Université d'Oran 2 Mohamed ben Ahmed
Faculté science de la terre et l'univers
Département Géologie

Mémoire

En vue d'obtention du diplôme de master 2 en Géodynamique de la lithosphère.

Thème:

Étude pétrographique, géochimiques et géodynamique des rhyolites du môle de Tifrit et de Boukaïs. (Algérie Occidentale)

Présenté par :

Ms. BENZAIT AFIF

Mme. BERRAMDANE AMIRA FARAH

Sous la direction du :

DR. Mohamed Mahmoudi

Mr. Bouzid RABAH	MCB	Président
Mme. Ratiba KARED	MCB	Examinateur
Mr. Mohamed MAHMOUDI	MAA	Encadreur

Oran 2024/2025

REMERCIEMENT

Nous souhaitons exprimer nos sincères remerciements à toutes les personnes qui ont contribué, de près ou de loin, à la réalisation de ce mémoire.

Nos pensées les plus reconnaissantes vont à notre binôme, pour son engagement, son sérieux et l'esprit d'équipe dont il a fait preuve tout au long de ce travail.

Nous remercions également nos enseignants pour les connaissances transmises tout au long de notre parcours universitaire, ainsi que prof technique du laboratoire.

Enfin, un grand merci à nos familles (BENZAIT & BERRAMDANE) pour leur soutien moral, financier et leur patience inestimable durant cette aventure académique.

Dédicace

Nous dédions ce travail à :

Nos famille (MEDIANI, BERRAMDANE & BENZAIT), pour son amour inconditionnel et son soutien indéfectible.

À tous nos amis fidèles qui m'ont accompagné et encouragé dans les moments de doute et surtout, à mon binôme, mon bras droit dans cette aventure, pour sa loyauté, sa rigueur et sa précieuse amitié.

Abstract:

Western Algeria was the site of calc-alkaline magmatism in Tifrit during the Paleozoic and in Ougarta and Boukais during the Proterozoic.

Our present petrographic, geochemical, and geodynamic study focused on the Tifrit rhyolites, which belong to the calc-alkaline magmatic suite emplaced in the Paleozoic pelitic sandstone bedrock.

The Boukais rhyolites and dacites appear to share similarities with those of Ougarta and the Moroccan Antiatlas.

Petrographically, these rhyolites are composed of felsic mineralogy with significant hydrothermal alteration, depending on the secondary minerals.

Trace element-based geotectonic diagrams of the Tifrit rhyolites indicate a syncollissional VAG-type site during the Hercynian. In Boukais, the geodynamics are linked to the Pan-African orogeny in an intraplate tectonic site

which is close to a large shear zone

Résumé:

L'Algérie occidental a été le siège d'un magmatisme Calcoalcalin à Tifrit durant le paléozoïque et à l'Ougarta et Boukais durant le protérozoïque.

Notre présente étude pétrographique, géochimique et géodynamique s'est focalisée sur les rhyolites de Tifrit qui appartienne à la suite magmatique Calcoalcaline mises en place dans le substratum gréso pelitique paléozoïque.

Les rhyolites et dacites de Boukais semblent avoir des ressemblances avec ceux de l'Ougarta et de l'Antiatlas Marocain.

Pétrographiqement ces rhyolites sont composées d'une minéralogie felsique avec une altération hydrothermale importante selon les minéraux secondaires.

Les diagrammes géotectoniques à base des éléments en trace des rhyolites de Tifrit indiquent un site de type VAG syncollisionel durant l'hercynien a Boukais , le géodynamisme est lié à l'orogenèse panafricaine dans un site tectonique intraplaque qui se rapproche d'une zone de grand cisaillement.

PLAN DE TRAVAIL

➢ *Chapitre 1 : introduction.*

- ***Généralités sur les grands domaines géologiques de l'Algérie.***
- ***L'activité volcanique et sismotectonique.***
- ***Présentation du sujet, problématique et historique.***

➢ *Chapitre 2 : contexte géologique et structurale des secteurs étudiés.*

- ***Localisation géographique des secteurs (Tifrit, Boukaïs).***
- ***Aperçu géologique et structurale du môle de Tifrit.***
- ***Aperçu géologique et structurale de Boukaïs.***

➢ *Chapitre 3 : étude pétrographique des rhyolites de Tifrit et Boukaïs.*

- ***Introduction.***
- ***Étude pétrographique des rhyolites du môle de Tifrit.***
- ***Étude macroscopique et microscopique des rhyolites du môle de Tifrit.***
- ***Étude pétrographique des rhyolites de Boukaïs.***

➢ *Chapitre 4 : géochimie.*

- ***Les éléments majeurs dans les rhyolites du môle de Tifrit et Boukaïs.***
- ***Interprétation des diagrammes.***

➢ *Chapitre 5 :*

- ***Géodynamique de rhyolites à l'échelle du globe et au niveau du môle de Tifrit et de Boukaïs sur la base des données pétrographiques et géochimiques.***

➢ *Conclusion générale*

➢ *Bibliographie*

CHAPITRE 1 :

Introduction

Chapitre 1

1. Généralités sur les grands domaines géologiques de l'Algérie :

L'Algérie présente une remarquable diversité géologique, résultant de plusieurs cycles orogéniques et des mouvements des plaques tectoniques. Elle se divise en quatre grands domaines géologiques, chacun étant caractérisé par une série litho-tectonique spécifique (Durand-Delga, 1980 ; Frizon de Lamotte et al., 2009). (Figure1).

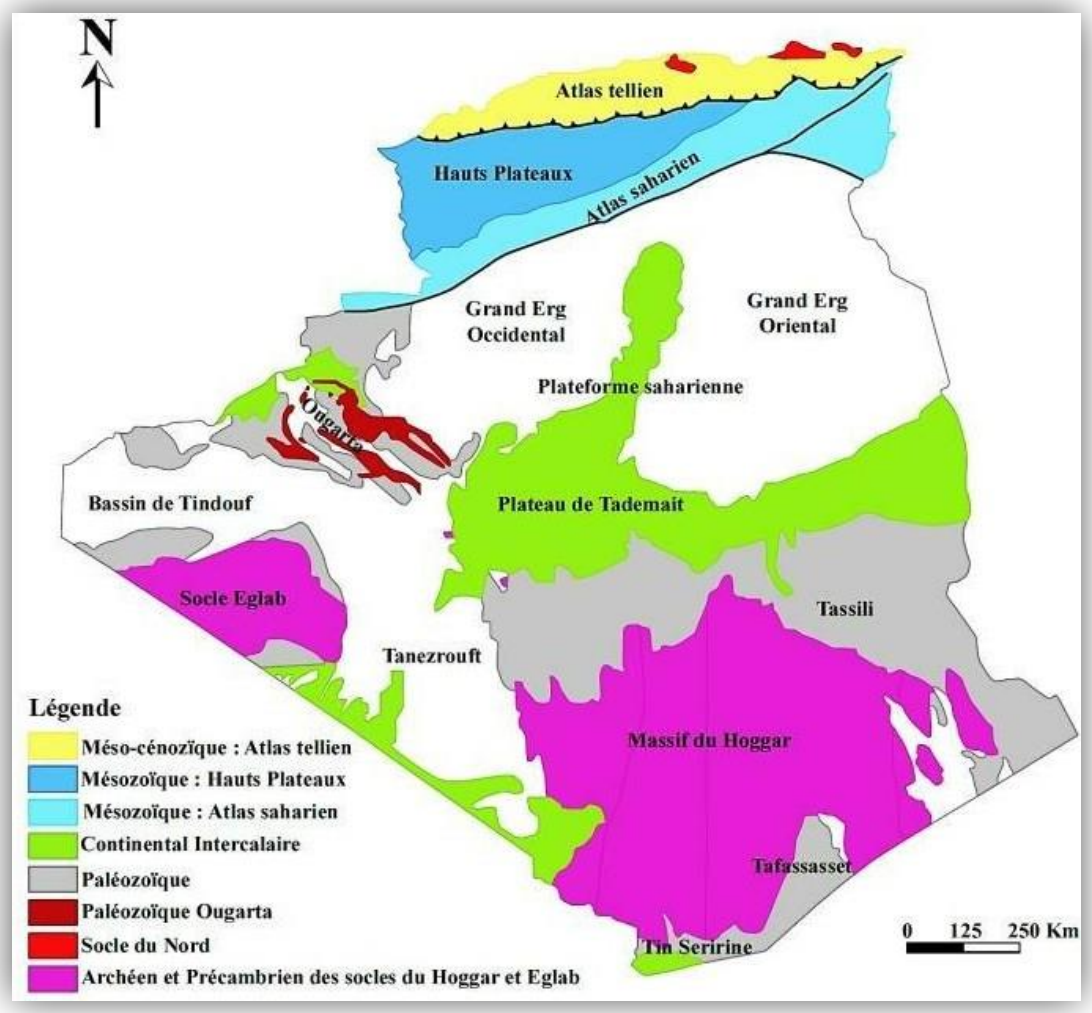

***Fig.1** : Carte des grands domaines géologiques de l'Algérie. Adapté de Durand-Delga (1980), Frizon de Lamotte et al. (2009).*

A. Le domaine Alpin :

Le domaine alpin englobe les chaînes telliennes du nord de l'Algérie. Il est directement lié à la collision entre les plaques africaine et eurasienne, ayant donné naissance aux reliefs actuels depuis le mésozoïque jusqu'au cénozoïque

Caractéristiques principales :

- Formations sédimentaires majoritairement constituées de flyschs, calcaires, marnes (Mésozoïque-Cénozoïque).
- Structure de chevauchement, empreinte de compression alpine.
- Activité tectonique toujours bien présente aujourd'hui, avec des failles inverses et des séismes fréquents.

Ce domaine s'allonge du nord-ouest du Maroc et l'Algérie jusqu'à la Tunisie et forme une zone tectoniquement active (figure 2).

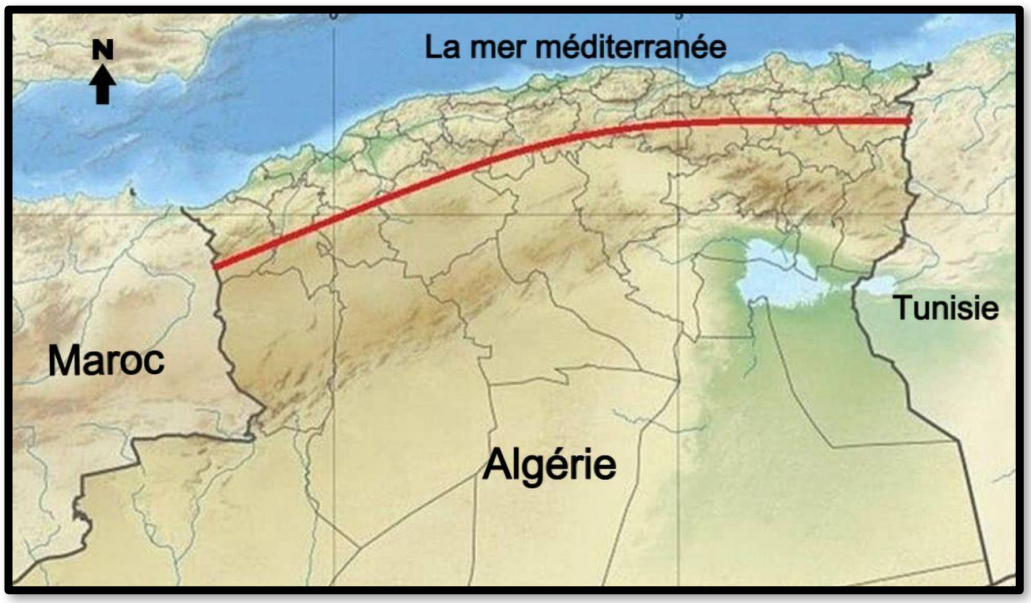

Fig. 2 : Répartition du domaine alpin en Algérie.

Source: Durand-Delga (1980).

B. Le domaine l'avant pays tellien :

L'avant pays tellien est une zone de transition, d'une part, entre les chaînes telliennes au nord, d'autre part, entre les formations plus anciennes du sud (figure 3). Il se distingue par :

- La présence de bassins néogènes, témoins l'érosion des reliefs telliens et de la sédimentation syn-orogénique (Boumendjel & Vila, 1984).
- Une activité tectonique marqué par des failles inverses, des plis sous contraintes compressives dans le cadre de la collision alpine (Meghraoui, 1990).
- Une lithologie très différenciée, marne, calcaire et grès, souvent plissé.
  On note aussi des transversales NE/SW ET NO/SE.

