



**N°d'ordre :**

**Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique  
Université d'Oran2 Mohamed Ben Ahmed**

**Faculté des Sciences de la Terre et de l'univers, de Géographie et  
d'Aménagement du Territoire  
Département de Géologie**

**Mémoire**

Présenté pour l'obtention du grade Master en Géologie

**Option :** Magmatisme, Géodynamique et Transfert Lithosphérique(MGTL)

**Thème :**

Pétrographie et minéralogie des roches basiques de la structure  
annulaire d'Anna

(Eglab, Dorsale Réguibat, SW Algérien)

**Présenté par :**

**BOUAGADA Iméne**

**Soutenu le :** 22/06/2017, devant la commission d'examen

|                                    |  |            |
|------------------------------------|--|------------|
| <b>M<sup>e</sup>. SEDDIKLA</b>     | Maitre de conférences Université d'Oran 2  | Président  |
| <b>M<sup>e</sup>. TABELIOUNA.M</b> | Professeur Université d'Oran 2             | Rapporteur |
| <b>M<sup>e</sup>. BENDOUKHA.R</b>  | Maitre de conférences Université d'Oran 2  | Examineur  |
| <b>M<sup>me</sup>. ALLAMI.F.Z</b>  | Doctorante-Enseignante Université d'Oran 2 | Invitée    |

**ORAN.2017**

# Remerciement

En tout première je remercie **ALLAH** pour le courage et la patience qu'il m'a donné afin de finir ce modeste mémoire et aussi de passé mes années d'études en succès ;

Je remercie monsieur **Tabeliouna Mohammed** pour son encadrement et sa direction durant la préparation du mémoire et durant le cursus d'étude ;

Je remercie madame **Allami Fatima Zohra** pour son grand aide et ces conseils durant toute cette période, je lui remercie pour sa patience pour moi et mes bêtises de stresse ;

Je remercie les membres de jury, monsieur **Seddiki Abdelmadjid** et monsieur **Bendoukha Rachid** pas seulement pour leur critiques et conseil qu'ils ont données lors de la présentation mais aussi durant le cycle de mes études, car ils ont marqué une grande partie et ils étaient l'une des causes pour laquelle j'aime de plus en plus le domaine de la géologie et la pétrographie beaucoup plus ;

Je remercie tous **les professeurs** qui ont attribué à me former pendant mes années d'études à l'Université, au lycée, au **CEM**, en primaire, et sans oublier en crèche ;

Je tiens a remercié **l'Association Culturelle Bel Horizon** pour ces formation qui mon beaucoup aidé à m'améliorer, leur locale qui m'est était ouvert afin que je puisse travailler sur ce mémoire et surtout à **Besseghier Fatima** qui m'a trop aidé ;

Je remercie **mes parents** et **mes sœurs** pour leur soutien moral surtout que dieu les protège in'cha'Allah ;

Je remercie particulièrement mon chère ami **Moustapha Abdelmalick** pour le courage et l'aide qu'il me donné ;

Je remercie mes amis qu'ils étaient de loin ou de prêt, ancien ou nouveau ;

En tout particulier je remercie ceux qui m'ont voulu l'échec et essayé de me détruire, un grand merci à vous pour m'encouragé encore plus et toujours me donné le courage pour vous surprendre avec mon succès et ce n'est que le début in'cha'Allah ;

En fin, je remercie tous ceux qui ont contribué de loin ou de près à la réalisation de ce mémoire.

*Je dédie ce modeste travail :*

*A mes parents qui sont les plus chères à mes yeux*

*A mes sœurs*

*A mes amis*

*A mes collègues d'études*

# Plan de travail

|   |           |
|---|-----------|
| <b>Plan de travail.....</b>                                       | <b>4</b>  |
| <b>LISTE DES FIGURES :</b> .....                                  | 1         |
| <b>LISTE DES PHOTOS.....</b>                                      | 2         |
| <b>LISTE DES TABLEAUX .....</b>                                   | 3         |
| <b>LISTE DES ABREVIATIONS.....</b>                                | 4         |
| <b>Chapitre 1 : généralités.....</b>                              | <b>5</b>  |
| 1. Introduction .....   | 6         |
| 2. Le continent d’Afrique .....                                   | 6         |
| a. Les principaux stades évolutifs.....                           | 6         |
| b. Les différents cratons.....                                    | 7         |
| 3. Craton ouest africain .....                                    | 8         |
| a. Le cadre géographique.....                                     | 8         |
| b. Le cadre géologique : .....                                    | 9         |
| 4. Dorsale reguibat .....   | 11        |
| a. Cadre géographique :.....                                      | 11        |
| b. Cadre géologique :.....  | 12        |
| 5. Massif Yetti Eglab.....  | 14        |
| a. Cadre géographique .....                                       | 14        |
| b. Contexte géologique régionale :.....                           | 15        |
| c. Les données géologiques du domaine Eglab .....                 | 15        |
| d. Historique des travaux dans les Eglab .....                    | 17        |
| 6. Présentation du secteur .....                                  | 20        |
| a. Cadre géographique de la structure annulaire d’Anna .....      | 20        |
| b. Cadre géologique d la structure annulaire d’Anna .....         | 22        |
| c. Historique des travaux dans la structure annulaire d’Anna..... | 23        |
| <b>Chapitre 2 : Pétrographie.....</b>                             | <b>24</b> |
| 1. Introduction : .....   | 25        |
| 2. Pétrographie des roches basique :.....                         | 25        |
| 3. Description pétrographique des gabbros : .....                 | 25        |
| a. Les Gabbros à Olivine .....                                    | 27        |

|  |           |
|--|-----------|
| b. Norite Gabbroïque .....                           | 28        |
| c. Gabbros :.....                                    | 30        |
| 4. Conclusion.....                                   | 36        |
| <b>Chapitre 3 : Minéralogie.....</b>                 | <b>37</b> |
| 1. Introduction .....                                | 38        |
| 2. Variation de la composition des minéraux .....    | 38        |
| 3. Conclusion.....                                   | 51        |
| <b>Chapitre 4 : Conclusion générale.....</b>         | <b>52</b> |
| Conclusion.....                                      | 53        |
| <b>Chapitre 5 : Références Bibliographique .....</b> | <b>55</b> |
| Références Bibliographique .....                     | 56        |

## **LISTE DES FIGURES :**

|   |             |
|---|-------------|
| <b>Figure 01:</b> Schéma géologique des différents cratons africain(Rocci1965) (Modifiée)....   | <b>p.08</b> |
| <b>Figure 02 :</b> Principales unités structurales de l’Afrique occidental (In Peucat et al, 2005) (Modifier).....  | <b>p.09</b> |
| <b>Figure 03 :</b> La situation géographique de la dorsale Réguibat (Sabaté et Lomax, 1975) (Modifiée).....   | <b>p.12</b> |
| <b>Figure 04:</b> Unités lithostratigraphiques de la dorsale Réguibat (Modifiée d'après Bronner et al, 1992).....   | <b>p.14</b> |
| <b>Figure 05:</b> photo satellitales de la structure Annulaire d’Anna.....  | <b>p.21</b> |
| <b>Figure 06 :</b> La situation géographique de la structure annulaire d’Anna (Kahoui et al 2008)..   | <b>p.21</b> |
| <b>Figure 07 :</b> Schéma géologique de la structure annulaire d’Anna (BOUZARA, 2015 ; modifié).....  | <b>p.22</b> |
| <b>Figure 08 :</b> log synthétique du sondage de la structure circulaire d’Anna (Tabeliouna, 2015 ; modifié).....   | <b>p.26</b> |
| <b>Figure 09 :</b> Projections ternaires des minéraux modaux de la structure annulaire d’Anna D'après Streckeisen (1976) : A) roches gabbroïques à olivine, B) roches gabbroïques sans olivine..... | <b>p.35</b> |
| <b>Figure 10 :</b> Diagramme albite-orthose- anorthite.....   | <b>p.40</b> |
| <b>Figure 11:</b> Diagramme En vs Wo vs Fs des pyroxènes D’après la nomenclature de Morimoto et al. (1988).....   | <b>p.44</b> |
| <b>Figure 12:</b> Diagramme des éléments majeurs versus mg* des clinopyroxènes.....   | <b>p.46</b> |
| <b>Figure 13:</b> Diagramme Mg/Mg+Fe versus Si .....  | <b>p.47</b> |
| <b>Figure 14:</b> Diagramme des minéraux opaques.....   | <b>p.49</b> |

# LISTE DES PHOTOS

## **Planche 1 .....p.31**

Photo A : clinopyroxène présentant une frange réactionnelle aux contacts des plagioclases dans les gabbros à olivines LPAX50

Photo B : Texture grenue porphyroïde montrant les plagioclases, olivine et pyroxène dans les Gabbros à olivine.LPAX25.

Photo C : Section montrant un Cpx zoné avec macles h1 dans les Gabbros à Olivine.LPAX25.

## **Planche 2 .....p.32**

Photo D : Section montrant l'inclusion d'opacques dans les biotites et biotite intertelle et présence de chlorite dans les Gabbros à olivine.LPAX25.

Photo E : Texture grenue porphyroïde des Norites gabbroïques.LPAX25.

Photo F : Section montrant un phénocristal de Plagioclase avec les macles polysynthétique et aussi les inclusions de pyroxènes dans les Norites gabbroïques.LPAX25.

## **Planche 3 .....p.33**

Photo G : Section montrant les plagioclases intertels dans les Norites gabbroïques.LPAX25

Photo H : Section montrant un Cpx zoné avec des inclusions de plagioclases LPAX25.

Photo I : Section montrant un Cpx zoné dans les Norites gabbroïques LPAX25.

## **Planche 4 .....p.34**

Photo J : Texture grenue montrant les plagioclases et les pyroxènes dans les Gabbros.LPAX25

Photo K : Section montrant les plagioclases avec les macles polysynthétiques dans les Gabbros.LPAX25

Photo L : Section montrant un opx zoné et la Biotite intertelle dans les gabbros.LPAX25

## **LISTE DES TABLEAUX**

|   |      |
|---|------|
| <u>Tableau 1</u> : compositions minéralogiques modales des roches basiques de la structure d'Anna. (Allami 2016 ; modifier) ..... | p.35 |
| <u>Tableau 02</u> : Composition chimique est formule structural des plagioclases. ....  | P.39 |
| <u>Tableau 03</u> : Composition chimique est formule structural des pyroxènes. ....   | P.42 |
| <u>Tableau 04</u> : Composition chimique des clinopyroxènes.....  | P.43 |
| <u>Tableau 05</u> : Composition chimique est formule structural des biotites. ....  | P.48 |
| <u>Tableau 06</u> : Composition chimique des opaques.....   | P.50 |

## LISTE DES ABREVIATIONS

COA : Craton Ouest Africain

WAC : West Africain Craton (en Anglais)

Ga : giga anné = 10<sup>9</sup>années= 1000000000années

Ma : millions années= 10<sup>6</sup>années= 1000000années

Px = Pyroxéne

Opx = Orthopyroxéne

Cpx = Clinopyroxéne

Biot = Biotite

Opq = Opaque

Ol = Olivine

Pl = Plagioclase

Chl = Chlorite

LNA = Lumière Naturelle Analysé

LPA = Lumière Polarisé Analysé

En = Enstatite

Wo = Wollastonite

TOT = Totale

Or = Orthose

Al = Albite

An = Anorthite

# **Chapitre 1 :** **généralités**

## **1. Introduction**

Cette région de l'Afrique appartient au Craton ouest africain, vaste étendue de 4 500 000 km<sup>2</sup> qui est constituée par des formations précambriennes. Ce craton est limité à l'Est par la Zone mobile de l'Afrique centrale (contact avec le Bouclier touareg) et à l'Ouest par des chaînes polyorogéniques panafricaines et hercyniennes : Mauritanides et Rockélides. Il est masqué par des bassins du Protérozoïque supérieur et du Paléozoïque, Bassin de Tindouf au Nord, Bassin de Taoudeni au centre et Bassin voltaïen au Sud. Le craton affleure dans deux dorsales (antéclises) :

- \* La Dorsale Réguibat au nord entre les bassins de Tindouf et le Taoudeni,
- \* La Dorsale de Man au Sud, et dans des fenêtres situées à l'est des Mauritanides: fenêtre de Kayes et fenêtre de Kéniéba. La zone parcourue le long du 26ème parallèle se situe sur la Dorsale Réguibat pour la partie sud et sur le Bassin de Tindouf pour la partie nord.

La dorsale Reguibat à qui son nom est dû à Menchikoff (1949). Elle s'étend du SW au NE sur environ 1500 km. Elle est large de 250 à 400 km. Elle est constituée par des formations précambriennes métamorphiques et cristallines. Bessoles (1977) y distingue 2 ensembles :

- \* un ensemble archéen (Précambrien D de Rocci, 1975) situé d'une part au SW dans l'Amsaga, le Tijirit, le Tasiast, le Tiris, l'Ouassat, le Ghallaman, le Sfarat (Mauritanie), et d'autre part au NE dans les Eglabs (Algérie).
- \* un ensemble protérozoïque inférieur à moyen (Précambrien C de Rocci, 1975) avec le Zemmour, le Karet et le Yetti.

## **2. Le continent d'Afrique**

### **a. Les principaux stades évolutifs**

Le continent africain a connu au cours de son histoire géologique plusieurs étapes qui peuvent être résumées en trois ères principales :

❖ **Ere de cratonisation** : au cours de l'Archéen, se forment des cratons isolés et il en résulte un mono-méga-craton au précambrien ancien (PC).

❖ **Ere des chaînes intracontinentales et grands rajeunissements** : dans cette période se forment les sillons et les fosses à la surface de ce mono-méga-craton.

❖ **Ere des couvertures de plate-forme et de grandes fractures (les rifts)** : les couvertures tabulaires de plate-forme s'étaleront à travers tout le continent Africain, c'est aussi l'ère des grands casseurs continentaux (compression et distension) et de volcanisme intense.

#### **b. Les différents cratons**

Le continent africain constitué par plusieurs cratons (**fig.01**), on a :

❖ **Le craton de Congo (3600 et 2000 Ma) et de Tanzanie** : correspond des ceintures de plis plus jeunes formées entre (2000-3000Ma).

❖ **Le craton du Kalahari** : affleure dans la partie sud de l'Afrique.

❖ **Le craton Niolitique** : décrit par Cohen entre (1961-1963), Liégeois et al propose en 2000 le terme de « Meta-craton saharien ».

❖ **Le craton ouest africain** : présenté par Cohen (1961-1963) sa genèse remonte vers 1300Ma et sa consolidation s'est effectuée probablement durant l'orogénèse Grenvillienne entre 1100 et 1000Ma (Torsvik et Hartz 2002, Torsvik 2003).

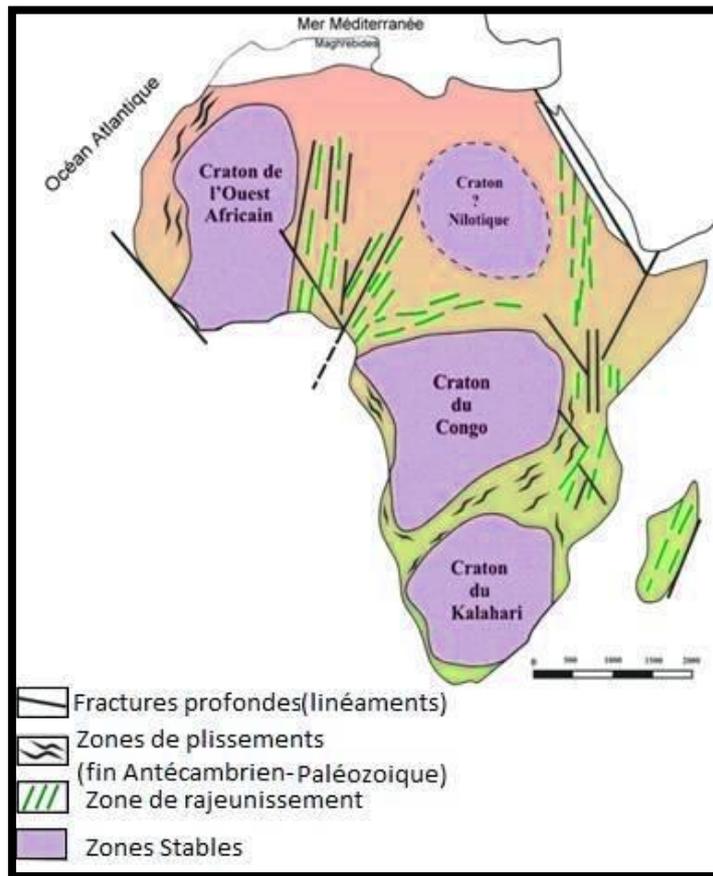
Les résultats des études géologiques à l'époque ont montré que le continent africain affecté par quatre grands cycles orogéniques, telle que :

❖ L'orogénèse Ouzallienne d'âge l'Archéen (vers 3 Ga)

❖ L'orogénèse Eburnéenne ou Ivoirienne (vers 2Ga)

❖ L'orogénèse Kibarienne (vers 1Ga) qui affecte la partie centrale et méridionale de continent africain

❖ L'orogénèse panafricain (plus récent vers 650-550Ma) qui affecte le territoire de craton ouest africain.



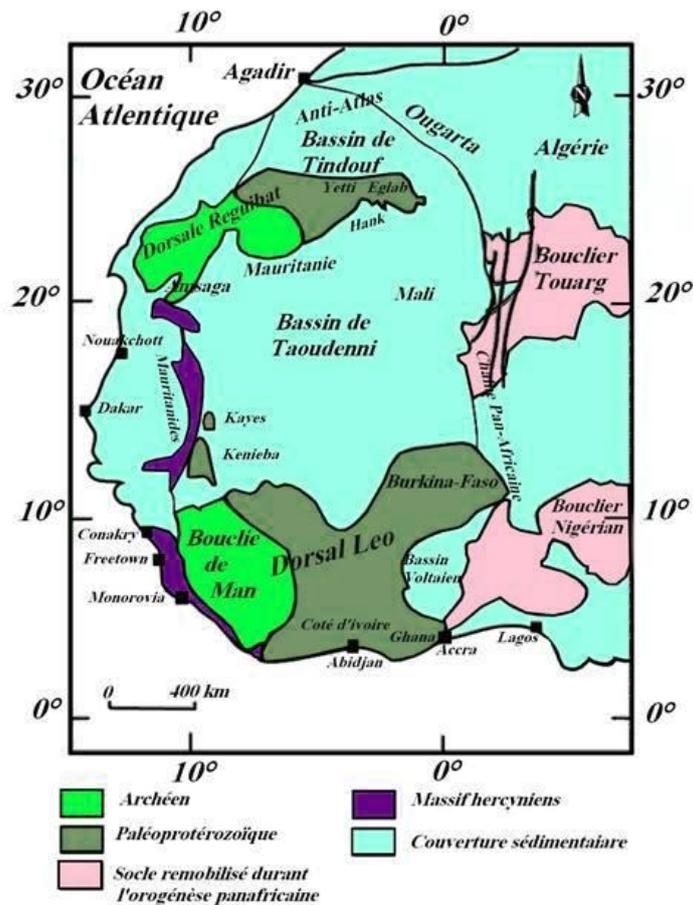
**Figure.01 :** Schéma géologique des différents cratons africain(Rocci1965) (Modifiée)

### 3. Craton ouest africain

#### a. Le cadre géographique

Le craton ouest africain est une vaste étendue de 4,5 millions Km<sup>2</sup>, recouverte au centre par une série sédimentaire plus ou moins tabulaire, d'âge Protérozoïque à Paléozoïque (Bertrand-Sarfati, 1972; Clauer, 1976). Ce craton est limité à l'Est par la zone mobile de l'Afrique centrale (contact avec le « bouclier » Touareg) et à l'ouest par les chaînes poly-orogéniques panafricaines et hercyniennes (Mauritanides). Il est masqué par des bassins du Protérozoïques supérieur et du paléozoïque, bassin de Tindouf au nord, bassin de Taoudeni au centre et bassin voltaïen au sud.

Le craton affleure dans deux dorsales (antéclises): la dorsale Reguibat au nord entre les bassins de Tindouf et Taoudeni, la dorsale de Man au sud, ainsi que dans les fenêtres de faible extension, situées à l'Est des Mauritanides (fenêtre de Kayes et fenêtre de Kéniéba) (fig.02).



**Figure. 02 :** Principales unités structurales de l’Afrique occidentale  
(In Peucat et al, 2005) (Modifier).

### **b. Le cadre géologique :**

Cet immense craton est formé d'un ensemble de chaînes pénéplanées largement granitisées appartenant au précambrien ancien. Deux épisodes orogéniques majeurs marquent l'histoire ancienne du WAC (Bessoles, 1771 in Boher, 1992): le Libérien (entre 3.0 Ga et 2.5 Ga) et l'Eburnéen (entre 2.5 et 1.8 Ga) au terme duquel le WAC s'est définitivement stabilisé vers 1.9 Ga (Liégeois et al, 1991).

