



Département des Sciences de la Terre
Laboratoire Géo-Ressources
Unité associée au CNRST (URAC 42)

Université Cadi Ayyad
Faculté des Sciences et Techniques
Département des Sciences de la Terre

MEMOIRE DE FIN D'ETUDE
LICENCE En SCIENCES ET TECHNIQUES
Géologie Appliquée aux Ressources Minières

Intitulé :

**CARACTERISATION PETROGRAPHIQUE ET
GEOCHIMIQUE ET CONTEXTE GEODYNAMIQUE
DE MISE EN PLACE DES GRANITOIDES DE
ZEKKARA, TARIEST ET BENI-SNASSENE,
MAROC ORIENTAL**

Réalisé par : **EL_HAYYANY MOHAMED & EL AZZAOUY YOUSSEF**

Encadré par :

Mme A.REDDAD: Faculté des Sciences et Techniques - Marrakech

Soutenu : Le 23 /06/2015

Devant le jury composé de :

Mr A.SAIDI : Faculté des Sciences et Techniques - Marrakech

Mme A .REDDAD : Faculté des Sciences et Techniques – Marrakech

2014-2015

REMERCIEMENT

Avant tout remerciement, louange à Dieu.

Il est parfois difficile de manifester nos satisfactions, nos gratitudee et nos reconnaissances envers les gens qui nous ont aidés à atteindre notre objectif.

Nous tenons à présenter notre chaleureux remerciement à notre enseignante et encadrante Madame A.REDDAD qui nous a fait l'honneur de nous guider pour la réalisation de ce mémoire.

Par ailleurs, nos vifs et sincères remerciements s'adressent également à Monsieur A.SAIDI notre enseignant et le responsable de la filière LST GARM pour son aide et ses recommandations.

Nous adressons nos chaleureux remerciements à tous les autres professeurs de département de géologie à la faculté des sciences et techniques qui nous ont aidés pendant la période de stage.

En fin, un remerciement spécial à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à l'achèvement de ce modeste travail.

Liste des abréviations

Pl : Plagioclase

Qz : Quartz

Am : Amphibole

Bio : Biotite

Cpx : Clinopyroxène

Or : Orthose

Op : Opaque

Liste des figures

Figure 1. Les granitoïdes hercyniens marocains dans leur cadre structural.	p. 9
Figure 2. Carte des boutonnières du Maroc oriental et situation des granitoïdes étudiés.	p. 8
Figure 3.1. Carte de faciès du massif de Tarilest.	p. 10
Figure 3.2. Aspect microscopique de la diorite quartzique.	p. 11
Figure 3.3. Aspect microscopique de la granodiorite.	p. 12
Figure 3.4. Aspect microscopique de l'enclave microdioritique.	p.14
Figure 3.5. Position des faciès du massif de Tarilest dans le diagramme de Strekeisen (1976).	p. 14
Figure 4.1. Carte de faciès du massif de Zekkara.	p. 15
Figure 4.2. Aspect microscopique de la diorite quartzique.	p. 16.
Figure 4.3. Aspect microscopique de la tonalite.	p. 17
Figure 4.4. Aspect microscopique de la granodiorite.	p.18.
Figure 4.5. Aspect microscopique de l'enclave microdioritique	p. 19
Figure 4.6. Position des faciès du massif de Zekkara dans le diagramme de Strekeisen (1976).	p. 19
Figure 5.1. Carte de faciès du massif de Beni-Snassene	p. 20
Figure 5.2. Aspect microscopique de la granodiorite	p. 21
Figure 5.3. Aspect microscopique du leucogranite.	p. 22
Figure 5.4. Aspect microscopique de l'enclave tonalitique.	p. 23
Figure 5.5. Position des faciès du massif de Beni-Snassène dans le diagramme de Strekeisen (1976)	p. 23
Figure 6.1. Diagrammes de type Harker pour les éléments majeurs du massif de Tarilest.	p. 25
Figure 6.2. alcalin-silice de Kuno (1968).	p. 26
Figure 6.3. Position des faciès de Tarilest dans le diagramme AFM de Kuno (1968).	p. 26
Figure 6.4. Spectres de terres rares des faciès de Tarilest.	p. 27
Figure 7.1. Diagrammes de type Harker pour les éléments majeurs du massif de Zekkara.	p. 28-29
Figure 7.2. Position des faciès de Zekkara dans le diagramme alcalin-silice de Kuno (1968).	p. 30
Figure 7.3. Position des faciès de Zekkara dans le diagramme AFM de Kuno (1968).	p. 30

Figure 7.4. Spectres de terres rares des faciès de Zekkara.	p. 31
Figure 7.5. Spectre de terres rares de l'enclave tonalitique.	p. 32
Figure 8.1. Diagrammes de type Harker pour les éléments majeurs du massif de Beni-Snassène.	p. 33
Figure 8.2. Position des faciès de Beni-Snassène dans le diagramme alcali-silice de Kuno (1968).	p. 34
Figure 8.3. Position des faciès de Beni-Snassène dans le diagramme AFM de Kuno (1968).	p. 34
Figure 8.4. Spectres de terres rares des granodiorites de Beni-Snassène.	p. 35
Figure 8.5. Spectre de terres rares des enclaves microtonalitiques.	p. 36
Figure 9.1. Position des faciès de Tarilest dans les diagrammes géotectoniques (A) et (B) de Pearce et al.,(1984).	p.37
Figure 9.2. Position des faciès de Tarilest dans le diagramme Y/15-La/10-Nb/8 de Cabanis et Lecolle (1990).	p. 38
Figure 10.1. Position des faciès de Zekkara dans les diagrammes géotectoniques (A) et (B) de Pearce et al.,(1984).	p. 38-39
Figure 10.2. Position des faciès de Zekkara dans le diagramme Y/15-La/10-Nb/8 de Cabanis et Lecolle (1990).	p.39
Figure 11.1. Position des faciès de Beni-Snassène dans les diagrammes géotectoniques (A) et (B) de Pearce et al.,(1984).	p. 40
Figure 11.2. Position des faciès de Beni-Snassène dans le diagramme Rb/100 - Y/44 - Nb/16 de Thieblemont et Cabanis (1990).	p. 41
Figure.12: schéma d'évolution de la chaîne hercynienne depuis 370 à 270 Ma d'après Lagarde, 1987)	p. 42
Figure13. Schéma géodynamique de la mise en place de série volcanique et hypovolcanique dévonienne (Karbouch,1983)	p. 43
Figure 14. Modèle de genèse et de mise en place des granitoïdes de la Meseta orientale.	p. 44

Sommaire

1. INTRODUCTION.....	7
2. ETUDE PETROGRAPHIQUE.....	10
2.1. Le massif de Tarilest.....	10
2.1.1. Caractères pétrographiques des faciès.....	10
2.1.2. Caractères pétrographiques des enclaves microdioritiques.....	13
2.2. Le massif de Zekkara.....	15
2.2.1. Caractères pétrographiques des faciès.....	15
2.2.2. Caractères pétrographiques des enclaves microdioritiques	18
2.3. Le massif de Beni-Snassène.....	20
2.3.1. Caractères pétrographiques des faciès.....	20
2.3.2. Caractères pétrographiques des enclaves tonalitiques.....	22
3. ETUDE GEOCHIMIQUE.....	24
3.1. Le massif de Tarilest.....	24
3.2. Le massif de Zekkara.....	28
3.3. Le massif de Beni-Snassène.....	32
4. CONTEXTE GEODYNAMIQUE.....	36
4.1. Le massif de Tarilest.....	36
4.2. Le massif de Zekkara.....	38
4.3. Le massif de Beni-Snassène.....	40
4.4. Cadre géodynamique probable des granitoïdes étudiés dans la chaîne hercynienne du Maroc.....	41
4.4.1. le modèle de Lagarde (1987) pour l'interprétation de la chaîne hercynienne du Maroc.....	41
4.4.2. Le modèle géodynamique proposé de Kharbouch (1983) pour l'interprétation de la chaîne hercynienne du Maroc.....	42
4.4.3. Le modèle pétrogénétique proposé par Reddad (2009) , pour l'interprétation du cadre géodynamique probable des granitoïdes étudiés	43
5. CONCLUSION.....	45

1. INTRODUCTION

La Meseta orientale du Maroc renferme un ensemble de petits massifs granitoïdiques hercyniens dispersés depuis Taza jusqu'à Oujda, sur une superficie d'environ 200 Km² (Fig.1), parmi ceux-ci les massifs de Zekkara, Tarilest et Beni-snassène. Comme la plupart des granitoïdes de la Meseta orientale, ces massifs ont fait l'objet de quelques études portant sur la pétrographie, la géochimie et la géochronologie.

Notre sujet bibliographique est consacré à l'étude des trois massifs plutoniques de la partie Nord de la Meseta orientale (Zekkara, Tarilest et Beni-Snassène).

Ce travail est basé sur une étude microscopique de trente deux lames minces dont nous disposons de leurs analyses modales et des analyses chimiques des principaux faciès : éléments majeurs, éléments en traces et terres rares , ainsi que de leurs normes C.I.P.W.

L'objectif de notre travail consiste à :

- Une caractérisation pétrographique.
- Une caractérisation géochimique (majeurs, traces et terres rares) des différents faciès distingués et des roches associés (enclave).
- La recherche des relations génétiques éventuelles qui peuvent exister entre les différents faciès d'un même massif ainsi que leurs contextes géodynamiques de mise en place.

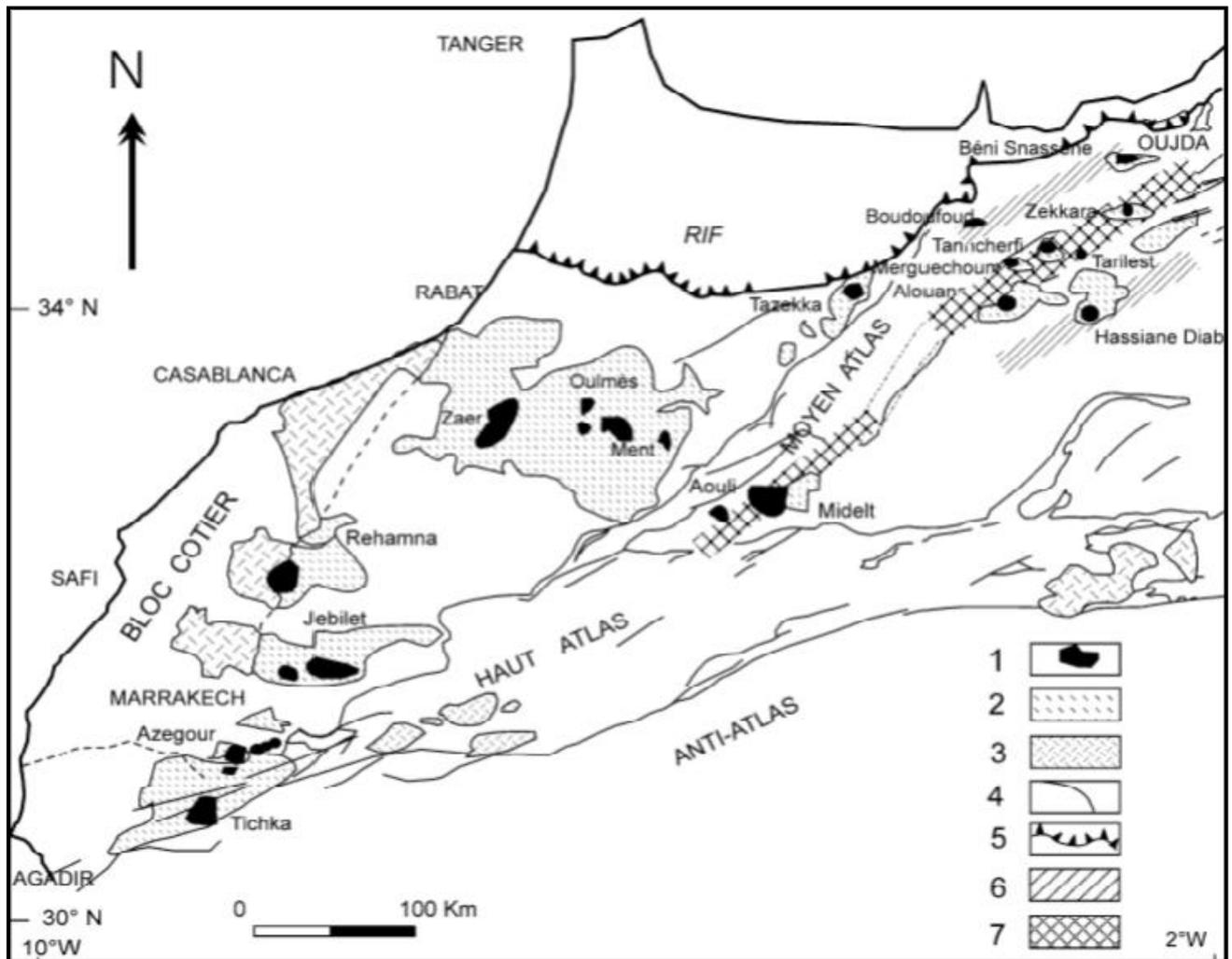


Figure 1. Les granitoïdes hercyniens marocains dans leur cadre structural.(d'après PIQUE et al., 1983, modifié) 1 : Granitoïdes ; 2 : terrains paléozoïques à plissements namuro-westphaliens et localement à nappes syn à tardi-sédimentaires ; 3 : Paléozoïque peu déformé ; 4 : accidents majeurs ; 5 : front de charriage

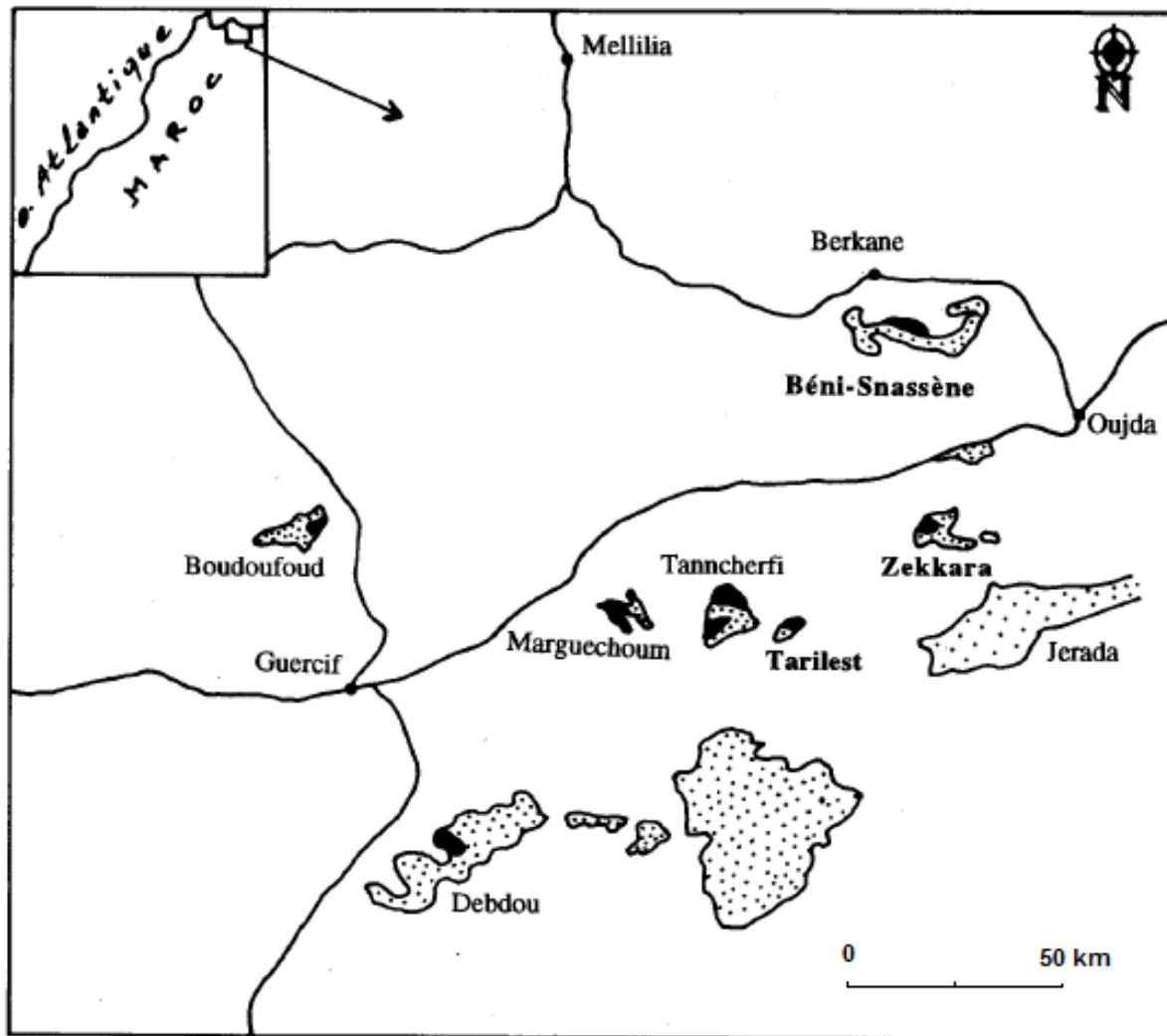
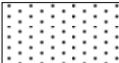


Figure 2. Carte des boutonnières du Maroc oriental et situation des granitoïdes étudiés (modifiés, Hoepffner, 1987)

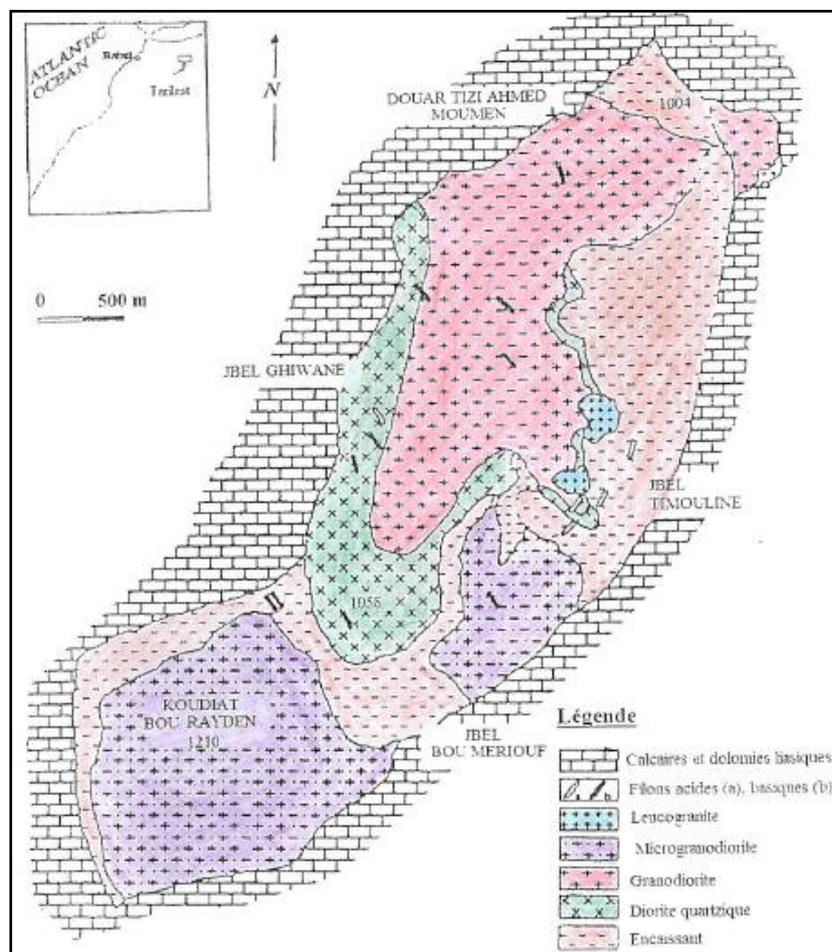
-  Terrains paléozoïques
-  Terrains post paléozoïques
-  Massifs de granitoïdes

2. ETUDE PETROGRAPHIQUE

Dans le but d'identifier les différents faciès des massifs étudiés et les enclaves qui leurs sont associées, nous avons réalisé les diagrammes Q.A.P (Strekeisen 1976) en se basant sur les analyses modales, ainsi qu'une étude microscopique des lames minces.