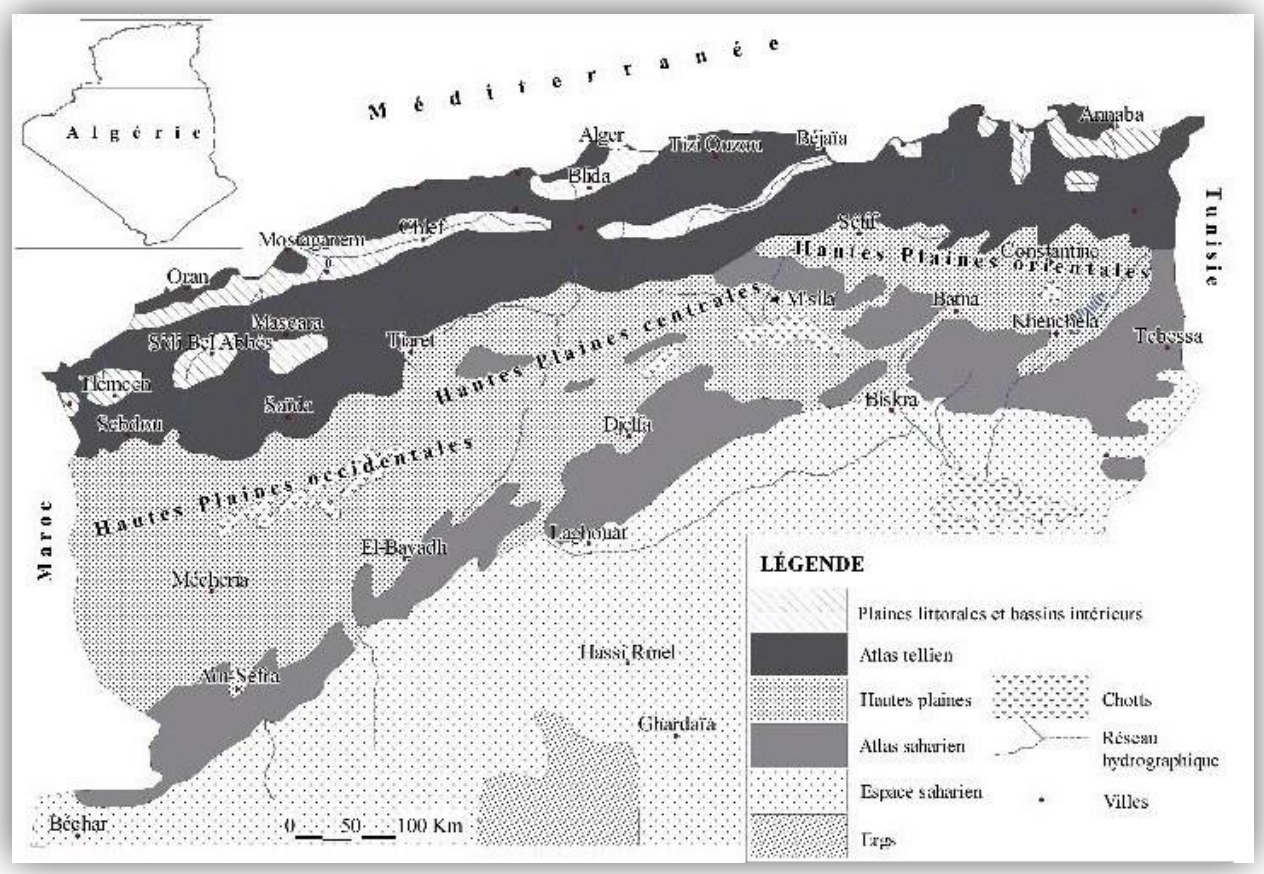

Fig. 3 : Carte du domaine de l'avant-pays tellien.

Source: Boumendjel & Vila (1984).

C. Le domaine de l'atlas saharien :

L'atlas saharien, situé au sud de l'Atlas Tellien, est une chaine montagneuse localisée dans des zones compressives au nord et bordée au sud par la plateforme saharienne stable (Fabre, 1976). Il est caractérisé par :

- Des formations d'âge paléozoïque et mésozoïque à prédominance de calcaires, de grès et schistes.
- L'ensemble des structures plissées et faillées, lors de la remobilisation des failles profondes du socle.
- Une tectonique moyenne mais toujours sous contrainte alpine.

L'Atlas saharien est un reste d'orogenèse hercynienne réactivé dans l'ère Cénozoïque sus l'influence des contraintes compressives nord-sud. (Figure4).

L'atlas saharien est bordé par la flexure nord atlasique et sud atlasique générant des séismes fréquents comme celui d'Agadir (1954).

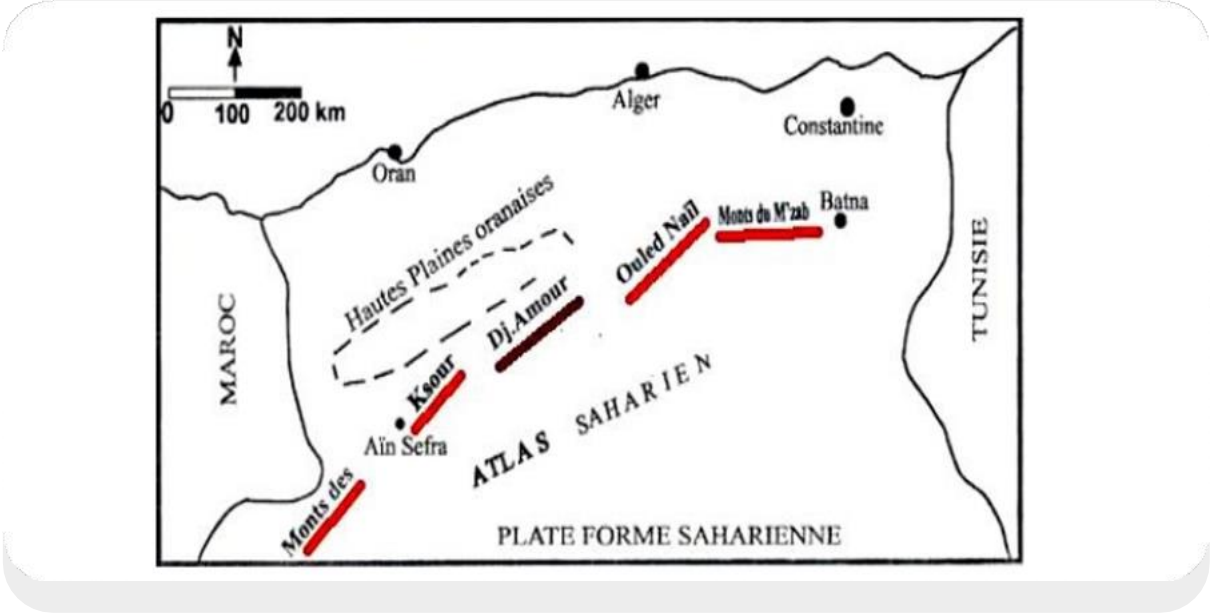

Fig. 4 : DOMAINE ATLAS SAHARIEN

Position géographique et répartition de l'Atlas Saharien en Algérie d'après (Benest, 1985)

D. La plateforme saharienne :

La zone saharienne s'étend sur tout le sud de l'Algérie et il s'agit, sur le plan tectonique, d'une vaste zone (où zone d'inertie tectonique) (Black & Fabre, 1983). Ses principales particularités sont :

- Un socle précambrien cristallin dont se révèlent des granites, gneiss et roches métamorphiques.
- Des séries ssédimentaires paléozoïques à mésozocenozoiques peu déformée par l'orogenèse alpine et hercynienne. (Guiraud et al., 2005).

Ce territoire est particulièrement riche en ressources minérales et hydrocarbures surtout au niveau des bassins de l'Ahnet et du Mouydir, du Hoggar (Figure 5).

Fig. 5 : Illustration de la plateforme saharienne (Hoggar)
Source : Guiraud (2005)

2. L'ACTIVITE VOLCANIQUE ET SISMOTETONIQUE :

En Algérie les quatres domaines n'ont pas connu d'activité volcanique à l'échelle historique mais il y a des volcans éteints connus depuis le précambrien, le paléozoïque, le mésozoïque et le cénozoïque (figure 6 et figure 7).

A. . Volcanisme précambrien :

Le précambrien volcanique en Algérie est principalement représenté dans quelques régions géologiques très diverses, qui attestent d'une longue histoire tectonomagmatique. Les régions les plus affectées par ce volcanisme sont :

- ***L'Ougarta*** : l'extrême ouest du Sahara algérien, ce massif s'écrit des formations volcans-plutoniques précambriens associés à l'évolution du Craton ouest-africain (chikhaoui).
- ***Le Hoggar*** : ce bouclier cristallin du sud algérien majoritairement marqué : a des épisodes volcaniques et intrusifs du Protérozoïque. Ces occurrences sont associées au changement du domaine panafricain et complexification des blocs continentaux ***Boukaïs*** ; Région peu explorée pourtant disposant des formations magmatiques précambriennes liées aux processus d'accrétion crustale et aux orogenèses anciennes (seddiki97).
- ***La Dorsale de Reguibat*** : Partie nord du Craton ouest africain, c'est-à-dire d'unités volcano-plutoniques précambriennes, lien avec l'évolution géodynamique de l'Afrique de l'Ouest (Bertrand & Caby, 1978).

Géodynamique associée

Le volcanisme du précambrien en Algérie est lié aux cycles d'accrétion et de fragmentation des supercontinents, en particulier celui panafricain qui a conduit à l'adhésion des blocs de croûtes et à la maturation des ceintures orogéniques du Hoggar et de la Reguibat (Fabre, 1976).

B. Le Volcanisme paléozoïques :

Le Paléozoïque est caractérisé par des phases volcaniques surtout localisées dans le nord de l'Algérie en lien avec l'évolution tectonique de la marge nord-africaine :

- ***Haute plaine oranaise*** : Parcours de niveaux volcano-sédimentaires orientée en lien avec l'évolution du bassin paléozoïque et les premières étapes de la formation du Gondwana.
- ***Tifrit*** : Étant le marqueur d'un magmatisme paléozoïque de type VAG syncollisionnel (Mahmoudi2009)
- ***Trara*** : composes d'une série shistogreseuse déformée et d'un plutonisme calcoalcalin d'âge carbonifère (Guardia75).

Géodynamique associée

Ce volcanisme est en tous cas très lié à l'événement tectonique hercynien qui a structuré les domaines nord africains notamment par des périodes de compression translationnelles et d'extension locales permettant la mise en place des magmas (Frizon de Lamotte et al., 2009).

C. Volcanisme Mésozoïque et Cénozoïque :

Le Mésozoïque Algérien est marqué par un volcanisme associé à l'ouverture de l'Atlantique central CAMP lors de la fragmentation de la Pangée (Meddah).

- ***Laves du Trias*** : Elles sont présentes dans plusieurs régions du Tell et de l'Atlas saharien, représentant par ici les premiers épisodes d'extension et de rifting engendrés par l'ouverture de l'Atlantique. (Meddah et Mekkaoui)
- ***Laves du Cénozoïque :*** elles correspondent à l'émission des laves du miocène et du plioquaternaire au nord de l'Algérie (Bendoukha2009 et Zerka).

Géodynamique associée : Ce volcanisme est en effet le fruit de processus d'extension lithosphérique en relation avec la formation des domaines océaniques téthysiens et atlantiques, et ainsi que le résultant de la convergence de la plaque africaine et eurasiatique.