Il est recouvert, dans une large part, par les formations du bassin de Taoudéni. Les principaux affleurements du WAC apparaissent tout autour de ce bassin (**fig.02**):

❖ Au Nord dans la dorsale Réguibat formée dans sa partie ouest par des gneiss, orthogneiss et chornockites archéens d'environ 2.7 Ga et dans sa partie est par des granites et autres formations volcaniques et volcano sédimentaires du protérozoïque inférieur (Birimien). Ces deux domaines sont séparés par des zones de cisaillement correspondant à la faille de Zednès;

❖ A l'Ouest dans les fenêtres de Kédougou-Kéniéba de Kayes à la frontière sénégalomaliennne. Elles sont formées exclusivement de formations birrimiennes du protérozoïque consistant en d'étroites ceintures volcaniques et en de larges bassins sédimentaires structurés et intrudés par des granitoïdes à l'éburnéen (Liégeois et al., 1991). L'archéen n'ayant jamais été daté dans ces fenêtres.

❖ Au sud par la dorsale de Léo qui couvre une large région qui va du Liberia au Ghana en passant par la Guinée, le Mali et la Côte d'Ivoire et le Burkina-Faso. Elle est divisée aussi en deux parties : à l'ouest, le domaine archéen de Man et à l'est, le domaine Birrimien du Baoulé-Mossi qui serait le prolongement des formations birrimiennes de Kédougou-Kéniéba sous les formations paléozoïques du SW du bassin de Taoudéni (Bassot et Caen-Vachette, 1984). Les deux domaines sont séparés par l'accident de Sassandra.

L'archéen du Man, daté de 2.7 Ga, est formé de gneiss métamorphisés dans le faciès granulite durant les cycles orogéniques du Léonien (3.0 à 2.7Ga) et du Libérien (2.7 à 2.6 Ga), (Bakinsale et al., 1980; Camil et al., 1983, in Feybesse et Milesi, 1994). Ces gneiss sont surmontés de roches vertes associant des métasédiments, des métavolcanites et des formations ferrifères litées (BIF).

Le Birrimien du Baoulé Moussi est composé de métasédiments paléoprotérozoïques, de métavolcanites et de granites mis en place autour de 2.2 - 2.1 Ga (Abouchami et al., 1990). Les structures de ce domaine sont le résultat de deux déformations paléoprotérozoïques majeures: la première résulte d'une tectonique tangentielle (Liégeois et al., 1991 ; Feybesse et al., 1990) à l'origine de structures orientées N-S à NNE-SSW. La seconde correspond à une déformation transcurrente (Lémoine, 1988; Ledru, 1991 ; in Feybesse et Milesi, 1994). Elle est soulignée par la mise en place, autour de 2.1 Ga, de grands ensembles de granitoïdes.

Le WAC est limité à l'Est et au SE par des tronçons de la chaîne panafricaine érigée au méso et néoprotérozoïque entre 1.8 et 0.6 Ga : Ahaggar et Adrar des Iforas à l'Est et les boucliers du Bénin et du Ghana au SE.

A l'Ouest des fenêtres de Kayes et de Kédougou Kéniéba, le WAC est limité par la chaîne calédono-hercynienne des Mauritanides structurée depuis la fin du Précambrien jusqu'à le Dévonien.

Enfin l'immense bassin de Taoudéni, d'une superficie de 1.5 millions de km<sup>2</sup>, recouvre en discordance majeure le cœur du WAC. Il s'agit là du plus vaste dépocentre néoprotérozoïque du monde. Il est formé de plateaux calcaires et de grès dont la majeure

partie est sous l'emprise de dunes mobiles ou statiques. Il compte une large part des gisements ou indice pétroliers entre le Mali, l'Algérie, la Mauritanie et le Niger.

#### **4. Dorsale reguibat**

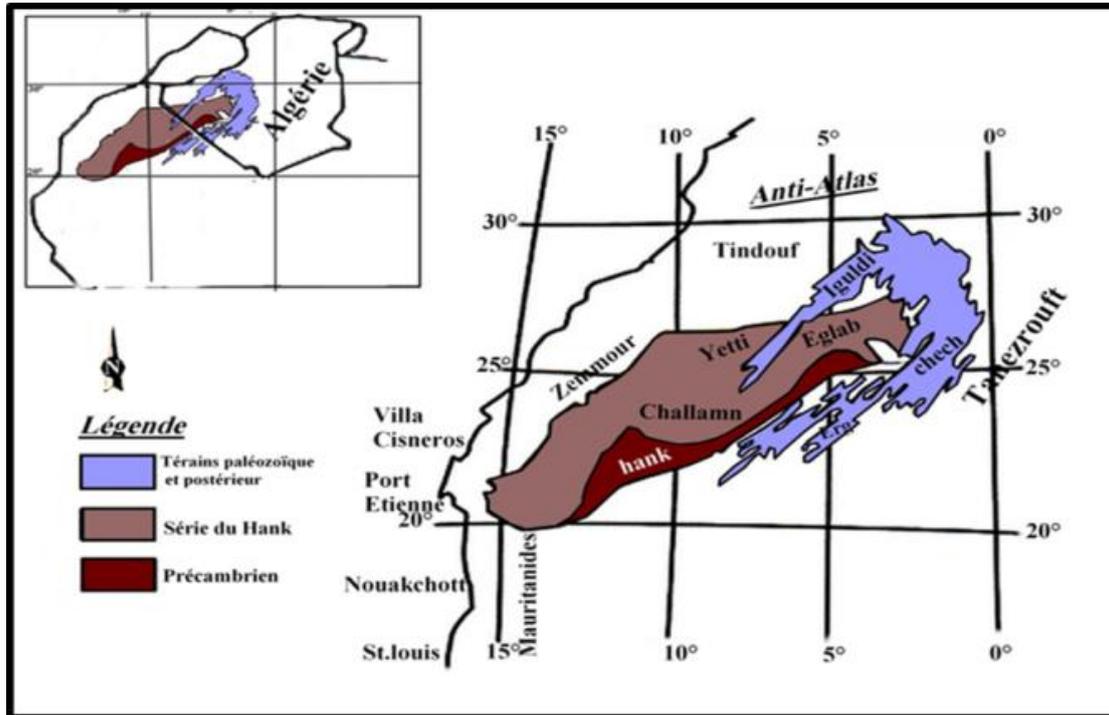
Le terme de dorsale reguibat a été introduit par Menchikoff qui, en 1949, propose le nom de « Pays cristallin de Réguibat » pour désigner cette vaste zone de socle granito-gneissique limitée au Nord par le bassin de Tindouf et au Sud-Est par le bassin de Taoudeni ; elle est dotée d'un climat désertique aride de type sahélien à son extrémité sud et de type saharien dans sa majeure partie.

##### **a. Cadre géographique :**

la dorsale de Réguibat située dans la partie nord du craton ouest africain, sa majeure partie se situe en Mauritanie, mais elle se prolonge à l'Est en Algérie et au Nord-Ouest dans le Sahara Occidental par une Longueur de 1500 km et large d'environ 250 à 400 km, la dorsale Reguibat est située entre les méridiens 3 et 16° W et les parallèles 20 et 27° N, son altitude moyenne est relativement faible ( de 150 à 350 m d'Ouest en Est) elle se caractérise par une topographie plate sur laquelle se disposent de façon sporadique des reliefs en Inselberg ( ou guelb en arabe), le plus important d'entre eux est la Kediat Ijil qui , avec ses 917 m, constitue le point culminant de la dorsale. **(fig.03)**

La dorsale, de par sa forme, a longtemps été subdivisée en trois parties :

- ❖ La dorsale occidentale : comprenant l'Amsaga, le Tijirt, le Tiris et le Tasiast ;
- ❖ La dorsale centrale formée de l'Ouassat, Ghallaman, des Sfariat, du Zemour, du Yetti et du Karet ;
- ❖ La dorsale orientale formée par les Eglabs ;



**Figure.03 :** La situation géographique de la dorsale Réguibat  
(Sabaté et Lomax, 1975) (Modifiée).

#### **b. Cadre géologique :**

La dorsale Réguibat est subdivisée en trois parties présentant chacune des caractères géologiques différents (**fig.04**):

##### **❖ La partie occidentale :**

Elle se situe essentiellement en territoire Mauritanien. Elle est formée de terrains datés de 3Ga (Potrel et al, 1996,1998 ; Chardon, 1997) da Elle s'étend depuis le Sud- Ouest jusqu'au synclinal de Aïoune Abdel Malek à l'Est. Le socle précambrien du Tasiast, du Tijirit et de l'Amsaga, d'âge Archéen, est désigné sous l'appellation du groupe de l'Amsaga qui est subdivisé en deux grandes unités constituées essentiellement par des migmatites et des roches métamorphiques (Barrère, 1969).

##### **❖ La partie centrale :**

Cette partie comprend les régions d'El Oussat, de Zemmour Blanc et du Ghallaman, Ses formations datées du précambrien D (G.rossi, 1957), ont été regroupées sous le nom de la ((série de Ghallaman)) et sont constituées de leptynites, de gneiss à biotite, à muscovite, à grenat, des quartzites. Les formations cristallophylliennes ont subi un métamorphisme général d'intensité croissant vers l'Est, suivi d'une granitisation plus ou moins forte de nature calco-alcalin.

### ❖ *La partie orientale :*

La majorité de cette zone se trouve en territoire algérien. Elle se partage en deux domaines d'importance inégale et différenciée morphologiquement d'âge Paléo Protérozoïque, l'un à l'Ouest représenté par le Yetti correspondant à un reg granitique et l'autre affleure à l'Est désignant le domaine d'Eglab, formé essentiellement par des massifs rhyolitiques. Ces deux domaines sont séparés par une zone de fracture orientée SSE-NNW correspondant à la jointure Yetti-Eglab (Sabaté, 1973).

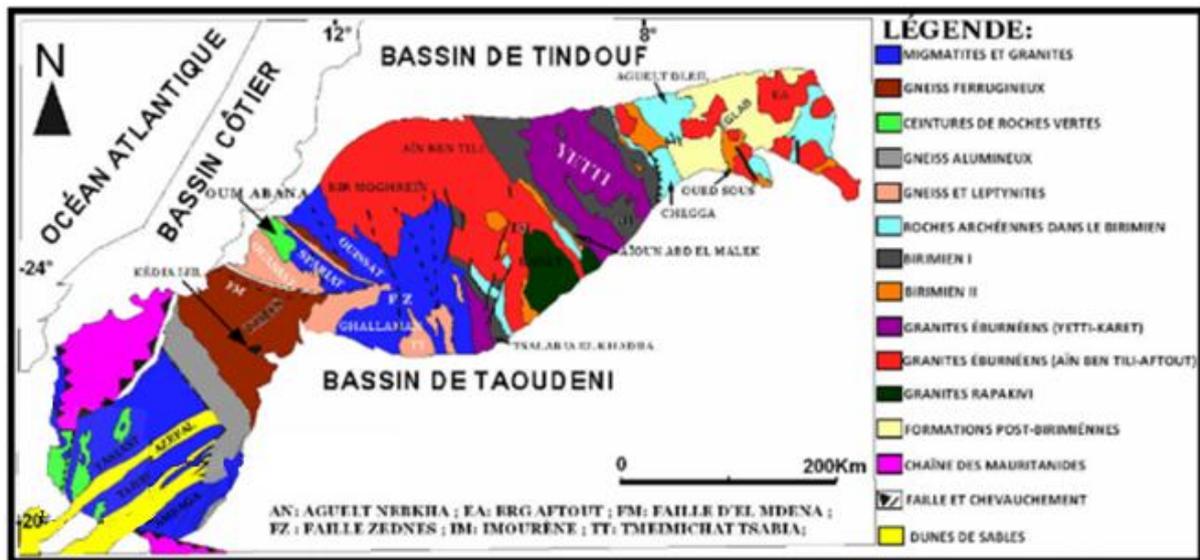
Trois grandes époques de structuration de la dorsale Reguibat sont classiquement distinguées :

❖ Le socle ancien représenté par la série de Chegga et de ses équivalents mauritaniens, les séries de Hassi el Fogra du Sud Iguidi et du Ghallaman ;

❖ La seconde époque rapportée à l'orogénèse éburnéenne comprend deux cycles distincts. Le premier cycle correspond à la série Yetti et à son équivalent mauritanien, la série d'Aguel Nebkha et aux granitoïdes du Yetti qui les traversent. Le second cycle correspond aux séries d'Akilet Deïl et d'Oued Souss et de leurs équivalents mauritaniens probables que sont les séries d'El Naam, d'Aïoun Abd el Malek et d'Imourène. Le plutonisme Aftout est associé à ce cycle.

Après une période d'érosion, interrompue par des émissions acides du volcanisme Eglab, la série du Guelb el Hadid se met localement en place

❖ La troisième époque est représentée par des dépôts discordants de la série marine du Hank qui clos le précambrien de la dorsale Reguibat avant les dépôts glaciaires puis les sédiments paléozoïques des bassins de Taoudeni et de Tindouf.



**Figure 04:** Unités lithostratigraphiques de la Dorsale Réguibat  
(Modifiée d'après Bronner et al, 1992).

## 5. Massif Yetti Eglab

### a. Cadre géographique

Le massif Eglab - Yetti situé dans le sud-ouest algérien appartient au «pays Réguibat» qui s'étend selon une direction NE-SW, sur plus de 1500 km de l'Atlantique à l'Ouest jusqu'à l'Erg Chech dans le Tanezrouft à l'Est, occupant le SW algérien, la République sahraouie et les régions septentrionales de la Mauritanie et du Mali (**Fig.3**).

Deux régions naturelles forment la partie orientale du pays Réguibat, la limite passe près de l'Erg Iguidi ; il s'agit de:

- ❖ le Yetti, région à l'ouest du méridien 6° W, sans relief, marquée par des étendues noirâtres et par de vastes pénéplaines «Reg» blanchâtres; cette absence de relief est à l'origine du nom Yetti.
- ❖ les Eglab, région à l'est du méridien 6° W, relativement à relief, marquée par des Reg granitiques poussiéreux rouges à roses et intrudées par des massifs volcaniques élevés dominants appelés « Guelb », d'où le nom Eglab.

Au Nord, le massif est limité par le “pays des côtes” avec les premières falaises allongées E-W, appartenant au bassin de Tindouf; à l'Est, par le plateau du Tanezrouft et le bassin de Reggan; vers le Sud, les falaises du Hank amorcent le bassin de Taoudeni et enfin à l'ouest par le Zemmour et la partie centrale du pays Réguibat.

La Hamada désigne de vastes plateaux entaillés développés sur les bassins limitrophes ou en bandes allongées et petites buttes isolées çà et là sur le massif.

Deux grands Ergs sont connus dans la région, l'Erg Chech ceinture le massif au Nord et à l'Est, sa branche occidentale appelée Erg Iguidi, orientée NE-SW, coupe le massif au centre; ces ergs sont formés de plusieurs cordons appelés "draa" haut de 100 à 150 m.

### **b. Contexte géologique régionale :**

Le pays cristallin Réguibat (Menchikoff, 1949) ou «dorsale Réguibat» constitue la branche septentrionale du craton ouest-africain.

Une subdivision structurale de la dorsale Réguibat en trois parties est admise (Bessoles, 1977):

- ❖ partie nord orientale (Eglab et Yetti)
- ❖ partie centrale (El Ouassat, Zemmour et Ghallaman-Karet)
- ❖ partie occidentale (Tassiast, Tijirit-Amsaga et Tins).

### **c. Les données géologiques du domaine Eglab**

Cette région représente une partie de l'extrémité orientale de la dorsale, par plusieurs séries géologiques différentes

❖ **La série de Yetti :** C'est un ensemble de volcano- sédimentaire , formé essentiellement de quartzites, de rhyolites et d'autres produits éruptifs d'intensité .elle a subi deux phases de plissement et affecté par des accidents cassants et un serrage dû à la mise en place de plutons granitique (Sabaté, 1972).

❖ **La série d'Akilet Deilel :** Elle est affleure dans la partie occidentale du domaine des Eglab. C'est une formation détritique et volcano-détritique. Elle a été affectée par une phase tectonique tangentielle responsable de son charriage vers l'ouest. Elle est aussi affectée par un métamorphisme régional masqué par un métamorphisme de contact induit par les granites d'Aftout (Sabaté et Lameryre, 1973)

❖ **La série de l'Oued Souss :** Elle est formée de deux complexes toutes à fait différents, l'un détritique, et l'autre volcanique. Elle est découpée par des accidents coulissants en bandes allongés, et le contact discordant entre cette série et son socle métamorphique de la série de Chegga (Sabaté, 1978).

❖ **La série de Chegga et son Granite:** La série et le granite de Chegga décrite pour la première fois par (Gevin. P. 1951), elle est englobée de faciès

métamorphiques et magmatique, constituent le substratum des séries du Yetti et d'Akilet Deilel près de la jointure Yetti-Eglab. Les granites migmatitiques sont généralement syntectoniques de la série de Chegga. Son granite est considéré comme le plus ancien affleurement dans le massif Yetti-Eglab qui est daté de  $1951 \pm 50$  Ma (Lassere, Lameryre et Buffière, 1970).

❖ **Les Granites d'Aftout:** Occupe la moitié des affleurements de l'Eglab. Ils présentent une superficie d'environ 60 km<sup>2</sup>, Il est formé de granite et des gabbros et diorites sous formes des enclaves dans les granites. Le métamorphisme de contact à biotite et andalousite et à grenat se présente dans les granites, diorites et gabbros d'Akilet Deilel et de l'Oued Souss. Ces granites qui ont subi une tectonique essentiellement cassante ont un âge de  $1869 \pm 50$  Ma (Lassere et al, 1970)

Tous ces séries précédents présentent le substratum d'âge protérozoïque de domaine

❖ **La couverture Infra tillitique:**

➤ la couverture Infra tillitique inférieure : Comporte deux assemblages fondamentaux

➤ le volcanisme terminal d'Eglab : Il est effusif, calco-alcalin, installé sur un substratum érodé, se rencontrent indifféremment discordantes sur les granites d'Aftout et la série de l'Oued Souss (Sabaté et Lomax, 1975), formé principalement par des faciès volcaniques intermédiaires à acides

➤ la série de Guelb El Hadid : C'est une formation sédimentaire, repose en discordance sur toutes les formations précédentes, située entre le méridien Aouinet Legraâ et celui de Chenachane. Cette série est subdivisée par Buffière et al, 1965 en deux épisodes, le premier formé par un ensemble gréseux, un complexe volcano-sédimentaire remaniant des roches volcaniques de la série de l'Oued Souss et le deuxième discordant sur le précédent représenté par deux faciès comprend des grés roses conglomératiques à la base et des grés grossiers feldspathiques.

➤ La couverture Infra tillitique supérieure : Comporte une série gréseuse à la base, et une série calcaire à stromatolithes au sommet (Buffière et al. 1965). Elle est discordante sur la série du Guelb El Hadid. Elle est à son tour surmontée par les formations postérieures de la Tilliti et du paléozoïque du bassin de Taoudéni et de Tindouf (Gevin, 1973).

#### **d. Historique des travaux dans les Eglab**

La dorsale Réguibat a suscité depuis longtemps l'intérêt des explorateurs et des chercheurs dont les pionniers N. Menchikoff [1923-1958], Th. Monod [1932-1958], P. Gevin [1941-1968] et J. Sougy [1960-1964] ont apporté les premières images très générales de la géologie du grand Sud-ouest algérien et des régions avoisinantes. Nous pouvons résumer ces travaux comme suite :

N. 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.

La nature de l'axe cristallin "Yetti-Eglab" a été précisé en 1935 par Th. Monod (in. Abbou-Kebir, 2004) alors que Jacket (1937) s'est intéressé à la dorsale occidentale.

A partir de 1941, P. Gevin s'est intéressé à la région et précisément aux bordures sédimentaires du massif Eglab où il a décrit et daté les formations sédimentaires du flanc sud du synclinal de Tindouf et a donné quelques observations sur le Hank et sur le synclinal de Taoudéni.

En 1958, ces travaux ont été concrétisés par la publication, sous l'égide du service de la carte géologique de l'Algérie, de la carte géologique Tindouf - Eglab à 1/500.000 accompagnée d'une notice plus une monographie (1960).

En 1947, une note a été publiée par Lapadu-Hargues sur les rapports granites-rhyolites des Eglab.

En 1949, Menchikoff a proposé le terme de « Pays cristallin Réguibat » à la dorsale.

En 1951, Gevin a défini pour la première fois les séries Chegga, Yetti et Guelb El Hadid en Algérie.

Parallèlement à ces travaux, Sougy [1951-1952] a défini les séries de Ghallaman, d'Aguelte Nebkha, d'Aïoun Abdelmalek et d'Imourène en Mauritanie.

En 1953, deux séries de l'Amsaga et d'Akjoujt ont été mises en évidence au SW de la dorsale par Blanchot.

En 1954, Sougy a proposé un inventaire des différentes unités géologiques affleurant en Mauritanie orientale, ainsi qu'une description des principaux faciès de la série de Chegga.

