologique de Tindouf à 1/500 000) | 8 |
| Figure 5- Carte géologique et structurale de la partie Nord-Orientale de la Dorsale Reguibat (massif Yetti-Eglab) selon Mahdjoub (2007) | 11 |

CHAPITRE 2

| | |
|--|----|
| Figure 6- Granite d’anatexie Chegga..... | 18 |
| Figure 7- Granite pegmatitique Chegga..... | 19 |
| Figure 8- Granite à amphibole ou gneiss amphibolite | 19 |
| Figure 9- Granite migmatitique à enclave amphibolique | 20 |
| Figure 10- Montrant un granite epidotisé | 20 |
| Figure 11- Granite à épidot | 21 |
| Figure 12- Granite de Chegga | 21 |
| Figure 13- Granite migmatitique Chegga..... | 22 |
| Figure 14- Granite en contact avec une pegmatite | 23 |
| Figure 15- Granite gneissique | 23 |
| Figure 16- Granite et une enclave migmatitique..... | 24 |
| Figure 17- Granite à enclave de migmatite..... | 24 |
| Figure 18- Granite Chegga..... | 25 |

CHAPITRE 3

| | |
|--|----|
| Figure 19- Diagramme K_2O vs $K_2O \cdot 100 / (K_2O + Na_2O)$ de Hughes 1973..... | 28 |
| Figure 20- Diagramme P.F versus SiO_2 des granites et enclaves Chegga projetés | 29 |
| Figure 21- Diagramme Oxydes silice de Harker 1909..... | 31 |
| Figure 22- Diagramme Q vs P de Debon et Le Fort (1988) appliqué aux granites et enclaves Chegga..... | 32 |
| Figure 23- Diagramme d’O’Connor (1965), dans lequel sont projeté les granitoïdes et enclaves Chegga | 32 |
| Figure 24- Diagramme $Na_2O + K_2O / SiO_2$ Le Maître (1989), appliqué aux granitoïdes et enclaves Chegga | 33 |

Liste des figures

| | |
|---|----|
| Figure 25- Diagramme K_2O/SiO_2 Le Maître (1989), appliqué aux granitoïdes et enclaves Chegga..... | 33 |
| Figure 26- Diagramme $FeOt-K_2O+Na_2O-MgO$ | 34 |
| Figure 27- Diagramme "A-B" des minéraux caractéristiques de Debon et Le Fort (1983) | 35 |
| Figure 28- Diagrammes discriminants de paramètres alumineux A/CNK versus A/NK (Shand 1943)..... | 35 |
| Figure 29- Granitoïdes et enclaves Chegga dans le diagramme de Sylvester (1989)..... | 36 |
| Figure 30- Granitoïdes Chegga dans les diagrammes géotectonique discriminants de Maniar et Piccoli (1989) | 37 |
| Figure 31- Enclaves et granites Chegga projetés sur le diagramme géotectonique R1 – R2 de Batchelor et Bowden (1985)..... | 38 |
| Figure 32- Diagramme K_2O vs $K_2O*100/(K_2O+Na_2O)$ de Hughes 1973, dont nous avons projeté les analyses brutes des plagiogranites et amphiboliques Chegga..... | 39 |
| Figure 33- Diagramme P.F versus SiO_2 des plagiogranites Chegga projetés..... | 39 |
| Figure 34- Diagramme Q vs P de Debon et Le Fort (1988) appliqué aux granites et enclaves Chegga..... | 40 |
| Figure 35- Diagramme d'O'Connor (1965), dans lequel sont projeté les granitoïdes et enclaves Chegga | 40 |
| Figure 36- SiO_2 vs. $(Na_2O + K_2O)$ de Middlemost (1985), présentant les granites et plagiogranites Chegga..... | 41 |
| Figure 37- Diagramme Na_2O+K_2O/SiO_2 Le Maître (1989), appliqué aux granitoïdes et enclaves Chegga | 41 |
| Figure 38- Diagramme Na_2O+K_2O/SiO_2 Le Maître (1989), appliqué aux granitoïdes et enclaves Chegga | 42 |
| Figure 39- Diagramme "A-B" des minéraux caractéristiques de Debon et Le Fort (1983) | 42 |
| Figure 40- Diagrammes discriminants de paramètres alumineux A/CNK versus A/NK (Shand 1943)..... | 43 |
| Figure 41- Granitoïdes et enclaves Chegga dans le diagramme de Sylvester (1989)..... | 43 |
| Figure 42- Diagramme $\log (Ta+Yb)$ vs. $\log Rb$, Pearce et al. (1984) | 44 |
| Figure 43- Plagiogranites projetés dans le diagramme $\log Y$ vs. $\log Nb$, Pearce et al. (1984) | 44 |
| Figure 44- Diagramme ternaire Hf - $Rb/30$ - $Tax3$ Harris et al. (1986) | 45 |
| Figure 45- Plagiogranites Chegga projetés sur le diagramme géotectonique R1 – R2 de Batchelor et Bowden (1985) | 45 |
| Figure 46- Diagramme de Terres Rares normalisés aux chondrites (McDonough et Sun, 1995), des plagiogranites et amphibolique de Chegga. | 46 |
| Figure 47- Diagramme multiélémentaires normalisés aux chondrites (McDonough et Sun, 1995), des roches plutoniques de la région Chegga | 48 |

LISTE DES TABLEAUX

CHAPITRE 3

| | |
|--|----|
| Tableau 1- Analyses chimiques brutes des granites et enclaves Chegga (Benramdane, 2007)..... | 28 |
| Tableau 2- Analyses chimiques des éléments majeurs des granites et enclaves ramenés à 100% anhydre. Chegga (Benramdane, 2007) | 29 |
| Tableau 3- Analyses des données pour les paramètres alumineux | 29 |
| Tableau 4- Analyses brutes des plagiogranites et amphiboliques de Chegga (Peucat 2005) | 38 |
| Tableau 5- Analyses des plagiogranites et amphiboliques de Chegga à 100% (Peucat 2005) | 42 |
| Tableau 6- Les terres rares sont normalisées aux chondrites, McDonough et Sun (1995), (Peucat 2005)..... | 45 |
| Tableau 7- Analyses des éléments traces (Peucat, 2005)..... | 47 |

SYMBOLES ET ABREVIATIONS

COA- Craton Ouest-africain
TTG- (Tonalite-Trondhgémite-Granodiorite)
NNW- Nord-Nord-West
SSE- Sud-Sud-Est
ZCY-E- Zone de Cisaillement Yetti- Eglab
Ma- Millions d'années
Ga- Giga ans
P. F- Perte au Feu
FK- Feldspath potassique
SiO₂- Silice
CIPW- Cross Iddings Pirsson and geochimist Washington
IUGS- Union International de Sciences Géologiques
An- Anorthite
Ab- Albite
Or- Orthose
IAG- Island Arc Granitoid
CCG- Continetal Collision Granitoid
POG- Post Orogeinc Granitoid
CAG- Continental Arc Granitoid
RRG- Rift Related Granitoid
CEUG- Continetal Epirogenic Uplift Granitoid
OPG- Oceanic Plagio-Granitoid
VA- Volcanic Arc
WP- Within Plate
OF- Ocean Floor"
A- Al₂O₃ Aluminium
F- FeO Fer
M- MgO Magnesium

INTRODUCTION GÉNÉRALE

Afin d'introduire notre secteur d'étude, il nous incombe de faire un zoom sur le Craton Ouest-africain (**COA**), la Dorsale Réguibat et le massif Yetti-Eglab.

En premier lieu, un craton est défini comme une lithosphère continentale ancienne (précambrienne), possédant une topographie souvent peu élevée (quelques centaines de mètres), une croûte continentale épaisse (35-40 km) ainsi qu'une racine lithosphérique profonde (~200 km). Ces cratons résultent de l'accrétion de blocs ("terranes") lors d'anciennes orogénèses, et forment actuellement des noyaux continentaux, qui ont survécu pendant plusieurs centaines de millions d'années depuis leur formation, et apparaissent peu déformés depuis leur accrétion d'après (Fabre, 2005) le COA est marqué par deux épisodes très importants :

- Le Libérien entre 3,0- 2,5 Ga
- L'Eburnéen entre 2,5- 1,3Ga

La dorsale Réguibat occupe la majeure partie dans l'Afrique d'Ouest environ de 450.000 km², est constitué par un socle granitisé, métamorphisé et stabilisé vers 1700Ma.

La dorsale Réguibat est recouverte par des séries sédimentaires d'âges variés où le Paléozoïque domine, elle a été affectée par un métamorphisme variable qui a provoqué des granitisations, le magmatisme dominé par des granites et des volcanites acides. Les roches basiques et ultrabasiques associées sont peu abondantes, plusieurs épisodes sont connus. Plus tard, il s'est manifesté un magmatisme basique filonien de nature gabbroïque et encaissé dans les granites les plus récents (*in Seddiki, 2012*).

CHAPITRE 1

GÉNÉRALITÉS

1- CADRE GÉOGRAPHIQUE ET GÉOLOGIQUE

1.1- Présentation du Craton Ouest-africain

Le Craton Ouest-africain (**COA**) est l'un des trois grands cratons africains. Il résulte de l'assemblage de socles archéen et paléoprotérozoïques qui affleurent en deux larges bandes d'orientation Est-Ouest.

La limite de ce craton au Nord par la disparition de l'Anti-Atlas, à l'Est par la zone mobile panafricaine du Hoggar et bouclier africain, à l'Ouest par la chaîne panafricaine, calédonienne et hercynienne des Mauritanides. La grande partie de sa surface est recouvert par les formations sédimentaires d'âge protérozoïque supérieure et paléozoïque, les bassins de Tindouf et de Taoudéni situés à la partie Sud et Nord. D'après Fabre (2005), le craton Ouest-africain se présente comme un pays à rares reliefs, vallonné au Sud et au Nord mais plat en son centre, avec une surface de 450.000 km². Du point de vue géologique ; le Craton Ouest-africain est représenté par deux larges bombements cristallophylliens d'âge précambrien appelés :

-Dorsale Réguibat située au Nord et la Dorsale Léo au Sud, les formations montrent des fenêtres du socle précambrien comme Kayes et de Kenieba (*in Allami 2016*).

Selon, Bronner (1992), la dorsale Réguibat, au Nord, est organisée en deux grands domaines où les âges varient entre 3,5 Ga et 1,6 Ga qui sont séparées par des zones de cisaillement mylonitiques donnant la faille de Zedness (**Figure1**) :

1. Le domaine Occidentale archéen regroupe essentiellement des séries du type TTG (gneiss gris, orthogneiss, charnockites) et des ceintures des roches vertes archéennes qui affleurent dans les formations d'Amsaga – Tasiast, le Tiris et le Ghallaman (Potrel et al. 1998) ;
2. Le domaine centre-Oriental paléoprotérozoïque qui a été structuré lors de l'orogénèse éburnéenne et est regroupée par des séries essentiellement birimiennes, mais les reliques d'archéen sont rares et affleurent dans les formations de Karet et Yetti-Eglab. (Peucat et al. 2005) (*in Lagraa, 2014*).

La croûte archéenne a été édifiée, déformée et métamorphisée pendant les cycles pré-Léonien (3500 Ma) (Potrel et al. 1996), Léonien (2900-3000 Ma) et Libérien (2700-2800 Ma) (Bessoles, 1977 ; Beckinsale et al., 1980 ; Thiéblemont et al., 2001). Les formations birimiennes sont principalement représentées par des roches sédimentaires, des ensembles volcaniques (Bessoles, 1977) et des granites syn-cinématiques affectées vers 2,1 Ga par un événement thermo-tectonique majeur (orogénèse éburnéenne, Milési et al., 1989) associé à un épisode de formation de croûte continentale juvénile (Abouchami et al., 1990 ; Boher et al., 1992 ; Kouamelan et al., 1997 ; Dombia et al., 1998 ; Egal et al., 2002) (*in Achek & Aidouni 2014*).

Également son équivalent la Dorsale du Man, (Léo) au Sud, présente deux domaines qui sont séparées par la faille de Sassandra (**Figure 1**) :

1. Le domaine Kenema- Man à l'Ouest forme des séries archéennes ;

2. Le domaine Baoulé-Mossi à l'Est forme des séries birimiennes structurées lors de l'orogénèse éburnéenne d'âges variés entre (2,27 Ga à 2,05 Ga), (Boher et al. 1992). **(Figure 1)**.

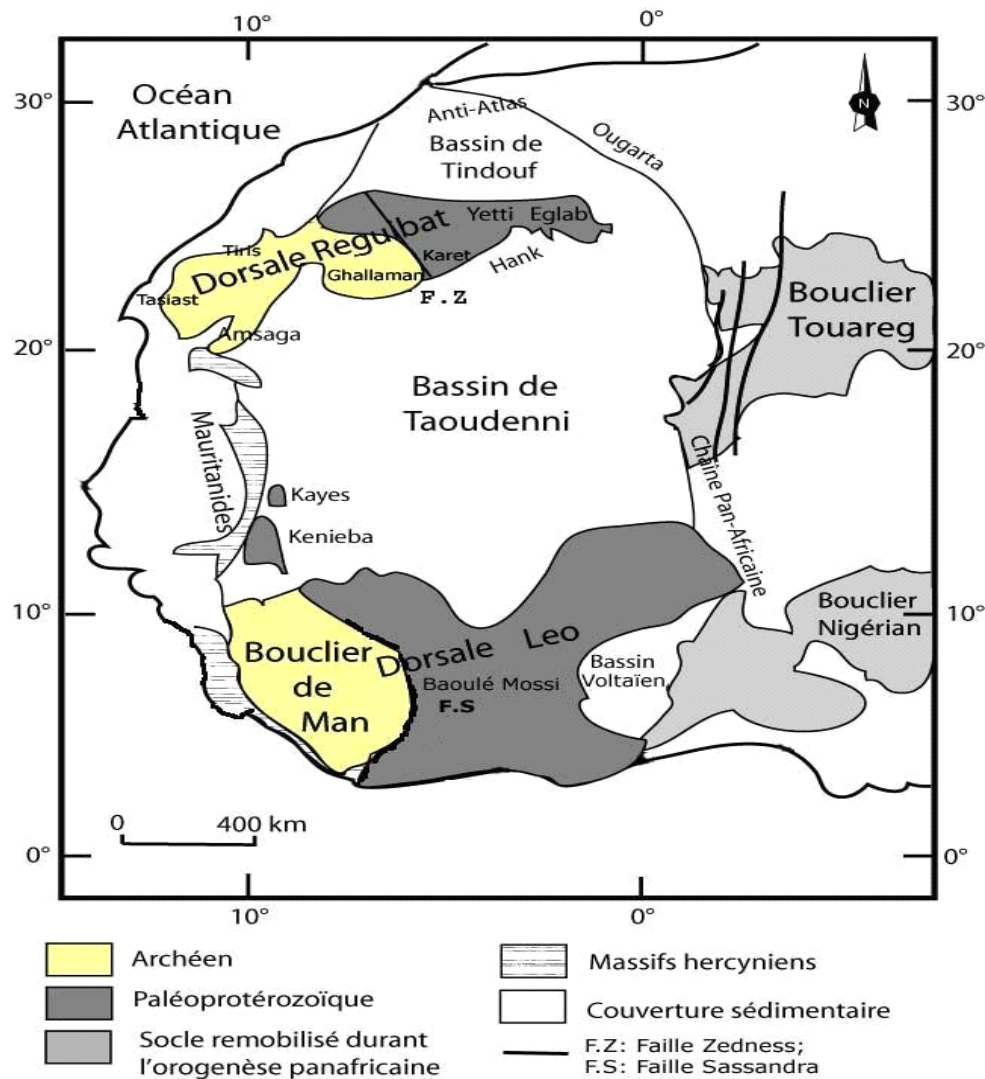


Figure 1- Principales unités structurales de l'Afrique occidentale (d'après Peucat et al, 2005, modifiée par Lagraa, 2014).

1.2- La partie Nord-Orientale de la Dorsale Réguibat

Ce nom est donné par Menchikoff en 1949 pays cristallin de Réguibat, elle forme la partie Nord du Craton Ouest-africain et intéresse le Sahara Occidentale, le Nord de la Mauritanie s'étend jusqu'en Algérie formant ainsi le massif du Yetti-Eglab **(Figure 2)**, l'apparition des séries sédimentaires d'âges variés précambrien supérieur et paléozoïque tabulaire ont contribué au développement de cette dorsale, que s'étend d'Est à l'Ouest sur 1500 km de long, dont 1200 km en Mauritanie et 300 km en Algérie, en largeur de 250 à 400Km, deux zones apparaissant dans cette dorsale (*in Benramdane, 2007*).

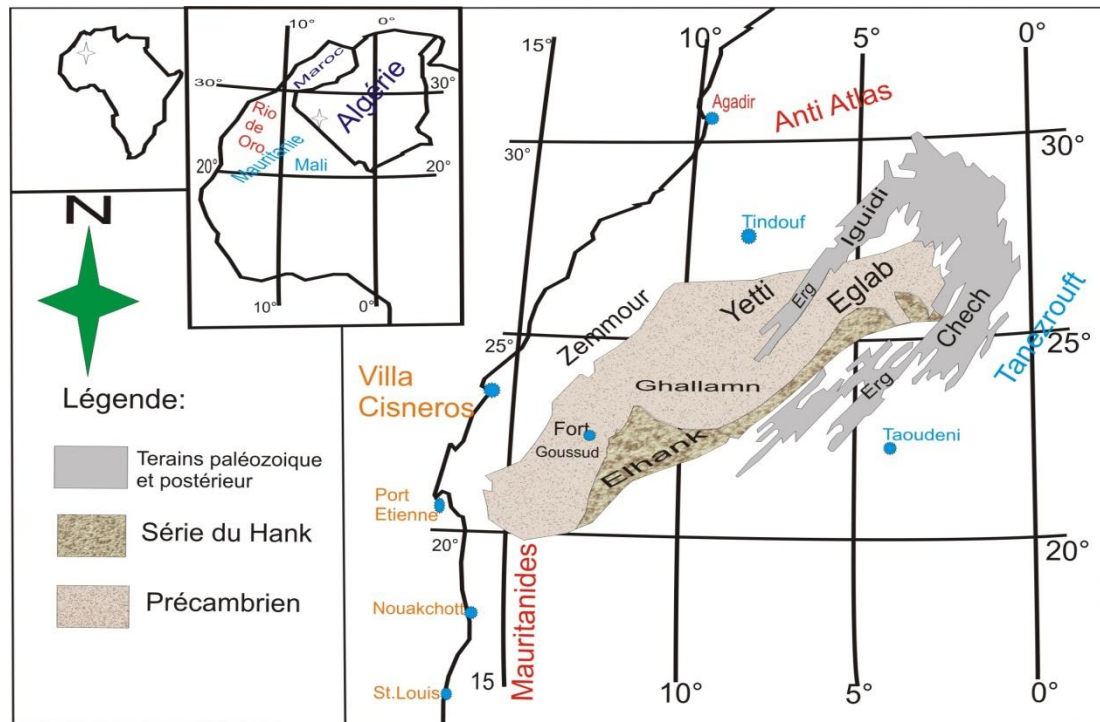


Figure 2- Cadre géographique de la Dorsale Réguibat (Sabaté et Lomax, 1975)

1.3- Présentation du massif Yetti-Eglab

1.3.1- Localisation du massif Yetti-Eglab

Il est situé au Sud-Ouest de l'Algérie appartient à la dorsale Réguibat et s'étend selon une orientation NE-SW sur plus de 1500km de l'Atlantique à l'ouest jusqu'à l'Erg Chech dans le Tanezrouft à l'Est, et occupe le SW Algérien, la république Sahraouie et les régions septentrionales de la Mauritanie et du Mali

Il est limité au Nord et au Sud par les parallèles 25° et 27°30' N, à l'Est et à l'Ouest par les méridiens 3° et 8° W :

- Au Nord, le massif est limité par les reliefs méridionaux du bassin de Tindouf ;
- A l'Est, il est ceinturé par les grands cordons dunaires de l'Erg Chech et de l'Erg Iguidi qui l'isolent du reste du Sahara.
- Au sud, s'étend les falaises du Hank qui amorcent le bassin de Taoudéni.
- A l'Ouest, le massif se prolonge en territoire Mauritanien connu sous le nom du pays de Karet et Ghallaman (partie centrale) (Buffière, 1965 ; Sabaté, 1973 ; Lefort et al. 2004 ; Peucat et al. 2005) (in Hichani & Aidouni, 2014). Le massif Yetti-Eglab est formé de deux domaines géo-structuraux bien distincts séparés par une large zone de fractures orientées NNW-SSE. Il s'agit de :
 - Le domaine Yetti à l'Ouest.
 - Le domaine Eglab à l'Est.

Il y a 2 régions naturelles où leur limite passe proche de l'Erg Iguidi : (Figure3)

1. Le Yetti, le nom de cette région due à l'absence de relief, présentée par des étendues noirâtres et par des pénéplaines blanchâtres situées au méridien 6° W ;
2. Les Eglab, son nom est dû aux massifs volcaniques élevés appelés « Guelb » il a en relief est présentée par des regs granitiques poussiéreux rouges à rose situés à l'est du méridien 6° W (Benramdane, 2007).

Ces deux régions sont essentiellement constituées par des masses consolidées de granitoïdes, sédiments birimiens et des ceintures de roches vertes avec quelques fragments granito-gneissiques plus anciens. La lithologie paléoproterozoïque de ces régions est reconnue à partir de trois stades majeurs de croissance crustale (Mahdjoub et al. 2005) :

- 1- Un ensemble cristallin appelé série de Chenachane-Erg Cherch et série de Chegga (notre secteur d'étude) qui contient des granito-gneissiques (2,21-2,18 Ga) avec des reliques métamorphiques Néoarchéennes (2,73 Ga) (Mahdjoub et al. 1994)
- 2- Un ensemble de granitoïdes par méthode U-Pb sur zircon, présente le granite de Chegga du type TTG (Tonalite-Trondhémite-Granodiorite) syntectoniques et de séries volcano-sédimentaires de Yetti, d'Akilet Deilel et d'Oued Souss, (Sabaté et al., 1977) ;
- 3- Un ensemble représenté par des granitoïdes, des roches basiques associées à des épanchements volcaniques constitués par des complexes magmatiques post-orogéniques appelé « Aftout-Eglab » et « Yetti » datés à 2074-2065 Ma, connu sous le nom de la série de Guelb el Hadid.