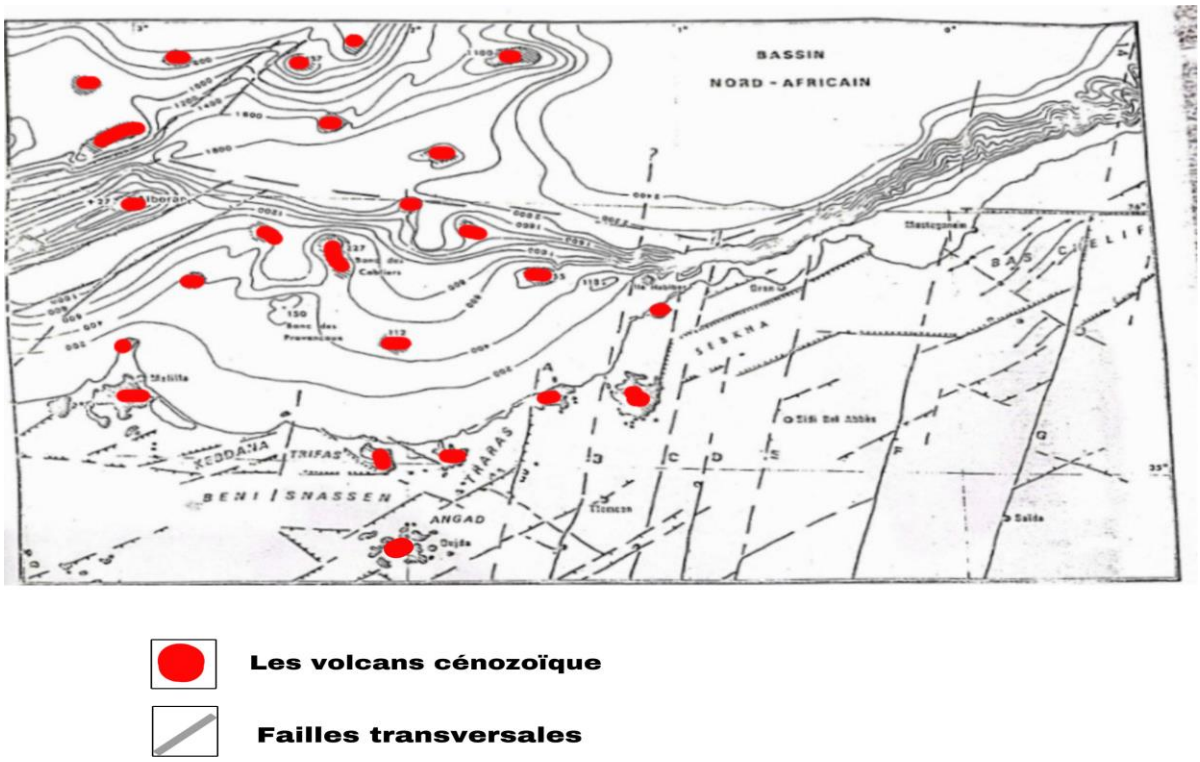

Fig. 6 : répartition du volcanisme cénozoïques en Algérie d'après frizon de lemotte (2009)

District volcanique	Type de roches	Age (Ma)
Cap de fer – Edough	Granites potassiques Gabbros	15,1 – 15,9 Ma
Filfila	Granite shoshonitique	15,3 Ma
Cap Bougaroun	Granites, microgranites. Rhyolites-Ignimbrites	15,2 – 16,4 Ma
Beni Touffout-El Milia	Granodiorites-monzogranites (Beni Touffout) Microgranites (El Milia)	16,2 Ma
El Aouana	Dacites et rhyodacites potassiques	14,5 – 15,9 Ma
Béjaia-Amizour	Granites shoshonitiques	15,3- 16,2 Ma
Algérois	Basaltes faiblement potassiques Granites potassiques	11,6 – 15,6 Ma 13,9 – 16 Ma
Cherchell	Granites alcalins riches en potassium	11- 13 Ma
Oranie	Andésites potassiques Basaltes alcalins-transitionnels Basaltes alcalins	7,5 – 11,7 Ma 7,2 – 10 Ma 0,8 – 3,2 Ma

Fig. 7 : Tableau du volcanisme Cénozoïque en Afrique du Nord.

In A Louni - Hacini (2002)

3. PRESENTATION DU SUJET, PROBLEMATIQUE ET HISTORIQUE:

Cette étude porte sur l'analyse pétrographique, géochimique et géodynamique des rhyolites paléozoïques du Môle de Tifrit et précambriennes de Boukaïs, situées respectivement dans le nord-ouest et le sud-ouest de l'Algérie. La problématique s'articule autour de la question suivante : Comment les rhyolites de Tifrit et de Boukaïs conduisent à la compréhension des processus magmatiques et tectoniques et leurs contextes géodynamiques respectifs durant l'orogenèse hercynienne à Tifrit et panafricaine à Boukaïs?

Historique des études :

Les formations volcaniques du Boukaïs et du Môle de Tifrit eurent l'intérêt des chercheurs depuis plusieurs années. La connaissance de ces terrains contribue à l'amélioration de la connaissance du magmatisme rhyolitique, à son origine, à son évolution et à son rôle en géodynamique régional. Certains travaux ont été réalisés afin de dédier une classification pétrographique, chimique et chronostratigraphique des roches volcaniques de ces régions.

Étude sur Tifrit :

- ***Lucas (1952)*** : Une première recherche géologique sur la zone de Tifrit concerne la nature des formations magmatiques, métamorphiques et tectonique durant l'ère paléozoïque.
- ***Mahmoudi (2009)***: Cette recherche est inspirée des analyses pétrographiques et géochimiques destinées à affirmer les caractéristiques du magmatisme paléozoïques en général et des rhyolites du Môle de Tifrit. Mahmoudi souligna leur signature géochimique à la base des éléments majeurs et en trace pour l'explication géotectonique.

Études sur Boukaïs :

Le site de Boukaïs, tout aussi riche en formations volcaniques rhyolitiques, a été délié d'un intérêt particulier au cours des années 1990.

Seddiki (1997) : Ce travail est une ample étude de la formation des laves Protérozoïques de Boukaïs. L'auteur fait la composition chimique des roches, leur minéralogie et leur lien avec les événements tectoniques régionaux. Le travail souligne la part des déformations crustales dans la constitution du magmatisme de Boukaïs en montrant son analogie avec l'Anti-Atlas marocain, l'Ougarta et le Hoggar occidental.

Les rhyolites ont été étudiés par comparaison avec le socle de l'Anti-Atlas.

CHAPITRE 2:

Contexte géologique et structurale des sécteurs d'etude.

Chapitre 2

1. LOCALISATION GEOGRAPHIQUE DES SECTEURS (TIFRIT, BOUKAÏS):

A- Localisation le môle de Tifrit :

Il se situe en wilaya de Saïda, au nord-ouest de l'Algérie, dans le Môle de Tifrit. Il appartient aux Hautes Plaines Oranaises, une zone de relief abrupte, de formations magmatiques et sédimentaires.

Coordonnée approximative : 34° 50′ nord, 0° 09′ est

Accès : la région est traversée au Nord par la route RN6 s'étirant de Saïda à Tiaret et Mascara.

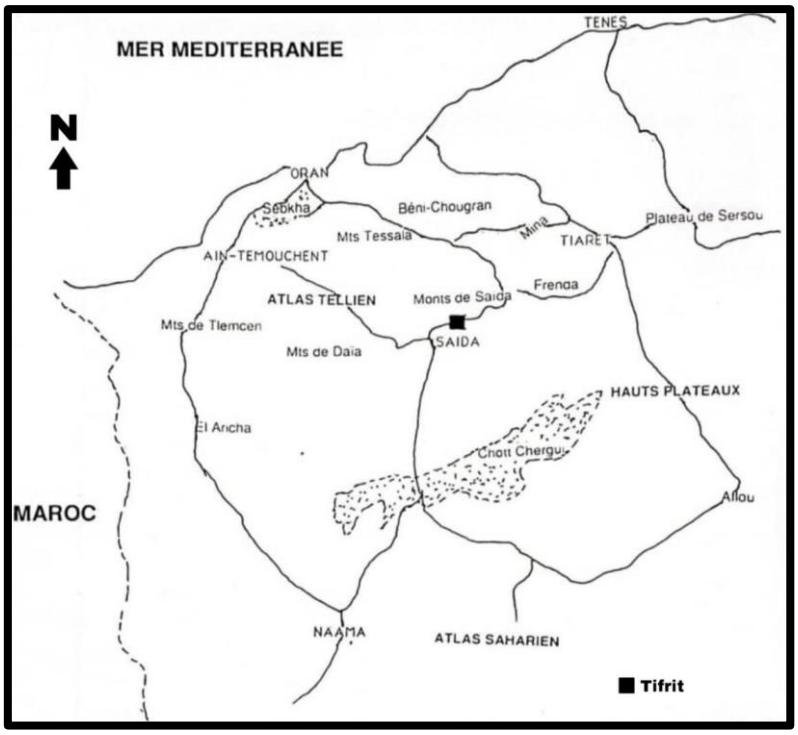

Fig. 9 : Localisation géographique de Tifrit (monts de Saida).

D'après Mahmoudi (2009).

Le contexte géologique de Tifrit : Il s'agit d'un môle où les formations paléozoïques affleurent à la faveur des failles bordières et montrant un magmatisme varié de granitoïde, de dacite, de Fillon et dyke de rhyolites et de microgranite d'âge paléozo ïques. Les formations paléozoïques ayant subit un métamorphisme de contact et régional avec des cornéennes, des schistes tachetés, des phtanites et des schistes épizonals. La couverture mésozoïque couvre l'ensemble avec des formations tabulaires du permo-trias et de dolomie liasique (Mahmoudi, 2009). le socle primaire affleure a la faveur de faille bordières et limite le jurassique supérieur et le substratum hercynien. Carte géologique et log synthétique de Tifrit. (Lucas 1952).

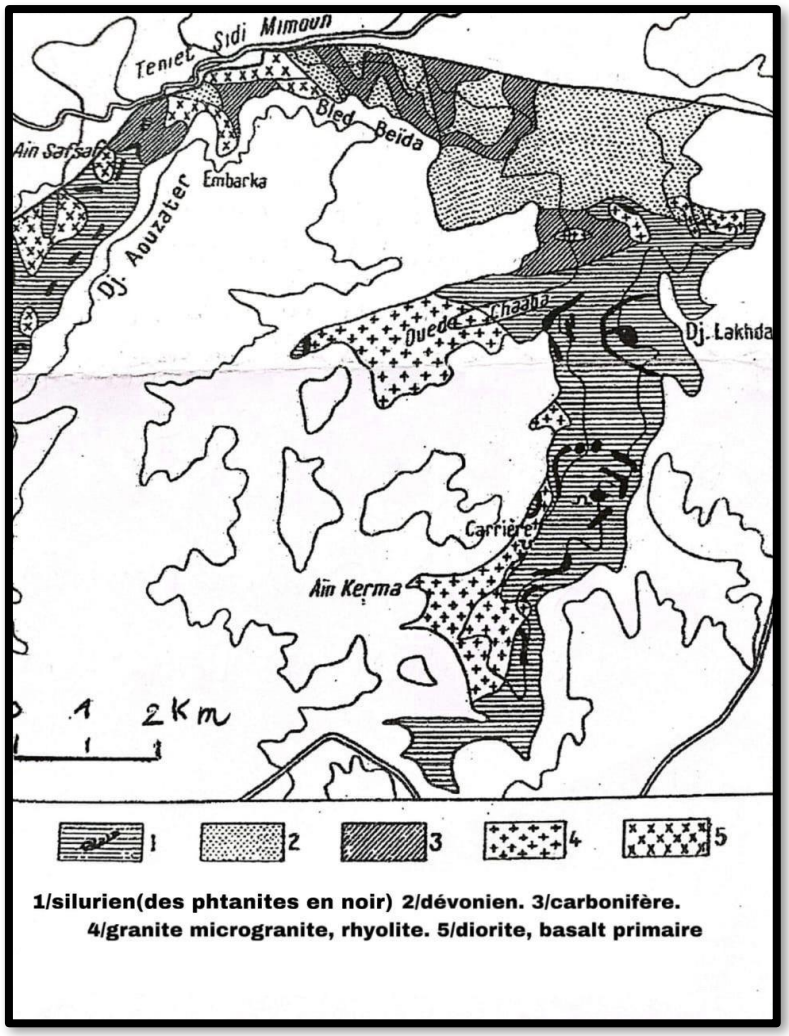

Fig.10 : Carte de primaire de Tifrit (In LUCAS 1952)

B. ***Localisation de Boukaïs :***

Le site volcanique de Boukaïs se trouve dans la wilaya de Béchar, dans la bande sud-occidentale de l'Algérie, niveau des confins sahariens. Il se situe à 57 km au nord-ouest de Béchar, dans une région d'altitude tabulaire spécifique des terrains précambrien et paléozoïque.***Coordonnées approximatives*** : 31^0 55' 24'' N

2^0 27' 51'' W

Contexte géologique : Le massif volcanique de Boukaïs est d'âge précambrien associé aux structures métamorphiques régionales modérées (Seddiki, 1997). (Carte et log des figures 10 et 11).

