

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
FACULTE DES SCIENCES DE LA TERRE DE LA GEOGRAPHIE ET
DE L'AMENAGEMENT DU TERRITOIRE
DEPARTEMENT DES SCIENCES GEOLOGIQUES

N° d'ordre

N° de série



MEMOIRE DE MAGISTER

En Géologie

Option : Ressources minérales

**ETUDES MINERALOGIQUE ET GEOCHIMIQUE DES
GRANITOIDES DE LA REGION DE COLLO**

Par

LAMRI Mourad

Devant le Jury :

SHOUT Hocine	Professeur	Université Frères Mentouri Constantine 1	Président
BOUREFIS Ahcene	Professeur	Université Frères Mentouri Constantine 1	Encadreur
MARMI Ramdane	Professeur	Université Frères Mentouri Constantine 1	Examineur
CHADI Mohamed	M.C.A	Université Constantine 3	Examineur

Constantine 2017

DEDICACE

À mes chers parents (Hocine et khadoudja) aux quels je dois tout.

À ma chère femme sihem,

À mon cher fils Ahmed,

À ma sœur : Hakima et son marie Nabil, et ma petite sœur sonia

À mes frères : A. Ghani, Nourredine, et A. Razzek

À toute la famille Lamri et Merouani,

À tous mes amis et à tous mes collègues de la promotion du magister

2013

LAMRI Mourad

Remerciements

« Je remercie d'abord le bon Dieu, le tout puissant pour l'éclairage du cheminement des ténèbres par des étoiles dans les nuits les plus obscures, où surgissent les vérités profondes, suscitant toute spéculation... »

Au terme de ce travail, je tiens à exprimer mes remerciements à toutes personnes ayant participé de loin ou de près à la réalisation de cette étude.

*En particulier mon promoteur **Mr. Le professeur : BOUREFIS Ahcène**, pour avoir accepté de m'encadrer et qui n'a jamais cessé de m'aider et de m'orienter avec ses précieux conseils, qu'il soit rassuré de mes profondes reconnaissances*

*Mes remerciements vont également aux membres du jurée : le professeur. **SHOUT Hocine**, le professeur **.MARMI Ramdane** et **Mr. M.C. Chadi Mohamed** qui ont acceptés d'évaluer ce travail*

Mes vifs remerciements vont également à tous les enseignants du département de Géologie qui m'ont assuré une bonne formation.

Sommaire

CHAPITRE I INTRODUCTION ET BUT DU TRAVAIL.....	1
A)PRESENTATION	1
B) BUT DE L'ETUDE.....	2
CHAPITRE II GEOLOGIE REGIONALE.....	3
II. 1. CADRE REGIONALE (LES GRANDES ENSEMBLES GEOLOGIQUES DE LA CHAINE DES MAGRHEBIDES)	3
II. 1. 1. Les zones internes.....	4
II. 1. 2. le domaine des flyschs	4
a) Les flyschs Maurétaniens	4
b) Les flyschs Massyliens	5
c) Les flyschs Numidiens	5
II.1. 3. Les zones externes	5
a) La zone ultra-tellienne	5
b) La zone tellienne au sens strict	5
c) La zone péni-téllienne	5
II. 1. 4. Les formations post nappes	6
II. 2. L'EVOLUTION TECTONIQUE DES MAGHREBIDES.....	7
II. 3. LE MAGMATISME.....	9
II. 3. 1. Introduction	9
II. 3. 2. Nature et Répartition spatiotemporelle du magmatisme tertiaire en Afrique du Nord	11
CHAPITRE III SITUATION GEOGRAPHIQUE ET GEOLOGIE LOCALE.....	15
III- 1. Situation géographique de la région d'étude.....	15
III. 2.GEOLOGIE LOCALE.....	16
III. 2.1 INTRODUCTION.....	16
III. 2.2. LES GRANDES SÉRIES GÉOLOGIQUES DE LA PETITE KABYLIE.....	17
III. 2. 2.1. Les formations métamorphiques	17
III. 2. 2.2. Les formations sédimentaires.....	19
A) La dorsale Kabyle	19
B) Les flyschs.....	19
C) Les séries telliennes.....	20
D) l'Oligo-Miocène Kabyle	20
E) La série numidienne	20
F) Les formations post-nappes	21
G) Les formations éruptives	21

III. 2.3. L'EDIFICE DE BOUGAROUN :	23
CHAPITRE IV ETUDE MENERALOGIQUE ET PETROGRAPHIQUE.....	25
IV .1.INTRODUCTION	25
IV. 2. Les Granites	25
A) Aspect macroscopique	27
B) Etude microscopique	29
<i>a) Les minéraux essentiels :</i>	30
- Le quartz	30
- Le feldspath potassique.....	31
- La cordiérite	31
- Le plagioclase	31
- La biotite	32
- La muscovite	32
<i>b) Les minéraux accessoires</i>	32
- Le zircon	32
- Les opaques.....	33
- La tourmaline	34
c) Les altérations	34
IV.3.CONCLUSION.....	35
CHAPITRE V ETUDE GEOCHIMIQUE	36
V .ETUDE GEOCHIMIQUE DES GRANITOÏDES DE CAP BOUGAROUN.....	36
V.1. LES ALTERATIONS	38
- La perte au feu	38
V.2. Nomenclature	41
a) Nomenclature de Streckeisen.....	41
b) Nomenclature (TAS).....	43
V. 3. LES ELEMENTS MAJEURS.....	44
V.3.1 Diagrammes de Harker:.....	44
V.3.2. Caractéristiques géochimiques et typologie	48
Conclusion sur l'étude de la géochimie des éléments majeurs	53
V. 4. LES ELEMENTS EN TRACE.....	54
a)Variation inter éléments	54
- <i>Les éléments compatibles</i>	54
- <i>Les éléments incompatibles (LILE et HFSE)</i>	56
V. 5. MODELE PETROGENETIQUE	58
- <i>Diagrammes de discrimination géotectoniques</i>	61
Conclusion.....	66

CONCLUSION GENERALE	67
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	69

Chapitre I Introduction et but de travail

A) PRESENTATION

Fougnot (1990) relève que dans l'Est algérien, l'essentiel du magmatisme s'est mis en place entre la fin du Burdigalien et la fin du Langhien; soit une période courte n'excédant guère 1.5 Ma. Les granites affleurent en trois types principaux (**Fig.1**).

Le premier type affleure dans la région de Collo (Fougnot, 1990; Ouabadi, 1994) où il constitue deux masses volumineuses distantes d'une dizaine de kilomètres (massifs de Bougaroun au Nord et de Béni-Touffout au Sud) qui sont essentiellement constitués de granites monzonitiques.

Le deuxième type, plus clair, quartzo-plagioclasique à biotite seule, se présente au niveau de la partie Nord du massif de Bougaroun. Un troisième type forme les affleurements du Djebel Filfila (Semroud, 1970; Semroud et Fabriès, 1976; Ouabadi, 1994, Bourefis 1995 et 2007) qui représentent l'apex d'un appareil à peine dégagé par l'érosion. Le type Filfila est nettement plus alcalin que les précédents, à micas lithinifères, tourmaline, topaze et fluorine.

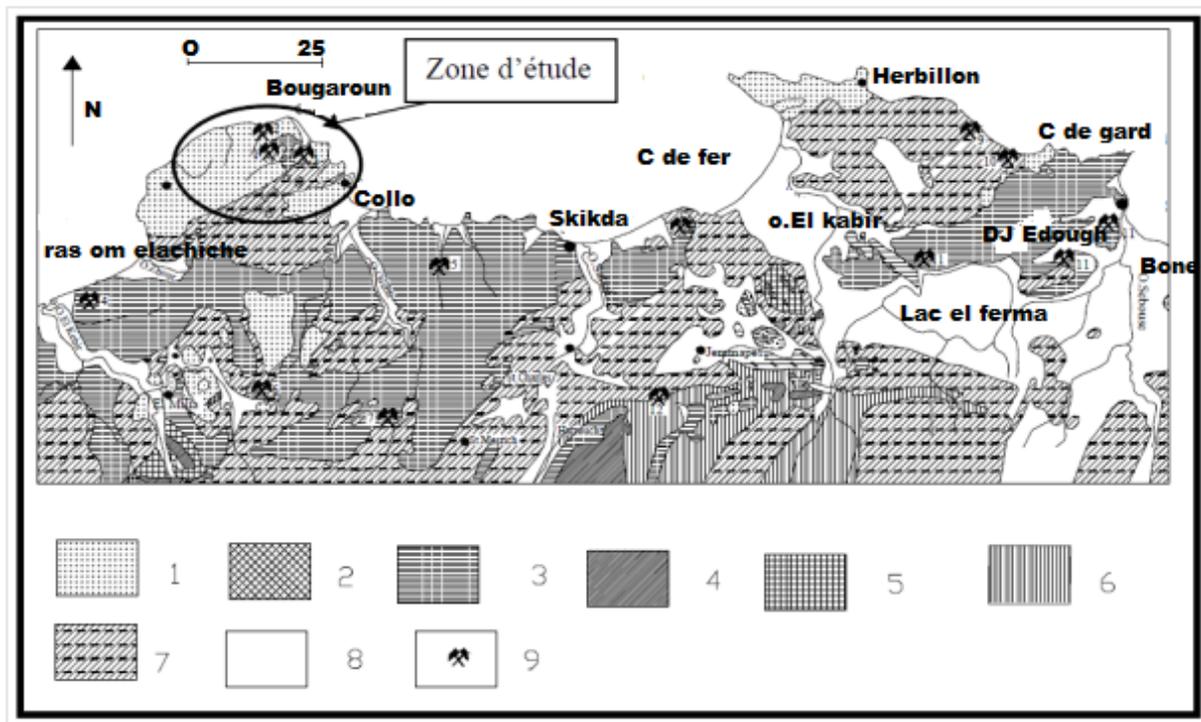


Fig. 1 : Carte géologique de la petite Kabylie de Collo et de la partie Ouest de la région d'Annaba avec l'emplacement de quelques gîtes métallifères, (d'après Roubault, 1934) (modifiée).

1. Granite et microgranite. 2. Rhyolite. 3. Schistes cristallins et granulites. 4. Jurassique supérieur. 5.

Crétacé inférieur. 6. Eocène moyen. 7. Eocène supérieur. 8. Quaternaire. 9. Gîtes métallifères

B) BUT DE L'ETUDE

L'étude est destinée essentiellement à utiliser les critères minéralogiques, géochimiques, et pétrographiques, avec les moyens d'analyses disponibles pour définir, la typologie de ces granitoïdes, et de discuter ses différentes caractéristiques minéralogiques, géochimiques, entre les différents types pétrographiques présents dans ce massif, et leur places dans le magmatisme tertiaire du Nord de l'Algérie.

Les formations granitiques de la région de Collo (Cap Bougaroun) sont connues et décrites depuis fort longtemps. Récemment, les études pétrologiques et géochimiques ont été intensifiées avec les techniques modernes et les méthodes rapides d'analyse et interprétation (ex : Fougnot, 1990; Ouabadi, 1994). Toutefois ces études restent insuffisantes pour une simple raison, c'est qu'elles recouvrent des surfaces restreintes de la vaste région étudiée.

Il a été donc indispensable de procéder à un échantillonnage systématique en vue de récolter des témoins de roches aussi frais que possible et suffisamment représentatifs de certains massifs ou formations granitiques. Cet échantillonnage sera destiné pour des analyses pétrographique et géochimique qui s'ajoutent à celles déjà réalisées.

Chapitre II géologie régionale

II. 1. CADRE REGIONALE (LES GRANDES ENSEMBLES GEOLOGIQUES DE LA CHAINE DES MAGRHEBIDES)

Le terme «Maghrébides» (Durand-Delga, 1971) est utilisé pour définir une partie de la méditerranée occidentale touché par l'orogénèse alpine et qui va de Gibraltar à la Calabre en passant par l'Afrique du nord dont l'Algérie du nord fait partie (Fig. 2).

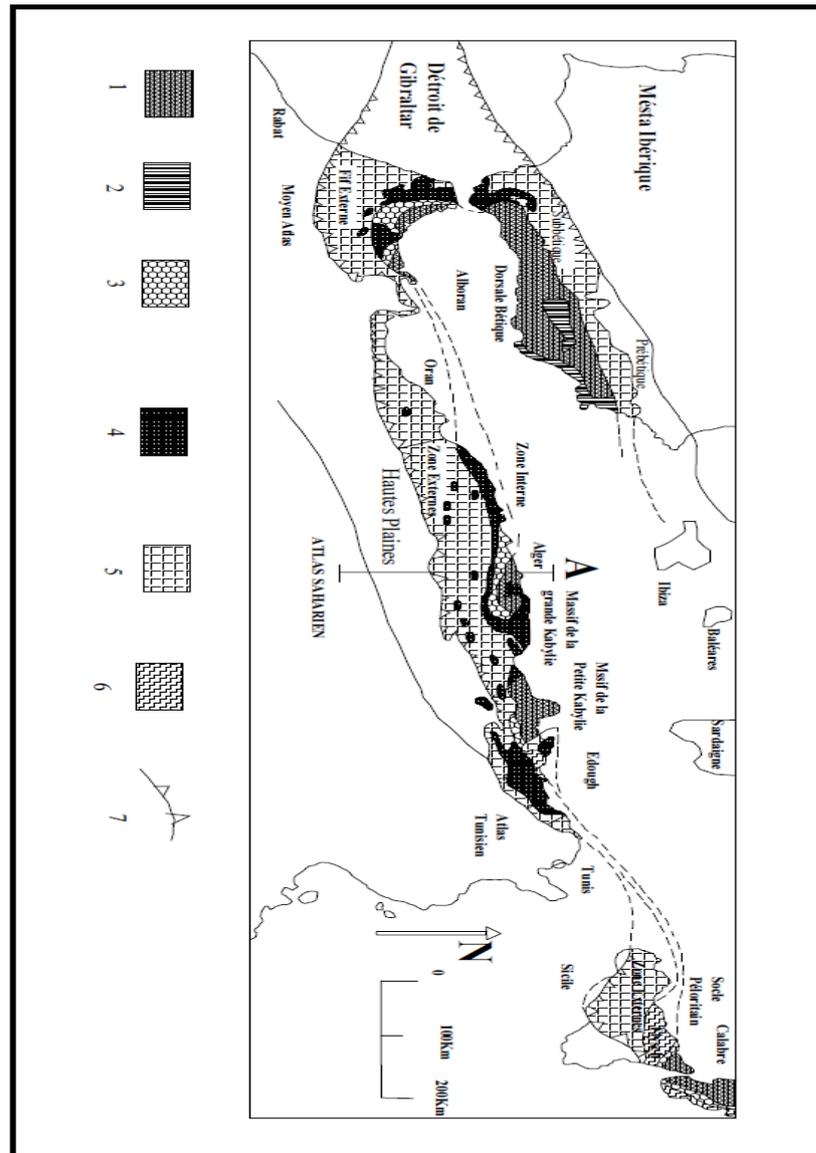


Fig. 2 : Carte géologique de l'édifice alpin dans le cadre méditerranéen occidentale, d'après (Durand Delgad, 1980), modifiée démontrant la position de d'une coupe schématiques en Algérie du nord. (A) : la grande Kabylie (in Ouabadi.1994).

Légende : 1. massifs Anciens bético_ rifain, Kabylie, Péloritain et Calabrais. – 2. Nevado- filabrides (Andalousie) : Paléozoïque et Permo-Trias soumis au métamorphisme alpin.- 3. Dorsale calcaire (bétique, rifaine Kabyle à matériel mésozoïque, écaillé.- 4. Flyschs (Crétacé et Paléocène) allochtones.- 5. Rif externe, Tell algérien (Mésozoïque et Tertiaire).-6. Massif ancien externe (Edough).- 7. Front des ensembles charriés.

Le premier schéma structural de l'Algérie du Nord (Alpine) a été proposé par Kieken (1962). Raoult (1974), Bouillin (1977) et Vila (1980), ont par la suite défini l'ensemble des structures produites par l'orogénèse alpine comme la superposition d'unités allochtones charriées sur l'autochtone présaharien (Fig. 3). Cet ensemble de structures peut être subdivisé en trois ensembles structuraux qui sont les zones internes, le domaine des flyschs et les zones externes qui sont couverts par du matériel mio-plio-quadernaire discordant.

II. 1. 1. Les zones internes

Elles sont caractérisées par des massifs de socle, localement revêtus d'une couverture de terrains paléozoïques (Bouillin, 1986). En Algérie du Nord, ces terrains sont représentés par les massifs littoraux cristallophylliens précambriens à carbonifères. Les massifs cristallins les plus importants sont localisés en Grande et petite Kabylie, ils ont une couverture Méso-Cénozoïque écaillée qui est la chaîne calcaire (dorsale calcaire), d'autres massifs sont représentés par des petits pointement comme celui d'Alger dont l'âge est encore controversé et les massifs antémésozoïques de Chenoua. L'ensemble est largement chevauchant vers le sud. En Petite Kabylie, ce chevauchement peut atteindre 30 km (Bouillin, 1977).

II. 1. 2. le domaine des flyschs

Bouillin (1986), subdivise le domaine des flyschs en trois formations allochtones : les flyschs maurétaniens et les flyschs massyliens qui sont d'âge Crétacé inférieur à Paléogène, et les flyschs numidiens d'âge Oligo-Miocène. Il s'agit de formations de mer profonde, mises en place par des courants de turbidité.

a) Les flyschs Maurétaniens

Les flyschs maurétaniens sont relativement épais et sont composés d'une série qui comporte des radiolarites à la base. Au Maroc, dans le rif central, ces radiolarites sont associées aux conglomérats à galets de dolérites et aux calcaires du Dogger (Andrieux, 1971). En Algérie, dans le massif de Chellata (Grande Kabylie), Gélard (1979) a observé un petit affleurement de radiolarites et des roches basiques à la base de ces flyschs. En petites Kabylie apparaissent de vastes affleurements du substratum initial de ces flyschs. Ils se situent au front des nappes du socle interne (Durand Delga, 1971; Bouillin, 1978) ou dans des fenêtres qui percent ces nappes (Bouillin, 1982). Les flyschs maurétaniens sont composées d'un ensemble périto-calcaro-gréseux d'âge Néocomien, d'un ensemble périto-gréseux en gros bancs d'âge

Albien inférieur à moyen et d'un ensemble argilo-calcaireux à débris calcaires et quartz détritiques caractérisant les séries mauritaniennes d'âge Vraconien à Lutétien. Le sommet de la série est formé par des niveaux conglomératiques d'âge sénonien supérieur et paléogène.

b) Les flyschs Massyliens

Raoult (1969), a utilisé le terme massylien pour désigner les flyschs schisto-quartzeux Albo-Abtiens de Glangeaud (1932). Ces flyschs comportent un ensemble péliito-quartzeux datée du Crétacé inférieur à la base et un ensemble péliito-microbréchi que du Cénomani en au Sénonien au sommet.

c) Les flyschs Numidiens

Ce sont des flyschs Oligo-Miocène, grésopélitiques dont l'âge va de l'Oligocène supérieur au Burdigalien inférieur (Lahondère et al, 1979). Avant la fin du Burdigalien, ces flyschs ont subi un décollement et charriage à vergence nord (Bouillin, 1977; Vila, 1980).

II.1. 3. Les zones externes

Elles présentent d'importantes variations du Maroc à la Sicile (Bouillin, 1986), ce qui rend difficile les corrélations entre elles sur d'aussi grandes distances. Ce sont des nappes allochtones et para-autochtones de flyschs comportant des terrains datés du Crétacé à l'Éocène. Ces formations ont subi une tectonique tangentielle majeure d'âge fini-Lutétien ou fini-Oligocène (Bouillin, 1977) et chevauchent l'autochtone saharien. En Algérie, il s'agit des nappes telliennes qui se disposent du Nord au Sud comme suit :

- a) **La zone ultra-tellienne** (Durand Delga, 1969) est caractérisée par des faciès bathyaux clairs au Crétacé et à l'Éocène et une composante détritique au Sénonien et à l'Éocène à sa marge septentrionale.
- b) **La zone tellienne au sens strict** regroupe l'essentiel des unités des Bibans, épi, méso et infra-telliennes décrites par Kieken (1962).
- c) **La zone péni-tellienne** est caractérisée par des influences néritiques. Ces séries ont été confondues avec les formations de type plate forme réputée autochtone (Vila, 1980).

II. 1. 4. Les formations post nappes

Ce sont des formations miocènes, pliocènes et quaternaires (le Mio-Plio- Quaternaire). Elles recouvrent en discordance toutes les formations antérieures, y compris le Numidien et les olistotromes. Comme ces formations sont post orogénique, il existe une relation très étroite entre ces formations et le magmatisme néogène où les corps ignés se sont mis en place dans les bassins d’effondrement post nappes.

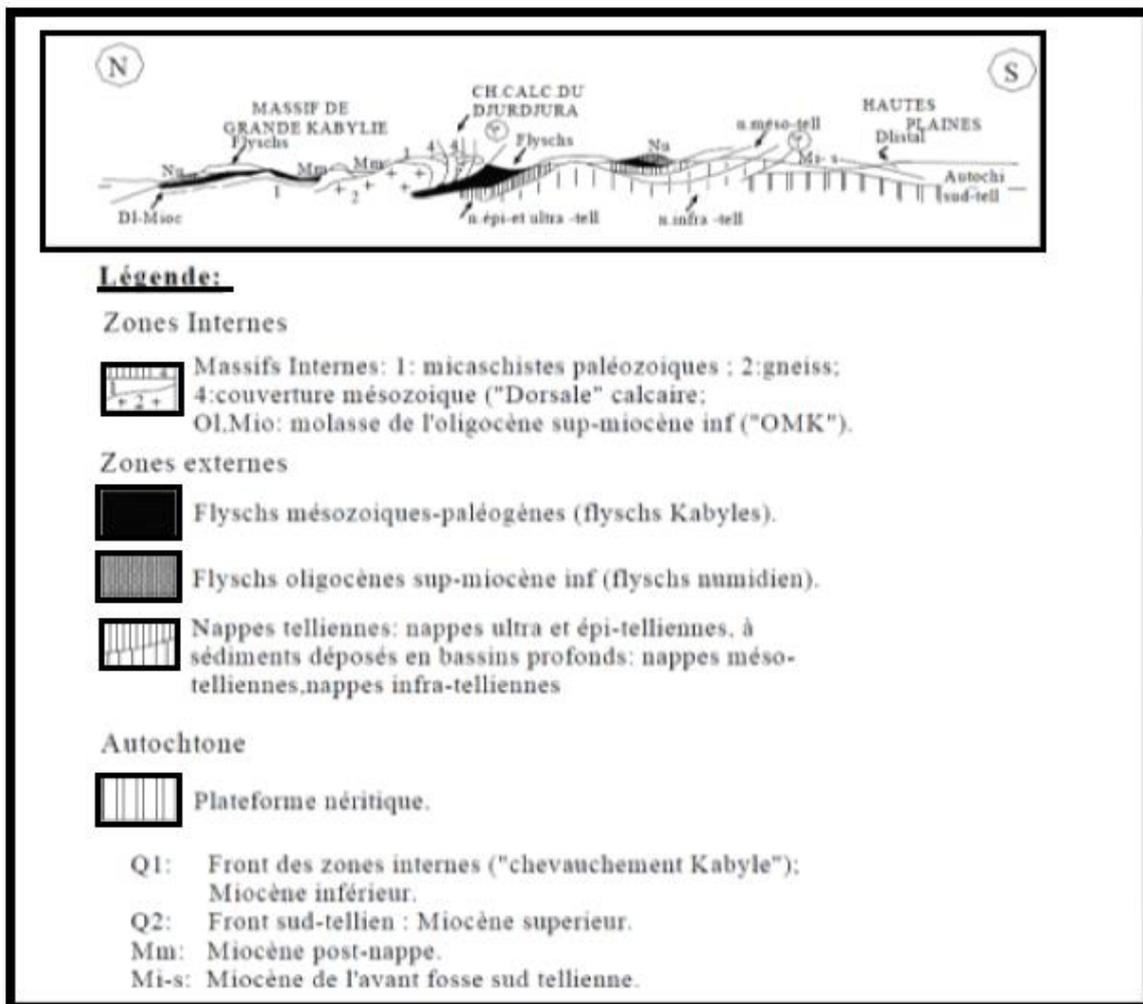


Fig. 3 : Coupe Schématique Synthétique représentant les différentes unités des structurales des maghrébides au niveau de Grande Kabylie Glaçon (1973). Position de la coupe (A), (voir fig.2)

II. 2. L'EVOLUTION TECTONIQUE DES MAGHREBIDES

La structure actuelle des maghrébides (Fig. 4) débute au Crétacé par une première étape caractérisée par l'affrontement des deux plaques africaine et européenne qui sont le produit de plusieurs épisodes de coulissage sénestre conduisant à leur collision (Fig. 5). Cette collision s'intensifié au Crétacé supérieur (Dewey *et al.* 1973; Taponnier, 1977). Aussi il faut signaler que au Tithonien -Néocomien, il y a eu individualisation du sillon des flyschs maurétaniens et massyliens entre la microplaque Alboran (massif internes actuels) et l'Afrique du Nord. (Durand Delga, 1980; Durand Delga et Fontboté, 1980).

Une deuxième étape divisée en deux phases tectoniques successives détruit le dispositif paléogéographique mésozoïque mis en place par la première étape, pour aboutir à la chaîne actuelle.

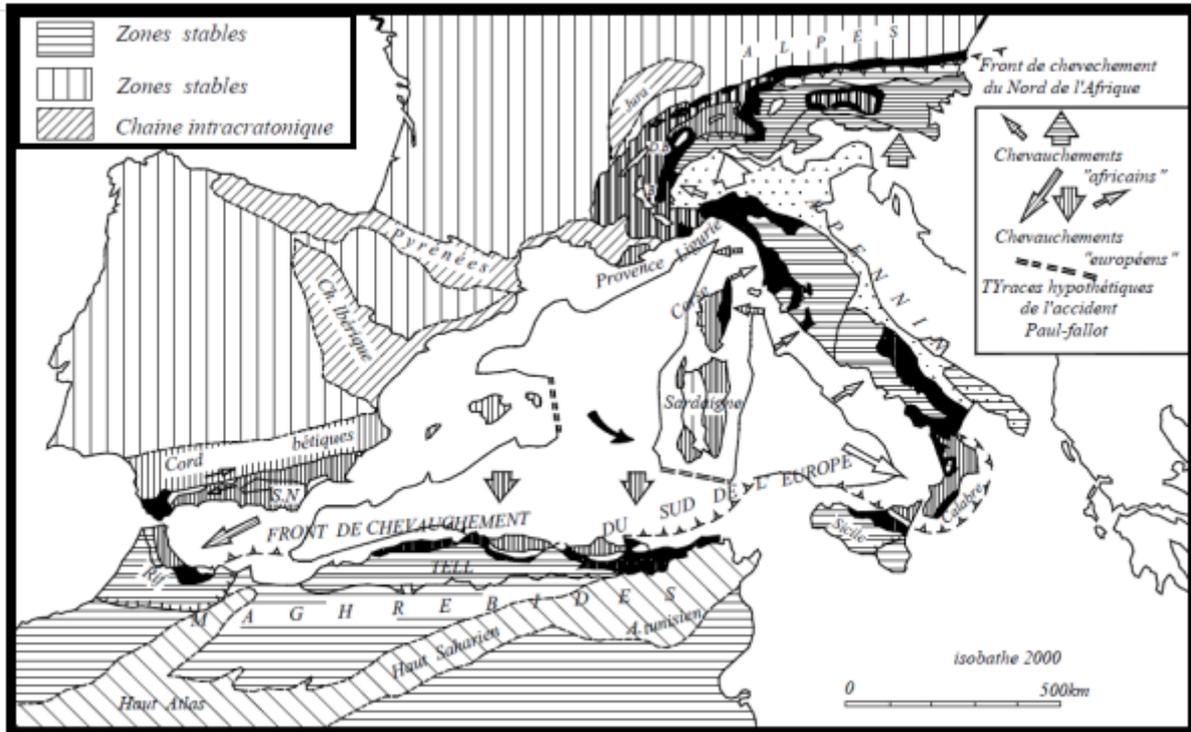


Fig. 4: Schéma géologique des chaînes bordantes la méditerranée occidentale et interprétation d'origine paléogéographique des grands ensembles structuraux. (D'après Bouillin, 1986).