En 1958, les granites post-orogéniques furent regroupés sous le nom de "Granites Aftout" par Gevin.

Sougy a été à l'origine d'une première corrélation stratigraphique entre les séries précambriennes de Mauritanie en 1960 ou il a désigné sous le nom de série d'Aguelte Lekhneig les formations similaires à celles de la série d'Imourène qu'elles prolongent au Sud.

En 1962, Bonhomme a obtenu les premières mesures géochronologiques effectuées sur le territoire mauritanien (compris entre 1990 Ma et 1818 Ma).

De 1964 à 1967, Buffière et al. Publièrent leur travaux sur : les relations entre les volcanites Eglab Aftout, les granites Aftout et sur 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. Ils ont aussi défini la série d'Oued Souss comme une formation volcano-sédimentaire à volcanique discordante sur le système de base-Réguibat.

Barrère (1967) a entrepris une étude détaillée des phases tectoniques qui ont affecté le socle précambrien de la partie occidentale de la dorsale Réguibat. Il a établi, entre autre, une échelle stratigraphique du "Précambrien D".

La même année (1967), Lameyre et Lasserre ont attribué le massif annulaire d'Hassi-El-Fogra à l'éburnéen en s'appuyant sur des datations radiométriques établies sur des syénites néphéliniques (roches totales et minéraux) et qui ont donné un âge de  $2021 \pm 48$  Ma.

En 1971, Sougy et al., Marchand, ont fait une étude détaillée de la dorsale Réguibat en Mauritanie, celle-ci va démontrer la complexité de la tectonique de la partie centrale de la dorsale Réguibat.

En 1972, Piper et Lomax (de l'université de Leeds) effectuent une campagne de +prélèvements pour une étude paléo-magnétique des formations précambrienne de la région d'El-Naam. Parallèlement à ces travaux, Termier et al., Lameyre ont précisé la composition de la série d'El Naam et rejoignent, dans une note, l'idée formulée par Buffière en 1965 selon laquelle cette dernière pourrait être l'équivalent de la série de l'Oued Souss.

En 1973, Vachette, Rocci, Sougy, Caron, Marchand, Simon et Tempier ont effectué de nouveaux travaux de datation sur le plutonisme Aftout dont il ont proposé un âge de  $1877 \pm 35$  Ma à  $1946 \pm 46$  Ma, alors que Sabaté a défini la jointure "Yetti-Eglab" comme étant la zone de contact anormal entre deux domaines différents: le "Yetti" à l'Ouest et les "Eglab" à l'Est. Il a mis en évidence une troisième phase de plissement contemporaine des plis qui ont affecté la série d'Akilet Deïlel.

Situés dans l'Ouest de la dorsale Réguibat, en Mauritanie Les massifs alcalins de Bir Moghreïn et de Tabatanat, tiendront leurs datations respectives de  $1755 \pm 65$  Ma et  $1563 \pm 28$  Ma de Vachette et al. Ils seront également à l'origine de la datation des complexes annulaires de Fort Trinquet, en Mauritanie, à 1695 Ma.

En 1974, l'Aéro-Service-corporation de Philadelphie (USA) réalise des levés aéromagnétiques et aérospectrométriques (sur tout le territoire algérien), avec interprétation de la région Eglab. Pendant ce temps, Lameyre et al. Soulèvent les problèmes posés quant à la mise en place des granitoïdes Aftout, tant de l'espace et le temps, que pour leur origine.

Sabaté et Lomax (1975), en se basant sur une étude paléo-magnétique, ils notèrent la postériorité de la série de l'Oued Souss par rapport aux niveaux de base de la série d'Akilet Deïlel. Pour le scientifique Bronner, il sera question de la réalisation d'une carte structurale schématique du bouclier Réguibat à (1/1 000 000).

En 1976, Sekkal-Azzouni a étudié des stocks plutoniques basiques de la jointure "Yetti-Eglab" par lesquels elle a complété en (1977) la carte géologique de la zone de jointure dessinée par Sabaté en 1973.

En 1977, Bessoles a publié une synthèse sur le craton ouest africain et les régions avoisinantes (mémoires du BRGM) alors que Sabaté et al. Ont daté l'intrusion du pluton Aftout à 1925 Ma. En 1978, les datations qui ont été effectuées par ce dernier sur les laves calcoalcalines, interstratifiées dans les formations volcano-sédimentaires du cycle "Eglab", ont révélé un âge de 2030 Ma.

Cahen et al 1984 Datent le complexe annulaire du Dj. Drissa (en majorité par la méthode « Rb/Sr ») et montrent qu'il serait soit tardi-éburnéen (vers 1900-1850 Ma), soit franchement anorogénique, d'âge Protérozoïque moyen.

En 1987, Kober, d'après les âges ( $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ ) obtenus par la méthode d'évaporation sur monozircons proposa une date de  $(2081 \pm 13\text{Ma})$  à la mise en place du massif de Dj-Drissa.

Kahoui (1988) a étudié le complexe annulaire alcalin de Djebel Drissa situé près de Chenachane (Centre-Eglab).

En 1991, Rocci, Bronner et Deschamps ont établi une carte générale du Birrimien de la partie centrale et orientale de la dorsale Réguibat.

En 1996, Kahoui et al. Rattachent le stock plutonique Sud-Tinguicht (malignites et syénites mésocrates associées) aux complexes annulaires post-orogéniques (tels que Dj. Drissa et Hassi EL Fogra).

En 2003, Sekkal-Azzouni et al. Ont mis en évidence des malignites et syénites néphéliniques dans le stock plutonique ultrabasique du sud Tinguicht; ce stock a été comparé aux complexes annulaires post-orogéniques tels que ceux de Djebel Drissa et Hassi El Fogra.

En 2005, Peucat J.J., Capdevila R., Drareni A., Mahdjoub Y. et Kahoui M. ont défini le massif des Eglab comme un segment original de l'orogène éburnéen. Cette publication est aujourd'hui considérée comme référence.

En 2008, Tabetiouna a réalisé une étude pétrographique, géochimique des clinopyroxénites et les gabbros associés d'un complexe magmatique annulaire (sud de Gara Djebilet, Eglab, Dorsale Réguibat, Sud-ouest algérien).

En 2009, Tabetiouna, thèse de Doctorat. Dans le cadre de sa thèse de Doctorat, il a étudié le complexe magmatique circulaire de Bled M'Dena, en datait l'événement de la mise en place de cette structure. Par ailleurs il a associé à cette étude une cartographie de la partie orientale de la jointure Yetti-Eglab.

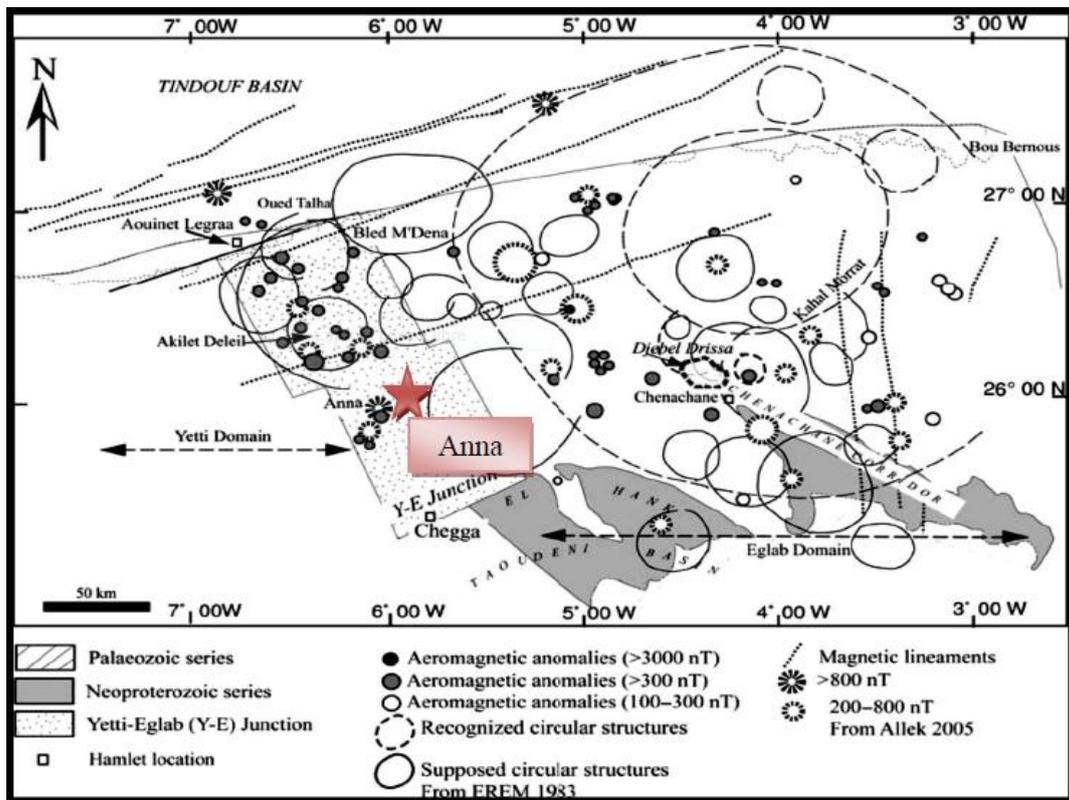
## **6. Présentation du secteur**

### **a. Cadre géographique de la structure annulaire d'Anna**

La structure annulaire d'Anna, est situé dans la partie occidentale du domaine d'Eglab, est comprise entre les méridiens  $6^{\circ}4'$  Ouest et  $25^{\circ}58'$  latitude de Nord (**fig.05**), elle est limitée en Nord par la série d'Akilet Deilel et la structure annulaire de Bled M'Dena et par la série de Chegga en Sud, en l'est limité par la région Delhouat et Djnoun et la série de Chenachane et par Erg Eguidi à l'ouest (**fig.06**).



**Figure 05 :** photo satellitales de la structure Annulaire d'Anna



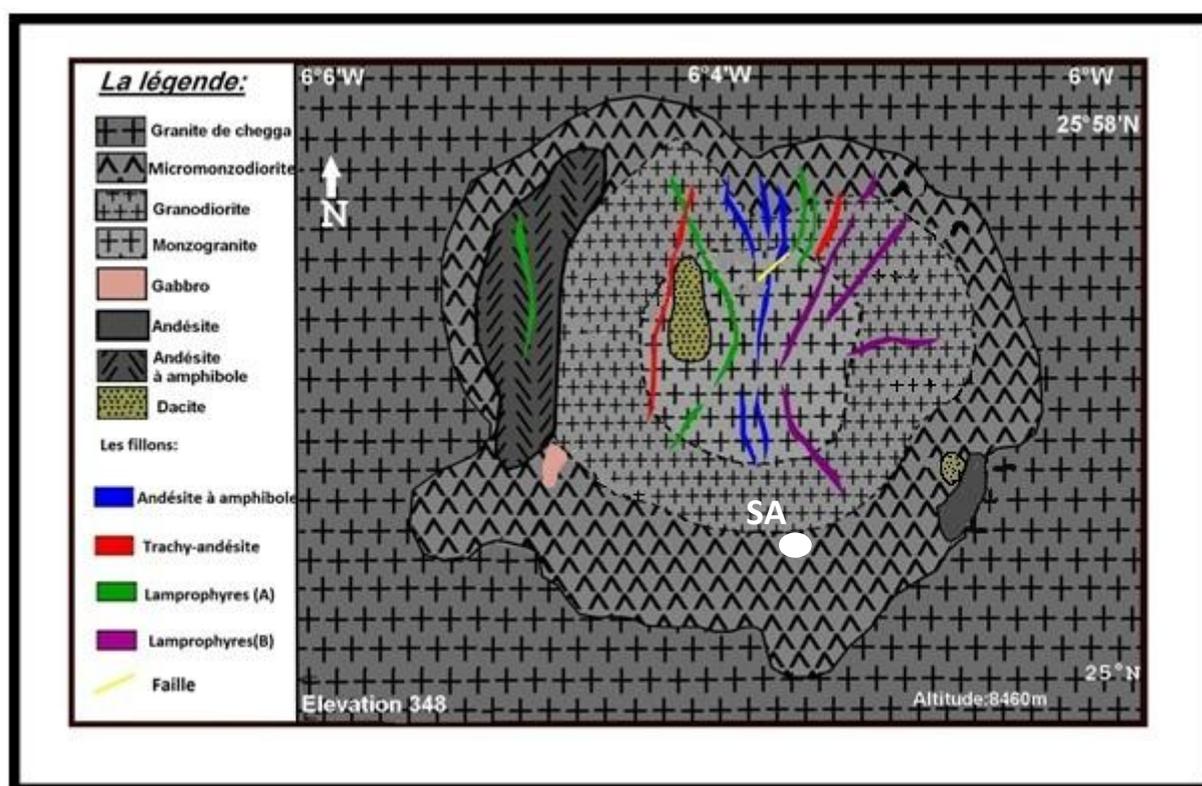
**Figure 06 :** La situation géographique de la structure annulaire d'Anna (Kahoui et al 2008)

### **b. Cadre géologique d la structure annulaire d'Anna**

La configuration circulaire de la structure d'Anna fut mise en évidence grâce aux investigations géophysique et levés magnétométriques, effectué par l'ORGM de Béchar, dans le cadre d'une campagne d'exploration du diamant (Labdi,A. et Zénia,M.S.ORGM.2001).

C'est une petite structure dont le diamètre ne dépasse pas les 250m, traversant la série Chegga, et dont les levés magnétométriques ont révélés la présence de deux petites anomalies très magnétiques, qui pourrait correspondre à la présence de corps ultramafiques. (Labdi,A. et Zénia,M.S. 2001 ; In Kahoui et al.2008).

D'un point de vue structural, la structure d'Anna est située à l'intersection de deux failles secondaires orientées NW-SE et NNW-SSE (EREM 1983 ; Allek. 2005), ces failles correspondent à la combinaison d'un décrochement dextre et d'extension crustale, l'ensemble est le résultat de la convergence obliques entre le domaine Yetti et le domaine Eglab (In Kahoui et al.2008). (Voir Fig.07)



**Figure 07:** Schéma géologique de la structure annulaire d'Anna  
(BOUZARA, 2015, modifié)

### **c. Historique des travaux dans la structure annulaire d'Anna**

L'ORGM a réalisé une cartographie du secteur (partie Ouest d'Erg Iguidi). Une mission de terrain en 2013, réalisée dans le cadre d'un projet de recherche mené par le prof. Tabeliouna M. a permis l'échantillonnage et la cartographie de la structure annulaire d'Anna. Des travaux ont été réalisés par des étudiants du département de géologie de l'université d'Oran2 dans le cadre de leurs projets de fin d'étude (Allami 2016, Bouzara, Bekhedda Benasla .....

- En 2013 Bekhedda.F et Benasla.N ont effectué une étude géochimique des complexes volcanites de la structure annulaire d'Anna (Eglab, dorsale Réguibat orientale, SW algérien).
- En 2014 Bekhedda.F effectué une étude pétrographie des faciès magmatique de la structure annulaire d'Anna (Eglab, dorsale Réguibat orientale, SW algérien).
- En 2015 Bouzara.I a fait une étude sur pétrographique des faciès magmatiques de la structure annulaire d'Anna (Eglab, dorsale Réguibat orientale, SW Algérien)

# **Chapitre 2 :** **Pétrographie**

### **1. Introduction :**

Dans ce chapitre, nous allons déterminer la nature pétrologique des roches basiques appartenant respectivement à la structure annulaire d'Anna,

### **2. Pétrographie des roches basique :**

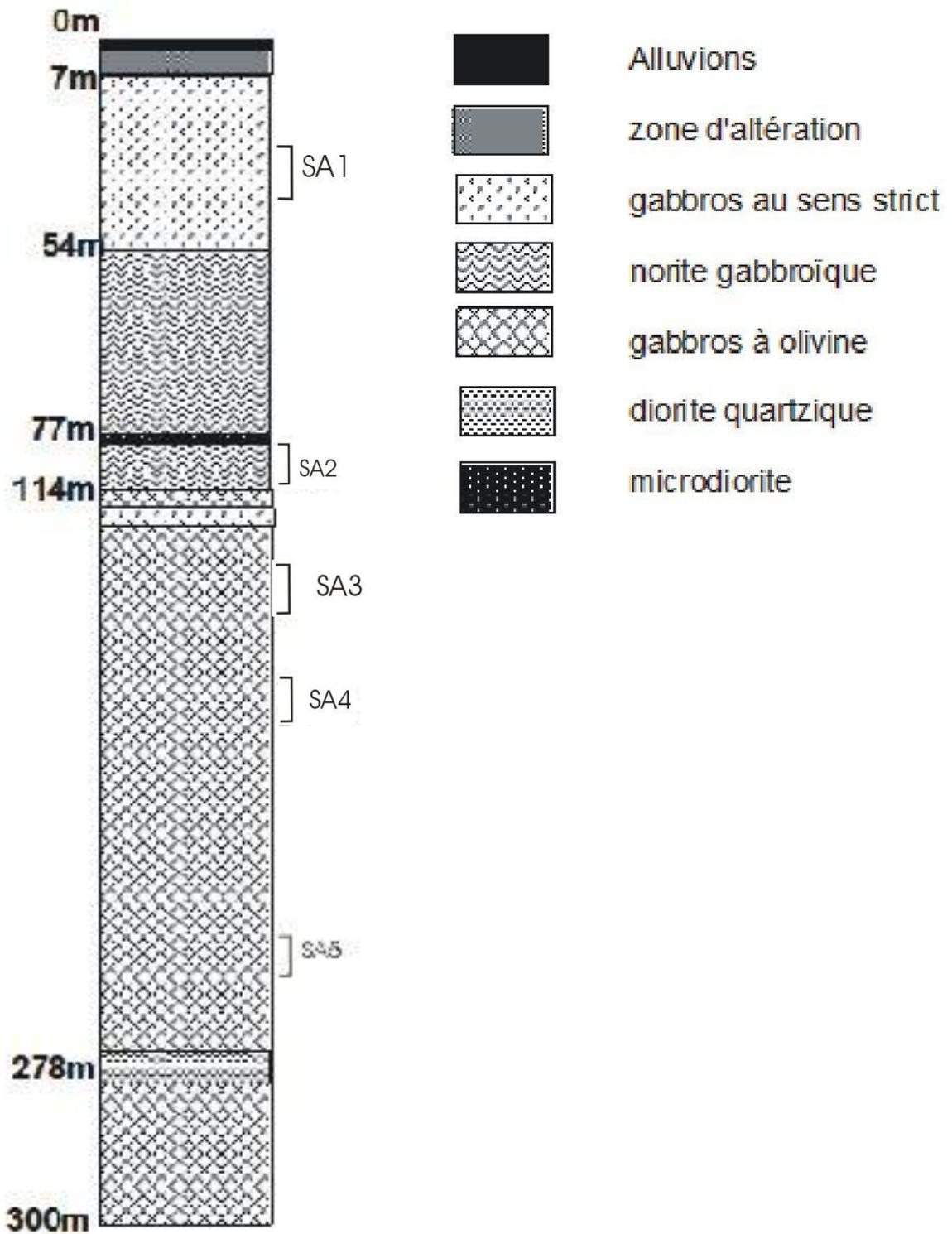
L'étude pétrographique des roches magmatiques de la structure annulaire d'Anna concerne des roches plutoniques, échantillonnée sur un sondage réalisé par l'ORGM. Cette traverse sur sa plus grande partie des faciès gabbroïques, sur une épaisseur de 300 m. Ces gabbros sont traversés par des filons dioritiques dont les épaisseurs varient entre 1m et 16m (à 262 et 278m et 77m de profondeur) .En haut du sondage, apparait une zone d'altération (entre 4.7m et 6.4m), recouverte par des alluvions (entre 0 et 4.7m). (**Fig. 8**).

Notez que seuls les gabbros ont fait l'objet de notre étude, qui est axées sur les roches basiques.

### **3. Description pétrographique des gabbros :**

L'étude microscopique à révéler trois faciès gabbroïques qui composent la structure d'Anna. Ils sont en générales très semblables du point de vue de la minéralogie et des textures mais sont grandement variables aux niveaux des proportions entre les différents minéraux.

De façon globale les textures ignées sont très bien préservées dans chacun des faciès étudiés.



**Figure 08:** log synthétique du sondage de la structure circulaire d'Anna  
(Tabeliouna, 2015, modifié).

### **a. Les Gabbros à Olivine**

Les gabbros à olivine présentent une texture grenue porphyroïde à caractère cumulatifs. De légères altérations apparaissent sur les sections minérales ou on peut reconnaître l'ouralite, la séricite et les minéraux opaques.

Le caractère cumulatif de la texture et révéler par des orthocumulats d'olivine, de plagioclases, des pyroxènes poecilitiques, des minéraux opaques et de rare biotites automorphe. L'intercumulus est formé essentiellement de plagioclase de seconde génération, de pyroxènes et des minéraux opaques.