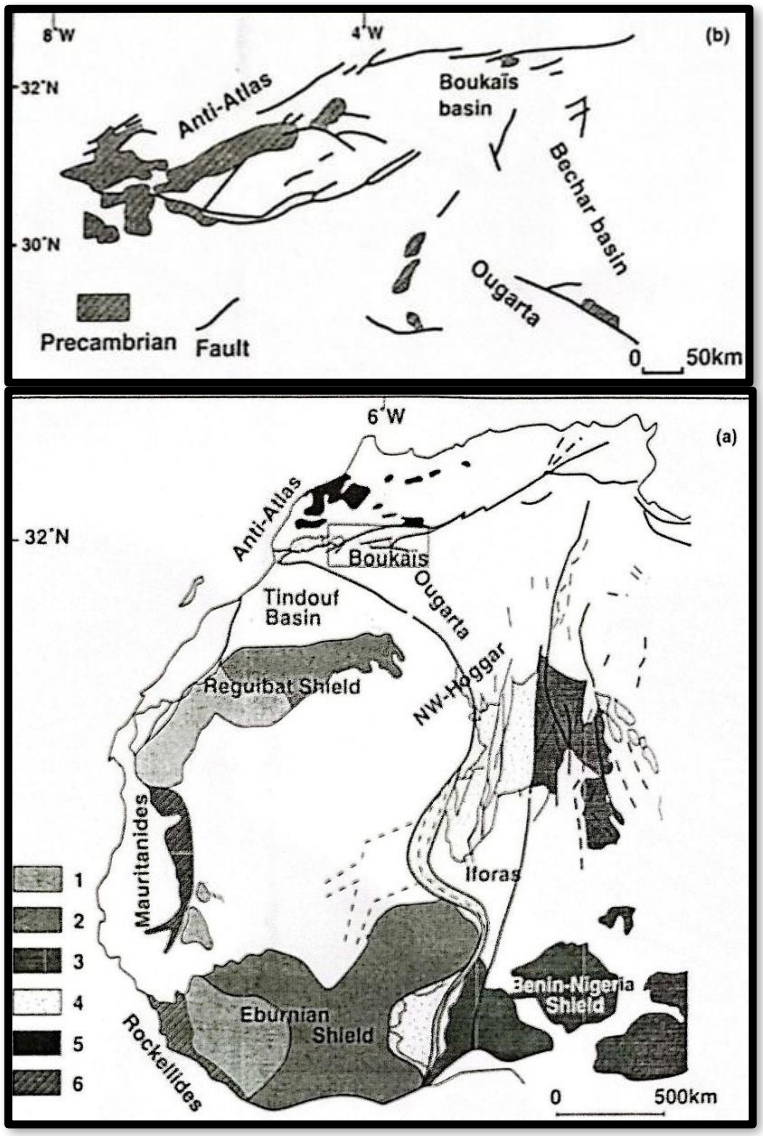

Fig. 11 : carte géologique et structurale (à et b) de Boukaïs in Seddiki 1997 .

1 : archéen 2 : Paléoprotérozoïque 3 : polycyclic bassement du craton Touareg 4 : Néoprotérozoïque 5 : marocain hercynien 6 : mauritaniens.

2. Aperçu structurale du môle de Tifrit :

A. Contexte structurale du môle de Tifrit :

Le Môle de Tifrit, en situation de wilaya de Saïda, fait partie des Hautes Plaines Oranaises. Il repose au-dessus d'un ensemble volcanique paléozoïque composé en grande majorité de rhyolites et de roches magmatiques intermédiaire acides résultant d'une activité magmatique durant le paléozoïque

Le Môle de Tifrit se trouve dans un territoire soumis à des déformations tectoniques polyphasées :

- Tectonique hercynienne (Carbonifère-Permien) respectivement formation des premières structures faillées et plissées soumises aux contraintes de compression nord-sud et Nord-ouest sud Est.
- Tectonique alpine (Crétacé-Tertiaire) : Réactivation des failles inverses et décrochements accompagnés du soulèvement d'Hautes Plaines.

***Structures observées* :**

- Des plis.
- Des failles inverses et normales.
- Foliations magmatiques et linéations tectoniques apparentes dans quelques formations métamorphiques (Mahmoudi, 2009).
- Orientation préférentielle des fractures NE-SW et WNW-ESE, et E-W d'après les travaux (Mahmoudi 2009) (Zerka, Tabeliouna et Mesbah 2010).

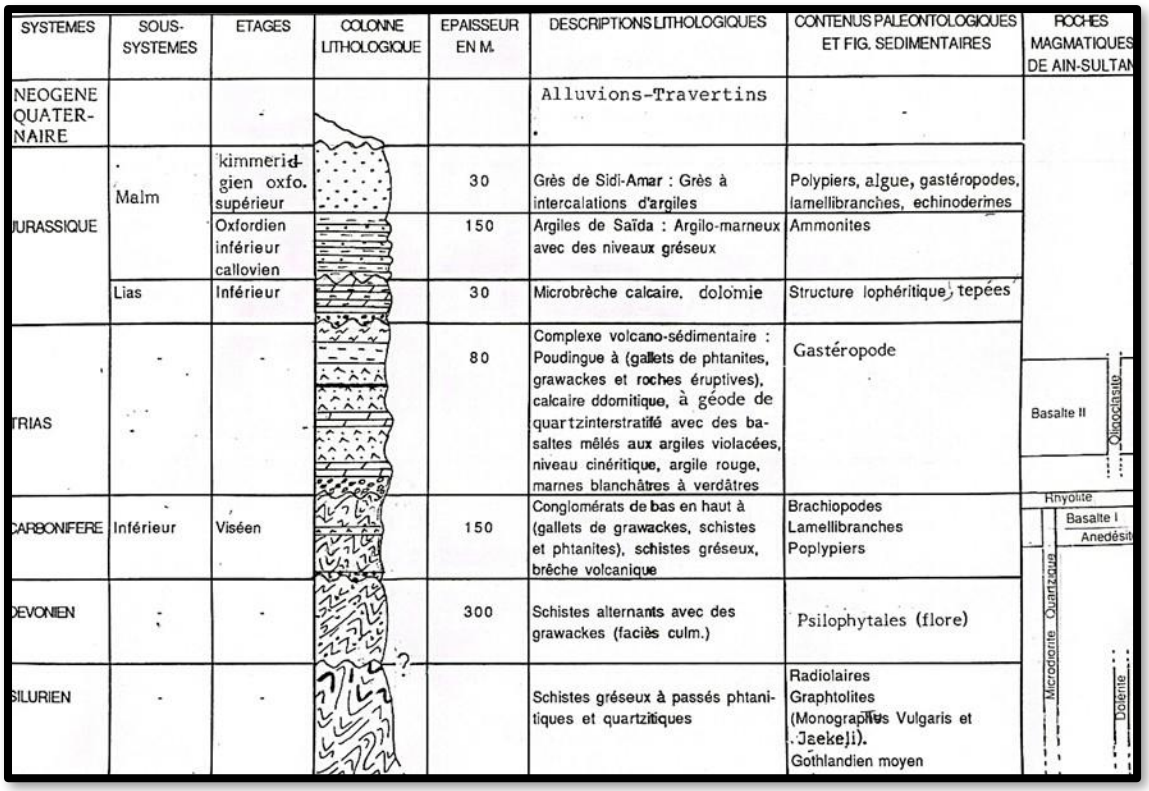

Fig. 12 : Log stratigraphique du môle de Tifrit.

In Mahmoudi (2009).

3. Aperçu géologique et structurale de Boukaïs:

➢ ***Contexte géologique :***

La localité de Boukaïs, située dans la wilaya de Béchar (Sud-Ouest algérien), fait partie de la province géologique saharienne et est composée d'une structure complexe composée de formations métamorphiques et magmatiques d'âge protérozoïque. Cette région selon Seddiki (1997), est caractérisée par une grande variété des roches magmatique formant des séries volcano-sédimentaires de dacites, de tuf, des andésites et des rhyolites. (Log de la Figure 12).

➢ ***Stratigraphie et lithologie :***

D'après Seddiki (2004) :

- Socle magmatique Néoprotérozoïque : L'aire de Boukaïs possède un socle d'éléments magmatiques d'âge Néoprotérozoïque, avec des formations volcaniques de basalte et andésite.

- Série volcano-sédimentaire : Dans cette commune, on note également la présence d'une série se composant de deux mille cinq cents mètres d'ensembles sédimentaires et de lave superposée.
- Activité volcanique intermittente : L'existante de certaines formations volcanosédimentaires signale la présence de volcanisme intermédiaire au cours du Néoprotérozoïque.

➢ ***Structure et tectonique :***

- Phases de déformation : Cette zone a connu plusieurs phases de déformation dont le plissement des calottes sédimentaires qui est dû à des cycles tectoniques postérieurs à la mise en place des séries volcanosédimentaires.
- Failles et décrochements : L'ensemble de structures tectoniques de type normal et décrochement montrent un étirement de la lithosphère au Néoprotérozoïque.
- Alignements volcaniques : L'alignement de structures volcaniques est fait en relation avec de fractures assez profonde. Celui-ci atteste les rapports entre la tectonique et le magmatisme.

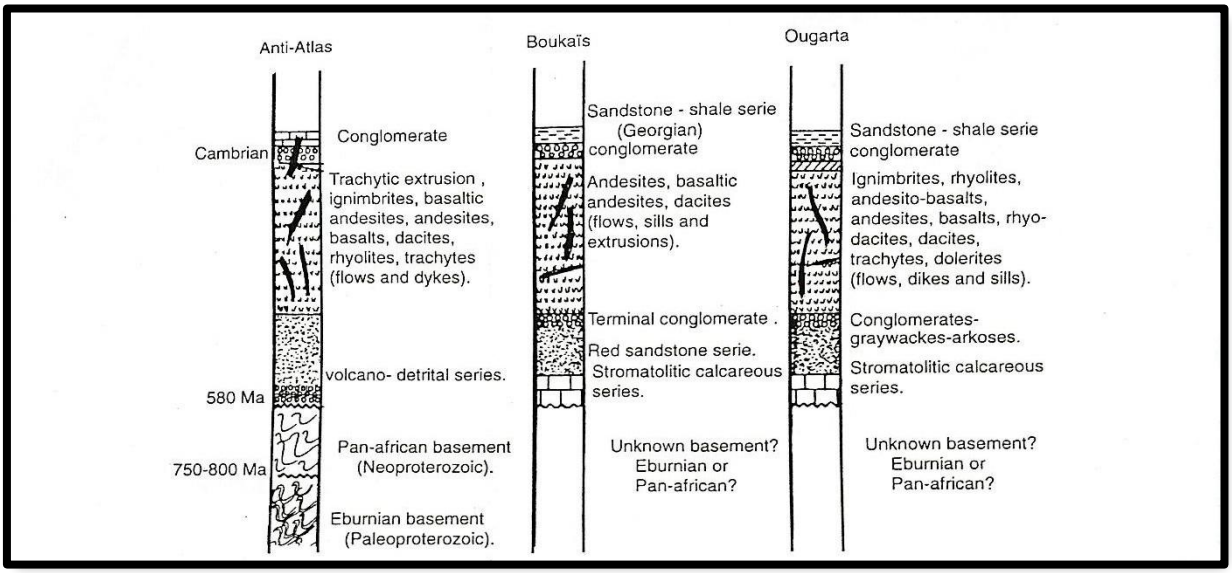

Fig. 12 : Log stratigraphique de Boukaïs. Adapté de Seddiki (1997, 2004).

CHAPITRE 3:

Étude pétrographique des rhyolites de Tifrit et Boukaïs.

Chapitre 3

Introduction :

L'étude pétrographique des rhyolites de Tifrit et de Boukaïs consiste à déterminer les textures, à décrire les assemblages minéralogiques et à signaler les différences macroscopiques et microscopiques des deux types de roches. Ces constats associés aux données de terrain éclairent les conditions de mise en place et les mécanismes magmatiques ayant agi sur ces unités volcaniques. Ce chapitre repose sur des échantillons préparés des lames minces et analysés au microscope polarisant.

1. Étude pétrographique et localisation des rhyolites du môle de Tifrit :

Les rhyolites se trouvent surtout au niveau de ***Tebbala, Boukerdane, Ain Soltane.***

- ***Tebbala :***

Localisation : La localité de Tebbala se trouve également dans la wilaya de Saïda, à proximité du Môle de Tifrit.

Coordonnées approximatives : Latitude 34°52’N, Longitude 0°15’W.

- ***Boukerdane :***

Localisation : La région de Boukerdane est située dans la wilaya de Saïda, au nord de l’Algérie (Haut plaine oranaise)

Coordonnées approximatives : Latitude 36°15’N, Longitude 1°20’E.

- **Aïn Soltane** :

Localisation : Aïn Soltane est une localité située dans **le môle de Tifrit** au nord-ouest de l'Algérie (haute plaine oranaise)

Coordonnées approximatives : Latitude **35°05'N**, Longitude **-0°30'W**.