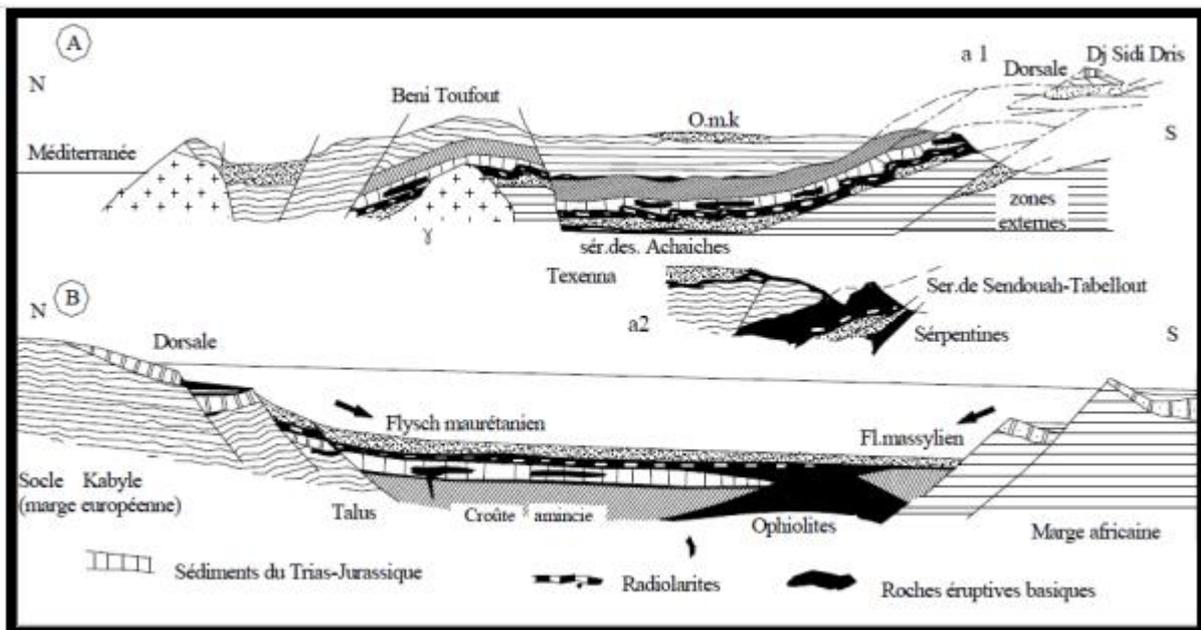


Fig. 5 : Coupe Synthétique des Maghrébides interne au niveau de la petite Kabylie et sa reconstitution Paléogéographique. (D'après Bouillin, 1986).

O.M.K : Oligo-Miocène Kabyle. γ : Granitoïdes miocènes. A : (a1: Coupe de la dorsale au niveau de Djebel Sidi-Driss. a2: Coupe au niveau de Texana). B : Reconstitution paléogéographique à la fin du Crétacé inférieur.

La phase fini-lutétienne est une phase tectonique majeure entraînant le chevauchement de l'ensemble socle et couverture sur les flyschs maurétaniens et le début du chevauchement de cet ensemble vers les zones externes (Raoult, 1974). Cette phase correspond à au début de la collision du « microcontinent des zones internes » avec les masses continentales africaines et européennes (sous-plaque ibérique) et la formation d'un arc de Gibraltar embryonnaire (Paquet, 1974).

La phase oligo-miocène est une importante phase de serrage qui se termine à l'Aquitanién. Elle est caractérisée par le chevauchement de l'ensemble des zones internes sur le domaine tellien tandis que la nappe numidienne se superpose aux Olistostromes par glissement gravitaire vers le Nord. Cette période de compression est suivi par un épisode de relaxation (Suzzoni *et al.* 1992) avec formation de bassins discordants où s'est mise en place une sédimentation burdigalienne et langhienne.

Enfin, il faut signaler une tectonique plio-quadernaire avec des plissements à grands rayons de courbure, suivie de fracturations de direction E-W et NE – SW. Cette phase à un rôle très important dans l'apparition des intrusions magmatiques comme le cas des Iles Habiba en Algérie et les îles de Galite en Tunisie.

II. 3. LE MAGMATISME

II. 3. 1. Introduction

L'étude systématique du magmatisme néogène est entreprise conjointement vers 1965 dans toute la structure alpine périméditerranéenne sur la base des premiers résultats obtenus dans le domaine andin, qui représente l'exemple type d'une marge active. On a pu d'ailleurs rapidement établir d'intéressantes relations entre le caractère spatio-temporel et typologique de formations ignées comparables.

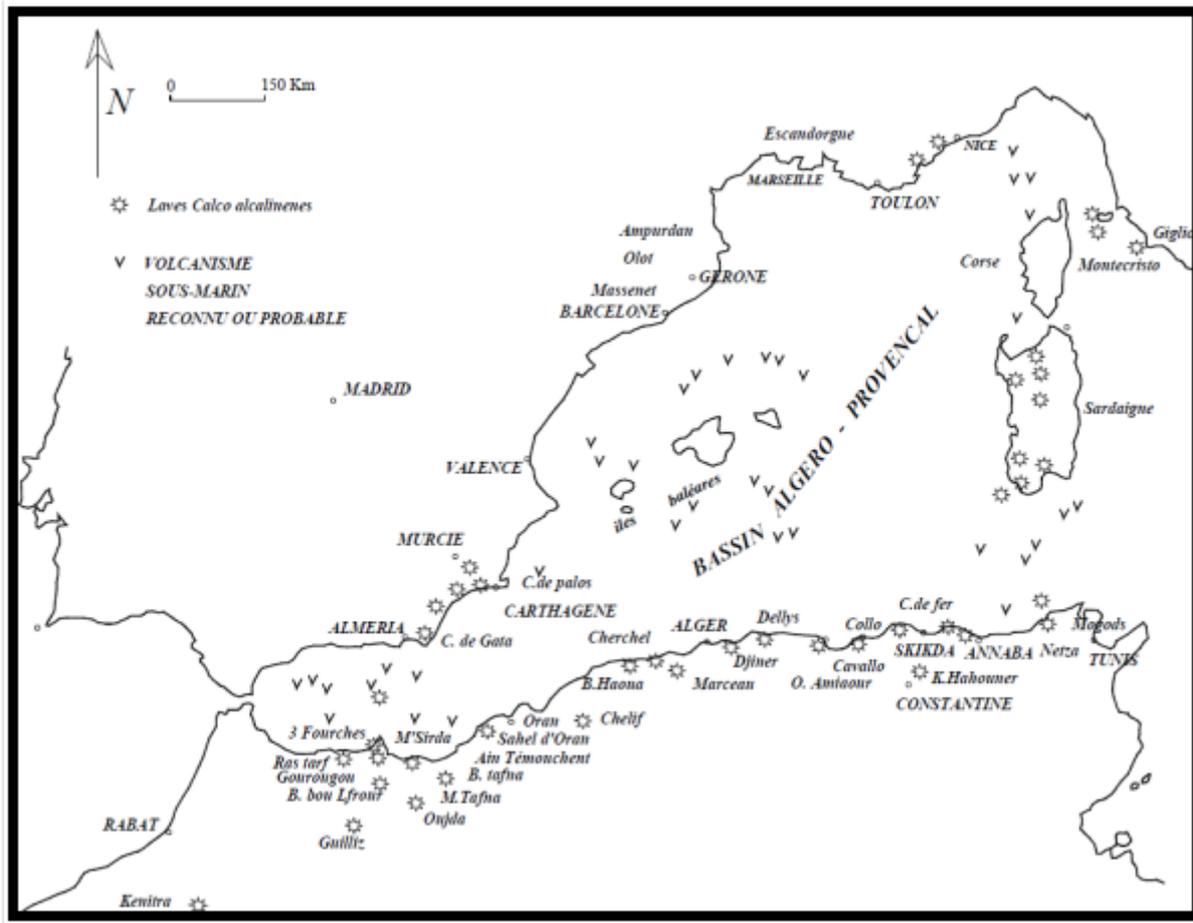


Fig. 6: Le magmatisme tertiaire du pourtour de la méditerranée occidentale (d'après Bellon, 1976, modifiée).

L'étude statistique et comparative des données chimiques, typologiques et géochronologiques récentes (d'après Bellon et Brousse., 1977) ; sur les différents massifs a mis en évidence des variations locales et/ou générales considérées aujourd'hui comme significatives des mouvements relatifs des plaques impliquées dans le cadre méditerranéen (Fig. 7).

II. 3. 2. Nature et Répartition spatiotemporelle du magmatisme tertiaire en Afrique du Nord

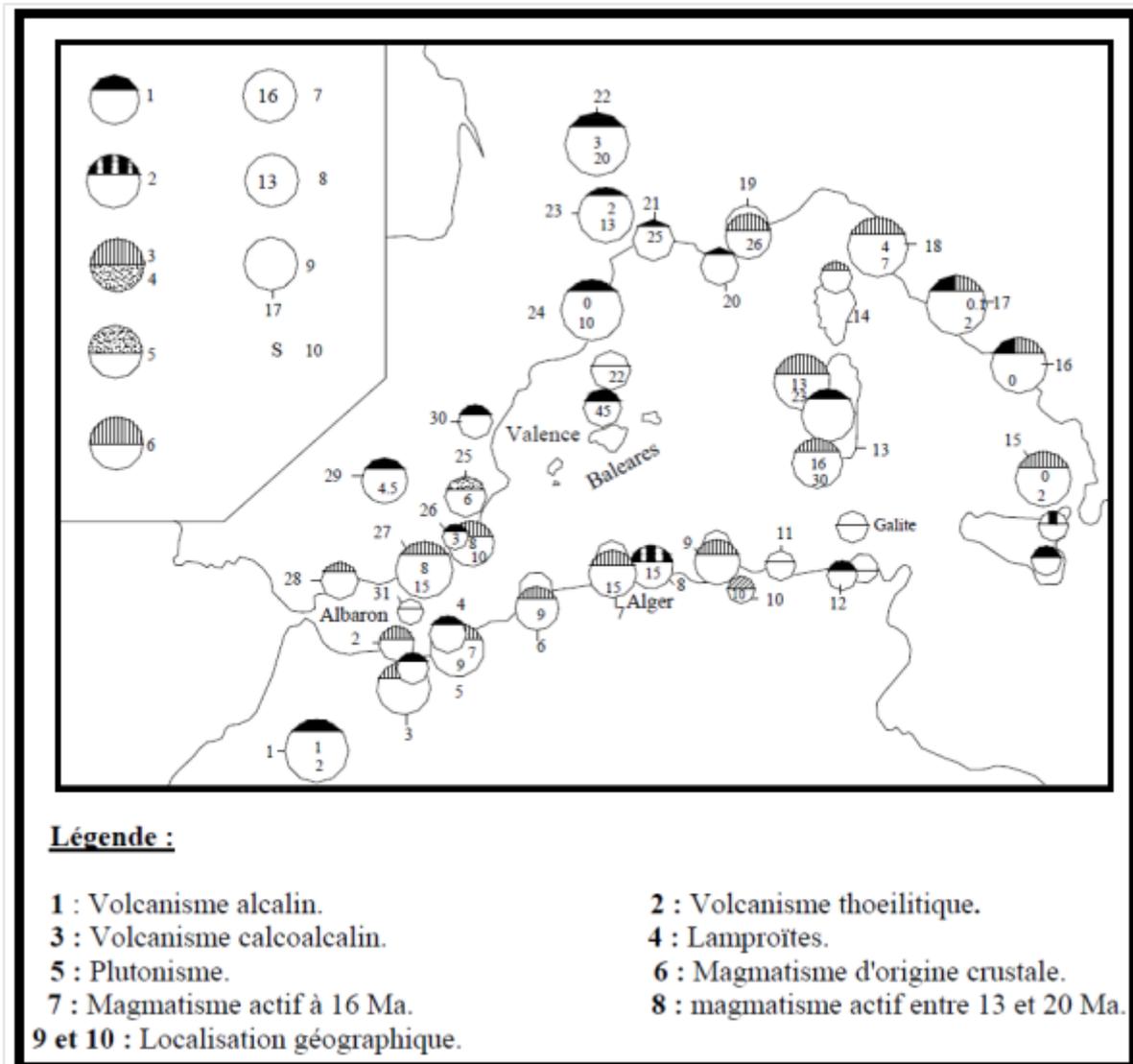


Fig. 7: Carte de l'évolution des séries magmatiques tertiaire et quaternaires de la méditerranée occidentale (d'après Bellon et Brousse., 1977).

Au Maroc, (Rif septentrional) et en Algérie nord-occidentale (Oranais), le volcanisme néogène apparaît également dans la zone côtière, mais occupe une position externe dans la chaîne maghrébine. Dans cette région, l'activité s'échelonne entre 16 Ma et 5 Ma dans le Rif, et entre 12 et 8 Ma dans l'Oranais. D'après El Azouzi *et al.* (1999), les caractéristiques du volcanisme marocain montrent les évolutions suivantes : (1) une évolution géochimique, avec passage progressif d'un volcanisme calco-alcalin à un volcanisme alcalin; (2) une évolution isotopique depuis le magmatisme calco-alcalin ($(\text{Sr}_{87}/\text{Sr}_{86})_i$ élevé, ΣNb négatif) jusqu'à l'alcalin ($(\text{Sr}_{87}/\text{Sr}_{86})_i$ faible, ΣNb positif) et une autre temporelle (13 Ma au quaternaire) où se

succèdent des périodes d'émissions allant du calcoalcalin à l'alcalin; (3) une évolution géographique où le magmatisme calco-alcalin et transitionnel est cantonné dans le Nord du Maghreb par contre l'alcalin devient prédominante au centre puis exclusif dans le sud de Quilliz. Cette évolution a été mise en parallèle avec le passage d'un régime de compression à un régime d'extension dû à un effet de poinçon.

En Tunisie, le magmatisme est localisé sur l'archipel de la Galite et la région de Nefza. Dans l'archipel, les micro-diorites et diorites d'environ 14 Ma; sont recoupées par des filons micro-granitiques à caractère plus alcalin d'âge Tortonien (vers 10 Ma.), (Bellon, 1976 ; Juteau *et al.* 1986). Dans le deuxième domaine, les formations ignées sont en position nettement externe au sens tectonique. Elles sont représentées par un dôme granodioritique à chimisme fortement sodique, présumé contemporain aux formations de la Galite, et des volcanites intermédiaires à basiques d'âge 8 à 7 Ma ; les dernières sont franchement alcalines, (Bellon, 1976 ; Haloul, 1989 ; Mauduit, 1978).

En Algérie, le plutonisme et le volcanisme du Néogène a fait l'objet d'une synthèse bibliographique (Glaçon, 1971). Il est limité aux zones internes, au voisinage des côtes.

En Algérie occidentale, ce que l'on voit est la suite de ce qui existe au Maroc septentrional et de celui de l'Espagne. Les manifestations éruptives paraissent bien postérieures aux charriages. Elles débutent au cours du Miocène supérieur, mis à part naturellement le cas de quelques petits massifs ultrabasiques plus anciens qui pourraient être déplacés par la tectonique néogène. L'évolution des roches est la suivante :

- Au Miocène supérieur, la mise en place de certains massifs qui présentent les compositions comme suit : quelques basaltes anciens mais surtout des laves andésitiques essentiellement sous forme de brèches (région de Msidra Fouaga); basaltes anciens et rhyolites (Moyenne Tafna); rhyolites, dacites et andésites avec tufs, coulées, pyroclastites, cendres, brèches, projections, etc. (Sahel d'Oran "Tifraouin"), (Sadran, 1958).

Au Paléocène et au Quaternaire inférieur il y a eu des épanchements de basaltes et labradorites.

En Algérie centrale, le magmatisme apparaît en divers points de la zone côtière, entre Tenès et Cherchell, et à l'Est d'Alger, au Cap Djinet. Dans cette région, le volcanisme est accompagné par des intrusions subvolcaniques et plutoniques. Cette activité débute à 16,5 jusqu'à 16 Ma., avec des produits volcaniques, ensuite de 13 à 9 Ma. Avec des produits

volcaniques accompagnés par des intrusions plutoniques. L'activité reprend vers 5 Ma. Près de Cherchell avec quelques filons de basalte alcalin. L'essentiel de ce magmatisme est de type calcoalcalin, à tendance potassique à l'Ouest d'Alger, par contre à caractère tholéiitique au Cap Djinet (Glangeaud, 1935 et 1952 ; Popov, 1969).

En Algérie orientale (Constantinois) :

Dans cette région, les roches sub-volcaniques et les roches plutoniques sont plus abondantes que dans le reste de l'Algérie du Nord. Elles sont de composition granitiques et dioritiques.

Les roches volcaniques sont essentiellement rhyolitiques, dacitiques et andésitiques. Les roches éruptives sont venues après la mise en place des unités allochtones, c'est-à-dire durant le Miocène inférieur et moyen; quelques unes au Miocène supérieur. Certaines roches sont affectées par des transformations telles que la silicification et kaolinisation (Glangeaud, 1925 ; Bolfa 1948 ; Bolfa *et al.* 1952 ; Gravelle, 1960 ; Hilly, 1957 et 1962 ; Durand Delga, 1969 ; Bobier, 1968 ; Fabriès et Semroud., 1969 ; Marignac ; 1968; Popov, 1969).

Le tableau 1 : résume les principaux corps magmatiques, leurs âges radiométriques, les minéralisations, la morphologie des corps minéralisés et les principaux indices ou gîtes.

Tableau. 1 : Le magmatisme post-orogénique du littoral algérien : nature, âge radiométrique et minéralisations associées (in mémoire de magister ALA Bouazziz)

Nature des roches Effusives et Intrusives	Age (Ma.)	Minéralisation	morphologie	Indices ou gîtes	Référ.
Beni-Saf, Oran, Ain Temouchent Laves andésitiques, graniteet basaltiques Dykes recoupant ces laves	andésites : 8-9 basalte : 1-2	Cu, Ni, pyrite, (Au, As, Co, Cr)	Filons, imprégnations Dans les andésites	Djebel Touila Djebel M'zaila Djebel M'sirda	(1,2,)
Tenès, Cherchell: Na-andésites et Micro-K-andésites, monzonites, basaltes, Filons de Dacites et rhyolites kerantites	rhyolites : 15-16 andésites : 12-13 dacites : 9 monzon.: 11-9 kersantites: 5	Cu, pyrite, Pb, Ba, (Sb, Hg, Zn, As, Ag)	Stockworks, filons, imprégnations dans les andésites.	Bou Khandek Beni Aquil Bou Chekif	(1)
Thenia: Dyke liparite, dyke Granoet sill de diabase diorite Laves et pyroclastites Andésitiques et Rhyodacitiques	Granodiorite: 15	Cu, Zn, Sn, pyrite, (As, W, Mo, Bi, Cr, Au, Ag).	Filons, imprégnations des dykes.	Bou Arrous Sidi Herout	(3, 4, 5)
Oued Amizour : Tufs andésitiques, Diorites, pyroclastites, granodiorites couléés andésitiques quartz et rhyolitoïdes monzonite microgranites	plutons : 22-16 andésites : 18-16 rhyolitoïdes: 12	Pyrite, Pb, Zn, Cu, Ba.	Stratiformes, stockworks, griffons	Bouzenad Ait Dali Ihadadène	(1, 6, 7)
El Aouana: Tufs, pyroclastites, Granoigninbrites, laves andé- diorites, sitiques, dacitiques et microthyodacitiques, laves granites, andésitobasaltiques. diorites, et microdiorite	Roches plutoniques : 14-13	Pb, Zn, Cu, Ba, (Ag, Au).	Stratiformes, stockworks, Griffons.	Oued el Kebir Bou Soufa	(1,8)
Kabylie de Collo : Ignimbrites, rhyolites, granites Rhyolites en filons, microgran. protrusions andésito-monzonites dacitiques microgranodiorite	granite : 22 microgranite : 16	Pb, Zn, Cu, Pyrite, Ba, (Ag, Au, Co, Bi, Cd, In, Ga, W, Sn).	Filons, stockworks	Boudoukha Sidi Kamber Achaich etc.	(1,10,11)
Cap de Fer : Dacites, rhyolites, Microgranite Andésites. microdiorite	microgr.: 22-16 microd.: 15,7	Pb, Zn, Cu.	filons, stratiformes	Kef Bougatous Kef el Gourou Kt. Cheraia, etc	(1, 12)
Ain Barbar : Filons rhyolitiques microgranites.	16-15	Pb, Zn, Cu.	filons	Ain Barbar Mellaha Guelaat Saf Saf	(13,14, 15)

Références: (1) Bellon, 1976; (2) Bellon et Guardia, 1980; (3) Bellon et al. 1976; (4) Lepvrier et Velde, 1976; (5) Hernandez et Lepvrier, 1979; (6) Bellon et Semroud, 1978; (7) Semroud, 1981; (8) Glaçon, 1971; (9) Bouillin, 1977; (10) Ouabadi., 1994 ; (11) Gharbi, 1998; (12) Hilly., 1962; (13) Marignac et Zimmerman 1983. (14)Marigniac, 1985 ; (15) Aissa *et al.* 1995.

Chapitre III Géologie locale et situation géographique

III- 1. Situation géographique de la région d'étude

La "Kabylie de Collo" appartient à la partie centrale du massif cristallin de Petite Kabylie ; qui s'étend sur plus de 150 Km le long du littoral méditerranéen entre la ville de Jijel à l'Ouest et la ville de Skikda à l'Est, sur une largeur d'environ 50 Km (Fig. 08.A et 08.B).

La Kabylie de Collo est subdivisée en deux grands domaines : la partie nord c'est le domaine du Cap-Bougaroun et la partie sud, domaine de Béni-Toufout.

Cette région est caractérisée par un climat humide, une forte pluviométrie, un couvert végétal très dense (le plus important du littoral algérien) et un relief très accidenté. Les grandes agglomérations de la Kabylie de Collo sont la ville côtière de Collo dans la partie nord, les villages d'Ain-Kechera et de Boudoukha au Sud, la ville d'El-Milia à l'Ouest et le village de Tamalous à l'Est.

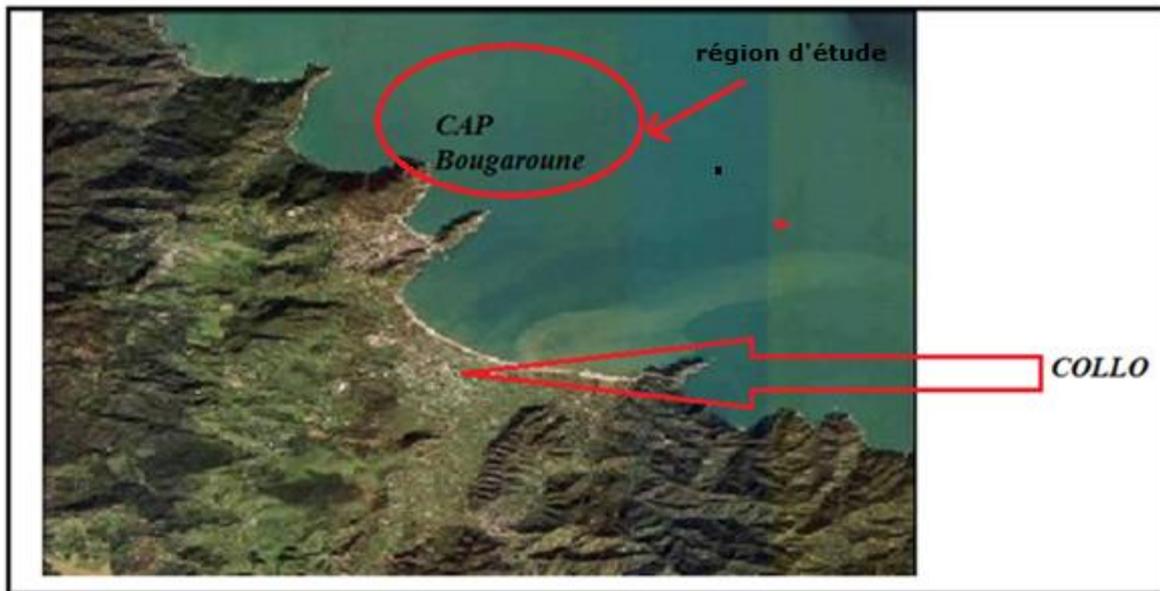


Fig. 08 .A: Situation géographique de la région d'étude (photos satellitaire Google earth.1997).

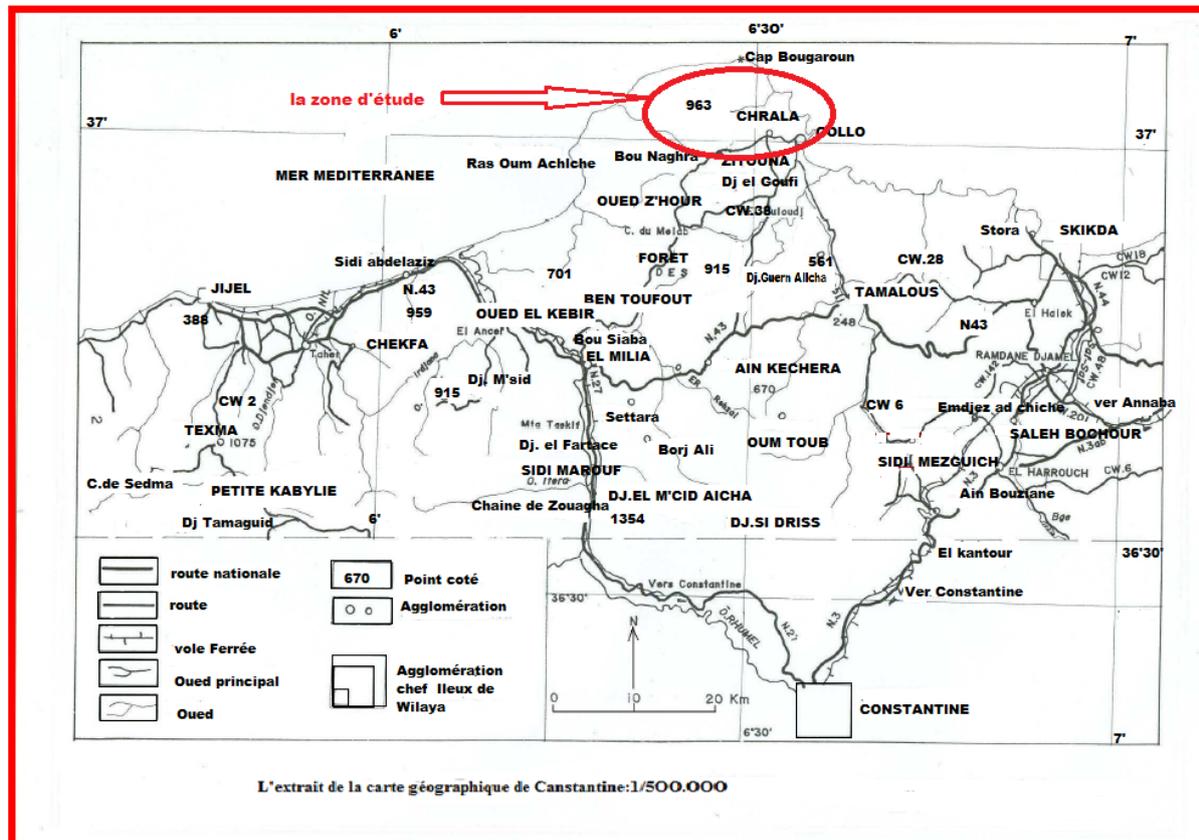


Fig. O8.B. Carte géographique de la petite Kabylie de Collo.