2.1. Le massif de Tarilest

Le pluton granitique hercynien de Tarilest est situé à une trentaine de kilomètres au sud du village d'El Ayoun, où il affleure sur une surface de 8Km². Son âge est daté à 328±19 Ma (RAFI, 1988 ; MRINI et al., 1992), et il est intrusif dans un encaissant épimétamorphique qui est constitué par des formations silto-gréseuses et des niveaux quartziques auxquels peuvent s'ajouter parfois des calcaires (EL HADI et al., 2002).



2.1.1. Caractères pétrographiques des faciès

Dans ce pluton, nous avons mis en évidence trois principaux faciès pétrographiques et qui sont : la diorite quartzique, la granodiorite et le leucogranite.

La diorite quartzique

Il s'agit d'une roche magmatique plutonique à texture grenue. Il se compose d'une paragenèse primaire constituée de plagioclase, clinopyroxène, hornblende verte, biotite, quartz et orthose.

- Le plagioclase (50 à 58%) correspond à l'andésine (An 35 à 40). Il existe sous forme de phénocristaux xénomorphes et parfois automorphes. Les cristaux de plagioclase montrent souvent une zonation oscillatoire bien nette, avec des macles polysynthétiques. Le plagioclase est souvent transformé en séricite ou à l'épidote, à cause de l'altération hydrothermale.
- Le quartz (11 à 19%) est généralement xénomorphe. Il est interstitiel et inclut parfois tous les autres minéraux.
- Le clinopyroxène (14 à 17%) est légèrement teinté en vert, et il apparaît sous forme de cristaux automorphes souvent maclés carlsbad, et parfois en cristaux allongés.
- La biotite (2 à 11%) est teintée en brun, et se présente sous forme de lamelles subautomorphes souvent chloritisées.
- L'amphibole (moins de 5%) correspond à l'hornblende verte. Elle est automorphe à subautomorphe, maclée et souvent chloritisée.
- Le feldspath potassique est de type orthose. Elle est assez rare, xénomorphe, interstitiel et parfois maclé carlsbad. Elle montre souvent une association avec le quartz.
- Les minéraux opaques sont présents dans la roche

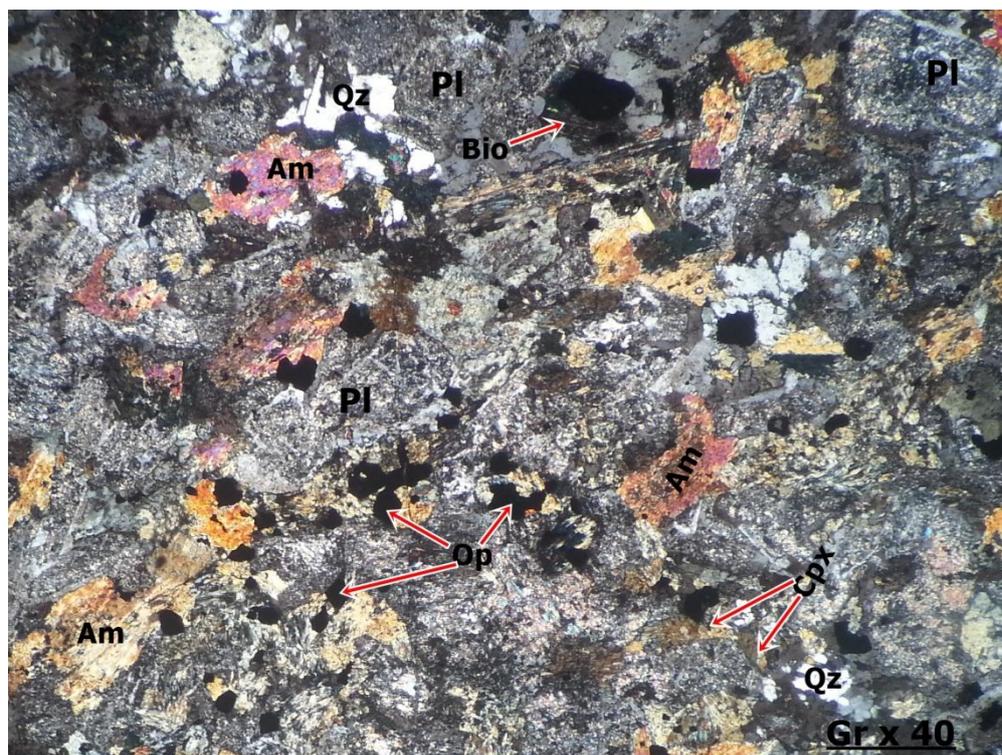


Figure 3.2. Aspect microscopique de la diorite quartzique.

La granodiorite

Microscopiquement, la roche montre une texture grenue. Elle est formée d'une paragenèse primaire qui contient le plagioclase, quartz, amphibole, orthose, biotite et minéraux opaques.

- Le plagioclase (37 à 47%) est abondant dans la roche. Il est de type andésine (An 30 à 35) et se présente en minéraux subautomorphes à automorphes, zonés et maclés polysynthétiques. Il est affecté par une forte séricitisation et inclut parfois la biotite et l'hornblende verte.
- Le quartz (21 à 27%) est généralement subautomorphe. Il est interstitiel et englobe des inclusions de plagioclase, biotite, hornblende verte et orthose.
- Le feldspath potassique (12 à 19%) correspond à l'orthose généralement perthétique. Il est xénomorphe, interstitiel, maclé carlsbad et renferme des inclusions de plagioclase, biotite et amphibole.
- L'amphibole (10 à 18%) est une hornblende verte présentée généralement en cristaux allongés maclés carlsbad et parfois polysynthétiques. Elle se transforme souvent par altération en chlorite et biotite.
- La biotite occupe moins de 8% du volume de la roche et se présente sous forme de lamelles automorphes à subautomorphes qui sont souvent chloritisées.

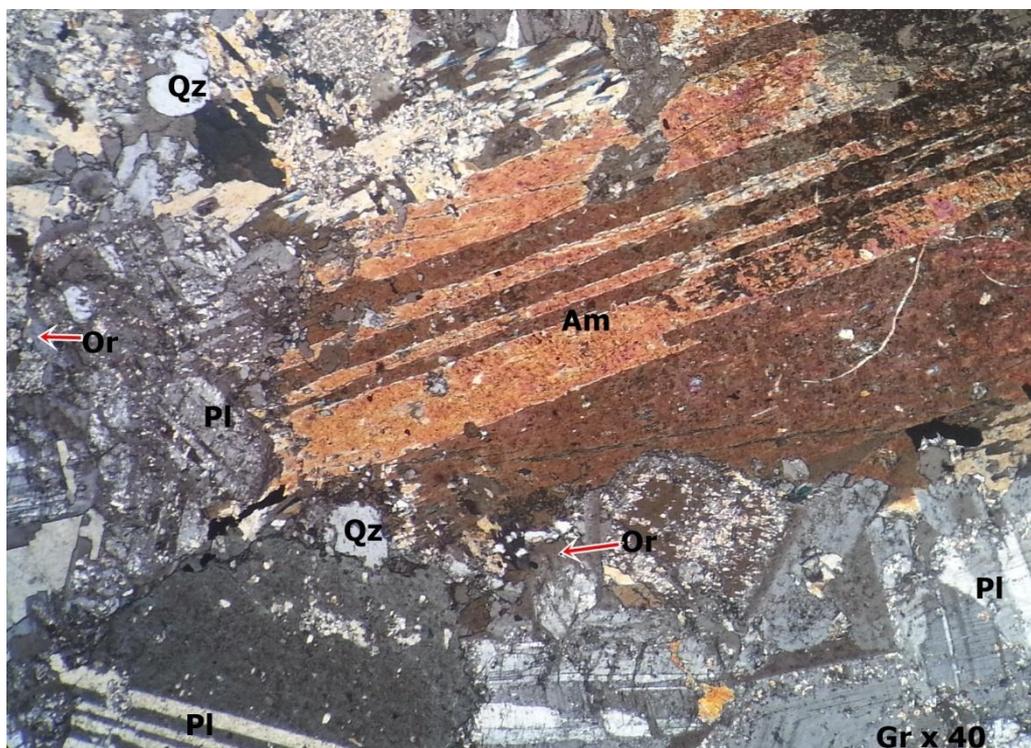


Figure 3.3. Aspect microscopique de la granodiorite

Le leucogranite

Il s'agit d'un granite leucocrate à texture grenue. Il est composé d'une paragenèse minérale composée de quartz, biotite, orthose, plagioclase, muscovite, grenat, tourmaline.

- Le quartz (33 à 43%) est assez abondant et se présente en cristaux subautomorphes à xénomorphes interstitiels.
- L'orthose (31 à 43%) montre des formes similaires à celles des quartzs et occupe l'espace interstitiel de la roche.
- Le plagioclase (11 à 19 %) est de type oligoclase (An20 à 24). Il est automorphe, maclé polysynthétique, séricitisé et se présente soit sous forme d'inclusions au sein des quartzs et orthose, soit en cristaux de grandes tailles.
- La biotite (moins de 5%) est rencontrée sous forme des paillettes subautomorphes. Elle est assez rare et montre une transformation partielle en chlorite.
- La muscovite (moins de 6%) a une forme en paillettes automorphes ou plus souvent en rosette. Elle est soit isolée dans les espaces interstitiels ou en inclusions dans l'orthose et le quartz.
- Le grenat (1 à 4%) est globuleux, et s'associe à la biotite au quartz et la muscovite.

2.1.2. Caractères pétrographiques des enclaves microdioritiques

Le massif de Tarilest englobe un ensemble d'enclaves magmatiques. Ils sont des roches plutoniques microgrenues sombres qui sont : des microdiorites.

La microdiorite :

Il s'agit d'une roche plutonique microgrenue. La paragenèse minérale est composée de plagioclase, hornblende verte, quartz et biotite.

- Le plagioclase (56 à 65%) est de type andésine (An35 à 40) occupe un volume assez important dans la roche. Il est subautomorphe, maclé polysynthétique et très séricitisé.
- L'amphibole (22%) correspond à l'hornblende verte. Elle se présente en cristaux subautomorphes, généralement altérés en chlorite.
- La biotite (3 à 12%) est assez rare. Elle est affectée par une chloritisation et s'apparait sous forme de paillettes automorphes à subautomorphes.
- Le quartz est très rare voire nul. Il est interstitiel avec une forme généralement globuleuse.
- L'orthose est quasi-absente. Il est subautomorphe à xénomorphe, séricitisé, et associé aux globules de quartz.



Figure 3.4. Aspect microscopique de l'enclave microdioritique

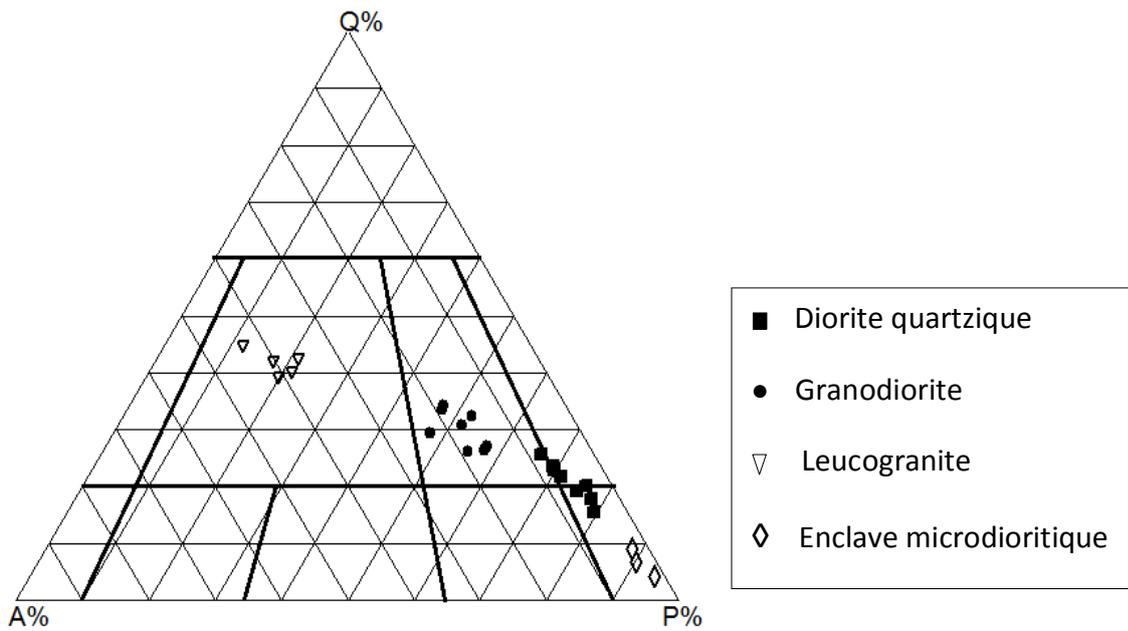


Figure 3.5. Position des faciès du massif de Tarilest dans le diagramme de Streckeisen (1976).

2.2. Le massif de Zekkara

Le massif de Zekkara affleure sur une superficie d'environ 20 Km² à une trentaine de kilomètres au Sud-ouest de la ville d'Oujda. Il est composé d'un éventail de faciès granitiques ; diorites quartziques, tonalites et granodiorites. Ces corps granitiques sont intrusifs dans un encaissant grésopélitique épimétamorphique, d'âge ordovico-silurien (VALAIN, 1979), qui est daté à 287±8 Ma (RAFI, 1988 ; MRINI et al., 1992).

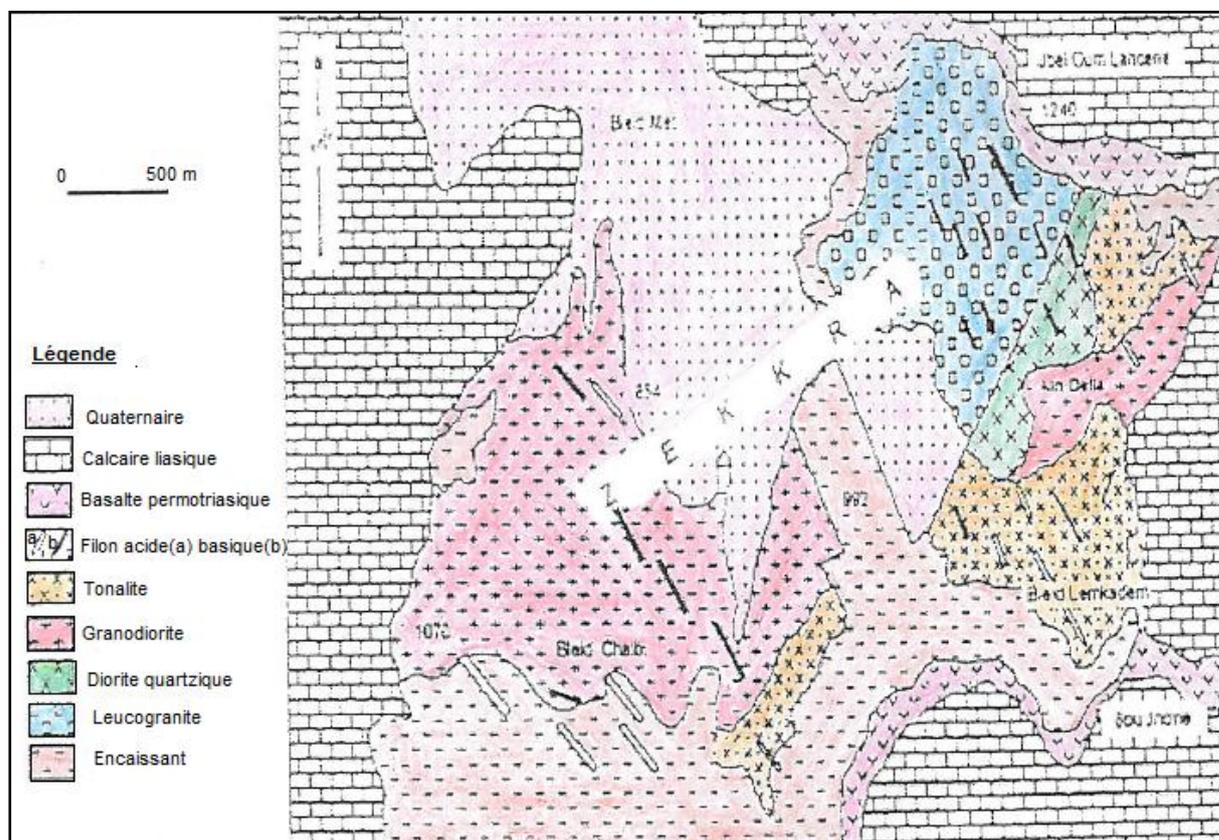


Figure 4.1. Carte de faciès du massif de Zekkara (d'après REDDAD, 1993)

2.2.1. Caractères pétrographiques des faciès

Le massif de Zekkara renferme trois types des faciès qui sont la diorite quartzique, la tonalite et la granodiorite.