2. Études macroscopique et microscopique des rhyolites de mole de Tifrit (Saida) :

A. Étude macroscopique :

Roche S1 (Ain soultane) :

Il s'agit d'un échantillon à texture porphyrique c'est-à-dire avec des phénocristaux clairs emprisonnés dans une matrice sombre et fine. La couleur est le noir à gris foncé avec des inclusions plus claires visibles à l'œil nu. La surface est très rugueuse et irrégulière, ce qui indique roche volcanique durci rapidement à la surface. La combinaison de couleurs sombres et claires, minéraux de type feldspath potassique, Quartz, ferromagnésienne, et des épidotes noyées dans une matrice sombre. (Figure 14)

Fig. 14 : PHOTO MACROSCOPIQUE DU ROCHE S1.
Analyses réalisées au laboratoire de pétrographe (université oran 2)

Roche BkN2 (Boukerdane) :

La roche caractérise un faciès à grains fin mais pas uniforme à la texture relativement grossière, avec une granulométrie majoritairement fine et très fine. Aucun cristal distinct n'est visible à l'œil nu, ce qui indique rapidité de refroidissement du magma à la mise en place de la roche. La teinte de cette roche est rosâtre. La surface est rugueuse et peut le devoir à l'arrangement désordonné des minéraux dans la matrice. Ces caractéristiques sont habituelles des tissures dérivées de roches volcaniques à texture fine, tels certaines rhyolites, trachytes. (Figure 15)

Fig. 15 : photo macroscopique du roche BkN2. Analyses réalisées au laboratoire de pétrographe (université oran 2)

Roche TR1 (Tebbala) :

Cette roche possède une texture fine et dense, teinte dominante brun-rouge équilibrée. La surface de celui-ci n'est pas aussi rugueuse, elle est bien polie et parfois montrant des stries et des plans de fracture susceptibles de s'expliquer par un clivage minéral ou une contrainte tectonique. Le fait qu'il n'y ait pas de grains apparents à l'œil nu implique une roche à grain très fine. La teinture rougatre signalera la présence des oxydes de fer et la dureté est forte émanant d'une compacité avancée des grains. Ce type de facies est connue par sa forte dureté et peut être utilise en travaux publics dans les ballastes des chemins de fer. (Figure 16)

Fig 16 : PHOTO MACROSCOPIQUE DU ROCHE TR1.
Photographies personnelles analyses réalisées au laboratoire de pétrographe (université oran 2)

Roche Bk3:

Cette roche a une apparence hétérogène à structure rugueuse et irrégulière. Elle est surtout brun roux mais présente de nombreuses inclusions noirs et blancs dispersées au hasard. Sa surface porte des signes d'altération, avec possibilité de transformation minéralogique, comme cela se présente en cas d'exposition aux agences atmosphériques. La présence de grains visibles implique une roche ignée, d'où on déduira probablement une rhyolite ou un trachyte incrusté de ferromagnésiens altéré. L'aspect général et cependant la localisation des minéraux procèdent d'une vulcanite suivie d'un hydrothermalisme. (Figure 17)

Fig. 17 : photo macroscopique du roche Bk3

Photographie personnelles analyses réalisées au laboratoire de pétrographe

(Université Oran 2)

Roche Bk4:

La roche est de couleur brun clair à beige, fine à finement grenue. Sa cassure est claire, montrant quelques conchoïdalité d'aspect. Elle semble massive et compacte. Ces premières caractéristiques suggèrent une origine (absolument) volcanique felsiques, de préférence une rhyolite (clarté des couleurs, texture fine). (Figure 18)

Fig. 18 : photo macroscopique du roche Bk4.

Analyses réalisées au laboratoire de pétrographe (université oran 2)

Roche Ber1:

Caractérise avec une couleur de bruns foncés à gris, une texture légère et unie. Sa cassure est subconchoïdeïde à irrégulière. On remarque en dessous une inscription bleue, qui laisse supposer un code d'identification initial. L'allure massive et de texture fine indiquent qu'il s'agirait d'une roche volcanique, peut-être d'une rhyolite ou d'une aplite. (Figure 19).

Fig. 19 : photo macroscopique du roche Ber1.
Analyses réalisées au laboratoire de pétrographe (Université Oran 2)

Roche Bok1 :

La 3éme roche a une couleur brun-rougeâtre et est très fine avec petites cavités ou inclusions. Sa fracture est conchoïdale, c'est une fracture typique des roches riche en silice. L'aspect compacts et légèrement oxydés fait penser à une altération ferrugineuse. Il a de la peine a descendre au sol, et il s'agit probablement d'une rhyolite altérée ou d'une roche volcanique assez riche en oxydes de fer. (Figure20)

Fig. 20 : PHOTO MACROSCOPIQUE DU ROCHE BOK1. Analyses réalisées au laboratoire de pétrographe (université oran 2)

Roche Bks5:

Remarquable par sa teinte rouge-brun, multoloccuée. Sa texture fine est caractérisée par la présence de quelques petits cristaux ou phénocristaux observables. La cassure est nette, quelques peu irrégulière, tant par un reflet structurel âpre, avec des inclusions claires, peut-être issus de feldspaths ou du quartz. Cette composition en fait une roche volcanique silicatée, peut-être une rhyolite ou un trachyte, avec de traces de minéralisation secondaire. (Figure 21)

FIG 21 : PHOTO MACROSCOPIQUE DU ROCHE BKS5. Analyses réalisées au laboratoire de pétrographe (université oran 2)

Description microscopique des lames minces :

1. Boukerdane

L'analyse de la lame mince révèle une association minéralogique comprenant du quartz, du feldspath microcline et de la muscovite, caractérisée par une texture fine, le quartz ayant une bordure réactionnelle liée à un processus magmatique. Le quartz, majoritairement xénomorphes, se présente sous forme de microcristaux interstitiels au sein d'une matrice plus grossière. En lumière polarisée non analysée (LPNA), il affiche une apparence incolore avec un faible relief, sans clivage visible. En lumière polarisée analysée (LPA), il montre une faible biréfringence aux teintes gris-blanc et une extinction ondulante, particulièrement prononcée dans les grains déformés. Le feldspath microcline, dont la composition varie selon le degré d'allitisation, se distingue en LPNA par une teinte blanche à gris pâle, un relief faible à moyen et un clivage net à 90°. En LPA, il est identifiable par sa biréfringence faible à moyenne, ses macles typiques en « grille » – signature du microcline – et une extinction oblique. La muscovite, en LPNA, apparaît incolore à légèrement jaunâtre, avec un faible pléochroïsme, un relief modéré et un clivage parfait dans une seule direction. En LPA, elle se caractérise par une forte biréfringence, affichant des couleurs vives (jaune, orange, bleu) et une extinction droite. La texture fine du quartz, ponctuée de grains interstitiels dispersés parmi des cristaux plus grossiers de feldspath et de muscovite, suggère une cristallisation tardive ou une recristallisation dynamique sous contrainte. Les bordures réactionnelles observées autour des agrégats de quartz témoignent d'une interaction magmatique, pouvant avoir conduit à la formation de minéraux néoformés tels que des feldspaths, des amphiboles ou des oxydes. (Figure 22)

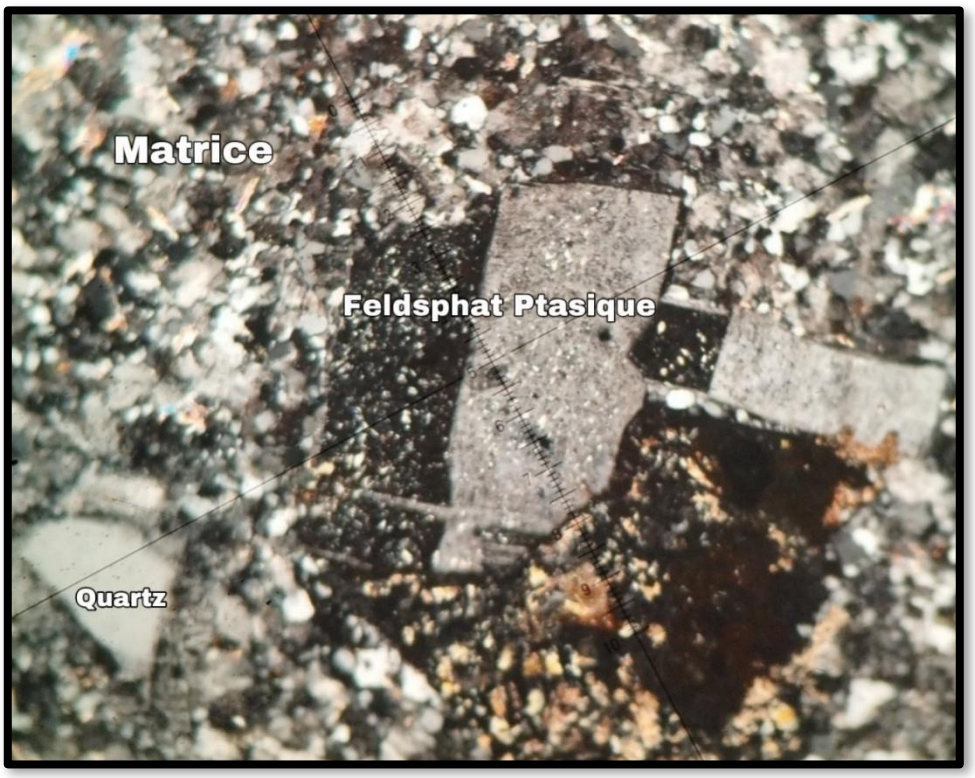

Fig. 22 : PHOTO MICROSCOPIQUE DU LAME MINCE DE BOUKERDANE

Blade chaibe :

La lame mince présente une texture extrêmement fine, témoignant d'un dépôt rapide associé à un refroidissement brusque du magma. L'observation en lame mince révèle une association minéralogique caractéristique. Le quartz, transparent et incolore en lumière polarisée non analysée (LPNA), se distingue par un faible relief et des formes souvent xénomorphes. Sa surface exhibe des golfes de corrosion, suggestifs d'une dissolution partielle liée à une modification chimique dans le magma. En lumière polarisée analysée (LPA), il montre une faible biréfringence (teintes grises à blanc) et une extinction ondulante, indicative de déformation. La biotite, brun à jaunâtre en LPNA, présente un pléochroïsme marqué, un relief moyen à fort et des feuillets plissés bien visibles. Elle subit une substitution partielle micrométrique en chlorite. En LPA, elle affiche une forte biréfringence avec des couleurs vives (orange, rouge, violet) alignées sur son clivage, et une extinction droite parallèle à ce dernier. La chlorite, issue de l'altération des micas, se manifeste en LPNA par une teinte vert pâle à incolore, un faible pléochroïsme et une texture feuilletée. En LPA, sa biréfringence

faible produit des teintes vert-brun-jaunâtre, se développant principalement en remplacement partiel de la biotite. Le feldspath potassique, incolore avec un faible relief en LPNA, se caractérise par des macles en grille typiques du microcline. En LPA, il montre une biréfringence faible et une extinction oblique. L'épidote, incolore à légèrement vert-jaune en LPNA, se distingue par un relief fort et une association fréquente avec les micas et le chlorite. En LPA, elle révèle une biréfringence intense aux couleurs jaune, bleu et bleu-violet. Les minéraux opaques, probablement des oxydes de fer ou des sulfures comme la pyrite, apparaissent noirs et opaques en LPNA et LPA, sans biréfringence. Ils se présentent sous forme de grains dispersés, souvent associés au chlorite ou à la biotite altérée. Des textures inhabituelles sont également observées, notamment des bordures réactionnelles autour du quartz et des feldspaths, témoignant d'interactions entre phases minérales et un magma en évolution. Les golfes de corrosion affectant ces minéraux reflètent une dissolution partielle, compatible avec un rééquilibrage chimique dans un magma différencié ou une interaction avec des fluides. Une enclave microgranitique, reconnaissable à sa texture grenue plus grossière, est enchâssée dans une matrice plus fine. Elle suggère soit l'injection d'un magma évolué dans un hôte plus acide, soit un mélange magmatique. Une gangue riche en micas métamorphisés, notamment de la biotite altérée en chlorite et épidote, indique une intense altération hydrothermale. (Figure 23)

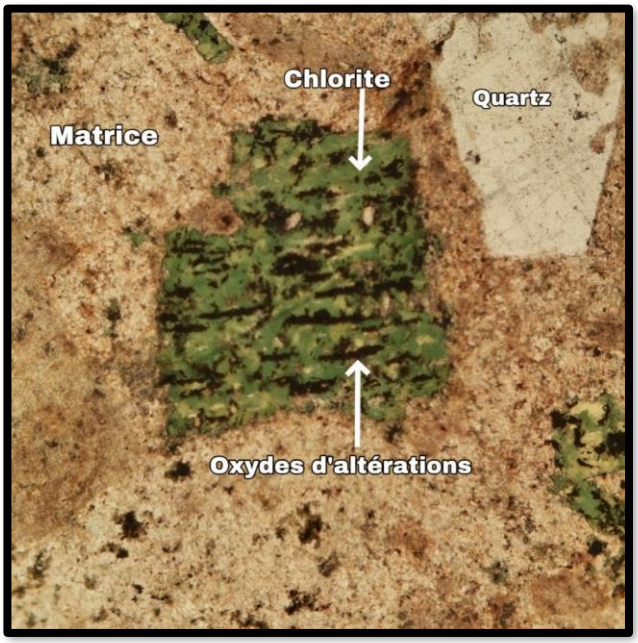

Fig. 23 : PHOTO MICROSCOPIQUE DU LAME MINCE BLADE CHAIBE

2. Oued soultane:

Observations Générales :

La coupe mince révèle une texture complexe avec différentes phases minérales. La présence d'épidote est facilement reconnaissable en raison de ses caractéristiques optiques et morphologiques.