III. 2.GEOLOGIE LOCALE

III. 2.1 INTRODUCTION

Le complexe magmatique tertiaire de la Kabylie de Collo affleure au sein d'un ensemble métamorphique et sédimentaire qui participe à la formation de cet édifice structural (**Fig. 9**). Ces unités sont bien intégrées dans le schéma géologique global des maghrébides.

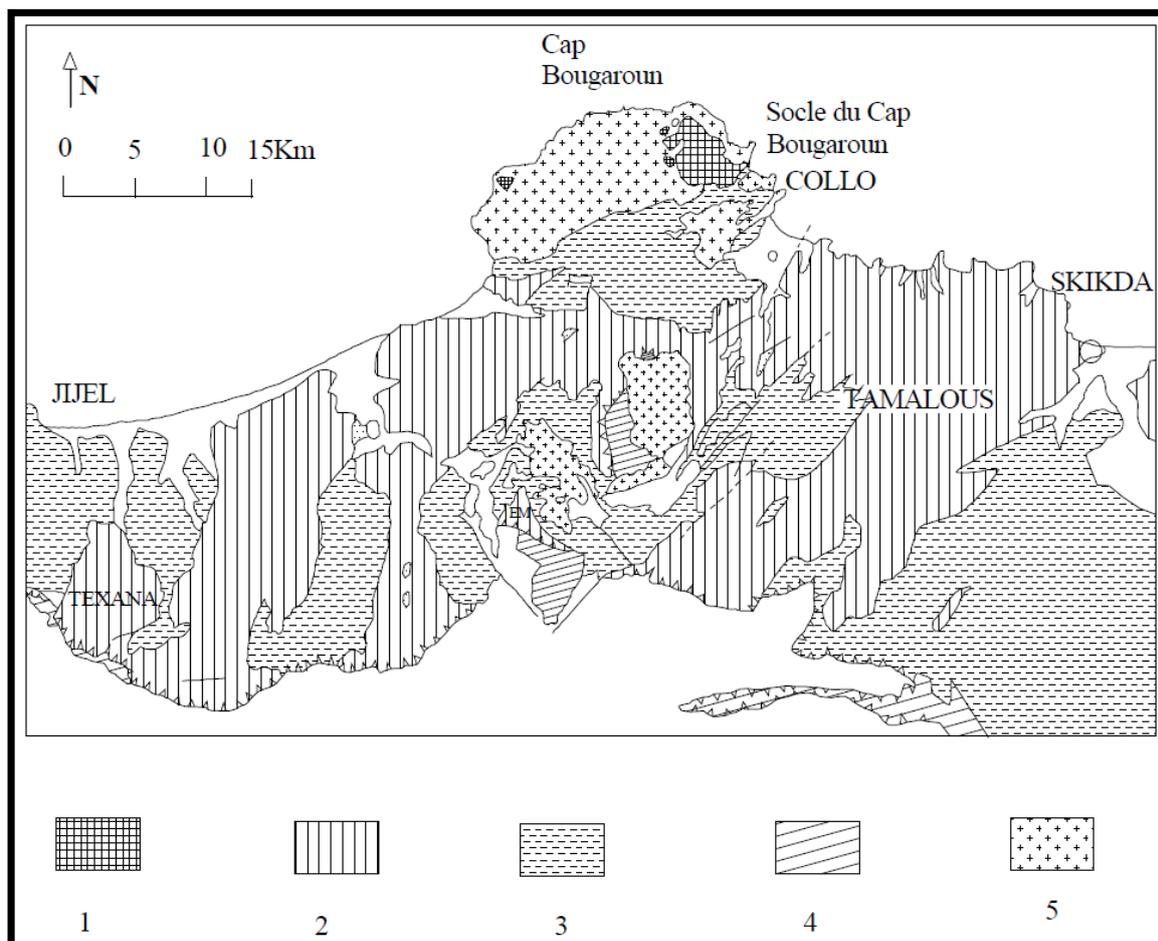


Fig. 9 : Schéma géologique de la Kabylie de Collo, d'après (Bouillin et Kornprobst, 1974).
1 : socle de Cap Bougaroun; **2 :** socle de petite Kabylie ; **3 :** terrains sédimentaires : Oligo-Miocène Kabyle, flyschs alloctones et olistostrome, Miocène post nappes; **4 :** Mésozoïque épimétamorphique (Achaïches, Sendouh, Beni Toufout); **5 :** granite et microgranites Miocène.

III. 2.2. LES GRANDES SÉRIES GÉOLOGIQUES DE LA PETITE KABYLIE

Les différentes formations de la petite Kabylie sont représentées sur la Figure 10.

III. 2. 2.1. Les formations métamorphiques

Les affleurements du socle de la petite Kabylie recouvrent de grandes surfaces de la région d'étude. Le socle est constitué, dans son ensemble, d'une vaste nappe qui repose sur des terrains mésozoïque et cénozoïques.

A l'heure actuelle, il est établi l'idée d'une structure principalement compartimentée de ce massif. On suppose que le socle est recoupé par une grande zone de blastomylonites et charriée vers le Sud (jusqu'à 30 Km) sur les ensembles de flyschs (Bouillin, 1979, 1982; Mahjoub, 1991).

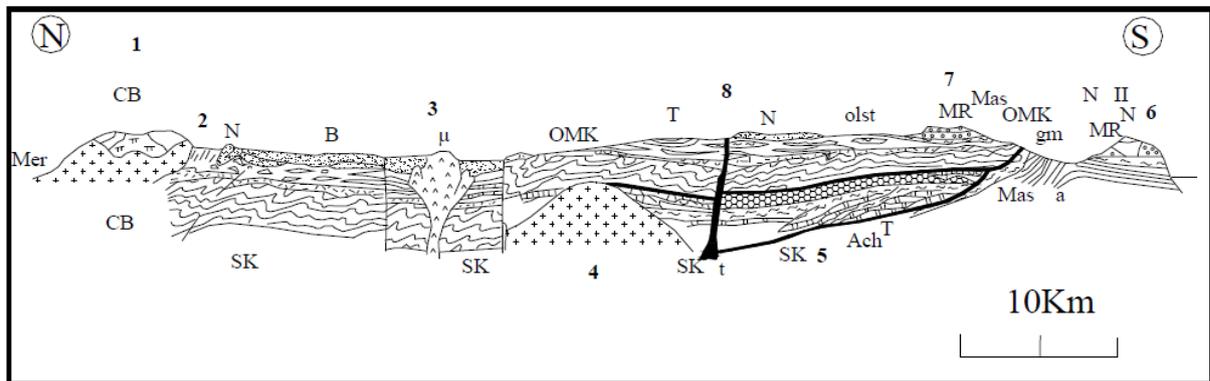


Fig. 10 : Coupe synthétique et théorique de la Kabylie de Collo et d'El Millia. (D'après Bouillin, 1979; modifiée). **SK :** Socle Kabyle. **CB :** Socle du Cap Bougaroun associé aux péridotites. **OMK :** OligoMiocène Kabyle. **OLST :** Ollisostomes à blocs et oollistolites de flyschs-maurétaniens et massylien. **T :** Lambeau de formations telliennes à position supra-Kabyle. **MR :** Fyschs maurétaniens. **Mas :** Flyschs massyliens. **N :** Numidien. **B :** Burdigalien Moyen-Superieur post nappes. **μ :** microgranite. **CB :** granite du Cap Bougaroun. **t :** Trias en position de diapir à travers le socle Kabyle. **Ach :** Série mauritanienne épimétamorphique des Achaïches.
1 : massif du Cap Bougaroun. **2 :** bordure Nord- Ouest du « bassin » de Collo. **3 :** environ de Collo et bassin d'El Milia. **4 :** fenêtré des Beni Toufout. **5 :** massif du moule de Demamène. **6 :** chaînon d'El Karn. **7 :** synclinal de l'Oued Rezel, au Sud Ouest d'Ain Kachera. **8 :** Trias du Djebel arbal et au environ de la mechat Stalgneuf.

Dans la région de l'étude, au Nord de la Kabylie de Collo, le massif de socle Du Cap Bougaroun montre des péridotites connues depuis longtemps (Curie et Flamand, 1890). Ce massif de socle qui est situé au Nord-Ouest de Collo est limité dans sa partie orientale de la presqu'île du Cap Bougaroun, il est isolé du reste du socle Kabyle par les terrains sédimentaires du « bassin » de Collo (Bouillin et Kornprobst, 1974) ; à l'Ouest et au Nord, il est limité par des granites et de microgranites miocènes.

Le socle du Cap Bougaroun est essentiellement composé de péridotites et gneiss, avec quelques petits affleurements de roches calciques sous forme de lentilles dans les gneiss près de l'ancienne mine d'Ain Sedma et qui sont recoupées par des filons de pegmatite. Durand- Delga (1951) a subdivisé ce socle en deux ensembles principaux, supérieur et inférieur. Le premier ensemble comporte essentiellement des schistes satinés des grés et porphyroïdes oeillés. Le deuxième ensemble comporte des gneiss (fins et oeillés), des intercalations de marbres localement puissantes et, parfois, des amphibolites.

III. 2. 2.2. Les formations sédimentaires

A) La dorsale Kabyle

Elle est nommée aussi « chaîne calcaire » (Glangeaud, 1933); elle constitue la couverture stratigraphique de la bordure méridionale du socle kabyle et est formée par des terrains d'âge Paléozoïque à Oligocène. Sur la transversale de Collo - El Milia, Bouillin (1979) remarque l'absence de cette unité mais elle apparaît à l'Est immédiat de transversale de Collo. Cette dorsale est subdivisée en trois sous-unités superposées (Raoult, 1974). Du Nord vers le Sud Ces séries pouvant être réparties dans trois zones, déjà connues dans le Djurjura (Flandrin, 1952) et dans le Rif (Griffon, 1966; Raoult, 1966).

- Au nord, la dorsale interne montre un soubassement paléozoïque avec une série complète qui va du Permo-Trias au Néocomien.
- La série dite médiane est caractérisée par la permanence de dépôts marneux à microfaunes pélagiques du Turonien au Lutétien inférieur. Elle comporte en outre des termes du Permo-Trias, du Lias et du Crétacé inférieur
- Au Sud, la dorsale externe présente un Crétacé supérieur et un Éocène inférieur détritiques et lacustre. A partir du Crétacé supérieur, il existe la coupure nette entre la dorsale et le flysch maurétaniens.

B) Les flyschs

En Algérie on distingue deux types principaux de flyschs anté-priaboniens : les flyschs maurétaniens et les flyschs massyliens (Gélard, 1969; Bouillin, 1979).

➤ **Les flyschs maurétaniens** sont classés par Bouillin (1979) en trois groupes :

- Le premier groupe, dit interne, affleure dans les régions de Sidi Rhiat, Sidi Ahmed et Ain Naceur sur le flanc Est de Moul Demamène au Sud-Est d'El Milia. Ce groupe est constitué par des séries caractérisées par l'absence de la plus grande partie du Jurassique qui repose sur un soubassement paléozoïque et permo-triasique, par l'épaisseur relativement très faible des grès du Crétacé inférieur et par des lacunes et discordances au Crétacé et au Paléocène-Éocène.
- Le deuxième groupe, dit médian, affleure à El Karn (prés du Djebel Aicha au Nord-Ouest de Tamalous). Il comporte un flysch calcaire du Crétacé inférieur puis un flysch gréseux bien développés. Il reste à Signaler que la série des Achaïches appartient à ce groupe de flyschs.

- Le troisième groupe, dit externe, correspond à la série de Tamalous. Elle est relativement moins épaisse et d'une granulométrie plus fine pour ce qui est des termes du Sénonien et de l'Éocène.

- **Les flyschs massyliens** comportent un Crétacé inférieur pélipto-quartzique caractérisé par la présence de microbrèches à ciment pélitique en lit centimétrique à décimétrique et un Cénomaniens qui admet des niveaux de phanites dans son ensemble.

C) Les séries telliennes

- Les séries épi-telliennes:

Elles comportent au Lias des dolomies puis des calcaires à silex. Le Dogger-Malm montre des calcaires fins et de minces niveaux radiolaritiques. Le Néocomien est composé de marno-calcaire à ammonites pyriteuses. L'Albo-Abtien est généralement pélitique et le Cénomaniens est discordant ou absent. Ces séries affleurent plus au Sud du front du socle Kabyle où elles constituent le prolongement oriental de la chaîne des Babors. Les niveaux inférieurs de cette série, remontée par de grandes failles tardives, forment des chaînons comme celles de Kef Sema, du Dj Moid Aicha et du Dj. Sidi Marouf. Plus au Nord, Bouillin (1979) décrit plusieurs séries telliennes comme celle de Tissimiran et celles des Kefs qui s'ajoutent à d'autres affleurements de formations telliennes au Nord-Est d'El Milia.

-Les séries ultra-telliennes

Elles sont constituées par des formations marneuses depuis le Crétacé inférieurs. Dans la zone d'étude, au pied Sud du Dj. Sidi Achour et au Sud du Zitouna affleure des formations d'âge Crétacé supérieur qui présente des caractères intermédiaires entre les séries massyliennes et ultra-telliennes (Bouillin, 1979).

D) l'Oligo-Miocène Kabyle

Cette formation détritico-micacée constitue la couverture discordante du socle Kabyle. Sa base conglomératique est d'âge Oligocène supérieur et son sommet, qui atteint la base du Burdigalien, est formé de silexites. Ces formations sont localisées dans la partie Nord du bassin d'El Milia et sur le flanc Ouest du Dj. Aicha près de Tamalous.

E) La série numidienne

Elle comporte à sa base des argiles varicolores, dont le sommet est daté de l'Oligocène supérieur en grande Kabylie; puis viennent des grès en gros bancs, à quartz bien roulés et

enfin les formations supra numidiennes (marne et silexites) qui atteignent le Burdigalien basal.

F) Les formations post-nappes

Elles sont datées à leur base du Burdigalien supérieur. Elles se développent sur le domaine du socle Kabyle et comportent deux cycles; le premier marneux (à la base), localisé au Nord-Ouest du bassin d'El Milia et l'autre gréseux (au sommet), transgressif sur le premier, localisé dans le secteur d'El Oulouj (bassin de Collo).

G) Les formations éruptives

Les travaux de Roubault. (1934) ont fait connaître dans la région de Collo (petite Kabylie) l'affleurement de deux masses de roches d'origine magmatique post Burdigalienne: le premier est localisé au Cap Bougaroun (granite du Nord) et l'autre a Beni Toufout (granite du sud). Ces roches ignées comprennent des granites, des microgranites, des rhyolites et des roches basiques et ultrabasiques.

Les roches basiques sont peu représentés et de moindre extension. Les roches ultrabasiques sont de deux types. Les uns sont localisés au voisinage du Cap Bougaroun; il s'agit de péridotites associées au gneiss à cordiérite et sillimanite. Les autres sont sous forme de pointement qui affleurent à une quinzaine de kilomètres plus au SW près du Mechta de Yaddène.

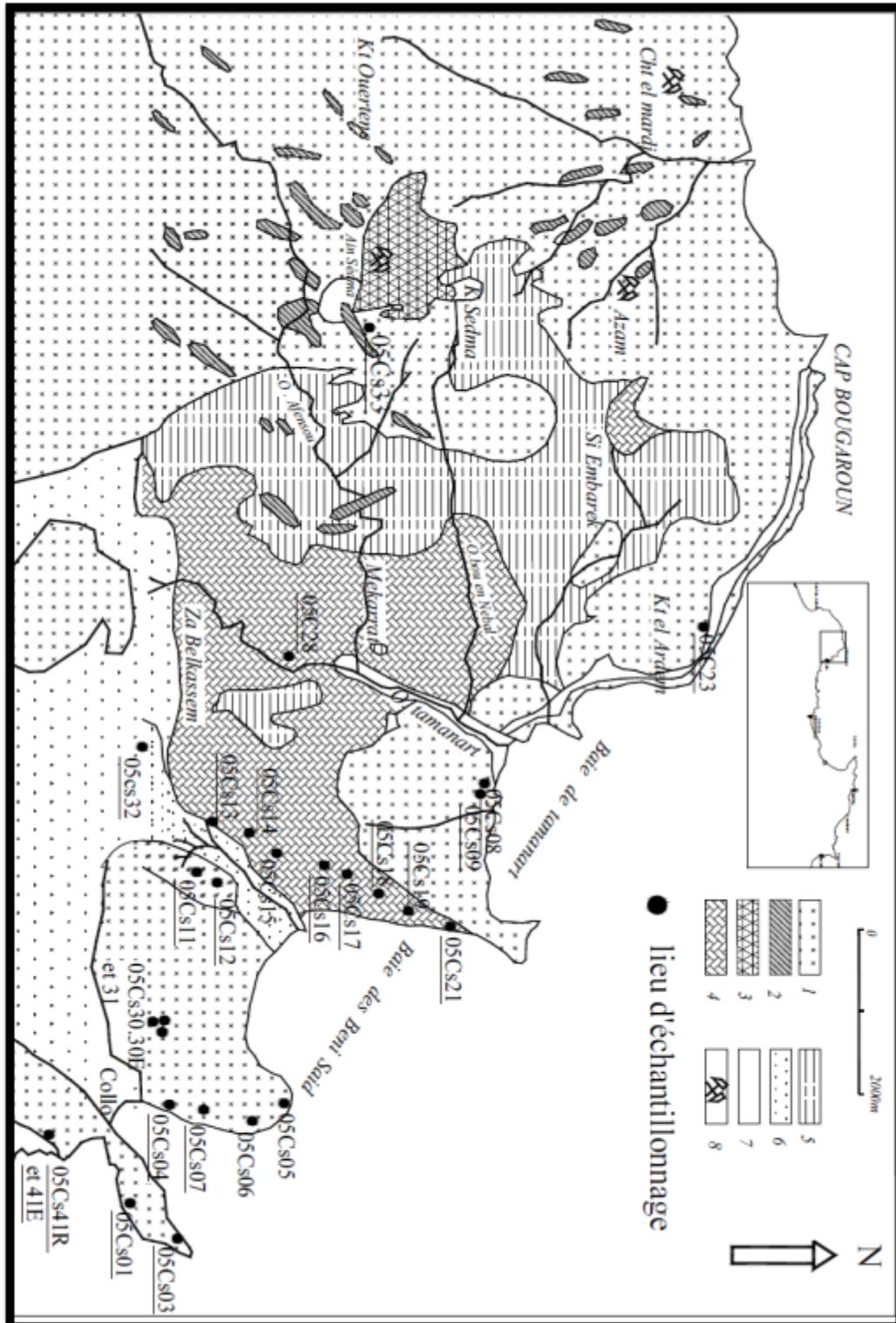


Fig. 11 : Carte géologique simplifiée de la région de Collo et du Cap Bougaroun et du bassin de l’Oued Tamanart (d’après Roubault., 1934, modifiée). Montrant la localisation des échantillons analysés. (1) granite et microgranite monzonitique. (2) : Rhyolite en filons. (3) Complexe rhyolite, granite d’Ain Sedma. (4) Serpentine. (5) Gneiss. (6) Argiles numidiennes. (7) Alluvions actuelles. (8) Gîtes métallifères.

III. 2.3. L'EDIFICE DE BOUGAROUN :

L'édifice de Cap Bougaroun occupe la partie Nord de la Kabylie de Collo, il est formé par une masse granitique de forme grossièrement quadrangulaire, allongé sensiblement NE-SW, affleurant sur environ 200 Km² (Roubault, 1934). Cette masse traverse d'une part le Socle Kabyle dans la partie orientale et d'autre part les formations sédimentaires de l'Oligo-Miocène- Kabyle, les Olistostromes et le flysch numidien.

Les formations du Socle Kabyle dans le massif du Cap Bougaroun sont représentées par des paragneiss kinzigitiques (paragneiss granulitique à cordiérite et sillimanite) renfermant des lentilles de marbre (Roubault, 1934; Tamagout, 1989). A ces paragneiss kinzigitiques sont associées des péridotites serpentinisées et une dizaine de corps podiformes de chromite (M. Roubault, 1934; J.P. Bouillin, 1977-1979; Tamagout, 1989; Tamagout et Leblanc, 1989).

L'ensemble granite-socle est traversé par de nombreux filons de rhyolite et par endroit, des filons de gabbro et de diorite quartzitique (Roubault, 1934).

L'édifice de Bougaroun est affecté par un métamorphisme précoce du faciès granulitique (HT, HP) (J.P. Bouillin, 1977). Il est structuré en bloc faille emboîté dans les granites Miocènes (M. Roubault, 1934; J.P. Bouillin, 1979 ; Y. Mahdjoub, 1991). (Fig. 12).

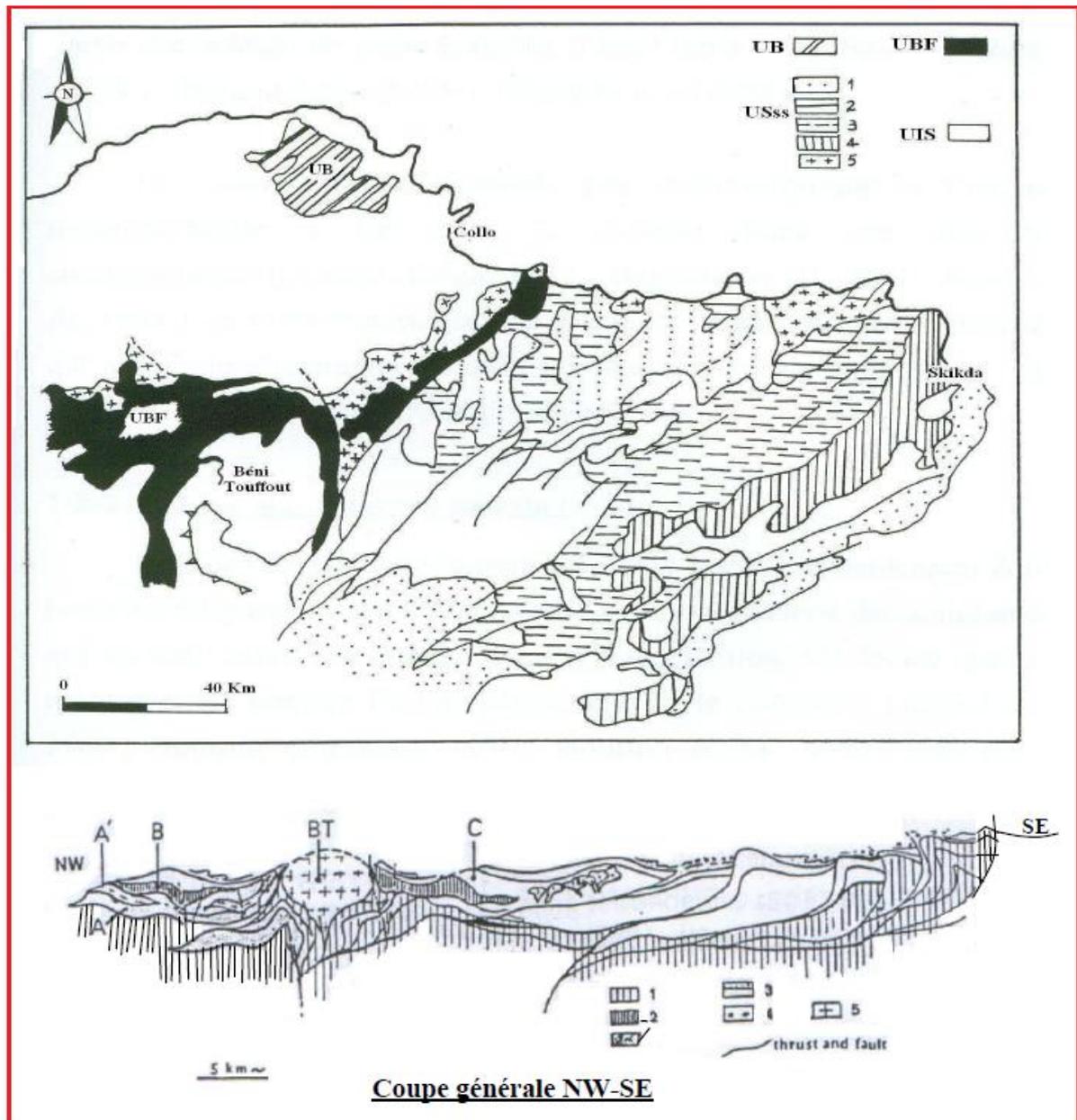


Fig. 12: Carte géologique montrant les relations entre les trois unités principales (Y. Mahdjoub, 1991).

UB : Unité de Bougaroun (Lherzolites et Kinzigites) ; **UBF** : Unité de Béni Ferguènes (Métapelites Blasto- mylonitiques et Granites hercyniens) ; **USs** : Unité de Socle (Séricitoshistes, Micaschistes a biotite, Paragneiss et Marbre, Orthogneiss ocellés et granites orthogneissifiés) ; **UIS** : Unités infra et supra Kabyle (Flyschs et Olistostromes, Granites Miocènes intrusifs). Coupe générale NW-SE : **1-** Unité infra-kabyle mauritaniennes, massyliennes, et telliennes, **2-** Unité des Béni-Ferguènes : sous-unités A et sous-unités B, **3-** Unité supérieure " socle S.S. (unité C)", **4-** Unités supra Kabyles, **5-** Granite Miocènes de Béni Touffout.

Chapitre IV Etude minéralogique et pétrographique

IV .1.INTRODUCTION

Roubault(1934), a mis en évidence l'existence dans la Kabylie de Collo d'un ensemble des roches éruptives (poste-Burdigaliennes).

- Les granites occupent des surfaces importantes et sont répartis entre deux massifs principaux
 - _ Massif du cap Bougaroun (appelé Granite du Nord).
 - _ Granite de Béni- Touffout (situé plus au Sud).
- Microgranites qui forment généralement des petits massifs éruptifs ; localisés aux environs de Collo et d'El-Milia ;
- Des rhyolites ;
- Des roches (mésocrates à mélénocrates) ; la diorite et dans une moindre mesure gabbro.

Les principaux massifs qui feront l'Object de notre étude sont : les granites de cap Bougaroun.

IV. 2. Les Granites

Les granites occupent une grande surface d'affleurement qui couvrent la presque totalité du massif du cap Bougaroun. Roubault (1934) a été le premier géologue à avoir étudié ces granites. Il les a appelé les granites du nord et a signalé leur caractère calco-alkalin. Plus tard, ces massifs granitiques et leur contextes géologiques ont fait l'objet de plusieurs études (Bolfà, 1948; Bouillin, 1977; Ouabadi, 1987; Fougnot, 1990). Les études pétrologiques et géochimiques détaillées des granites du Nord Ouest de Cap Bougaroun, à savoir, les granites à grains fins et les granites à grains grossiers, ont été faites par Ouabadi (1994). Je présente ici un résumé sur la pétrologie de ces granites.