La diorite quartzique :

Il s'agit d'une roche ignée grenue. Elle est composée du plagioclase, quartz, hornblende verte, biotite et orthose.

- Le plagioclase (52 à 63%) est de type andésine (An 35 à 40). Il est subautomorphe à xénomorphe, zoné, maclé polysynthétique et très séricitisé.

- L'hornblende (12 à 20 %) est teintée en vert. Elle est subautomorphe à inclusions de plagioclases, maclée carlsbad et s'altère partiellement en chlorite.
- La biotite (7 à 12 %) se présente sous forme des lamelles subautomorphes à automorphes. Elle est souvent chloritisée et renferme des inclusions de plagioclase et de quartz.
- Le quartz (11 à 19 %) est généralement xénomorphe, interstitiel et trouvé souvent associé à l'orthose.
- L'orthose est assez rare. Il est interstitiel et se présente en cristaux xénomorphes.

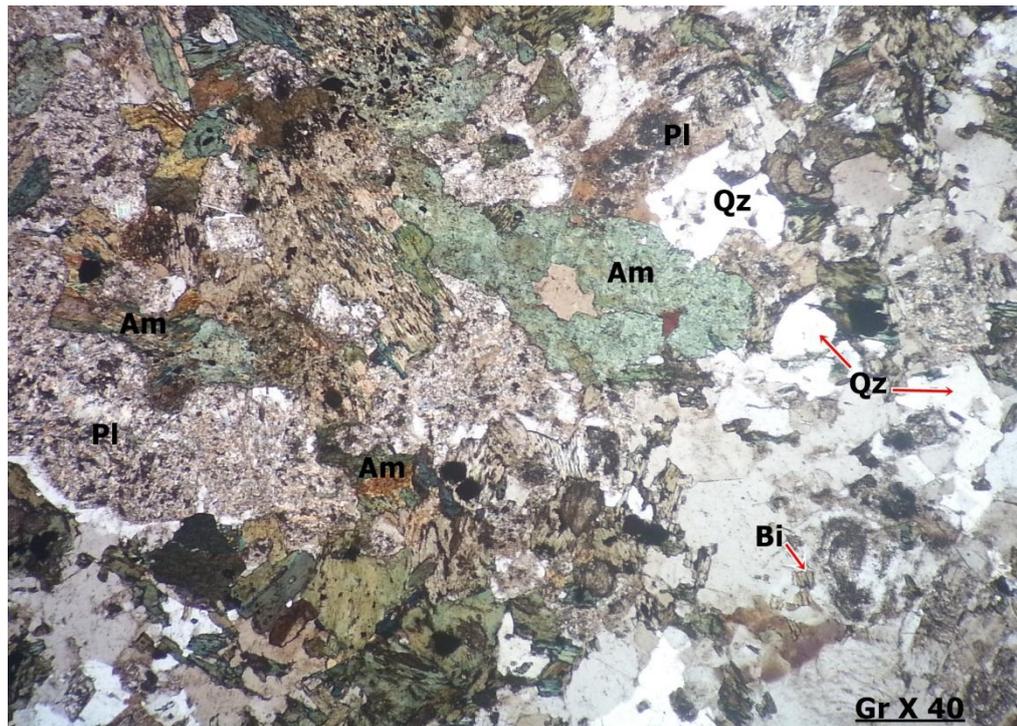


Figure 4.2. Aspect microscopique de la diorite quartzique

La tonalite :

La roche montre une texture grenue porphyroïde, elle est constituée de plagioclase, quartz, amphibole, biotite, le feldspath potassique et des minéraux opaques.

- Les plagioclases (46 à 52%) sont de type andésine (An 35). Ils sont automorphes et souvent maclés polysynthétiques. Leur altération s'effectue essentiellement en séricite.
- Le quartz (20%) se présente sous forme de cristaux subautomorphes, soit isolés ou groupés en plages polycristallines de plusieurs individus.
- L'amphibole (18%) correspond à l'hornblende verte. Elle est souvent chloritisée et montre des macles de carlsbad et parfois polysynthétiques.
- Les biotites sont rares (8%) et se présentent sous forme des lamelles subautomorphes à xénomorphes et sont souvent chloritisées.

- Le feldspath potassique (5%) est xénomorphe et interstitiel.

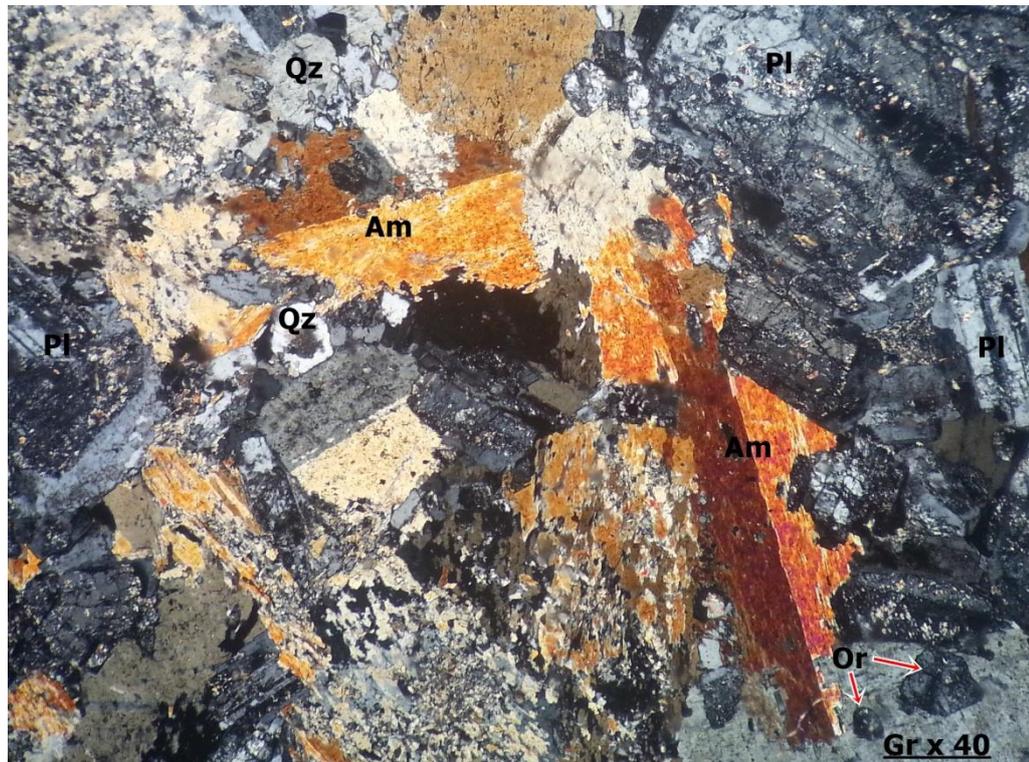


Figure 4.3. Aspect microscopique de la tonalite

La granodiorite :

C'est une roche à texture grenue caractérisée par la présence des phénocristaux de plagioclase, quartz, orthose, amphibole et biotite.

- Les plagioclases (35 à 48%) sont de type oligoclase (An 25). Elles se présentent sous forme des lattes xénomorphes à subautomorphes. L'altération s'effectue essentiellement en séricite.
- Le quartz (24 à 29%) est présenté en cristaux subautomorphes à xénomorphes.
- L'orthose (11 à 21%) existe sous forme des cristaux xénomorphes et maclés carlsbad.
- Les amphiboles (7 à 14%) sont de type hornblende verte et se dévoilent sous forme des cristaux automorphes à subautomorphes fréquemment maclés carlsbad.
- Les biotites (2 à 13%) se présentent sous forme de lamelles automorphes à subautomorphes et fréquemment chloritisées.

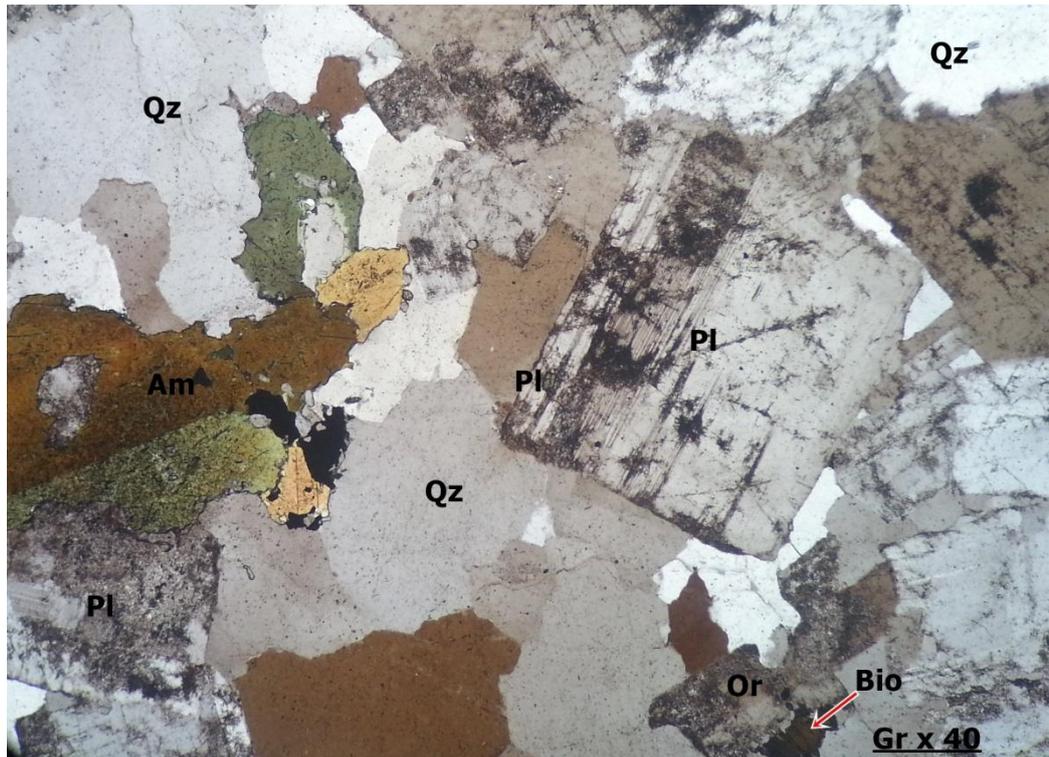


Figure 4.4. Aspect microscopique de la granodiorite

2.2.2 . Caractères pétrographiques des enclaves microdioritiques

La microdiorite

Il s'agit d'une roche à texture microgrenue porphyrique avec des minéraux de plagioclase, hornblende verte, biotite avec des rares cristaux de quartz et d'orthose.

- Les plagioclases (57 à 63%) sont de type andésine (An 31 à 36) montrent une forme en lattes subautomorphes à maclés polysynthétiques et ils sont très sérécitisés..
- L'amphibole (23 à 27%) est de type hornblende verte. Elle est sous forme de cristaux subautomorphes, maclées carlsbad et sont rencontrées souvent altérées en chlorite.
- Les biotites (7 à 10%) se présentent en lamelles subautomorphes qui sont plus ou moins chloritisées.
- Le quartz et le feldspath potassique (0 à 5%) sont très rares et se dévoilent en cristaux xénomorphes interstitiels.

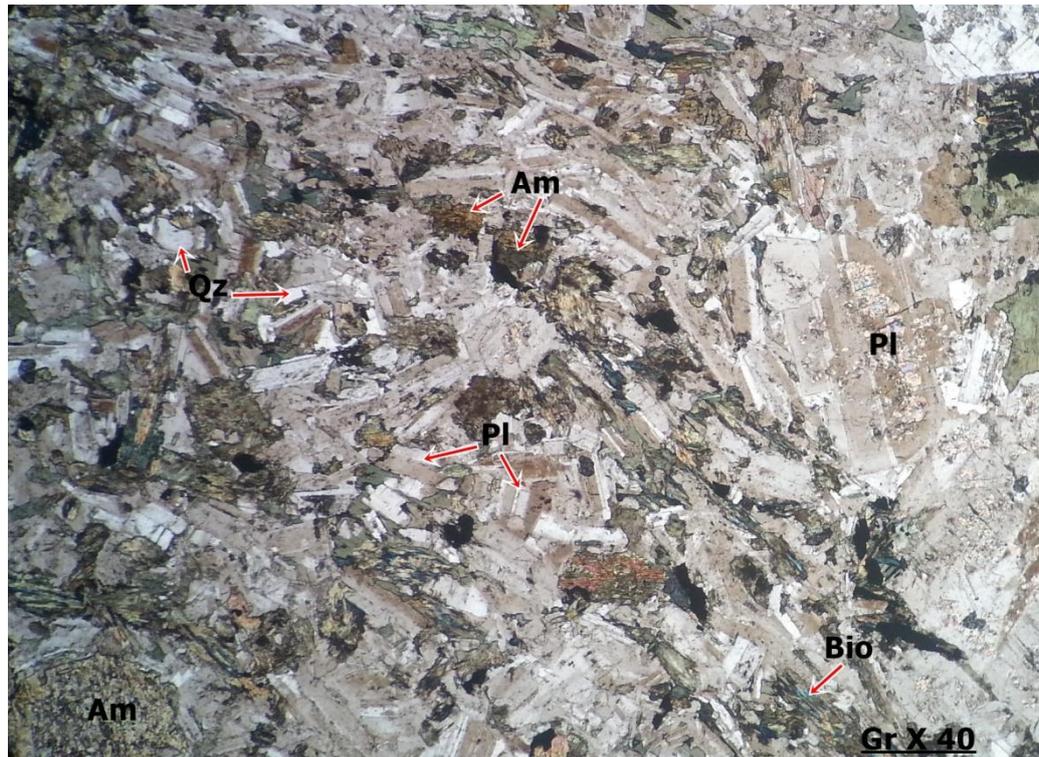


Figure 4.5. Aspect microscopique de l'enclave microdioritique

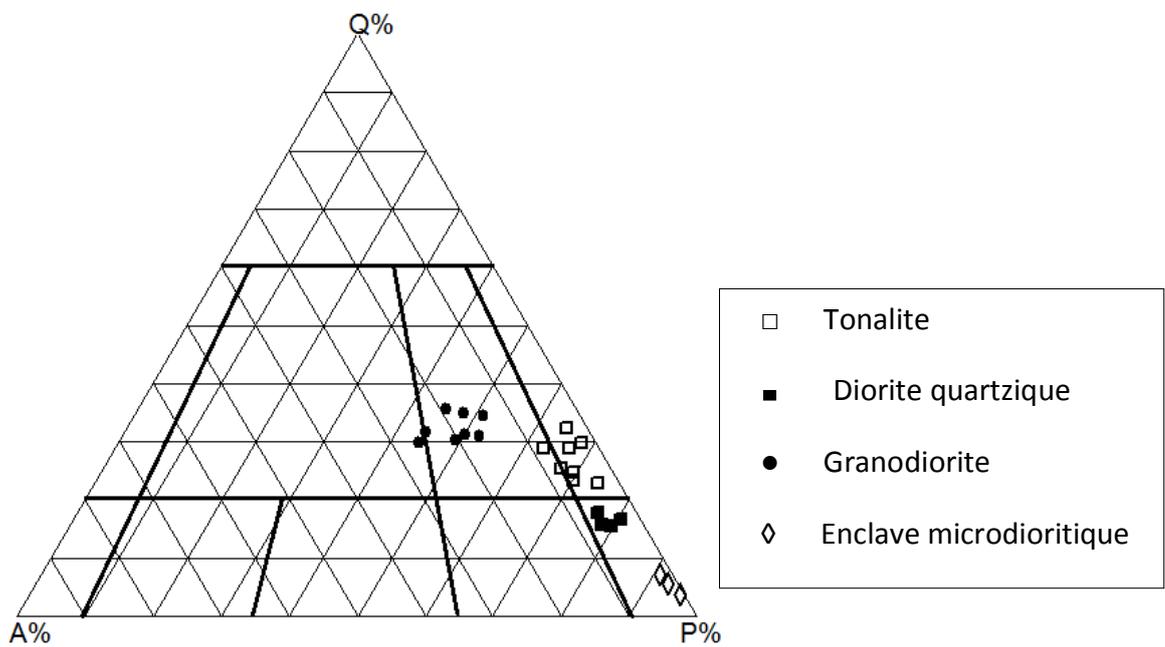


Figure 4.6. Position des faciès du massif de Zekkara dans le diagramme de Strekeisen (1976).

2.3. Le massif de Beni- Snassène

La boutonnière de Beni-Snassène affleure sur une surface de 17 Km² à une trentaine de kilomètres au Nord-Ouest de la ville d'Oujda et à environ 5 Km au Sud de Berkane. Dans sa partie Nord occidentale, affleure un large massif granitique intrusif dans un encaissant formé de schistes et de grès arkosiques d'âge dévonien inférieur (MARHOUMI, 1984). Le massif granitique est composé d'une importante masse de granodiorite à biotite datée à 247±7 Ma (RAFI, 1988 ; MRINI et al.,1992).