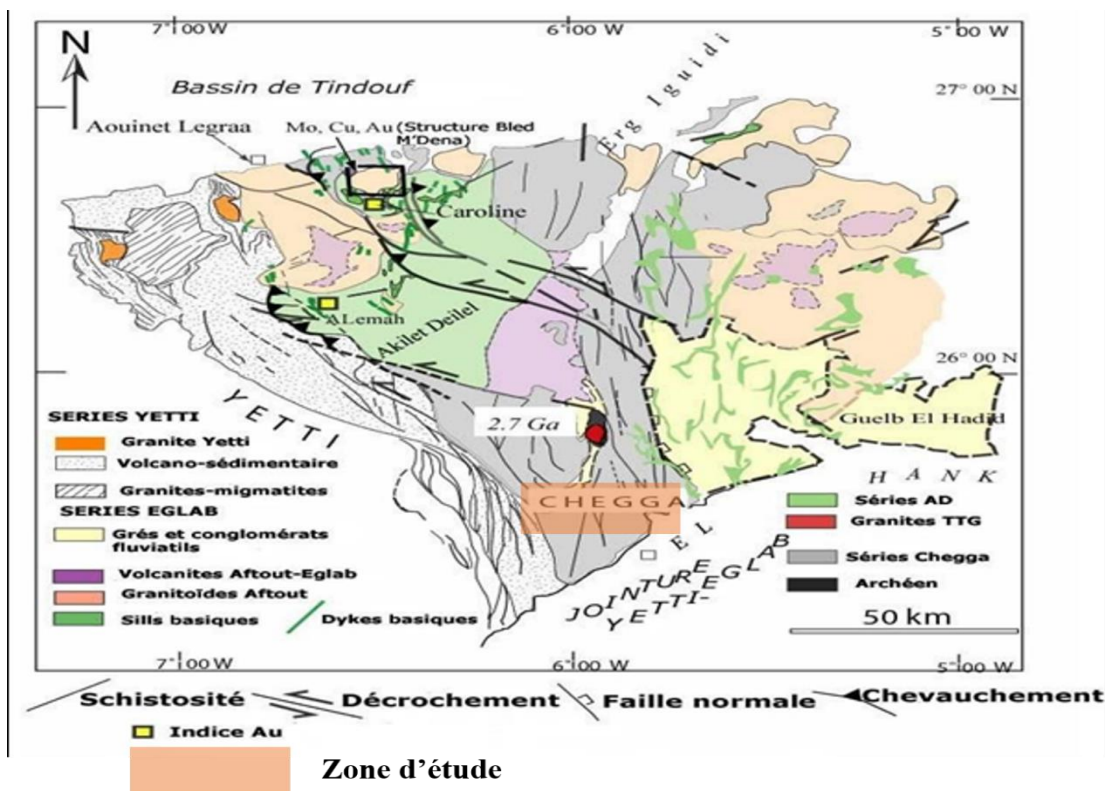


Figure 3- Schéma géologique et structurale de la zone de jointure Yetti Eglab (Mahdjoub, 2007)

1.3.2- Lithostratigraphie

Les unités lithostratigraphiques dans la partie orientale de la Dorsale Réguibat sont représentées par les ensembles suivants :

1.3.2.1- Substratum granito-gneissique

Représenté par des séries cristallophylliennes, intrudées et par des roches basiques et granites syntectoniques de type TTG. Un panneau de croûte océanique d'âge néoarchéen est préservé près de Chegga (Peucat et al. 2005). A ce substratum sont attribuées deux séries :

- La série Chegga est reconnue dans l'Ouest Eglab, la série Erg Chech dans l'Est et Centre Eglab. La série Chegga est une série plissée qui affleure à faveur des blocs tectoniques soulevés et au sein des roches magmatiques plus récentes sont représentées par des témoins réduits et isolés ; elle est constituée de granitoïdes, de roches métamorphiques et de métavolcanites (Buffière et al. 1965).

La série Erg Chech est composée de deux groupes lithostratigraphiques (SERMI, 1965) qui sont constitués de gneiss gris, leptynites et schistes cristallins associés ; des roches basiques à intermédiaires (gabbros, diorites quartziques et cumulats à plagioclases) supposées les plus anciens du Paléoprotérozoïque ; et granitoïdes orthogneissifiés et migmatites à caractère de TTG ; ces groupes sont les suivants :

1. Groupe de Teggeur
2. Groupe de Telemsi

Mais les recherches de Peucat et al. (2005) montrent que la série d'Erg Chech est datée entre 2,21 et 2,18 Ga, elle est formée de faciès qui constituent une suite du type arc magmatique (*in Benramdane, 2007*).

1.3.3- Magmatisme du massif Yetti Eglab

La partie Nord- Est de la Dorsale Reguibat est dominée par les roches acides et intermédiaires, et les roches basiques et ultrabasiques sont peu présentes. L'âge des épisodes magmatiques de type arcs se situe entre 2250 - 2050 Ma, identique au Birrimien de l'Afrique de l'Ouest, mais avec un recyclage de substratum de l'archéen. Dans cet intervalle de 2250 -2050 Ma, plusieurs épisodes magmatiques se sont manifestés sur le deux domaines Yetti –Eglab avant et après le collage (celui-ci a été réalisé vers 2,09 Ga), et ces manifestations sont témoins de l'épisode Aftout-Eglab que sont peu ou pas caractérisées par :

- Granitoïdes d'Haida liés aux séries de l'Oued Souss
- Granites syntectoniques de Chegga (Mahdjoub et al. 1994 et Peucat et al. 2005).

1.3.4- Géologie du massif Yetti-Eglab

D'après (Sabaté, 1973), leur nom est dû au collage de deux domaines Yetti-Eglab, ils présentent des caractéristiques lithologiques et structurales différentes. Cette zone de collage est orientée NS, de 170 km de long et de 80 à 100 km de large. Mahdjoub et Kahoui (2007) et Kahoui et al., (2008) défini comme une zone de cisaillement senestre provoquant une déformation transpressive.

La zone de jointure dans la partie Occidentale est représentée par les formations du Yetti qui correspondent à une série volcano-détritique (Série Yetti) intrudée, alors dans la partie septentrionale par des petits massifs de roches basiques, des plutons de granitoïdes (granito-gneiss et granite Yetti), mais selon Mahdjoub et al., 1994 ; De Witt et al., 2002 et Peucat et al., 2005) le granite de Yetti a été datée à 2068 ± 8 Ma.

Tandis que la partie orientale est représentée par les formations du domaine Eglab avec :

- Présence des formations cristallophylliennes (Série et granite type Chegga) daté approximativement de 2,2Ga ;
- Des volcanites vont des basaltes aux rhyolites complexes volcano-plutoniques appelé Aftout-Eglab et des séries volcano- sédimentaires (Série Akilet Deilel). Leur mise en place a été datée entre 2074 et 2065 Ma (Peucat et al., 2005).

Le long de la jonction Yetti-Eglab (Azzouni-Sekkal, 1976) affleurent des stocks basiques de formes régulières qui sont orientées à une direction subméridienne. L'ensemble est ceinturé par une couverture sédimentaire paléozoïque qui fait partie au flanc sud du synclinal de Tindouf, leurs formations volcaniques et volcano-sédimentaire ont été affectées par un métamorphisme régional de faible degré qui constituent les faciès verts évoluant au contact des granitoïdes à un métamorphisme de faciès amphibolite (Sabaté et al., 1977).

La zone de jointure est une zone de cisaillement subméridienne d'extension kilométrique, sur le plan structural elle présente deux accidents majeurs : (Benramdane, 2007) **(Figure 4)** :

- L'accident mylonitique subméridien de Chegga (NNW-SSE), passant près du méridien 6° W ;
- L'accident mylonitique d'Areiguet Lemha- M'Dena el Kahla (NW-SE), passant par le méridien $7^{\circ} 15'$ W.

Le développement de ces accidents fait que la zone de jointure se matérialise un accident transpressif transcurrent de direction sénestre.

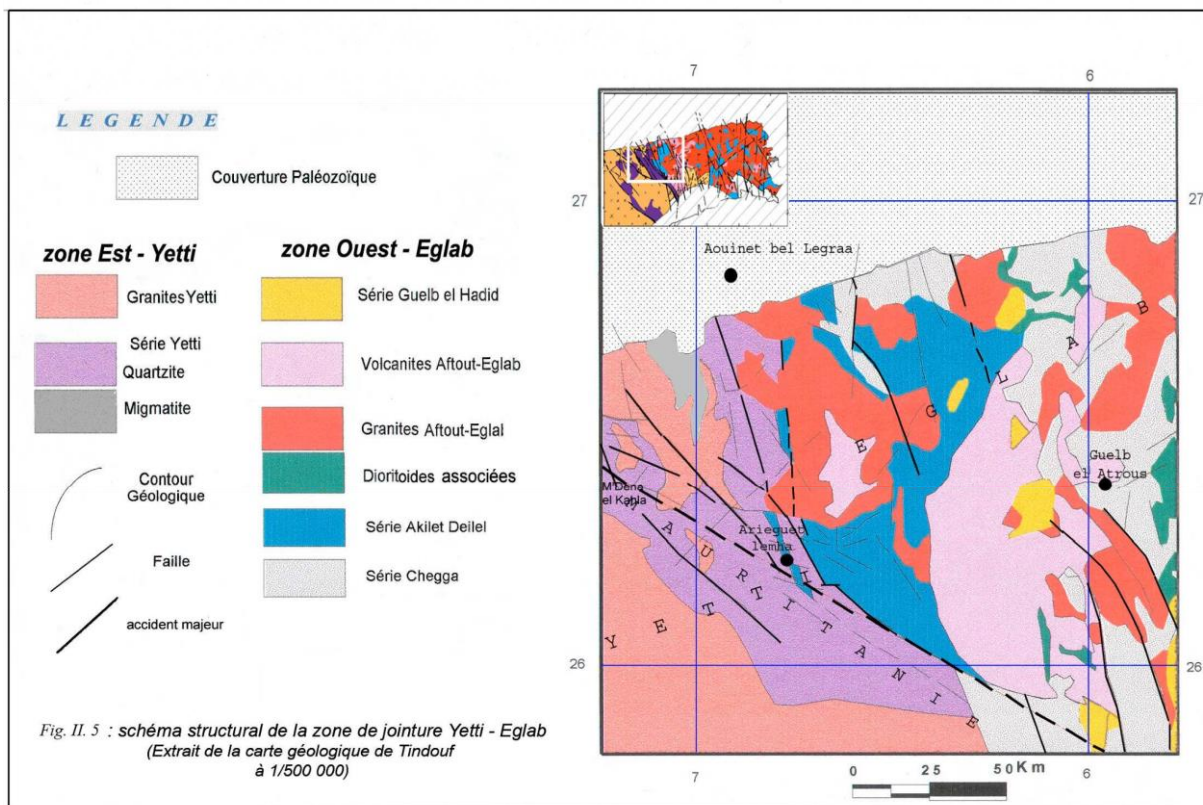


Figure 4-Schéma structural de la zone de jointure Yetti –Eglab (Extrait de la carte géologique de Tindouf à 1/500 000)

1.4- Présentation de la série et granite Chegga (Secteur d'étude)

1.4.1- Série de Chegga :

Dans la ZCY-E, la série Chegga affleure à la faveur des blocs tectoniques soulevés. D'autres affleurements de moindre importance, observés entre les cordons de l'Iguidi, font le " lien " entre les deux blocs. L'ensemble forme une bande subméridienne limitée par des accidents subméridiens. La série Chegga fut décrite pour la première fois, près de Hassi Chegga (Gevin, 1951) comme série à faciès cristallophylliens, de direction méridienne et à foliation verticale. Elle est intrudée tardivement par des granites syntectoniques. Les témoins préservés des faciès cristallophylliens de la série Chegga ont été décrits comme (BIA, 1960 ; SERMI, 1965)

- Des schistes cristallins à reliques d'amphibolites et schistes amphiboliques, gneiss gris à amphibole - grenat, leptynites et quartzites ; ils représentent les termes les plus anciens du substratum (Buffière et al., 1965). Selon Peucat et al. (2005), ces faciès correspondent à des plagiogranites gneissiques à intercalations d'amphibolites témoins d'une croûte océanique superficielle.

- Des faciès gneissiques et anatexiques avec passées plissotées de ptygmatites, d'aprites et de pegmatites. Des migmatites intimement associées montrent un caractère de TTG à tendance sodique calco-alkaline (Mahdjoub et al., 1994) ;
- Des faciès laminés à texture litée et orientée, de couleur rouge, parfois sombre sont observés sur le couloir mylonitique de Chegga (pseudotachylitique).

1.4.2- Série d'Akilet Deilel :

La série Akilet Deilel, couverture du substratum a été assimilée à la "série Yetti - Guelb el Hadid" (Gevin, 1958) puis à la "série Oued Souss" (Buffière et al., 1965) ; elle n'a été individualisée comme série propre à l'Ouest-Eglab qu'en 1973 par Sabaté. Elle occupe la dépression étroite orientée SW-NE d'Areiguet Lemha, ainsi que de petits bassins au Nord dans le Bled M'dena et près du Tinguicht. Sabaté (1973, 1978) décrivait la série comme étant constituée de dépôts détritiques à volcano-détritiques avec microconglomérats, grès quartzo feldspathiques et arkoses, ainsi que des volcanites intermédiaires à acides (andesito-basalte, dacite et rhyolite) interstratifiées et accompagnées de pyroclastites, de tufs volcaniques et de cinérites. La succession établie, indique :

- Des faciès détritiques grossiers puis fins sur le front de nappes ;
- Des coulées et tufs volcaniques vers l'arrière du front de nappes, près de l'Iguidi.

1.4.3- Série de Guelb el Hadid :

Elle est reconnue grâce à l'existence des regs à galet de quartz visible à Bled M'dena sous formes de cordons de l'Erg Iguidi et près de Chegga. Elle représentée par des faciès grésos-arkosique, quartzique et des conglomérats. Elle est caractérisée par une série sédimentaire discordante à caractère épicontinental d'âge post Birrimien du type mossalique (*in Hassane Daoudji, 2007*).

La série et granitoïde Chegga se trouve dans la partie orientale de la dorsale Réguibat formant des alternances de bandes granitiques, leptynites, gneiss à biotite, de gneiss à amphiboles et amphibolitiques, celle-ci sont largement migmatisés donnant à l'origine des lambeaux dans le granite de Chegga comme le cas des migmatites du Sud (Iguidi) sont désigné autrefois comme série du Sud-Iguidi en Algérie.

La série proprement dite est groupée par un ensemble des schistes cristallins :

a) Schiste cristallin de la série Chegga

- Leptynites, sont des roches à grain fin qui présentent une teinte rose, et peu orientées, selon J. Sougy, il a reconnu qu'en dehors de la région ces leptynites sont présentées des différentes formes :

- Leptynites à biotite ; à muscovite ou à grenat avec fréquemment chlorite-épidote-syénite et zoïsite.
- Les gneiss à biotite à grenat ou à amphiboles, sont des banaux les plus souvent associé aux amphibolites que peuvent révéler le stade de granitisation.
- Les amphibolites et schistes amphiboliques, sont des roches avec une structure grenue avec tendance granoblastique (quartz, labrador).
- Quartzite sont excessivement rare et apparaissent en association avec des faciès schisteux amphiboliques, et sont massives lités et montrent une alternance répétée epiboliques leurs donnant une allure jaspée et sont composés de quartz, biotites vertes et épidotes.

Ces rares témoins de la série ne montrent pas un degré de métamorphisme ou retromorphisme intense.

b) Migmatites et granite de Chegga.

Sur le terrain ne constituent jamais des intites différentes, ils sont extrêmement mêlés sur un reg rose à composition granitique.

Les regs sont irisés des quelques boules résistantes et des dalles granitiques ou plus souvent migmatitiques.

- Migmatite sont des roches très hétérogènes, bouffé granitiques plissé.
- Granite de Chegga est un granite hololeucrates calco-alcalin généralement équant, parfois à tendance neblitique. Il est très différencié des faciès qui eux sont faiblement potassique et relativement riche en ferromagnésiens.

La série Chegga est formée de leptynites qui sont constitués d'amphibolites, de gneiss à amphiboles et de gneiss à grenat ; ces roches ont été granitisés et migmatisés, et par conséquent on l'appelle la série Chegga, mais avant elle était appelé série d'Hassi el Fogra dans la partie de la Mauritanie et groupes de Chenachane-Erg en Algérie.

A la frontière algéro-mauritanienne, elle est dominante par des amphibolites, des gneiss à amphibole que flottent dans les granites de Chegga, la granitisation est positionnée dans l'Ouest et l'Est formant ainsi des nombreuses mylonites qui ont été signalées : Les groupes de Chenachane-Erg (Bessoles, 1977) situé dans la partie Est de l'Algérie et dans le partie Sud-Est des Eglab formant trois ensembles lithologiques qui sont caractérisés par des associations de roches :

1. **Groupe de Teggeur** : il est composé de gabbro-diorites, granites cataclastiques et des orthogneiss que sont étroitement associés et dans lesquels se trouvent des panneaux et enclaves de microdiorite, de gneiss amphibolitiques ou leptyntiques ; (Buffière et al. 1965).
2. **Groupe de Telemsi** : il est formé par la majorité des groupes de Chenachane et est composé des roches métamorphiques fortement

granitisé on remarque de petites intercalations de quartzites noirs dans les leptynites, des gneiss amphibolitiques, parfois du pyroxène, les migmatites sont plus souvent et hétérogènes, (Buffière et al., 1965).

3. **Groupe de Dra el Guerb** : c'est le plus réduite, formé des roches épimétamorphique comme tufs légèrement schisteux, rhyolites, dacites, quartzites et micaschistes avec des interstratifications de sills : dolérites et microdiorite qui sont parfois transformées en amphibolites. La plus grande partie de la série de Chegga est formée par des migmatites et par des granites (Buffière et al. 1965).

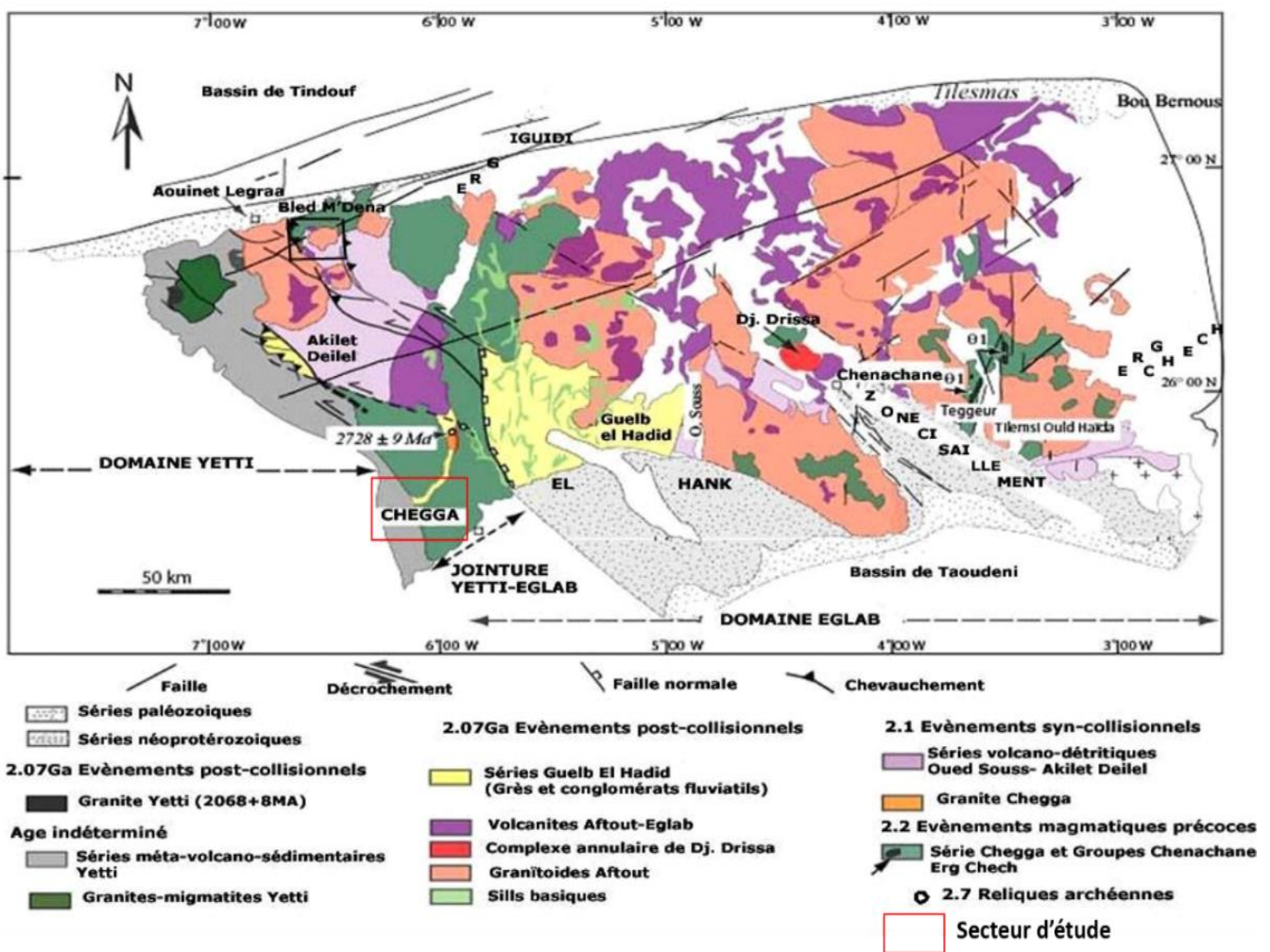


Figure 5- Carte géologique et structurale de la partie Nord-Orientale de la Dorsale Reguibat (massif Yetti-Eglab) selon Mahdjoub (2007)

1.5- Historique des travaux

Dès le début du 21^{ème} siècle, les chercheurs, naturalistes, explorateurs et géologues se sont intéressés au Sud-Ouest algérien et au massif Yetti-Eglab et ses bordures sédimentaires en particulier ; parmi les chercheurs ayant contribué à l'étude de la région, nous citons :

Les recherches géologiques ont été entreprises dans le massif des Eglab par Menchikoff, Lapadu Hargues et Gevin dans les années quarante. Elles n'ont été menées que le long des itinéraires isolés ; les chameaux ayant été le moyen essentiel de transport.

Menchikoff (1923) fut parmi les premiers géologues à s'intéresser à l'étude de la dorsale réguibat en le définissant comme étant l'un des « vieux pays cristallins » du continent africain. Il propose, en 1944, l'appellation de « pays cristallin Réguibat ». La nature de l'axe cristallin Yetti-Eglab a été précisée par Monod en 1935.

Jacket (1937) s'est intéressé à la dorsale occidentale.

Gevin (1941) a entrepris des études sur les formations précambriennes et leurs bordures sédimentaires. En 1951, il définit pour la première fois les séries de Chegga, du Yetti et de Guelb El Hadid. Parallèlement, de nombreux autres géologues ont entamé leurs travaux dans le Réguibat occidental en Mauritanie. Sougy (1951-1952) y a reconnu les formations suivantes : les séries de Ghallaman, d'Aguelte Nebkha, d'Aioun Abdelmalek et d'Imourène, qu'elles prolongent au sud.

En (1962), Bonhomme obtient les résultats des toutes premières mesures géochronologiques effectuées dans le territoire mauritanien. Ces dernières annoncent des âges compris entre 1990 Ma, et 1818 Ma, témoins donc de l'orogénèse éburnéenne.