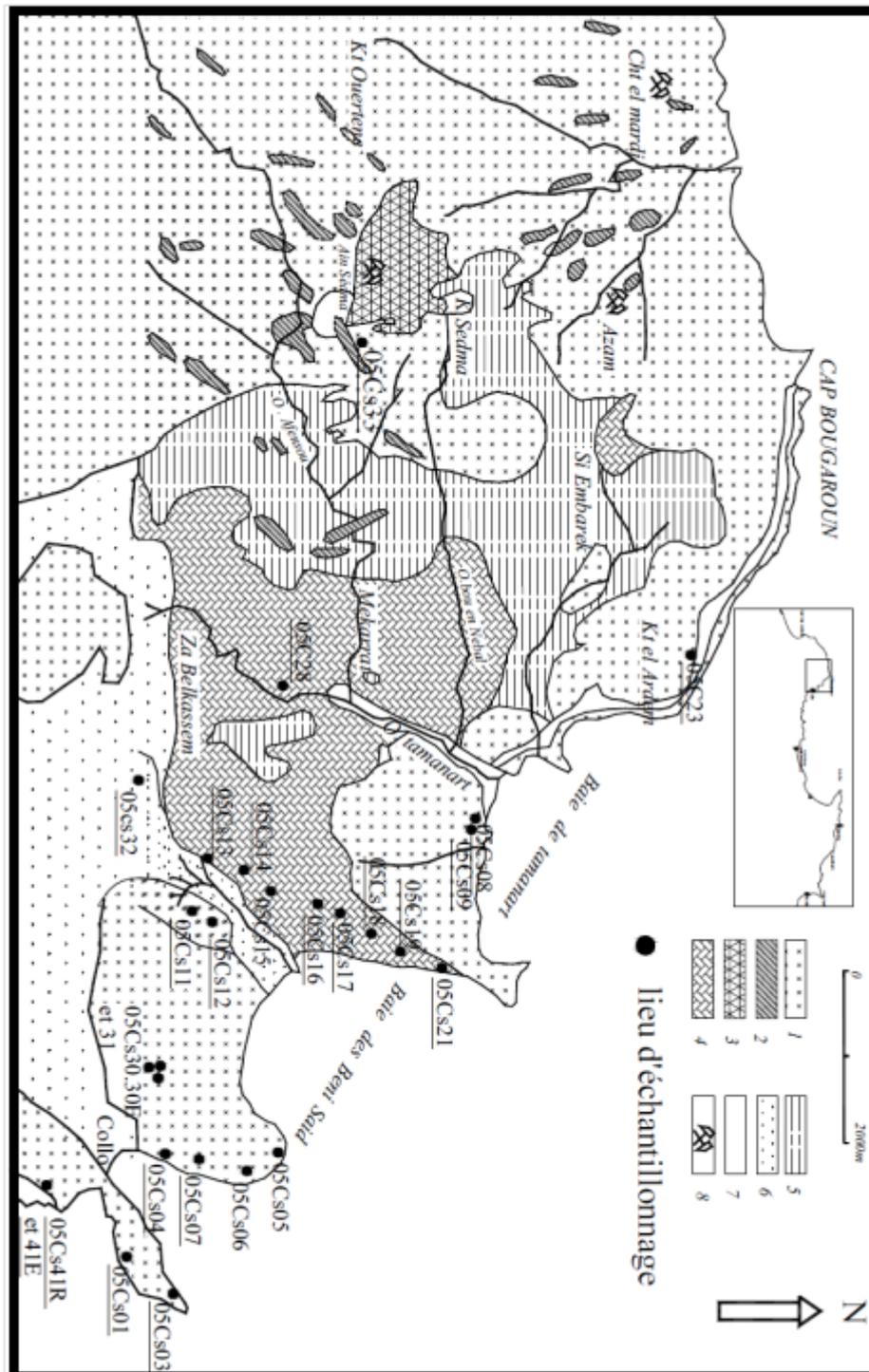


Fig. 13 : Carte géologique simplifiée de la région de Collo et du Cap Bougaroun et du bassin de l'Oued Tamanart (d'après Roubault., 1934, modifiée). Montrant la localisation des échantillons analysés. (1) granite et microgranite monzonitique. (2) : Rhyolite en filons. (3) Complexe rhyolite, granite d'Aïn Sedma. (4) Serpentine. (5) Gneiss. (6) Argiles numidiennes. (7) Alluvions actuelles. (8) Gîtes métallifères

-Description pétrographique

Il s'agit de roches homogènes, de teinte claire, souvent porphyroïde, à grains moyens (3 à 5mm en moyenne). Ouabadi (1994) les a appelé les "*granites péralumineux à cordiérite*" à cause de leur caractère péralumineux et la présence ubiquiste de cristaux de cordiérite. Microscopiquement, ce sont des granites à texture grenue porphyroïde, parfois à tendance monzonitique. Les minéraux colorés sont : la biotite et la cordiérite qui présentent 10 à 15% du volume total de la roche. Les minéraux essentiels sont : le quartz, le feldspath potassique, les plagioclases, la biotite, la cordiérite et la muscovite. La tourmaline, le zircon, l'apatite et l'ilménite sont les minéraux accessoires.

L'étude pétrographique de ces granites à permet de distinguer trois phases de cristallisation magmatiques et post-magmatique : (1) ***une phase précoce*** au cours de laquelle commencent à cristalliser les minéraux accessoires inclus dans les biotites (ilménite, zircon et apatite); (2) ***une deuxième phase dite principale*** caractérisé par la cristallisation simultanée de la biotite, et les cristaux automorphes, tels que les plagioclases, les feldspaths potassiques, le quartz et la cordiérite; et (3) ***une troisième phase***, tardive, comprenant les minéraux d'altération hydrothermale et deutérique, tels que la tourmaline, la pénite et la chlorite.

A) Aspect macroscopique

Macroscopiquement il s'agit d'une roche de teinte claire, à grain moyen, souvent porphyroïde. La biotite est uniformément répartie dans la roche. C'est un granite à biotite et cordiérite.

Deux affleurements microgranitiques séparés peuvent être rencontrés :

-Le premier affleurement : est situé à l'Ouest du village d'Echeraïa. C'est une intrusion caractérisée par un développement intense de joints résultant du refroidissement du magma. L'observation de ces roches à la loupe montre une diminution de la taille des phénocristaux de biotite par rapport à celle observée au niveau du grand massif à proximité de Collo et une augmentation du pourcentage en phénocristaux de quartz.

- Le deuxième affleurement microgranitique : est situé au Nord Est du Cap Bougaroun. Il ressemble beaucoup au microgranite du village d'Echeraïa; la seule remarque c'est qu'il est en contact direct avec le socle métamorphique.



Fig. 14: un affleurement de granites de Cap Bougaroun montrant une altération plus ou moins intense et des d'enclaves subarrondies.



Fig. 15 : Microgranite relativement frais montrant les phénocristaux millimétriques de biotite dans une pâte quartzo- feldspathique.



Fig. 16 : Microgranite relativement frais avec des phénocristaux millimétriques de biotite et de quartz dans une pâte quartzeux feldspathique.

. B) Etude microscopique

L'observation microscopique de la majorité des microgranites des différents massifs montre que ces roches présentent une texture microgrenue avec la présence de phénocristaux dans une matrice microcristalline avec des tailles et des pourcentages variables.

Les roches du massif du Cap Bougaroun sont généralement altérées. Ils sont composés de phénocristaux de biotite (environ 15%), de feldspaths (22%) (Surtout des plagioclases $\geq 15\%$) et de quartz (7 à 10%). Le tout est contenu dans une matrice qui représente au moyenne 60% de volume total des roches (**Fig. 17a, 17b**).

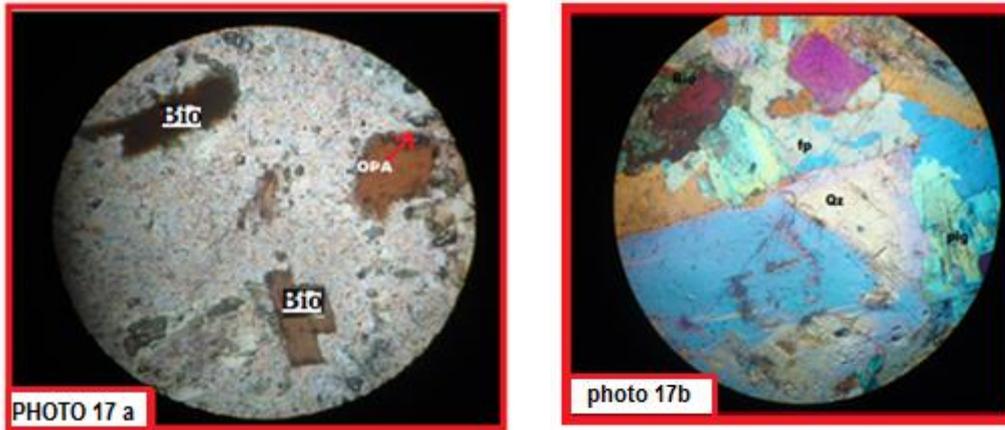


Photo 17a,17b (LP. 1mm) : Quartz, biotite, feldspath plagioclase dans le granite de Bougaroun.

a) Les minéraux essentiels :

- Le quartz

Il est peu abondant et il apparaît sous forme de phénocristaux (1,5 à 4,5mm) subautomorphes. Sa distribution est presque homogène sur toute la roche, et c'est le cas pour tous les autres affleurements (Fig. 17b et Fig. 18). Les cristaux de quartz sont en majorité corrodés, entourés de couronnes réactionnelles et montrent parfois des cassures. C'est à l'intérieur des golfs de corrosions que les oxydes de fer viennent s'accumuler.

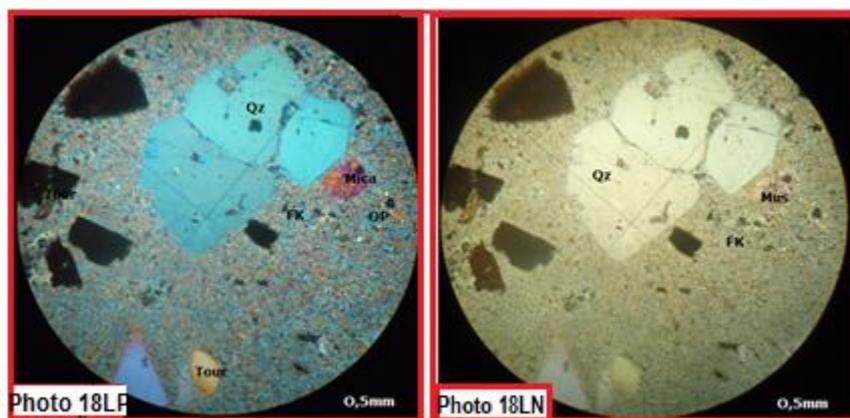


Figure. 18: Microphotographie d'un quartz sub-automorphe Quartz (Q), Biotite (Bi), plagioclase (Pl) et mésostase (Me).

Parfois les cristaux de quartz contiennent des inclusions de minéraux accessoires, tel que le zircon, l'apatite et la biotite.

-Le feldspath potassique

Il s'agit de quelques cristaux automorphes bien développés et isolés d'orthoses (Fig. 2). Ces cristaux sont souvent maclés Karlsbad et en majorités altérés en séricite et kaolinite.

- La cordiérite

La cordiérite rare dans nos échantillons, apparaît sous forme de cristaux subautomorphes d'une taille d'environ 2 mm. Elle est généralement fraîche mais les altérations partielles en pinnite sont souvent observées (Fig. 19a et 19b)

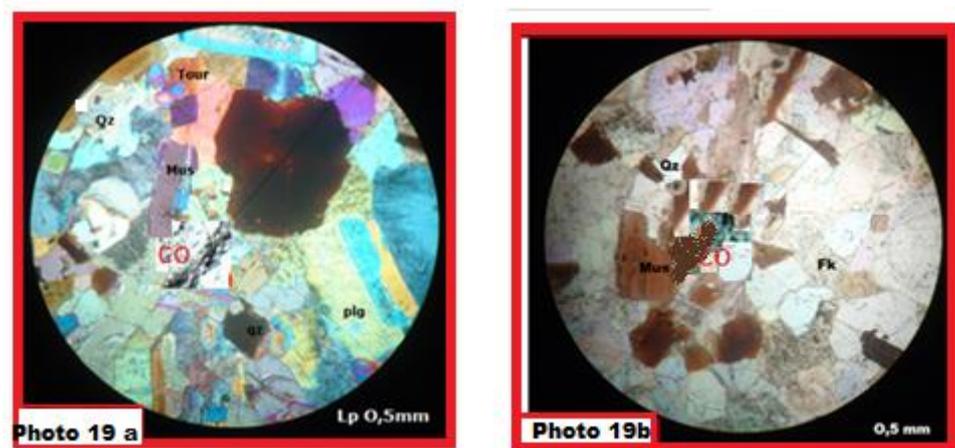


Fig. 19a(Lp) et 19b (LN): Vue microscopique de la cordiérite partiellement altéré. (19a) en lumière polarisée; (19b) en lumière naturelle. Cordiérite (Co)

- Le plagioclase

C'est un minéral dominant dans les microgranites. Le plagioclase se présente sous forme de phénocristaux subautomorphes atteignant 1 à 2 mm de taille. La composition des plagioclases est An45 (in Ouabadi, 1994), et correspondant à de l'andésine.

Les plagioclases sont automorphes, plus frais, maclés polysynthétiques et zonés (Fig. 20). Les inclusions de biotite et d'accessoires sont souvent présentes.

- La biotite

Elle apparaît en phénocristaux soit sous forme de lamelles allongées de 1 à 2 mm avec une couleur jaune à brun rougeâtre (Fig. 20) ou sous forme de sections basales hexagonales sombres brunâtres non pléochroïques. La biotite renferme souvent des inclusions de minéraux accessoires tels que l'apatite, l'ilménite et le zircon.

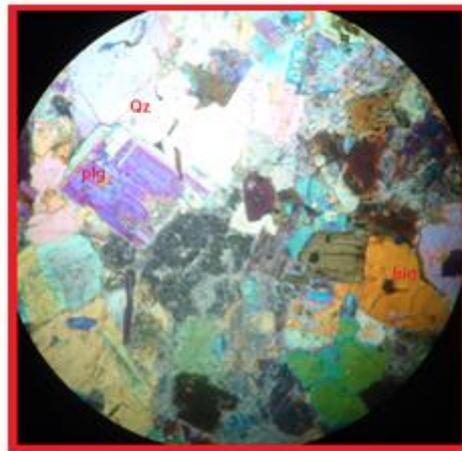


Fig. 20 : Vue microscopique du Plagioclase maclé (plag), biotite (Bio). (L.P.).

-La muscovite

Elle est très peu abondante, elle apparaît en petits cristaux subautomorphes elle semble secondaire et provient de la déstabilisation de la biotite et de la cordiérite, photo (19a,19b).

b) Les minéraux accessoires

Les minéraux accessoires sont représentés par la tourmaline, le zircon et l'apatite. Ces deux derniers sont présents sous forme d'inclusions au sein de la biotite ou dans la matrice sous forme de cristaux isolés.

- Le zircon

Il est prismatique, souvent allongé et entouré d'une auréole pléochroïque due à son contenu en éléments radioactifs (Fig. 21). Il est bien développé dans la matrice, sa taille peut atteindre 0.7 mm. Les cristaux de zircon comme ceux de l'apatite inclus dans la biotite sont de petite taille, se présentant en grains arrondis, rarement subautomorphes.

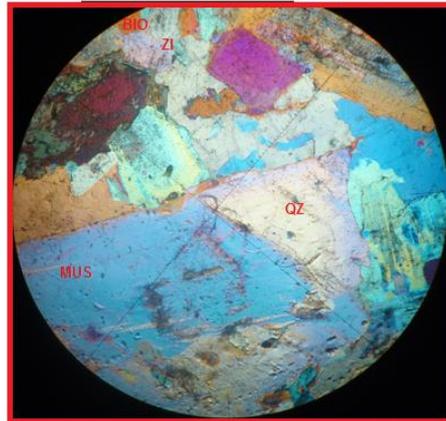


Fig. 21: Vue microscopique en lumière polarisée d'une section biréfringente d'un cristal de zircon et de biotite. Zircon (Zi), biotite(Bio).muscovite(Mus)

- Les opaques

Les opaques se présentent à l'intérieur de la biotite ou dans la mésostase microcristalline sous forme de minéraux noirs parfois automorphes (forme carré) (Fig. 22). Ils sont généralement de petite taille 0.2 mm et leur distribution dans la roche est généralement homogène.

Les oxydes de fer ont une forme de tâches noir brunâtre allongées qui peuvent atteindre 1 mm de long. Ils sont localisés soit dans la biotite ou dispersés dans la matrice.

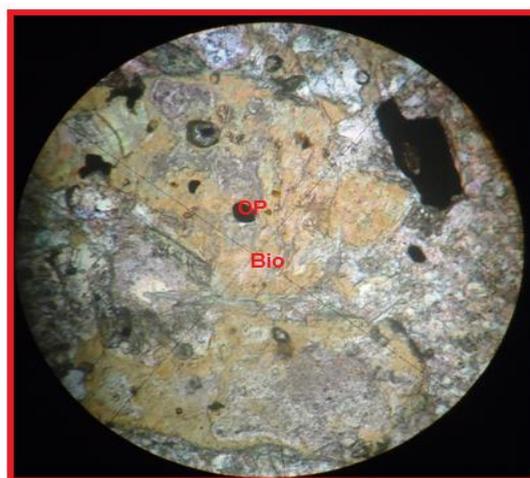


Fig. 22 : (L. P.) : les opaques automorphes en inclusions dans la biotite.

- **La tourmaline**, elle est caractérisée par paléochroïsme très net dans les teintes jaunâtres. On la rencontre soit en grands cristaux prismatiques, soit en agrégats polycristallins, parfois en sections de formes arrondies ou subtriangulaires. Ces tourmalines sont parfois zonées. (Fig23).

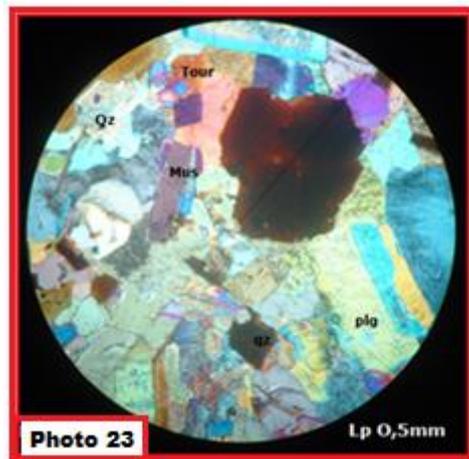


Fig. 23: Vue microscopique en lumière polarisée d'une section biréfringente tourmaline (tour), de muscovite (Mus.) Et de Quartz (Qz)

c) Les altérations

Les altérations sont représentées par deux types : météorique (de surface) et hydrothermale (post-magmatique). L'altération météorique est facilement observable au niveau des roches granitiques. Elle est représentée par l'oxydation des minéraux ferromagnésiens (biotite), le développement d'oxydes de fer s'observe au niveau des plans de clivages au sein de la biotite. Cette altération se développe de la périphérie vers le centre des cristaux. La séricite est également un minéral d'altération, elle envahit partiellement la mésostase des microgranites ainsi que les phénocristaux de feldspaths. L'altération des plagioclases en séricite s'opère du centre vers la périphérie, nous l'observons également au niveau des plans de clivages.

L'altération hydrothermale se manifeste beaucoup plus au niveau des microgranites du de Cap Bougaroun. Elle est représentée par la chloritisation des paillettes de biotite. Le chlorite s'observe aussi bien sur la périphérie qu'au niveau des plans de clivage de la biotite.

IV.3.CONCLUSION

Les principales caractéristiques pétrographiques du massif granitique de cap Bougaroun sont résumés dans le tableau suivant :

Tableau. 2 : Les principales caractéristiques pétrographiques du massif granitique de cap Bougaroun

		Les minéraux magmatiques		structure
Granite de Bougaroun	Facies	Les minéraux essentiels	Les minéraux accessoires	
	Granite à biotite et à cordiérite	Le quartz, biotite, cordiérite, plagioclase le feldspath –potassique	-La tourmaline - la monazite n'est pas été observée. -l'ilménite est le seul minéral opaque qui existe.	

Chapitre V Etude geochemique

V .ETUDE GEOCHIMIQUE DES GRANITOÏDES DE CAP BOUGAROUN

Quatre (04) échantillons de granites pris dans différents endroits du massif de Bougaroun ont été analysés, pour les éléments majeurs et des éléments traces. Ces analyses ont été effectuées au niveau de département de la chimie, université d'Annaba. (Fig.24). Afin de couvrir toute la zone de l'étude, les données analytiques d'éléments majeurs de 7 échantillons de roches granitiques (granites de Cap Bougaroun) de Ouabadi (1994) ont été également utilisées (Fig. 24).

Les échantillons analysés sont portés sur (tableau 3et4) qui présente les éléments majeurs et en trace .

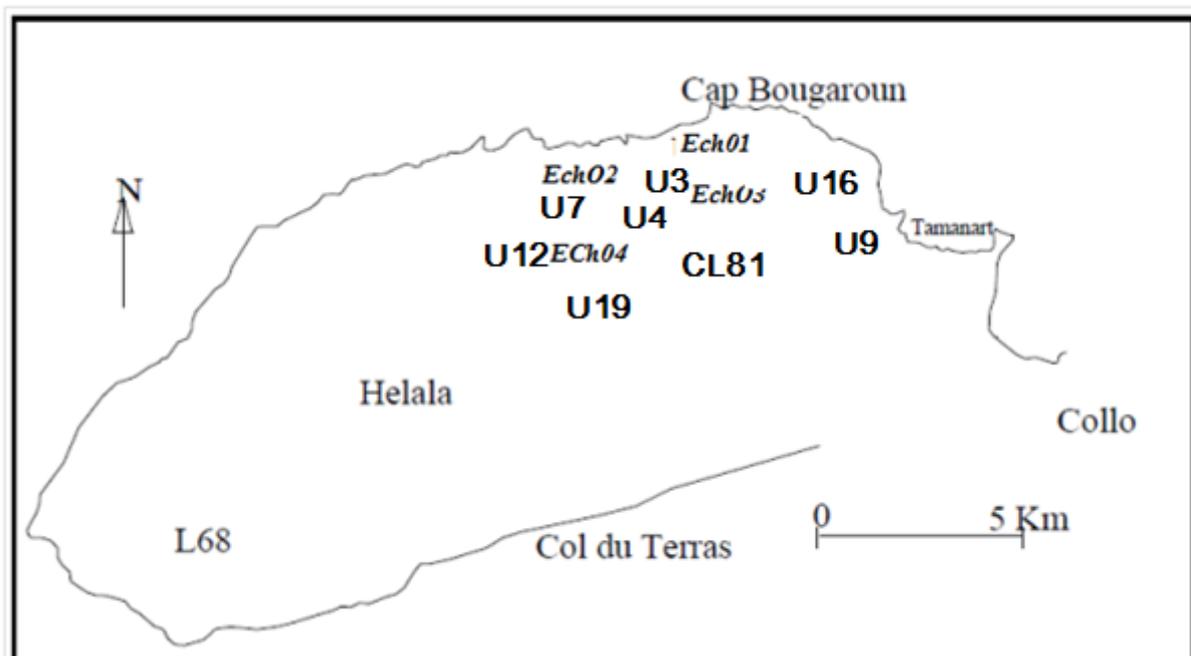


Fig. 24 : Localisation des échantillons analysés. Les échantillons : (5U3, U4, U7, U12, U19, UL81, U9, U16) sont d'Ouabadi (1994).

Tableau 3- Analyses des éléments majeurs et traces des granites de la région de cap Bougaroun effectuées au laboratoire de Chimie analytique de l'université d'Annaba.

Eléments	Echantillon O1	Echantillon O2	Echantillon O3	Echantillon O4
PF (perte feu)	2,37	1,21	1,17	2,1
Fe total	7,01	6,31	5,22	6,75
SiO ₂	65,54	68,65	64,76	66,88
CaO	2,11	2,02	3,2	2,17
MgO	0,85	0,83	1,8	1,08
Al ₂ O ₃	14,24	13,24	14,81	13,57
MnO	0,052	0,058	0,055	0,06
P ₂ O ₅	0,17	0,14	0,15	0,11
K ₂ O	1,41	1,98	1,56	2,13
Na ₂ O	2,42	1,33	2,05	2,22
Rb	114,00	166,00	264,00	226,00
Nb	12,00	14,00	14,00	14,00
Ni	18,00	21,00	12,00	13,00
Ga	2,11	2,02	3,20	2,17
Sr	174,00	190,00	172,00	175,00
V	14,24	13,24	14,81	13,57
Rb	114,00	166,00	246,00	226
Pb	58,00	8,00	40,00	39,00
Th	11,00	16,00	7,00	8,00
Zn	51,00	26,00	42,00	40,00
Cr	40,90	41,03	41,22	38,80

Tableau 4 : Analyse des éléments majeurs et traces (Ouabadi 1994).

Eléments	U3	U4	U7	U12	U19	CL81	U9	U16
PF (perte feu)	0.92	0.82	0.74	0.64	0, 72	0, 54	0, 32	0, 33
Fe total	7,01	6,31	5,22	6,75	6, 00	7,28	8,50	5,66
SiO ₂	73.3	72.10	71.76	73.23	78,00	73,50	76,33	77,54
CaO	2,11	2,02	3,2	2,17	2,50	3,50	3,50	2,50
MgO	0.23	0.48	0.55	0.14	0, 11	0, 49	0, 22	0, 33
Al ₂ O ₃	14.37	14.69	14.69	14.49	17,76	12,45	12,21	14,67
MnO	0.03	0.02	0.02	0.01	0, 04	0, 02	0,03	0, 01
P ₂ O ₅	0.27	0.19	0,2	0,29	0, 17	0, 13	0, 18	0, 12
K ₂ O	4.99	0.51	4.73	4.61	5, 02	4,56	0, 33	3, 03
Na ₂ O	2.85	3.19	3.18	3.47	2,44	2,56	2,24	3,20
Rb	120.00	200.00	280.00	320,00	201.00	250.00	300,00	211.00
Nb	18, 00	13, 00	18, 00	13, 00	17, 00	12,00	19, 00	11, 00
Ni	73.3	72.10	71.76	73.23	78, 00	73,50	76,33	7,54
Ga	2,11	2,02	3,2	2,17	2,50	3,50	3,50	2,50
Sr	0.23	0.48	0.55	0.14	0, 11	0, 49	0, 22	0, 33
V	14.37	14.69	14.69	14.49	17,76	12,45	12,21	14,67
Rb	0.03	0.02	0.02	0.01	0, 04	0, 02	0,03	0, 01
Pb	0.27	0.19	0,2	0,29	0, 17	0, 13	0, 18	0, 12
Zn	4.99	0.51	4.73	4.61	5, 02	4,56	0, 33	3, 03
Cr	41,50	38,66	40,77	37,98	40,68	40,25	41,77	42,04

V.2. LES ALTERATIONS

Les roches magmatiques de la région de Collo sont touchées par une altération météorique ou hydrothermale parfois intense comme il a été déjà signalé par Fougnot (1990) et Ouabadi (1994). La campagne d'échantillonnage avait pour cible la récolte des échantillons de roches représentatives les plus fraîches possible afin d'avoir une interprétation pétrogéochimique significative.

- La perte au feu

Dans le diagramme (Fig. 25) des pertes au feu en fonction des teneurs en SiO₂, la projection des granites de Bougaroun à pour but de définir le degré d'altération. En pratique, les échantillons qui ont des valeurs de perte au feu très élevées sont considérés comme altérés,

on remarque que les teneurs de la perte au feu peuvent atteindre 2% se qui confirme que ses roches soient relativement altérées. On rappelant que Les valeurs élevées de la perte au feu traduisent l'altération des feldspaths (sérinitisation et kaolinitisation), la chloritisation de la biotite et la pénitisation de la cordiérite.

Une corrélation négative entre la perte au feu et les teneurs en SiO_2 est observée, c'est à dire que la perte au feu diminue quand les teneurs en silice augmentent. Ceci peut être expliqué par la diminution des minéraux hydratés (tel que la biotite et l'amphibole) en fonction de l'augmentation du quartz et feldspaths.