Minéral Principal : Épidote

1. Morphologie

- Les cristaux d'épidote peuvent être vus sous forme de prismes allongés et sont souvent trouvés en grappes ou en touffes.

- Ils montrent une croissance préférentielle dans une direction particulière, ce qui est caractéristique d'un système cristallin monoclinique.

2. Couleur et teinte

- L'épidote est vert olive à vert foncé et a parfois des nuances de bleu.

- Sous la lumière polarisée, les cristaux d'épidote présentent un fort dichroïsme affichant différentes couleurs allant du vert au brun-rougeâtre.

3. Optique

- Lors de l'examen sous lumière polarisée, l'épidote affiche une extinction à des angles droits par rapport aux faces du prisme.

- Les cristaux d'épidote présentent une biréfringence modérée à forte avec des couleurs secondaires caractéristiques (jaune, orange, rouge) lorsqu'ils sont vus à travers deux polariseurs.

4. Relief

- Le relief de l'épidote est relevé par rapport à l'arrière-plan de la lame, indiquant une forte différence de réfraction avec d'autres phases présentes.

5. Interfaces

- Les interfaces entre les cristaux d'épidote et les minéraux voisins sont nettes, ce qui indique une croissance aux frontières métamorphiques ou magmatiques.

Voici des phases minérales supplémentaires remarquées :

1. Quartz

- Observé sous forme de cristaux ou de masses granuleuses de couleur blanche à transparente.

- Sous lumière polarisée, le quartz montre une extinction isotrope et aucune biréfringence.

2. Feldspaths

- Très probablement des plagioclases, visibles sous forme de cristaux ou de grains blancs à gris clair.

- Sous lumière polarisée, ils montrent une extinction oblique et une certaine biréfringence avec des couleurs faibles à modérées, secondairement bleu pâle et rose.

3. Minéraux traces

- Certaines phases noires, probablement des biotites ou des amphiboles, sont réparties dans la matrice.

- Elles montrent une extinction variable et une biréfringence intense avec des couleurs secondaires vives sous Nics.

4. Phases de carbonate

- Des zones plus claires, probablement des carbonates (soit calcite soit dolomite) sont visibles dans certaines parties de la diapositive.

- Elles montrent une extinction isotrope et aucune biréfringence.

Texture globale

- La texture est métamorphique et probablement de type feuilleté ou schisteux avec une orientation préférée des cristaux d'épidote et d'autres minéraux.

- La matrice contient des fragments finement écrasés indiquant une contrainte mécanique considérable.

- Les aspects mineurs.

Conclusion

Cette section mince représente une roche métamorphique riche en épidote, probablement un schiste épidotique ou une roche apparentée. Les caractéristiques optiques et texturales sont cohérentes avec une origine métamorphique BT/HP avec déformation significative. Une analyse détaillée des phases minérales et de leur arrangement clarifierait davantage les faciès métamorphiques et les conditions de formation.(Figure 24)

Fig. 24 : PHOTO MICROSCOPIQUE DU LAME MINCE OUED SOULTANE

D’après Mr. M Amara et Mlle S Nekkab (1990) :

Type 1: CI189

- Phénocristaux :

  Quartz (20 %), orthose (3 %), plagioclase (10 %), biotites chloritisées (5%).

- Mésostase (62 %) : microcristalline, composée de quartz et de microlites de

  Feldspaths.

- Séricite et chlorites disséminés dans la Mésostase.

- Quartz parfois corrodé, craquelé.

- Orthose en petits cristaux automorphes ou sous forme de petits grains.

- Plagioclases allongés, subautomorphes, altérés (anorthite 9-10 %,

  Caractérisant l’albite).

- Biotites chloritisées fréquentes, de couleur bleue en lumière polarisée,

  Contenant parfois :

  - Inclusions de zircons automorphes.
  - Grains d’apatite de plus grande taille que les zircons.

Type 2 : CI159 :

- Phénocristaux :
- Quartz (35 %), orthose automorphe (2 %), plagioclases de type albite (8 %).
- Chlorites (5 %) présentes en lamelles ou inclusions.
- Mésostase (50 %) : vitreuse, contenant :
- Microlites de feldspaths.
- Petits cristaux de quartz dessinant des sphérulites.

- Quartz souvent automorphe, entouré d'un assemblage recristallisé de quartzite de feldspath

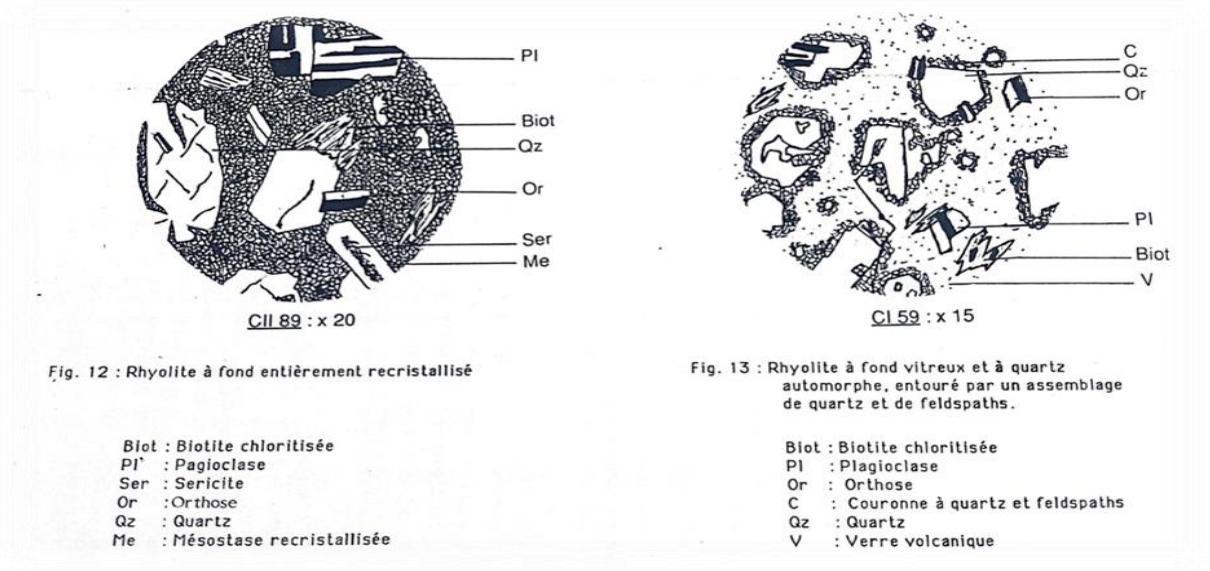

Fig. 25 : photo macroscopique du lame mince des rhyolites in Amara et Nekkab (1990).

3. ETUDE PETROGRAPHIQUE DES RHYOLITES DE BOUKAÏS:

CONTEXTE GENERALE:

Les rhyolites de Boukaïs du secteur de la wilaya de Béchar font partie d'un ensemble magmatique précambrien bien documenté par plusieurs auteurs dont Seddiki (1997). Nous les distinguer du fait de structures volcaniques bien préservées et d'une composition pétrographique de nature andésitique et rhyolitique.

Minéralogie et texture

D'après Seddiki (1997) et d'autres études pétrographiques

Les rhyolites de Boukaïs sont dominées par le quartz, le feldspath alcalin (orthoses, microclines) et les plagioclases sodiques.

La matrice est généralement vitreuse ou microcristalline, contenant des microlithes feldspathiques peu dispersés.

Des minéraux secondaires comme zircon, apatite, oxydes de fer sont exceptionnellement associés.

La texture est majoritairement porphyrique avec des phénocristaux de quartz et de feldspath à lambeaux dans l'alvéole microlitique.

. *Comparaison entre les rhyolites de Boukaïs et du Môle de Tifrit :*

Les rhyolites de Boukaïs et du Môle de Tifrit ont par mesure de quelques ressemblances, revêtent aussi, de nombreuses différences dues l'origine tectonique (figure 26)

Critère	Rhyolite de Boukaïs	Rhyolite du môle de Tifrit
Localisation	Sud-ouest algérien, Béchar	Ouest algérien, Saïda
Contexte tectonique	Rift intracontinental	Zone de compression affecté par des failles
Composition chimique	Rhyolites alcalines à peralumineuse	Rhyolite calco-Alcaline riche en plagioclase
Texture observer	Porphyrique, fluidale	Microlitique, spherulitique
Évolution magmatique	Différenciation magmatique avenacé	Magmatique plus hétérogène influence mantélique probable
Comparaison géochimique	Enrichie en Na_2O, K_2O et élément incompatible	Moins enrichie en alcalis, plus proche en dacites

Fig. 26 : tableau comparative entre les rhyolites des secteurs étudie

3.1. L'ORDRE DE CRISTALLISATION DES MINERAUX DU MOLE DE TIFRIT ET CHRONOLOGIE DE MISE EN PLACE :

L'ordre de cristallisation des minéraux de rhyolites du môle de Tifrit se divise en deux Parties :

A. Les faciès porphyriques d'Oued Soltane et Blade chaibe indiquent la Cristallisation des phénocristaux qui commencent par les biotites suivies des feldspaths et puis les quartz.

   La matrice se cristallise après.

   Les minéraux secondaires d'altération sont les Chlorites, les oxydes de fer, les épidotes et les sulfures.

B. Pour les faciès fines la cristallisation commence par des minéraux de biotite suivie de feldspaths et de quartz.

   Les minéraux secondaires sont les micas blancs(muscovite), la chlorite et les oxydes de fer.

La chronologie de mise en place des rhyolites de Tifrit :

Les rhyolites de Tifrit semblent postérieurs au silurien et dévonien qu'elles recoupent on filon et en dyke à Boukerdane et à Blade chaib

CHAPITRE 4:

Géochimie

Chapitre 4

1. les éléments majeurs dans les rhyolites du mole de Tifrit et de Boukaïs :

Les éléments majeurs sont les principaux constituants des roches magmatiques et donnent des éléments, pour caractériser la composition chimique, L'aspect pétrogénétiques et la classification pétrographique des roches magmatiques.

A. Définition & Rôle des Éléments Majeur :

Les substances importantes sont indiquées sous forme d'oxydes en pourcentage de masse. Ils incluent :

SiO_2 (silice) : régule la teneur en acidité de la roche (ex. rhyolites > 70%S iO2).

Al_2O_3 (alumine) Indicateur de la teneur feldspaths.

Fe_2O_3 et FeO (fer total) : proportion du minéraux ferromagnésiens (biotite, amphibole).

CaO (chaux) : régulation du mélange de plagioclase calciques et de carbonates secondaires.).

TiO_2 (dioxyde de titane) : lié aux minéraux opaques et à voir processus différenciés.

MnO (oxyde de manganèse) et P_2O_5 (pentoxyde de phosphore) : en faible teneur, liés aux phases accessoires (apatite, oxydes).

B. Structure Cinétique et Composition Chimique des Rhyolites du Môle de Tifrit et de Boukaïs

D'après les recherches menées, notamment Seddiki (1997), Mahmoudi (2009) :

Les rhyolites de Tifrit et de Boukaïs sont à fort contenu en SiO_2 (>70), donc felsiques.

Elles ont des teneurs élevées en $Na^2O + K_2O$, donc affinité calco-alcaline en alcaline.

Le bas niveau de MgO et FeO la parent chaîne évoluée par une forte différenciation.

La diminution progressive de CaO avec la croissance de SiO_2 corrobore un essaim de cristallisation des plagioclases.

Des teneurs modérées en P_2O_5 et TiO_2 s'expliquent par une cristallisation tardive des minéraux accessoires apatite et ilménite.

C. Interprétation des diagrammes :

1. Diagramme SiO_2 /P_2O_5 :

La concentration en P_2O_5 semble basse sur la majorité des échantillons. (Figure 27)

Une faible corrélation avec SiO_2 montre que le P_2O_5 n'est pas directement lié à la différenciation magmatique de ces roches ou que c'est une variable secondaire (hydrothermie, altération)

Si les points riches en P_2O_5 correspondants sont des rhyolites, cela pourrait indiquer une apatite tardive de cristallisation.

2. Diagramme SiO_2 / (K_2O + Na_2O)

On a une tendance globale de (K_2O + Na_2O) augmentation avec SiO_2.

C'est un trait des magmas évolués dont l'enrichissement en alcalins attestera d'une différenciation magmatique profonde.

Il est possible de discerner des séries magmatiques :

Une évolution faiblement tendancielle (petite variation de K_2O + Na_2O) pourrait témoigner d'un système magmatique fermé.

Une coûteuse alcalins concomitante des alcalins pourrait indiquer une différenciation intense ou un métasomatisme alcaline.