#### **Les plagioclases :**

La phase cumulus la plus importante est le plagioclase, il présente en moyenne 60% de la roche. Les cristaux présentent une taille qui varie entre 0.5 et 2 mm. Ils sont limpides quelquefois une très légère séricitisation apparait. Une deuxième génération de plagioclases peut être décelée par son habitus (interstitiels), sa forme (subautomorphe). Ils sont souvent de taille inférieure à celle de la première génération. Ils sont imbriqués les uns sur les autres, montrant des macles polysynthétiques est bien visible. (**Planche1, photoB**).

#### **L'olivine :**

L'olivine représente la deuxième phase de cumulus en importance (de 10 à 20%). Elle se présente en phénocristaux xénomorphes, craqueler et serpentinisers avec cristallisation de magnétite, et aussi en cristaux sub arrondie, avec un relief très marquer au contact du plagioclase, ou elle présente une frange réactionnelle composer essentiellement de pyroxène.

En trouve aussi l'olivine en inclusion avec les pyroxènes dans les cristaux poecilitiques de plagioclase.

#### **Les pyroxènes :**

Les pyroxènes sont très abondant (25% en moyenne) se présentent en phénocristaux zonées (zonation concentrique), automorphes au centre, et en distingue parfaitement les excroissances sur les bordures ainsi que de belles franges réactionnelles (**Planche1, photoA**),

Composer d'amphibole reconnaissable à ces clivages conjugués de 120°.

**Les clinopyroxènes :** représentent de 10 à 15%, du volume totales des pyroxènes de la lame mince. La macle en h1 est très fréquente (**Planche1, photoC**), il s'agit d'augite qui présente souvent une structure en lamelles, dues probablement à l'exsolution, parfois elles contiennent des inclusions d'olivines. On arrive même a observé des structures d'engrenage

entre pyroxène, les cristaux sont souvent imbriqués les uns sur les autres, parfois rassemblés en amas de 3 à 4 cristaux.

**Les orthopyroxènes :** représentent 4% en moyenne, très peu fréquente, reconnaissable par leurs extinctions droites, biréfringence faible

**La biotite :**

La biotite est représentée par deux types ; une Biotite qui forme de large lamelles à bords déchiquetés brun rouge très pléochroïque, elle s'altère en chlorite et exsude des minéraux opaques qui se concentrent le long des clivages (**Planche2, photoD**). Et une Biotite qui elle se présente en plage xénomorphe pléochroïque souvent à la périphérie des pyroxènes, on peut même observer à l'intérieur de certaines sections de biotite des reliques de pyroxènes.

**Les minéraux opaques :**

Ils sont présents en inclusion dans les plagioclases et les olivines au niveau des craquelures.

L'ordre de cristallisation peut être défini comme suit :

Mnx Op.      → Olivine      → Plagioclases      → pyroxène

**b. Norite Gabbroïque**

Appeler aussi gabbros à orthopyroxène (**Planche2, photoE**) ; De texture grenue porphyroïde à tendance cumulatif.

La phase cumulus est composée de plagioclase (67% de la roche total) et la phase intercumulus est formée par des clinopyroxènes (13%) et des orthopyroxènes (16%).

**Les plagioclases :**

On note la présence de deux générations de plagioclase, la première génération est constituée de cristaux automorphe, macles polysynthétiques très caractéristiques, les grains peuvent atteindre les 3mm et englobent des inclusions de pyroxènes (**Planche2, photoF**).

La 2ème génération interstitielle avec des cristaux de plus petites tailles subautomorphes, imbriqués les uns sur les autres (**planche3, photoG**).



### c. Gabbros :

De textures grenues, les cristaux sont jointifs. Former essentiellement de plagioclase (70%), de pyroxène, d'opakes.

#### **Les plagioclases :**

Les plagioclases sont en section allongées, automorphe, isogranulaire et macles polysynthétiques bien visibles ; certaines sections sont saussurites (**Planche 4, photo K**). On observe des inclusions de minéraux opaques essentiellement de l'ilménite.

#### **Les pyroxènes :**

Le pyroxène est le ferromagnésien le plus fréquent (25%), les cristaux sont de tailles plus petites, interstitiels et xénomorphe, on observe aussi une ouralitis sur certaines sections (**Planche 4, photo L**).

Les cristaux de pyroxènes sont entourés de biotite chloritiser, et on distingue difficilement l'amphibole (résultat de la pseudomorphose des pyroxènes) grâce à son clivage conjugués de 120° et qui se superpose sur les petites auréoles qui entourent les pyroxènes.

**Les clinopyroxènes :** Les clinopyroxènes sont représentés par l'augite, reconnaissable par la macles en h1 et sa teinte de biréfringence assez élevée, polarisant dans la fin du 1er ordre et début du second ordre. Extinction oblique.

**Les orthopyroxènes :** Les orthopyroxènes observés sont de l'hypersthène (3%) qui polarisent dans les jaunes à orangé du 1er ordre et aussi on distingue très bien les clivages grossiers suborthogonaux et le 3ème clivage plus fin et régulier. L'extinction est droite selon la trace unique des divers clivages.

#### **La biotite :**

La biotite xénomorphe très peu fréquente et semble être secondaire (**Planche 4, photo L**).

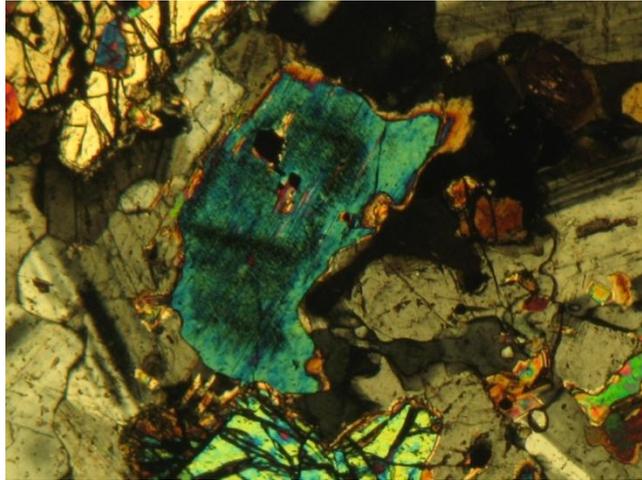
#### **Les minéraux opaques :**

Présent sous forme d'inclusion de magnétite et d'ilménite dans toutes les paragenèses minérales. Et secondaires dans les espaces interstitiels essentiellement de la magnétite.

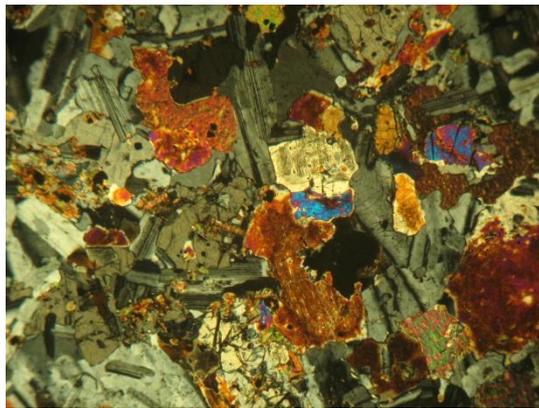
L'ordre de cristallisation peut être défini comme suit :

Mnx Op      → plagioclase      → pyroxènes      → biotite

## Planche 1



**Photo A** : clinopyroxène présentant une frange réactionnelle aux contacts des plagioclases dans les gabbros à olivines LPAX50

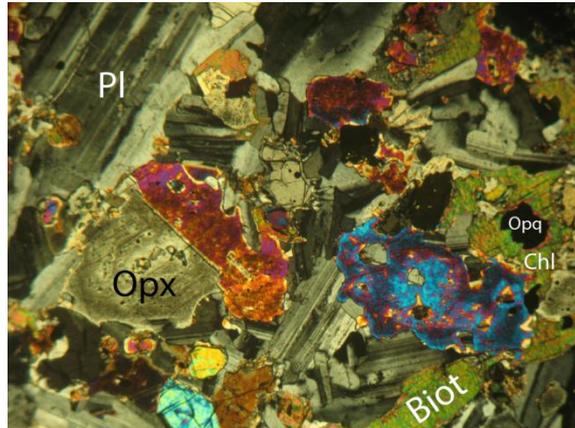


**Photo B** : Texture grenue porphyroïde montrant les plagioclases, olivine et pyroxène dans les Gabbros à olivine.LPAX25

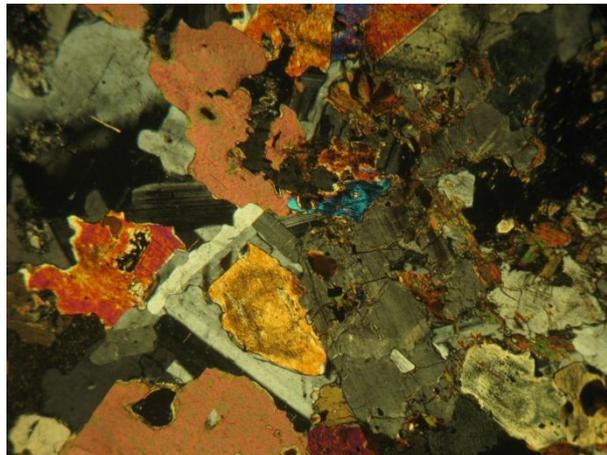


**Photo C** : Section montrant un Cpx zoné avec macle h1 dans les Gabbros à Olivine.LPAX25

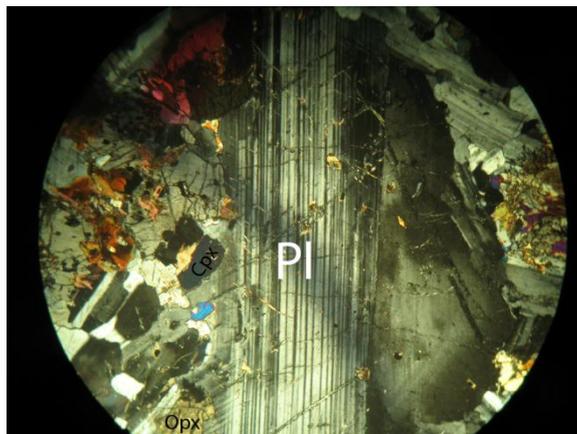
## Planche 2



**Photo D** : Section montrant l'inclusion d'opaques dans les biotites et biotite intertelle et présence de chlorite dans les Gabbros à olivine.LPAX25

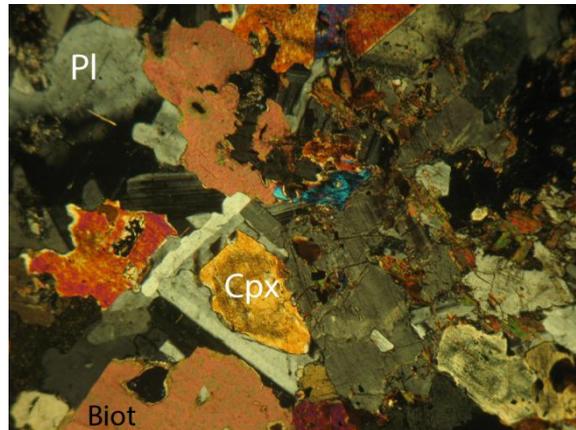


**Photo E** : Texture grenue porphyroïde des Norites gabbroïques.LPAX25

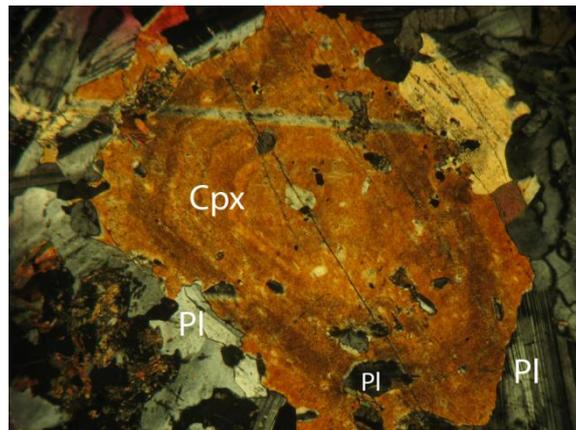


**Photo F** : Section montrant un phénocristal de Plagioclase avec les macles polysynthétique est aussi les inclusions de pyroxènes dans les Norites gabbroïques.LPAX25

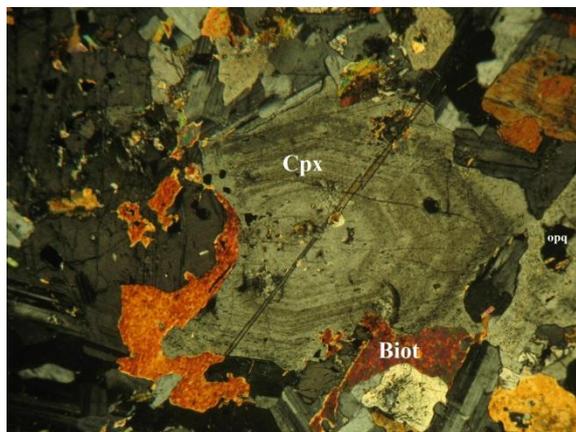
## Planche 3



**Photo G** : Section montrant les plagioclases interstiels dans les Norites gabbroïques LPAX25

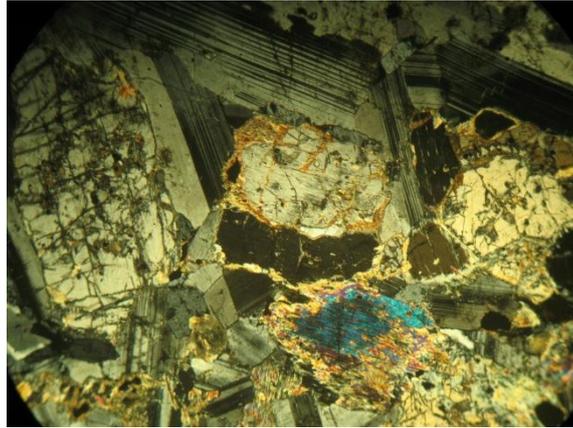


**Photo H** : Section montrant un Cpx zoné avec des inclusions de plagioclases LPAX25.

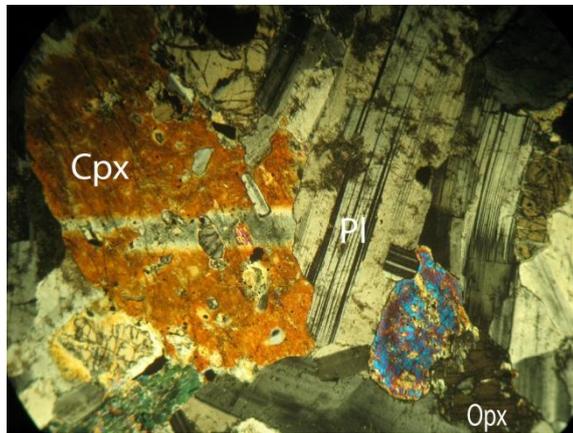


**Photo I** : Section montrant un Cpx zoné dans les Norites gabbroïques LPAX25.

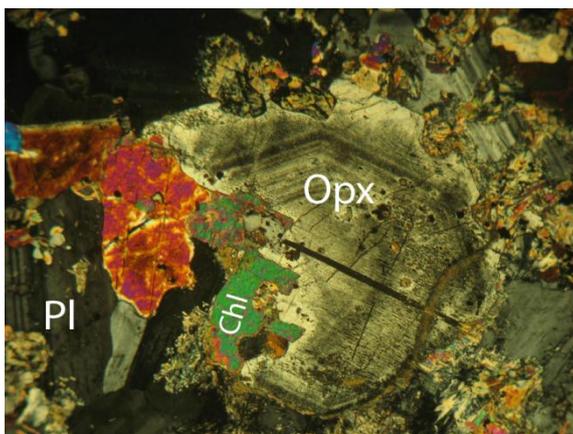
## Planche 4



**Photo J** : Texture grenue montrant les plagioclases et les pyroxènes dans les Gabbros.LPAX25



**Photo K** : Section montrant les plagioclases avec les macles polysynthétiques dans les Gabbros.LPAX25

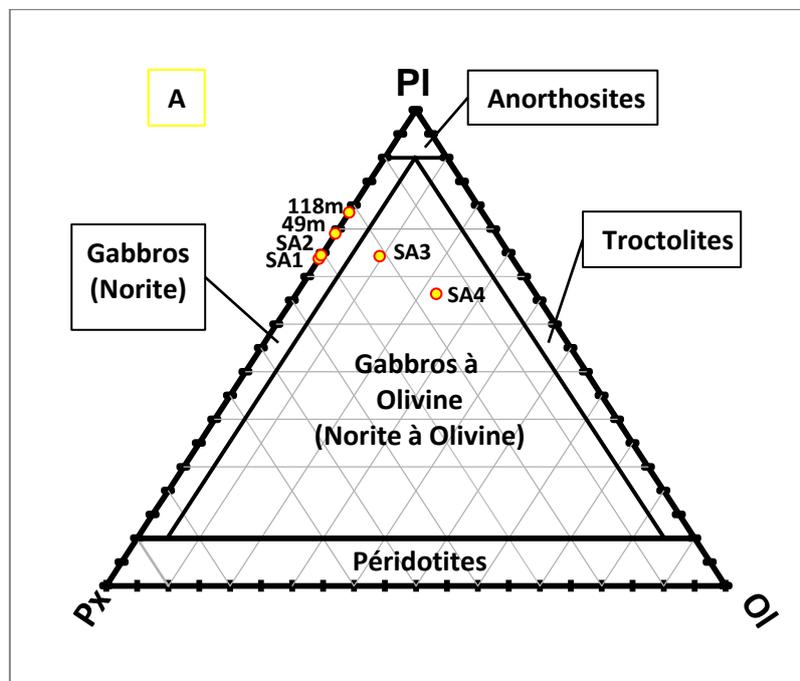


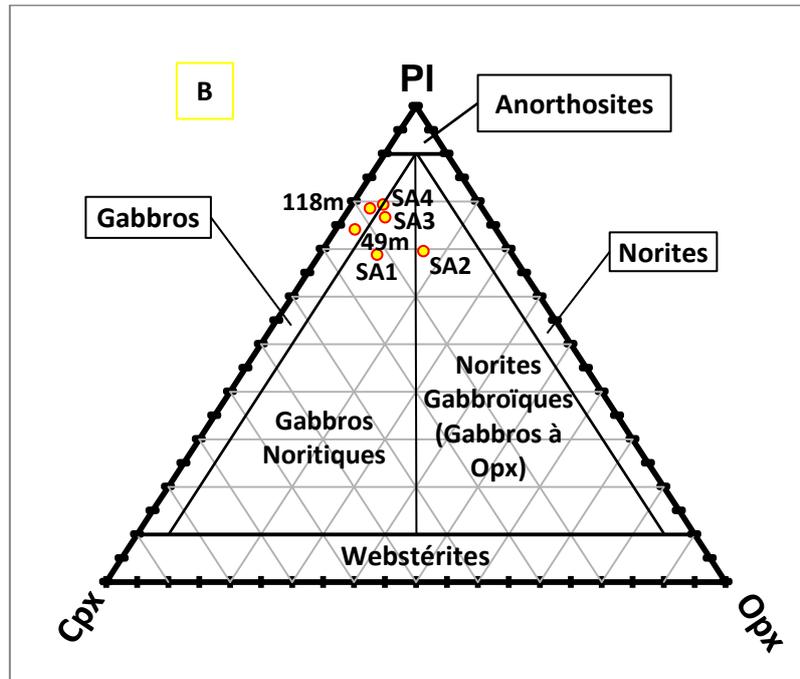
**Photo L** : Section montrant un opx zoné et la Biotite interstielle dans les gabbros.LPAX25

| Mineraux→<br>Echantillon<br>↓ | plagioclase | olivine | cpx    | opx   | biotite | opaque | texture               | roche                |
|-------------------------------|-------------|---------|--------|-------|---------|--------|-----------------------|----------------------|
| SA1                           | 66%         |         | 21%    | 9%    | 2%      | 70.48% | Grenue                | Gabbros              |
| SA2                           | 65.6%       |         | 13.2%  | 15.6% | 3%      |        | Grenue<br>porphyroide | Norite<br>Gabbroique |
| SA3                           | 66.47%      | 9.16%   | 14.46% | 5.87% | 2%      | 21.70% | Grenue<br>porphyroide | Gabbros à<br>Olivine |
| SA4                           | 55.61%      | 20.55%  | 10.94% | 3.56% | 5.13%   | 3.04%  | Grenue<br>porphyroide | Gabbros à<br>Olivine |
| 118m                          | 76.24%      |         | 17.61  | 3.30% | TRACE   |        | Grenue                | Gabbros              |
| 49m                           | 70.48%      |         | 21.70% | 3.04% | 2.83%   | 4.75%  | Grenue                | Gabbros              |

**Tableau1** : compositions minéralogiques modales des roches basiques de la structure d'Anna.

(Allami 2016 ; modifier)





**Figure 09:** Projections ternaires des minéraux modaux de la structure annulaire d'Anna D'après Streckeisen (1976) :

A) roches gabbroïques à olivine.