Entre (1963) et (1965), la S.E.R.M.I. alimentera, par de nouvelles données, les travaux réalisés par le B.I.A. Sur les feuilles de Chegga, Boubout, Eglab-Dersa, Mokrid, Tilesmas, Kahal-Morrat, Oued Chenachane, Erg Chech de Bou-Bernous et Grizim. Cette étude aboutira à la réalisation d'une carte géologique au 1/50 000^{ème} du Yetti et des Eglab qui sera publiée en (1965) avec une notice explicative.

En (1964), Buffière et al. Étudient la tectonique de la partie orientale de la dorsale Réguibat. En (1965), cet auteur et ses collaborateurs auront à leur actif plusieurs travaux dont : la mise en évidence de la discordance des volcanites Eglab sur les granites Aftout et la série plissée de l'Oued Souss ; la cartographie des séries du Hank, de Guelb-El-Hadid et de leur discordance ; la description des groupes « Chenachane-Erg Chech », à l'Est et au SE des Eglab, comme étant les équivalents de la série de Chegga (*in Allami, 2016*).

Il y a eu de nombreux auteurs qui se sont intéressés au massif Yetti-Eglab mais pour des questions de commodités, nous avons focalisé l'historique des travaux essentiellement sur les granites et séries Chegga, le secteur de notre étude.

1.6- But et objectif

Ce travail s'inscrit dans le cadre de l'obtention du diplôme de Master 2 et qui a pour objectif une étude pétrographique et géochimique des granitoïdes Chegga. En d'autres termes, il s'agit :

- De caractériser et de classer les granitoïdes Chegga,

- De déterminer les différents faciès de la série Chegga,
- Et à partir d'analyses chimiques existantes, de définir leur pétrologie.

1.7- Méthodologie de travail

Dans la poursuite de notre cursus universitaire afin d'élaborer ce mémoire de Master, nous avons analysé une vingtaine de macro-échantillons de différents faciès magmatiques à l'atelier de roches et minéraux du département des Sciences de la Terre (cet échantillonnage a été effectué lors de mission au Eglab par Lagraa).

Par la suite, nous nous sommes appuyés sur des articles, mémoires et thèses pour faire une recherche bibliographique sur les granitoïdes Chegga et la Série Chegga du massif Eglab. Nous n'avons pas pu observer au microscope les lames minces vu la conjoncture actuelle (Pandémie mondiale).

1.8- Conclusion

Le Craton Ouest-africain est représenté par deux larges bombements cristallophylliens d'âge précambrien appelés : **-Dorsale Réguibat située au Nord et la Dorsale Léo au Sud**

La Dorsale de Reguibat qui est la partie nord du craton ouest africain est composé de deux parties : un qu'est dominé par des roches archéennes (partie occidentale) et l'autre qu'est dominé par des roches d'âge éburnéennes (partie orientale), La massif Yetti-Eglab est formée dans la partie orientale de la Dorsale de Réguibat, ce massif situé au sud-ouest de l'Algérie, elle est divisée en deux domaines : Yetti à l'Est et Eglab à l'Ouest.

La série Chegga et granite de Chegga est située dans la zone de jointure Yetti –Eglab, mais proprement à l'est et ouest d'Eglab c'est une série constituée de granites et migmatites.

D'après Peucat et al en (2005), la série montre des faciès cristallophylliens de types schistes cristallin à lentilles d'amphibolites, des gneissiques gris à amphiboles, des quartzites et qui prennent enclaves, une relique néoarchéenne (2,07Ga) (Mahdjoub, 1993 et Peucat, 2005) reconnue comme le terme le plus ancien.

CHAPITRE 2
PÉTROGRAPHIE DES
ROCHES MAGMATIQUES
DE CHEGGA

2- INTRODUCTION

Dans ce chapitre, nous aborderons l'étude macroscopique de treizaine roches de la série Chegga et des granites Chegga. Notre secteur d'étude est constitué de granoïdes et de quelques roches métamorphiques. En premier lieu, nous définissons le granite qui est une roche magmatique plutonique leucocrate dont les cristaux ont une taille pluri-millimétrique et rarement décimétrique. Sa texture est grenue et son équivalent effusif c'est la rhyolite. Le granite présente trois minéraux essentiels qui sont les suivantes : le quartz, le feldspath potassique que peut être l'orthose ou le microcline et le feldspath calco-sodique (plagioclase). Les ferromagnésiens qu'on peut trouver dans cette roche, mais en proportion inférieure à 5-10% sont les biotites et /ou amphiboles, (*in Christian Nicollet 2013*).

Le but du pétrologue est de décrire l'histoire des roches à partir de leur description et l'identification de leurs éléments (ce que nous appelons pétrographie, dont il est question dans ce chapitre).

Par ailleurs, la pétrographie est indispensablement un travail descriptif permettant la nomenclature d'une roche et d'en définir sa nature et par conséquent remonter à son origine. Pour que ça soit faisable, un inventaire des différents composants est requis, c'est-à-dire la détermination de sa nature, de l'abondance relative des uns par rapport aux autres ainsi comme leurs relations texturales, rend possible l'identification d'une roche. Cette irréversible étape à toute étude pétrologique est en grande partie basée sur les propriétés physiques et optiques des minéraux, qui sont les éléments constitutifs des roches.

Mais la pétrographie a une application très particulièrement par le géologue de terrain, dans l'affleurement (roche en place) ou en pierre volant (roche non en place), il est nécessaire d'être capable en tant que géologue de pouvoir décrire les caractéristiques les plus importants de la roche, identifier son origine (magmatique, métamorphique ou sédimentaire), la nommer et éventuellement relier à son contexte géodynamique (de quoi nous aborderons dans le chapitre géochimie dans la mesure du possible). Ce travail s'effectue à l'œil nu à l'aide des certains accessoires pour une analyse macroscopique, portant une étude plus détaillée qui se fait à l'échelle microscopique, c'est-à-dire dans les laboratoires avec des microscopes polarisants et optiques, autorisant une analyse plurimicrométrique, faisant appel à des études très spécifiques à caractériser les aspects chimiques et physico-chimique qui s'avèrent discriminants pour élucider les contextes de formation des roches, (*in Ronan Hébert 1998*).

2.1- DESCRIPTION SYSTÉMATIQUE OU DICHOTOMIQUE D'UNE ROCHE MAGMATIQUE A L'ŒIL NU.

La description d'un échantillon passe par plusieurs étapes d'observation « standard » et qui sont variables d'un groupe à l'autre, et à ce niveau-là les outils fondamentaux du géologue sont : une loupe, l'œil, l'ongle, un couteau de poche, et un

peu d'acide chlorhydrique dilué. Nous allons donc énumérer les techniques générales d'une description systématique afin de nommer les roches.

2.1.1- La couleur

En regardant la couleur, nous pouvons avoir une idée approximative de la composition chimique et minéral de l'échantillon, par exemple, une roche magmatique de couleur sombre a une composition chimique dite ultrabasique ou basique et est riche en minéraux ferromagnésiens, et à l'inverse une roche magmatique très claire a une composition dite acide et est riche en quartz et feldspath portant dépourvue de minéraux ferromagnésiens.

2.1.2- La taille du grain

Cette méthode est variable d'un groupe de roches à l'autre, et c'est applicable qu'aux roches cristallines par opposition aux verres, on s'appuie sur cette méthode pour nommer les roches sédimentaires. Pour les roches magmatiques, on utilise comme indicateur des conditions physico-chimiques de cristallisation (refroidissement) des magmas éventuellement dans la classification de ces roches (volcaniques et plutoniques), et pour les roches métamorphiques la taille du grain est symptomatique de condition de pression.

Parfois, cela nécessite à toute rigueur une étude microscopique, car la transition de chaque catégorie est parfois difficile à l'œil nu, raison par laquelle il est préférable de distinguer que trois types de tailles de grain dans la pétrologie magmatique ;

- Les grains fins, taille < 1mm, trop difficile à observer à la loupe ;
- Les grains moyens, taille entre 1et 2mm, observable à la loupe dans la majorité des cas ;
- Les grains grossiers, taille > 2mm, observable à l'œil nu ;

2.1.3- La minéralogie

Cette méthode consiste à identifier les constituants de la roche, autrement dit, de quoi la roche est-elle faite, cristaux, débris de roches (éléments lithiques), de fossiles ou encore de vacuoles (bulles de gaz), certains minéraux sont reconnaissables à l'œil nu, rayable à l'ongle, présentent effervescence quand soumis à l'acide chlorhydrique, collant à la langue, dégager une odeur lorsqu'on la casse et d'autres présentent un goût salé.

2.1.4- Forme des grains, de cristaux

La forme de ces constituants de roches fournit des informations sur le transport pour les roches sédimentaires dont on distingue (éléments anguleux, subanguleux, subarrondi, arrondi) et sur les conditions d'ordre de cristallisation pour les roches magmatiques, et métamorphiques on parle de formes (automorphe, subautomorphe et xénomorphe).

2.1.5- Les relations intergranulaires, texture

Dans cette étape, le géologue observe si les grains de large dimension sont en contact ou séparés par une matrice (« pâte » ou « ciment ») cristalline et/ou vitreuse, aussi on observe si les grains sont de tailles identiques (équigranulaire), si la roche est homogène.

Plusieurs autres critères sont indispensables pour identifier une roche, telle que les enclaves et litages dans les roches magmatiques et métamorphiques qui peuvent révéler des détails majeurs pour éclairer la genèse de ces roches. Bien important aussi l'orientation préférentielle des minéraux qui renseignent sur les conditions de déformation et cristallisation des minéraux.

Une étape très importante de l'étude d'un macro échantillon passe par la reconnaissance des minéraux qui sont les principaux constituants des roches, donc cela se base surtout sur les propriétés physiques de ces éléments comme la dureté, couleur, forme externe, etc. (*In Ronan Hébert 1998*).

Les affleurements de la région Chegga (notre secteur d'étude), que nous avons étudiés montrent un faciès granitique hololeucrates à leucocrate, de couleur rose en général à texture équante, légèrement orientée à tendance migmatitique. Ils correspondent à un granite équigranulaire avec quartz, feldspath potassique et biotite légèrement orientée. Il montre une composition à quartz xénomorphe interstitiel. L'orthose est fréquent ; la biotite est souvent présente d'autres chloritisée formant des « lits » discontinus. Les amphiboles sont aussi fréquentes dans quelques échantillons. Les minéraux accessoires sont sphène, apatite en inclusion et zircon. Les minéraux secondaires sont muscovite et chlorite en micro lamelles, épidote, calcite et hydroxyde de fer. Les panneaux de roches vertes gabbro-diorites associées (Buffière et al., 1965) n'ont pas été signalées dans la ZCY-E Zone de Cisaillement Yetti-Eglab ; elles sont mésocrates de taille décimétrique. L'étude de quelques-unes montre qu'il s'agit de roches dioritiques micacées souvent amphibolitisées, (*In Benramdane 2007*).

2.2- ETUDE DES ROCHES MAGMATIQUES DE CHEGGA A L'ECHELLE MACROSCOPIQUE

Nous avons disposé d'une vingtaine d'échantillon de cette région et nous les avons étudiés et décrits à la loupe binoculaire au laboratoire du département des Sciences de la terre de l'Université Oran 2. Par la suite, nous avons également confectionné des lames minces au sein du même laboratoire mais vu la crise sanitaire mondiale nous n'avons pas pu observer les roches au microscope polarisant.

2.2.1- Probablement un granite d'anatexie (Echantillon L31)

Comme son nom l'indique granite d'anatexie c'est-à-dire roche issue du processus d'anatexie (fusion partielle des roches dans la croûte terrestre) et le rubanement consiste en une alternance de partie claire et de partie sombre, ces parties

sont identifiées par une pétrographie différente la partie claire c'est la partie fondue de la roche et est constitué de leucosome et la partie qui reste est solide et constitue le restite ou restat qui est constituée de minéraux ferromagnésiens surtout la biotite environ 60% de la de roche, les minéraux en gris limpide (le quartz) et le feldspath, constituent un pourcentage moins élevé, la relation intergranulaire est représentée par une pâte vitreuse dont la taille de grains est relativement identique voire (équigranulaire).

Sa couleur sombre est témoin de l'abondance de minéraux ferromagnésiens, avec une texture grenue et une forme pas trop déformée ayant une taille de approximativement de 14cm (**Figure 6**).



Figure 6- Granite d'anatexie Chegga

2.2.2- Granite pegmatitique Chegga (Echantillon L24)

C'est un granite gris clair qui se trouve en contact avec une pegmatite fracturé montrant des textures graphiques visibles à l'œil nu. Cet échantillon est constitué de feldspaths potassiques de couleur rose saumon (orthose), de micas noirs ayant un aspect vitreux (biotite) et le quartz gris. Leurs grains varient de moyens à grossiers séparé par une pâte cristalline et montre une texture grenue porphyroïde, l'échantillon a une forme subautomorphe mesurant 15cm environ (**Figure 7**)



Figure 7- Granite pegmatitique Chegga

2.2.3- Granite à amphibole ou gneiss amphibolite (Echantillon L26)

C'est une roche blanchâtre montrant des minéraux noirâtres et qui dominant en pourcentage (environ 50% de la totalité de la roche). A l'œil nu, elle est composée de mica, feldspath potassique, quartz et amphibole prismatique allongée de couleur noirâtre et grains grossier, la texture est grenue présentant une certaine orientation par endroit, il y'a 9 cm, (**Figure 8**).

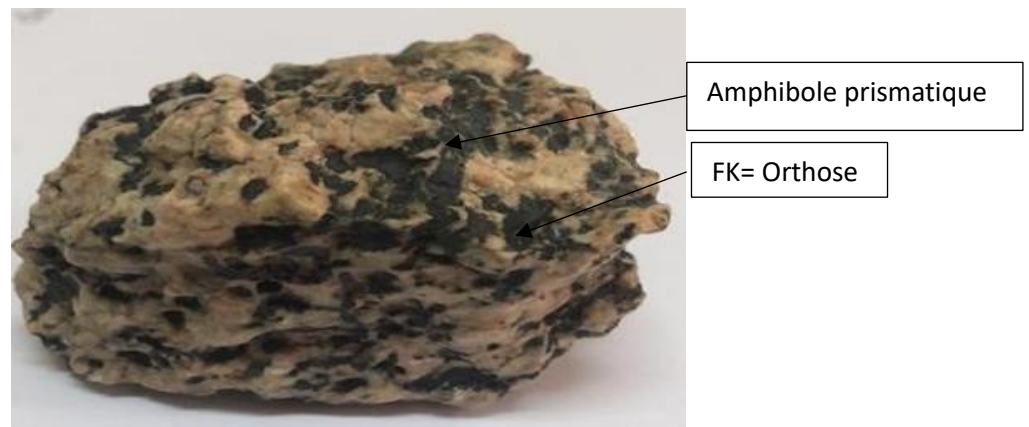


Figure 8- Granite à amphibole ou gneiss amphibolite

2.2.4- granite migmatitique à enclave amphibolique (Echantillon L30)

Cet échantillon présente un aspect rubané déformé à lits clairs et sombres. L'aire de texture équante, les minéraux sont de taille moyenne. La roche est constituée par feldspaths de couleur blanchâtres ayant un éclat mat (plagioclase) dont le

pourcentage peut atteindre 40%, l'amphibole automorphe noirâtre et quelques biotites arrondies et le quartz en gris à éclat vitreux, (**Figure 9**).



Figure 9- Granite migmatitique à enclave amphibolique

2.2.5- Granite Chegga Epidotisé (Echantillon L22)

Ce granite est de couleur gris clair de texture grenue ayant un aspect massif ; quelques minéraux sont difficiles à discerner à l'œil nu. Nous observons de fines veinules millimétriques remplies d'épidote verdâtre occupant 45 à 50% de la roche, quartz et biotite en pourcentage réduit, (**Figure 10**).

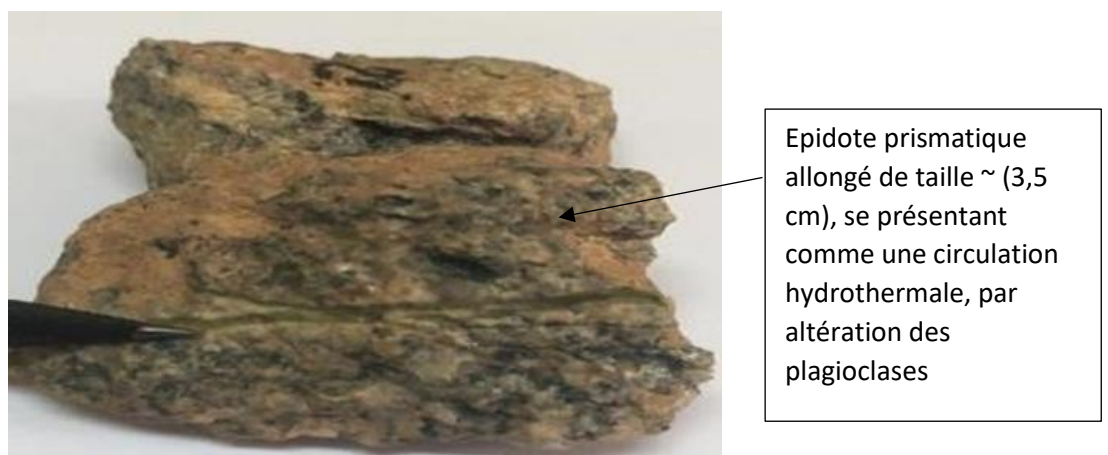


Figure 10- Montrant un granite epidotisé

2.2.6- Granite migmatitique Chegga (Echantillon L25)

Cet affleurement se trouve à 3km à l'Ouest de l'indice Caroline. Ce granite est de couleur rose foncé mesurant une taille de 12cm. Il est composé de quartz en gris, de feldspaths de couleur blanchâtre et rosâtre leur pourcentage est élevé par rapport aux autres minéraux et ils apparaissent très déformés. A notre observation, s'ajoute quelques micas noirs (**Figure 11**).

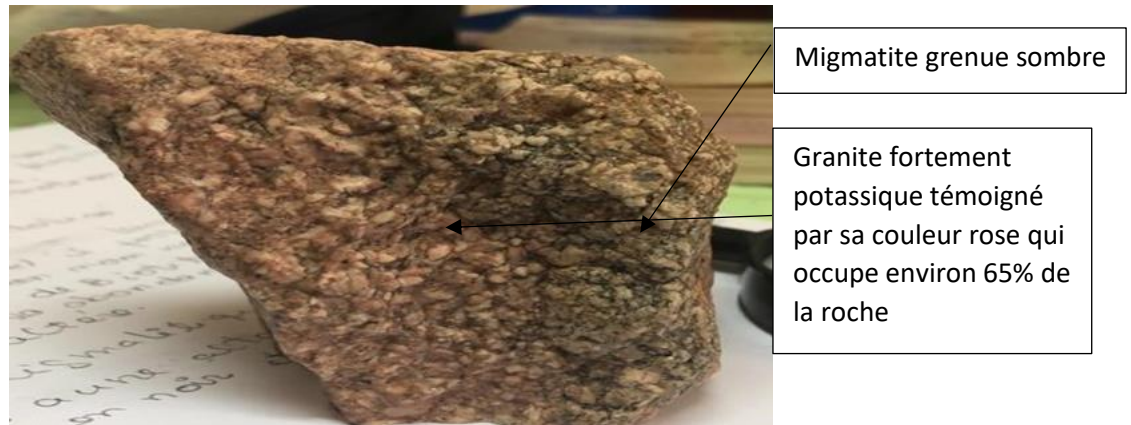


Figure 11- Granite à épidote

2.2.7- Granite Chegga (Echantillon L33)

A l'œil nu, c'est une roche de couleur gris clair justifiant un pourcentage élevé de minéraux claires comme (feldspath, quartz, plagioclase occupant 60% de toute la roche), elle est composée de mica noir (biotite) et très peu de muscovite incolore à éclat nacré, des feldspaths type orthose et plagioclase à éclat mat et quartz grisâtre. De plus, nous remarquons quelques amphiboles étirées et qui donnent à la roche un aspect « déformé », ayant une taille de 14 cm, (**Figure 12**).



Figure 12- Granite de Chegga

2.2.8- Granite migmatitique (Echantillon L30a)

C'est une roche de couleur gris verdâtre présentant un aspect rubané. Elle est constituée de quartz, de biotite « alignées » et d'amphibole probablement néoformée. L'amphibole est le minéral automorphe qui se trouve le plus en abondance (environ 45 %), faisant une taille de 8 cm (**Figure 13**).

Le faciès amphibolique correspond à la mésozone (moyenne température). Le passage du faciès des schistes verts au faciès des amphibolites se traduit par la chute dans l'abondance de l'actinote, chlorite, épidote et albite et une augmentation des proportions modales de la hornblende (amphibole), du grenat et de plagioclase calcique (riche en anorthite), (*in W.S. Fyfe, F.J. Turner et J. Verhooger, 1958*).

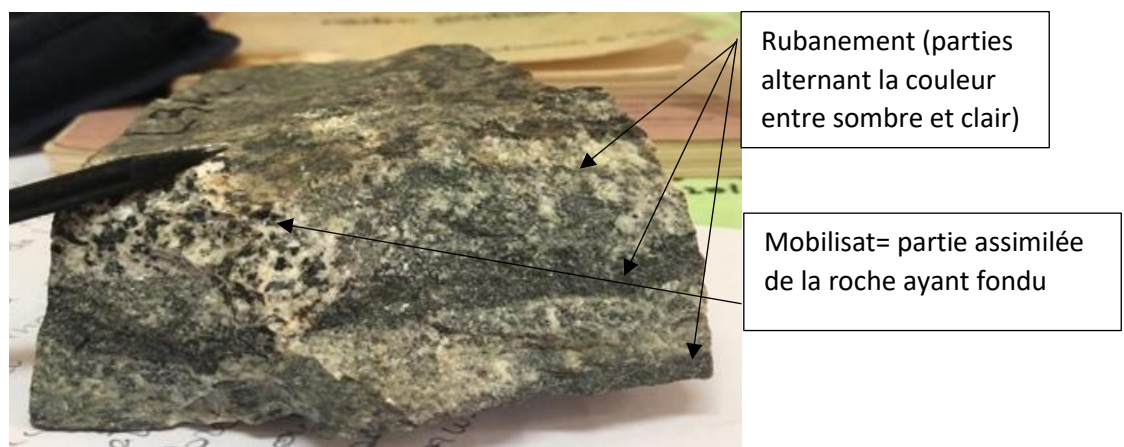


Figure 13- Granite migmatitique Chegga

2.2.9- Granite migmatitique avec une pegmatitique (Echantillon L28)

Il y a deux parties à décrire l'une de couleur rosâtre et l'autre de couleur grisâtre avec 7 cm de taille. La pegmatite est constituée de minéraux blancs automorphes de taille centimétrique (plagioclases) et de minéraux roses subautomorphe millimétriques (feldspath potassique), de quartz gris clair à éclat vitreux à gras et quelques grains de biotites arrondies. L'agencement et la taille des minéraux lui confèrent une texture pegmatitique d'où son nom. Quant à la partie plus ou moins sombre, il s'agit d'un granite migmatitique très déformé présentant par endroit des « micro-plissements ». Ce granite est composé de quartz 30 à 35%, de feldspaths 40 à 50% et biotite 5 à 10%, (**Figure 14**).