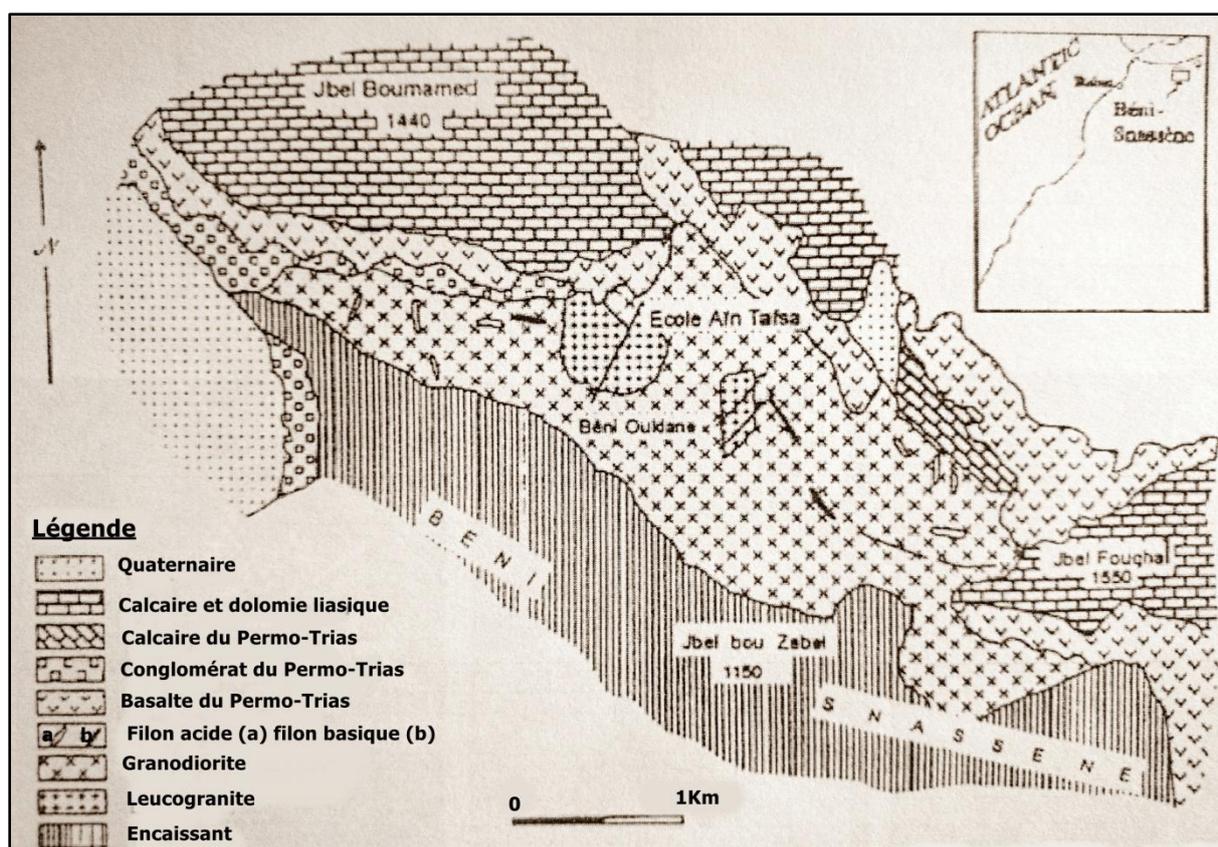


Figure 5.1. Carte de faciès du massif de Beni-Snassene (d'après Tougant, 1989)

2.3.1. Caractères pétrographiques des faciès

Le pluton de Beni-Snassène est formé de deux faciès pétrographiques: la granodiorite et le leucogranite .

La granodiorite :

C'est une roche ignée à texture grenue porphyroïde qui renferme une paragenèse magmatique primaire constituée de plagioclase, quartz, orthose et biotite.

- Les plagioclases (44 à 52%) se présentent en cristaux subautomorphes à automorphes et sont de deux types :
 - Des cristaux d'andésine (An 30% à 35%).

- Des cristaux d'oligoclase (An 20% à 25%).

Les plagioclases montrent souvent des macles polysynthétiques à lesquelles s'associe parfois celle de carlsbad. L'altération des plagioclases s'effectue essentiellement en séricite.

- La biotite est le seul minéral ferromagnésien de la roche ; elle occupe 11 à 15% du volume de la roche. Elle existe sous forme de cristaux subautomorphes à automorphes à fort pléochroïsme.
- Le quartz (18 à 30%) est assez abondant et se présente sous forme de cristaux subautomorphes interstitiels associés à l'orthose.
- Le feldspath potassique (14 à 19%) est abondant dans cette roche. Il se présente sous forme de plages perthitiques, comportant en inclusions toutes les autres phases minérales (plagioclase automorphe séricitisé, biotite, quartz).

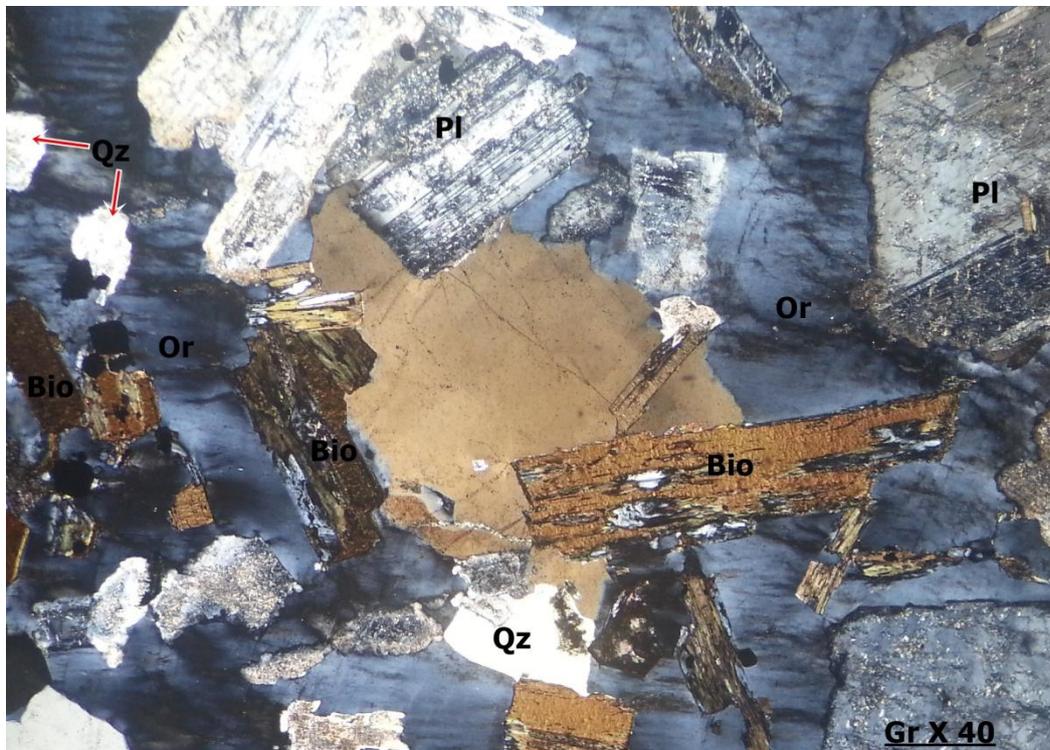


Figure 5.2. Aspect microscopique de la granodiorite

Leucogranite :

Au microscope, la roche montre une texture grenue assez fine avec de grandes plages de feldspath potassique perthitique, plagioclase, quartz et biotite.

- Le plagioclase (28 à 35%) est de nature oligoclase (An 12). Il se présente généralement en cristaux sub-automorphes, maclés polysynthétique et parfois carlsbad. Au cœur de ces cristaux apparaît une importante quantité de séricite.

- La biotite (4 à 10%) forme des plaquettes sub-automorphes et est relativement moins chloritisée que dans le faciès précédent (granodiorite).
- Le feldspath potassique (25 à 35%) est de type orthose. Il est abondant dans cette roche et se présente sous forme de plages perthitiques, comportant en inclusions toutes les autres phases minérales (plagioclase automorphe séricitisé, biotite et quartz).
- Le quartz (25 à 30%) est parfois automorphe, parfois interstitiel et comporte des inclusions de plagioclase séricitisé.

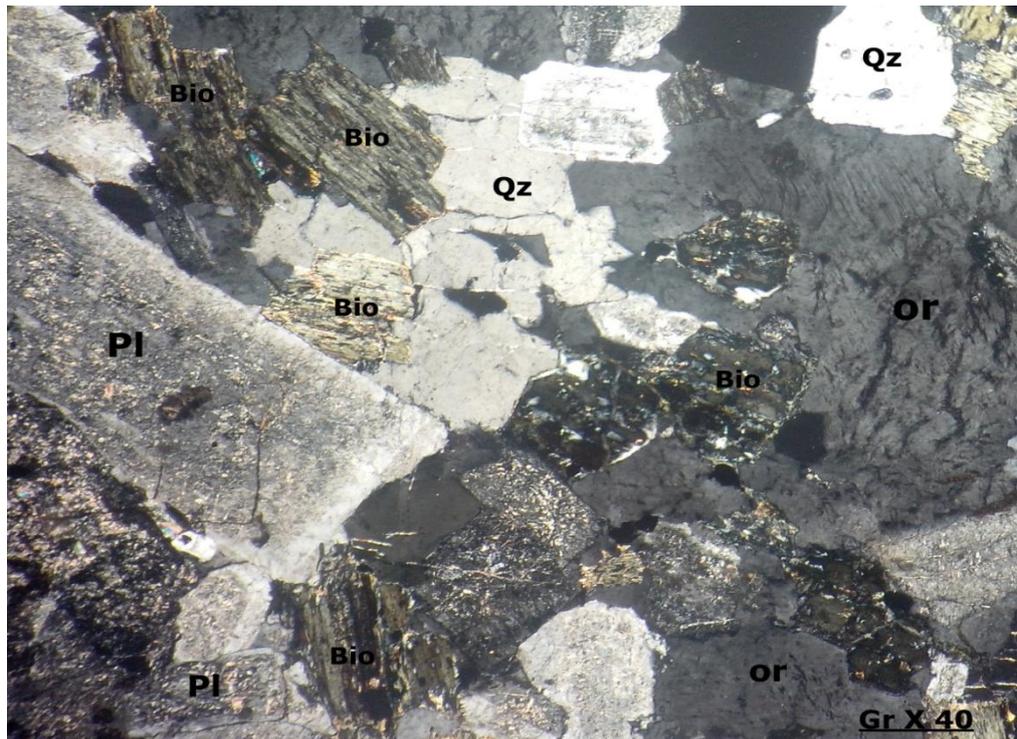


Figure 5.3. Aspect microscopique du leucogranite.

2.3.2. Caractères pétrographiques des enclaves tonalitiques

La tonalite :

Au microscope, ce faciès montre une texture microgrenue parfois porphyrique. Leur paragenèse primaire est formée de : plagioclase, biotite, quartz et orthose.

- Le plagioclase (41 à 53%) est un andésine (30 à 35%), caractérisé par des macles polysynthétiques. Ils sont généralement zonés et altérés en séricite.
- Le quartz (16 à 27%) est découvert soit sous forme des cristaux subautomorphes dépourvus d'inclusions, ou xénomorphes avec des inclusions de biotite et plagioclase.

- La biotite (21à 27%) est le minéral ferromagnésien le plus abondant dans la roche. Elle est présentée essentiellement sous forme des lamelles sub-automorphes, qui sont souvent chloritisées.
- L'orthose (2 à 5%) est très rare. Il se présente en petites cristaux xénomorphes et interstitiels. Il est généralement maclé carlsbad et séricitisé.

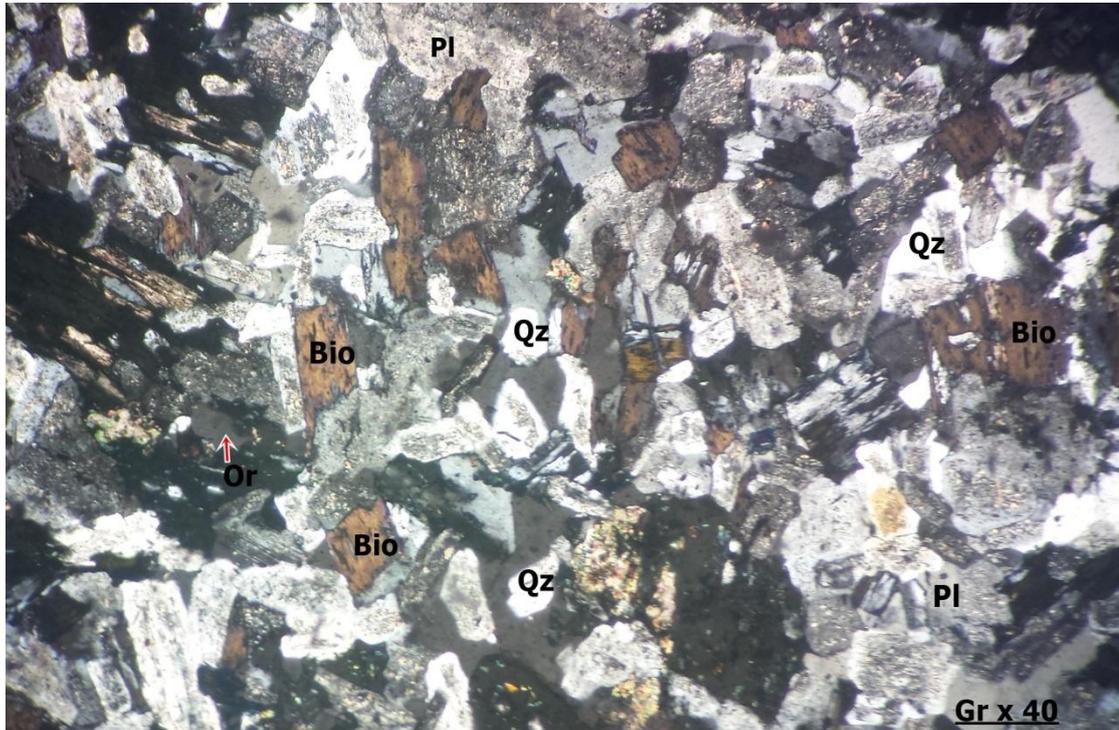


Figure 5.4. Aspect microscopique de l'enclave tonalitique.

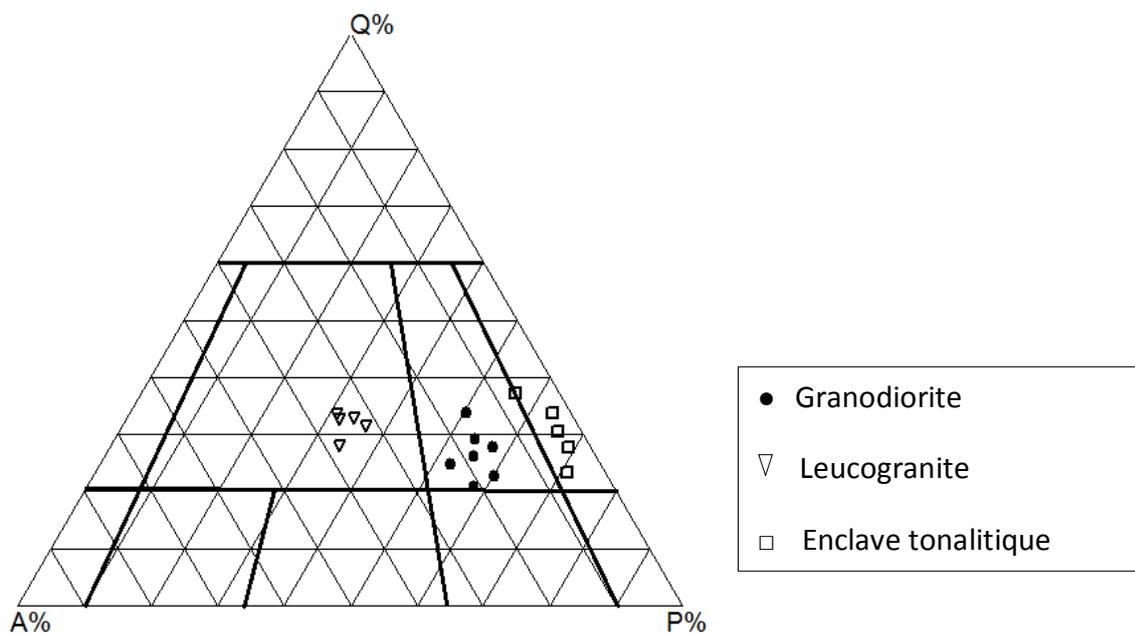


Figure 5.5. Position des faciès du massif de Beni-Snassène dans le diagramme de Strekeisen (1976).

3. ETUDE GEOCHIMIQUE

3.1. Le massif de Tarilest

L'étude géochimique de ce massif repose sur 16 analyses des éléments majeurs et deux analyses des terres rares.

✓ Les éléments majeurs

➤ les diagrammes de type Harker

Les diagrammes réalisés montrent que les roches étudiées se répartissent en deux groupes : le premier groupe est composé des roches de granodiorite, diorite quartzique et les enclaves microdioritiques associés. Le deuxième groupe renferme les leucogranites.

L'analyse des diagrammes donne les résultats suivants :

- Les teneurs en Al_2O_3 et CaO réduisent avec l'augmentation de SiO_2 , se qui implique une cristallisation importante des pyroxènes et les plagioclases calciques dans les roches les moins évoluées. Au contraire, le leucogranite montre des faibles teneurs en ces éléments, en relation avec l'absence des amphiboles et la dominance des plagioclases sodiques.
- Les teneurs en Fe_2O_3 et MgO diminuent progressivement dans les faciès du premier groupe se qui indique une cristallisation fractionnée des minéraux ferromagnésiens (pyroxène et amphibole). En revanche, la pauvreté du leucogranite en ces éléments est compatible avec l'absence des minéraux basiques.
- Le Na_2O s'élève avec l'augmentation du SiO_2 avec une légère dispersion dans les faciès de l'ensemble intermédiaire. La teneur élevée en Na_2O au leucogranite indique une richesse de ce dernier en plagioclase acide.
- La teneur en K_2O s'élève progressivement dans les roches les moins évoluées avec une légère dispersion au sein de ces dernières. La teneur faible de K_2O dans le leucogranite est interprétée par l'altération.

Nous pouvons conclure à partir de ces résultats précédents que la variation des éléments majeurs par rapport à la silice, présente une décroissance continue de Al_2O_3 , CaO , Fe_2O_3 et MgO à partir des enclaves microdioritiques aux leucogranites avec une augmentation des alcalins surtout le Na_2O . Ces diagrammes donnent donc une impression d'une évolution magmatique des faciès étudiés. La lacune géochimique qui existe entre le leucogranite et l'ensemble intermédiaire affirme l'absence de liens génétiques entre les deux groupes.