B) roches gabbroïques sans olivine.

#### **4. Conclusion**

L'étude pétrographique montre trois faciès qui évoluent des gabbros à olivines aux gabbros en passant par les norites gabbroïques. Effectivement l'évolution minéralogique de ces gabbros montre un enrichissement en Orthopyroxène à partir des échantillons 118m, SA3, SA4, 49m, SA1 et SA2, c'est-à-dire du bas vers le haut du sondage.

Ce stade de notre étude on peut supposer que l'aspect continu qui caractérise les faciès gabbroïques de la structure annulaire d'Anna, est le résultat d'un fractionnement dans une chambre magmatique, à partir d'un magma dans la nature reste à déterminer en faisant des analyses plus poussées.

# **Chapitre 3 :** **Minéralogie**

## **1. Introduction**

L'étude minéralogique nous permettra de confirmer la nature des minéraux déjà décrit dans la partie pétrographie et peut être même dans la mesure du possible nous informer sur la nature du liquide magmatique initial. Les analyses ont été réalisés par microsonde électronique au laboratoire « Magma et Volcan » de Clermont Ferrand en France.

## **2. Variation de la composition des minéraux**

### **Plagioclase :**

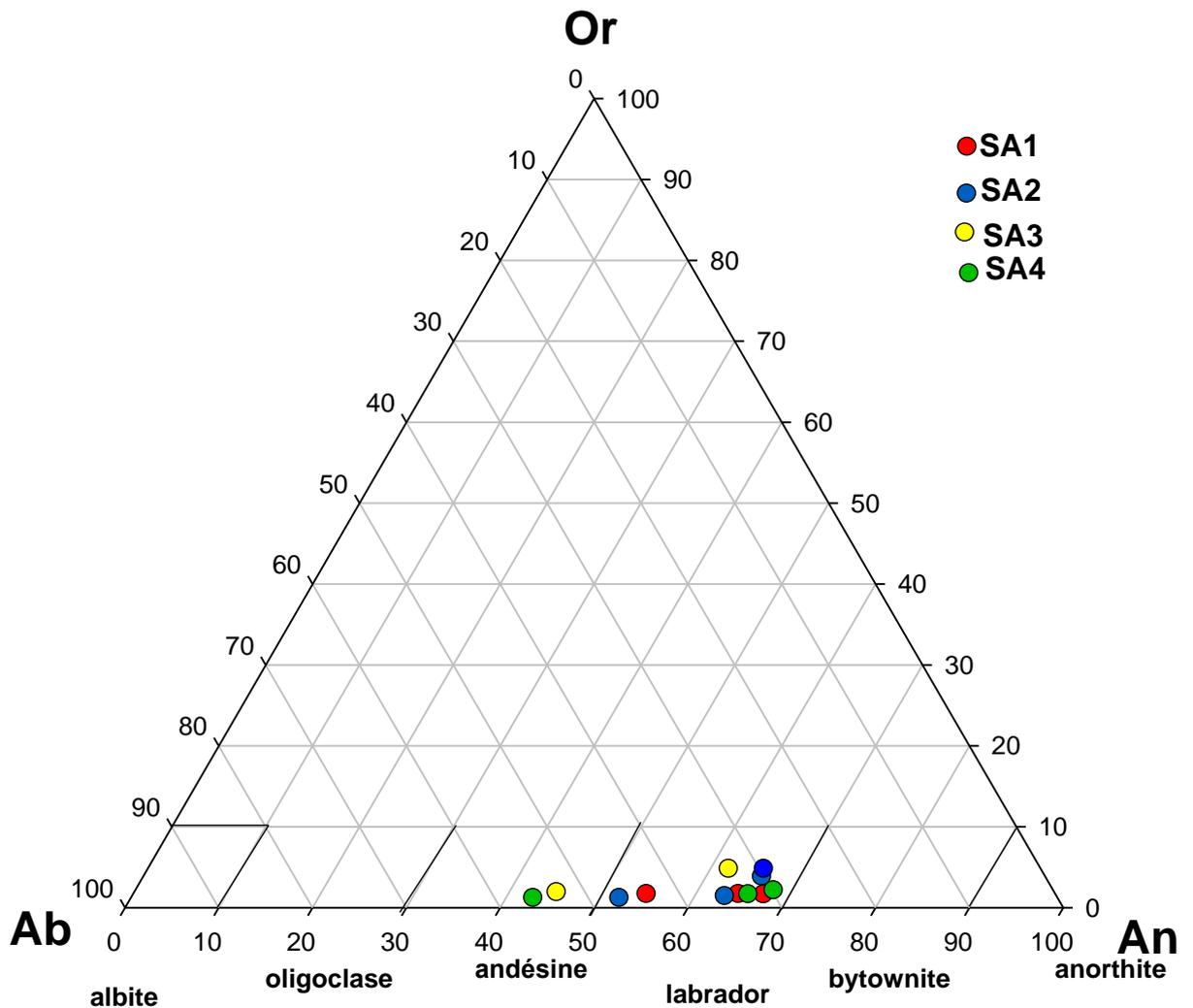
Les plagioclases sont présents, dans tous les échantillons étudiés. Nous avons constaté à partir des observations pétrographiques que les plagioclases se présentent sous deux aspects distincts ; un premier aspect correspondant à une phase de cumulus et c'est la phase la plus importante ; le deuxième aspect correspond à une phase interstitiels (seconde générations);

Les deux aspects sont exprimés dans le diagramme Or-An-Ab par la cohabitation de plagioclase très calcique (An70) (phase cumulus) et plagioclase intermédiaire (An44) (phase interstitiel) dans le même faciès (SA4).

Dans l'ensemble ces cohabitations des deux types de plagioclases sont observables dans tous les faciès gabbroïques analysés. Les analyses projetés dans le diagramme Or-An-Ab (**fig.10**) nous offres une palette de point qui s'étend depuis les termes intermédiaires type andésine (An45) jusqu'aux termes plus calciques type bytownite (An70) ; traduisant ainsi un premier fractionnement de plagioclase calcique dans la chambre magmatique laissant un liquide résiduel appauvrit en Ca et plus enrichit en sodium Na qui cristallisera par la suite un plagioclase plus sodique. (**Voir tab.02**)

**Tableau 02:** Composition chimique est formule structural des plagioclases

| nom de roche:               | Gabbros      |              |               | Norite Gabbroïque |              |              |               | Gabbros à Olivine |               |              |              |              |              |
|-----------------------------|--------------|--------------|---------------|-------------------|--------------|--------------|---------------|-------------------|---------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| nom de lame mince:          | SA1          |              |               | SA2               |              |              |               | SA3               |               | SA4          |              |              |              |
| nom du mineral: plagioclase | 52           | 58           | 71            | 112               | 115          | 116          | 125           | 139               | 141           | 10           | 17           | 24           | 48           |
| SiO2                        | 60,82        | 57,27        | 59,74         | 61,73             | 56,35        | 59,93        | 61,45         | 54,84             | 60,35         | 60,03        | 55,40        | 59,78        | 53,81        |
| Al2O3                       | 24,45        | 26,70        | 25,09         | 23,95             | 27,06        | 25,16        | 24,11         | 28,31             | 24,78         | 24,67        | 0,80         | 25,05        | 28,84        |
| TiO2                        | 0,07         | 0,03         | 0,01          | 0,03              | 0,01         | 0,03         | 0,01          | 0,05              | 0,02          | 0,04         | 0,05         | 0,01         | 0,03         |
| Fe2O3                       | 0,03         | 0,02         | 0,04          | 0,03              | 0,03         | 0,02         | 0,04          | 0,03              | 0,04          | 0,04         | 1,93         | 0,03         | 0,03         |
| FeO                         | 0,16         | 0,14         | 0,20          | 0,20              | 0,16         | 0,13         | 0,23          | 0,15              | 0,25          | 0,24         | 10,92        | 0,18         | 0,17         |
| MgO                         | 0,03         | 0,01         | 0,01          | 0,02              | 0,00         | 0,02         | 0,01          | 0,05              | 0,02          | 0,02         | 29,23        | 0,03         | 0,00         |
| MnO                         | 0,01         | 0,00         | 0,00          | 0,00              | 0,00         | 0,01         | 0,01          | 0,02              | 0,00          | 0,00         | 0,30         | 0,00         | 0,00         |
| NiO                         | 0,00         | 0,00         | 0,04          | 0,00              | 0,00         | 0,01         | 0,04          | 0,00              | 0,00          | 0,00         | 0,07         | 0,01         | 0,02         |
| Cr2O3                       | 0,00         | 0,00         | 0,00          | 0,02              | 0,04         | 0,02         | 0,04          | 0,00              | 0,02          | 0,00         | 0,11         | 0,01         | 0,02         |
| Na2O                        | 7,45         | 6,36         | 7,38          | 7,77              | 5,94         | 7,22         | 7,74          | 5,10              | 7,31          | 7,68         | 0,02         | 7,46         | 4,96         |
| K2O                         | 0,45         | 0,28         | 0,39          | 0,67              | 0,29         | 0,31         | 0,76          | 0,48              | 0,90          | 0,20         | 0,00         | 0,21         | 0,12         |
| CaO                         | 6,39         | 9,02         | 7,15          | 5,91              | 9,73         | 7,01         | 5,90          | 10,70             | 6,58          | 6,83         | 0,99         | 6,97         | 11,50        |
| <b>Total</b>                | <b>99,85</b> | <b>99,83</b> | <b>100,05</b> | <b>100,34</b>     | <b>99,62</b> | <b>99,88</b> | <b>100,34</b> | <b>99,73</b>      | <b>100,28</b> | <b>99,75</b> | <b>99,83</b> | <b>99,75</b> | <b>99,50</b> |
| <b>Nombre d'Oxygène: 8</b>  |              |              |               |                   |              |              |               |                   |               |              |              |              |              |
| Si                          | 2,71         | 2,57         | 2,67          | 2,74              | 2,54         | 2,67         | 2,73          | 2,48              | 2,69          | 2,68         | 2,63         | 2,67         | 2,44         |
| Al                          | 1,28         | 1,41         | 1,32          | 1,25              | 1,44         | 1,32         | 1,26          | 1,51              | 1,30          | 1,30         | 0,04         | 1,32         | 1,54         |
| Ti                          | 0,00         | 0,00         | 0,00          | 0,00              | 0,00         | 0,00         | 0,00          | 0,00              | 0,00          | 0,00         | 0,00         | 0,00         | 0,00         |
| Fe3+                        | 0,00         | 0,00         | 0,00          | 0,00              | 0,00         | 0,00         | 0,00          | 0,00              | 0,00          | 0,00         | 0,07         | 0,00         | 0,00         |
| Fe2+                        | 0,01         | 0,01         | 0,01          | 0,01              | 0,01         | 0,00         | 0,01          | 0,01              | 0,01          | 0,01         | 0,43         | 0,01         | 0,01         |
| Mg                          | 0,00         | 0,00         | 0,00          | 0,00              | 0,00         | 0,00         | 0,00          | 0,00              | 0,00          | 0,00         | 2,07         | 0,00         | 0,00         |
| Mn                          | 0,00         | 0,00         | 0,00          | 0,00              | 0,00         | 0,00         | 0,00          | 0,00              | 0,00          | 0,00         | 0,01         | 0,00         | 0,00         |
| Ni                          | 0,00         | 0,00         | 0,00          | 0,00              | 0,00         | 0,00         | 0,00          | 0,00              | 0,00          | 0,00         | 0,00         | 0,00         | 0,00         |
| Cr                          | 0,00         | 0,00         | 0,00          | 0,00              | 0,00         | 0,00         | 0,00          | 0,00              | 0,00          | 0,00         | 0,00         | 0,00         | 0,00         |
| Na                          | 0,64         | 0,55         | 0,64          | 0,67              | 0,52         | 0,62         | 0,67          | 0,45              | 0,63          | 0,67         | 0,00         | 0,65         | 0,44         |
| K                           | 0,03         | 0,02         | 0,02          | 0,04              | 0,02         | 0,02         | 0,04          | 0,03              | 0,05          | 0,01         | 0,00         | 0,01         | 0,01         |
| Ca                          | 0,31         | 0,43         | 0,34          | 0,28              | 0,47         | 0,34         | 0,28          | 0,52              | 0,31          | 0,33         | 0,05         | 0,33         | 0,56         |
| H2O                         | 0,00         | 0,00         | 0,00          | 0,00              | 0,00         | 0,00         | 0,00          | 0,00              | 0,00          | 0,00         | 0,00         | 0,00         | 0,00         |
| <b>Total</b>                | <b>4,98</b>  | <b>5,00</b>  | <b>5,00</b>   | <b>4,99</b>       | <b>5,00</b>  | <b>4,98</b>  | <b>4,99</b>   | <b>5,00</b>       | <b>5,00</b>   | <b>5,00</b>  | <b>5,31</b>  | <b>5,00</b>  | <b>5,00</b>  |
| <b>Or</b>                   | <b>2,60</b>  | <b>1,57</b>  | <b>2,23</b>   | <b>3,86</b>       | <b>1,66</b>  | <b>1,80</b>  | <b>4,33</b>   | <b>2,76</b>       | <b>5,11</b>   | <b>1,13</b>  | <b>0,00</b>  | <b>1,22</b>  | <b>0,68</b>  |
| <b>Al</b>                   | <b>31,34</b> | <b>43,27</b> | <b>34,07</b>  | <b>28,44</b>      | <b>46,72</b> | <b>34,30</b> | <b>28,36</b>  | <b>52,20</b>      | <b>31,51</b>  | <b>32,59</b> | <b>95,91</b> | <b>33,62</b> | <b>55,79</b> |
| <b>An</b>                   | <b>66,06</b> | <b>55,15</b> | <b>63,70</b>  | <b>67,70</b>      | <b>51,62</b> | <b>63,91</b> | <b>67,31</b>  | <b>45,04</b>      | <b>63,38</b>  | <b>66,28</b> | <b>4,09</b>  | <b>65,17</b> | <b>43,53</b> |



**Figure 10:** Diagramme albite-orthose- anorthite

**L'Olivine :**

Formant la phase cumulus avec les plagioclases, l'olivine est présente dans les termes les plus basique (gabbros à olivine), elle est de nature magnésienne (Forstérite entre 90% et 94%). Souvent entourée d'une couronne réactionnelle résultant de l'interaction avec les plagioclases, analysés par microsonde, la couronne est formée de pyroxènes. On notera l'absence de chrome dans la composition de certains échantillons (SA4) de l'olivine ce qui peut être due à un possible fractionnement précoce de la chromite.

## **Pyroxènes :**

Les pyroxènes sont relativement abondants, les clinopyroxènes et les orthopyroxènes cohabitent seulement dans les norites gabbroïques (SA2). (Voir tableau 03)

Les clinopyroxènes analysées sont projetés dans la limite augite-diopside (En41.08-45.02); Fs13.87-8,52 ; Wo45.05-46.46). Pour les gabbros noritiques et les gabbros à olivine.

Les clinopyroxènes observés et analysés présentent souvent des zonations concentriques; avec un enrichissement en calcium du bord (20.88%CaO) vers le cœur (22% CaO) confirmant ainsi une la différenciation du liquide magmatique.

Les pyroxènes présents dans les gabbros à olivine de l'échantillon SA4 sont des wollastonite ce qui nous permet de dire que les gabbros à olivine du SA4 à subir un léger métamorphisme.

Les orthopyroxènes relativement peu abondantes, ils sont de type enstatites (En79.68-69.27 ; Fs 28.07-18.55 ; Wo2.67-1.67).

Le comportement des éléments majeurs des clinopyroxènes en fonctions de mg\* est quasiment le même pour les trois faciès étudiés. (Voir tableau 04)

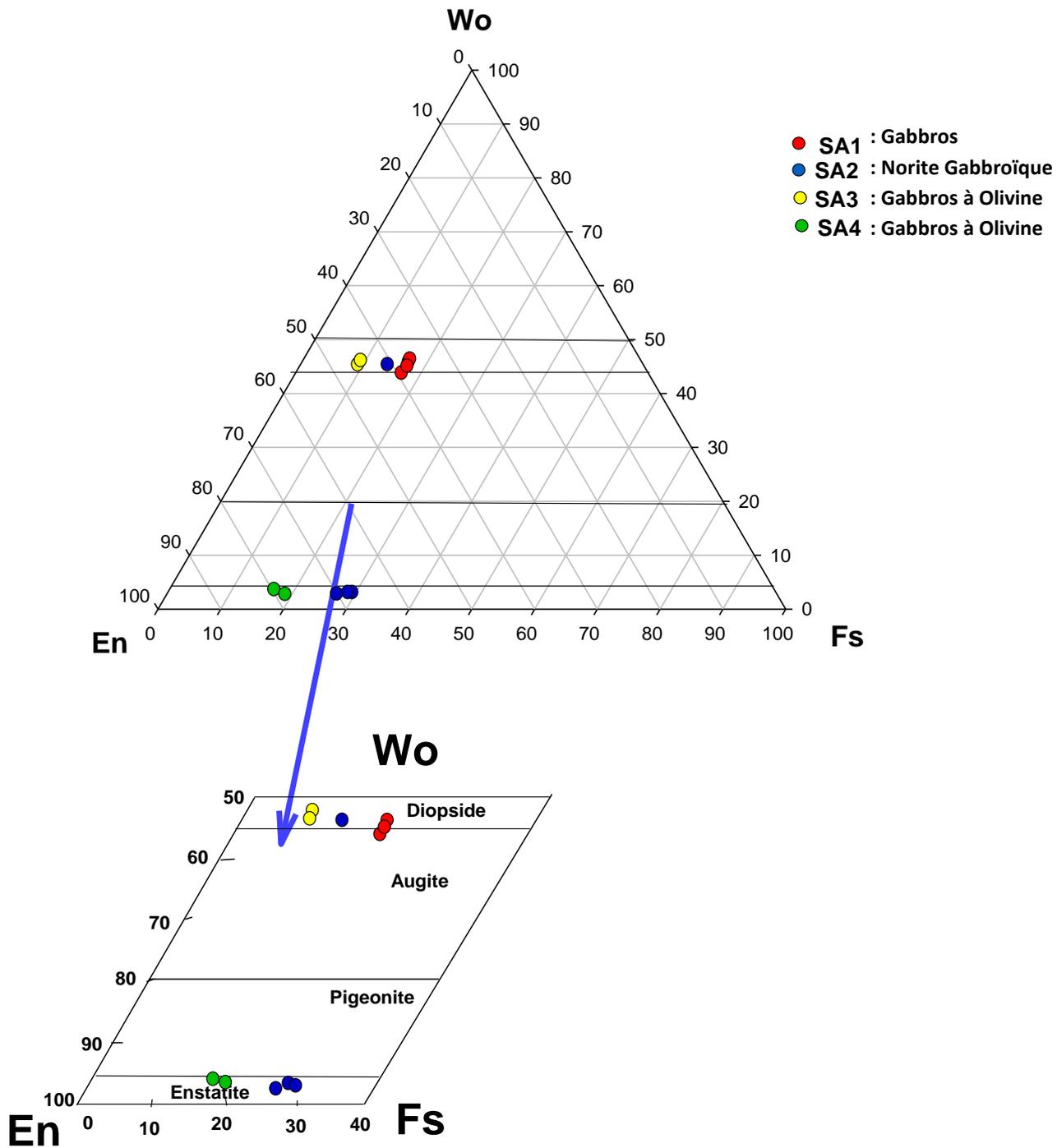
On constate que les corrélations positives du calcium en fonction de mg\* ainsi que les corrélations négatives du titane et du chrome en fonction de mg\* ; montre que les clinopyroxènes des différents faciès gabbroïques étudiées sont issue de la cristallisation fractionné à partir un liquide magmatiques primitif.