Les pegmatites sont liées génétiquement à un magma de composition granitique car elles correspondent au dernier liquide résiduel (donc très différencié) issu de l'évolution de ce magma. La forte teneur en eau permet une bonne diffusion des éléments chimiques (dont les éléments incompatibles).

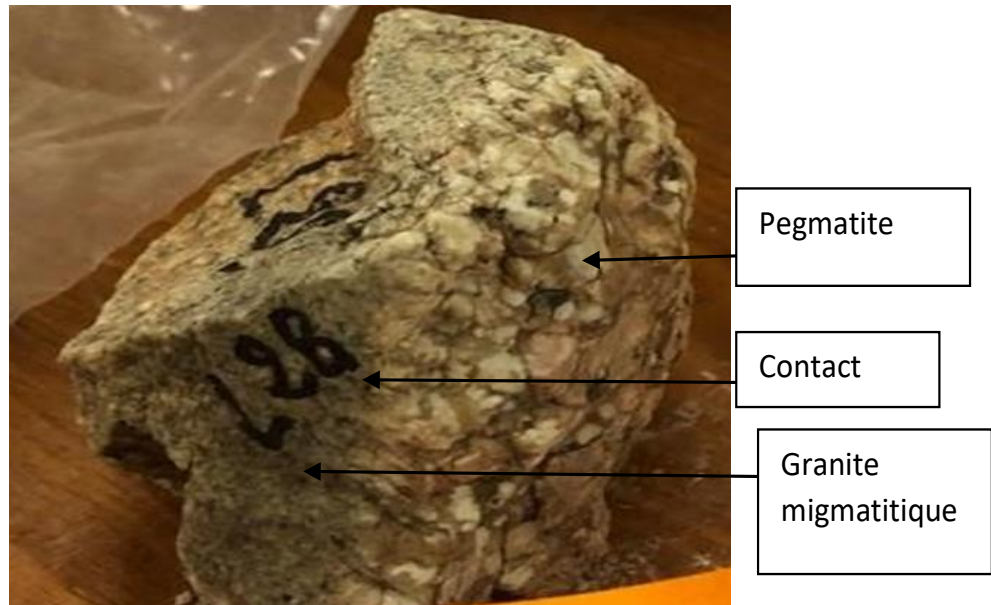


Figure 14- Granite en contact avec une pegmatite

2.2.10- Granite Gneissique (Echantillon L29)

C'est une roche sombre verdâtre qui est composée de biotite, quartz. Leurs grains sont de taille moyenne, marquée par l'alternance de petits lits clairs formés de feldspath et plagioclase dont ils sont à un pourcentage d'environ 30% et de lits sombres formés surtout de biotite probablement altérée en chlorite d'où sa couleur verte occupant approximativement 40%, formant donc une foliation appelé litage métamorphique, donnant un aspect altéré dans la roche ayant une taille de 15 cm, (Figure 15).



Figure 15- Granite gneissique

2.2.11- Granite d'Aftout (Echantillon L34)

Macroscopiquement, c'est une roche hololeucocrate composée de biotite 10%, feldspath potassique (orthose) 35% et de plagioclase 30%, intercalé par une pâte cristalline et de texture grenue, forme arrondi massive avec une enclave migmatitique de taille centimétrique (5cm environ pour l'enclave et 6 cm pour le grand échantillon) (**Figure 16**).

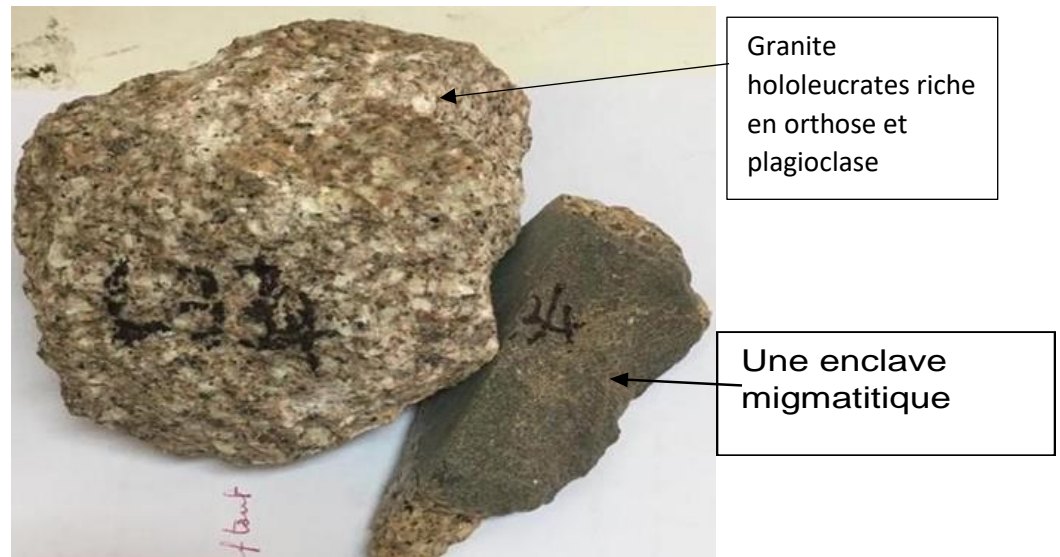


Figure 16- Granite et une enclave migmatitique

2.2.12- Granite à enclave (Echantillon L 23)

Ce granite a une couleur gris clair, constitué de quartz 50%, feldspaths 30% et quelques biotites 10, de texture grenue. Cet échantillon renferme une enclave migmatitique noirâtre. Nous rappelons que l'enclave est un fragment de roche étranger à la masse où il est englobé dans ce cas c'est une masse granitique en formation. Présente une forme déformée ayant une taille de 11cm, (**Figure 17**)

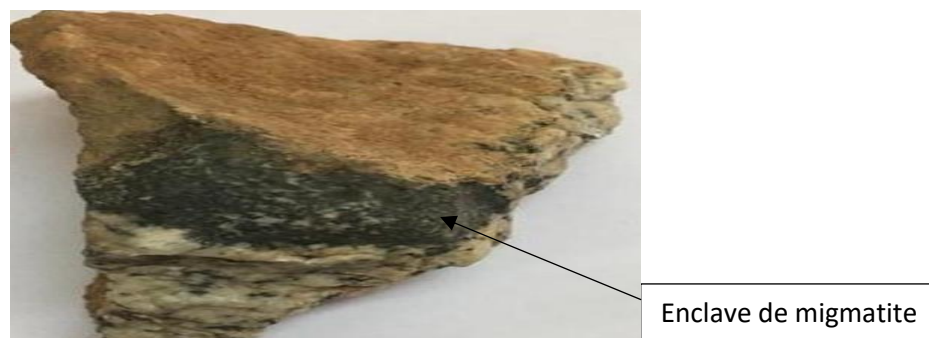


Figure 17- Granite à enclave de migmatite

2.2.13- Granite gris (Chegga) (Echantillon L22a)

Est une roche gris verdâtre avec un aspect altéré formée d'amphibole de couleur verte en pourcentage importante 20%, plagioclase et le quartz sont les plus dominants estimés de 55% dans sa totalité et des biotites 10 à 15%, par ailleurs, cet échantillon est centimétrique (8cm), de texture grenue, (**Figure 18**).



Figure 18- Granite Chegga

2.3. Conclusion

Au terme d'observation que nous avons effectuée sur l'ensemble des échantillons prélevés dans le secteur d'étude « Chegga » notre étude pétrographique nous a permis de mettre en évidence les différents types des roches qui sont associés à notre région, ainsi nous avons conclu que des granites et migmatites sont des roches très présentes dans cette région ayant indubitablement la fréquence de minéraux en pourcentages inébranlables comme :

Quartz, qui est présent dans tous les échantillons même en variant de pourcentage d'une roche à l'autre, est observé souvent de couleur gris et avec des impuretés associées dont la taille est variable dans l'ordre du centimètre.

Le feldspath est aussi trop flagrant surtout le potassique (Orthoses) donnant à la majorité de roches une couleur rosâtre, bien comme le plagioclase qui deviennent l'échantillon beaucoup plu claire. Les micas, plus rarement la muscovite que la biotite qui est souvent présente variant de pourcentage dans certaines roches

D'autres sont moins évidents sauf pour quelques échantillons, comme l'amphibole et l'épidote faisant référence à ses noms pour des granites epidotisé et granite à amphibole donnant un aspect altéré de la roche avec une couleur souvent verdâtre.

Les granites d'anatexie (migmatite) présentent un contact diffus, progressifs avec des roches encaissantes métamorphiques formant des enclaves. En générale sont des roches grenues, de taille comprise entre 5 et 15 cm, massives d'éclat vitreux et d'autres présentent des altérations.

CHAPITRE 3

ÉTUDE GÉOCHIMIQUE

DES GRANITES ET

SÉRIE CHEGGA

3- INTRODUCTION

Ce chapitre est consacré à la géochimie des éléments majeurs, des éléments traces et des terres rares des granites Chegga et Série Chegga. Les analyses chimiques utilisées sont ceux de Peucat et al. 2005 et également ceux de Benramdane (2007). Seuls les diagrammes géochimiques les plus démonstratifs seront représentés et ceci dans le but de :

- Les caractériser chimiquement, pour mettre en évidence leurs individualisation et leurs relations éventuelles ainsi que la possibilité (ou non) de l'existence d'une série évolutive continue,
- Caractériser leur l'évolution interne par un processus unique de cristallisation fractionnée, fusion partielle ou par des processus multiples.
- Cerner le cadre géodynamique de genèse et de mise en place de ces granites. Aussi bien qu'une étude comparative entre les analyses de Peucat et al. 2005 et ceux de Benramdane (2007).

3.1- ÉTUDE DES ÉLÉMENTS MAJEURS

Afin d'estimer le degré de fraîcheur ou d'altération des roches, nous utilisons le diagramme de Hughes (1973) qui nous permet également de reconstituer les processus pétrographiques des granitoïdes Chegga (**Figure 19**) Pour cette raison nous rapportons les analyses obtenues dans le diagramme ci-dessous : (K_2O versus $K_2O \cdot 100 / (K_2O + Na_2O)$) de Hughes (1973). Nous observons que la majorité de nos échantillons, sont projetés dans le champ des roches fraîches à l'exception de l'un d'entre eux, légèrement éloigné en raison de son enrichissement en K (potassium) à cause de la séricitisation de feldspath. Pour les enclaves (x) nous tenons comptes de celui qui est plus rapproché du champ, les autres (deux échantillons) plus éloignés sont relativement altérés.

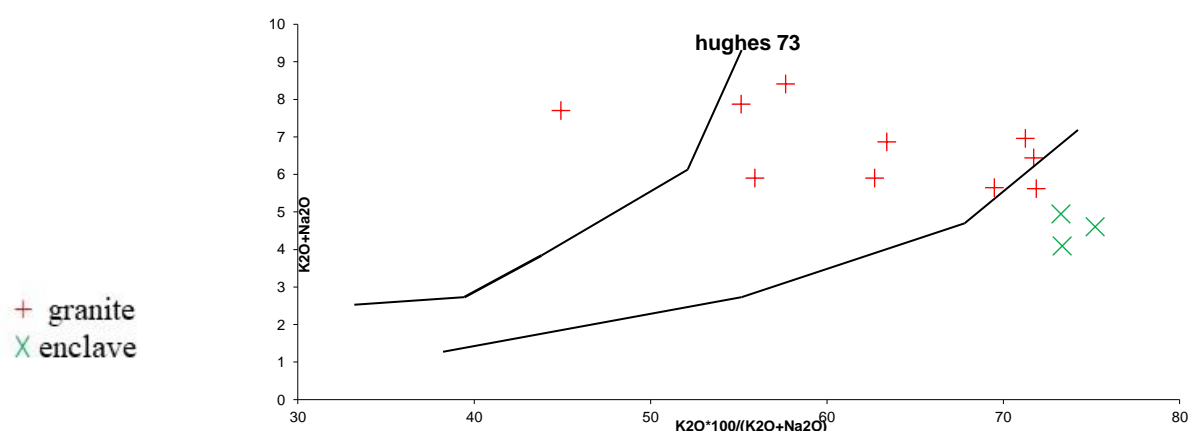


Figure 19- Diagramme K_2O vs $K_2O \cdot 100 / (K_2O + Na_2O)$ de Hughes 1973.

| Ech. | SiO ₂ | Al ₂ O ₃ | Fe ₂ O _{3t} | MnO | MgO | CaO | Na ₂ O | K ₂ O | TiO ₂ | P ₂ O ₅ | P.F. | TOTAL |
|-----------------|------------------|--------------------------------|---------------------------------|------|------|------|-------------------|------------------|------------------|-------------------------------|------|--------|
| Granites | | | | | | | | | | | | |
| 9 | 73.96 | 14.07 | 1.89 | 0.04 | 0.11 | 2.95 | 4.04 | 1.58 | 0.1 | 0.05 | 0.36 | 99.09 |
| 60 | 71.58 | 14.27 | 2.51 | 0.04 | 0.1 | 3.23 | 3.7 | 2.2 | 0.16 | 0.05 | 1 | 98.72 |
| 60/1 | 75.18 | 12.58 | 1.67 | 0.03 | 0.1 | 1.76 | 3.46 | 4.24 | 0.14 | 0.05 | 0.25 | 99.43 |
| 60/3 | 67.9 | 15.57 | 3.76 | 0.09 | 1.37 | 4.11 | 3.92 | 1.72 | 0.28 | 0.05 | 0.36 | 98.93 |
| 63 | 69.01 | 16.44 | 1.67 | 0.02 | 0.42 | 3.08 | 4.96 | 2 | 0.1 | 0.05 | 1.12 | 98.82 |
| 82RM* | 71.95 | 15.45 | 1.43 | 0.02 | 0.56 | 1.54 | 4.85 | 3.56 | 0.07 | 0.03 | 0.39 | 99.83 |
| 221 | 71.06 | 14.15 | 2.95 | 0.04 | 0.77 | 2.66 | 4.35 | 2.51 | 0.26 | 0.1 | 0.39 | 99.35 |
| 83SRM* | 65.5 | 16.85 | 4.4 | | 1.85 | 3.65 | 3.3 | 2.6 | 0.35 | 0.2 | 0.85 | 99.85 |
| Y28/1 | 70.57 | 15.55 | 3.05 | 0.08 | 0.64 | 3.33 | 4.62 | 1.82 | 0.19 | 0.09 | 0.45 | 100.14 |
| 166 | 70.72 | 15.07 | 3.59 | 0.09 | 0.92 | 2.15 | 4.34 | 3.53 | 0.33 | 0.15 | 0.11 | 101.2 |
| Enclaves | | | | | | | | | | | | |
| 67 | 59.37 | 14.3 | 7.73 | 0.12 | 2.74 | 6.46 | 3.46 | 1.14 | 0.54 | 0.05 | 0.46 | 96.06 |
| 207/1 | 53.52 | 16.42 | 9.87 | 0.16 | 4.74 | 6.95 | 3.62 | 1.32 | 0.71 | 0.29 | 2.79 | 100.77 |
| 200/1 | 52 | 17.18 | 9.25 | 0.15 | 4.83 | 7.63 | 3 | 1.09 | 0.72 | 0.25 | 4.14 | 100.78 |

Tableau 1- Analyses chimiques brutes des granites et enclaves Chegga (Benramdane, 2007)

Chapitre 3 : Étude géochimique des granites et série Chegga

Les résultats observés des éléments majeurs montrent une perte au feu inférieure à 2 généralement pour les granites (+), pour les enclaves (x) justes un des échantillons est projeté car les autres ont une valeur supérieure à 2 qui traduit une altération, le diagramme suivant (P. F= perte au feu versus SiO₂) permet de mieux visualiser (**Figure 20**).

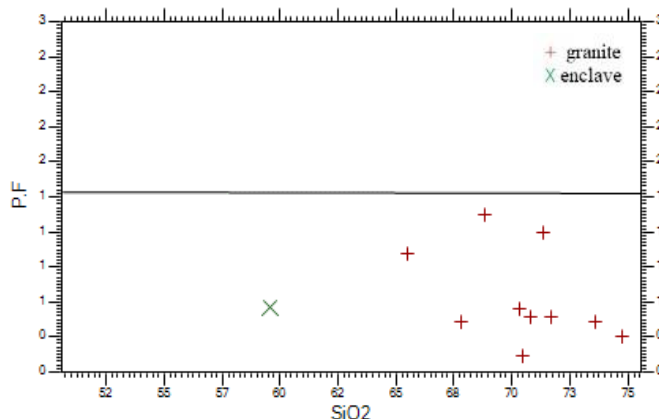


Figure 20- Diagramme P.F versus SiO₂ des granites et enclaves Chegga projetés

| Echantillons | SiO ₂ | TiO ₂ | Al ₂ O ₃ | Fe ₂ O ₃ | FeO | MnO | MgO | CaO | Na ₂ O | K ₂ O | P ₂ O ₅ | TOTAL |
|--------------|------------------|------------------|--------------------------------|--------------------------------|------|------|------|------|-------------------|------------------|-------------------------------|--------|
| 9 | 74.96 | 0.1 | 14.26 | 0.7 | 1.09 | 0.04 | 0.11 | 2.99 | 4.09 | 1.6 | 0.05 | 99.99 |
| 60 | 73.28 | 0.16 | 14.61 | 0.95 | 1.46 | 0.04 | 0.1 | 3.31 | 3.79 | 2.25 | 0.05 | 100 |
| 60/1 | 75.85 | 0.14 | 12.69 | 0.71 | 0.88 | 0.03 | 0.1 | 1.78 | 3.49 | 4.28 | 0.05 | 100 |
| 60/3 | 68.91 | 0.28 | 15.8 | 1.36 | 2.21 | 0.09 | 1.39 | 4.17 | 3.98 | 1.75 | 0.05 | 99.99 |
| 63 | 70.67 | 0.1 | 16.84 | 0.67 | 0.93 | 0.02 | 0.43 | 3.15 | 5.08 | 2.05 | 0.05 | 99.99 |
| 82RM* | 72.4 | 0.07 | 15.55 | 0.63 | 0.73 | 0.02 | 0.56 | 1.55 | 4.88 | 3.58 | 0.03 | 100 |
| 221 | 72.02 | 0.26 | 14.34 | 1.18 | 1.63 | 0.04 | 0.78 | 2.7 | 4.41 | 2.54 | 0.1 | 100 |
| 166 | 70.24 | 0.33 | 14.97 | 1.5 | 1.86 | 0.09 | 0.91 | 2.14 | 4.31 | 3.51 | 0.15 | 100.01 |
| 83SRM* | 66.55 | 0.36 | 17.12 | 1.61 | 2.58 | 0 | 1.88 | 3.71 | 3.35 | 2.64 | 0.2 | 100 |
| 67 | 62.25 | 0.57 | 14.99 | 2.56 | 4.99 | 0.13 | 2.87 | 6.77 | 3.63 | 1.2 | 0.05 | 100.01 |
| 207/1 | 55.22 | 0.73 | 16.94 | 3.22 | 6.27 | 0.17 | 4.89 | 7.17 | 3.73 | 1.36 | 0.3 | 100 |
| 200/1 | 54.48 | 0.75 | 18 | 2.82 | 6.18 | 0.16 | 5.06 | 7.99 | 3.14 | 1.14 | 0.26 | 99.98 |

Tableau 2- Analyses chimiques des éléments majeurs des granites et enclaves ramenés à 100% anhydre. Chegga (Benramdane, 2007)

| Ech. | 9 | 60 | 60/1 | 60/3 | 63 | 82RM | 221 | 166 | 83SRM | Y28/1 | 67 | 207/1 | 200/1 |
|------------------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| SiO ₂ | 74.96 | 73.28 | 75.85 | 68.91 | 70.67 | 72.4 | 72.02 | 70.24 | 66.55 | 70.75 | 62.25 | 55.22 | 54.48 |
| A/CNK | 1.03 | 1 | 0.93 | 0.99 | 1.03 | 1.06 | 0.96 | 1.01 | 1.13 | 0.99 | 0.77 | 0.82 | 0.86 |
| A/NK | 1.68 | 1.69 | 1.22 | 1.87 | 1.59 | 1.31 | 1.43 | 1.37 | 2.04 | 1.62 | 2.06 | 2.22 | 2.81 |

Tableau 3- Analyses des données pour les paramètres alumineux

D'après ces diagrammes nous pouvons affirmer que la perte au feu n'a pas eu un rôle si important dans les échantillons dont on peut les considérer comme « frais » et les résultats des analyses sont alors valables pour la suite de notre étude.

Les données géochimiques des éléments majeurs étudiés nous permettent une diversité d'interprétations à partir des graphiques qui ont été élaborés. Cette étude a commencé par un traitement des analyses chimiques brutes qui nécessite une normalisation c'est-à-dire élimination de l'effet (perte au feu) selon l'orientation de l'IUGS (1989), et la norme CIPW.

On observe une série à cause de la variation de pourcentage en oxydes des différents échantillons, la teneur en silice (SiO_2) varie de 54%-75%, alors que taux d'alumine varie légèrement entre 12 et 18%, tandis que le rapport $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$ est relativement supérieur, et finalement le pourcentage de $\text{F}_2\text{O}_3+\text{MgO}$ est en générale faible entre 0 à 2% pour les granites (+) et 4 à 7% pour les enclaves (x), qui peut nous renseigner sur un magma évolué comme origine de nos roches.