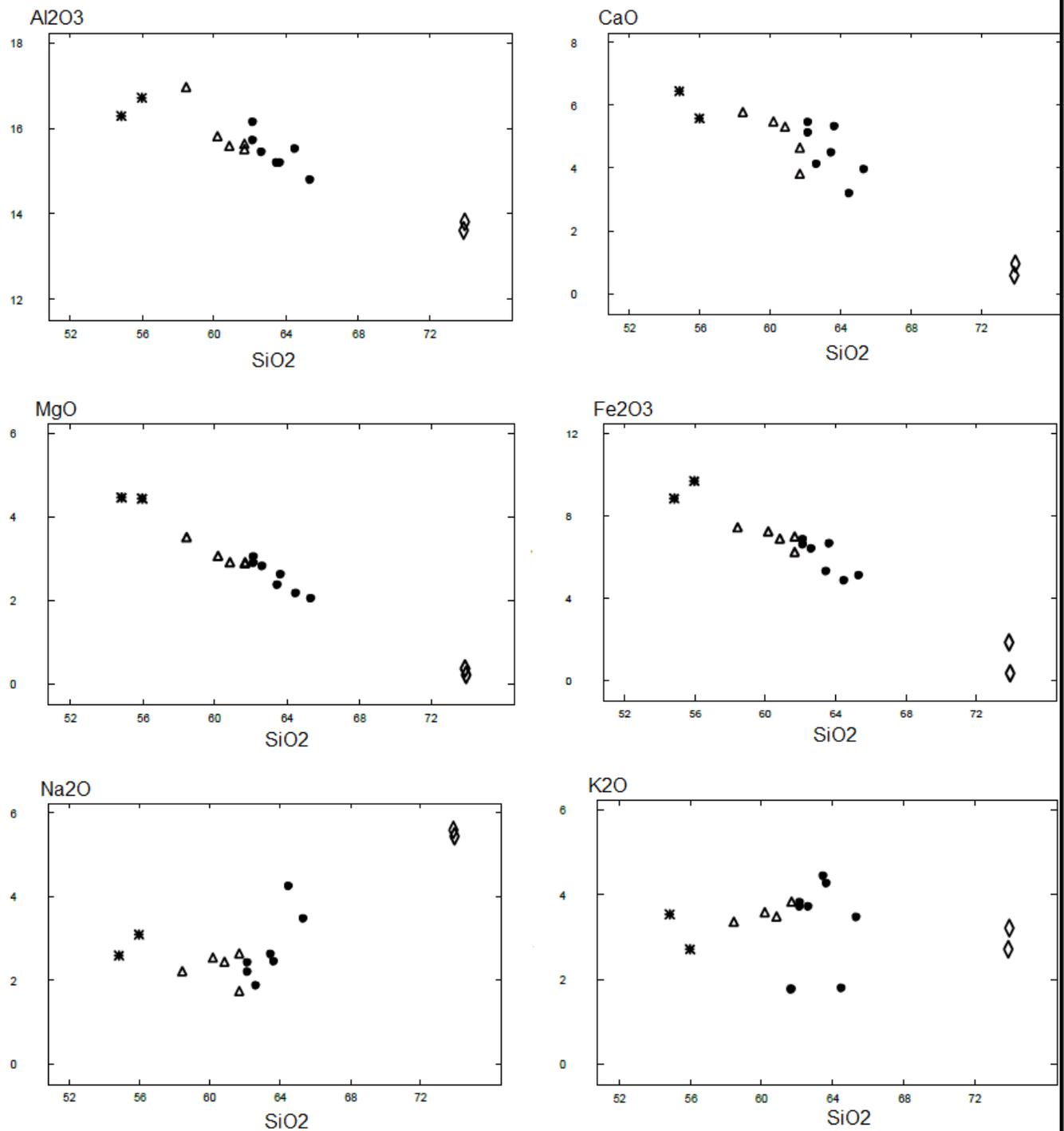
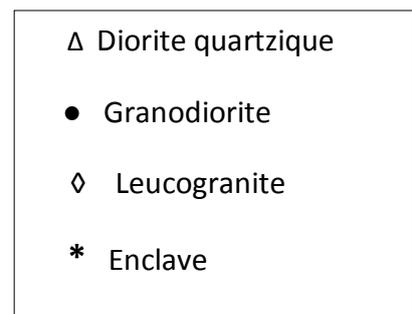


Figure 6.1. Diagrammes de type Harker pour les éléments majeurs du massif de Tarilest.



➤ La nature de la série magmatique :

Diagramme alcalin-silice de Kuno (1968)

Projetés dans ce diagramme, les faciès du pluton Tarilest se placent dans le domaine sub-alcalin qui rassemble les séries calco-alcalines et tholeitiques.

Diagramme AFM de kuno

A partir de la répartition des faciès dans ce diagramme, nous constatons que les roches du pluton de Tarilest suivent la courbe d'évolution des séries calco-alcalines essentiellement granodioritiques.

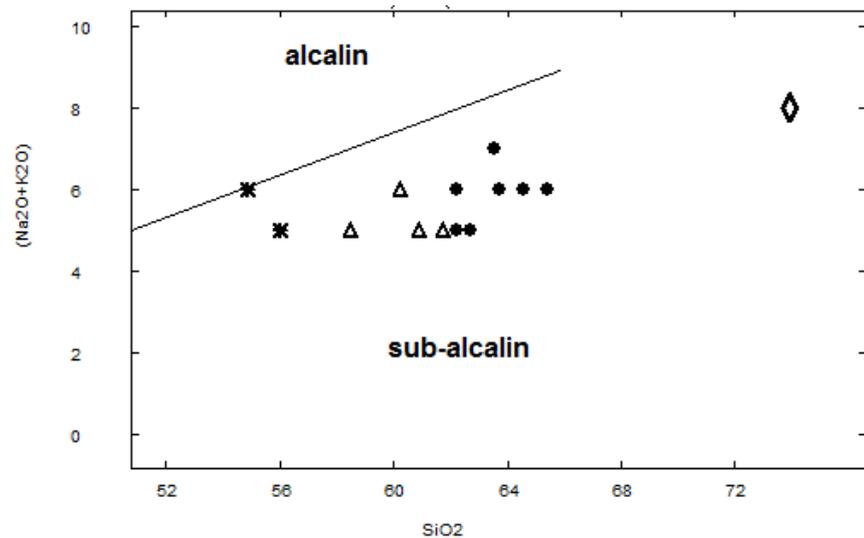


Figure 6.2. Diagramme alcalin-silice de Kuno (1968), (même figuré que Figure 6.1)

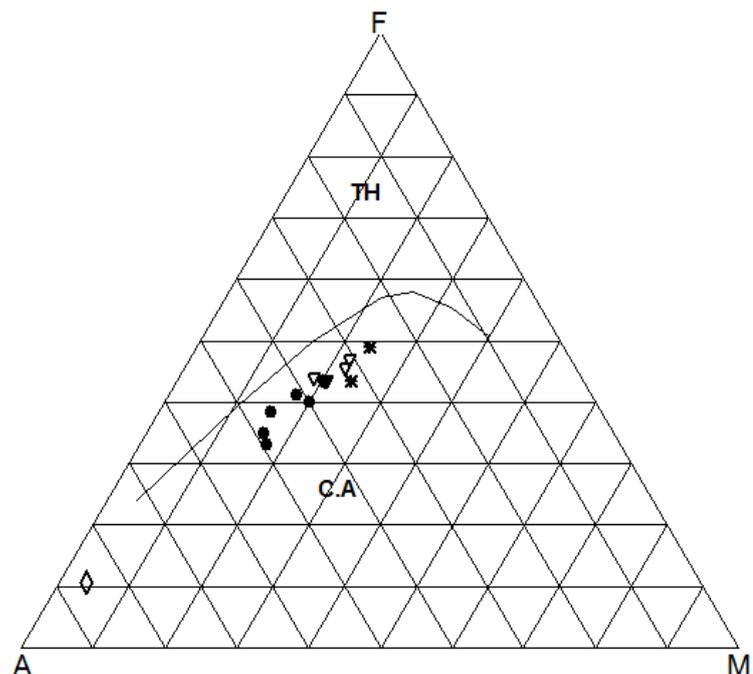


Figure 6.3. Position des faciès de Tarilest dans le diagramme AFM de Kuno (1968).

✓ Les terres rares :

La diorite quartzique (T1.7) a un rapport de fractionnement $(La/Yb)_N=6$. Le spectre des terres rares montre un fractionnement assez important des LREE avec un rapport $(La/Sm)_N$ égale à 3,48. Les HREE présentent un profil quasi-plat.

La granodiorite (T1.27) qui a un rapport de fractionnement $(La/Yb)_N$ égale à 6.86 présente un important fractionnement des LREE par rapport aux HREE avec un rapport $(La/Sm)_N=5.95$.

Le parallélisme des spectres des deux faciès confirme le cogénéisme de ces faciès. Ainsi, la forme quasi-plate des HREE affirme la nature calco-alcaline des roches étudiées.

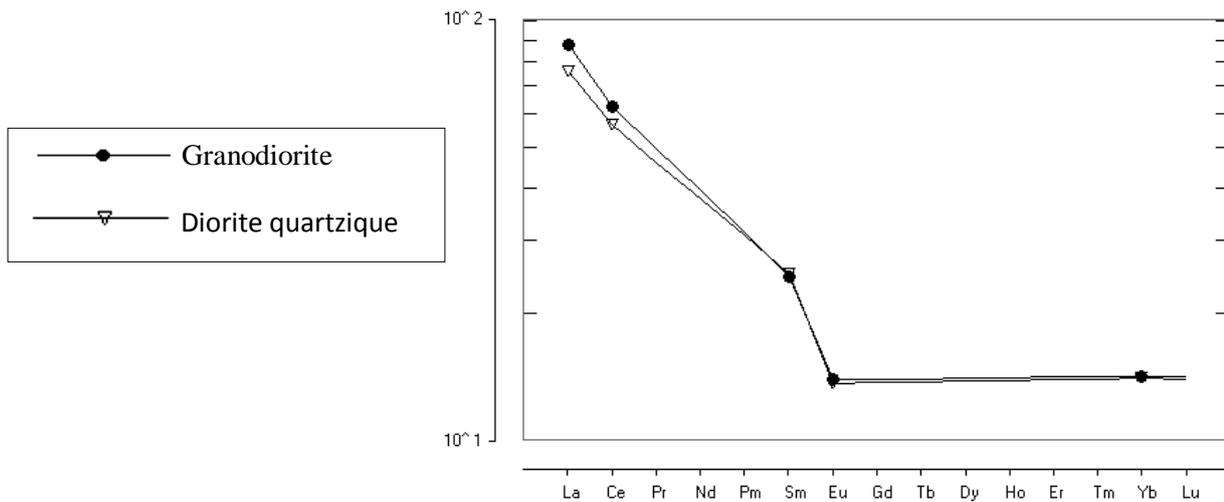


Figure 6.4. Spectres de terres rares des faciès de Tarilest

✓ Conclusion :

L'étude géochimique du massif de Tarilest permet de constater que :

- Les diorites quartziques, les granodiorites et leurs enclaves microdioritiques associées sont cogénétiques et forment une suite de roches à affinité calco-alcaline essentiellement granodioritique. L'évolution à partir des termes les moins évolués (diorite et diorite quartzique) aux termes les plus évolués (granodiorite) serait due à la différenciation du magma hybride (crusto-mantellique) par le mécanisme de la cristallisation fractionnée.
- L'étude des terres rares confirme donc le cogénéisme et la nature calco-alcaline des roches étudiées.
- L'origine non crustale du leucogranite

3.2. Le massif de Zekkara

✓ Les éléments majeurs :

➤ Les diagrammes de type Harker :

Les diagrammes de la figure(Fig.3.f) présentent l'évolution des éléments majeurs en fonction de la silice. Les résultats des analyses sont les suivants :

- Les teneurs en Al_2O_3 et CaO diminuent avec l'augmentation de la silice, se qui signifie une cristallisation précoce des plagioclases calciques dans les termes les moins évolués.
- La décroissance de MgO et F_2O_3 est liée au fractionnement précoce des minéraux ferromagnésiens (amphibole et biotite) ; dans les faciès les moins évolués.
- L'évolution des alcalins (Na_2O et K_2O) montre une corrélation positive avec la silice se qui indique un enrichissement progressif en ces éléments depuis les premières termes différenciés aux dernières termes formés. Ceci serait lié à la cristallisation tardive des alcalins et à la diminution des teneurs en anorthite.

Au terme de cette étude, nous constatons que l'évolution des oxydes est conforme avec une différenciation par cristallisation fractionnée. Celle-ci serait contrôlée minéralogiquement par le fractionnement de plagioclases et les minéraux ferromagnésiens, et est corrélée à l'augmentation du quartz et de l'orthose des termes les moins évolués vers les termes plus évolués.

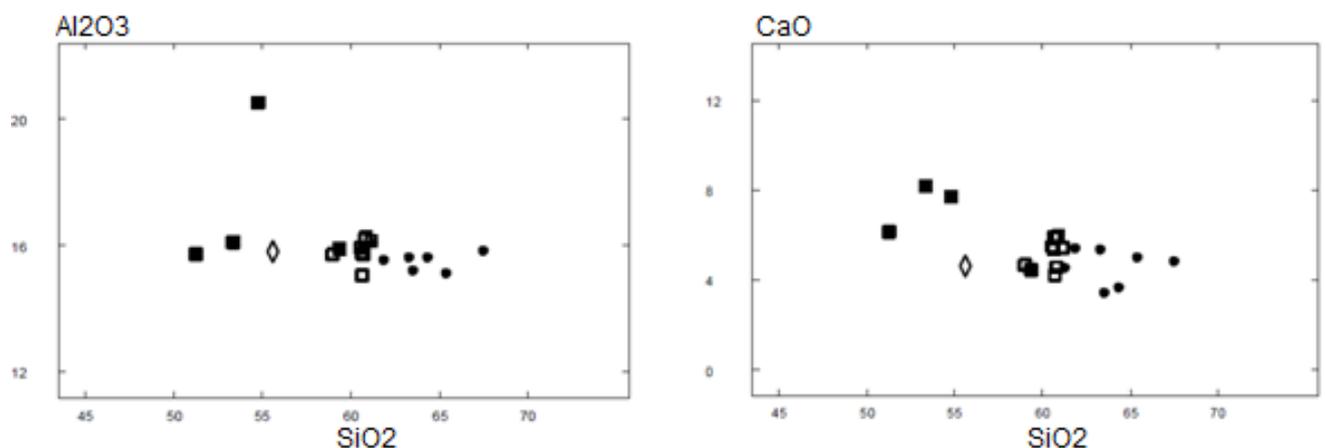
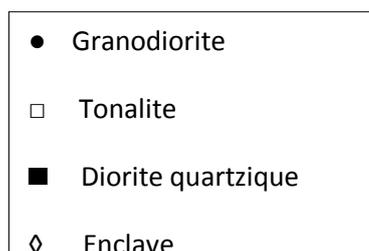


Figure 7.1. Diagrammes de type Harker pour les éléments majeurs du massif de Zekkara.



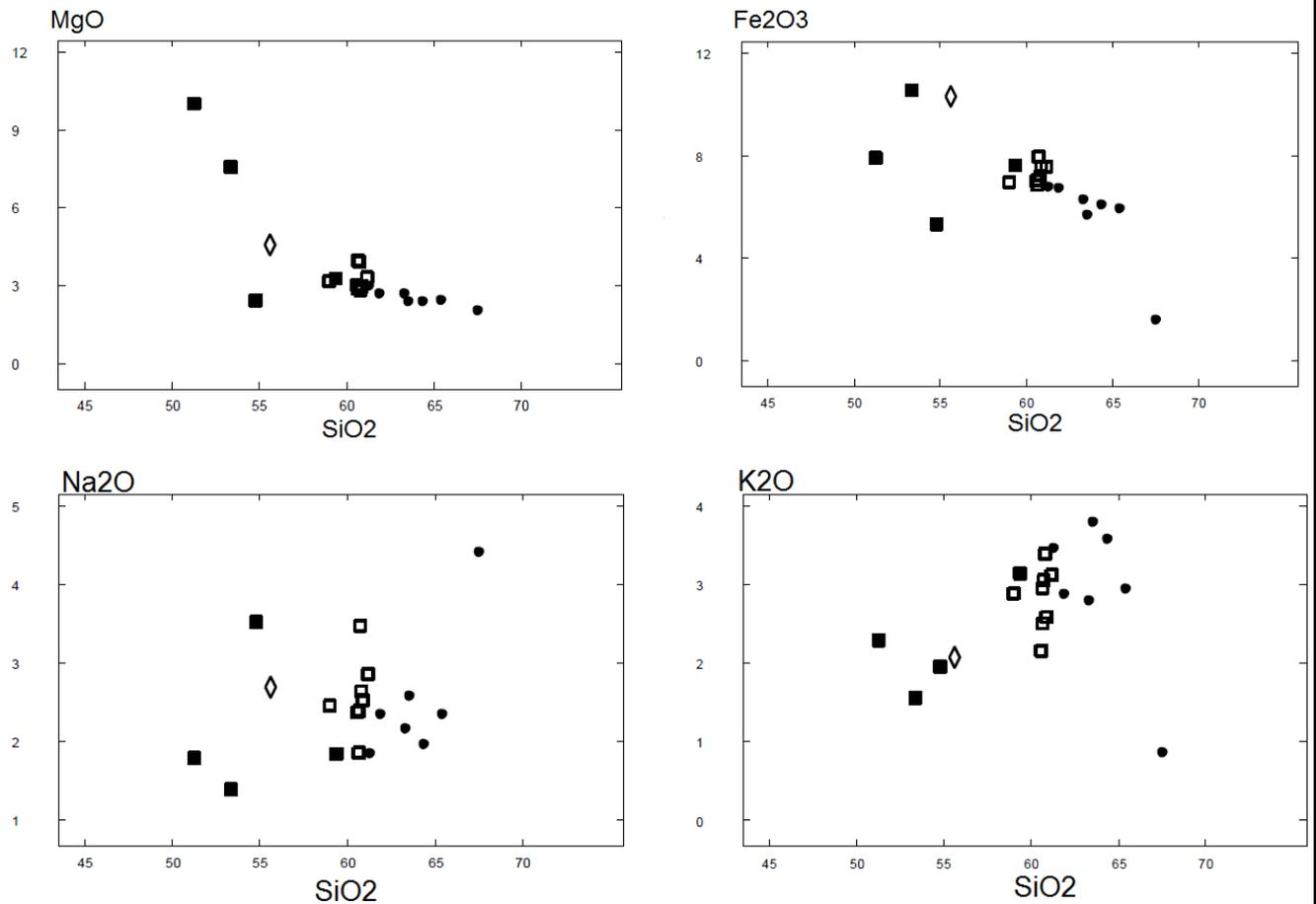


Figure 7.1'. Diagrammes de type Harker pour les éléments majeurs du massif de Zekkara (suite).

➤ La nature de la lignée magmatique :

Diagramme alcalin-silice de Kuno (1968)

Placés dans ce diagramme, les roches du massif de Zekkara localisent au domaine sub-alcalin qui rassemble les séries calco-alcalines et tholeitiques.

Diagramme AFM de Kuno

Le diagramme AFM de Kuno, montre que les faciès étudiés suivent la courbe d'évolution de la suite calco-alcaline essentiellement granodioritique.