3. Diagramme SiO_2 /CaO

Une évolution nette du CaO lors de l'augmentation du SiO2.

Cela correspond à un fractionnement des plagioclases (Anorthite) durant la différenciation du magma.

Ce phénomène est spécifique aux magmas matures, ou les Ca diminuent par l'affinité des minéraux calciques.

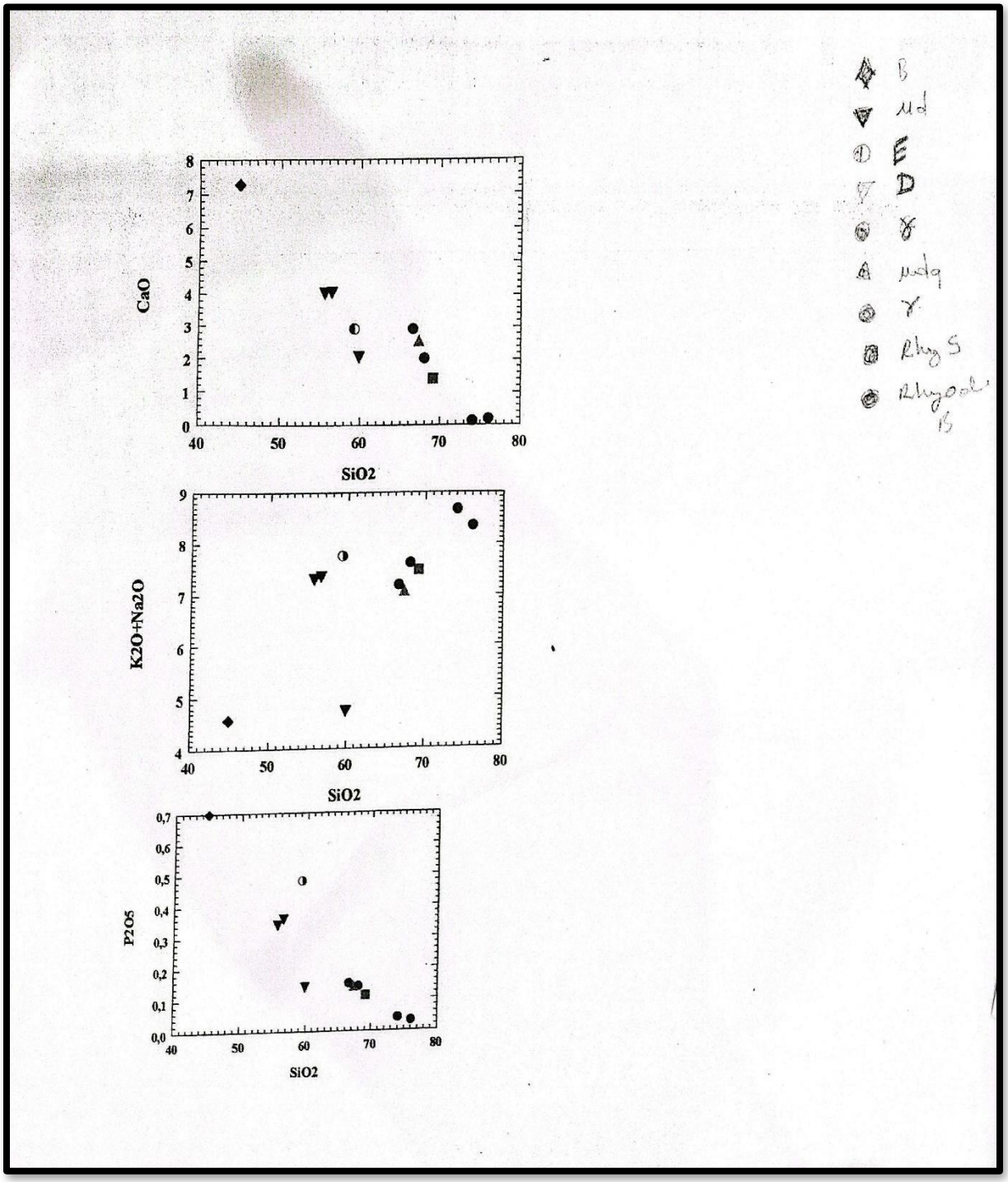

Fig. 27 : Diagramme SiO_2 / P_2O_5, SiO_2 / (K_2O + Na_2O), SiO_2 / CaO.

Résultats d'analyse géochimique – Mahmoudi (2009).

4. Fe_2O_3 *vs* SiO_2

La Fe_2O_3 dépend de la quantité de SiO_2 diminuant avec un contenu représente l'évolution magmatique par fractionation de cristallisation, où les principales traces contenues en fer (pyroxènes, magnétite) a cristallisé et dans le liquide résiduel sont enlevée.

Il s'agit d'une tendance caractéristique des séries Calco-alcalines évoluées, fréquentes dans les milieux de subduction

5. TiO_2 /SiO_2

Le TiO2 tend vers la diminution lorsque le SiO2 augmente, le fractionnement de minéraux titanifères tels que l'ilménite ou titanomagnétite.

Cette tendance est souvent considérée comme faisant partie de roches différenciées (rhyolites) et qui confirme une évolution magmatique très avancée.

6. *MgO/* SiO_2

La concentration diminuent nettement de MgO avec le SiO2 montant notant l'erbahielle des olivines combat pyroxènes, les minéraux de première génération MgO-basaltiques et andésites.(Figure 28)

Cela indique un fractionnement magmatique important et dur l'évolution vers des composition plus felsiques.

7. Al_2O_3 /SiO_2

La courbe de Al_2O_3 se présente comme beaucoup stable, légèrement en montée ensuite en chute.

Cette évolution peut se faire de la part de la saturation en feldspaths plagioclases (contraires à Al_2O_3) dans les stades d'allégement du magma que participe leur séparation à des niveaux plus avancés.

8. MnO /SiO_2

MnO est en concentration très faible et diminue légèrement avec SiO2, comportement similaire à celui de FeO/MgO, indiquant qu'il est maintenant principalement associé aux oxydes de fer ou aux silicates ferromagnésiens fractionnés précocement.

9. CaO / SiO_2

La forte déplétion en CaO relativement minorée en SiO2 donne à penser un fractionnement des plagioclases alcalins (labradorite, andésine) en feldspaths sodiques dans les masses matures.

Cette tendance de confirme une évolution vers un magma plus différencié de type rhyolitique.

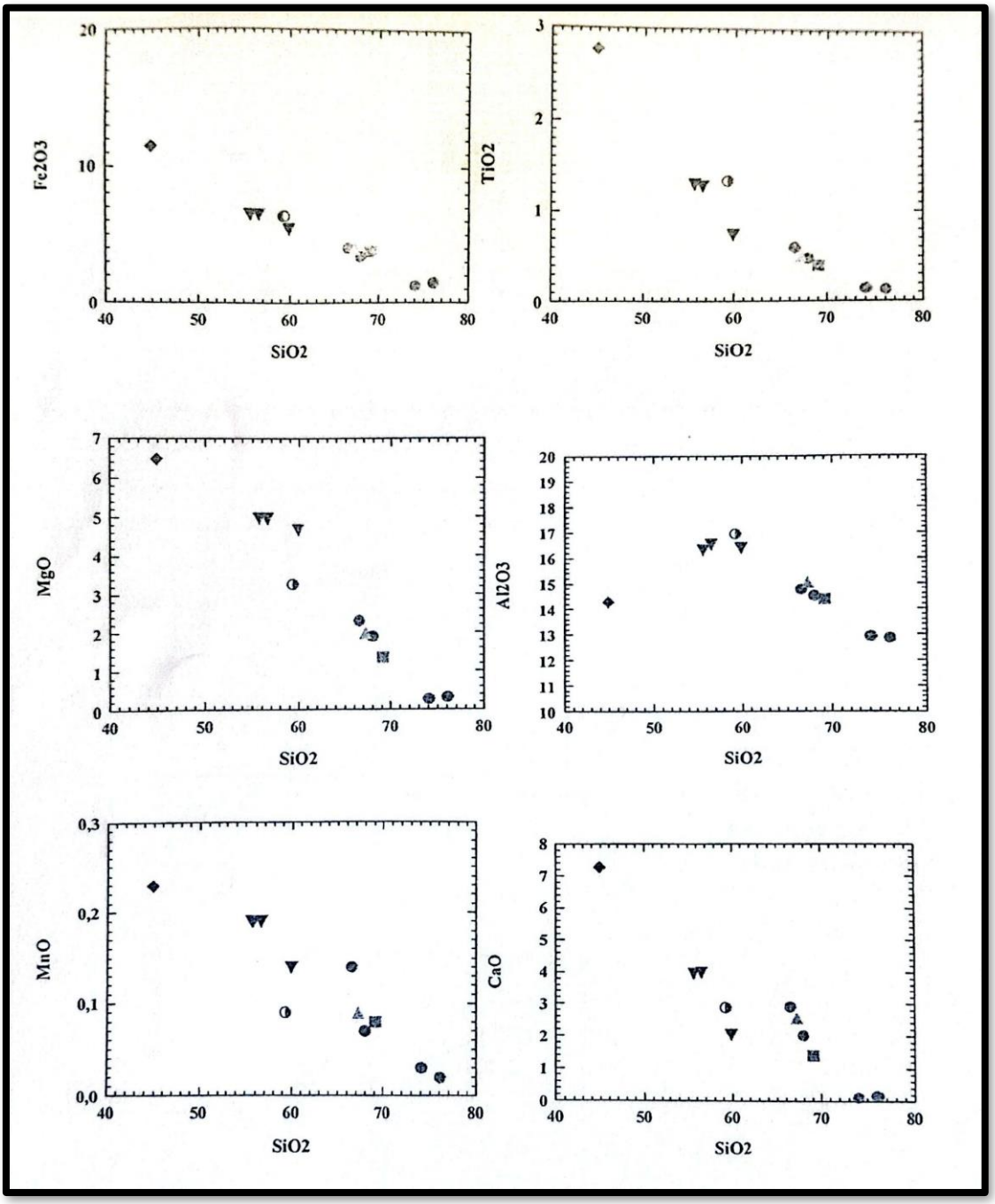

Fig. 28 : Diagrammes Fe_2O_3 / SiO_2, TiO_2 / SiO_2, MgO / SiO_2, Al_2O_3 / SiO_2.Classification géochimique. SiO2/Oxydes (Granites et Rhyolites : ●) (Microgranites : ■) Mahmoudi (2009)

Diagramme 1 : *Rb vs (Y + Nb)*

Ce diagramme distingue 4 champs principaux :

- **VAG** : Volcanic Arc Granite → granite d'arc volcanique (subduction).
- **Syn-COLG** : Syn-Collision Granite → granite lié à une collision continentale.
- **WPG** : Within Plate Granite → granite intraplaque (anorogénique).
- **ORG** : Ocean Ridge Granite → granite de dorsale océanique.

Lecture :

- La majorité des points se situe dans les champs **Syn-COLG** et **VAG**, indiquant une **origine tectonique liée à une subduction ou à une collision continentale**.
- Un échantillon (losange) se trouve dans le champ **WPG**, suggérant une composante intraplaque (anorogénique), ce qui pourrait indiquer une évolution magmatique plus complexe ou un contexte tectonique mixte.

Diagramme 2 : *Nb vs Y*

Ce diagramme affine la discrimination en utilisant deux éléments incompatibles :

- Même découpage : **VAG + Syn-COLG**, **WPG**, **ORG**.

Lecture :

- La majorité des points se trouve dans le champ **VAG + Syn-COLG**, ce qui renforce l'interprétation d'un **magmatisme calco-alcalin en contexte de subduction ou collisional**.
- Un échantillon (le même que dans le 1er diagramme) tombe dans le champ **WPG**, confirmant la **présence ponctuelle d'un magmatisme intraplaque**, ou éventuellement un **remaniement crustal post-collisionnel**.

Interprétation Générale

Les rhyolites représentées sur ces diagrammes montrent majoritairement (figure 29).

- Un **contexte géodynamique subductionnel ou collisional (VAG, Syn-COLG)**.

- Une **possible transition ou influence anorogénique (WPG)** pour un ou deux échantillons, ce qui peut témoigner d'un changement tectonique local ou d'une source magmatique plus différenciée.