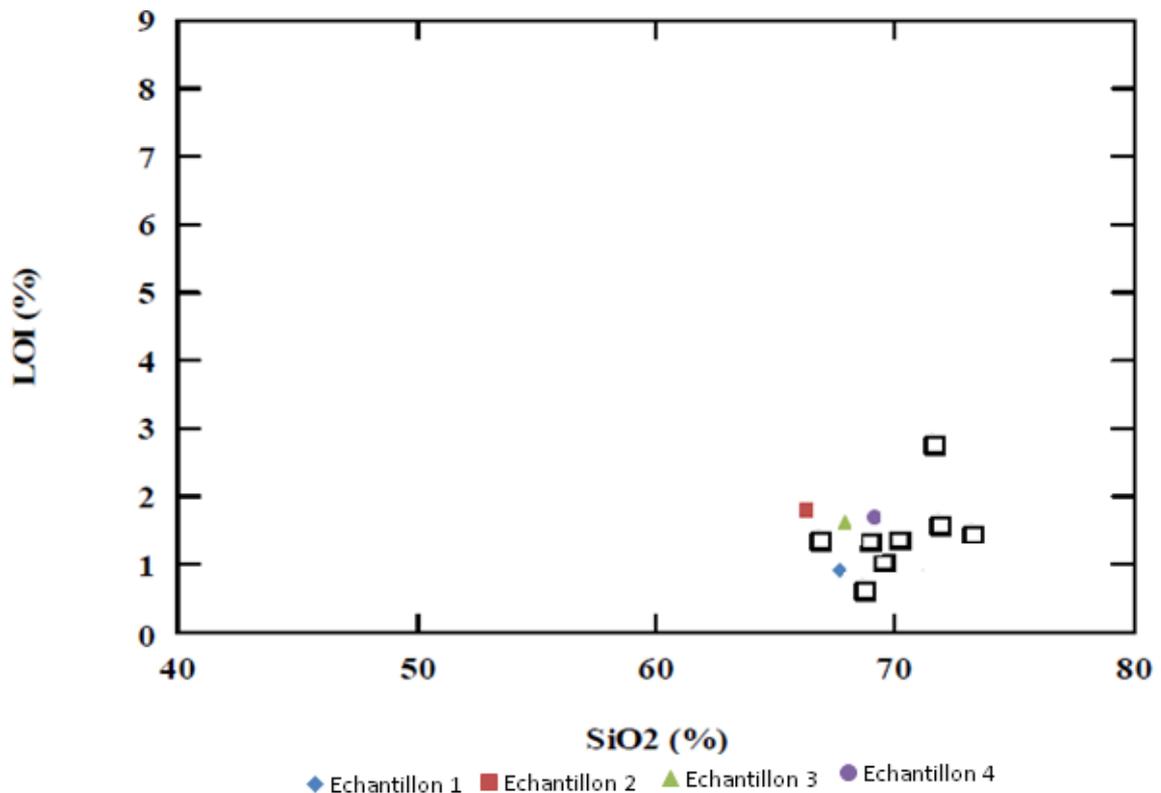


Fig. 25: Diagramme LOI (perte au feu) en fonction de SiO_2 (%). Carrés vides: granites de Cap Bougaroun Ouabadi (1994).

Pour tester la validité des résultats analytiques, l'influence de cette altération sur les éléments incompatibles très sensibles à l'altération tels que K_2O et CaO sera prise en considération. L'observation du comportement K_2O en fonction de la perte au feu montre que l'augmentation des teneurs en potasse ne dépend pas de l'augmentation des teneurs du LOI (Fig. 26). Sur le diagramme CaO en fonction d' Al_2O_3 (Fig. 29), il existe une corrélation positive dans le cas des granites ce qui confirme que ces éléments chimiques sont bien liés au caractère primaire du magma.

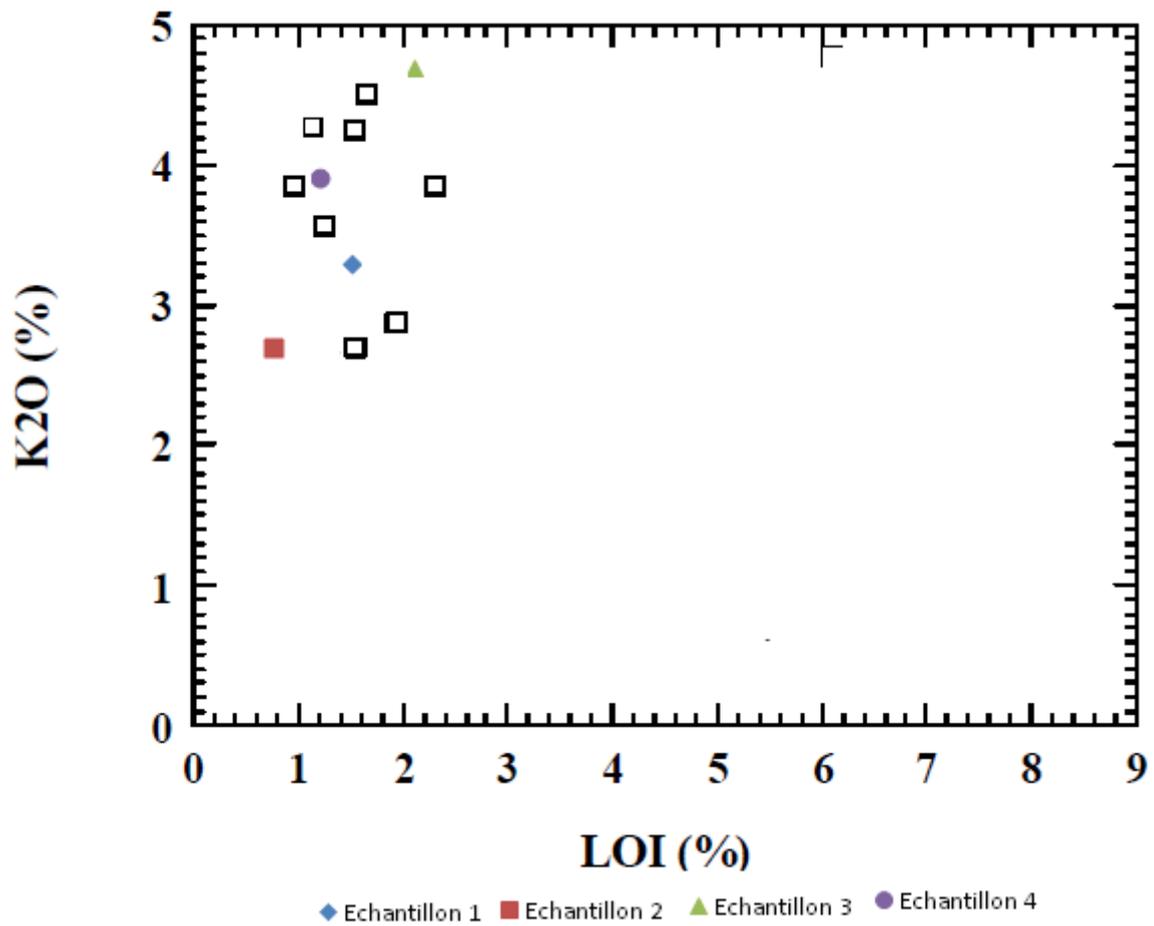


Fig. 26 : Diagramme K₂O(%) en fonction LOI (perte au feu). Carrées vides: granites de Cap Bougaroun Ouabadi (1994).

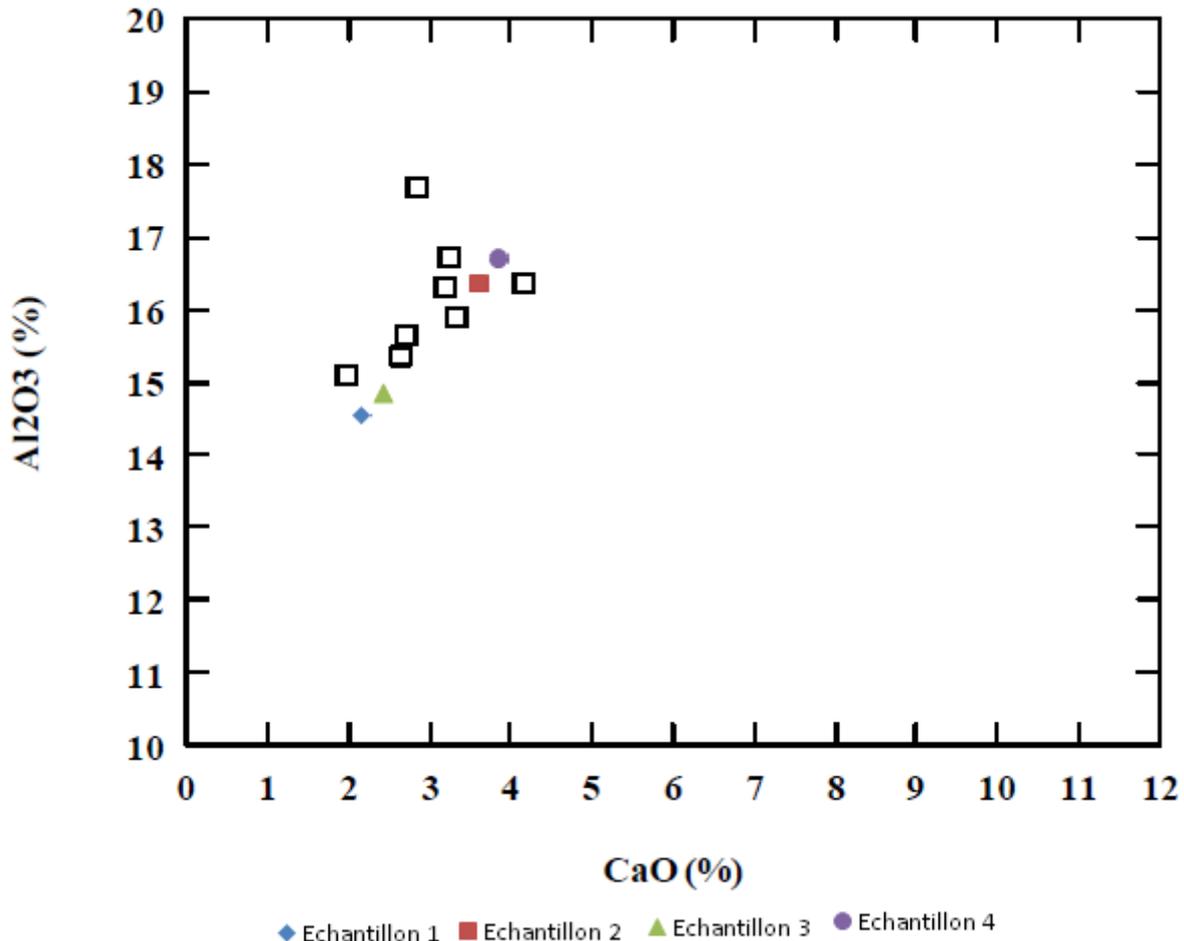


Fig. 27 : Diagramme Al₂O₃(%) en fonction CaO(%). Carrés vides: granites de Cap Bougaroun Ouabadi (1994).

V.3. Nomenclature

La nomenclature des roches magmatiques acides et intermédiaires de la région de Collo est faite sur la base du diagramme de Streckeisen (1976). J'ai utilisé les données CIPW de Ouabadi (1994), pour classer les roches magmatiques de Cap Bougaroun. Les résultats obtenus seront comparés avec la nomenclature TAS (Total alkalis versus silica contents).

a) Nomenclature de Streckeisen

Le calcul de la composition normative (CIPW) à partir des résultats d'analyse des éléments majeurs ainsi que la composition modale des granitoïdes de Cap Bougaroun (Ouabadi, 1994) sont reportés dans le Tableau 5. Les résultats obtenus sont représentés sur diagramme Q-A-P de Streckeisen (1976) (Fig 28). Les différents échantillons des granites de cap Bougaroun se situent dans le champ des monzogranites.

Tableau. 5: Proportions modales moyennes des différents échantillons appartenant au granitoïdes Cap Bougaroun (Ouabadi, 1994).

<i>Ech/mode</i>	Qz	Or	Ab	An	Mg- Hy	Fe- Hy	Ap	Ilm	Cor	Mag
U3	26,44	15,72	28, 01	15,77	4,56	2,1	0, 3	0,72	2,56	1,59
U4	28,58	19,15	23,78	12,58	4,11	2,88	0,32	1,04	3,04	2,25
U7	29	23,22	24,29	4,13	2,72	0,37	0,74	1,94	2,32	12
U12	31,61	21,69	24,37	10,45	2,76	1,85	0,32	0,8	3,29	1,67
U19	29,62	27,01	22,25	10,3	3,16	2,14	0,32	0,78	2,69	2,06
CL81	30,66	23,22	24,79	9,92	2,64	2,14	0,3	0,84	2,53	1,97
U9	28,75	19,09	24,29	12,2	4,13	2,73	0,3	1,01	2,62	2,19
U16	4,22	27, 01	27,58	1,33	2,26	0,23	3,49	2,22	1,65	2,43

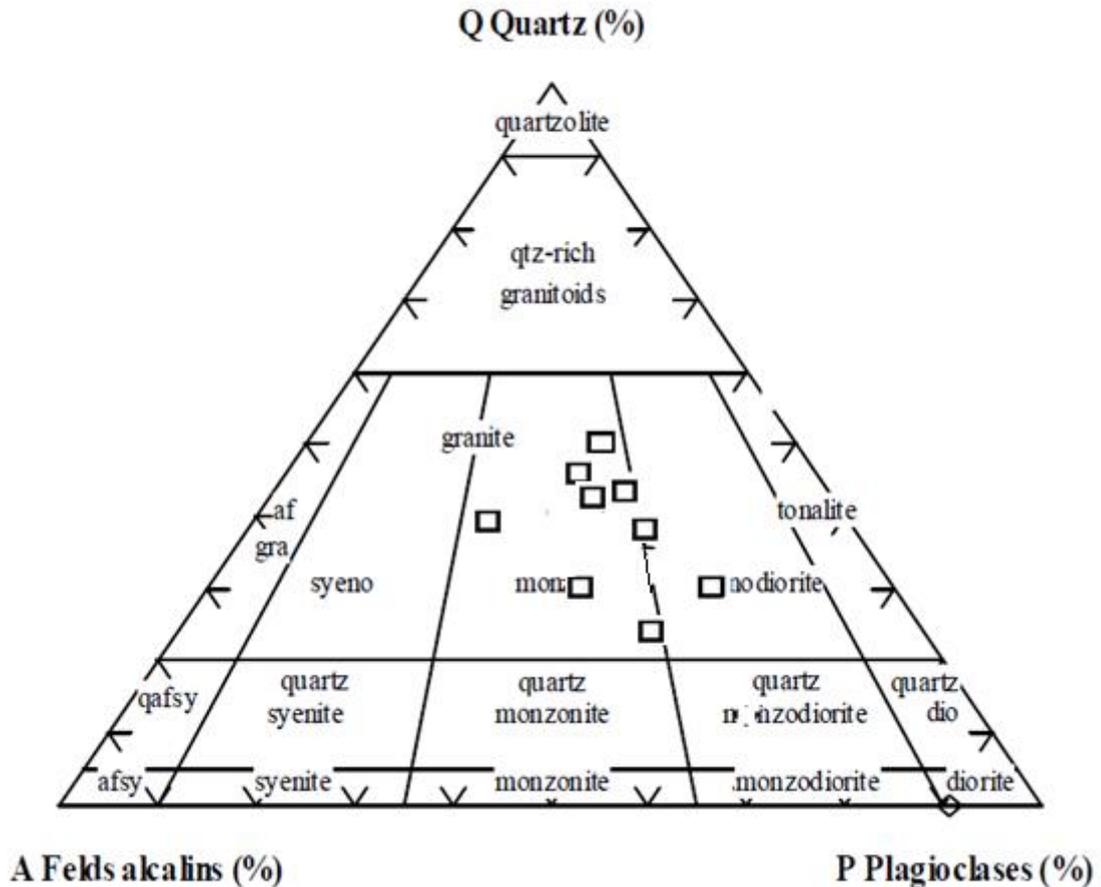


Fig. 28 : position des granitoïdes du Cap Bougaroun, sur le diagramme modal de Streckeisen (1976). Granites de Cap Bougaroun Ouabadi (1994).

b) Nomenclature (TAS)

Les points représentatifs des granitoïdes du Cap Bougaroun sont projetés sur le diagramme somme des alcalins en fonction des teneurs en SiO_2 , appelé diagramme « TAS » ou (total alkalis versus silica), proposé par Le Bas et al. (1986) (Fig. 29).

Les points représentatifs des granitoïdes s'inscrivent dans les domaines des dacites (équivalentes des microgranodiorites).

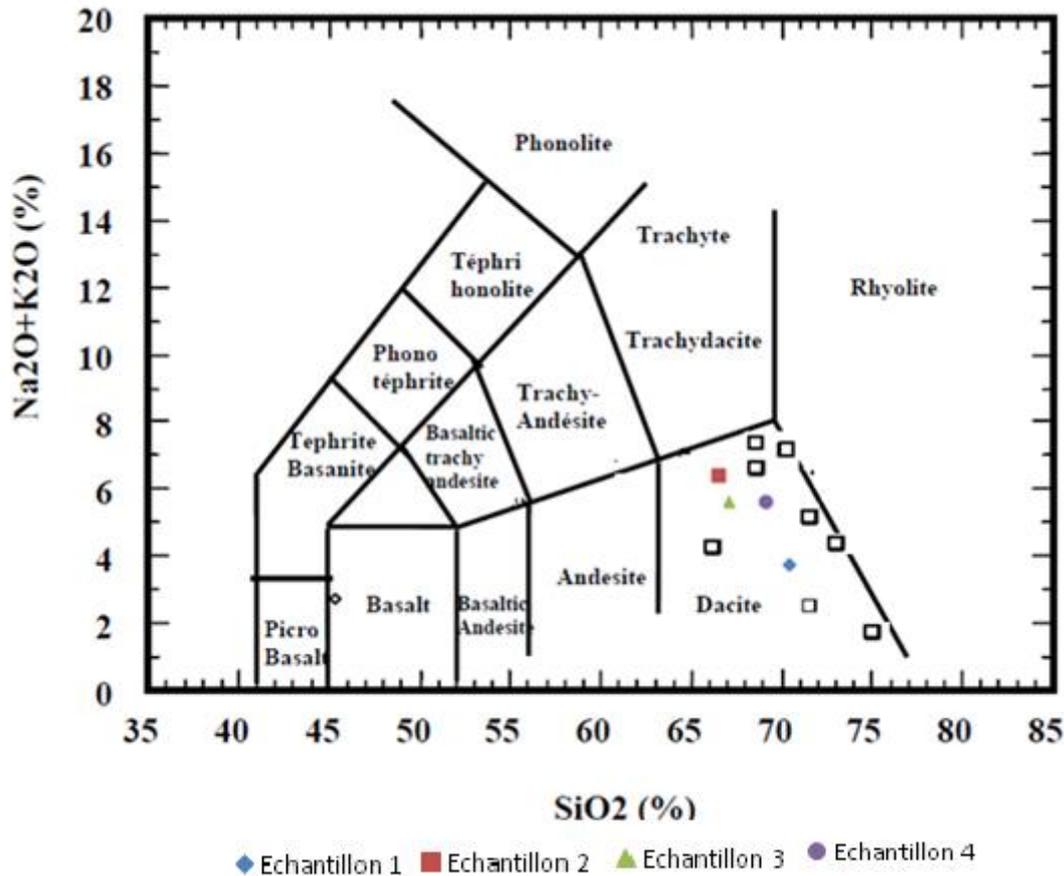


Fig29 : Projection des points représentatifs des granitoïdes du Cap Bougaroun sur le diagramme de nomenclature (TAS). (D'après Le Bas *et al.* 1986). Carrées vides : granites de Cap Bougaroun Ouabadi (1994).

Il est à noter que la nomenclature TAS, avec les équivalents de roches volcaniques, confirme les résultats obtenus sur le diagramme de nomenclature de Streckeisen (1976) ainsi que les observations pétrographiques.

V. 3. LES ELEMENTS MAJEURS

Les roches magmatiques ont des compositions chimiques qui couvrent un intervalle allant de roches basiques à acides. Les teneurs en SiO_2 varient entre 54,61 (%) et 61,21 (%) pour les roches basiques à intermédiaires et entre 64,65 (%) et 72,09 (%) pour les roches acides.

Les variations des teneurs des différents oxydes en fonction de SiO_2 sont appelés diagrammes de Harker.

V.3.1 Diagrammes de Harker:

La variation des éléments majeurs et des éléments traces en fonction de la silice dans les diagrammes binaires de Harker (1909), montre parfois des corrélations, celles-ci peuvent être positives ou négatives avec la silice. Ces corrélations qui sont tracées sur ces diagrammes pour les éléments majeurs et les éléments traces, montrent des comportements variables de certains éléments par rapport à d'autres.

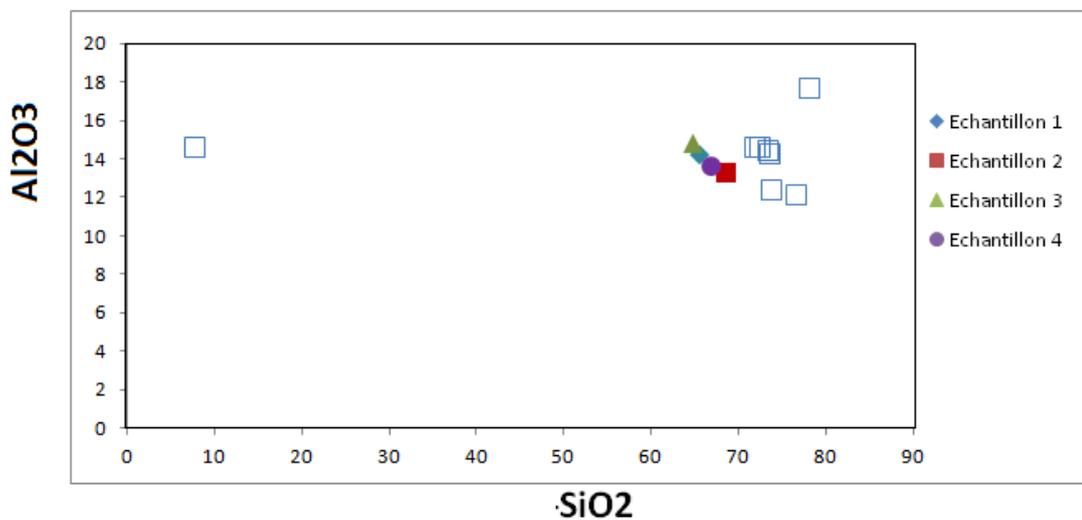


Fig. 30. Diagramme Al₂O₃- SiO₂, Carrés vides : granites de Cap Bougaroun Ouabadi (1994).

La figure 30 : montre que l'aluminium que les granites analysés par Ouabadi ne montrent pas de corrélation avec la silice alors que nos analyses montrent une corrélation négative. Les échantillons riches en alumine correspondent aux roches riches en feldspath potassique.

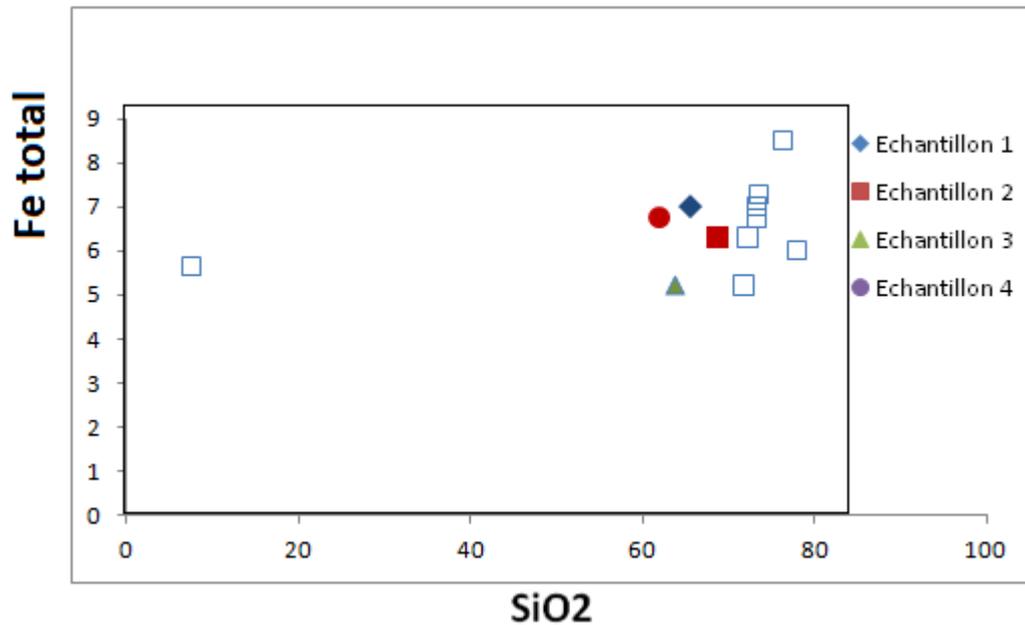


Fig. 31. Diagramme Fe total-SiO₂ Carrées vides : granites de Cap Bougaroun Ouabadi (1994).

La figure 33 : ne montre pas une corrélation dans les granites, entre le fer et la silice.

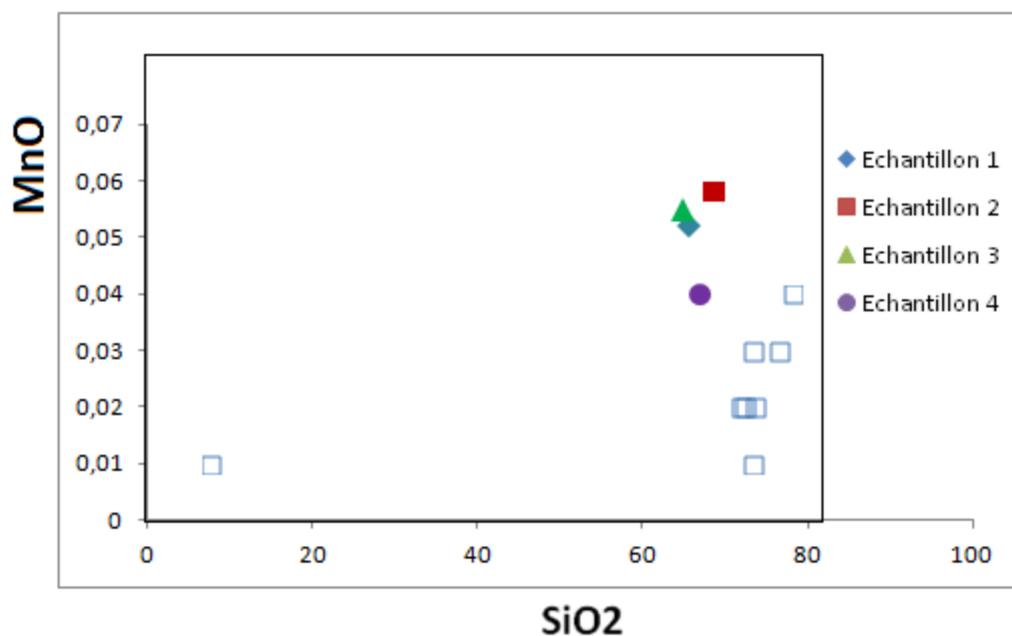


Fig. 32. Diagramme MnO -SiO₂ , Carrées vides : granites de Cap Bougaroun Ouabadi (1994).