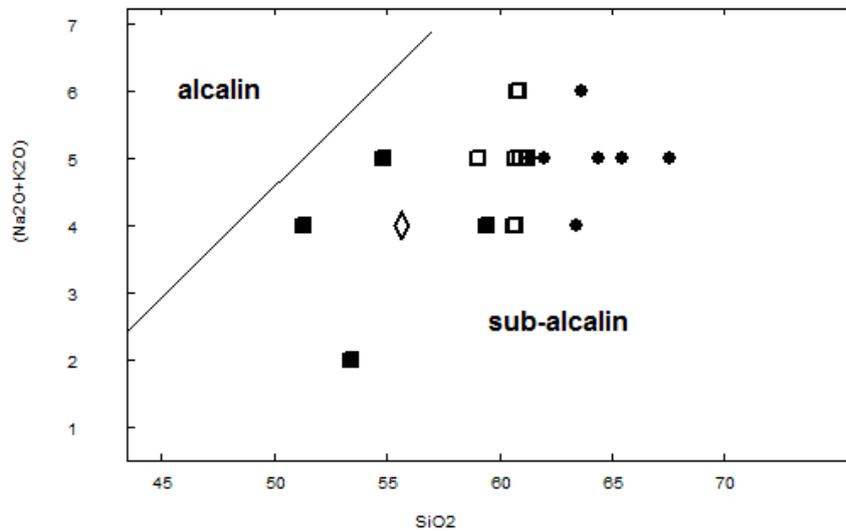


Figure 7.2. Position des faciès de Zekkara dans le diagramme alcalin-silice de Kuno (1968), (même figuré que Figure 7.1)

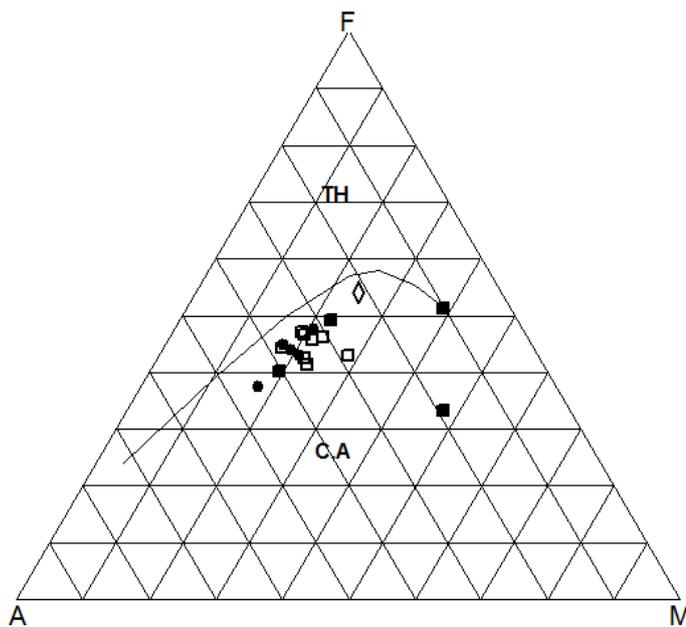


Figure 7.3. Position des faciès de Zekkara dans le diagramme AFM de Kuno (1968).

✓ Les terres rares :

L'étude des terres rares des faciès de ce pluton permet d'avoir les résultats suivants :

- La teneur en terres rares dans la diorite quartzique (Zk24,3) est de 88.63 ppm. Les spiderdiagrammes présentent un important fractionnement des LHEE par apport aux

HREE avec un rapport $(La/Sm)N = 3,8$. L'ensemble des terres rares montrent un rapport $(La/Yb)N = 5,46$.

- Les terres rares dans la tonalite (Zk18) présentent un teneur égale à 89,39ppm. Le fractionnement de l'ensemble des terres rares dévoile un rapport $(La/Yb)N = 4,6$. le fractionnement des LREE est plus important que celui des HREE avec un rapport $(La/Sm)N=3,07$.
- Les terres rares de la granodiorite dévoilent un teneur (92,23ppm) légèrement supérieur à celle des diorites quartziques et les tonalites. $(La/Yb)N = 6,3$ ppm est la valeur du rapport du fractionnement de l'ensemble des terres rares. Les LREE montrent un fractionnement plus important que les HREE avec un rapport $(La/Yb)N = 3,48$.

Les spectres de la granodiorite, diorite quartzique et la tonalite sont confondus au sein des LREE et un peu écartés au niveau des HREE. La différenciation de ces faciès est accompagnée d'une forte contamination puisque les teneurs des terres rares augmentent depuis 88,63 ppm dans la diorite quartzique à 92,23 ppm dans la granodiorite.

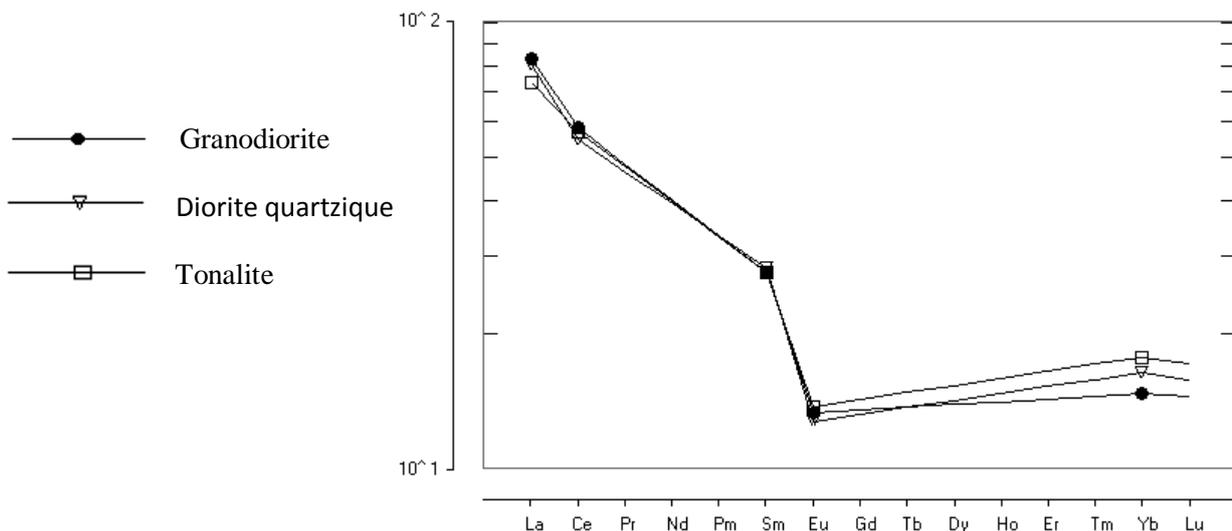


Figure 7.4. Spectres de terres rares des faciès de Zekkara.

- L'enclave microdioritique a une teneur en terres rares inférieure à celui d'encaissant avec un totale de 58,59 ppm. Le spectre réalisé montre un fractionnement moins important des LREE par rapport aux HREE. Le fractionnement de la somme des terres rares est $(La/Yb)N = 2,05$. L'enclave donc est moins évoluée que sa roche encaissante.

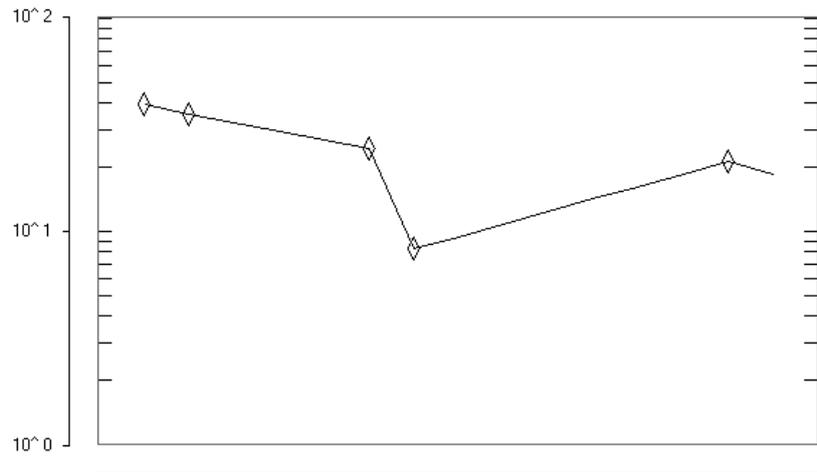


Figure 7.5. Spectre de terres rares de l'enclave tonalitique.

✓ CONCLUSION :

L'étude des éléments majeurs du massif de Zekkara confirme la nature calco-alcaline essentiellement granodioritique des faciès étudiés, et assure aussi que ces derniers proviennent d'une différenciation par cristallisation fractionnée du magma parental.

L'étude des terres rares de ce pluton a affirmé le cogénitisme et la nature calco-alcaline des roches étudiées.

Cet étude géochimique atteste l'intervention du phénomène de contamination qui est conjuguée à la cristallisation fractionnée.

3.3. Le massif de Beni-Snassène

✓ Éléments majeurs

➤ Diagramme de type Harker :

L'examen des diagrammes de la figure (8.1) permet de constater les résultats suivants :

- La granodiorite présente une nette dispersion des points surtout dans le CaO et les alcalins (Na₂O et K₂O).
- Les enclaves intrusives dans la granodiorite montrent une diminution des teneurs en Al₂O₃, MgO et Fe₂O₃.
- Les teneurs en Fe₂O₃, MgO, CaO et Al₂O₃ du leucogranite sont plus faibles que celles des granodiorites, se qui s'accorde avec sa pauvreté en minéraux basiques. Au contraire, ce faciès dévoile une forte teneur en Na₂O en relation avec l'acidité de ses plagioclases.

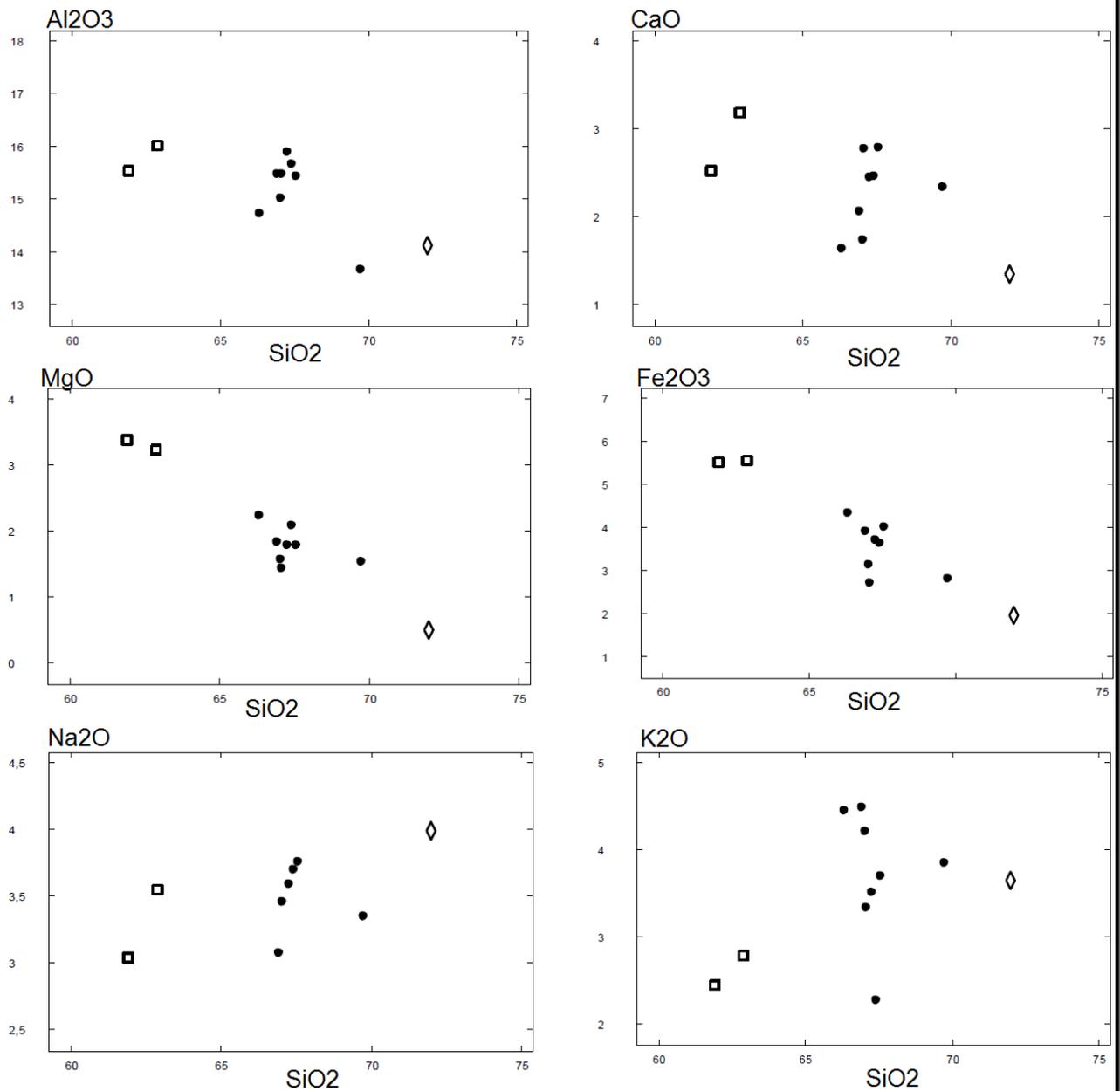
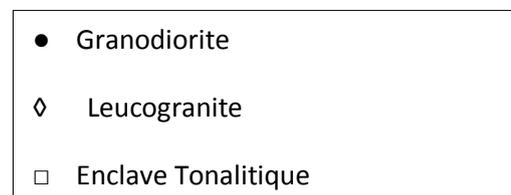


Figure 8.1. Diagrammes de type Harker pour les éléments majeurs du massif de Beni-Snassène.



➤ La lignée magmatique :

Diagramme alcalin-silice de Kuno :

Le diagramme montre que les faciès étudiés localisent dans le domaine sub-alkalin qui comprend les séries calco-alkalines et tholéitiques.

Diagramme AFM de Kuno :

Dans ce diagramme les faciès du stock de Beni-Snassène suivent la courbe d'évolution des séries calca-alcalines.

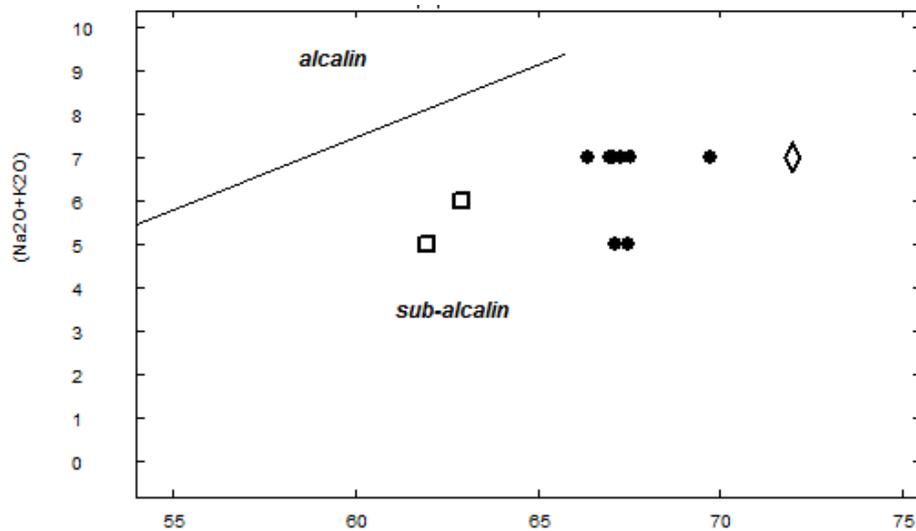


Figure 8.2. Position des faciès de Beni-Snassène dans le diagramme alcalin-silice de Kuno (1968), (même figuré que Figure 8.1)

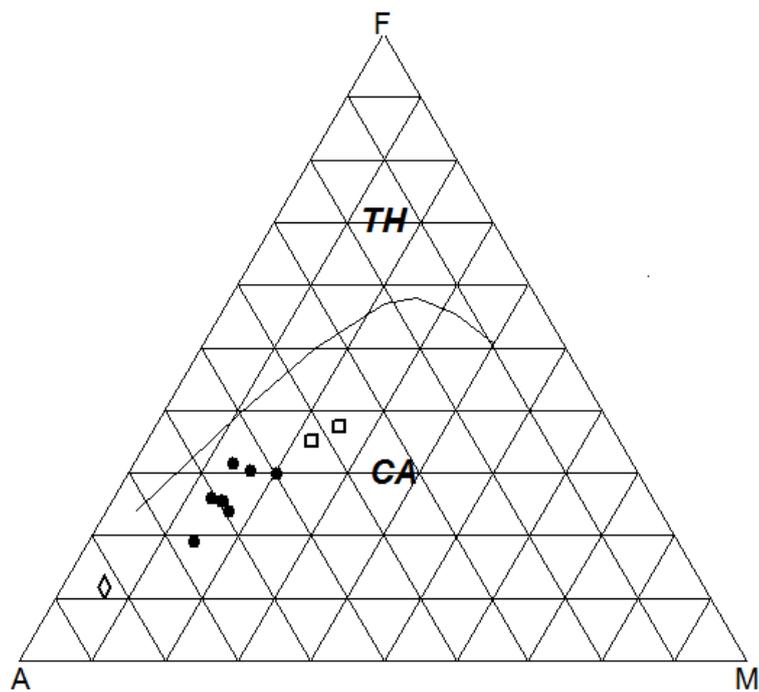


Figure 8.3. Position des faciès de Beni-Snassène dans le diagramme AFM de Kuno (1968).

✓ Les terres rares :

- Les trois échantillons analysés de la granodiorite présentent des teneurs approximativement identiques aussi bien au niveau des HREE qu'au niveau des LREE. L'ensemble des terres rares présente des teneurs qui augmentent de 101,3 à 118,97ppm. Les rapports de fractionnement (La/Yb) N varient de 13,62 à 16,17.

Les spectres des trois échantillons sont caractérisés par une similitude entre eux, avec un important fractionnement des LREE par rapport aux HREE dont la valeur du rapport varie de 3,97 à 4,64.