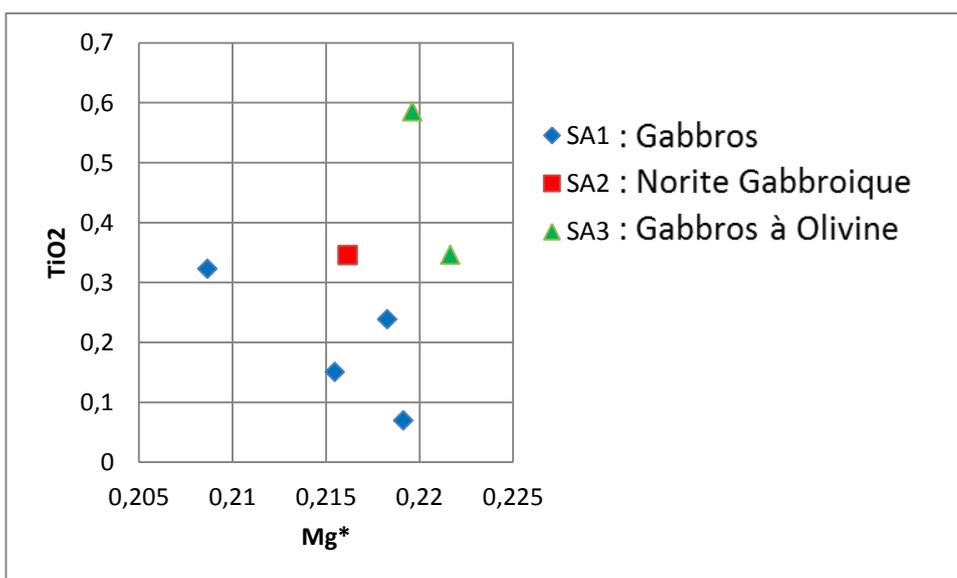
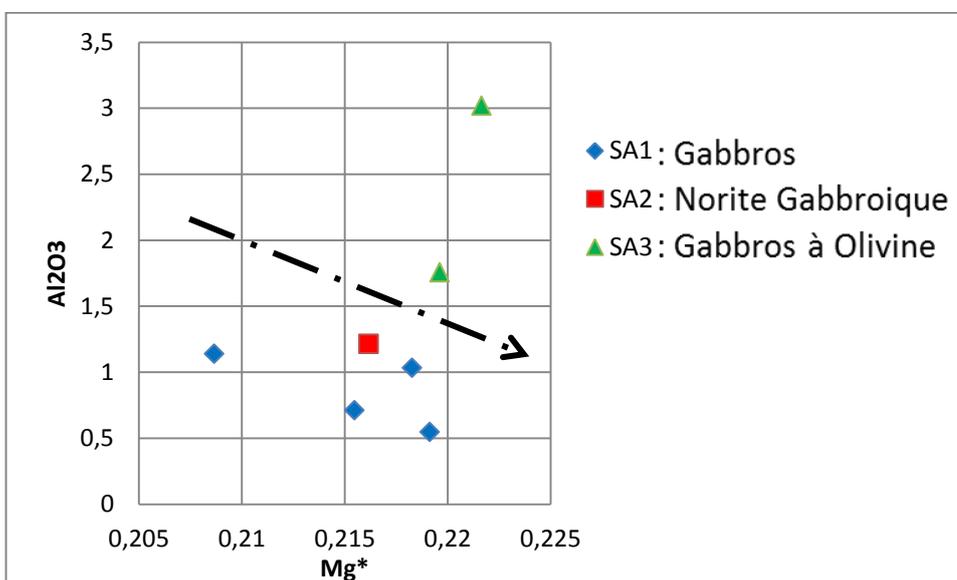
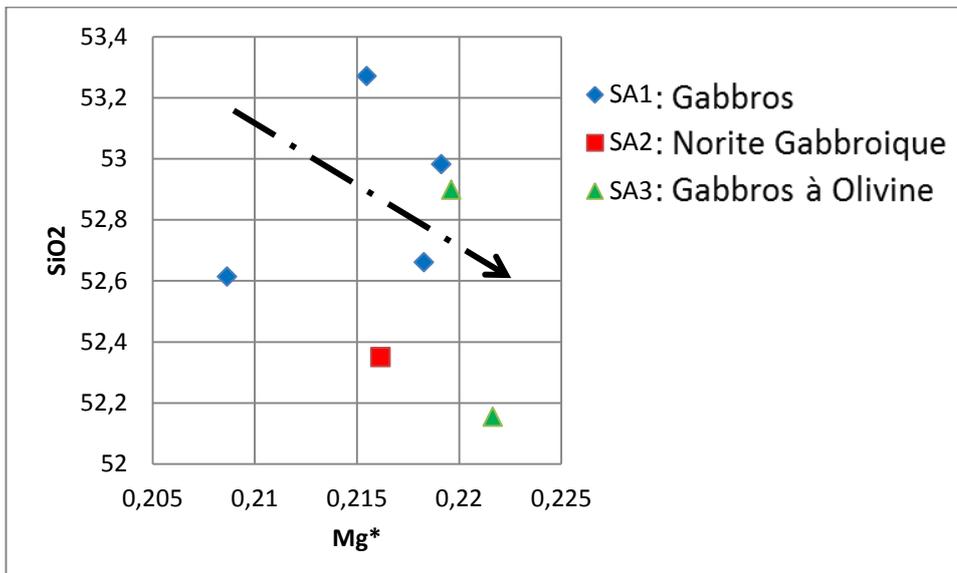
**Tableau 03 :** Composition chimique est formule structural des pyroxènes

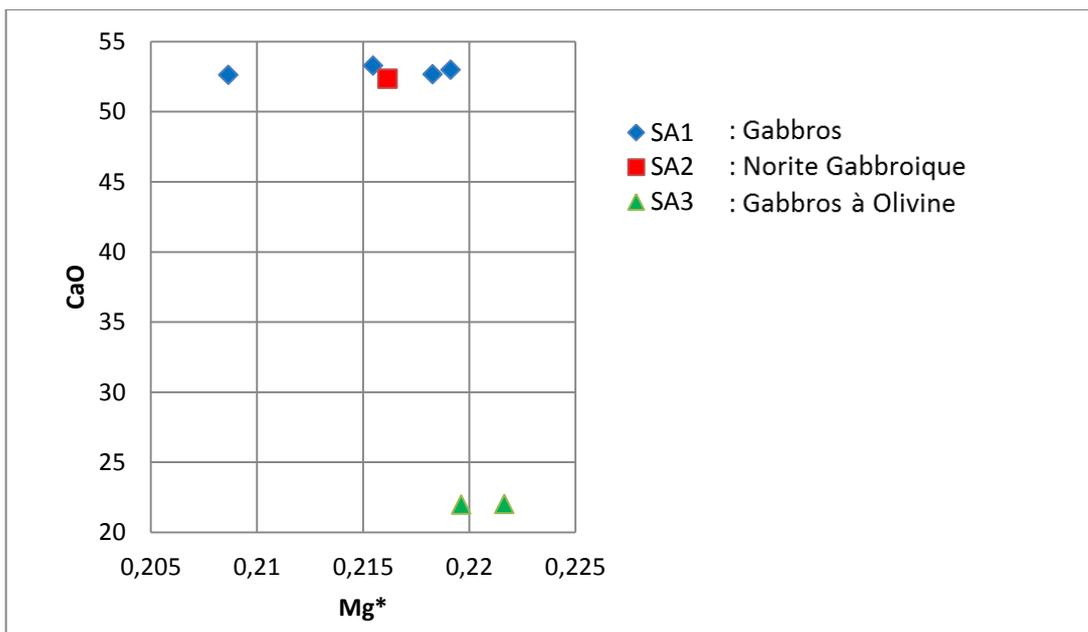
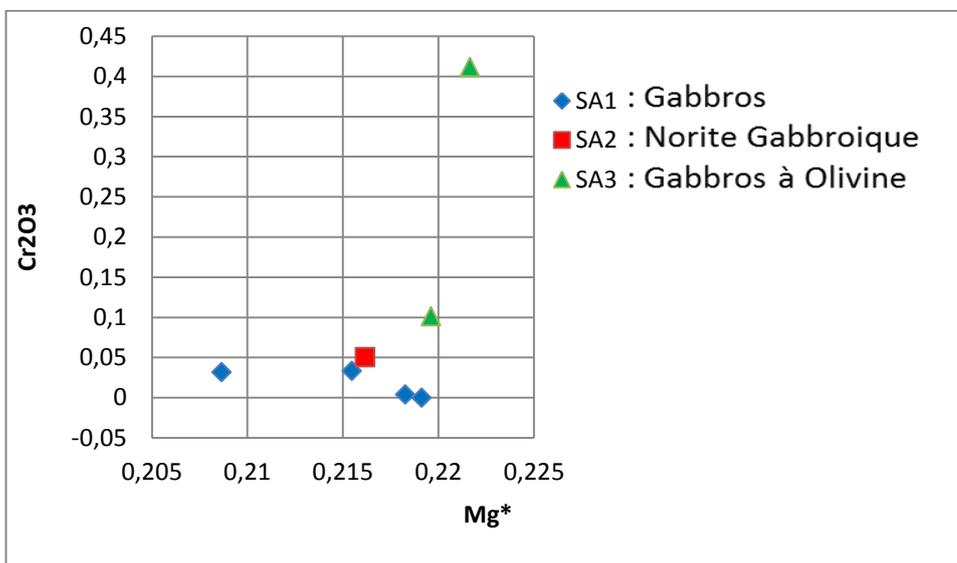
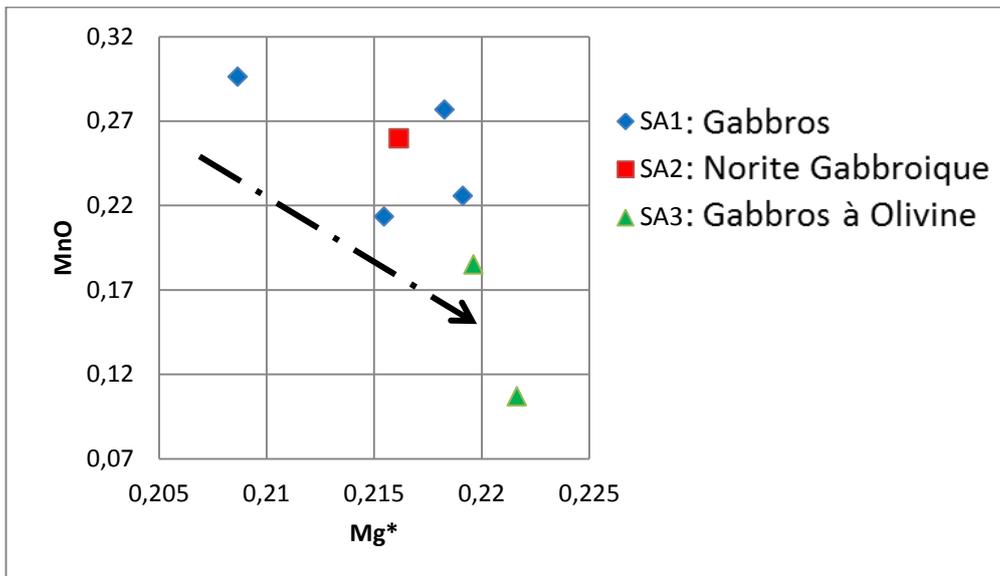
| nom de roche:              | Gabbros       |               |              |              | Norite Gabbrique |              |              |              | Gabbros à Olivine |               |              |               |
|----------------------------|---------------|---------------|--------------|--------------|------------------|--------------|--------------|--------------|-------------------|---------------|--------------|---------------|
| nom de lame mince:         | SA1           |               |              |              | SA2              |              |              |              | SA3               |               | SA4          |               |
| nom du mineral: Pyroxéne   | 79            | 69            | 70           | 72           | 85               | 99           | 106          | 113          | 133               | 155           | 31           | 49            |
| SiO2                       | 52,98         | 52,61         | 52,66        | 53,27        | 54,16            | 53,86        | 52,35        | 54,19        | 52,15             | 52,90         | 54,91        | 56,08         |
| Al2O3                      | 0,55          | 1,14          | 1,03         | 0,71         | 1,09             | 0,79         | 1,21         | 0,69         | 3,02              | 1,76          | 1,14         | 0,82          |
| TiO2                       | 0,07          | 0,32          | 0,24         | 0,15         | 0,46             | 0,41         | 0,35         | 0,43         | 0,35              | 0,59          | 0,37         | 0,02          |
| Fe2O3                      | 1,57          | 1,60          | 1,51         | 1,53         | 2,50             | 2,77         | 1,26         | 2,69         | 0,78              | 0,97          | 1,89         | 1,84          |
| FeO                        | 8,89          | 9,09          | 8,56         | 8,67         | 14,19            | 15,68        | 7,13         | 15,23        | 4,44              | 5,52          | 10,73        | 10,40         |
| MgO                        | 13,50         | 13,71         | 12,93        | 13,50        | 25,06            | 24,17        | 14,17        | 24,95        | 15,57             | 15,45         | 28,27        | 29,60         |
| MnO                        | 0,23          | 0,30          | 0,28         | 0,21         | 0,40             | 0,40         | 0,26         | 0,37         | 0,11              | 0,19          | 0,29         | 0,29          |
| NiO                        | 0,02          | 0,05          | 0,02         | 0,03         | 0,04             | 0,02         | 0,04         | 0,03         | 0,03              | 0,04          | 0,09         | 0,09          |
| Cr2O3                      | 0,00          | 0,03          | 0,00         | 0,03         | 0,05             | 0,03         | 0,05         | 0,00         | 0,41              | 0,10          | 0,11         | 0,03          |
| Na2O                       | 0,34          | 0,34          | 0,34         | 0,30         | 0,04             | 0,03         | 0,41         | 0,03         | 0,42              | 0,53          | 0,03         | 0,00          |
| K2O                        | 0,02          | 0,00          | 0,00         | 0,00         | 0,00             | 0,00         | 0,00         | 0,01         | 0,03              | 0,03          | 0,01         | 0,02          |
| CaO                        | 21,93         | 20,88         | 21,66        | 21,54        | 2,10             | 1,67         | 21,30        | 1,34         | 22,01             | 21,97         | 1,52         | 0,86          |
| <b>Total</b>               | <b>100,09</b> | <b>100,08</b> | <b>99,23</b> | <b>99,95</b> | <b>100,09</b>    | <b>99,84</b> | <b>98,53</b> | <b>99,95</b> | <b>99,32</b>      | <b>100,04</b> | <b>99,37</b> | <b>100,05</b> |
| <b>Nombre d'Oxygène: 6</b> |               |               |              |              |                  |              |              |              |                   |               |              |               |
| Si                         | 1,98          | 1,97          | 1,98         | 1,99         | 1,96             | 1,97         | 1,97         | 1,97         | 1,92              | 1,95          | 1,96         | 1,98          |
| Al                         | 0,02          | 0,05          | 0,05         | 0,03         | 0,05             | 0,03         | 0,05         | 0,03         | 0,13              | 0,08          | 0,05         | 0,03          |
| Ti                         | 0,00          | 0,01          | 0,01         | 0,00         | 0,01             | 0,01         | 0,01         | 0,01         | 0,01              | 0,02          | 0,01         | 0,00          |
| Fe3+                       | 0,04          | 0,05          | 0,04         | 0,04         | 0,07             | 0,08         | 0,04         | 0,07         | 0,02              | 0,03          | 0,05         | 0,05          |
| Fe2+                       | 0,28          | 0,28          | 0,27         | 0,27         | 0,43             | 0,48         | 0,22         | 0,46         | 0,14              | 0,17          | 0,32         | 0,31          |
| Mg                         | 0,75          | 0,76          | 0,73         | 0,75         | 1,35             | 1,32         | 0,80         | 1,35         | 0,86              | 0,85          | 1,51         | 1,56          |
| Mn                         | 0,01          | 0,01          | 0,01         | 0,01         | 0,01             | 0,01         | 0,01         | 0,01         | 0,00              | 0,01          | 0,01         | 0,01          |
| Ni                         | 0,00          | 0,00          | 0,00         | 0,00         | 0,00             | 0,00         | 0,00         | 0,00         | 0,00              | 0,00          | 0,00         | 0,00          |
| Cr                         | 0,00          | 0,00          | 0,00         | 0,00         | 0,00             | 0,00         | 0,00         | 0,00         | 0,01              | 0,00          | 0,00         | 0,00          |
| Na                         | 0,02          | 0,02          | 0,02         | 0,02         | 0,00             | 0,00         | 0,03         | 0,00         | 0,03              | 0,04          | 0,00         | 0,00          |
| K                          | 0,00          | 0,00          | 0,00         | 0,00         | 0,00             | 0,00         | 0,00         | 0,00         | 0,00              | 0,00          | 0,00         | 0,00          |
| Ca                         | 0,88          | 0,84          | 0,87         | 0,86         | 0,08             | 0,07         | 0,86         | 0,05         | 0,87              | 0,87          | 0,06         | 0,03          |
| H2O                        | 0,00          | 0,00          | 0,00         | 0,00         | 0,00             | 0,00         | 0,00         | 0,00         | 0,00              | 0,00          | 0,00         | 0,00          |
| <b>Total</b>               | <b>3,99</b>   | <b>3,99</b>   | <b>3,98</b>  | <b>3,98</b>  | <b>3,97</b>      | <b>3,97</b>  | <b>3,99</b>  | <b>3,97</b>  | <b>4,00</b>       | <b>4,00</b>   | <b>3,98</b>  | <b>3,98</b>   |
| <b>enstatite</b>           | <b>37,91</b>  | <b>38,90</b>  | <b>37,32</b> | <b>38,43</b> | <b>69,48</b>     | <b>67,46</b> | <b>40,73</b> | <b>69,19</b> | <b>44,63</b>      | <b>43,38</b>  | <b>77,37</b> | <b>79,68</b>  |
| <b>Fs</b>                  | <b>16,59</b>  | <b>17,24</b>  | <b>16,50</b> | <b>16,40</b> | <b>26,19</b>     | <b>29,07</b> | <b>13,75</b> | <b>28,03</b> | <b>8,44</b>       | <b>10,37</b>  | <b>19,54</b> | <b>18,65</b>  |
| <b>Wollastonite</b>        | <b>44,80</b>  | <b>43,13</b>  | <b>45,49</b> | <b>44,56</b> | <b>4,19</b>      | <b>3,36</b>  | <b>44,67</b> | <b>2,66</b>  | <b>46,05</b>      | <b>45,16</b>  | <b>2,98</b>  | <b>1,67</b>   |
| <b>Actinolite</b>          | <b>1,24</b>   | <b>1,26</b>   | <b>1,27</b>  | <b>1,10</b>  | <b>0,15</b>      | <b>0,11</b>  | <b>1,53</b>  | <b>0,12</b>  | <b>1,58</b>       | <b>1,92</b>   | <b>0,11</b>  | <b>0,00</b>   |
| <b>TOT</b>                 | <b>99,30</b>  | <b>99,28</b>  | <b>99,31</b> | <b>99,39</b> | <b>99,86</b>     | <b>99,89</b> | <b>99,15</b> | <b>99,88</b> | <b>99,12</b>      | <b>98,91</b>  | <b>99,90</b> | <b>100,0</b>  |
| <b>enstatite</b>           | <b>0,38</b>   | <b>0,39</b>   | <b>0,38</b>  | <b>0,39</b>  | <b>0,70</b>      | <b>0,68</b>  | <b>0,41</b>  | <b>0,69</b>  | <b>0,45</b>       | <b>0,44</b>   | <b>0,77</b>  | <b>0,80</b>   |
| <b>Fs</b>                  | <b>0,17</b>   | <b>0,17</b>   | <b>0,17</b>  | <b>0,17</b>  | <b>0,26</b>      | <b>0,29</b>  | <b>0,14</b>  | <b>0,28</b>  | <b>0,09</b>       | <b>0,10</b>   | <b>0,20</b>  | <b>0,19</b>   |
| <b>Wollastonite</b>        | <b>0,45</b>   | <b>0,43</b>   | <b>0,46</b>  | <b>0,45</b>  | <b>0,04</b>      | <b>0,03</b>  | <b>0,45</b>  | <b>0,03</b>  | <b>0,46</b>       | <b>0,46</b>   | <b>0,03</b>  | <b>0,02</b>   |
| <b>Fe3+</b>                | <b>0,04</b>   | <b>0,05</b>   | <b>0,04</b>  | <b>0,04</b>  | <b>0,07</b>      | <b>0,08</b>  | <b>0,04</b>  | <b>0,07</b>  | <b>0,02</b>       | <b>0,03</b>   | <b>0,05</b>  | <b>0,05</b>   |
| <b>Fe2+</b>                | <b>0,28</b>   | <b>0,28</b>   | <b>0,27</b>  | <b>0,27</b>  | <b>0,43</b>      | <b>0,48</b>  | <b>0,22</b>  | <b>0,46</b>  | <b>0,14</b>       | <b>0,17</b>   | <b>0,32</b>  | <b>0,31</b>   |
| <b>Fe</b>                  | <b>0,32</b>   | <b>0,33</b>   | <b>0,31</b>  | <b>0,31</b>  | <b>0,50</b>      | <b>0,56</b>  | <b>0,26</b>  | <b>0,54</b>  | <b>0,16</b>       | <b>0,20</b>   | <b>0,37</b>  | <b>0,36</b>   |
| <b>Mg</b>                  | <b>0,75</b>   | <b>0,76</b>   | <b>0,73</b>  | <b>0,75</b>  | <b>1,35</b>      | <b>1,32</b>  | <b>0,80</b>  | <b>1,35</b>  | <b>0,86</b>       | <b>0,85</b>   | <b>1,51</b>  | <b>1,56</b>   |
| <b>Fe+Mg</b>               | <b>1,07</b>   | <b>1,09</b>   | <b>1,04</b>  | <b>1,06</b>  | <b>1,85</b>      | <b>1,87</b>  | <b>1,06</b>  | <b>1,89</b>  | <b>1,02</b>       | <b>1,05</b>   | <b>1,88</b>  | <b>1,92</b>   |
| <b>mg*</b>                 | <b>0,70</b>   | <b>0,70</b>   | <b>0,70</b>  | <b>0,71</b>  | <b>0,73</b>      | <b>0,70</b>  | <b>0,75</b>  | <b>0,72</b>  | <b>0,84</b>       | <b>0,81</b>   | <b>0,80</b>  | <b>0,81</b>   |