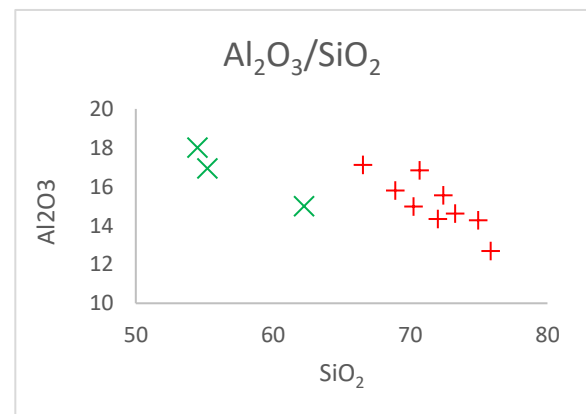
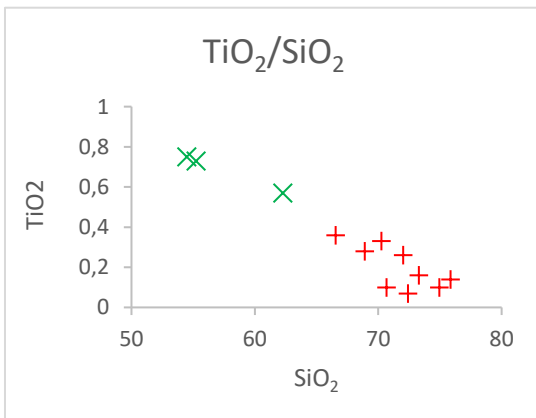
3.1.2- Les diagramme oxydes silice (Harker, 1909)

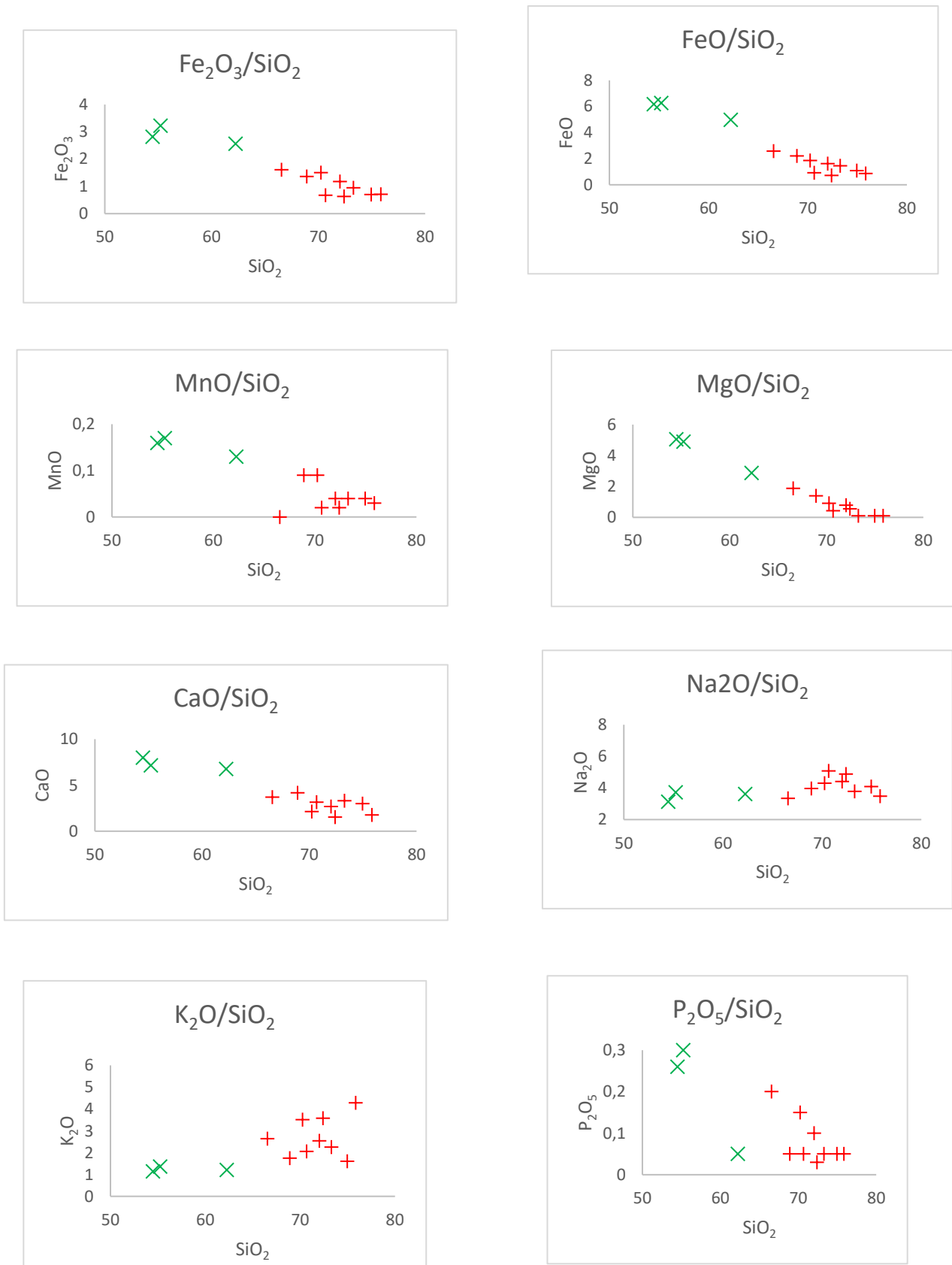
Nous avons rapporté les différents oxydes en fonction de silice dans les diagrammes de Harker (1909), dont nous pouvons faire le commentaire suivant :

Il y a une évolution linéaire, une corrélation négative (anti-corrélation) c'est-à-dire une proportionnalité inverse, tant que les oxydes pour TiO_2 , Al_2O_3 , F_2O_3 , FeO , MgO , CaO , MnO , P_2O_5 , et une corrélation positive (c'est-à-dire qu'il sont corrélé) pour Na_2O , K_2O , qui traduit alors un processus de cristallisation fractionné.

L'anti-corrélation de MgO , F_2O_3 et FeO nous pousse à la conclusion d'une probable cristallisation précoce de minéraux ferromagnésiens. Par contre les éléments Al_2O_3 et CaO peuvent nous informer sur une cristallisation précoce ou tardive sur les plagioclases qui doit être confirmé avec le rapport Sr/SiO_2 que si jamais ils sont non corrélés donc on pourra dire cristallisation tardive.

La corrélation entre P_2O_5 et TiO_2 en fonction de SiO_2 nous renseigne sur la cristallisation des minéraux opaques, et les corrélations de Na_2O et K_2O sur les minéraux potassiques et sodiques.





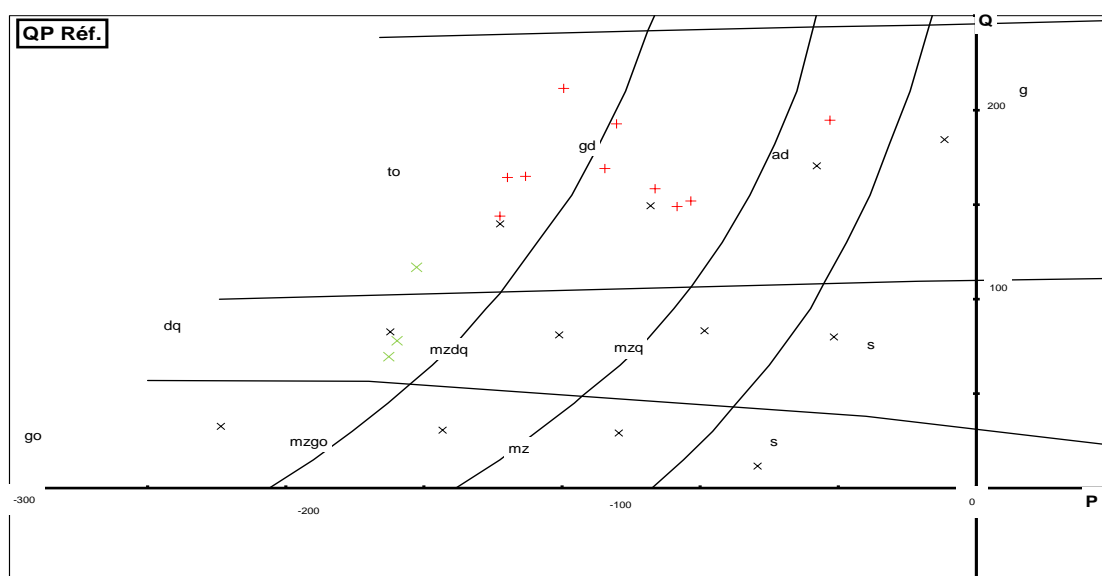
+ granite
X enclave

Figure 21- Diagramme Oxydes silice de Harker 1909

3.1.3- Diagrammes de nomenclature

Dans ce diagramme de nomenclature normatif An-Ab-Or, d'O'Connor (1965) et le diagramme Q-P de Debon et Le Fort (1988). Nous avons constaté qu'elles se projettent dans le champ de tonalite, granodiorite et quartz monzonite pour les granites (+) ; les enclaves (x) sur les champs de tonalite et diorite quartzique dans le diagramme triangulaire An-Ab-Or.

Et pour le diagramme Q-P représenté par (Figure 22) les granites se projettent dans les champs tonalite, granodiorite et adamelite, tandis que les enclaves sont dans les champs de tonalite et diorite quartzifère.



to= tonalite, gd= granodiorite, ad= adamelite, dq= diorite quartzifère.

Figure 22- Diagramme Q vs P de Debon et Le Fort (1988) appliqué aux granites et enclaves Chegga

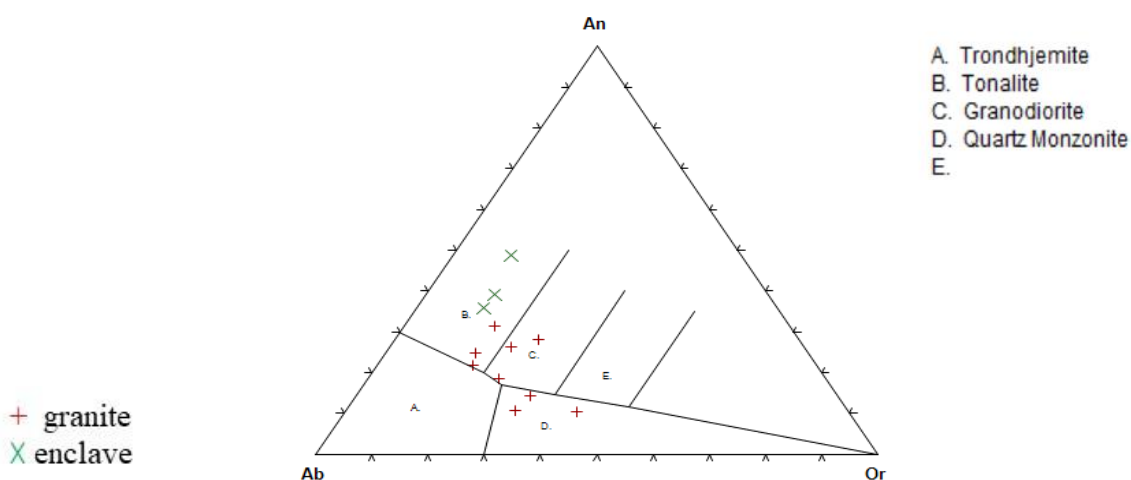


Figure 23- Diagramme d'O'Connor (1965), dans lequel sont projeté les granitoïdes et enclaves Chegga

3.1.4- Diagrammes de lignée magmatique

Pour déterminer l'affinité magmatique des granites trois diagrammes de série ont été utilisés :

Le diagramme $\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}/\text{SiO}_2$ de Le Maître (1989), qui montre que la majorité de nos roches se projettent dans le domaine sub-alkalin à l'exception de deux échantillons qui sont relativement alcalins.

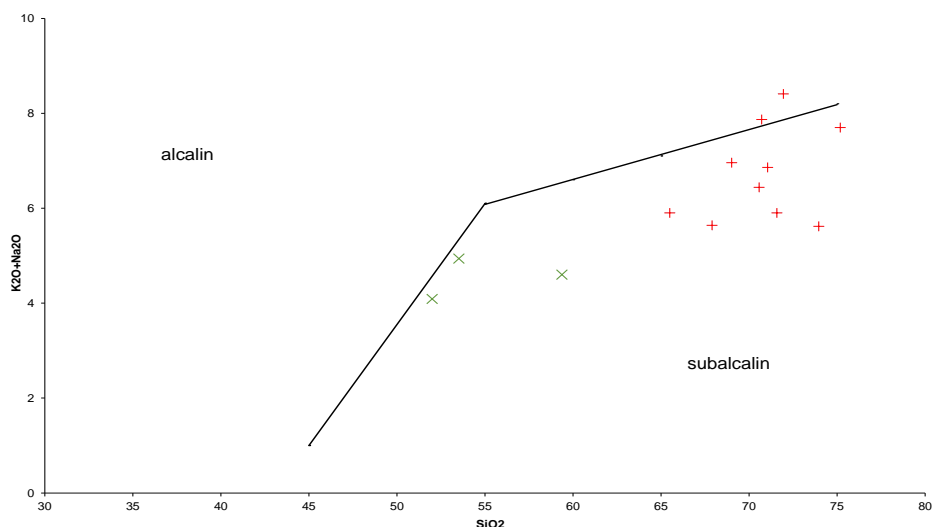
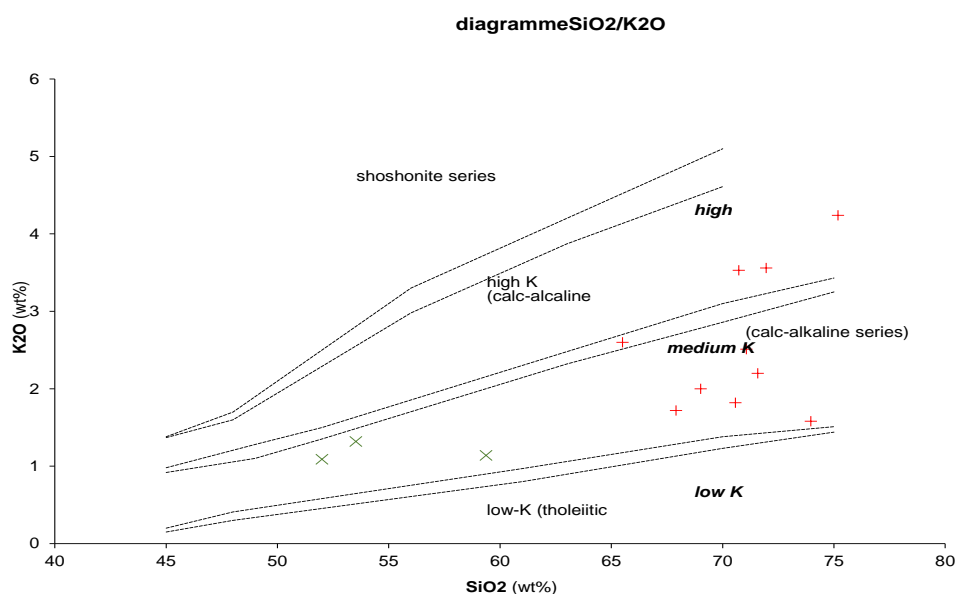


Figure 24- Diagramme $\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}/\text{SiO}_2$ Le Maître (1989), appliqué aux granitoïdes et enclaves Chegga



+ granite
x enclave

Figure 25- Diagramme $\text{K}_2\text{O}/\text{SiO}_2$ Le Maître (1989), appliqué aux granitoïdes et enclaves Chegga

Dans le diagramme K_2O/SiO_2 nous analysons le degré de potassium sur la série calco-alkaline, et donc ça varie de moyennement potassique à hautement potassique.

Le domaine calco-alkalin est subdivisé en tholeïtique, alors pour préciser nos échantillons nous avons dû projeter dans le diagramme triangulaire $FeOt-K_2O+Na_2O-MgO$, dont la conclusion est qu'ils sont tous calco-alkalins, comme illustré dans la figure ci-dessus.

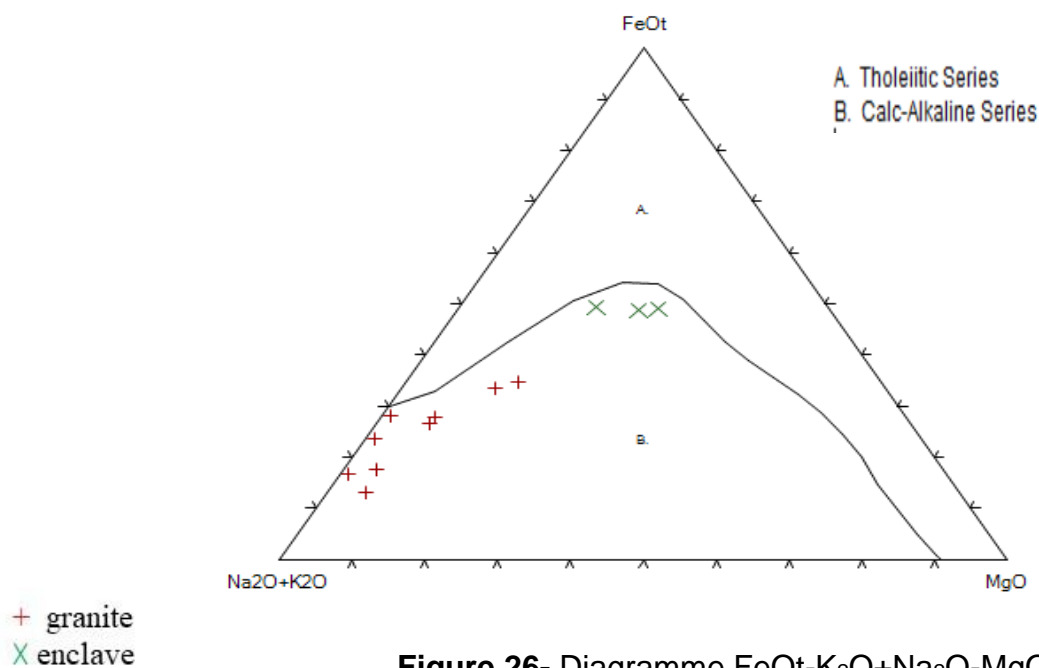


Figure 26- Diagramme $FeOt-K_2O+Na_2O-MgO$

3.1.5- Diagramme peralumineux

Le diagramme A – B chimico-minéralogique des minéraux caractéristiques de Debon et Le Fort (1988) montre une relation entre le chimisme et la minéralogie des roches et leur paramètre alumineux $A = Al - (K + Na + 2 \cdot Ca)$ et le paramètre ferromagnésien $B = (Fe + Mg + Ti)$, et on distingue deux domaines :

- Domaine peralumineux
- Domaine métalumineux

Dont ces champs sont divisés en plusieurs en fonction de la minéralogie de la roche, néanmoins nos roches montrent une association de type cafémique à alumino-cafémique avec légère tendance peralumineuse, mais nous allons nous assurer avec les diagrammes A/CNK vs SiO_2 et A/NK vs A/CNK .

A préciser que le rapport A/CNK est au voisinage de 1 mais inférieur à 1,1 et l'indice d'apacité IA varie entre 0,36 et 0,77, et la teneur en silice varie entre 54 et 75%, en se référant à la classification de Chapell et White (1978) nos granites sont de type I.

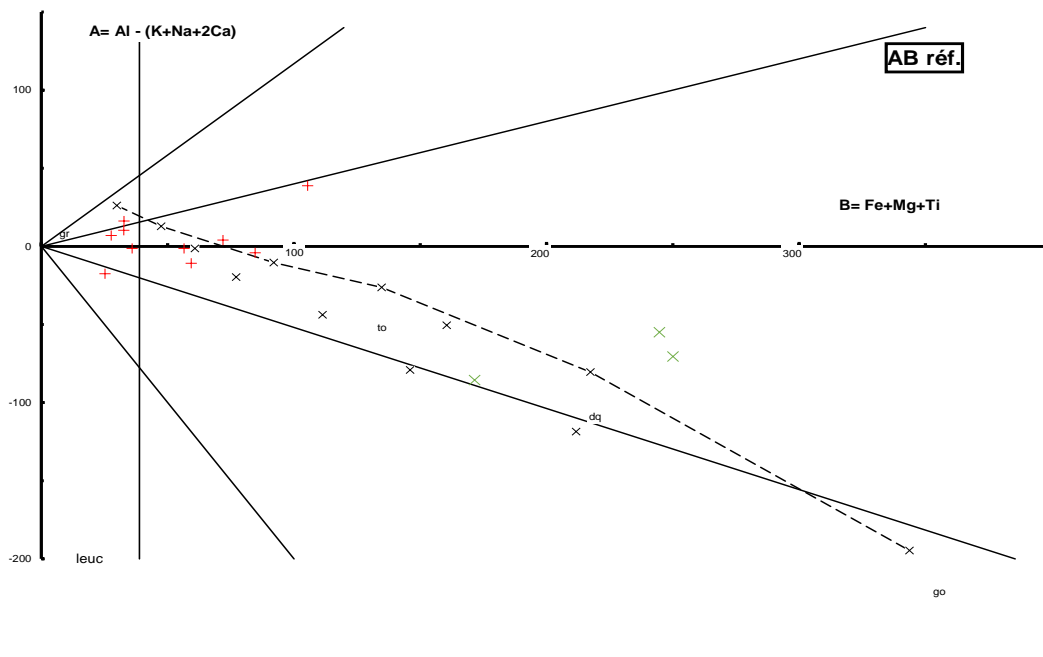


Figure 27- Diagramme "A-B" des minéraux caractéristiques de Debon et Le Fort (1983)

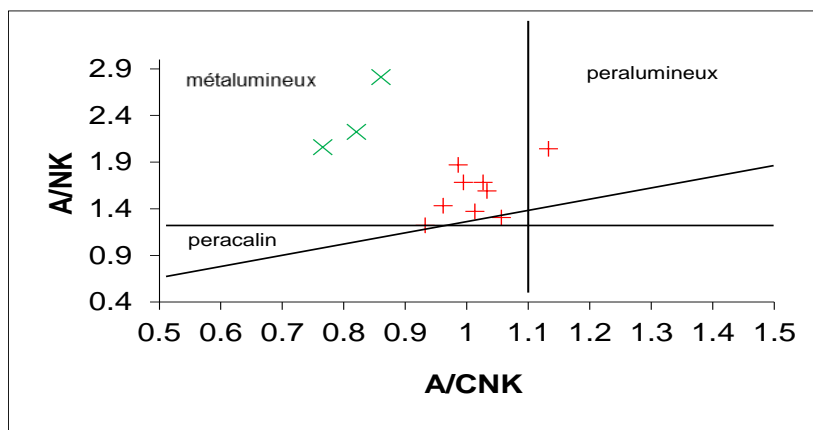
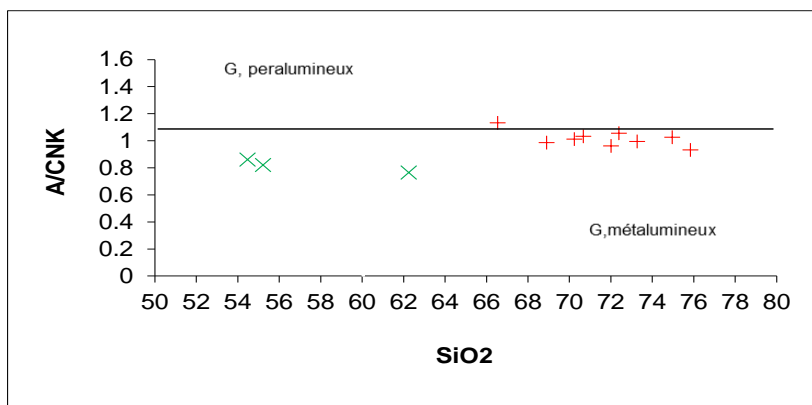


Figure 28- Diagrammes discriminants de paramètres alumineux A/CNK versus A/NK (Shand 1943)

Les diagrammes A/CNK vs SiO₂, A/NK vs A/CNK précisent la tendance métalumineuse à faiblement peralumineuse des granitoïdes Chegga. Les paramètres métalumineux sont bien mis en évidence, ils sont porteurs d'une phase minérale signalant leur métaluminosité.