Le Diagramme MnO-SiO₂ : ne montre pas une corrélation entre le manganèse et la silice. Il dessine globalement le même trend que celui de la figure précédente (Fetotal- SiO₂) et suggère que le manganèse et le fer ont un même comportement

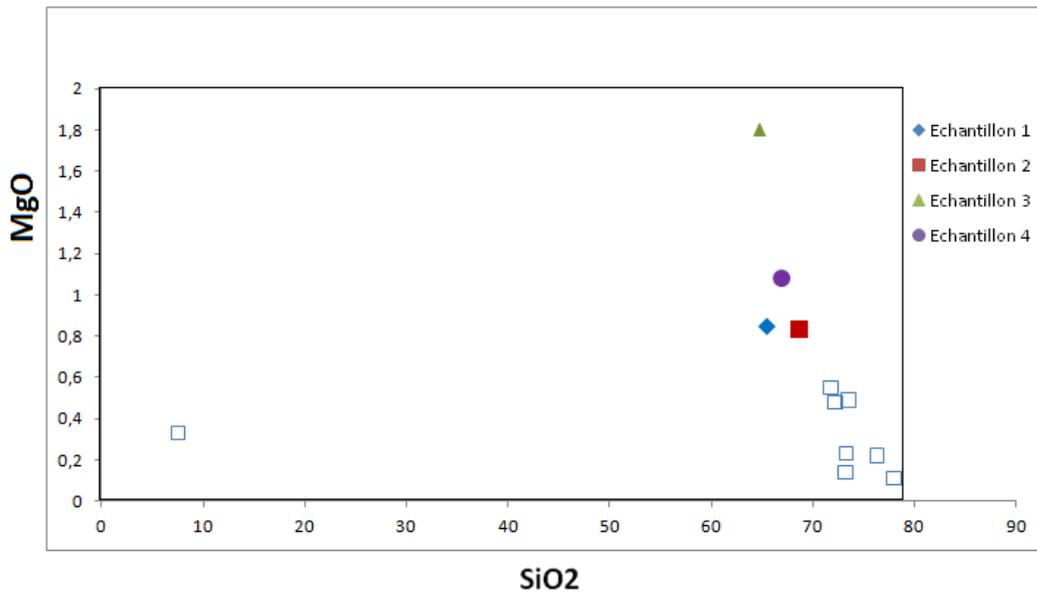


Fig33. Diagramme MgO -SiO₂ Carrées vides : granites de Cap Bougaroun Ouabadi (1994).

La figure 33 : ne montre aucune corrélation dans les granites entre le magnésium et la silice. Le magnésium se comporte plus ou moins comme le manganèse.

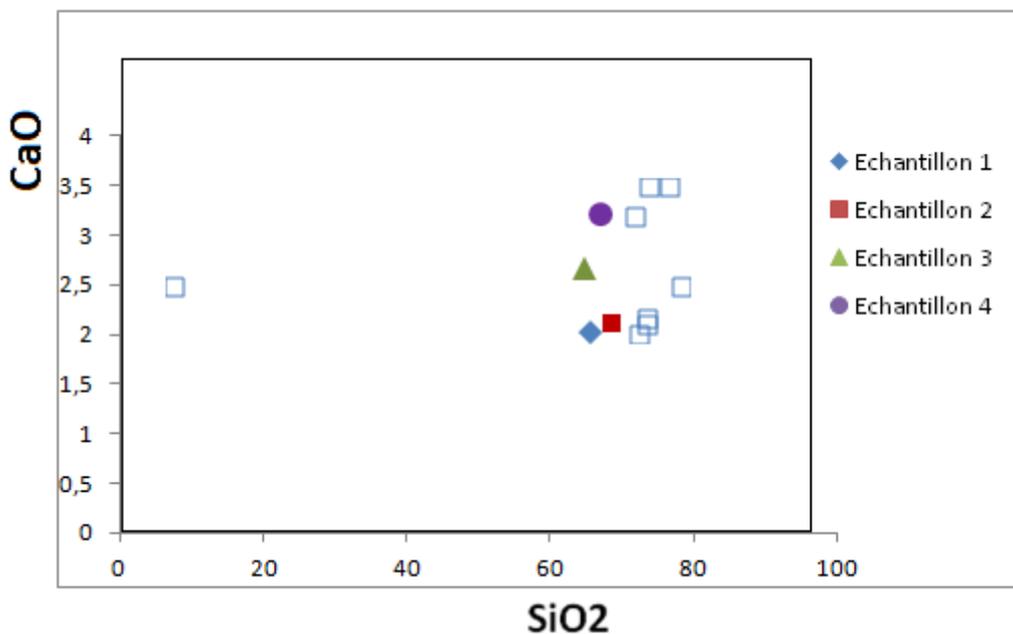


Fig. 34. Diagramme CaO -SiO₂, (Carrées vides: granites de Cap Bougaroun Ouabadi (1994)).

Les granites de la figure 34 : ne montrent aucune corrélation dans les granites du calcium avec la silice.

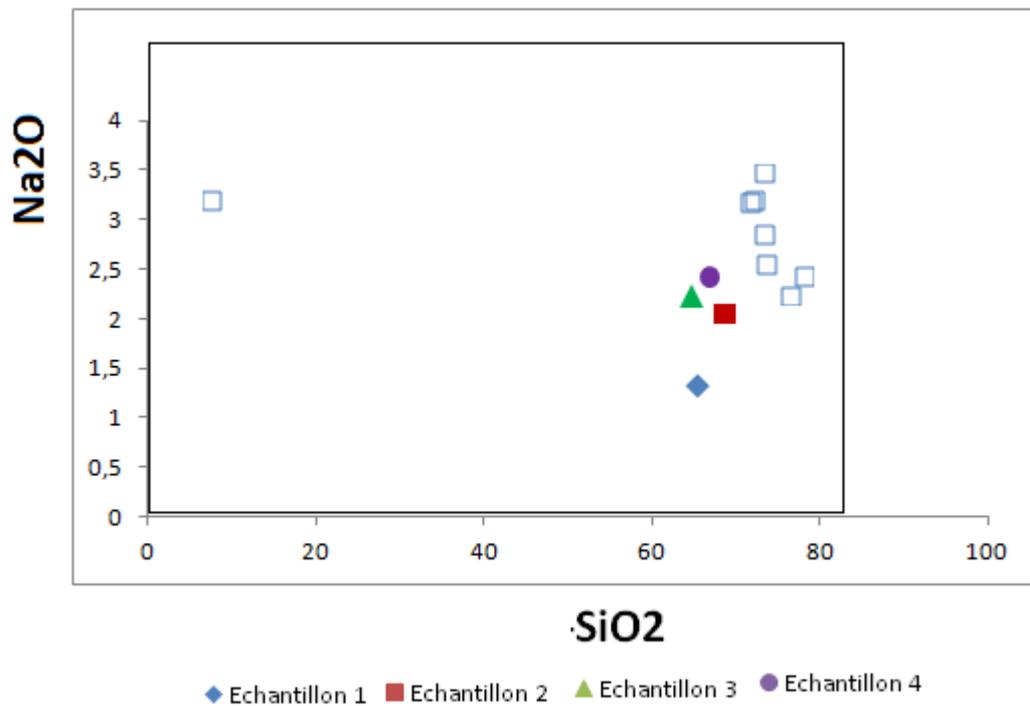


Fig. 35. Diagramme Na₂O –SiO₂, (Carrées vides: granites de Cap Bougaroun Ouabadi (1994)).

Les granites de la figure 35 : ne montre aucune corrélation dans les granites du sodium avec la silice.

Le sodium est en relation étroite avec le potassium. Il se comporte contrairement à ce dernier. Dans le diagramme Na₂O- SiO₂, le sodium ne montre pas une certaine corrélation avec la silice dans les granites analysés.

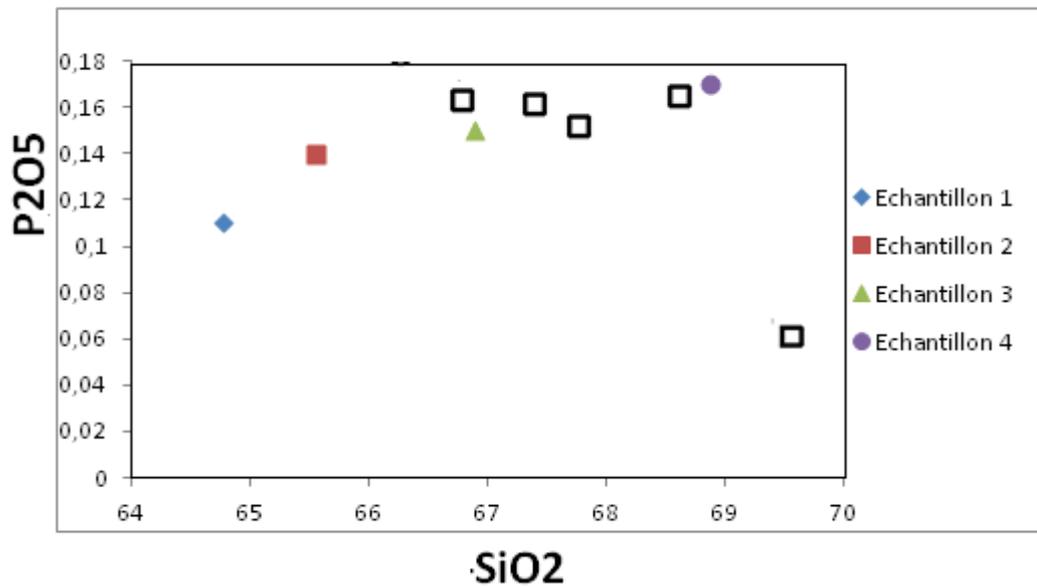


Fig. 36. Diagramme P2O5 –SiO2 (Carrées vides: granites de Cap Bougaroun Ouabadi (1994)).

Le P2O5, est en relation étroite avec la silice. Dans ce diagramme P2O5- SiO₂, le P2O5 montre une certaine corrélation positive avec la silice dans nos analyses.

V.3.2. Caractéristiques géochimiques et typologie

Le diagramme des alcalins en fonction de SiO₂ (%) proposé par Irvine et Baragar (1971), (Fig. 37), montre que la totalité des points représentatifs des roches sont localisés dans le domaine de la série des roches sub-alkalines.

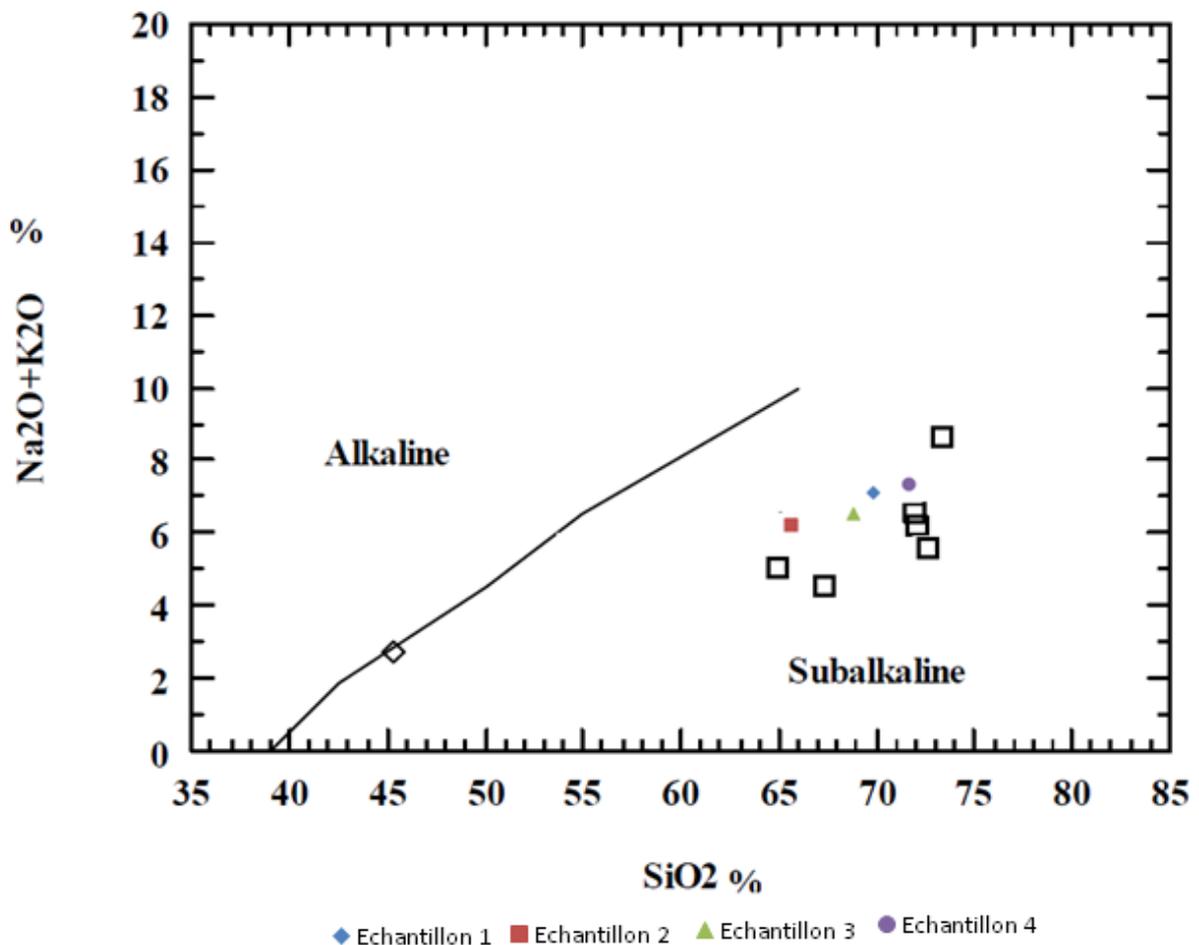


Fig. 37. Diagramme des alcalins en fonction de SiO_2 d'après Irvine et Baragar., 1971.
(Carrées vides: granites de Cap Bougaroun Ouabadi (1994)).

La projection de points représentatifs de l'ensemble des granitoïdes sur le diagramme AFM de Irvine et Baragar (1971), (Fig. 36), montre le caractère calco-alcalin de ces derniers. La figure 39 (K_2O - SiO_2), confirme le caractère calco alcalin des granites de Cap Bougaroun et les classe dans les séries calco alcalines hautement potassiques.

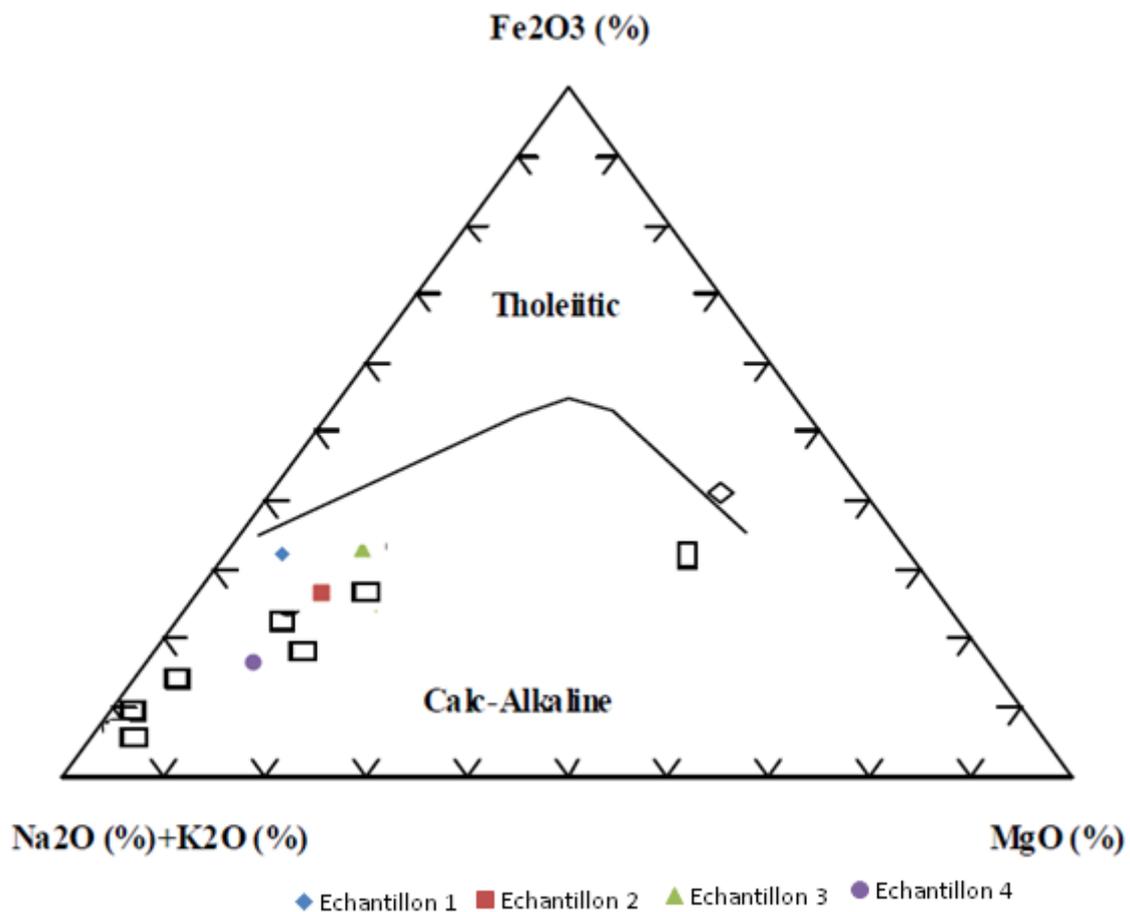


Fig. 38 Diagramme AFM de Irvine et Baragar (1971) montrant le caractère calco alcalin des granitoïdes de Cap Bougaroun. A= K_2O+Na_2O ; F= Fe_2O_3 ; M= MgO . (Carrées vides: granites de Cap Bougaroun Ouabadi (1994)).

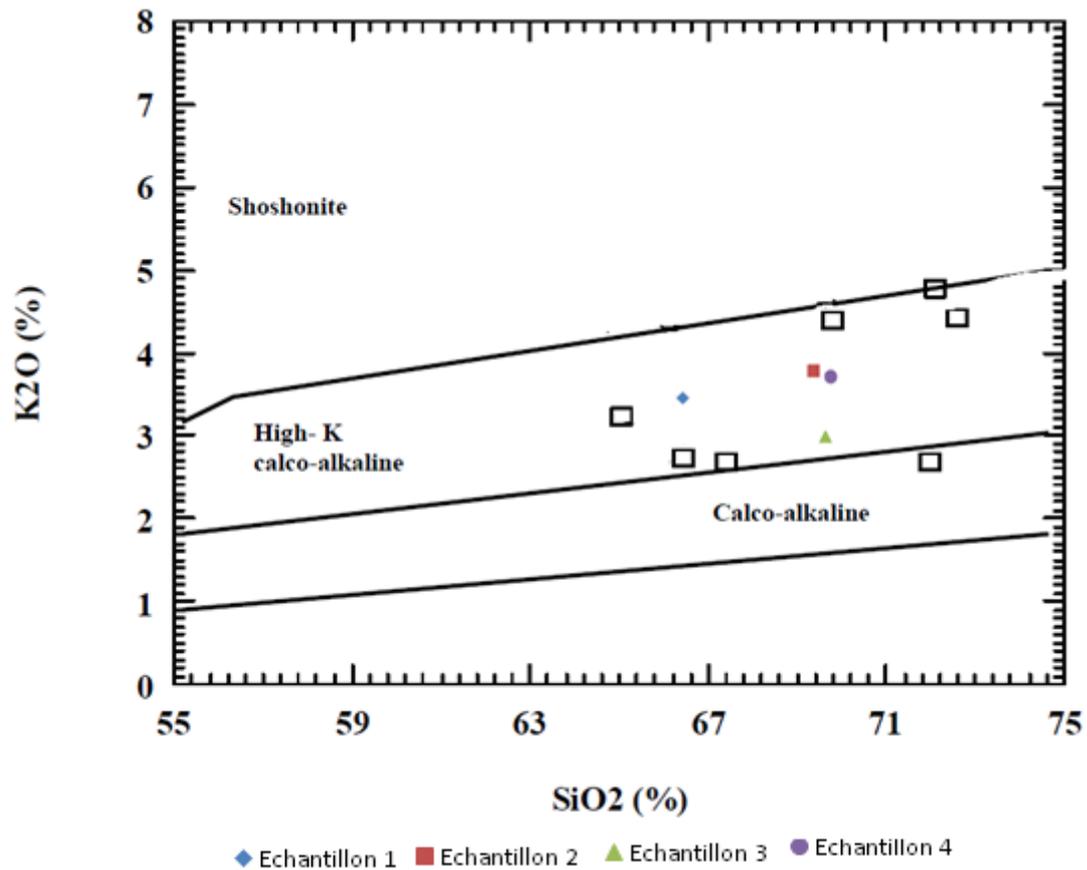


Fig39 : Diagramme K_2O (%) en fonction de SiO_2 (%) des points représentatifs des granitoïdes de Cap Bougaroun, d'après Percerillo et Taylor (1976). Carrées vides: granites de Cap Bougaroun Ouabadi (1994).

Le diagramme $(A/CNK)/SiO_2$ (Fig. 40) : classe les granites de Cap Bougaroun dans le domaine des granitoïdes peralumineux

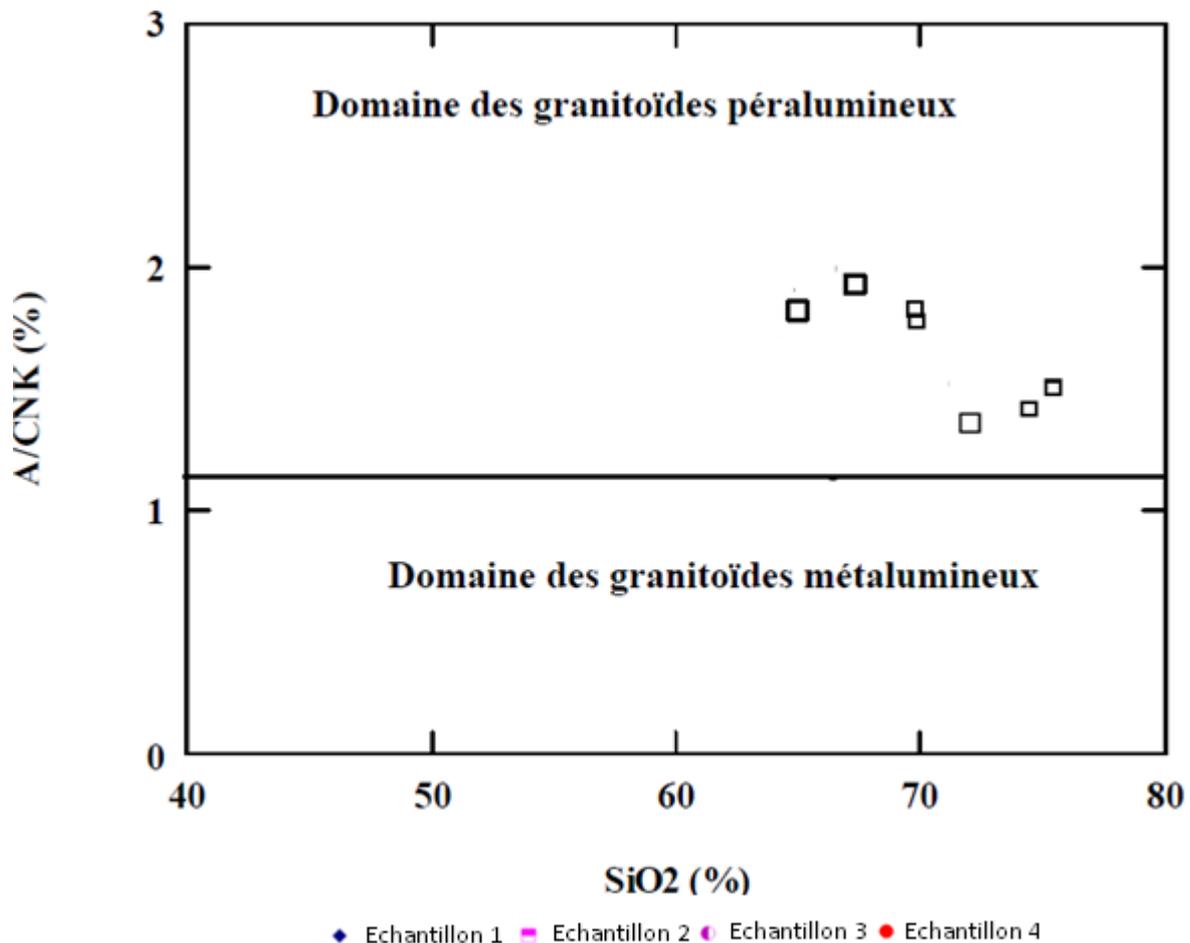


Fig. 40 : Diagramme A/CNK en fonction SiO₂ (%) D'après Chappell et White (1974) où sont représentés les granitoïdes de Cap Bougaroun. Carrés vides : granites de Cap Bougaroun Ouabadi (1994). Demis cercles plaines : échantillon (1), demis Carrées plaines : échantillon (2), cercles plaines rouges : échantillon (3), Carrées bleu : échantillon (4).

Sur le diagramme Na₂O (%) + K₂O (%) en fonction SiO₂ (%), (Fig. 41). proposé par Peacock (1931), les points représentatifs des granitoïdes de Cap Bougaroun montrent un caractère calcique.

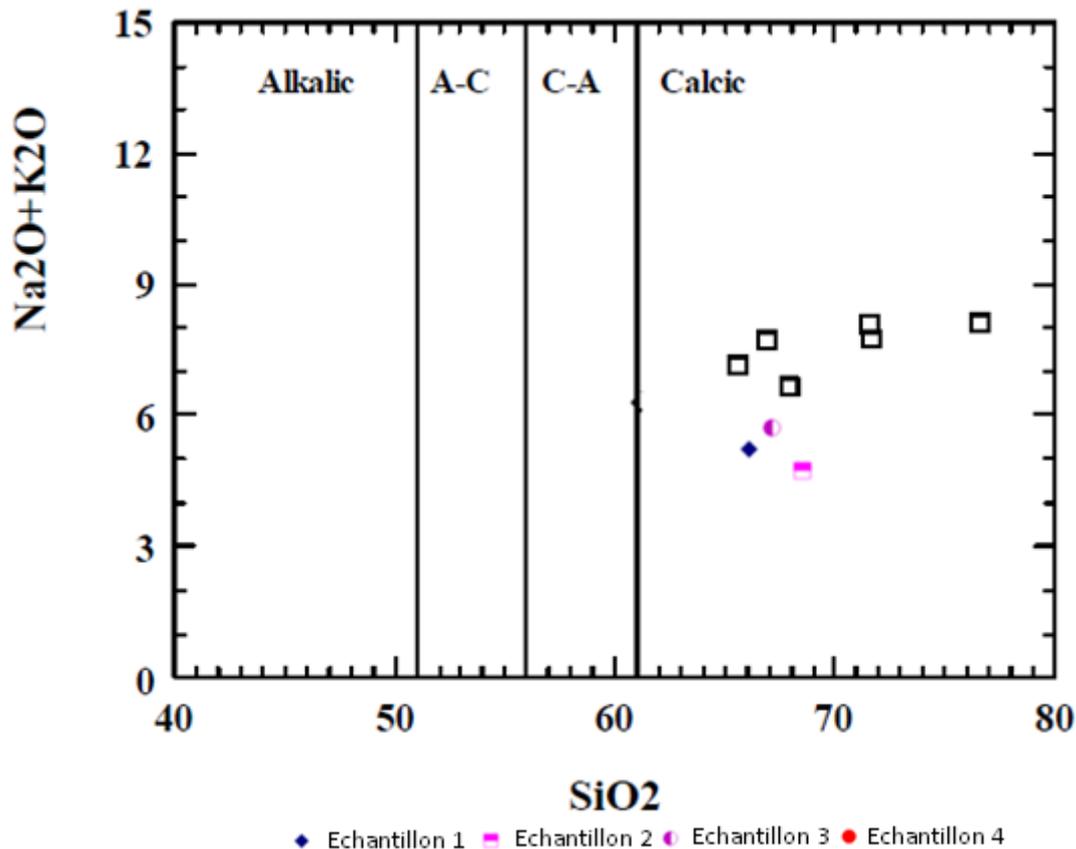


Fig.41 : Diagramme Na_2O (%) + K_2O (%) en fonction SiO_2 (%) D'après Peacock (1931) où sont représentés les granitoïdes de Cap Bougaroun. Carrées vides : granites de Cap Bougaroun Ouabadi (1994).

Conclusion sur l'étude de la géochimie des éléments majeurs

D'après l'étude des éléments majeurs des granitoïdes de Cap Bougaroun et leurs projections sur les différents diagrammes, on conclue que ces roches montrent une composition acide à intermédiaire; ce sont des granites monzonitiques et des granodiorites. Les corrélations de leurs éléments majeurs avec la teneur en SiO_2 montrent l'influence des processus de différenciation magmatique. Ils appartiennent à la série calco alcaline et ils sont peralumineux.