**Tableau 04 :** Composition chimique des clinopyroxènes

| nom de roche:                  | Gabbros     |             |             |             | Norite Gabbrique |             |             |             | Gabbros à Olivine |             |             |             |
|--------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|------------------|-------------|-------------|-------------|-------------------|-------------|-------------|-------------|
| nom de lame mince:             | SA1         |             |             |             | SA2              |             |             |             | SA3               |             | SA4         |             |
| nom du mineral: Cpx            | 79          | 69          | 70          | 72          | 85               | 99          | 106         | 113         | 133               | 155         | 31          | 49          |
| SiO <sub>2</sub>               | 52,98       | 52,61       | 52,66       | 53,27       | 54,16            | 53,86       | 52,35       | 54,19       | 52,15             | 52,90       | 54,91       | 56,08       |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 0,55        | 1,14        | 1,03        | 0,71        | 1,09             | 0,79        | 1,21        | 0,69        | 3,02              | 1,76        | 1,14        | 0,82        |
| TiO <sub>2</sub>               | 0,07        | 0,32        | 0,24        | 0,15        | 0,46             | 0,41        | 0,35        | 0,43        | 0,35              | 0,59        | 0,37        | 0,02        |
| Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 1,57        | 1,60        | 1,51        | 1,53        | 2,50             | 2,77        | 1,26        | 2,69        | 0,78              | 0,97        | 1,89        | 1,84        |
| FeO                            | 8,89        | 9,09        | 8,56        | 8,67        | 14,19            | 15,68       | 7,13        | 15,23       | 4,44              | 5,52        | 10,73       | 10,40       |
| MgO                            | 13,50       | 13,71       | 12,93       | 13,50       | 25,06            | 24,17       | 14,17       | 24,95       | 15,57             | 15,45       | 28,27       | 29,60       |
| MnO                            | 0,23        | 0,30        | 0,28        | 0,21        | 0,40             | 0,40        | 0,26        | 0,37        | 0,11              | 0,19        | 0,29        | 0,29        |
| NiO                            | 0,02        | 0,05        | 0,02        | 0,03        | 0,04             | 0,02        | 0,04        | 0,03        | 0,03              | 0,04        | 0,09        | 0,09        |
| Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 0,00        | 0,03        | 0,00        | 0,03        | 0,05             | 0,03        | 0,05        | 0,00        | 0,41              | 0,10        | 0,11        | 0,03        |
| Na <sub>2</sub> O              | 0,34        | 0,34        | 0,34        | 0,30        | 0,04             | 0,03        | 0,41        | 0,03        | 0,42              | 0,53        | 0,03        | 0,00        |
| K <sub>2</sub> O               | 0,02        | 0,00        | 0,00        | 0,00        | 0,00             | 0,00        | 0,00        | 0,01        | 0,03              | 0,03        | 0,01        | 0,02        |
| CaO                            | 21,93       | 20,88       | 21,66       | 21,54       | 2,10             | 1,67        | 21,30       | 1,34        | 22,01             | 21,97       | 1,52        | 0,86        |
| <b>Total</b>                   | 100,09      | 100,08      | 99,23       | 99,95       | 100,09           | 99,84       | 98,53       | 99,95       | 99,32             | 100,04      | 99,37       | 100,05      |
| <b>mg*</b>                     | <b>0,22</b> | <b>0,21</b> | <b>0,22</b> | <b>0,22</b> | <b>0,02</b>      | <b>0,02</b> | <b>0,22</b> | <b>0,01</b> | <b>0,22</b>       | <b>0,22</b> | <b>0,02</b> | <b>0,01</b> |





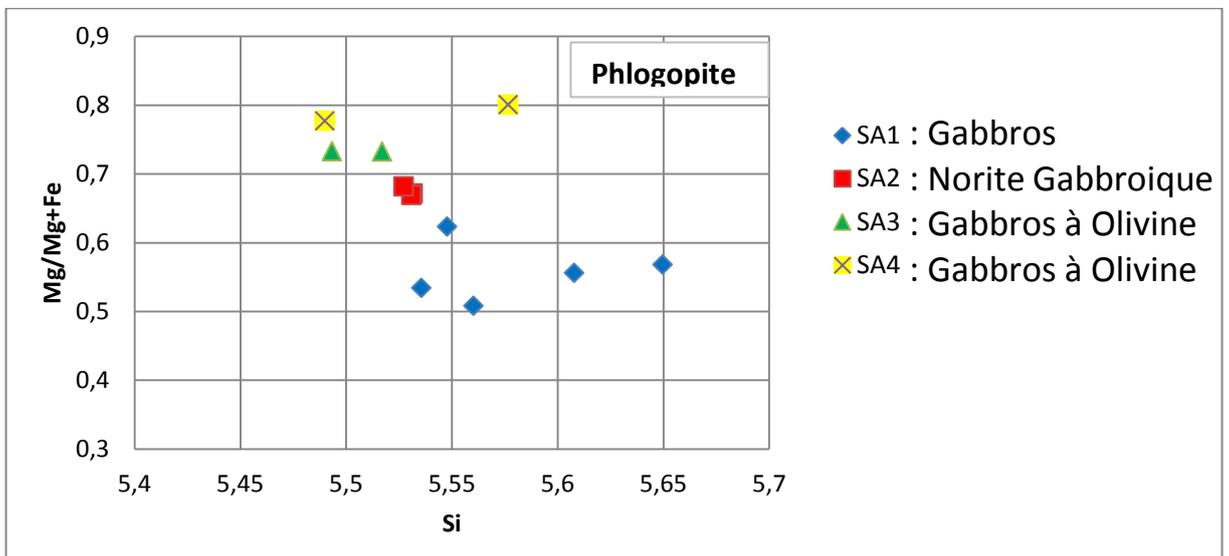


**Figure 12:** Diagramme des éléments majeurs versus  $mg^*$  des clinopyroxènes

### Les micas noirs :

Deux variétés de micas noirs se répartissent entre les différents faciès gabbroïques étudiés d'un côté nous avons la phlogopite qui est abondante dans les gabbros à olivines très magnésiennes, elle est souvent interstitielle. Cette tendance magnésienne est soulignée dans le diagramme Mg/Mg+Fe versus Si (**fig.13**), de l'autre côté, nous avons la biotite qui est magnésienne voire à la limite phlogopite dans les norites gabbroïques, et biotite relativement moins magnésienne dans les gabbros.

On notera aussi la disposition des points de projection dans le diagramme Mg/Mg+Fe en fonction de Si pour chaque faciès qui montre une suite évolutive. (Voir tableau 05)



**Figure 13:** Diagramme Mg/Mg+Fe versus Si

**Tableau 05 :** Composition chimique est formule structural des biotites

| nom de roche:               | Gabbros      |              |              |              |              | Norite Gabbrique |              |              |              | Gabbros à Olivine |              |              |              |              |
|-----------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|------------------|--------------|--------------|--------------|-------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| nom de lame mince:          | SA1          |              |              |              |              | SA2              |              |              |              | SA3               |              |              | SA4          |              |
| nom du mineral: Biotite     | 57           | 59           | 75           | 77           | 77           | 83               | 102          | 103          | 109          | 130               | 131          | 147          | 43           | 44           |
| SiO2                        | 37,27        | 36,58        | 36,60        | 37,65        | 37,65        | 37,07            | 37,69        | 37,40        | 37,08        | 37,14             | 37,73        | 37,67        | 1,06         | 38,42        |
| Al2O3                       | 13,25        | 13,20        | 13,66        | 13,46        | 13,46        | 13,65            | 13,97        | 14,16        | 13,69        | 14,30             | 14,37        | 14,52        | 0,28         | 15,00        |
| TiO2                        | 4,61         | 5,15         | 4,92         | 4,31         | 4,31         | 5,41             | 5,89         | 5,67         | 5,81         | 5,93              | 5,72         | 5,36         | 0,04         | 3,34         |
| Fe2O3                       | 2,74         | 2,96         | 2,84         | 2,65         | 2,65         | 2,25             | 2,09         | 2,07         | 2,06         | 1,79              | 1,65         | 1,55         | 13,56        | 1,28         |
| FeO                         | 15,53        | 16,76        | 16,11        | 15,02        | 15,02        | 12,77            | 11,85        | 11,72        | 11,65        | 10,14             | 9,36         | 8,78         | 76,85        | 7,27         |
| MgO                         | 12,63        | 11,25        | 11,99        | 12,85        | 12,85        | 13,74            | 14,66        | 14,65        | 14,54        | 15,69             | 16,66        | 17,32        | 0,57         | 19,65        |
| MnO                         | 0,05         | 0,08         | 0,08         | 0,08         | 0,08         | 0,06             | 0,01         | 0,09         | 0,06         | 0,07              | 0,05         | 0,06         | 0,04         | 0,05         |
| NiO                         | 0,04         | 0,03         | 0,05         | 0,01         | 0,01         | 0,13             | 0,14         | 0,19         | 0,15         | 0,12              | 0,15         | 0,10         | 0,17         | 0,20         |
| Cr2O3                       | 0,15         | 0,10         | 0,12         | 0,06         | 0,06         | 0,43             | 0,37         | 0,35         | 0,34         | 0,45              | 0,22         | 0,61         | 0,00         | 0,35         |
| Na2O                        | 0,15         | 0,12         | 0,16         | 0,08         | 0,08         | 0,09             | 0,09         | 0,11         | 0,12         | 0,11              | 0,18         | 0,26         | 0,00         | 0,61         |
| K2O                         | 9,39         | 9,39         | 8,93         | 9,57         | 9,57         | 9,61             | 9,59         | 9,55         | 9,75         | 10,17             | 9,91         | 9,61         | 0,00         | 9,24         |
| CaO                         | 0,05         | 0,06         | 0,03         | 0,00         | 0,00         | 0,00             | 0,03         | 0,04         | 0,00         | 0,05              | 0,17         | 0,01         | 0,00         | 0,05         |
| <b>Total</b>                | <b>95,84</b> | <b>95,67</b> | <b>95,52</b> | <b>95,74</b> | <b>95,74</b> | <b>95,22</b>     | <b>96,38</b> | <b>96,00</b> | <b>95,22</b> | <b>95,95</b>      | <b>96,17</b> | <b>95,86</b> | <b>92,58</b> | <b>95,46</b> |
| <b>Nombre d'Oxygène: 22</b> |              |              |              |              |              |                  |              |              |              |                   |              |              |              |              |
| Si                          | 5,61         | 5,56         | 5,54         | 5,65         | 5,65         | 5,55             | 5,53         | 5,51         | 5,52         | 5,46              | 5,49         | 5,48         | 0,28         | 5,55         |
| Al                          | 2,35         | 2,36         | 2,44         | 2,38         | 2,38         | 2,41             | 2,42         | 2,46         | 2,40         | 2,48              | 2,47         | 2,49         | 0,09         | 2,55         |
| Ti                          | 0,52         | 0,59         | 0,56         | 0,49         | 0,49         | 0,61             | 0,65         | 0,63         | 0,65         | 0,66              | 0,63         | 0,59         | 0,01         | 0,36         |
| Fe3+                        | 0,31         | 0,34         | 0,32         | 0,30         | 0,30         | 0,25             | 0,23         | 0,23         | 0,23         | 0,20              | 0,18         | 0,17         | 2,70         | 0,14         |
| Fe2+                        | 1,95         | 2,13         | 2,04         | 1,88         | 1,88         | 1,60             | 1,45         | 1,45         | 1,45         | 1,25              | 1,14         | 1,07         | 16,98        | 0,88         |
| Mg                          | 2,83         | 2,55         | 2,70         | 2,87         | 2,87         | 3,07             | 3,21         | 3,22         | 3,23         | 3,44              | 3,62         | 3,76         | 0,23         | 4,23         |
| Mn                          | 0,01         | 0,01         | 0,01         | 0,01         | 0,01         | 0,01             | 0,00         | 0,01         | 0,01         | 0,01              | 0,01         | 0,01         | 0,01         | 0,01         |
| Ni                          | 0,00         | 0,00         | 0,01         | 0,00         | 0,00         | 0,02             | 0,02         | 0,02         | 0,02         | 0,01              | 0,02         | 0,01         | 0,04         | 0,02         |
| Cr                          | 0,02         | 0,01         | 0,01         | 0,01         | 0,01         | 0,05             | 0,04         | 0,04         | 0,04         | 0,05              | 0,03         | 0,07         | 0,00         | 0,04         |
| Na                          | 0,04         | 0,04         | 0,05         | 0,02         | 0,02         | 0,03             | 0,03         | 0,03         | 0,03         | 0,03              | 0,05         | 0,07         | 0,00         | 0,17         |
| K                           | 1,80         | 1,82         | 1,72         | 1,83         | 1,83         | 1,83             | 1,80         | 1,80         | 1,85         | 1,91              | 1,84         | 1,78         | 0,00         | 1,70         |
| Ca                          | 0,01         | 0,01         | 0,01         | 0,00         | 0,00         | 0,00             | 0,00         | 0,01         | 0,00         | 0,01              | 0,03         | 0,00         | 0,00         | 0,01         |
| H2O                         | 0,00         | 0,00         | 0,00         | 0,00         | 0,00         | 0,00             | 0,00         | 0,00         | 0,00         | 0,00              | 0,00         | 0,00         | 0,00         | 0,00         |
| <b>Total</b>                | <b>15,45</b> | <b>15,42</b> | <b>15,40</b> | <b>15,45</b> | <b>15,45</b> | <b>15,42</b>     | <b>15,38</b> | <b>15,41</b> | <b>15,43</b> | <b>15,49</b>      | <b>15,49</b> | <b>15,50</b> | <b>20,32</b> | <b>15,66</b> |
| Fe                          | 2,26         | 2,47         | 2,36         | 2,18         | 2,18         | 1,85             | 1,69         | 1,67         | 1,68         | 1,44              | 1,32         | 1,24         | 19,67        | 1,02         |
| Mg+Fe                       | 5,10         | 5,02         | 5,06         | 5,06         | 5,06         | 4,92             | 4,89         | 4,89         | 4,91         | 4,88              | 4,94         | 4,99         | 19,90        | 5,25         |
| Mg/Mg+Fe                    | 0,56         | 0,51         | 0,53         | 0,57         | 0,57         | 0,62             | 0,66         | 0,66         | 0,66         | 0,70              | 0,73         | 0,75         | 0,01         | 0,81         |

## Les oxydes opaques :

Quelques analyses on put être réalisé par microsonde électronique sur les oxydes opaques nous ont permis de déterminer leurs natures.

Dans les gabbros à olivine les on note la présence de la magnétite avec FeO qui atteint les 64%, ainsi que dans les norites gabbroïques où FeO atteint les 65,5%.

Dans les gabbros, c'est l'ilménite qui fait son apparition avec des teneurs à 40% de FeO 48 à 50% de TiO<sub>2</sub>. (Voir tableau 06).

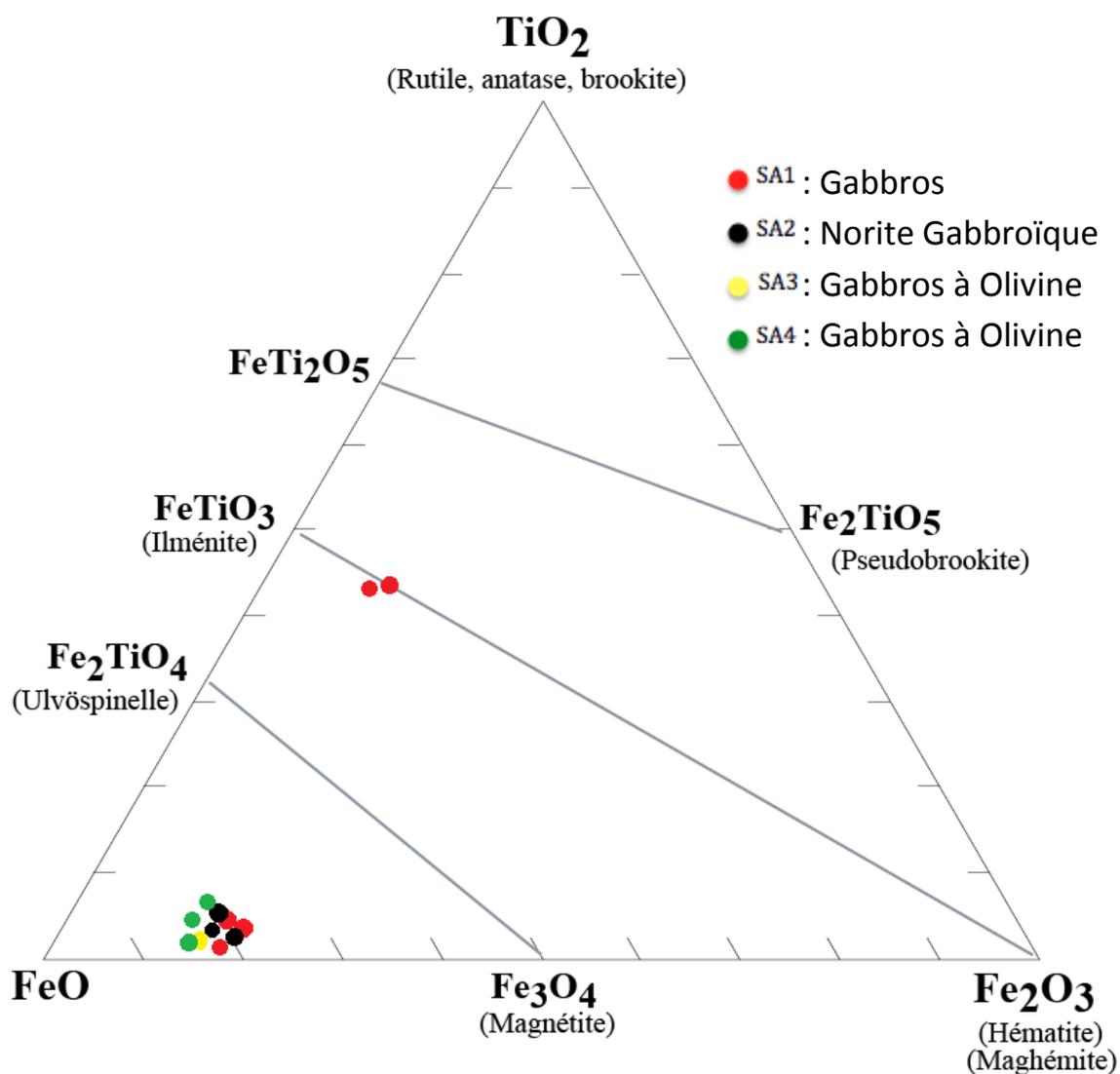


Figure 14: Diagramme des minéraux opaques

**Tableau 06 :** Composition chimique des opaques

| nom de roche:                  | Gabbros au sens strict |       |       |       |       | Norite Gabbrique |       |       | Gabbros à Olivine |       |       |       |
|--------------------------------|------------------------|-------|-------|-------|-------|------------------|-------|-------|-------------------|-------|-------|-------|
| nom de lame mince:             | SA1                    |       |       |       |       | SA2              |       |       | SA3               | SA4   |       |       |
| nom du mineral: Opaque         | 56                     | 60    | 61    | 66    | 76    | 87               | 88    | 89    | 144               | 9     | 13    | 16    |
| SiO <sub>2</sub>               | 0,01                   | 0,00  | 0,08  | 0,06  | 0,04  | 0,97             | 0,05  | 0,93  | 0,00              | 0,09  | 0,00  | 0,00  |
| Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 0,01                   | 0,04  | 0,44  | 0,51  | 1,20  | 1,94             | 1,12  | 2,16  | 2,45              | 3,89  | 2,97  | 4,77  |
| TiO <sub>2</sub>               | 50,21                  | 48,87 | 0,80  | 1,51  | 1,82  | 7,85             | 2,62  | 3,08  | 5,74              | 1,76  | 2,13  | 2,03  |
| Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 6,93                   | 7,05  | 13,17 | 12,60 | 12,85 | 11,27            | 11,56 | 12,03 | 11,23             | 10,95 | 11,27 | 10,50 |
| FeO                            | 39,24                  | 39,95 | 74,62 | 71,39 | 72,82 | 63,84            | 65,51 | 68,17 | 63,66             | 62,05 | 63,87 | 59,51 |
| MgO                            | 0,00                   | 0,02  | 0,05  | 0,03  | 0,04  | 0,09             | 0,01  | 0,01  | 0,72              | 1,02  | 0,77  | 1,02  |
| MnO                            | 2,70                   | 2,73  | 0,02  | 0,00  | 0,13  | 0,42             | 0,83  | 0,26  | 0,34              | 0,34  | 0,44  | 0,41  |
| NiO                            | 0,00                   | 0,00  | 0,04  | 0,08  | 0,02  | 0,13             | 0,19  | 0,25  | 0,22              | 0,31  | 0,30  | 0,25  |
| Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | 0,00                   | 0,11  | 1,52  | 2,34  | 1,81  | 3,63             | 10,57 | 3,20  | 9,35              | 12,31 | 10,71 | 14,65 |
| Na <sub>2</sub> O              | 0,00                   | 0,01  | 0,00  | 0,00  | 0,01  | 0,04             | 0,07  | 0,03  | 0,00              | 0,06  | 0,00  | 0,02  |
| K <sub>2</sub> O               | 0,00                   | 0,04  | 0,00  | 0,01  | 0,00  | 0,00             | 0,01  | 0,00  | 0,03              | 0,00  | 0,01  | 0,01  |
| CaO                            | 0,02                   | 0,03  | 0,01  | 0,07  | 0,00  | 1,27             | 0,03  | 0,96  | 0,00              | 0,02  | 0,01  | 0,05  |
| <b>Total</b>                   | 99,11                  | 98,86 | 90,75 | 88,60 | 90,74 | 91,46            | 92,56 | 91,08 | 93,73             | 92,79 | 92,48 | 93,23 |

### 3. Conclusion

L'étude minéralogiques des différents faciès gabbroïques de la structure annulaire d'Anna nous a éclairé sur la nature des paragenèses minérales observés ; ainsi, les plagioclases, présents dans tous les faciès, sont de deux génération différentes ; la première étant calcique (An70) correspond à la phase cumulus et la seconde génération qui est intermédiaire voir plus sodique (An40) sont des plagioclases interstitiels, donc cela confirme le processus de cristallisation fractionnée.