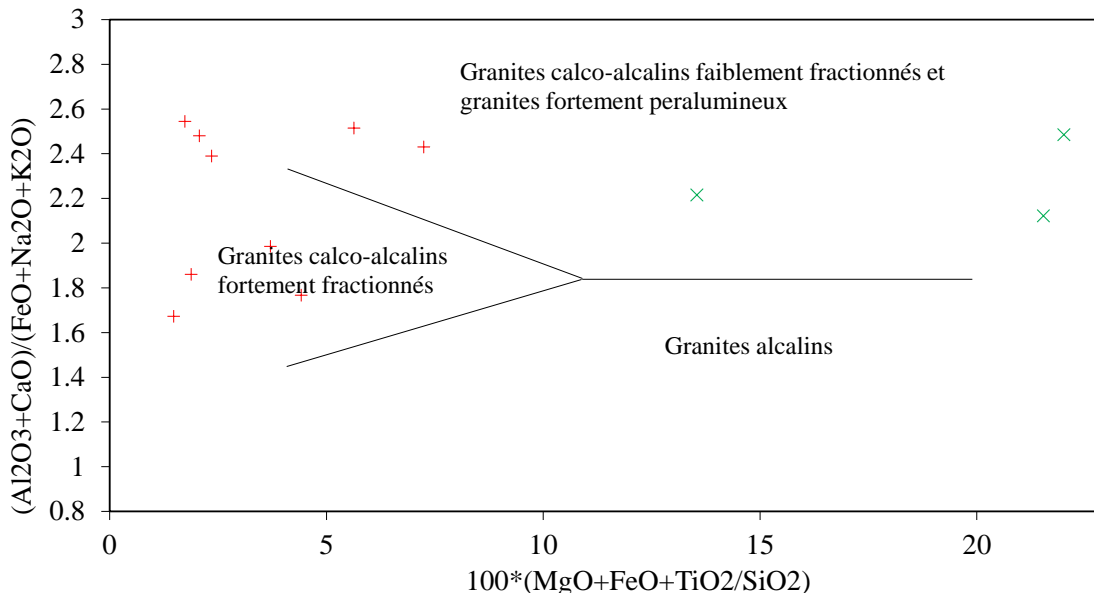


Figure 29- Granitoïdes et enclaves Chegga dans le diagramme de Sylvester (1989)

Le diagramme observé, montre également la tendance calco-alcaline des échantillons dont la variation est de faiblement à fortement fractionné et la majorité est fortement fractionné et certains faiblement fractionné à tendance peralumineux. Surtout les enclaves, on suppose une possible altération hydrothermale à cause de leurs faibles fractionnements.

3.1.6- Diagrammes géotectoniques

Les compositions minéralogiques et chimiques de granites peuvent caractériser leur environnement géodynamique selon Maniar et Piccoli (1989), à partir de l'étude des éléments majeurs des diagrammes géotectoniques discriminants, ils ont proposé 7 groupes de granitoïdes.

Granitoïdes Orogéniques

- **IAG-** (Island Arc Granitoid)
- **CCG-** (Continental Collision Granitoid)
- **POG-** (Post Orogenic Granitoid)
- **CAG-** (Continental Arc Granitoid)

Granitoïdes anorogéniques

- **RRG-** (Rift Related Granitoid)
- **CEUG-** (Continental Epirogenic Uplift Granitoid)
- **OPG-** (Oceanic Plagio-Granitoid)

Comme nous avons mentionné dans les autres paragraphes, nos granites sont du type I et ont le suivant comportement :

Chapitre 3 : Étude géochimique des granites et série Chegga

Dans le diagramme K_2O versus SiO_2 toutes les roches sont dans le champ IAG+CAG+CCG+RRG+CEUG+POG en excluant la possibilité océanique de plagiogranites en raison de leur forte teneur en K_2O .

Le diagramme Al_2O_3 vs SiO_2 les roches sont partagée entre le champ IAG+CAG+CCG et POG, finalement pour les diagrammes FeO vs SiO_2 et $FeO+MgO$ versus SiO_2 tous les échantillons sont dans le champ IAG+CAG+CCG.

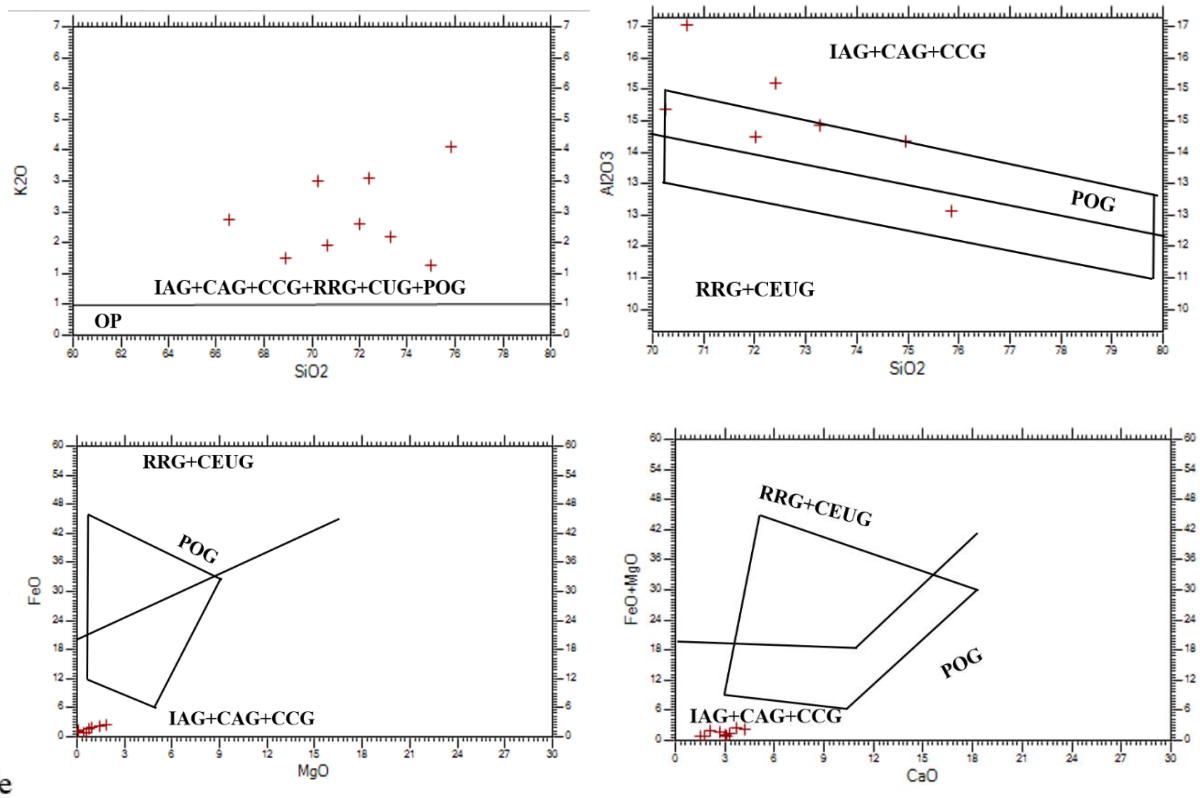
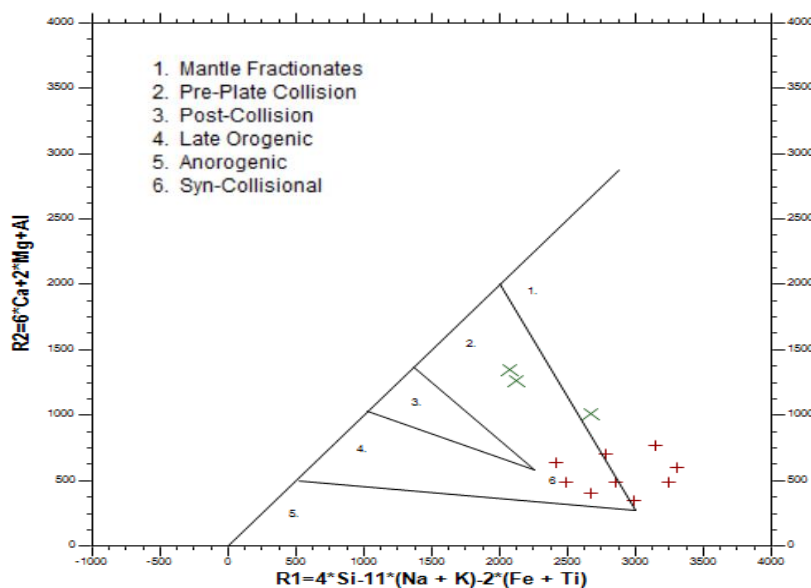


Figure 30- Granitoïdes Chegga dans les diagrammes géotectonique discriminants de Maniar et Piccoli (1989)

Le diagramme R1 vs R2 de Batchelor et Bowden (1985) montre que les roches s'inscrivent dans le champ 6 pour les granites une probabilité de granites du type Arc Insulaire de Subduction (IAG) d'où le magmatisme est post-orogénique syn-collisionnel qui traduit, et les enclaves se sont mis en place dans une phase anté-collisionnel.

Cela a permis de dire que les granites déformés situés près de Chegga correspondent à des trondjhémites d'affinité calco-alcaline sont datés à 2090 ± 12 Ma (Pb/Pb) (Peucat et al., 2005).



+ granite
X enclave

Figure 31- Enclaves et granites Chegga projetés sur le diagramme géotectonique R1 – R2 de Batchelor et Bowden (1985)

3.2- ÉTUDES DES ÉLÉMENTS MAJEURS DE PLAGIOGRANITES GNEISSIQUE ET AMPHIBOLIQUE DE CHEGGA (PEUCAT, 2005)

Afin d’une étude comparative dans le titre prochain nous avons les aussi les analyses de Peucat 200, de la région Chegga, lesquels nous allons représenter dans les principaux diagrammes que nous aiderons à comprendre le comportement de roches.

| Ech. | SiO ₂ | Al ₂ O ₃ | Fe ₂ O _{3t} | MnO | MgO | CaO | Na ₂ O | K ₂ O | TiO ₂ | P ₂ O ₅ | P.F. | TOTAL |
|---------------|------------------|--------------------------------|---------------------------------|------|------|-------|-------------------|------------------|------------------|-------------------------------|------|--------------|
| GH10 | 70.7 | 13.75 | 5 | 0.12 | 0.09 | 3.03 | 5.32 | 0.39 | 0.19 | 0.05 | 1.2 | 99.84 |
| GH23 | 70.09 | 11.58 | 8.09 | 0.17 | 0.68 | 3.3 | 3.54 | 0.2 | 0.45 | 0.11 | 1.12 | 99.33 |
| GH24 | 71.6 | 11.49 | 7.15 | 0.15 | 0.71 | 3.39 | 3.42 | 0.44 | 0.38 | 0.05 | 1.05 | 99.83 |
| GH10.1 | 48.47 | 15.36 | 10.74 | 0.17 | 9.17 | 10.41 | 2.26 | 0.7 | 0.52 | 0.06 | 2.21 | 99.85 |

Tableau 4- Analyses brutes des plagiogranites et amphiboliques de Chegga (Peucat 2005)

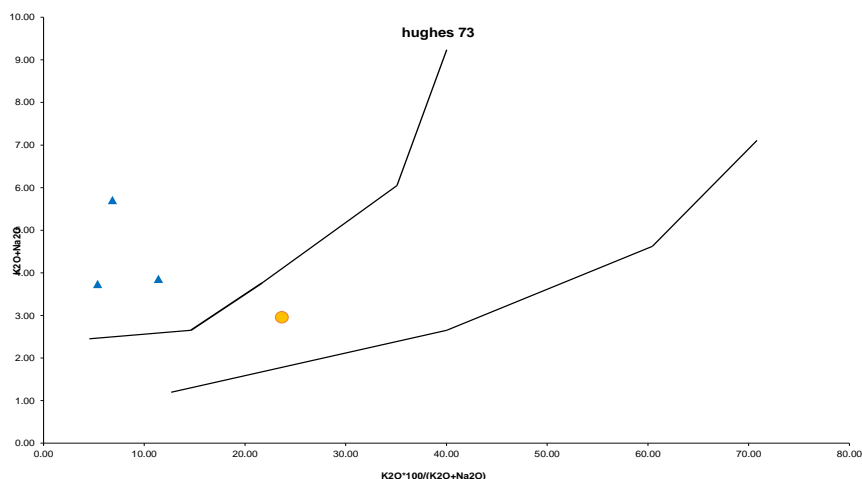


Figure 32- Diagramme K_2O vs $K_2O \cdot 100 / (K_2O + Na_2O)$ de Hughes 1973, dont nous avons projeté les analyses brutes des plagiogranites et amphiboliques Chegga

Le diagramme de Hughes 1973, montre qu'une les plagiogranites sont légèrement éloigné du champ de fraîcheur.

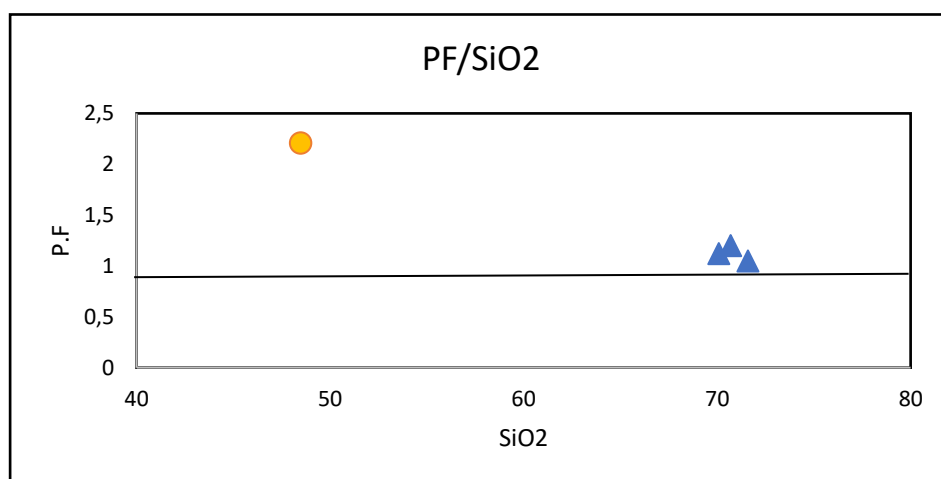


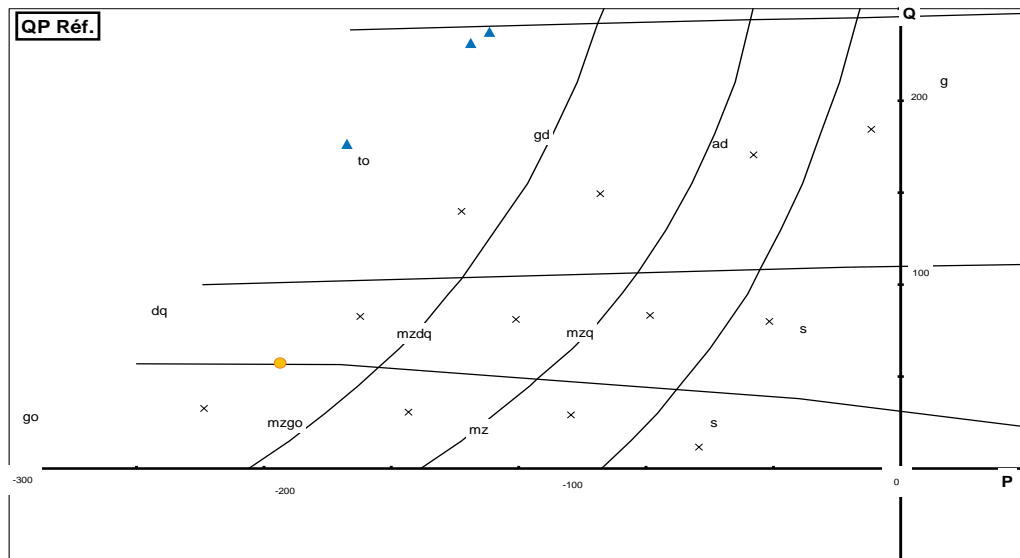
Figure 33- Diagramme P.F versus SiO_2 des plagiogranites Chegga projetés

Avec le diagramme (P.F vs SiO_2) nous pouvons constater que les échantillons peuvent être considéré fraîche puisque la perte au feu est entre 1 et 2.

Nous voulons aussi signaler que tout au long de cette partie nous allons utiliser les figurés triangle bleu ▲ pour les plagiogranites, et le cercle orange ● pour les amphiboliques

3.2.1- Diagrammes de nomenclature

On observe dans ce diagramme Q-P que les plagiogranites sont des tonalites tandis que les plagiogranites amphibolique sont des monzodiorites. Le diagramme normatif An-Ab-Or nous confirme l'affirmation sur plagiogranite, vu que la projection tombe sur le champ de tonalite.



to= tonalite, gd= granodiorite, ad= adamelite, dq= diorite quartzifère.

Figure 34- Diagramme Q vs P de Debon et Le Fort (1988) appliqué aux granites et enclaves Chegga

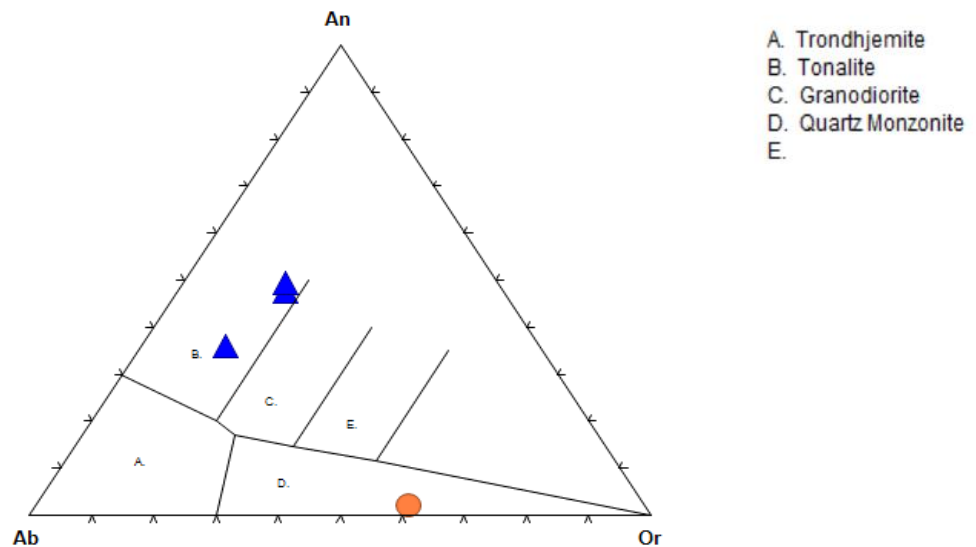


Figure 35- Diagramme d'O'Connor (1965), dans lequel sont projeté les granitoïdes et enclaves Chegga

- A. Diorite, Gabbro
- B. Monzodiorite
- C. Monzonite
- D. Syenite
- E. Alkali Feldspar Syenite
- F. Quartz Diorite
- G. Quartz Monzodiorite
- H. Quartz Monzonite
- I. Quartz Syenite
- J. Alkali Felds. Qtz. Syenite
- K. Tonalite
- L. Granodiorite
- M. Granite
- N. Alkali Feldspar Granite

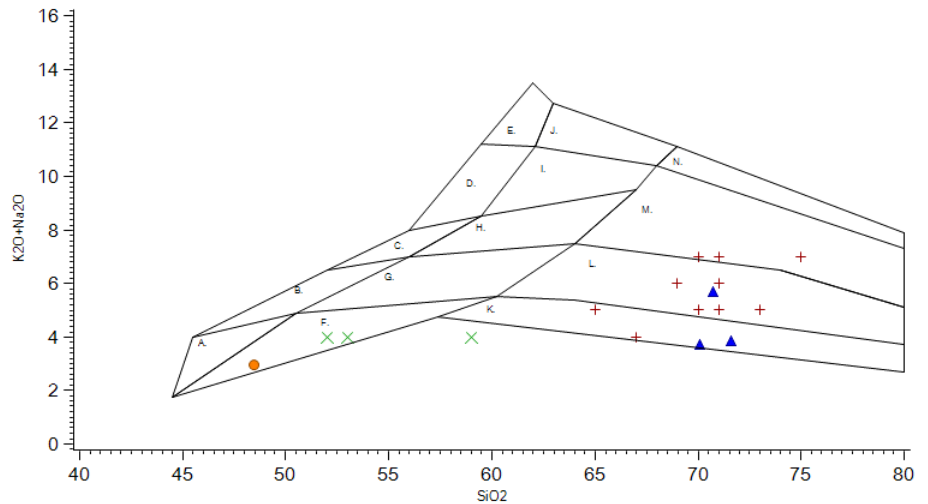


Figure 36- SiO₂ vs. (Na₂O + K₂O) de Middlemost (1985), présentant les granites et plagiogranites Chegga

3.2.2- Diagrammes de lignée magmatique

Ces deux diagrammes résument l’affinité magmatique qui nous montrent une série sub-alkaline dont nous trouvons les plagiogranites et alcaline pour l’amphibolique dans le diagramme Na₂O+K₂O/SiO₂ (Figure 37), concomitamment avec le diagramme K₂O/SiO₂ qui indique une faible teneur dans le degré de potassium (K) ainsi comme le champ tholeïtique de la série sub-alkaline.