La géochimie des roches confirme les conclusions tirées par Ouabadi (1992) dans son étude géochimique sur les granites à biotite et cordiérite de Cap Bougaroun. Ces derniers constituent une suite largement fractionnée ($68,65 < \text{SiO}_2 \text{ (%) } < 64,76$), peralumineuses, avec un rapport $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$ compris entre 1.15 et 1.61.

V. 4. LES ELEMENTS EN TRACE**a)Variation inter éléments*****-Les éléments compatibles***

Au cours de la cristallisation fractionnée, les éléments compatibles des roches magmatiques sont pris par les solides cristallisés. Dans la fusion partielle ils sont généralement concentrés dans les solides résiduels. Dans les phases précoces de la cristallisation, ces éléments sont essentiellement concentrés dans les olivines, les pyroxènes et les spinelles.

D'après les résultats obtenus (Fig.42) on remarque que :

-La teneur moyenne du Cr, Ni, V, dans les granites de Cap Bougaroun est de l'ordre de 73 ppm.

- Les teneurs en chrome montrent une corrélation négative remarquable avec l'augmentation des teneurs en silice (Fig. 42).

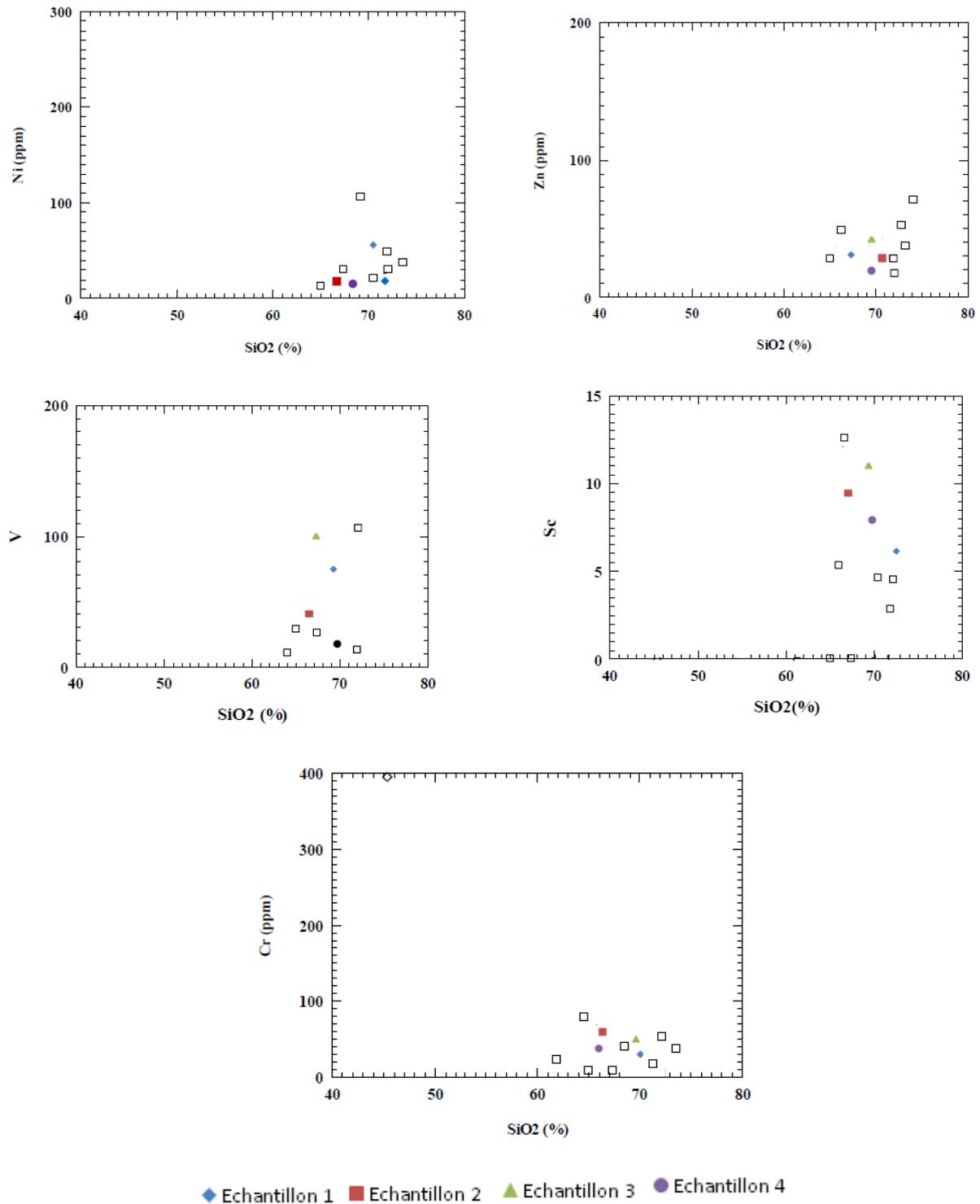


Fig. 42: Les variations de quelques éléments en traces (compatibles) en fonction des teneurs en SiO₂ (%). Carrées vides : granites de Cap Bougaroun Ouabadi (1994).

-Les éléments incompatibles (LILE et HFSE)

Les éléments alcalins et alcalino-terreux tels que Rb, Sr, Ba ainsi que les éléments de la famille des terres rares ont une affinité marquée pour les liquides silicatés. Ces éléments vont donc être enrichis dans les liquides magmatiques lors des processus de fusion partielle dans le manteau et de cristallisation dans la croûte. La connaissance des lois de comportement des éléments en traces permet alors au géochimiste de quantifier l'importance des différents phénomènes.

Au cours la cristallisation fractionné les éléments incompatibles représentés par le groupe LILE (large ion lithophile éléments) tels que Rb, Sr, Ba, et Th et celui des HFSE (Nb et Zr) du fait de leurs rayons ioniques élevés et/ou de leurs charges ne sont pas pris par le solide cristallisé. Durant la fusion partielle, et du fait de leurs incompatibilités, ils se concentrent dans les premiers liquides.

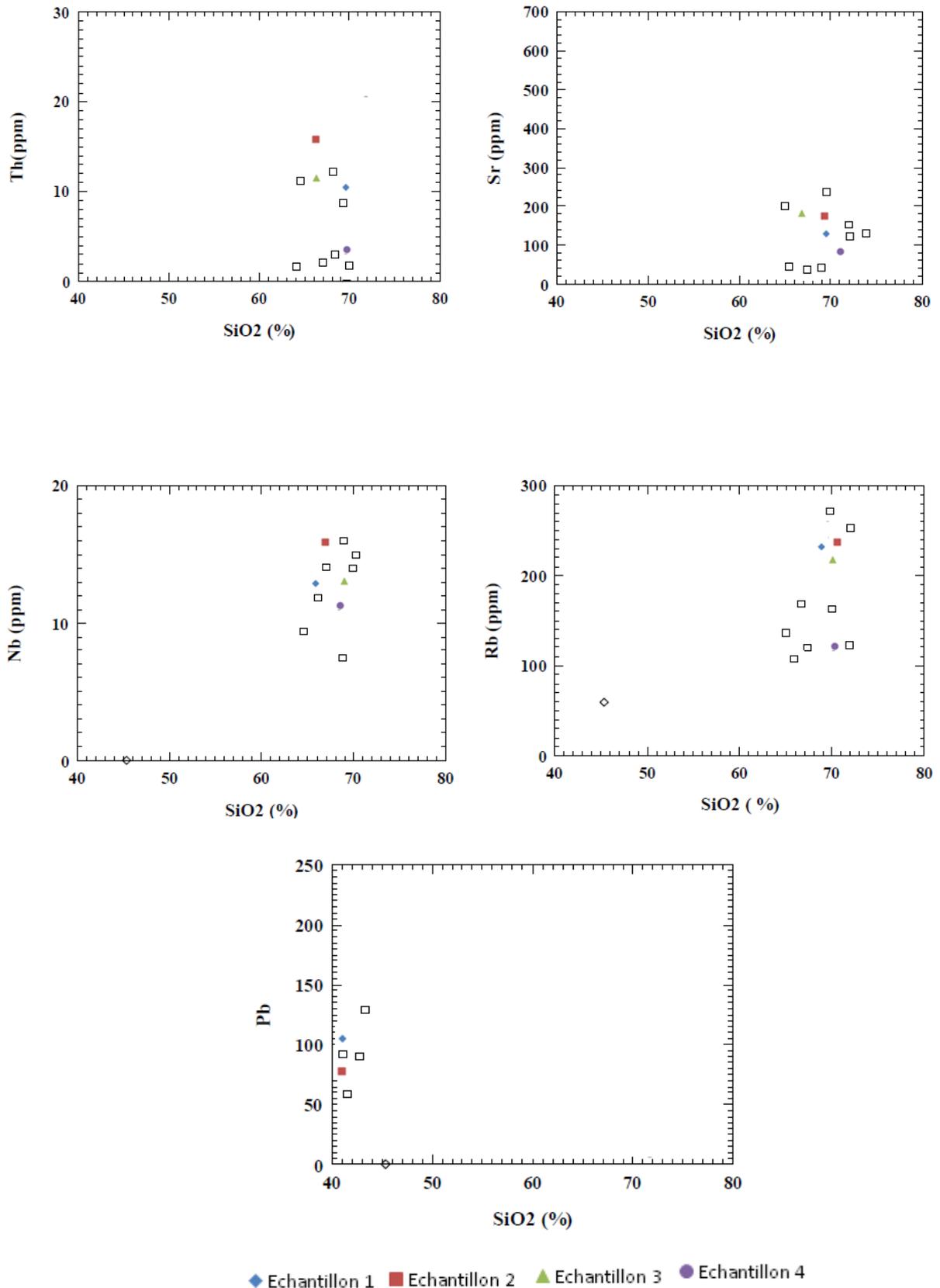


Fig. 43: Les variations de Quelques éléments en traces (incompatibles) en fonction des teneurs en SiO₂. Carrés vides : granites de Cap Bougaroun Ouabadi (1994).

V. 3. MODELE PETROGENETIQUE

La plus part des granitoïdes peuvent être divisés en deux grands groupes : type "I" et type "S" (Chappell et White, 1974). Cette discrimination est basée sur les propriétés pétrographiques, minéralogiques, chimiques et isotopiques des roches. Ces deux groupes proviennent de différentes sources et de ce fait, les roches riches en muscovite, fortement péralumineux avec la cordiérite normative caractérisent un granite felsique de type S.

Il est généralement admis que les granites qui contiennent de l'hornblende dérivent par différenciation magmatique d'une source ignée : soit des roches magmatiques basiques préexistantes soit de manteau supérieur. Ces granitoïdes sont donc à caractère métalumineux.

Un sommaire qui résume les différents caractères pétrologiques et chimiques des granitoïdes de type S et I, selon Chappell et White (1974) est présenté dans le Tableau (8).

Le terme type "M" a été introduit pour définir un pseudo série de granite de type I (ex : les tonalites). Cette série peut être d'origine mantellique et peut correspondre à un mélange de magmas mantellique et crustale.

Le troisième type, le type "A", est formé de granites anorogéniques, parfois alcalins et d'une appartenance anhydre ce qui laisse supposer qu'ils sont le résultat d'une refusions de la croûte et des granites primaires qui ont été extradés. Ce type « A » est généralement siliceux réduit, riche en fer et en fluor et parfois riche en Nb et qui a de fortes concentrations de terres rares. Il apparaît à la fin du cycle magmatique.

Comme ils naissent à des différents niveaux de la croûte, la classification alphabétique du matériel initial des granites peut être divisée en quatre grands types de source (Pitcher, 1983) (Tableau. 7).

Tableau. 6 : Quelques caractéristiques géochimiques des granitoïdes de type « I » et de type « S » selon la définition de Chappell et White (1974).

Paramètre géochimique/Type	Type « S »	Type « I »
SiO ₂	Compris entre 66 et 75%	Grand intervalle 56 et 75%
K ₂ O/Na ₂ O	élevé	faible.
K ₂ O/SiO ₂	élevé	modeste.
CaO	faible.	élevé.
mol.Al ₂ O ₃ / (K ₂ O+Na ₂ O+CaO)	>1.1	<1.1
Composition normative C.I.P.W.	>1% corindon normatif.	diopside Normatif or corundom normatif <1%.
Saturation en alumine	Presque tous sont péralumineux, quelques uns sont métalumineux.	La plupart sont métalumineux, quelques uns sont peralumineux.
Fe ₃₊ /Fe ₂₊	Toujours faible.	Toujours fort.
Éléments en trace	Des teneurs réduites en Ti, Sr, Ba et riches en Rb, Th, U et K	Ta, Nb, Ti, Hf sont faibles, Quelque fois Th, U sont faibles dans les jeunes arcs
Minéralogie des minéraux ferromagnésiens.	Hornblende absente, la biotite brune et fréquente.	Hornblende et biotite fréquentes
Muscovite and feldspar	Muscovite fréquente et les feldspaths-K sous forme de mégacristaux	Muscovite rare et feldspaths potassiques interstitiels.
Accessoires	Ilmenite, monazite, grenat et cordierite	Magnetite, sphène
Xénolites	Dominance des xénolites métasédimentaires	Diorite metasedimentaires.
Formes des intrusions et fracturation	Multiplés batholites d'une forme diapirique et une faible schistosité	Grandes et multiplés batholites linéaires, avec à la base une sorte de chaudière
Durée du plutonisme	Le plutonisme à une durée constante et modéré (syn- et post-orogénique).	Très grande durée (plutonisme épisodique).
minéralisations associées	minéralisations associées Sn et W sous forme de veines dans les greisen.	Minéralisation porphyrique de Cu et Au

Tableau 7 : Grands lignées granitiques et métaux associés (inspiré de Pitcher, 1983)

source	Type « S »	Type « I »	Type « M »	Type « A »
matériel	Sédimentaire	Ignée	Mantellique	Alcalin
Nature	Leuco-monzogranites	tonalite, diorite à monzonite porphyrique	Plagiogranite, gabbro	Granite Rapakiwi, syénite, anorthosite
Volcanisme associé	Rhyolite	andésite et dacite	Basaltes et andésites	Volcanisme bimodal à dominante felsique
Contexte	Réducteur	Oxydant		Oxydant
Métaux associés	Sn, W, Mo, F, U (granophile)	Cu, Pb, Zn, Au, Ag, Mo,	Au, Cu	Fe, Cu, REE, Au, Nb, Sn, Ta, F
Profondeur	5-12 km	3-9 km	5 km	

Les différents diagrammes de typologie magmatique dans lesquels ont été projetés les granitoïdes de Cap Bougaroun nous conduit aux caractéristiques géochimiques suivantes :

Les teneurs en SiO₂ sont généralement comprises entre 64,76 et 68,65. Le rapport K₂O/Na₂O est élevé et égale à O, O5-1,99. Le rapport de Al₂O₃/ somme des alcalins est supérieur à 1,1, Ils sont donc péralumineux,

Sur le plan minéralogique et pétrographique, il s’agit de leuco-monzogranites associés à un volcanisme à dominance rhyolitiques, ont remarque la présence de l’ilménite, la cordiérite et la biotite. Sur la définition de Chappell et White (1974), Pitcher (1983).

On conclusion ont peut dire que ces granitoïdes ont presque toutes les caractéristiques des granitoïdes de type « S » au sens de Chappel et White (1974).

Les diagrammes discriminants (Fig 44 à 47) montrent que ces granitoïdes sont caractéristiques des domaines de collision.

-Diagrammes de discrimination géotectoniques

La projection des points représentatifs des roches magmatiques sur les différents diagrammes de discrimination géotectonique des granitoïdes de Maniar et Piccoli (1989) montrent dans le diagramme FeOt / (FeOt + MgO) en fonction SiO₂ la majorité des granitoïdes de Collo tombent dans le domaine des granitoïdes syn-collision. Les diagrammes FeOt en fonction MgO, K₂O en fonction SiO₂ et FeOt en fonction de CaO montrent que la totalité des granitoïdes analysés prennent naissances dans une croûte continentale pendant le stade de collision.

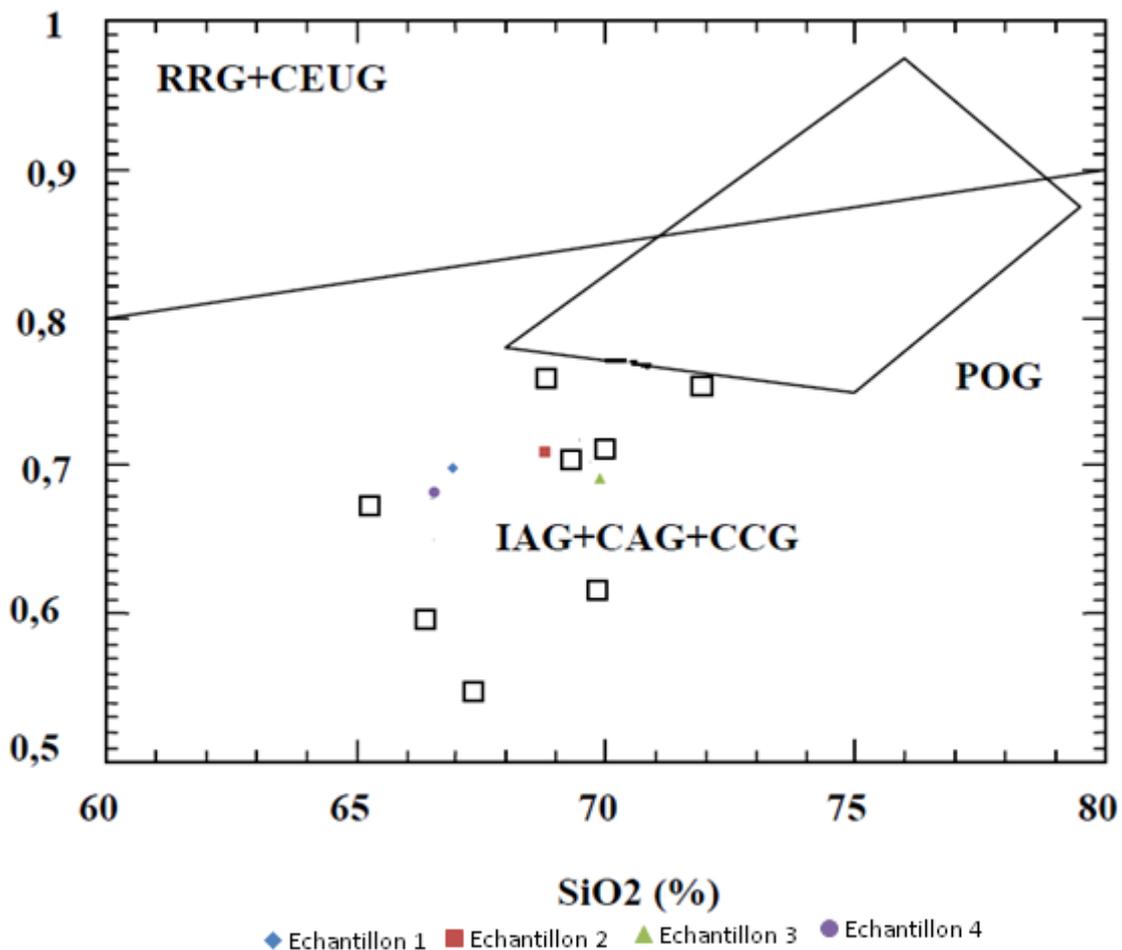


Fig. 44 : Diagramme de discrimination des granitoïdes (FeOt/ (FeOt +MgO) en fonction SiO₂) de Maniar et Piccoli (1989). Carrées vides : granites de Cap Bougaroun Ouabadi (1994).

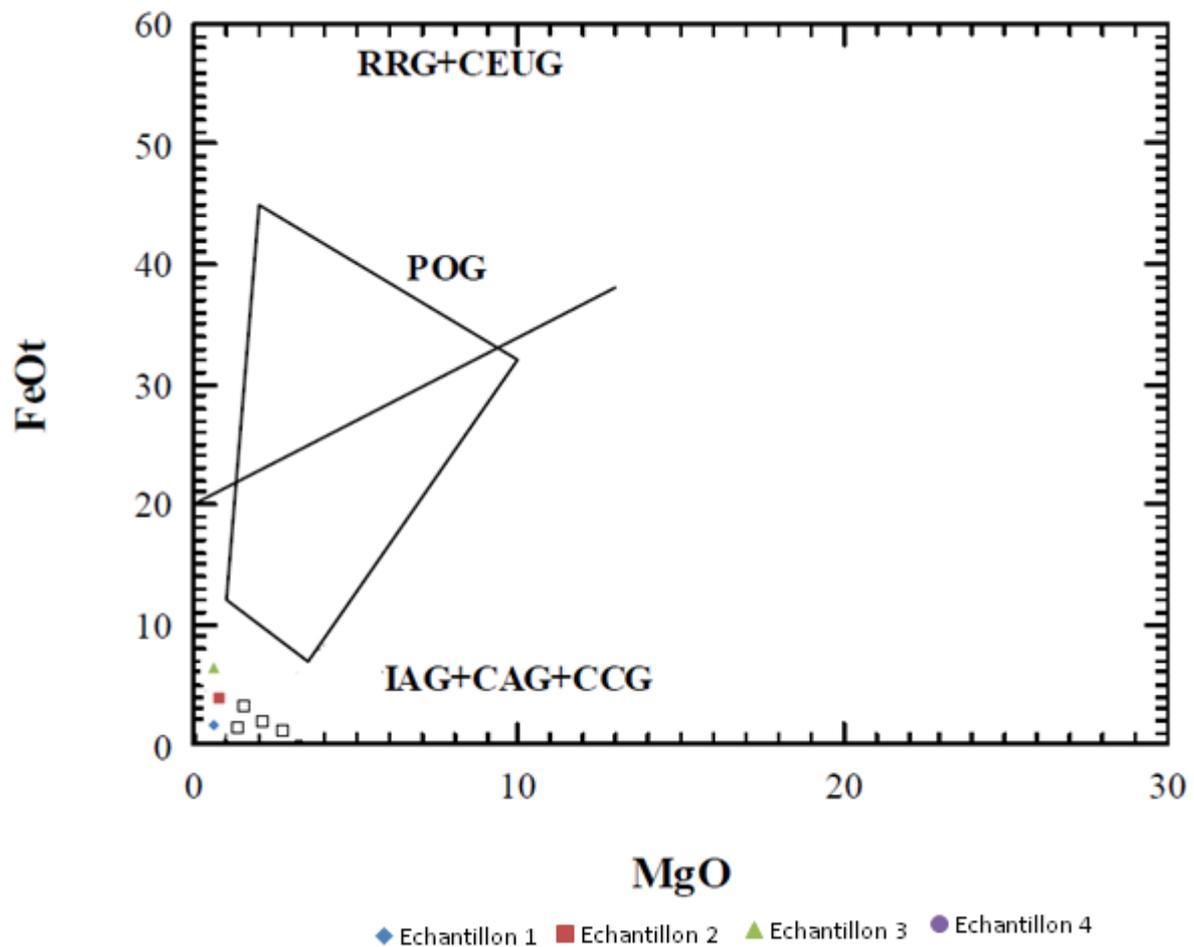


Fig. 45: Diagramme de discrimination des granitoïdes (FeOt en fonction MgO) de Maniar et Piccoli (1989). (IAG : Island arc granitoïde. CAG : continental arc granitoïde. CCG continental collision granitoïde). Carrés vides : granites de Cap Bougaroun Ouabadi (1994).

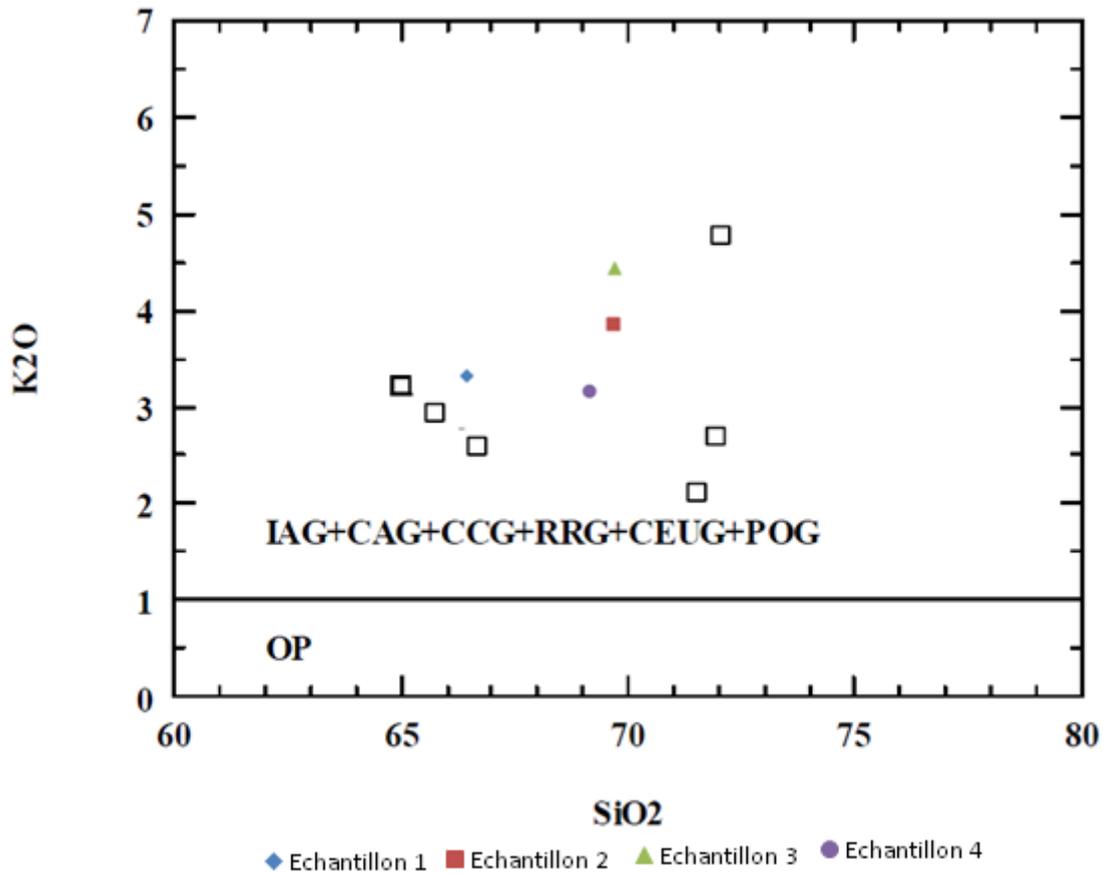


Fig. 46 : Diagramme de discrimination des granitoïdes (K₂O en fonction SiO₂) de Maniar et Piccoli (1989). (IAG : Island arc granitoïde. CAG : continental arc granitoïde. CCG continental collision granitoïde. RRG : Rift related granitoïde. CEUG : continental epirogenique uplift granitoïde. POG : post orogénique granitoïde). Carrées vides : granites de Cap Bougaroun Ouabadi (1994).