L'olivine est très magnésienne type Forstérite. Présentant souvent des couronnes réactionnelles formées de pyroxènes.

La cohabitation des clinopyroxènes avec les orthopyroxènes sont observée uniquement dans les norites gabbroïques du SA2. Les analyses minéralogiques montrent que la wollastonite est dominante dans les gabbros à olivine (SA4).

Les pyroxènes présents dans les gabbros à olivine sont des wollastonite, cela associés à la présence de couronne réactionnel autour des olivines nous a permis de dire que les gabbros à olivine ont subi un léger métamorphisme.

Les orthopyroxènes relativement peu abondantes, ils sont de type enstatite (En79.68-69.27; Fs 28.07-18.55 ; Wo2.67-1.67).

Les micas noirs sont de type phlogopite dans les gabbros à olivine et de type biotite riche en magnésium dans les norites gabbroïques, et biotite moins magnésienne dans les gabbros.

Les oxydes opaques sont de type magnétite dans les gabbros à olivine et dans les norites gabbroïques et de type ilménite dans les gabbros.

D'une façon globale, les paragenèses minérales formants les différents faciès gabbroïques de la structure annulaire d'Anna sont de composition très basique qui évolue vers des compositions plus intermédiaires voir différenciés avec le passage depuis les gabbros à olivine en profondeur vers les gabbros à la surface en passant par les norite gabbroïques.

L'olivine disparaît laissant place au pyroxène ensuite la biotite qui évolue depuis les termes les plus magnésien type phlogopite jusqu'aux biotites moins magnésienne des gabbros, la vue d'ensemble du comportement des minéraux nous conduit à dire que non- seulement il y'a eu cristallisation fractionnée des une même chambre magmatique mais en plus il s'agit probablement d'une série magmatique qu'il faut confirmer dans le détail avec des analyses géochimiques plus pousser de roche total.

# **Chapitre 4 :**

# **Conclusion**

# **générale**

## Conclusion

La mise en place de la structure annulaire d'Anna est analogue à celle de la structure annulaire de Bled m'dena. Les deux structures sont le résultat d'une phase distensive post collisionnel engendré par la collision de l'ensemble des terrains des unités tectoniques du Yetti-Eglab.

D'un point de vue structural, la structure annulaire d'Anna est située à l'intersection de deux failles secondaires orientées NW-SE et NNW-SSE (EREM 1983 ; Allek. 2005), ces failles correspondent à la combinaison d'un décrochement dextre et d'extension crustale qui semble être responsable de la mise en place de la structure annulaire d'Anna, l'ensemble est le résultat de la convergence obliques entre le domaine Yetti et le domaine Eglab (In Kahoui et al.2008).

L'étude pétrographique de la structure annulaire d'Anna est réalisée à partir des éléments prélevés dans un sondage qui traverse sur sa plus grande partie des faciès gabbroïques, sur une épaisseur de 300 m.

La structure est composée de trois faciès qui évoluent des gabbros à olivines aux gabbros en passant par les norites gabbroïques. L'ensemble est traversé par des filons de microdiorite et de diorite quartzique.

L'étude minéralogiques des différents faciès gabbroïques nous a éclairé sur la nature des paragenèses minérales observés ; ainsi, les plagioclases, présents dans tous les faciès, sont de deux génération différentes ; la première étant calcique (An70) correspond à la phase cumulus et la seconde génération qui est intermédiaire voir plus sodique (An40). C'est des plagioclases interstitiels.

L'olivine est très magnésienne type Forstérite, présentant souvent des couronnes réactionnelles formées de pyroxènes.

La cohabitation des clinopyroxènes avec les orthopyroxènes est observée uniquement dans les norites gabbroïques du SA2. Les analyses minéralogiques montrent que la wallastonite est dominante dans les gabbros à olivine (SA4).

Les orthopyroxènes relativement peu abondantes, ils sont de type enstatite (En<sub>79.68-69.27</sub>; Fs<sub>28.07-18.55</sub>; Wo<sub>2.67-1.67</sub>).

Les micas noirs sont de type phlogopite dans les gabbros à olivine et de type biotite riche en magnésium dans les norites gabbroïques, et biotite moins magnésienne dans les gabbros.

Les oxydes opaques sont de type magnétite dans les gabbros à olivine et dans les norites gabbroïques et de type ilménite dans les gabbros.

D'une façon globale, les paragenèses minérales formants les différents faciès gabbroïques de la structure annulaire d'Anna sont de composition très basique qui évolue vers des compositions plus intermédiaires voir différenciés avec le passage depuis les gabbros à olivine en profondeur vers les gabbros à la surface en passant par les norite gabbroïques.

L'olivine disparaît laissant place au pyroxène ensuite la biotite qui évolue depuis les termes les plus magnésien type phlogopite jusqu'aux biotites moins magnésienne des gabbros, la vue d'ensemble du comportement des minéraux nous conduit à dire que non- seulement il y'a eu cristallisation fractionnée dans une même chambre magmatique mais en plus il s'agit probablement d'une série magmatique qu'il faut étudier dans le détail avec des analyses géochimiques plus pousser de roche total.

# **Chapitre 5 :**

## **Références**

### **Bibliographique**

## Références Bibliographique

- **ANTAR Antar, BRIK Yahya (2014)**; Etude du cratère d'impact météoritique d'Ouarkziz (Flanc nord du bassin de Tindouf, Sud-Ouest Algérien); Mémoire de master; ed, université d'Oran 2 ; p47.
- **BEKHADA F (2014)** Etude pétrographie des faciès magmatique de la structure annulaire d'Anna (Eglab, dorsale Réguibat orientale, SW algérien).
- **BEKHEDDA Fatima, BENASLA Nawel (2013)**; Etude géochimie des roches magmatiques de la structure annulaire d'Anna (Eglab, dorsale Réguibat orientale, SW Algérien) ; mémoire d'Ingeniorat ; ed université d'Oran 2 ; p51.
- **BENDJELLOUL-ALLAMI Fatima Zohra(2008)** ; les alteration hydrothermale liées aus roches magmatiques Exemples : la region des Eglab (dorsale Reguibat, SW Algerien) ; mémoire d'Ingeniorat ; ed université d'Oran 2 ; p85.
- **BENDJELLOUL-ALLAMI Fatima Zohra, (2016)** ; mémoire de magister : 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), ed université d'Oran 2 ; p99.
- **BESSELES Bernard. (1977)**. Géologie de l'Afrique : le craton ouest Africain. BRGM, n°88, 402 Bull.Dir.Fed. et soc.A.O.F.n°17, p308
- **Bouzara Ibrahim, (2015)** Mémoire de master, thème: Pétrographie des faciès magmatiques de la structure annulaire d'Anna (Eglab, dorsale Réguibat orientale, SW Algérien) ; p 60
- **Buffière J.M., Fahy J.C. et Petey J. (1966)**. Sur l'ensemble Yetti-Eglab et sur la couverture infratillitique en territoire algérien. C.R. Acad. Sci. Paris, n° 262, pp. 1513-1516.
- **Buffière J.M., Fahy J.C. et Petey J. (1967)**. Les formations volcaniques du massif des Eglab (Sahara occidentale), C.R.Acad.Sc.Paris, t. 264? p. 197-199
- **Buffière, J.-M., Fahy, J.-C., Petey J., 1965**. Etude géologique de la partie orientale de la dorsale Reguibat. Région des Eglab et secteur nord du Yetti. Rapport inédit SERMI, 230 pp.
- **Caby R. (1965)**. Les formations Précambriennes de l'extrémité Orientale de l'axe Yetti-Eglab; Bull. de la Société Géologique de France, 7, VII, 341-352
- **Didi OULD MOCTAR, (2009)**, MÉMOIRE de MASTER : Etude pétro-métallographique de la minéralisation polymétallique de la ceinture de roches vertes

archéenne d'Aouéouat (Tasiast, nord de la Mauritanie), UNIVERSITE SIDI MOHAMED BEN ABDELLAH, Faculté des Sciences Dhar El Mahraz-Fès B.P. 1796 Fès -Atlas (Maroc), Département des Sciences de la Terre,

- **DILEM Mourad (2010)** ; Étude petrographique de quelque granitoïdes au nord de Tinguich (Eglab, SW.Algerien) ; mémoire d'Ingeniorat ; ed université d'Oran 2 ; p37.
- **Fabre J. (1976)**. Introduction à la géologie du Sahara algérien. La couverture phanérozoïque. Editions SNED,Alger.
- **Fabre J. Caby R. Girod M. et Moussine-Pouchkine A. (1984)**, Introduction à la Géologie du Sahara algérien et des régions voisines. I- la couverture Paleozoïque, ed : SNED,Alger, 420p.
- **HAMIDI Hamza, BRACHDA Naziha (2013)** ; Contribution à l'étude pétrographique et géochimique des roches magmatiques de l'Ouest Eglab, SW algérien ; mémoire d'Ingeniorat ; ed université d'Oran 2 ; p45.
- **HASSENE Daouadji Houari (2007)** ; Contribution à l'étude géologique et pétrographique des roches magmatiques et leurs altérations à proximité de l'indice d'Or "Caroline" (Massif Eglab, sud-ouest Algérien) ; mémoire d'Ingéniorat ; ed université d'Oran 2 ; p100.
- **KARED Ratiba, HADDAD Kahina (2014)** ; Etude petrographique et géochimique des roches magmatiques de la region de Guelb El Hadid (Eglab, Dorsale Reguibat, Sahara Sud-Ouest Algerien) ; Mémoire de master ; ed université d'Oran 2 ; p88.
- **Karim Allek a,\* , Mohamed Hamoudi b, (2007)** Journal of African Earth Sciences 50 (2008) 67–78, Regional-scale aeromagnetic survey of the south-west of Algeria: A tool for area selection for diamond exploration (a Office National de Recherche Géologique et Minière (ORGM), Direction Géoservices, Cité Ibn Khaldoun, B.P. 102, Boumerdes 3500, Algeria ; b Laboratoire de Géophysique, Faculté des Sciences de la Terre, USTHB, B.P. 32, El Alia, 16111 Dar el Beida, Alger, Algeria),pp 67-78
- **LAAHMER Mohamed Chakib (2008)** ; Analyses patiale de la distribution des altérations hydrothermales de la structure circulaire de Bled M'Dena, Eglab, SW Algerien ; mémoire d'Ingeniorat ; ed université d'Oran 2 ; p77.
- **Lameyre J. et Sabaté P. (1975)**. Recherche sur la partie orientale de la dorsale Réguibat. Recherches géologiques en Afrique. Editions du CNRS (GR02)
- **Lameyre J. et Sabaté P. (1975)**. Recherche sur la partie orientale de la dorsale Réguibat. Recherches géologiques en Afrique. Editions du CNRS (GR02)

- **Lassere M., Lameyre J. et Buffière J.M. (1970).** Données géochronologiques sur l'axe précambrien Yetti-Eglab en Algérie et en Mauritanie du Nord. Bull. BRGM. 2ème série, IV, 2, pp. 5-13.
- **Lebas J.M., Le Maître R.W., Streckeisen A., et Zanettin B., (1986),** A chemical classification of volcanic rocks based on the total alkali-silica diagram. J. Petrol., 56, pp. 745-750
- Mary.G, Présentation géologique, Université du Maine.
- **MECHELOUF Djamel (2009) ;** Petrographie des granitoides de Chegga de la region de Bled M'Dena (Eglab,SW Algerien) ; Mémoire d'Ingeniorat ; ed université d'Oran 2 ; p63.
- **Menchikoff A. (1930).** Recherches géologiques et morphologiques dans le Nord du Sahara occidental. Rev. Géogr. Phys. Géol. Dynam., III, n°2.
- **MENCHKOFF A. (1949).** Quelques traits de l'histoire géologique du Sahara occidentale. Annales, Hébert et Haug, 7, livre Jubilé, Ch. Jacob.303-325.
- **MOCTAR Didi OULD, (2009) ;** MÉMOIRE DE MASTER : Etude pétro-métallographique de la minéralisation polymétallique de la ceinture de roches vertes archéenne d'Aouéouat (Tasiast, nord de la Mauritanie) ; ed : UNIVERSITE SIDI MOHAMED BEN ABDELLAH Faculté des Sciences Dhar El Mahraz-Fès B.P. 1796 Fès -Atlas (Maroc) Département des Sciences de la Terre ; p 60
- **MOHAMMEDI Chafia, KADDOURI Souheyr (2013) ;** Géochimie des granitoides au précambirien : massifs des Eglab et du Burkina Faso ; mémoire d'Ingénieur ; ed université d'Oran 2 ; p45.
- **Pearce J.A. et Cann J.R. (1973).** Tectonic setting of basin volcanic rocks determined using trace élément analyses, Earth and Planetary Science Letters, Volume 19, pp. 290-300
- **Pearce J.A., Harris N.B.W. and Tindle A.G., (1984).** Trace element discrimination diagrams for the tectonic interpretation of the granitic rocks, Journal of Petrology, vol. 25 pp.956-983
- **Peucat Jean-Jacques, Capdevilla Ramon, Drareni Amar, Mahdjoub Yamina et Kahoui Mohamed, (2005).** The Eglab massif in the West African Craton (Algeria), an original segment of the Eburnean orogenic belt : petrology, geochemistry and geochronology. Precamb.Res., 136, pp.309-352.
- **Potrel Alain, (1994),** Thèse de doctorat : Evolution tectono-métamorphique d'un segment de croûte continentale archéenne. Exemple de l'Amsaga (R.I. Mauritanie), dorsale Réguibat. Ed. De Géosciences Rennes, 359p.

- **Rocci G. (1955).** Formations métamorphiques granitiques de la partie occidentale du pays de Reguibat (Mauritanie du Nord). Thèse Univ. De Nancy
- **Rocci G. (1959).** L'existence d'un complexe des granitique intermédiaires et sa position dans l'ensemble des granitisations de l'ouest africain. C.R.Acad.Sc.paris t. 248, n°25, pp.3588-3590
- **SAADI Soumia, YETTOU Mahdjouba (2014) ;** Petrographie des faciées magmatiques du nord de Tinguight Bled M'Dena (Eglab, Dorsale Reguibat, SW Algérien) ; Mémoire de master ; ed université d'Oran 2 ; p48.
- **SABATE et LAMEYRE.J(1971).** La jointure Yetti-Eglab dans la dorsale Réguibat. Sixième Coll. Interna. Géol. AFR. Leicester.
- **SABATE P(1973).** La jointure Yetti-Eglab dans la dorsale précambrienne de pays Réguibat (Sahara occidental algérien).C.R. Acad. SCI, Paris (D), 276, pp.2237-2240.
- **Sabaté P. (1972).** Structure de la série du Yetti (Sahara occidental algérien). C. R. Acad. Sci. Paris, 275, (D), pp. 2591-2593.
- **Sabaté P. (1973).** La jointure Yetti-Eglab dans la dorsale précambrienne du pays Réguibat (Sahara occidental algérien). C. R. Acad. Sci. Paris, (D), 276, pp. 2237-2240.
- **Sabaté P. (1978).** Données géochimiques et radiométriques sur les volcanites calco-alcalines précambriennes de l'Eglab (Sahara occidentale algérienne). Esquisse de leur évolution géotectonique. Bull. Soc. Géol. France, n°1, pp. 81-90.
- **SABATE P., LASSERE M. et LAMEYRE.J(1977),** Rb-Sr ages of some Precambrian formation of the Eastern Réguibat Dorsale : existence of a metamorphic belt during the Eglab orogeny. IXème Colloque de Géologie Africaine, Gottingen, résumé p.90.
- **SABATE P., LOMAX K. (1975),** Données stratigraphiques et paléomagnétiques de la région Yetti-Eglab (Sahara occidental algérien). Bull.B.R.G.M.Fr., section II, n°4, pp.293-311.
- **SABATE, (1979) ;** Les volcanites Eglab : données radiométriques de la dernière expression magmatique calco-alcaline du cycle orogénique Eglab (Sahara occidentale), Revue de géologie dynamique et géographie physique vol.21, fasc.5.P.326-329, Paris.
- **SADAOUI Ishak, (2015),** memoire de master : La cartographie géologique de la structure annulaire d'Anna (Eglab, dorsale Réguibat orientale, Sud-Ouest algérien), ed université d'Oran 2 ; p69.
- **SAFI Belkacem, DAHAMNI Nabila (2012) ;** Etude Pétrographique des faciès Dioritiques des deux régions septentrionale et méridionale de Bled M'Dena (Eglab, dorsale Réguibat, SW algérien) ; mémoire d'Ingeniorat ; ed université d'Oran 2 ; p56.

- **SEDDIKI Abdelmadjid (2011)** ; inventaire petrologie et geochemie du cortège de roches magmatiques (terrestre et extra-terrestres) retrouvées dans les regin de Chegga et d'Afttout (Eglabs, Dorasale Reguibat, Sahara du sud-ouest Algerien); thèse de Doctorat ; ed université d'Oran 2 ; p191.
- **Sekkal A. (1972)**. Introduction à l'étude de quelques granitoïdes de la région Yetti-Eglab (Sahara occidental algérien). D.E.A., Univ. Oran, 75p.
- **Streckeisen A. (1976)**. To each plutonic rock its proper name. Earth sc. Rev. 12, pp.1-33.
- **Tabeliouna M., Cottin J, Y. et Kolli O. (2003)**. Les roches ultrabasiques des Eglab (dorsale Réguibat, SW Algérie). 3rd intern. Conf. on Geology of Africa, Assiout (Egypt).
- **Tabeliouna M., Cottin J, Y., Kolli O., Zerka M. et Bendoukha R. (2003)**. Le cortège magmatique de la structure circulaire de Bled M'Dena (Eglab, dorsale Réguibat, SW algérien). Journées d'étude sur la géologie algérienne, Univ.Oran, résumé p.36.
- **Tabeliouna M., Kolli O., J.Y. Cottin, et Zerka M. (2008)** ; Les clinopyroxénites et les gabbros d'une structure annulaire (sud de Gara Djebilet, Eglab, Eglab, Dorsale Reguibat, Sud-ouest algérien), Bulletin du Service Géologique National, Vol.19, n°3, pp. 245-265.
- **Tabeliouna M., Kolli O., Zerka M. et Bendoukha R. (2004)**. The geochemistry of the Bled M'Dena circulair structure volcanites, Eglab (SW Algeria). 6th Intern. Conf. On Geochemistry, Alexandria, Univ, abstract p. 145.
- **Tabeliouna Mohammed a,\* , Cottin Jean-Yves b, Bowden Peter b, Renac Christophe c, (2015)** ; Article in : JOURNAL OF AFRICAN EARTH SCIENCES, Petrogenesis of the Post-Collisional Bled M'Dena Volcanic Ring Complex in Reguibat Rise (Western Eglab Shield, Algeria) ;( a Laboratoire de Géoresources Environnement et Risques Naturels, F.S.T.U, département des Sciences de la Terre, BP 1015, Université d'Oran 2, Algeria ; b Laboratoire de Géologie, Université Jean Monnet, 23, rue du Paul Michelon, 42023 Saint Etienne, France; c UMR GEOAZUR, Parc Valrose, Université de Nice Sophia-Antipolis, 06108 Nice, France) ; p 15
- **TABELIOUNA Mohammed, (2009)**, thèse de doctorat thème : Pétrologie et géochimie des roches magmatiques de la structure annulaire de bled m'dena, (Eglab occidental, Dorsale Reguibat, SW Algerien), ed, univ-d'Oran, p190.