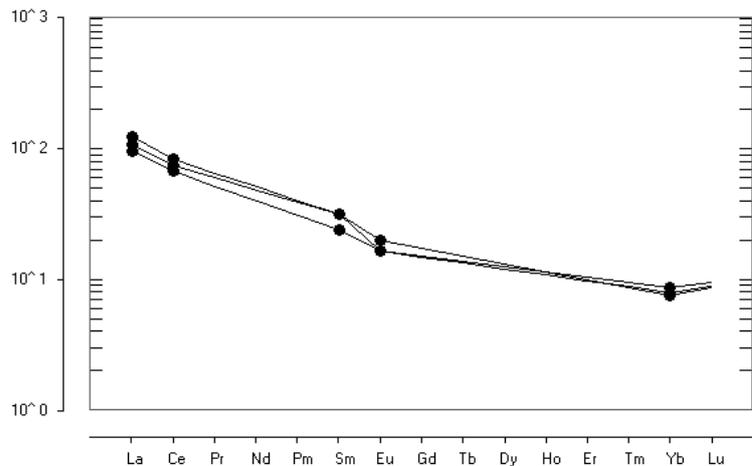


Figure 8.4. Spectres de terres rares des granodiorites de Beni-Snassène.

- Les enclaves tonalitiques dévoilent des teneurs en terres rares qui varient de 91,35 ppm pour l'échantillon (BS 4.3) à 120,12 ppm pour l'échantillon (BS 21.11), et des rapports de fractionnement (La/Yb)N légèrement différents qui vaut 6,15 à 11,66.

Les spectres des deux enclaves sont un peu différents. Le spiderdiagramme de l'enclave (BS 4.3) est similaire à ceux de la granodiorite avec un fort fractionnement des LREE par rapport aux HREE (La/Sm = 2,43) et une absence d'anomalie. En revanche, le spectre de l'enclave (BS 21.11) montre un fractionnement moins important des LREE par rapport aux HREE (La/Sm = 4,32) et une anomalie négative en europium (Eu/Eu* = 0,4).

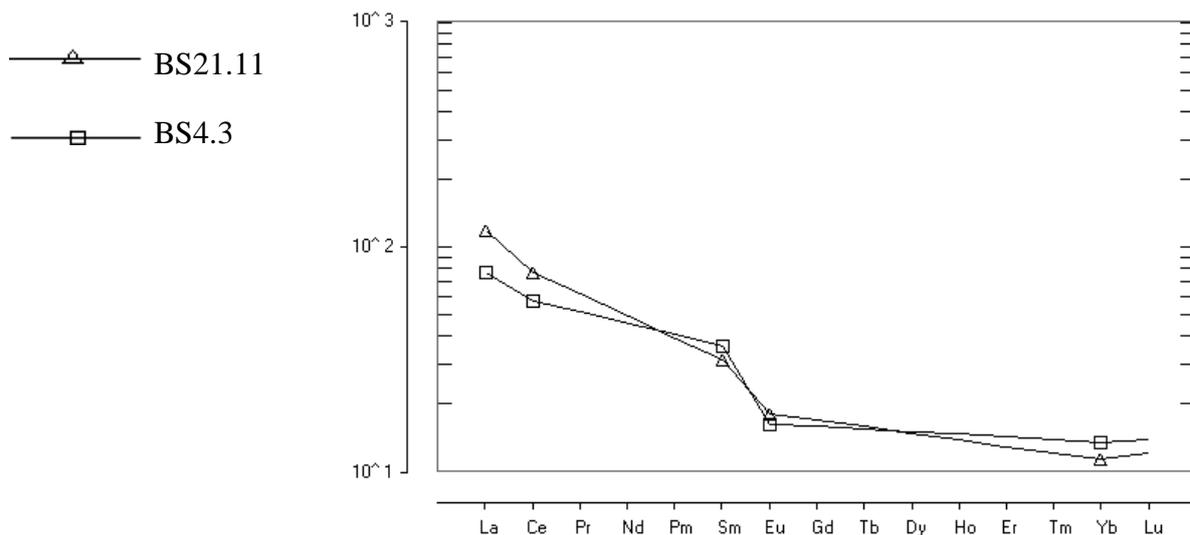


Figure 8.5. Spectre de terres rares des enclaves microtonalitique.

✓ Conclusion :

L'étude des éléments majeurs du pluton de Beni-Snassène a permis de distinguer deux ensembles magmatiques. Le premier est calco-alcalin granodioritique (la granodiorite). Le deuxième ensemble, correspond au leucogranite intrusif dans la granodiorite et qui est d'origine crustale.

L'étude des terres rares confirme le cogénéisme des faciès de ce pluton.

4. CONTEXTE GEODYNAMIQUE

Cette étude est entamée dans le but de caractériser l'environnement géodynamique des différents massifs de Zekkara, Tarilest et Beni-Snassène.

4.1. Le massif de Tarilest

Diagrammes géotectoniques de Pearce et al. 1984

Après leur projection sur ces diagrammes, les roches du pluton de Tarilest occupent le champ V.A.G des granitoïdes liés à une subduction sous-croûte continentale.

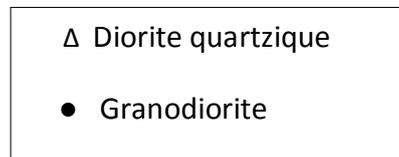
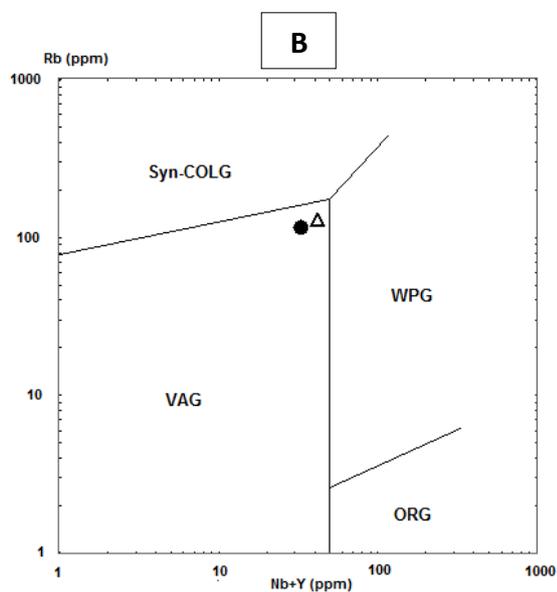
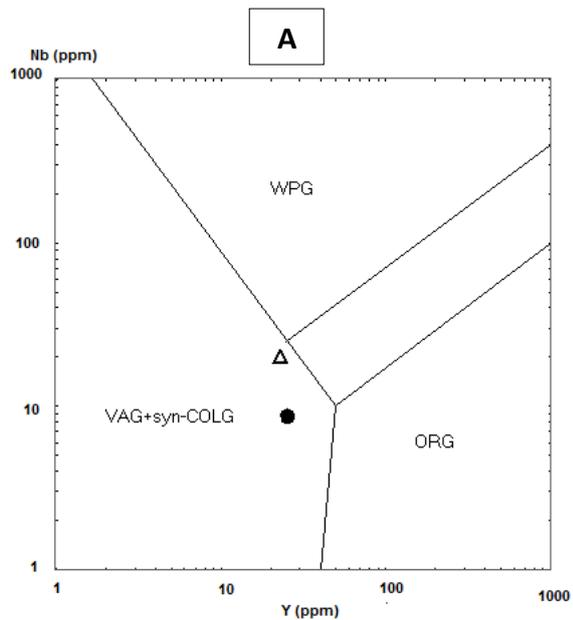
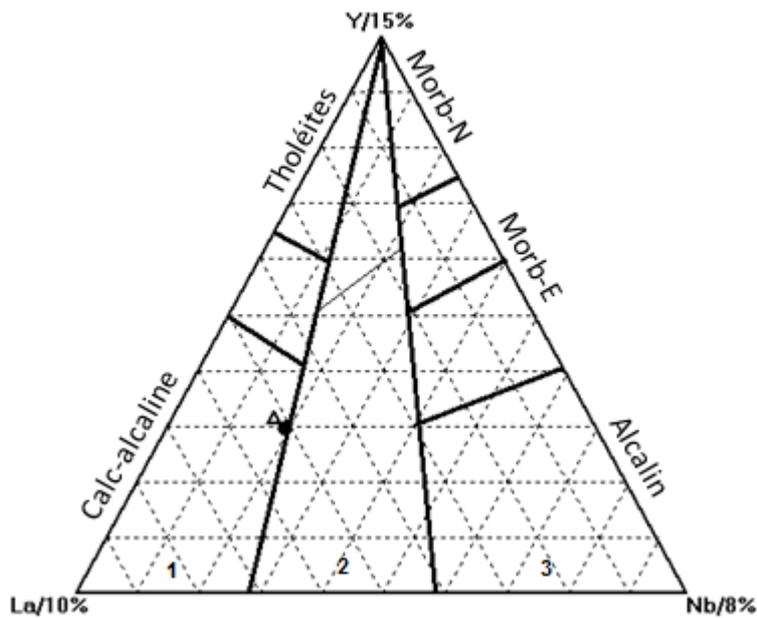


Figure 9.1. Position des faciès de Tarilest dans les diagrammes géotectoniques (A) et (B) de Pearce et al.,(1984).

Diagramme triangulaire La/10-Y/15-Nb/8 de Cabanis et Lecolle (1989)

Le diagramme montre que les faciès se placent dans le domaine orogénique et le sous-domaine calco-alcalin.



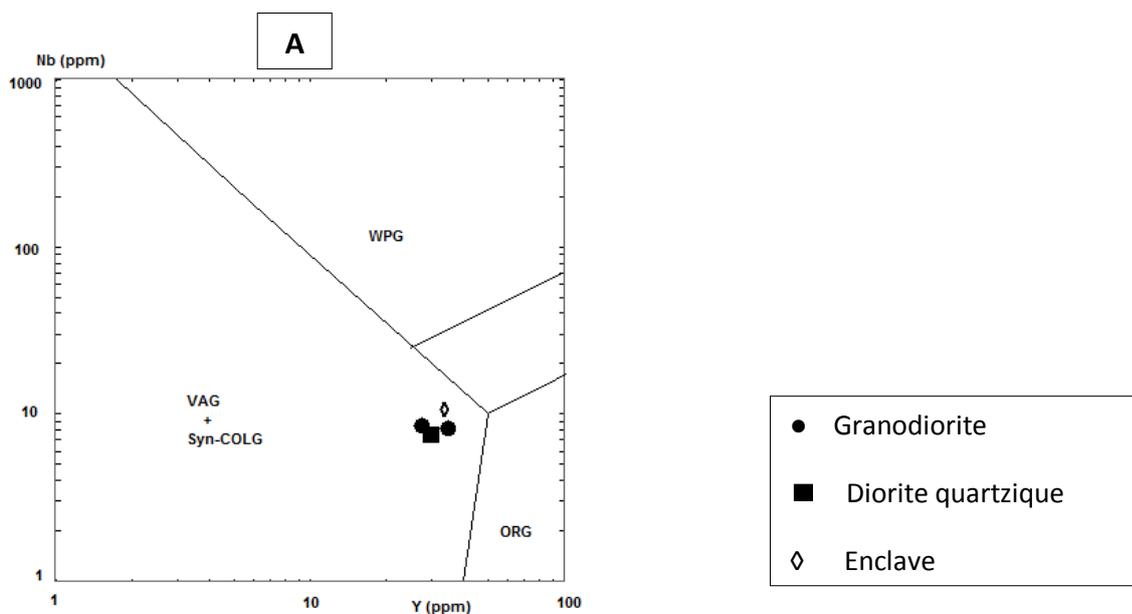
- 1 : Domaine orogénique
- 2 : Domaine tardi-orogénique avec une influence crustale
- 3 : Domaine anorogénique

Figure 9.2. Position des faciès de Tarilest dans le diagramme Y/15-La/10-Nb/8 de Cabanis et Lecolle (1990).

4.2. Le massif de Zekkara

Diagrammes géotectoniques de Pearce et al. 1984

Projetés dans ces diagrammes, les faciès plutoniques de Zekkara localisent au domaine des granitoïdes liés à la subduction sous-croûte continentale (les granites d'arc volcanique V.A.G).



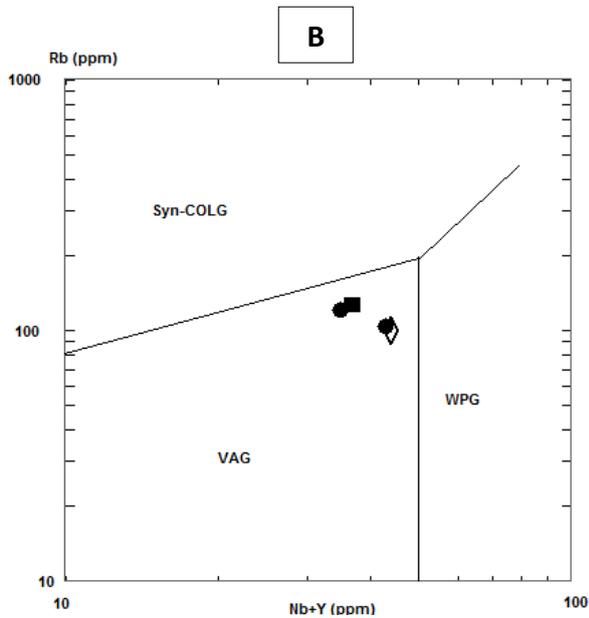
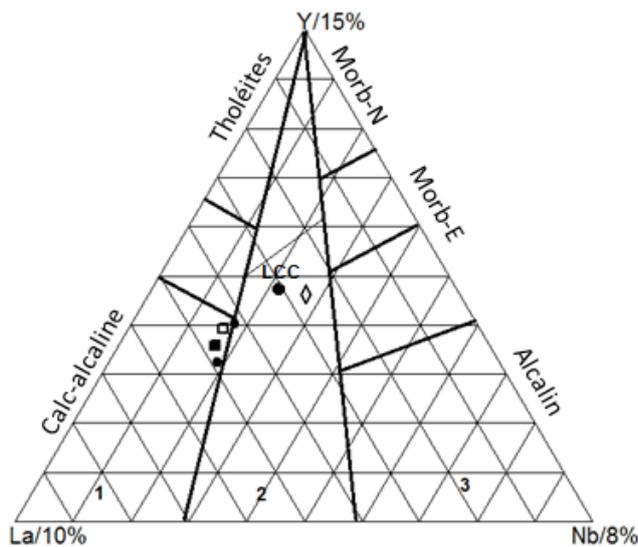


Figure 10.1. Position des faciès de Zekkara dans les diagrammes géotectoniques (A) et (B) de Pearce et al.,(1984).

Diagramme triangulaire La/10-Y/15-Nb/8 de Cabanis et Lecolle (1989)

Placés dans ce diagramme, les faciès étudiés se positionnent sur le domaine orogénique et le sous domaine calco-lacalin, à l'exception d'un point représentatif de l'enclave microdioritique située près du point représentatif de LCC, c'est-à-dire la croute continentale inférieure.



- 1 : Domaine orogénique
- 2 : Domaine tardi-orogénique avec une influence crustale
- 3 : Domaine anorogénique

Figure 10.2. Position des faciès de Zekkara dans le diagramme Y/15-La/10-Nb/8 de Cabanis et Lecolle (1990).

4.3. Le massif de Beni-Snasène

Diagrammes géotectoniques de Pearce et al. 1984

L'examen de ces diagrammes montre que les faciès étudiés de Beni-Snasène, se placent sur le champ des granitoïdes liés à la subduction sous croûte continentale (V.A.G).

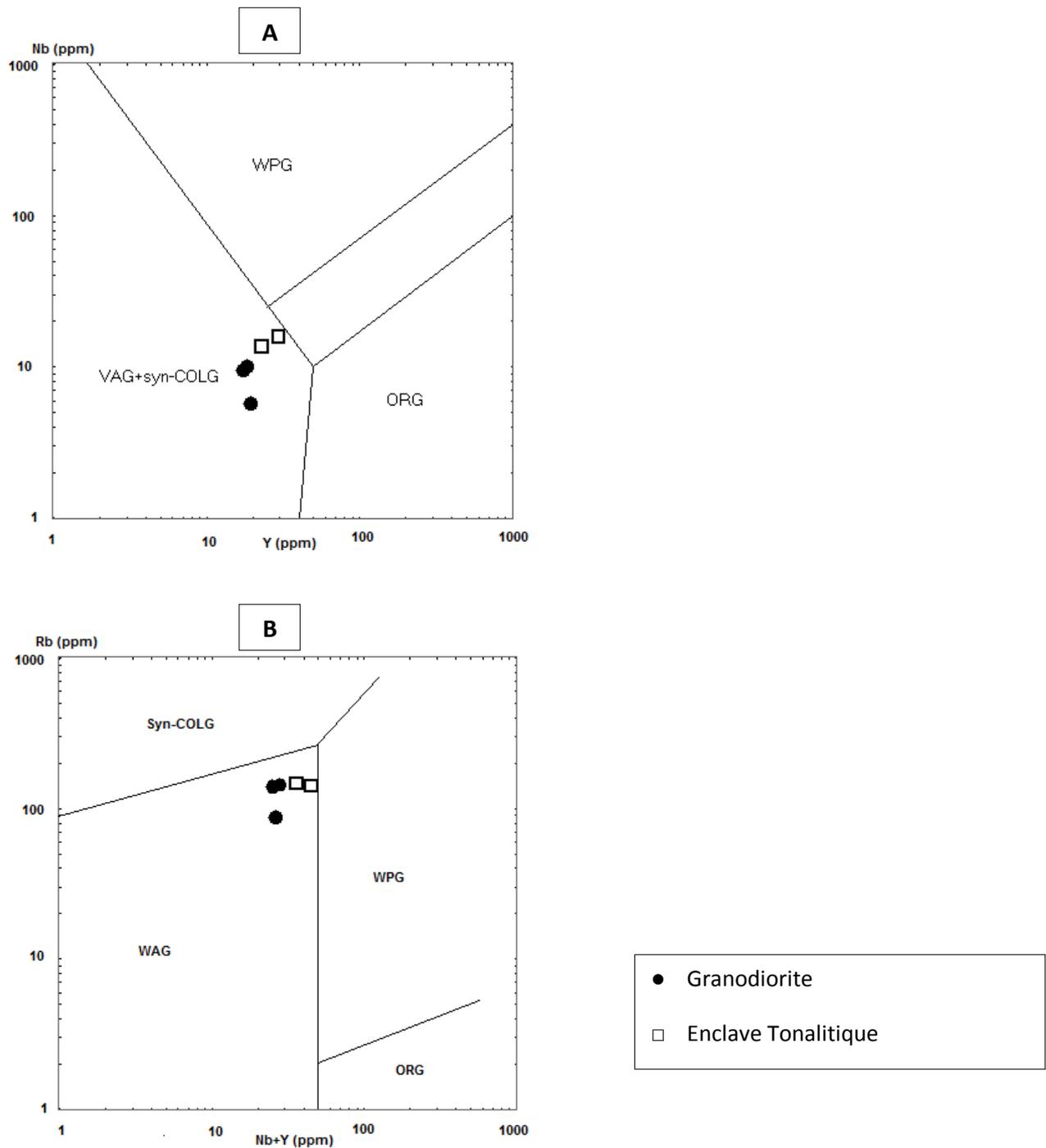


Figure 11.1. Position des faciès de Beni-Snasène dans les diagrammes géotectoniques (A) et (B) de Pearce et al.,(1984).