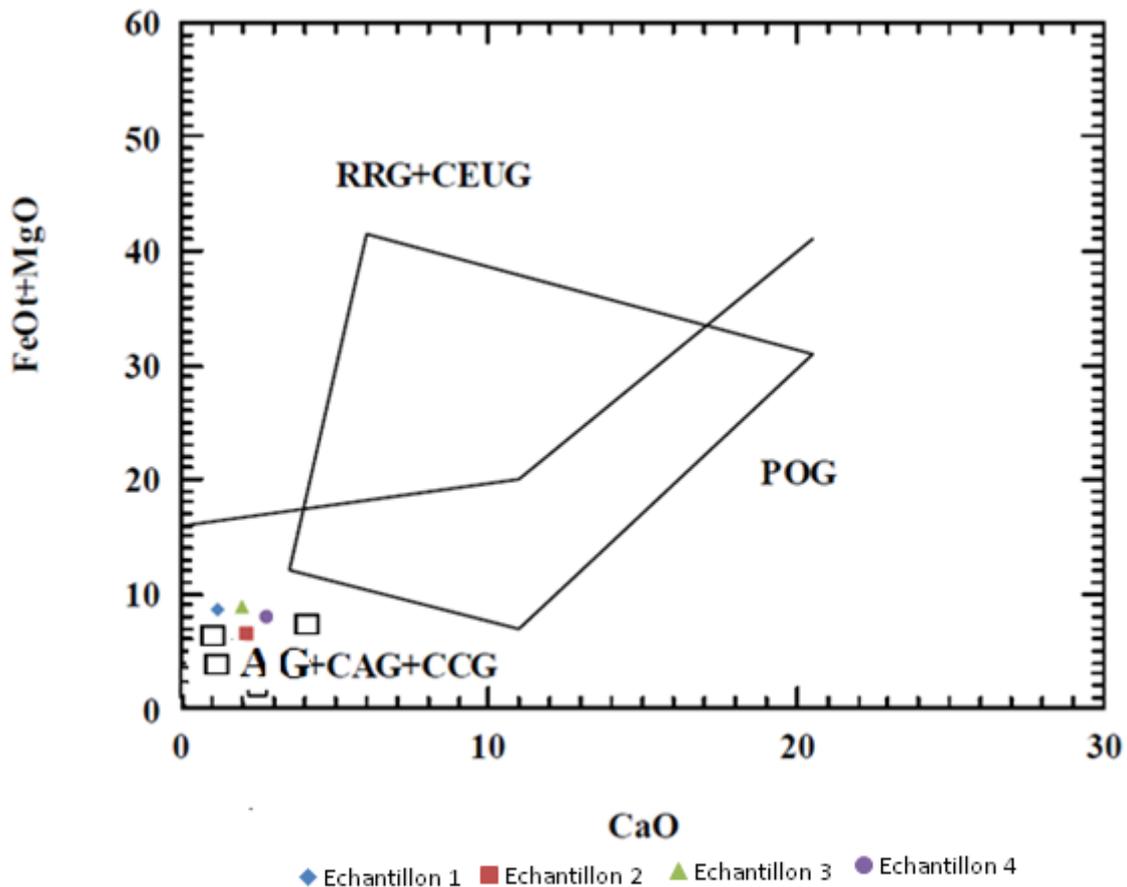


Fig. 47 : Diagramme de discrimination des granitoïdes (FeOt + MgO en fonction CaO) de Maniar et Piccoli (1989). (IAG : Island arc granitoïde. CAG : continental arc granitoïde. CCG continental collision granitoïde. RRG : Rift related granitoïde. CEUG : continental epirogenique uplift granitoïde. POG : post orogénique granitoïde). Carrées vides : granites de Cap Bougaroun Ouabadi (1994).

Conclusion

Les analyses chimiques effectuées sur les différents granites de Cap Bougaroun, montrent qu'ils sont peralumineux ($A/CNK > 1.1$), avec des teneurs en SiO_2 , comprises entre 65 et 70% ce qui confirme le caractère acide de ces roches. Ces granites sont généralement plus potassiques que sodiques et présentent des rapports K_2O/Na_2O compris entre 0,05 et 1,99.

Dans l'ensemble, les granites de Cap Bougaroun sont relativement riches en CaO ($> 1,2\%$).

La projection des éléments majeurs et traces sur les différents diagrammes, nous permet de déduire que le mécanisme de différenciation des roches granitiques de Cap Bougaroun est à rattacher aux granitoïdes peralumineux qui dérivent d'une fusion crustale (type (S)).

Conclusion générale

Conclusion générale

Conclusion générale

Cette étude s'est portée sur l'étude pétrographique, minéralogique, et géochimique des granites de Cap Bougaroun, elle nous a permis d'arriver aux conclusions suivantes :

La Kabylie de Collo est subdivisée en deux grands domaines : la partie nord c'est le domaine du Cap-Bougaroun et la partie sud, domaine de Béni-Touffout. Le complexe magmatique tertiaire de la Kabylie de Collo affleure au sein d'un ensemble métamorphique et sédimentaire qui participe à la formation de cet édifice structural. Ces unités s'intègrent dans le schéma géologique global des maghrébides.

Les formations du Socle Kabyle dans le massif du Cap Bougaroun sont représentées par des paragneiss kinzigitiques (paragneiss granulitique à cordiérite et sillimanite) renfermant des lentilles de marbre (Roubault, 1934; Tamagout, 1989).

D'après l'étude minéralogique et pétrographique, les granites de Cap Bougaroun sont des roches homogènes à teinte claire, ils sont composés principalement de quartz, biotite, cordiérite, plagioclase et feldspath –potassique.

La projection des points représentatifs des roches magmatiques sur les différents diagrammes de discrimination géotectonique des granitoïdes de Maniar et Piccoli (1989) montrent que :

- la majorité des granitoïdes de Cap Bougaroun tombent dans le domaine des granitoïdes syn.-collision.
- les différents granites de Cap Bougaroun, sont peralumineux ($A/CNK > 1.1$), avec des teneurs en SiO_2 , comprises entre 65 et 70% ce qui confirme le caractère acide de ces roches.
- Ces granites sont généralement plus potassiques que sodiques et présentent des rapports K_2O/Na_2O compris entre 0,05 et 1,99.
- Dans l'ensemble, les granites de Cap Bougaroun sont relativement riches en CaO ($> 1,2\%$).

CONCLUSION GENERALE

La projection des éléments majeurs et traces sur les différents diagrammes, nous permet de déduire que les roches granitiques de Cap Bougaroun dérivent d'une fusion crustale (type S).

Références bibliographiques

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Bouillin, J.-P., Kornoprost, J., 1974. Associations ultrabasiques de petite Kabylie : Péridotite de type Alpin et complexe stratifié ; comparaison avec les zones internes béticorifaines. *Bulletin de la société Géologique de France*, (7), XVI, 183-194, Paris.

Bouillin, J.-P., 1977. Géologie Alpine de la petite Kabylie dans les régions de Collo et d'ELMilia. *Thèse, Paris -Toulouse*, 511p.

Bouillin, J.-P., 1979. La transversale de Collo et d'El Millia (Petite Kabylie) : une région – clef pour l'interprétation de la tectonique alpine de la chaîne littorale d'Algérie. *Mémoire, Société, Géologique, France,(Nouvelle série)*, 57,135, 84 p.

Bouillin, J.-P., 1982. Mise en évidence d'importantes tangentielles au sein du socle de Petite Kabylie (Algérie). *Compte Rendus de. L'Académie des Sciences., Paris, II*, 294 p.

Bouillin, J.-P., 1986. Le « bassin maghrébin » une ancienne limite entre L'Europe et L'Afrique à l'Ouest des Alpes. *Bulletin de la société Géologique de France*, 8, t.II., 547-558.

Bouillin, J.-P., Croquet, P., Tubia, J.-M., 1987. La thermoluminescence des quartzs en nodule des migmatites associées à la mise en place des péridotites d'andalousie (Espagne) et de la petite Kabylie (Algérie) : un marqueur du déplacement du bloc d'Alboran. *C.R.Acad. Sci. Paris, t. 305, série II*, p267-291.

BOUILLIN J.-P. 1971. Découverte de Mésozoïque épimétamorphique au Nord-Est d'El Milia (Petite Kabylie); la fenêtre des Beni Toufout. *C.R. sornm. Soc. géol.Fr*, p.115-116, 1. Paris.

Durand-Delga, M., 1951. L'âge du métamorphisme général du massif de la Petite Kabylie (Algérie). *Compte rendu de l'Académie des Sciences.*, 236, 1371 p. Paris

Durand-Delga, M., 1955. Etude géologique de l'Ouest de la chaîne numidique. (*Thèse, Paris*). *Bulletin du Service de la carte géologique de l'Algérie, (2), Stratigraphie., Descriptions régionales*, no 24, 533 p.

Durand-Delga, M., 1969. Mise au point sur la structure Nord –Est de la Berbèrie. *Bulletin du Service de la carte géologique de l'Algérie, (nouvelle série), no39*, 89-131.

Fougnot, J., 1990. Le magmatisme miocène du littoral nord constantinois. *Thèse de Doctorat INPL Nancy.*, 358 p.

AZIOUZ Ouabadi. 1994. Pétrologie géochimie et origine des granitoïdes peralumineux à cordiérite (Cap Bougaroun, Béni-Touffout, et Filfila) Algérie Nord Orientale (thèse de doctorat université de Rennes I .1994)

Ouabadi, A., 1987. Etude pétrologique du complexe magmatique du Nord de la Kabylie de Collo. *Thèse de Magister, Alger*, 169 p.

Ouabadi, A., Capdevila, R., Fourcade., 1992. Le granite à biotite et cordiérite du Cap Bougaroun (Algérie). Un analogue alpin des granites de type S de la ceinture de Lachlan (Australie). *Compte Rendu de l'Académie des sciences, Paris*, 314, *Série II.*, 1187-1194.

Ouabadi, A., 1994. Pétrologie, géochimie et origine des granitoïdes peralumineux a cordiérite (Cap Bougaroun, Beni Touffout et Filfila), Algérie Nord orientale. *Thèse de Doctorat, Université de Rennes, I, France.*, 257 p.

Mahjoub, Y., 1991. Cinématique des déformations et évolution P, T anté-alpines et alpines en Petite Kabylie (Algérie Orientale). Un model d'évolution du domaine tellien interne. *Thèse doctorat. Université des Sciences., Université (USTHB), Alger*, 193 p.

Mahjoub, Y., Merle, O., 1990. Cinématique des déformations tertiaires dans le massif de Petite Kabylie (Algérie Orientale).). *Bulletin de la société géologique de France*, **8** (4), 629 - 634.

Mahjoub, Y., Choukroune, P., Kienast, J.R., 1997. Kinematics of a complex Alpine Segment: superimposed tectonic and metamorphic events in the petite Kabylie massif (northern Algeria). *Bulletin de la société géologique de France*, (8), p649-661.

Références bibliographiques

- Raoult, J.-F., 1966a.** Sur l'allochtonie de la chaîne calcaire dans le Djebel de Sidi Dris (Nord Constantinois, Algérie). *Compte rendu du Sommet de la Société géologique de France.*, p178.
- Raoult, J.-F., 1969b.** Nouvelles données sur les flyschs au nord du Kef Sidi Dris et dans la zone du Col des Oliviers (Nord Constantinois, Algérie). *Bulletin de la Société géologique, France.*, (7), XI, 516 – 543.
- Roubault, M., 1934.** La Kabylie de Collo. Etude géologique. *Thèse D'état. Paris. Bulletin du service de la carte géologique de l'Algérie*, (2), No 10, 272 p.
- Taylor, R. P., 1992.** Petrological and geochemical characteristics of the Pleasant Ridge zinnwaldite-topaz granite, southern New Brunswick, and comparison with other topaz-bearing felsic rocks. *Can. Mineral.*, 30, p. 895-921.
- Vila, J. M., 1980.** La chaîne alpine d' Algérie orientale et des confins algéro tunisien. Thèse Doct. Paris VI, 663.
- Hilly, J., 1957.** Etude géologique du massif de l'Edough et du Cap de Fer (Est constantinois). *Compte Rendus du de l'académie des sciences*, 234, 1073-1076p.
- Hilly, J., 1962.** Etude géologique du massif de l'Edough et du Cap de Fer (Est Constantinois). *Publication du service des cartes géologiques. Algérie, Bulletin no19*, 408p.
- Bobier, C., 1968.** Recherche paléomagnétiques sur les formations éruptives miocènes du littoral Nord-Constantinois. *Rapport science corporation program. no116, Centre national de recherche scientifique (indit)*.
- SEMROUD B, OUABADI A, BELANTEUR O, (1992)**-Les granitoides associés à la chaîne Alpine en Algérie du Nord. *Bull. Serv. Geol. Vol*, pp3-8.
- Marignac et Zimmermann ;(1983). PENVEN M.J et ZIMMERMANN J.L, (1986)**-Mise en évidence d'un âge Langhien pour le plutonisme calcoalcalin de la Kabylie de Collo (Algérie). *C. R. Acad. Sci. Paris*, 303, (II), pp 403-406.
- Griffon, J.-C., 1966.** La dorsale calcaire au Sud de Tétouan. *Note et mémoire du service géologique du Maroc*, no 184, p149-243. **Gelard ;(1969)**.
- TEMAGOULT A. (1989)**-Prospection et étude des indices de chromite de l' Oued Tamanart (Collo-Petite Kabylie) thèse de Magister. IST de Constantine. 114P.
- FOUGNOT J (1990)**-Le magmatisme Miocène du littoral nord constantinois. Thèse Doctorat. INPL, Nancy, 358P.
- Streekeisen;(1976)**. To earth plutonic rock its proper name, *Earth Sci.Rev*12:1-33

Le Bas, M.J., Le Maître, R. W ., Streckeisen, A., Zanettin, B., 1986. A chemical classification of volcanic rocks based on the total alkali-silica diagram. *Journal of petrology*, 27, 745 -750.

Irvine, T.N., Baragar, W. R. A., 1971. A guide to the chemical classification of the common volcanic rocks. *Canadian journal of Earth sciences*, 8, 523-548.

White, A. J. R et Chappell, B. W., 1977. Ultrametamorphism and granitoid genesis. *Tectonophysics*, 43: 7-22.

White, A. J. R et Chappell, B. W., 1983. Granitoid types and their distribution in the Lanchlan Fold Belt, south eastem Australia. *Géol. Soc.Am. Mem.*, 159. 21-34.

PEACOCK M.A (1931)-Classification of igneous rock series. *J. Geol*, 39, pp 54-67.

Pitcher;(1983).

Maniar,PD., Piccoli, P.M., 1989. Tectonic discrimination of granitoids. *Geoloical Society of America, Bulletin* 101, 635-643.

Peccerillo, A., Taylor, S.R., 1976. Géochemistry of Eocène calcoalkaline volcanic rocks from the kastamona area, northen Turkey, *Contributions to Minéralogy and Petrology*, 58, 63-81.

HARKER A. (1909) - The natural history of igneous rocks. New York: Macmillan.

Sadran, G., 1958. Les formations volcaniques tertiaires et quaternaires de Tell oranais. *Paris. Bulletin du service de la carte géologique de l' Algérie., nouvelle série., no18.*

HILLY J (1957)-Etude geologique du massif de l' Edough et du Cap de Fer (Est Constantinois). These de magistere, 125 : 408P. Bellon et al ;(1976).

LEBLANC M et TEMAGOULT A. (1989)-chromite pods in a lherzolite massif (Collo, Algeria): Evidence of oceanic type mantle rocks along West Mediterranean alpine belt. *Lithos*, Vol.23, P153-162.

MAHDJOUB Y. (1991)-Cinematique des deformations et evolution P-T ante-alpines et alpines en Petite Kabylie (Algerie Nord orientale) : un modele d' evolution de these-es-science USTHB. Alger.196P.

Références bibliographiques

PENVEN M.J et SABATE P, (1980)-Quelques aspects petrographiques et structuraux du massif granitique de Cap Bougaroun (Algerie Nord orientale. Geologie. Mediterranee. Tome VII, n°1, pp. 199-209.

PENVEN M.J et ZIMMERMANN J.L, (1986)-Mise en evidence d' un age Langhien pour le plutonisme calcoalcalin de la Kabylie de Collo (Algerie). C. R. Acad. Sci. Paris, 303, (II), pp 403-406.

TEMAGOULT A. (1989)-Prospection et etude des indices de chromite de l' Oued Tamanart (Collo-Petite Kabylie) these de Magister. IST de Constantine. 114P.

Harker, A., 1909. The natural history of igneous Rocks. *Methuen and Co., London*, 384 p.

Gérald, J.-P., 1969. Le Flysch à base schisto-gréseuse de la bordure méridionale et orientale du massif de Chellata : le flysch maurétanien(Grande Kabylie). *Bulletin de la société géologique de la France*, (7), XI, p676-686.

LISTE DES FIGURES

Figure. 1 : Carte géologique de la petite Kabylie de Collo et de la partie Ouest de la région d'Annaba avec l'emplacement de quelques gîtes métallifères, (d'après Roublaut, 1934) (modifiée).....	1
Figure. 2 : Schéma structural de l'édifice alpin dans le cadre méditerranéen occidentale, d'après (Durand Delgad, 1980), modifiée démontrant la position de d'une coupe schématiques en Algérie du nord. (A) : la grande Kabylie	3
Figure. 3 : Coupe Schématique Synthétique représentant les différentes unités des structurales des maghrébides au niveau de Grande Kabylie Glaçon (1973). Position de la coupe (A)	6
Figure. 4: Schéma géologique des chaînes bordantes la méditerranée occidentale et interprétation d'origine paléogéographique des grands ensembles structuraux. (D'après Bouillin, 1986).....	8
Figure. 5 : Coupe Synthétique des Maghrébides interne au niveau de la petite Kabylie et sa reconstitution Paléogéographique. (D'après Bouillin, 1986).	8
Figure. 6: Le magmatisme tertiaire du pourtour de la méditerranée occidentale (d'après Bellon, 1976, modifiée).....	10
Figure. 7: Carte de l'évolution des séries magmatiques tertiaire et quaternaires de la méditerranée occidentale (d'après Bellon et Brousse., 1977).	11
Figure. 08 A: Situation géographique de la région d'étude (photos satellitaire Google earth.1997).	15
Figure. 08 B. Carte géographique de la petite Kabylie de Collo.....	16
Figure. 9 : Schéma géologique de la Kabylie de Collo, d'après (Bouillin et Kornprobst, 1974).....	17
Figure. 10 : Coupe synthétique et théorique de la Kabylie de Collo et d'El Millia. (D'après Bouillin, 1979	18
Figure. 11 : Carte géologique simplifiée de la région de Collo et du Cap Bougaroun et du bassin du l'Oued Tamanart (d'après Roubault., 1934, modifiée)	22
Figure. 12: Carte géologique montrant les relations entre les trois unités principales (Y. Mahdjoub, 1991).	24
Figure. 13 : Carte géologique simplifiée de la région de Collo et du Cap Bougaroun et du bassin du l'Oued Tamanart (d'après Roubault., 1934, modifiée).....	26

Figure. 14: un affleurement de granites de Cap Bougaroun montrant une altération plus ou moins intense et des d'enclaves subarrondies.....	28
Figure. 15 : Microgranite relativement frais montrant les phénocristaux millimétriques de biotite dans une pâte quartzo- feldspathique.....	28
Figure. 16 : Microgranite relativement frais avec des phénocristaux millimétriques de biotite et de quartz dans une pâte quartzeux feldspathique.....	29
Figure 17a,17b (LP. 1mm) : Quartz, biotite, feldspath plagioclase dans le granite de Bougaroun.	30
Figure. 18: Microphotographie d'un quartz subautomorphe Quartz (Q), Biotite (Bi), plagioclase (Pl) et mésostase (Me).....	30
Figure. 19a(Lp) et 19b (LN): Vue microscopique de la cordiérite partiellement altéré. (19a) en lumière polarisée; (19b) en lumière naturelle. Cordiérite (Co)).	31
Figure. 20 : Vue microscopique du Plagioclase maclé (plag), biotite (Bio). (L.P.).	32
Figure. 21: Vue microscopique en lumière polarisée d'une section biréfringente d'un cristal de zircon et de biotite. Zircon (Zi), biotite(Bio).muscovite(Mus)	33
Figure. 22 : (L. P.) : les opaques automorphes en inclusions dans la biotite.	33
Figure. 23: Vue microscopique en lumière polarisée d'une section biréfringente tourmaline (tour), de muscovite(Mus.) Et de Quartz(Qz)	34
Figure. 24 : Localisation des échantillons analysés. Les échantillons : (5U3, U4, U7, U12, U19, UL81, U9, U16) sont d'Ouabadi (1994).....	36
Figure. 25: Diagramme LOI (perte au feu) en fonction de SiO ₂ (%).Carrées vides: granites de Cap Bougaroun Ouabadi (1994); (Symboles, fig36).....	39
Figure. 26 : Diagramme K ₂ O(%) en fonction LOI (perte au feu).Carrées vides: granites de Cap Bougaroun Ouabadi (1994). (Symboles, fig36).....	40
Figure. 27 : Diagramme Al ₂ O ₃ (%) en fonction CaO(%).Carrées vides: granites de Cap Bougaroun Ouabadi (1994). (Symboles, fig36).....	41
Figure. 28 : position des granitoïdes du Cap Bougaroun, sur le diagramme modal de Streckeisen (1976). Granites de Cap Bougaroun Ouabadi (1994).).....	42
Figure.29 : Projection des points représentatifs des granitoïdes du Cap Bougaroun sur le diagramme de nomenclature (TAS). (D'après Le Bas <i>et al.</i> 1986). Carrées vides : granites de Cap Bougaroun Ouabadi (1994). (Symboles, fig36).....	43
Figure. 30. Diagramme Al ₂ O ₃ - SiO ₂ , Carrées vides : granites de Cap Bougaroun Ouabadi (1994).....	44

Figure. 31. Diagramme Fe total-SiO ₂ , Carrées vides : granites de Cap Bougaroun Ouabadi (1994).....	45
Figure. 32. Diagramme MnO -SiO ₂ , Carrées vides : granites de Cap Bougaroun Ouabadi (1994).....	45
Figure. 34. Diagramme CaO -SiO ₂ , (Carrées vides: granites de Cap Bougaroun Ouabadi (1994)).....	46
Figure33. Diagramme MgO -SiO ₂ Carrées vides : granites de Cap Bougaroun Ouabadi (1994).....	46
Figure. 35. Diagramme Na ₂ O –SiO ₂ , (Carrées vides: granites de Cap Bougaroun Ouabadi (1994)).	47
Figure. 36. Diagramme P ₂ O ₅ –Si ₂ O (Carrées vides: granites de Cap Bougaroun Ouabadi (1994)).....	48
Figure. 37. Diagramme des alcalins en fonction de SiO ₂ d’après Irvine et Bragar., 1971 (Symboles, Fig. 36). (Carrées vides: granites de Cap Bougaroun Ouabadi (1994)).....	49
Figure. 38 Diagramme AFM de Irvine et Baragar (1971) montrant le caractère calco alcalin des granitoïdes de Cap Bougaroun. A=K ₂ O+Na ₂ O; F= Fe ₂ O ₃ ; M=MgO. (Symboles, fig. 36). (Carrées vides: granites de Cap Bougaroun Ouabadi (1994)).....	50
Figure39 : Diagramme K ₂ O (%) en fonction de SiO ₂ (%) des points représentatifs des granitoïdes de Cap Bougaroun, d’après Perccerillo et Taylor (1976).....	51
Figure. 40 : Diagramme A/CNK en fonction SiO ₂ (%) D’après Chappell et White (1974) où sont représentés les granitoïdes de Cap Bougaroun.....	52
Figure.41 : Diagramme Na ₂ O (%) + K ₂ O (%) en fonction SiO ₂ (%) D’après Peacock (1931) où sont représentés les granitoïdes de Cap Bougaroun.	53
Figure. 42: Les variations de quelques éléments en traces (compatibles) en fonction des teneurs en SiO ₂ (%).....	55
Figure. 43: Les variations de Quelques éléments en traces (incompatibles) en fonction des teneurs en SiO ₂	57
Figure. 44 : Diagramme de discrimination des granitoïdes (FeOt/ (FeOt +MgO) en fonction SiO ₂) de Maniar et Piccoli (1989).....	61
Figure. 45: Diagramme de discrimination des granitoïdes (FeOt en fonction MgO) de Maniar et Piccoli (1989).....	62
Figure. 46 : Diagramme de discrimination des granitoïdes (K ₂ O en fonction SiO ₂) de Maniar et Piccoli(1989).....	63

Figure. 47 : Diagramme de discrimination des granitoïdes (FeOt + MgO en fonction CaO) de Maniar et Piccoli (1989).....64

LISTE DES TABLEAUX

Tableau. 1 : Le magmatisme post-orogénique du littoral algérien : nature, âge radiométrique et minéralisations associées (in mémoire de magister ALA Bouazziz)	14
Tableau. 2 : Les principales caractéristiques pétrographiques du massif granitique de cap Bougaroun.....	35
Tableau 3 : Analyses des éléments majeurs et traces des granites de la région de cap Bougaroun effectuées au laboratoire de Chimie analytique de l'université d'Annaba.....	37
Tableau 4 : Analyse des éléments majeurs et traces (Ouabadi 1994).....	38
Tableau. 5: Proportions modales moyennes des différents échantillons appartenant au granitoïdes Cap Bougaroun (Ouabadi, 1994).....	42
Tableau 6: Quelques caractéristiques géochimiques des granitoïdes de type « I » et de type « S » selon la définition de Chappell et White (1974).....	59
Tableau 7 : Grands lignées granitiques et métaux associés (inspiré de Pitcher, 1983).....	60

RESUME

La région de Cap Bougaroun fait partie de la Kabylie de Collo. Structuralement le massif du Cap Bougaroun s'intègre dans la chaîne des maghrébides, il appartient au domaine interne et plus précisément au socle Kabyle.

Le complexe magmatique tertiaire de la Kabylie de Collo affleure au sein d'un ensemble métamorphique et sédimentaire qui participe à la formation de cet édifice structural.

Les granites occupent une grande surface d'affleurement qui couvrent la presque totalité du massif du cap Bougaroun, il s'agit des "*granites péralumineux à cordiérite*". Ces granites sont de teinte claire, souvent porphyroïde. Les minéraux essentiels sont : le quartz, le feldspath potassique, les plagioclases, la biotite, la cordiérite et la muscovite. La tourmaline, le zircon, l'apatite et l'ilménite sont les minéraux accessoires.

La géochimie des granitoïdes révèle qu'ils ont presque toutes les caractéristiques des granitoïdes de type « S » caractérisant les chaînes de collision comme le montrent les diagrammes de discrimination géotectoniques.

ABSTRACT

The region of Cap Bougaroun is part of the Kabylie of Collo. Structurally the massif of Cape Bougaroun is integrated in the Maghrebian chain; it belongs to the internal domain and more precisely to the base Kabyle.

The tertiary magmatic complex of the Kabylie of Collo is exposed in a metamorphic and sedimentary complex that participates in the formation of this structural edifice.

The granites occupy a large surface of outcropping which cover almost the whole massif of Cape Bougaroun, it is the "pericumulous granites with cordierite". These granites are of a clear color, often porphyroids. The essential minerals are: quartz, potassium feldspar, plagioclases, biotite, cordierite and muscovite. Tourmaline, zircon, apatite and ilmenite are the accessory minerals.

The geochemistry of the granitoids reveals that they have almost all the characteristics of the "S" type granitoids characterizing the collision chains as shown by the geotectonic discrimination diagrams.

ملخص

_ منطقة رأس بوقارون هي جزء من منطقة قبائل القل، حيث تتمثل بنيتها بالأخص في الكتلة الصخرية لرأس بوقارون و التي تندمج ضمن السلسلة المغاربية و المنتمية الى المجال الداخلي و بالأخص القاعدة القبائلية.

_ المعقد المغماتي للعصر الثلاثي لقبائل القل تظهر ضمن مجموعة الصخور الرسوبية و المتحولة و التي تساهم في تكوين هذا البناء الهيكلي.

_ الغرانيت يشغل مساحة كبيرة و التي تظهر و تغطي معظم الكتلة الصخرية لرأس بوقارون، و المتمثلة في الغرانيت الغني بالألومين و معدن الكورديويريت، وهذا الغرانيت ذو صبغة واضحة، وفي الغالب تكون المعادن المشكلة ذات بنية وتضحة. فالمعادن الاساسية المكونة له هي : الكوارتز ، الفلدسبار ، الكورديويرت و المكوييت، وكذلك التورمالين و الزيكرون ، بحيث يكون : الالمينيت و الاباتيت كمعادن ثانوية.

- ان الدراسات الجيوكيميائية لهذا الغرانيت تثبت أن هذا الغرانيت هو من الصنف < S > و الذي يميز سلاسل الاصطدام كما تثبته منحنيات التمييز الجيوتكتونية.