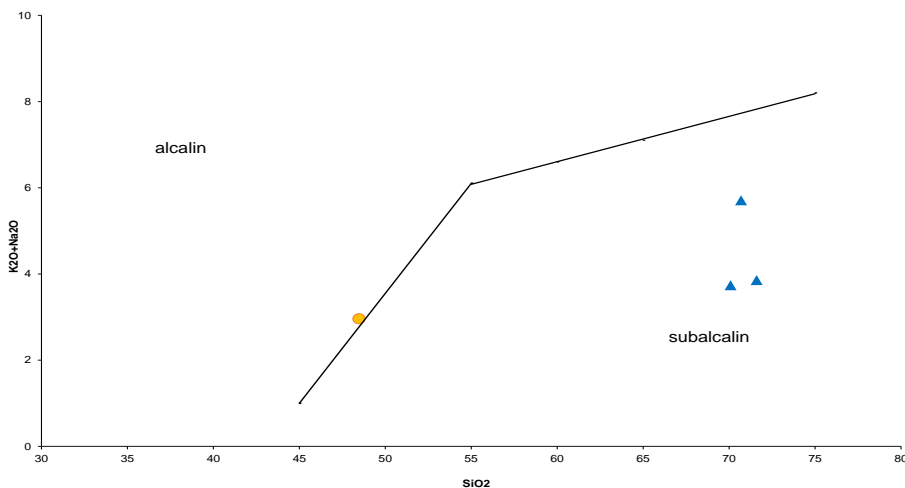


Figure 37- Diagramme Na₂O+K₂O/SiO₂ Le Maître (1989), appliqué aux granitoïdes et enclaves Chegga

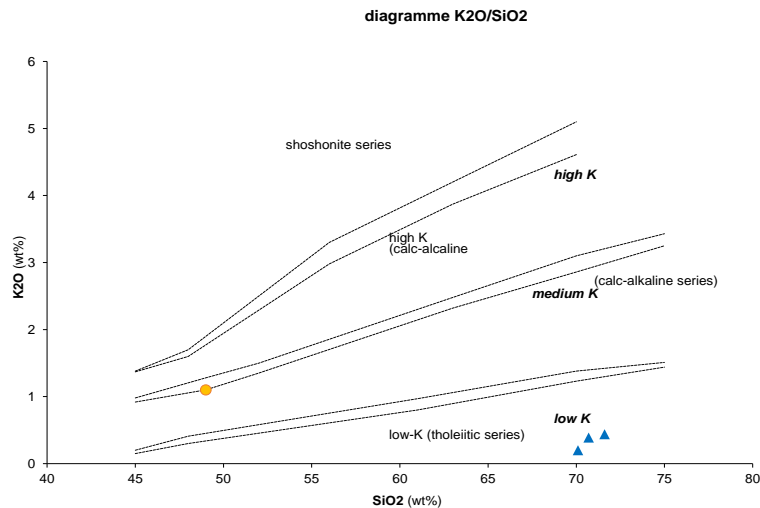


Figure 38- Diagramme $\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}/\text{SiO}_2$ Le Maître (1989), appliqué aux granitoïdes et enclaves Chegga

| Echantillons | SiO ₂ | TiO ₂ | Al ₂ O ₃ | Fe ₂ O ₃ | FeO | MnO | MgO | CaO | Na ₂ O | K ₂ O | P ₂ O ₅ | TOTAL |
|--------------|------------------|------------------|--------------------------------|--------------------------------|------|------|------|-------|-------------------|------------------|-------------------------------|-------|
| GH10 | 71.95 | 0.19 | 13.99 | 1.29 | 3.42 | 0.12 | 0.09 | 3.08 | 5.41 | 0.40 | 0.05 | 100 |
| GH23 | 71.84 | 0.46 | 11.87 | 1.69 | 5.94 | 0.17 | 0.70 | 3.38 | 3.63 | 0.20 | 0.11 | 100 |
| GH24 | 72.85 | 0.39 | 11.69 | 2.30 | 4.48 | 0.15 | 0.72 | 3.45 | 3.48 | 0.45 | 0.05 | 100 |
| GH10.1 | 49.94 | 0.54 | 15.83 | 2.84 | 7.40 | 0.18 | 9.45 | 10.73 | 2.33 | 0.72 | 0.06 | 100 |

Tableau 5- Analyses des plagiogranites et amphiboliques de Chegga à 100% (Peucat 2005)

3.2.3- Diagrammes peralumineux

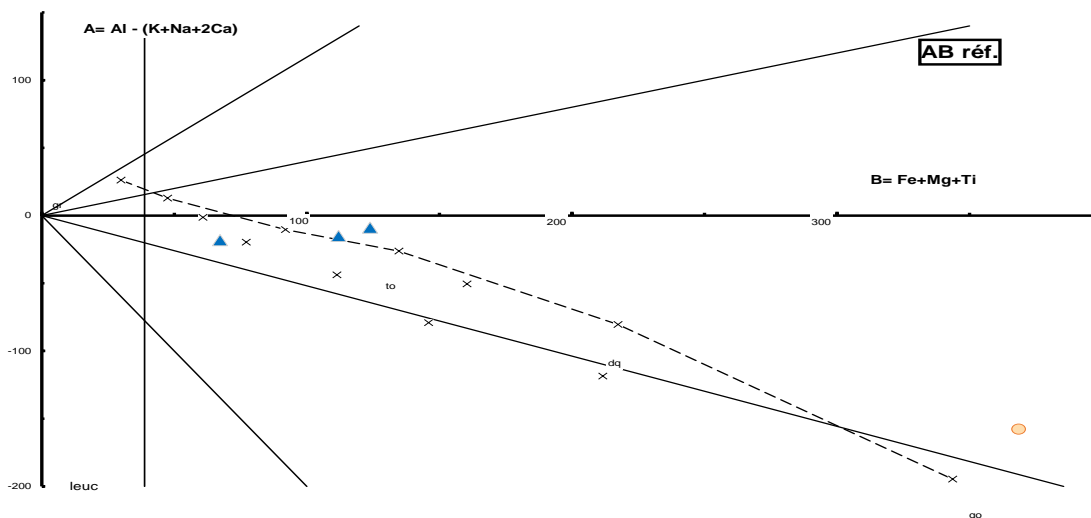


Figure 39- Diagramme "A-B" des minéraux caractéristiques de Debon et Le Fort (1983)

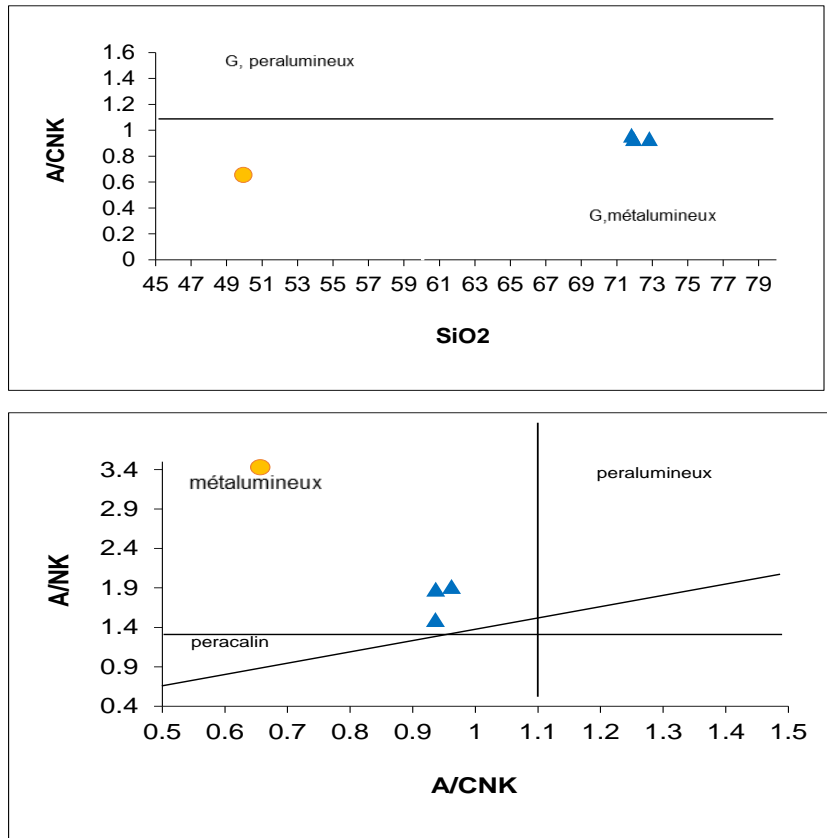


Figure 40- Diagrammes discriminants de paramètres alumineux A/CNK versus A/NK (Shand 1943)

Les paramètres peralumineux sont en évidence et nous observons une phase métalumineuse pour toutes les analyses dans les diagrammes projetés. Les plagiogranites dans le diagramme ci-dessus présentent un fort fractionnement dans la série calco alcaline qui peut nous indiquer une non altération hydrothermale.

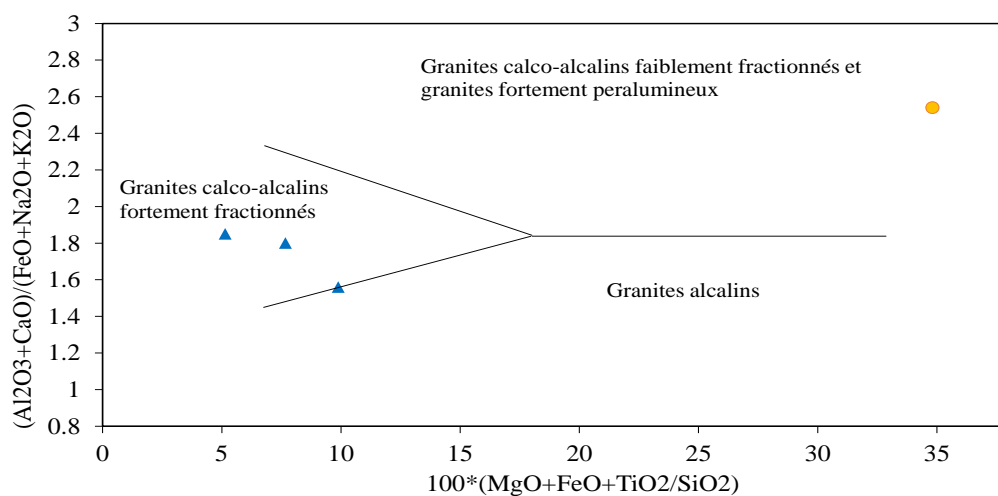


Figure 41- Granitoïdes et enclaves Chegga dans le diagramme de Sylvester (1989)

3.2.4- diagrammes géotectoniques

A partir de ces diagrammes nous avons pu mettre en évidence le contexte géodynamique en utilisant les éléments traces et les éléments majeurs. Le graphe binaire Rb versus Ta+Yb et le diagramme Nb vs Y (Pearce et al. (1984), montrent que les plagiogranites sont d'un contexte orogénique.

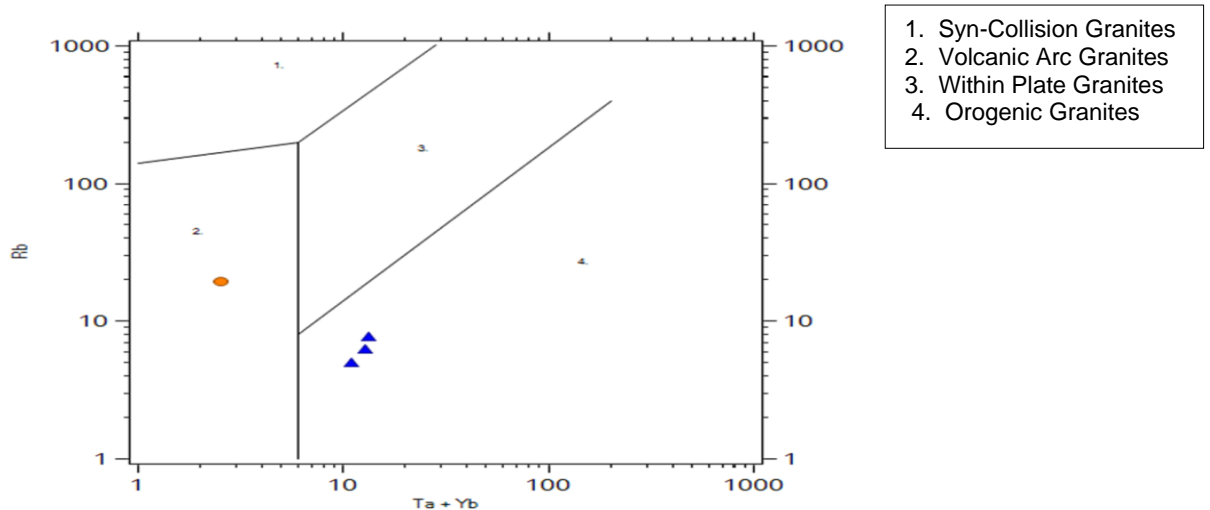


Figure 42- Diagramme log (Ta+Yb) vs. log Rb, Pearce et al. (1984)

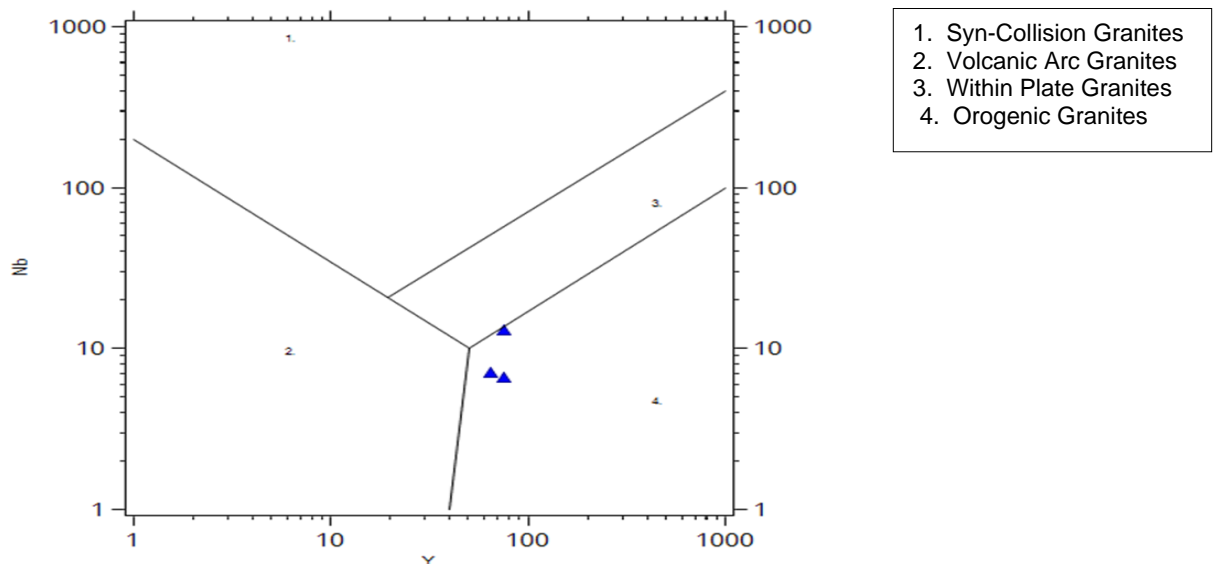


Figure 43- Plagiogranites projetés dans le diagramme log Y vs. log Nb, Pearce et al. (1984)

Le diagramme ternaire géotectonique propose le type collisionnel de ces plagiogranites, qui sont donc du type OF (Ocean Floor) ou croûte océanique

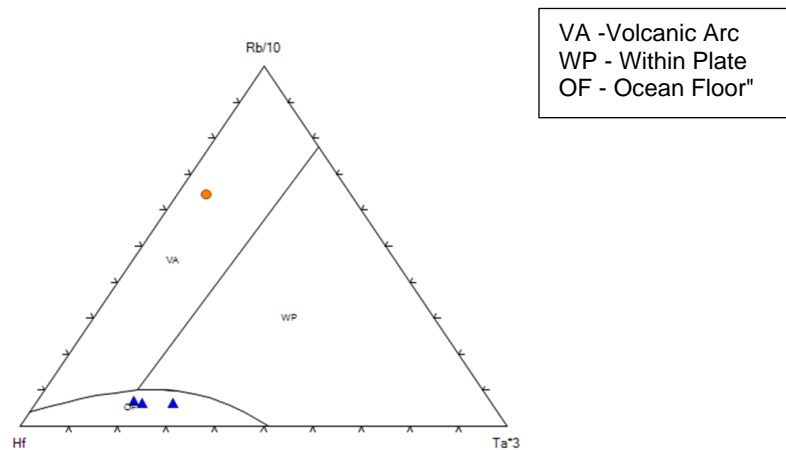


Figure 44- Diagramme ternaire Hf - Rb/30 - Tax3 Harris et al. (1986)

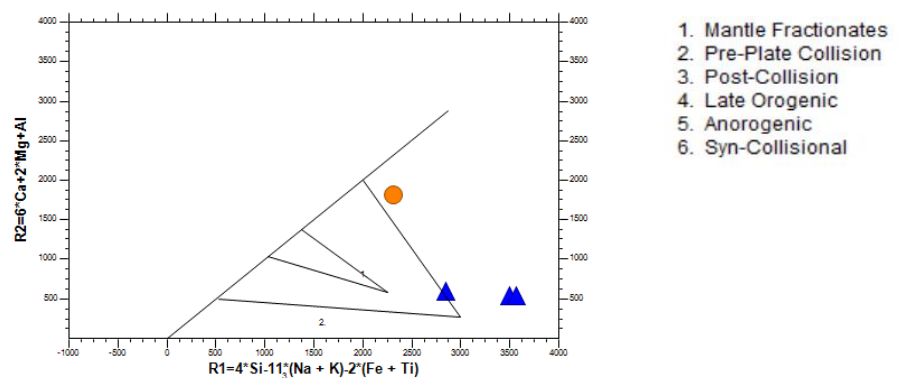


Figure 45- Plagiogranites Chegga projetés sur le diagramme géotectonique R1 – R2 de Batchelor et Bowden (1985)

3.3- GÉOCHIMIE DE TERRES RARES DE ROCHES MAGMATIQUES

| Echantillon | GH10 | GH23 | GH24 | GH10.1 |
|-------------|-------|-------|------|--------|
| La | 15.89 | 9.84 | 10.7 | 1.48 |
| Ce | 42.3 | 27.61 | 28.9 | 3.95 |
| Pr | 5.84 | 3.85 | 4.26 | 0.625 |
| Nd | 29.34 | 18.7 | 20.9 | 3.27 |
| Sm | 8.53 | 6.8 | 6.83 | 1.23 |
| Eu | 2.03 | 1.89 | 2 | 0.492 |
| Gd | 8.81 | 7.05 | 9.12 | 1.85 |
| Tb | 1.75 | 1.66 | 1.75 | 0.348 |
| Dy | 12.24 | 10.29 | 12.2 | 2.47 |
| Ho | 2.88 | 2.54 | 2.67 | 0.545 |
| Er | 7.75 | 7.42 | 8.01 | 1.62 |
| Tm | 1.28 | 1.18 | 1.28 | 0.251 |
| Yb | 8.52 | 7.28 | 8.84 | 1.77 |
| Lu | 1.32 | 1.3 | 1.39 | 0.263 |

Tableau 6- Les terres rares sont normalisées aux chondrites, McDonough et Sun (1995), (Peucat 2005)

Les spectres des teneurs en Terres Rares (valeurs normalisées par rapport aux chondrites, McDonough et Sun, 1995) des différentes roches de Chegga (Peucat, 2005), sont présentés sur la **Figure 46**. Tous les spectres des différentes roches analysées présentent la même allure ; L'enrichissement en Terre Rares Légères par rapport aux Terres Rares Lourdes de plagiogranites n'est pas aussi important puisque le rapport de fractionnement La/Yb varie entre 1.7 et 2. On observe une légère anomalie négative pour l'euprium ce qui traduit une cristallisation précoce de plagioclases.

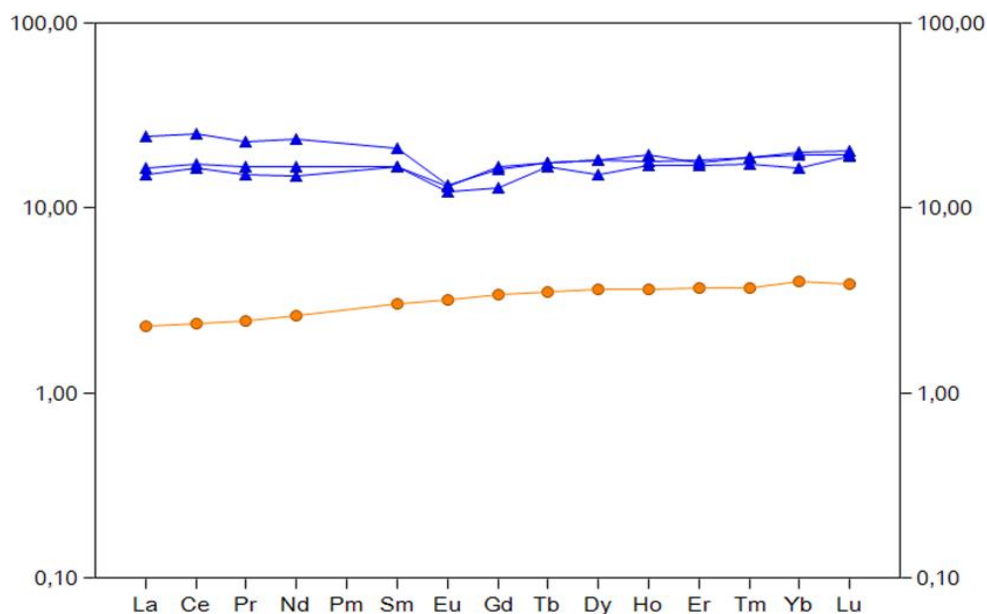


Figure 46- Diagramme de Terres Rares normalisés aux chondrites (McDonough et Sun, 1995), des plagiogranites et amphiboliques de Chegga.

| | GH10 | GH23 | GH24 | GH10.1 |
|------------------|-------------|-------------|-------------|---------------|
| Sum (ppm) | | | | |
| Cs | 0.41 | 0.34 | 0.25 | 2.13 |
| Rb | 7.81 | 5.06 | 6.33 | 19.5 |
| Ba | 104 | 77.2 | 145 | 130 |
| Th | 1.59 | 1.09 | 1.3 | 0.15 |
| U | 0.62 | 0.5 | 0.54 | 0.05 |
| Ta | 1.13 | 0.57 | 0.58 | 0.06 |
| Nb | 13.1 | 7.07 | 6.65 | 0.78 |
| Pb | 2.36 | 1.75 | 2.01 | 0.9 |
| Sr | 195 | 133 | 185 | 163 |
| Zr | 277 | 221 | 231 | 29.2 |
| Hf | 7.89 | 5.6 | 6.48 | 0.9 |
| Y | 75 | 64.1 | 75.9 | 15.5 |
| Ga | 23.4 | 20.5 | 20.4 | 14 |
| V | 0.87 | 7.79 | 9.9 | 220 |
| Co | 0.46 | 2.85 | 3.12 | 53.2 |
| Cr | 18.2 | 7.1 | 8 | 446 |
| Ni | 1.87 | 0.88 | 5 | 145 |
| La | 15.89 | 9.84 | 10.7 | 1.48 |
| Ce | 42.3 | 27.61 | 28.9 | 3.95 |
| Pr | 5.84 | 3.85 | 4.26 | 0.625 |
| Nd | 29.34 | 18.7 | 20.9 | 3.27 |
| Sm | 8.53 | 6.8 | 6.83 | 1.23 |
| Eu | 2.03 | 1.89 | 2 | 0.492 |
| Gd | 8.81 | 7.05 | 9.12 | 1.85 |
| Tb | 1.75 | 1.66 | 1.75 | 0.348 |
| Dy | 12.24 | 10.29 | 12.2 | 2.47 |
| Ho | 2.88 | 2.54 | 2.67 | 0.545 |
| Er | 7.75 | 7.42 | 8.01 | 1.62 |
| Tm | 1.28 | 1.18 | 1.28 | 0.251 |
| Yb | 8.52 | 7.28 | 8.84 | 1.77 |
| Lu | 1.32 | 1.3 | 1.39 | 0.263 |

Tableau 7- Analyses des éléments traces (Peucat, 2005)

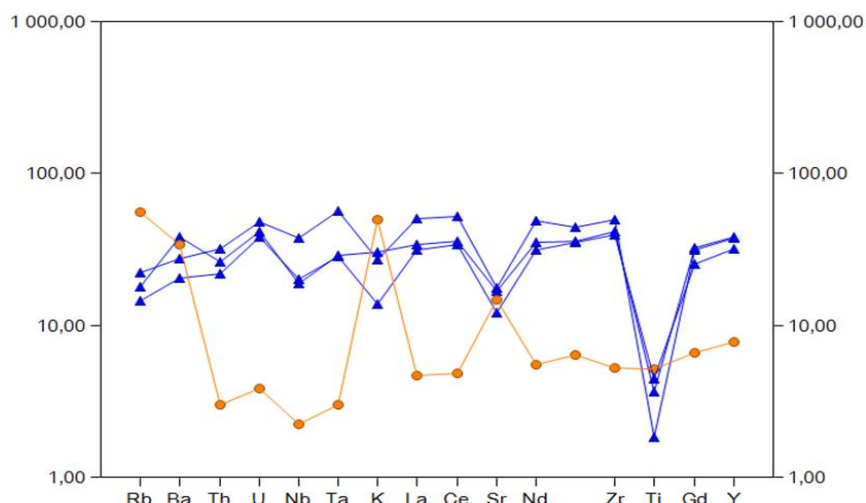


Figure 47- Diagramme multiélémentaire normalisés aux chondrites (McDonough et Sun, 1995), des roches plutoniques de la région Chegga

Dans le diagramme multiélémentaire normalisés aux chondrites (McDonough et Sun, 1995), des roches plutoniques de la région Chegga (**Figure 47**), les spectres étudiés présentent le même aspect général avec des anomalies négatives en titane (Ti), potassium (K), thorium (Th), niobium (Nb) et le strontium (Sr) qui peut traduire un Co-magmatisme pour le plagiogranite.