Diagramme Rb/100 - Y/44 - Nb/16 :

Ce diagramme montre que les faciès de Beni-Snassène correspondent à des roches plutoniques syn-subduction ou post-collision.

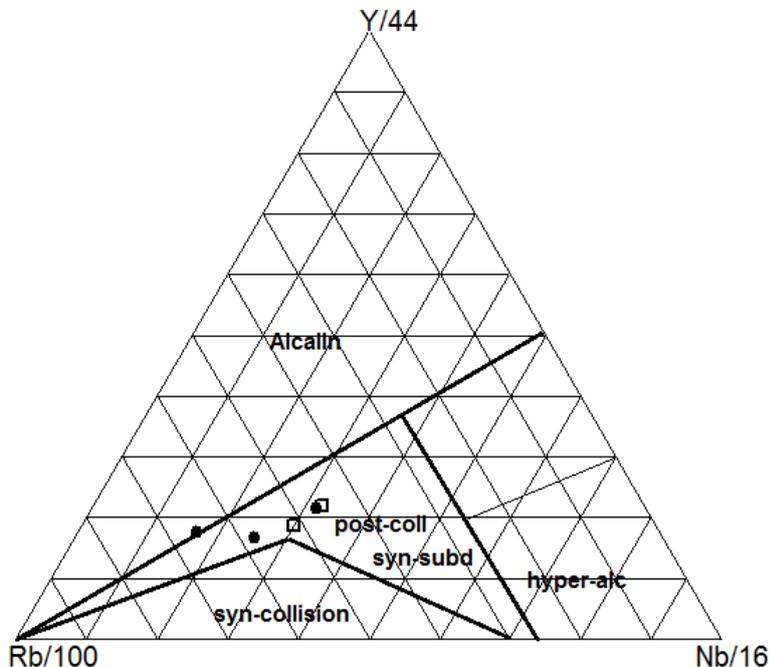


Figure 11.2. Position des faciès de Beni-Snassène dans le diagramme Rb/100 - Y/44 - Nb/16 de Thieblemont et Cabanis (1990).

4.4. Cadre géodynamique probable des granitoïdes étudiés dans la chaîne hercynienne du Maroc

4.4.1. le modèle de Lagarde (1987) pour l'interprétation de la chaîne hercynienne du Maroc

Le caractère essentiellement calco-alcalin des granitoïdes de la Meseta marocaine, a conduit à envisager l'existence d'une zone de subduction durant l'orogénèse hercynienne (Kharbouch, 1983 ; Lagarde, 1987 ; Hoepffner, 1987). En se basant sur cette hypothèse, Lagarde (1987), a proposé l'existence d'une subduction continentale dans le domaine interne selon un plan penté vers l'Ouest (figure 12). L'absence en Meseta, de témoins de croûte océanique ou de roches de métamorphisme de HP-BT, écarte l'hypothèse d'une subduction d'un océan qui aurait précédé cet épisode. Cette subduction serait à l'origine de l'érection de la chaîne en Meseta et de la mise en place des granitoïdes par épaissement de la croûte.

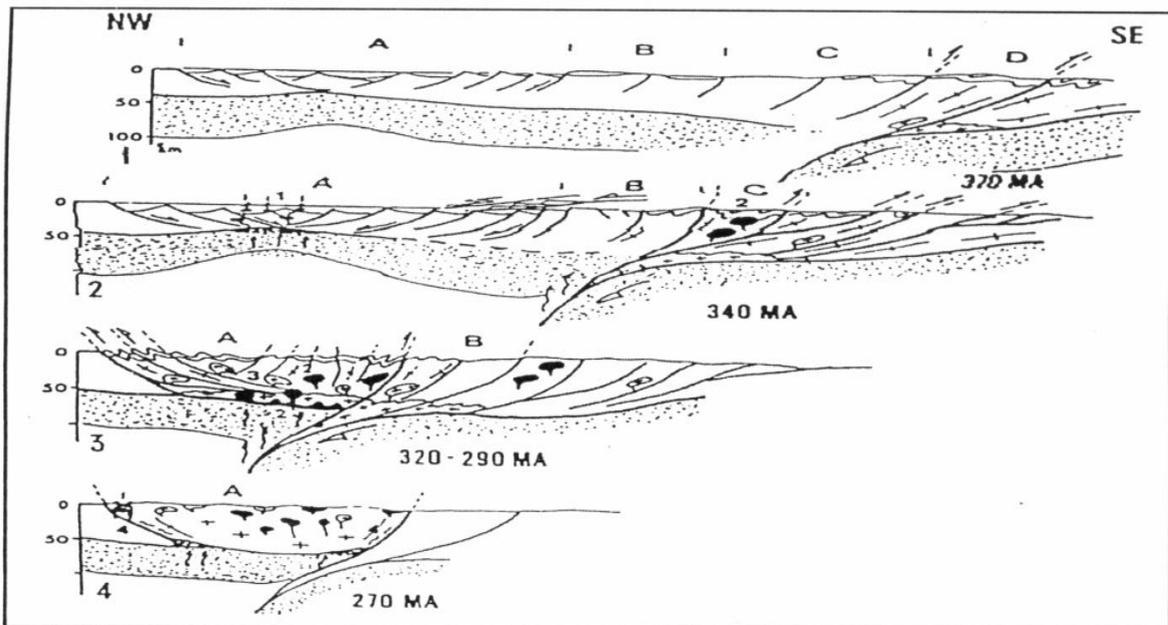


Figure.12: Schéma d'évolution de la chaîne hercynienne depuis 370 à 270 Ma d'après Lagarde, 1987)

A: Meseta occidentale ; B: secteur d'Azrou kénifra ; C: Meseta orientale ; D: zones internes à structures hypothétiques. 370Ma : Compression dans le Maroc oriental, distension en Meseta occidentale (A) ; 340Ma : Mise en place des premiers granites dans le Maroc oriental (2), la compression gagne vers l'Ouest et atteint le secteur d'Azrou-Khenifra (B), distension et magmatisme (1) en Meseta occidentale (bassin dissymétrique) ; 320-290 Ma : la compression atteint la Meseta occidentale, mise en place des plutons orogéniques d'abord calco-alcalins (2) puis anatectiques (3) ; 270 Ma : Mise en place des premiers granites alcalins tardi-tectoniques le long des cisaillements lithosphériques non rectilignes qui limitent la Meseta.

4.4.2. Le modèle géodynamique proposé par Kharbouch (1983) pour l'interprétation la chaîne hercynienne du Maroc

En 1983, Kharbouch propose le modèle d'une subduction fossile à pendage vers l'ouest qui fait intervenir les marges inactives d'une lithosphère océanique de nature éclogitique situé à l'est du Maroc.

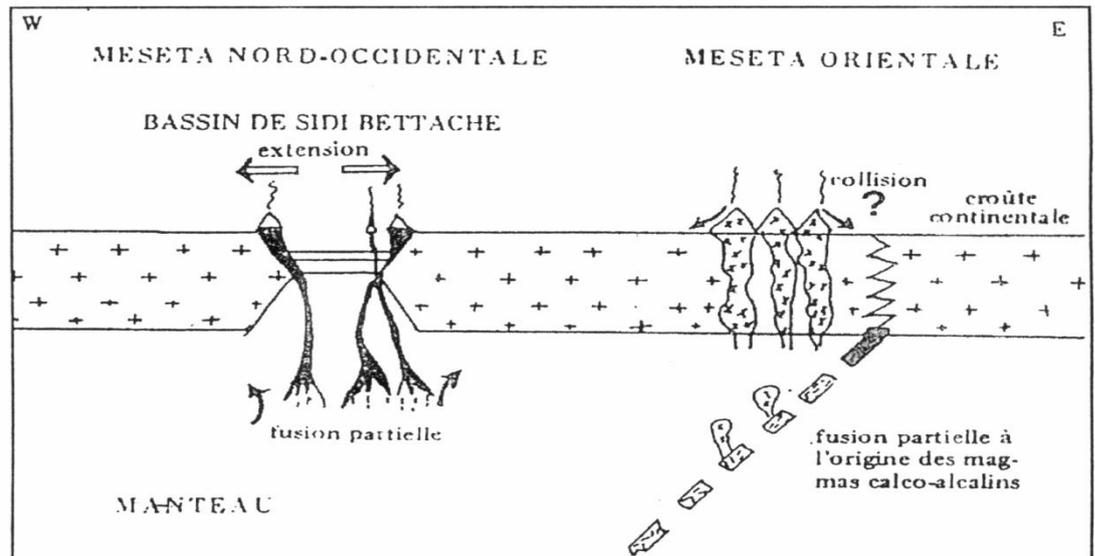


Figure13. Schéma géodynamique de la mise en place de série volcanique et hypovolcanique dévoniennes (Karbouch,1983)

4.4.3 Le modèle pétrogénétique proposé par Reddad (2009), pour l'interprétation du cadre géodynamique probable des granitoïdes étudiés

Selon Reddad 2009, la fusion partielle du manteau supérieur par décompression adiabatique est le résultat d'un décrochevauchement des failles lithosphériques de direction NE-SW. La chaleur apportée par le magma basique mantellique ainsi formé, provoque une fusion partielle de la croûte inférieure donnant naissance à des liquides crustaux. Ceux-ci se mélangent de manière incomplète avec le composant basique pour donner des magmas hybrides. La participation du magma crustal augmente progressivement du pluton le plus ancien (Tarilest et Zekkara) au pluton le plus jeune (Beni-Snassène).

- Entre 328Ma et 321Ma, formation du pluton de Tarilest par cristallisation fractionnée des magmas hybrides (M2) à dominance mantellique.
- Naissance du massif de Zekkara vers 287Ma, à partir d'un magma hybride (M4) à dominance crustale.
- Entre 284Ma et 250Ma, génération des granites tardifs de Beni-Snassène par la cristallisation fractionnée d'un magma d'origine essentiellement supracrustale.

Les leucogranites intrusifs dans les roches précédentes sont tardivement formés, et sont le résultat de la différenciation par cristallisation fractionnée d'un magma qui provient d'une fusion partielle de la croûte supérieure (Reddad, 2009).

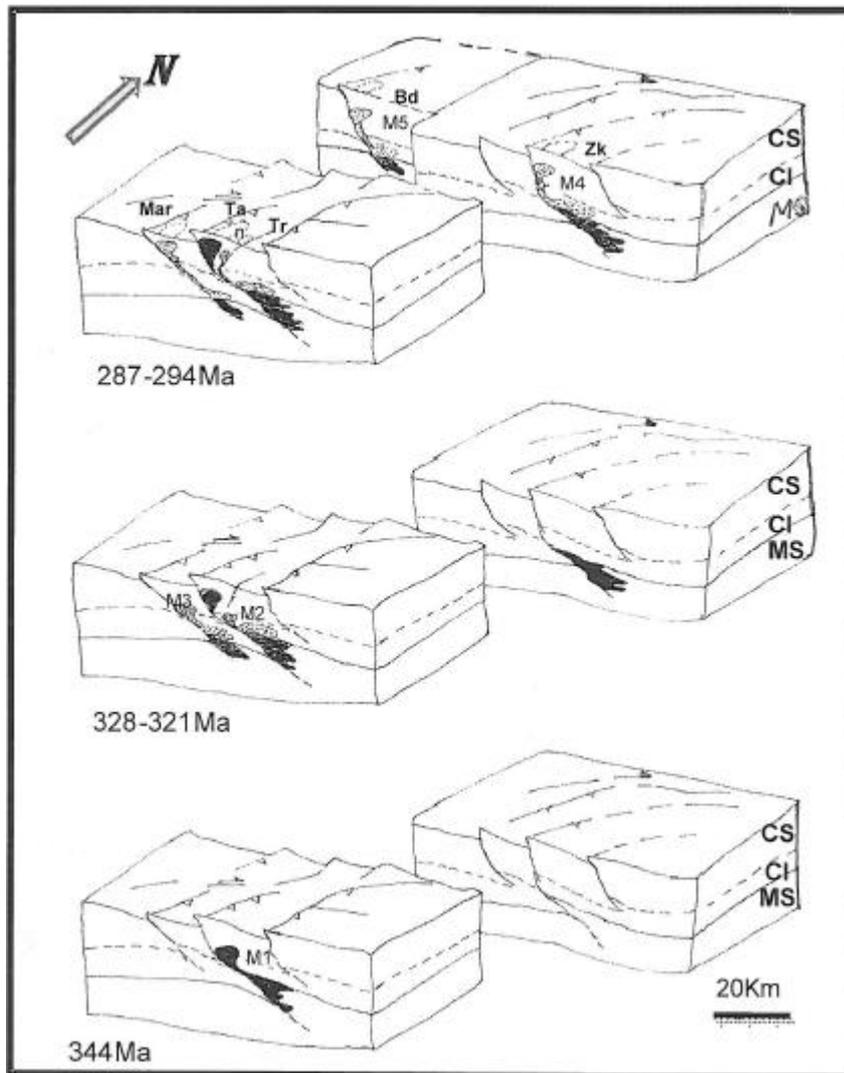


Figure 14. Modèle de genèse et de mise en place des granitoïdes de la Meseta orientale (d'après Reddad, 2009). MS : manteau supérieur. CI : inférieur. CS croute supérieur.

Ta :Tancherfi ; Tr : Tarilest ; Ma : Merguechoum ; Zk :Zekkara ; Bd :Boudoufoud

5. CONCLUSION

L'étude pétrographique des différents granitoïdes de Zekkara, Tarilest et Beni-Snassène a révélé :

- L'existence d'une évolution minéralogique qui se traduit par une diminution des plagioclases et des minéraux mafiques (clinopyroxènes et amphiboles) dans Zekkara et Tarilest et (biotite) dans Beni-Snassène, corrélée à une augmentation de quartz et d'orthose des termes les moins évolués aux plus évolués.
- La nature calco-alkaline essentiellement granodioritique de ces massifs.
- La présence de pointements de leucogranites crustaux tardifs essentiellement dans les massifs de Tarilest et Beni-Snassène.

L'étude géochimique de ces granitoïdes retrace l'évolution montrée précédemment par l'étude pétrographique. Elle suggère une différenciation magmatique plutôt complexe avec intervention simultanée de la cristallisation fractionnée et de phénomènes de contamination ou d'hybridation dont les témoins sont les enclaves de xénolites et les enclaves microgrenues sombres.

Le contexte géodynamique probable de ces granitoïdes correspondrait à un contexte orogénique de subduction sous-croûte continentale. Cette subduction serait à l'origine de l'érection de la chaîne en Meseta et de la mise en place des granitoïdes par épaissement de la croûte.

BIBLIOGRAPHIE

EL HADI H. (2002)- Caractérisations pétrographique et géochimiques des granitoïdes hercyniens tardi-orogéniques des massifs de Zekkara, Tarilest, Beni-Snassène et Boudoufoud (Meseta orientale, Maroc). Implications pétrogénétiques et géodynamiques. Thèse, université Hassan II–Mohammedia, Casablanca, Maroc, 1998, 225 p.

EL HADI & al., (2002).- Etude de la typologie des zircons des granitoïdes hercyniens de Zekkara, Tarilest et Beni-Snassène (Meseta orientale, Maroc). Bull. Inst. Sci., Rabat, 1996, N° 20, p.35.

EL HADI H. et al. (2002).- Magmatisme calco-alcalin en contexte de décrochement : le massif granodioritique de Beni-Snassène (meseta oriental , Maroc).

HARKER A. (1909)- The naturel hystory of ignious rocks, Mac Millan, New York, 384p.

HOEPFFNER, C (1987).- La tectonique hercynienne dans l'Est du Maroc. Thèse ès-Science. Univ . Louis Pasteur. Strasbourg, 280p.

Kharbouch F. (1984).- Les laves dévono-dénantiennes de la Meseta marocaine : étude pétro-géochimique et implication géodynamique. Thèse ès-Science. Univer. Bretagne occidentale. P278.

LAGARDE J.L (1987-1989).- Les plutons granitiques hercyniens : marqueurs de la déformation crustale : l'exemple de la Meseta marocaine. Thèse Univer. Rennes.371p.

MARHOUMI M. R. (1984).- Etude palynologique des séries dinantiennes de la meseta marocaine. Conséquences stratigraphiques et structurales. Thèse 3e cycle Strasbourg, 111p.

MRINI, Z. & RAFI A. (1992).- Chronologie Rb/Sr des granitoïdes hercyniens du Maroc : Conséquences. Bull. Soc. Géol. France, t. 163, N° 3 pp. 281-291.

PIQUE A. & MICHARD A. (1981)- Les zones structurales du Maroc hercynien. Sci. Géol. Bull. Strasbourg, 34,2, 135-46.

RAFI A.- Approche pétrographique, géochimique et géochronologique (Rb/Sr) des granitoïdes du Maroc oriental, thèse,université de Marrakech, Maroc, 1988, 113 p.

REDDAD A. (1993).- Les analyses modales des éléments majeurs et normes C.I.P.W, éléments en trace, terres rares et les faciès et leurs enclaves associés des massifs de Tarilest, Zekkara et Beni-Snassène (Maroc orientale).Thèse de Doctorat. Université Cadi Ayyad Marrakech p.173-182.

REDDAD A. (2009).-Cartes de faciès des massifs Tarilest, Zekkara et Beni-Snassène (Maroc orientale).Thèse d'habilitation universitaire. Faculté des Sciences et Techniques Marrakech. p.17-23.

REDDAD A. (2009).-Modèle pétrogénétique proposé pour l'interprétation du cadre géodynamique probable des granitoïdes de Tarilest, Zekkara et Beni-Snassène (Maroc orientale).Thèse d'habilitation universitaire. Faculté des Sciences et Techniques Marrakech. p.86-88.

STREKEISEN A.(1976).- to eachplutonicrokitspropername.Earth Sc. Rev.,12, pp.1-33.

VALAIN F. (1979).-Stratigrafie du paléopzoïque dans les monts d'Oujda (Maroc oriental). Mines Géologie Energie, 46, pp. 79-81.