3.4- ÉTUDE COMPARATIVE ET CONCLUSION GÉNÉRALE DES GRANITES CHEGGA DE BENRAMDANE (2005) ET LES PLAGIOGRANITES CHEGGA DE PEUCAT (2005)

Cette étude géochimique nous a permis de conclure que :

Les granitoïdes et les enclaves de la région étudiée sont majoritairement fraîches d'après les diagrammes de P.F vs SiO₂ et de Hughes (1973).

La variation de teneur en SiO₂, MgO, K₂O et Na₂O sont témoin d'une origine magmatique évoluée d'affinité calco-alcaline, et d'autre part les éléments FeO, Fe₂O₃ et le MgO qui traduisent un fractionnement de ferromagnésiens.

Ces granitoïdes sont du type I, métallumineux, faible à fortement fractionné et moyenne à hautement potassique donc leucocrates.

Les diagrammes géotectoniques de Miniar et Piccoli (1989) bien comme de Batchelor et Bowden (1985) ont permis de mettre en évidence le contexte géodynamique de mise en place des granitoïdes post-orogéniques syn-collisionnel.

En générale, nous avons constaté qu'il s'agit de roches généralement non altérées, originaire d'un magma évolué. A partir des diagrammes de nomenclature nous avons mis en évidence que les échantillons se réfèrent à des TTG, ayant une lignée magmatique calco-alcaline (tholeïitique). En ce qui concerne les paramètres alumineux une différence a été notée au niveau des granites qui sont calco-alcalins

métalumineux à tendance peralumineux variant de faible à fortement fractionnés avec un degré moyen à très élevé de teneur en potassium, alors que les plagiogranites sont simplement métalumineux fortement fractionnés avec une faible teneur en potassium.

Dans les diagrammes géotectoniques de contexte de mise en place et géodynamique, des petites différences sont remarquées, globalement sont syn-collisionnel, les granites sont post-orogéniques du type IAG (Island Arc Granitoid), tandis que les plagiogranites ont une tendance anorogénique du type OPG (Ocean Plagio-Granit).

Finalement une analyse isolée des éléments traces et Terres Rares de Peucat (2005) nous avons observé des anomalies qui renseignent sur un fractionnement pas assez important pour les Terres Rares, aussi bien que la différence d'enrichissement de Terres Rares Légers par rapport aux Terres Rares Lourdes n'est aussi pas notable, le fractionnement du plagioclase est bien visible dans l'anomalie négative en europium.

Les spectres multiélémentaires traduisent un Co-magmatisme des éléments avec fractionnement des opaques, et une probable non contamination par le continent traduisant une anomalie au niveau du niobium (Nb).

CHAPITRE 4
CONCLUSION
GÉNÉRALE

Conclusion générale

Ce travail a eu comme but principal d'étudier la pétrographie et la géochimie des granites et série Chegga localisé au Sud-Ouest de l'Algérie dans la partie Est de du massif Yetti-Eglab, dans la Dorsale Réguibat.

La zone de jointure est séparée par deux différents bassins paléozoïques :

1. Au nord le bassin Tindouf ;
2. Au sud le bassin de Taoudéni

Selon (Gevin, 1952, 1960 ; Buffière et al. 1966 ; Sabaté, 1973) cette zone regroupe aussi deux domaines structuraux distincts (**Figure 4**) :

1. A l'ouest le domaine Yetti ;
2. A l'est le domaine Eglab

Mais (Lefort et al. 2003), montrent que selon quelques données paléomagnétiques qu'elles ont des entités géologiques séparées car le Yetti est d'une parte et l'Eglab d'autre, avant qu'elles ne se réunissent vers 2Ga, engendrent ainsi la collision continentale birimiennes.

Les roches magmatiques de la région Chegga présente des migmatites et des granites que forment la plus grande partie de la série Chegga, ces deux termes sont intimement mêlés. Ces faciès qui vont des enclaves à anataxites voire même de formes epiboliques.

Les caractéristiques pétrographiques des roches de cette région possèdent des minéraux essentiels comme le quartz, feldspath potassique (orthose) et feldspath alcalin (plagioclase). Leurs migmatites sont des roches très hétérogènes et leurs granites sont hololeucrates.

Les caractères géochimiques montrent en générales d'une série granites et plagiogranites TTG, sub-alcalins (d'affinités calco-alcaline et tholeiitique), globalement fractionnés de bas à haut degré potassique métallumineux.

Le contexte géodynamique assure un magmatisme orogénique collisionnel des Arcs Insulaires. L'observation constatée des Terres Rares et des éléments en trace montrent un fractionnement de plagioclase, ferromagnésiens, et un Co-magmatisme, conduisant à l'interprétation de l'existence d'une cristallisation fractionnée successive.

Annexe 1 - Tableaux des calculs des analyses

| Ech. | $K_2O*100/(K_2O+Na_2O)$ | K_2O+Na_2O | K_2O*100 |
|---------------------|-------------------------|--------------|------------|
| Granites | | | |
| 9 | 71.886121 | 5.62 | 404 |
| 60 | 62.7118644 | 5.9 | 370 |
| 60/1 | 44.9350649 | 7.7 | 346 |
| 60/3 | 69.5035461 | 5.64 | 392 |
| 63 | 71.2643678 | 6.96 | 496 |
| 82RM* | 57.6694411 | 8.41 | 485 |
| 221 | 63.4110787 | 6.86 | 435 |
| 83SRM* | 55.9322034 | 5.9 | 330 |
| Y28/1 | 71.7391304 | 6.44 | 462 |
| 166 | 55.1461245 | 7.87 | 434 |
| <i>Enclaves</i> | | | |
| 67 | 75.2173913 | 4.6 | 346 |
| 207/1 | 73.2793522 | 4.94 | 362 |
| 200/1 | 73.3496333 | 4.09 | 300 |
| Peucat et al | | | |
| GH10 | 6.83012259 | 5.71 | 39 |
| GH23 | 5.34759358 | 3.74 | 20 |
| GH24 | 11.3989637 | 3.86 | 44 |
| GH10.1 | 23.6486486 | 2.96 | 70 |

Tableau 1- Calcul des données pour le diagramme K_2O vs $K_2O*100/(K_2O+Na_2O)$ de Hughes 1973

| Echantillon | B | A |
|---------------------|--------|---------|
| 9.00 | 27.65 | 6.97 |
| 60.00 | 35.92 | -1.29 |
| 60/1 | 25.15 | -17.59 |
| 60/3 | 84.57 | -4.07 |
| 63.00 | 32.58 | 10.24 |
| 82RM* | 32.67 | 16.16 |
| 221.00 | 59.30 | -10.86 |
| 83SRM* | 105.37 | 38.76 |
| Y28/1 | 56.45 | -1.35 |
| 166.00 | 71.91 | 4.04 |
| <i>Enclaves</i> | | |
| 67.00 | 171.52 | -85.64 |
| 207/1 | 250.05 | -70.51 |
| 200/1 | 244.65 | -54.97 |
| <i>Peucat et al</i> | | |
| GH10 | 67.23 | -18.19 |
| GH23 | 123.81 | -8.94 |
| GH24 | 111.91 | -15.14 |
| GH10.1 | 368.44 | -157.67 |

Tableau 2- Diagramme "A-B" des minéraux caractéristiques de Debon et Le Fort (1983)

| Ech. | SiO ₂ | K ₂ O |
|-------------------------|------------------|------------------|
| Granites | | |
| 9 | 73.96 | 1.58 |
| 60 | 71.58 | 2.2 |
| 60/1 | 75.18 | 4.24 |
| 60/3 | 67.9 | 1.72 |
| 63 | 69.01 | 2 |
| 82RM* | 71.95 | 3.56 |
| 221 | 71.06 | 2.51 |
| 83SRM* | 65.5 | 2.6 |
| Y28/1 | 70.57 | 1.82 |
| 166 | 70.72 | 3.53 |
| Enclaves | | |
| 67 | 59.37 | 1.14 |
| 207/1 | 53.52 | 1.32 |
| 200/1 | 52 | 1.09 |
| Peucat et al | | |
| GH10 | 70.7 | 0.39 |
| GH23 | 70.09 | 0.2 |
| GH24 | 71.6 | 0.44 |
| GH10.1 | 48.47 | 0.7 |

| Ech. | SiO ₂ | Na ₂ O+K ₂ O |
|-------------------------|------------------|------------------------------------|
| Granites | | |
| 9 | 73.96 | 5.62 |
| 60 | 71.58 | 5.9 |
| 60/1 | 75.18 | 7.7 |
| 60/3 | 67.9 | 5.64 |
| 63 | 69.01 | 6.96 |
| 82RM* | 71.95 | 8.41 |
| 221 | 71.06 | 6.86 |
| 83SRM* | 65.5 | 5.9 |
| Y28/1 | 70.57 | 6.44 |
| 166 | 70.72 | 7.87 |
| Enclaves | | |
| 67 | 59.37 | 4.6 |
| 207/1 | 53.52 | 4.94 |
| 200/1 | 52 | 4.09 |
| Peucat et al | | |
| GH10 | 70.7 | 5.71 |
| GH23 | 70.09 | 3.74 |
| GH24 | 71.6 | 3.86 |
| GH10.1 | 48.47 | 2.96 |

Normes CIPW de granites

| Quartz | Albite | Anorthite | Orthoclase | Apatite | Ilménite | Corundum | Magnétite | Diopside | Hypersthène | Total |
|--------|--------|-----------|------------|---------|----------|----------|-----------|----------|-------------|--------|
| 38.009 | 34.608 | 14.506 | 9.455 | 0.116 | 0.19 | 0.483 | 1.015 | 0 | 1.606 | 99.99 |
| 34.746 | 32.069 | 16.094 | 13.296 | 0.116 | 0.304 | 0.041 | 1.377 | 0 | 1.955 | 100 |
| 35.431 | 29.532 | 6.319 | 25.294 | 0.116 | 0.266 | 0 | 1.029 | 1.876 | 0.136 | 100 |
| 27.054 | 33.677 | 20.077 | 10.342 | 0.116 | 0.533 | 0 | 1.972 | 0.232 | 5.988 | 99.99 |
| 25.559 | 42.985 | 15.3 | 12.115 | 0.116 | 0.19 | 0.656 | 0.971 | 0 | 2.097 | 99.99 |
| 25.904 | 41.293 | 7.493 | 21.156 | 0.07 | 0.133 | 0.901 | 0.913 | 0 | 2.136 | 100 |
| 29.42 | 37.315 | 11.83 | 15.01 | 0.233 | 0.495 | 0 | 1.711 | 0.749 | 3.237 | 100 |
| 25.398 | 36.468 | 9.636 | 20.742 | 0.349 | 0.628 | 0.549 | 2.175 | 0 | 4.065 | 100.01 |
| 25.491 | 28.346 | 17.098 | 15.601 | 0.466 | 0.685 | 2.485 | 2.334 | 0 | 7.495 | 100 |
| 17.643 | 30.718 | 21.065 | 7.092 | 0.117 | 1.084 | 0 | 3.712 | 10.039 | 8.539 | 100.01 |
| 4.645 | 31.562 | 25.462 | 8.037 | 0.699 | 1.389 | 0 | 4.669 | 6.642 | 16.897 | 100 |
| 5.601 | 26.569 | 31.652 | 6.737 | 0.606 | 1.427 | 0 | 4.089 | 5.121 | 18.178 | 99.98 |

| A | M | F | Q | M | L | Q | Ab | Or | C | M | A | S |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|--------|--------|
| 75.666 | 1.463 | 22.871 | 58.338 | 1.755 | 39.907 | 46.312 | 42.167 | 11.521 | 12.084 | 0.686 | 23.015 | 64.215 |
| 71.438 | 1.183 | 27.379 | 57.713 | 2.37 | 39.918 | 43.372 | 40.031 | 16.597 | 12.68 | 0.854 | 23.899 | 62.566 |
| 82.757 | 1.065 | 16.178 | 57.854 | 2.034 | 40.111 | 39.256 | 32.72 | 28.024 | 12.997 | 0.535 | 23.463 | 63.004 |
| 54.293 | 13.171 | 32.536 | 56.281 | 5.268 | 38.451 | 38.066 | 47.384 | 14.551 | 13.342 | 2.531 | 25.375 | 58.752 |
| 78.413 | 4.729 | 16.858 | 55.789 | 2.013 | 42.198 | 31.688 | 53.293 | 15.02 | 14.456 | 0.897 | 27.473 | 57.174 |
| 82.001 | 5.428 | 12.571 | 55.878 | 1.921 | 42.201 | 29.319 | 46.736 | 23.945 | 14.336 | 0.928 | 27.431 | 57.304 |
| 66.687 | 7.484 | 25.829 | 56.713 | 3.866 | 39.421 | 35.99 | 45.648 | 18.362 | 13.463 | 1.573 | 25.221 | 59.743 |
| 65.495 | 7.622 | 26.883 | 55.745 | 4.532 | 39.724 | 30.745 | 44.146 | 25.109 | 13.865 | 1.831 | 27.127 | 57.177 |
| 50.341 | 15.8 | 33.859 | 56.048 | 6.493 | 37.459 | 36.71 | 40.822 | 22.468 | 12.721 | 3.163 | 27.12 | 56.996 |
| 32.214 | 19.141 | 48.645 | 53.765 | 14.01 | 32.225 | | | | 14.931 | 5.541 | 25.006 | 54.522 |
| 26.583 | 25.539 | 47.878 | 49.604 | 17.893 | 32.503 | | | | 15.601 | 8.382 | 28.365 | 47.651 |
| 23.702 | 28.021 | 48.277 | 50.062 | 17.214 | 32.724 | | | | 15.138 | 8.493 | 27.989 | 48.38 |

| DIndex | ARatio | Larsen Index | SIndex | K₂O+Na₂O | FeOt | MgRatio | Felsic Index | Mafic Index | Silica Grade |
|---------------|---------------|---------------------|---------------|---------------------------------------|-------------|----------------|---------------------|--------------------|---------------------|
| 82.072 | 1.984 | 21.767 | 1.449 | 5.69 | 1.719 | 10.234 | 65.553 | 94.211 | Acid |
| 80.111 | 2.017 | 20.952 | 1.17 | 6.04 | 2.313 | 7.15 | 64.599 | 96.016 | Acid |
| 90.257 | 2.864 | 26.164 | 1.057 | 7.77 | 1.518 | 10.503 | 81.361 | 94.083 | Acid |
| 71.072 | 1.805 | 15.726 | 13.003 | 5.73 | 3.431 | 41.914 | 57.879 | 71.976 | Acid |
| 80.658 | 2.109 | 20.494 | 4.694 | 7.13 | 1.532 | 33.335 | 69.358 | 78.818 | Acid |
| 88.353 | 2.958 | 24.306 | 5.395 | 8.46 | 1.296 | 43.494 | 84.515 | 70.833 | Acid |
| 81.746 | 2.378 | 20.375 | 7.4 | 6.95 | 2.69 | 34.06 | 72.021 | 78.273 | Acid |
| 82.608 | 2.684 | 20.664 | 7.527 | 7.82 | 3.207 | 33.572 | 78.514 | 78.689 | Acid |
| 69.437 | 1.807 | 15.205 | 15.589 | 5.99 | 4.026 | 45.41 | 61.753 | 69.028 | Acid |
| 55.454 | 1.571 | 5.016 | 18.82 | 4.83 | 7.289 | 41.226 | 41.638 | 72.457 | Intermediate |
| 44.243 | 1.535 | -1.461 | 25.116 | 5.09 | 9.162 | 48.74 | 41.517 | 65.994 | Intermediate |
| 38.907 | 1.394 | -2.468 | 27.59 | 4.28 | 8.713 | 50.852 | 34.882 | 64.011 | Intermediate |

Références bibliographiques

- 1- **Achek et Aidouni (2014)** Essai de cartographie géologique par la télédétection optique de la région Hank (Sud-Ouest Algérien), Mémoire Ingénieur, 3-10 P.
- 2- **Bendjelloul-Allami (2016)** Pétrographie et géochimie des plutonites basiques de la structure annulaire d'Anna (Chegga), comparaison avec celles de la structure annulaire de Bled M'Dena (Eglab occidental. Dorsale Réguibat, Sud-Ouest algérien), Memoir. Magister, 14, 15,22 P.
- 3- **Benramdane, H. (2007)**. Contribution à l'étude géologique et géochimique de la zone de jointure Yetti-Eglab, (Sud-Ouest Algérie). Mémoire pour diplôme de magister. Université des sciences et de la technologie Houari Boumediene, Algérie, 10, 12, 15, 18, 19, 22, 26, 28, 32, P.
- 4- **Bessoles, B., 1977**. Géologie de l'Afrique. Le craton Ouest Africain. Mémoire du BRGM 88, 403p.
- 5- **Bonhomme 1962**, Mesures géochronologiques effectuées dans le Territoire Mauritanien
- 6- **Buffière, J.-M., Fahy, J.-C., Petey J., 1965**. Etude géologique de la partie orientale de la dorsale Réguibat. Région des Eglab et secteur nord du Yetti. Rapport inédit SERMI, 230 pp.
- 7- **B.I.A. (1960 b)** Etudes géologiques, Mission Eglab, Rapport fin de mission (1958-1959), 68 P., 3 cartes h.t., 67 pl. h.t., inédit
- 8- **Gevin, P., 1951**. Sur la structure du massif cristallin Yetti-Eglab (Sahara occidental). C. R. Ac. Sc., t.233, n°19, pp. 1129-1130.
- 9- **J. Verhooger 1958**, Metamorphic Reactions and metamorphic Facies, Vol 78 New York Geological Society of America
- 10- **Lagraa. K (2014)** Mise en évidence d'une minéralisation à molybdène cuivre de type porphyre associée au complexe granitique de bled M'Dena (Eglab, Dorsale Réguibat, Algérie) Thèse Doct. 21,22p
- 11- **Lefort J.P., Aïfa T. et Ouddane M. (1994)**. Modélisation magnétique des filons subméridiens de l'ensemble Yetti-Eglab (dorsale Réguibat): conséquence géodynamique concernant la marge orientale du craton ouest africain. Bull. Soc. Géol. Algérie, Vol. n 05, n°2, pp. 129-149.

Références bibliographiques

- 12- **Mahdjoub Y., Kahoui M., Drareni A. and Ghani R. (2002).** Magmatic evolution during convergence in paleoproterozoic Eglab domain, Reguibat rise (Algeria). 19th. Colloquium of African Geology, El-Jadida, Morocco, abstract p
- 13- **Menchikoff N. (1949).** Quelques traits de l'histoire géologique du Sahara occidental. Annales Hébert et Haug, 7, livre jubilé, Ch. Jacob, pp. 303-325.
- 14- **McDonough et Sun S. (1995).** The Composition of the Earth, Chemical Geology volume 120, pp.223-253
- 15- **Nicollet C. (1988) :** metabasites granulitiques, anorthosite et roches associées de la croûte inférieure, exemple pris à Madagascar et dans le Massif Central Français, Argument en faveur d'un métamorphisme associé à l'extension lithosphérique. Thèse de Doctorat ès Sciences Naturelles, pp189
- 16- **Potrel, A., Peucat, J. J., Fanning, C. M., Auvray, B., Burg, J. P., Caruba, C., 1996.** 3.5 Ga old terranes in the West African Craton, Mauritania. Journal of the Geological Society, London, 153, 507-510p.
- 17- **Potrel A., Peucat J-J. & Fanning C-M. (1998)** Archean crustal evolution of the west African craton ; example of the Amsaga area (Reguibat Rise) ; U-Pb and Sm-Nd Evidence for crustal growth and recycling. Precambrian Research, V.90, Issue 3-4, p.107-117.
- 18- **Peucat, J.J., Capdevila, R., Drareni, A., Kahoui, M., 2005.** The Eglab massif in the West African Craton (Algeria), an original segment of the Eburnean orogenic belt: petrology, geochemistry and geochronology. Précambrien Research 136, 309-352p.
- 19- **Ronan Hébert, 1998,** Guide de pétrologie de descriptions des roches, ouvrage, 29-30, 89p
- 20- **Sabaté P. (1973)** La jointure Yetti-Eglab dans la Dorsale précambrienne du pays Réguibat (Sahara occidental algérien) ; C. R. Acad. Sc., Paris, t. 276, p.2237-2239.
- 21- **Sabaté P. & Lomax K. (1975)** Données stratigraphiques et paléomagnétiques de la région Yetti - Eglab (Sahara occidental algérien) ; Bull. du BRGM, 2ème Sér., sect. II, N° 4, p.293-311.
- 22- **Seddiki. A (2012)** Inventaire, pétrologie et géochimie du cortège des roches magmatiques (terrestre et extra-terrestre), retrouvé dans la région de Chegga

Références bibliographiques

et d'Aftout (Eglab, Dorsale Réguibat, Sahara du Sud-Ouest algérien) Thèse Doctorat. 4p

23- **SERMI (1965 a)** Etude géologique de la partie orientale de la dorsale Réguibat. Rapport fin de mission, inédit.

24- **SERMI (1965 b)** Notice explicative de la carte géologique au 1/500.000 de la région des Eglab et de la bordure nord du Yetti, 38 P., 1 carte h.t.

25- **Sougy J. (1960)**. Les séries précambriennes de la Mauritanie nord-orientale. Rept. 21th intern. Geol. Congr. Norden, part. 9, pp. 59-68.