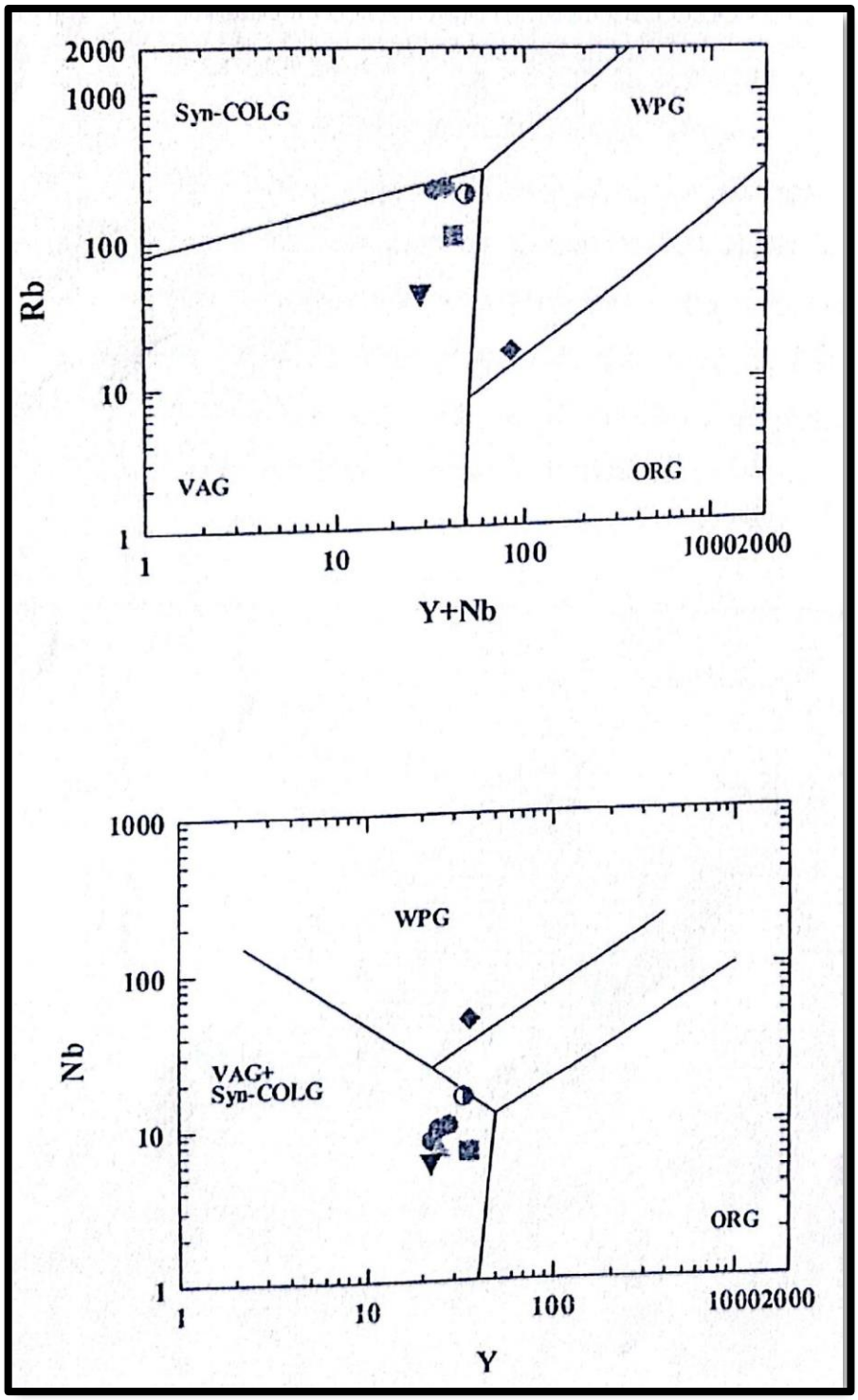

Fig. 29 : Diagrammes Rb/Y+Nb et Nb/Y

Analyse géochimique des éléments en traces des rhyolites de Tifrit et contexte géotectonique. (Mahmoudi 2009).

CONCLUSION :

Ces diagrammes confirment une évolution magmatique des éléments majeurs et en trace des rhyolites du Môle de Tifrit, marqué par un enrichissement en éléments felsiques fortement fractionnés et une diminution progressive des éléments mafique.

Ces caractéristiques sont compatibles avec un magmatisme calco-alcalin, probablement issu de la croûte continentale, mise en place dans un contexte géodynamique d'arc ancien, à travers des magmas de compositions intermédiaires.

La géochimie indique que le contexte géotectonique des rhyolites de Tifrit appartient au domaine VAG d'après les diagrammes les éléments en trace : Rb/ Y. Nb et Nb/Y.

En revanche, les rhyolites de Boukaïs d'après Seddiki, se développent dans un contexte tectonique intraplaques qui se rapproche plus d'une zone de grands cisaillement transtensifs, accompagnés d'un amincissement lithosphérique avec une structure de bassin en « pull-apart ».

D'après la corrélation géochronologique et géochimiques de la série de Boukaïs, il est évident de la mettre avec l'Anti-Atlas marocain, l'Ougarta et le Hoggar occidental.

CHAPITRE 5

Géodynamique des Rhyolites à l'échelle du globe et au niveau du môle de Tifrit et de Boukaïs sur la base des données pétrographique et géochimiques.

Chapitre 5

Geodynamisme des magmas en général et rhyolitiques de Tifrit et Boukais en particulier.

La (les) source(s) de ces différents magmas en général, et le(s) contexte(s) géodynamique(s) de la fusion de ces sources :

-la source des magmas basiques : ils proviennent de la fusion partielle du manteau. Ces magmas basiques appartiennent aux lignées tholéiitique et calco-alcaline, avec en particulier des basaltes et des andésites. Mais, attention, la présence de roches de la lignée calco-alcaline ne signifie pas "obligatoirement" fusion du manteau à l'aplomb d'une zone de subduction.

-Les magmas intermédiaires peuvent provenir (1) d'une différenciation partielle d'un magma basique, (2) d'une contamination d'un magma basique lors de sa traversée de la croute continentale, (3) d'un mélange entre un magma acide et un magma basique. Des études de terrains et géochimiques suggèrent que les trois processus pourraient avoir lieu. Il reste à déterminer leur importance relative, sans doute variable d'un massif à l'autre. La présence des EMS indique l'importance de mélange de magma basique et acide comme le cas de Tifrit.

-Les magmas acides devenus des rhyolites, les plus abondants au Carbonifère et au Permien, proviennent soit de la différenciation d'un magma basique, soit de la fusion partielle de la croute continentale. Ce sujet a longtemps été discuté. Mais la prédominance des rhyolites sur les roches basiques ou intermédiaires ne plaide pas pour la différenciation comme origine des magmas acides car les roches différenciées étant en théorie minoritaires par rapport aux roches non différenciées. Les reliques "continentales" trouvées dans certaines rhyolites et surtout des études géochimiques prouvent une origine crustale.

-Les résultats des études du magmatisme hercynien d'après les données en Europe occidental.

Jusque dans les années 1980, les derniers granites des Pyrénées, les granites de l'unité U2 de Corse… étaient souvent considérés comme tardi-tectoniques, comme les dernières manifestations de l'orogenèse hercynienne. Les roches volcaniques (et les granites) de l'unité U3 de Corse étaient, elles, souvent considérées comme indépendantes de l'orogenèse

hercynienne. On parlait d'ailleurs de magmatisme anorogénique, comme celui des granites intra-cratoniques que sont les complexes annulaires du Niger. Depuis, les progrès et la multiplication des datations ont montré que volcanisme et plutonisme étaient contemporains, et reliés à l'histoire tardi-hercynienne. Les études en Europe occidentale indiquent aussi que dans l'Ouest des Pyrénées et en Corse, ce magmatisme était contemporain d'un métamorphisme HT-BP affleurant dans la même région.

On peut synthétiser et résumer ainsi le relatif consensus quant à l'origine de ces phénomènes magmatiques du Carbonifère terminal et du Permien dans le Sud de la France. Il faudrait étendre ces études et réflexions au volcanisme rhyolitique permien que l'on trouve dans le Morvan, dans les Vosges… À cette époque, le raccourcissement hercynien vient de se terminer à l'emplacement de la France. La croute continentale épaissie par les chevauchements s'amincit sous l'effet des forces de volume, avec extension généralisée et remontée du Moho. La croute inférieure, chaude, se décomprime ce qui favorise sa fusion partielle. En même temps, il y a délamination lithosphérique (on parle aussi de lithospheric breakdown). Cette chute du manteau lithosphérique entraine une remontée de l'asthénosphère jusqu'au Moho, ce qui réchauffe encore la croute inférieure. Cette remontée de l'asthénosphère entraine sa fusion partielle par décompression et la production d'un important volume de magma basique. Ce magma basique se plaque en partie sous le Moho, et remonte aussi dans la croute inférieure. Cela réchauffe encore plus la croute inférieure. À cause de tous ces phénomènes, la croute inférieure fond partiellement, ce qui produit une grande masse de magma acide. Ce magma acide remonte, et donne des granites s'il s'arrête avant la surface, et des rhyolites s'il atteint cette surface. Une relativement faible quantité de magma basique atteint aussi la surface et la subsurface, magma plus ou moins modifié lors de la traversé de la croute et/ou de son mélange avec du magma acide.

-Origine du magma rhyolitique

Le magma à l'origine des rhyolites se forme :

• soit à partir d'une fusion partielle de la croûte terrestre continentale (cas des rhyolites carbonifères de Montreuillon dans le Morvan) ;

• soit le plus souvent, par différenciation d'un magma basaltique (tholéitique surtout), provenant donc de la fusion partielle de la péridotite du manteau, comme c'est le cas pour les rhyolites d'Islande.

L'origine crustale ou mantellique peut être déterminée par le rapport isotopique du strontium les rhyolites d'origine mantellique ont un rapport 87Sr / 86Sr de l'ordre de 0,702 ;

• les rhyolites d'origine crustale ont un rapport 87Sr / 86Sr supérieur, jusqu'à 0,710.

Les diagrammes géotectoniques **des rhyolites de Tifrit** confirment que ces roches ont des caractéristiques de magmas orogéniques de VAG liés à l'orogenèse hercynienne et confortent notre hypothèse sur le contexte syncollisionnel (diagramme géotectonique) Tifrit seraient issus d'un contexte post-collisionnel lié à l'orogène hercynien.. La rhyolite de Tifrit possède un Sr initial avoisinant 0.7104 traduisant des caractères de roche crustale bien affirmé. Les faciès rhyolitiques et dacitiques pourraient bien se rapprocher de ces données isotopiques et avoir une signature isotopique de roches crustales. De plus, leurs caractères pétrographique (roche à biotite et muscovite), minéralogique (alumino-potassique), géochimique (peralumineux….) et compositions normatives (pas de diopside normatif mais présence de corindon normatif) confirment ce caractère franchement crustal sans aucune participation du manteau. Un protolithe sédimentaire serait à l'origine de ces roches acides quant au réseau filonien qui traverse la masse rhyolitique, il s'agit de dykes durs, compacts et sombres qui recoupent la rhyolite en certains endroits, tels que l'Oued Temda à Bechtout. Le plus important d'eux est d'une longueur visible de 20 à 25 mètres et d'épaisseur de 1m 20 représentés par une roche basique qui ressemble aux dolérites de même à Tifrit il ya des filons de microdiorites Q et de dolerites qui sont pas mal altérée et traversée par des filonnets de quartz. La pâte est envahie par des petits opaques).. Tout comme les faciès acides, les arachnogrammes montrent un enrichissement en LILE (Rb, Ba, Sr….) par rapport aux LREE et HFSE, des anomalies négatives en Sr et Eu traduisant le fractionnement des feldspaths et une anomalie négative en Nb caractéristique des magmas orogéniques et de la croûte continentale. Les anomalies positives en U, Pb traduisent le rôle joué par la croûte continentale dans la genèse de ces filons basiques. Bien que ces filons basiques aient un caractère shoshonitique, de magma orogénique, leur postériorité par rapport à la masse

rhyolitique semble montrer une absence de co-génétisme avec les roches acides. Des données isotopiques Sr-Nd pourraient alors le confirmer ou l'infirmer.

A Boukais le magmatisme protérozoïque qui apparait sous le cambrien daté par les Trilobites (paléontologiquement) semble correspondre à des manifestations tardives liées à l'orogenèse panafricaine .le dessin suivant de la figure illustre l'origine probable du volcanisme hercynien en particulier au carbonifère terminal aussi bien au Maghreb qu'en Europe occidental ..

Selon les travaux de M Seddiki 97 : Les roches magmatiques de Boukaïs, se sont mises en place dans un site tectonique intrapaque qui se rapproche plus d'une zone de grands cisaillements transtensifs, accompagnés d'un amincissement lithosphérique donnant un bassin en « p ulJ-apart ». D' après les corrélations géochronologiques et géochimiques de la série de Boukais avec celles de l'Anti-Atlas, de l'Ougarta et du NW du Hoggar, nous constatons qu'il y a des similitudes entre elles.

La figure 30ci-dessous explique la genèse du magmatisme en Europe occidentale durant le paléozoïque supérieur selon Pierre Thomas 2019.

Schémas représentatifs du volcanisme tardi-hercynien.

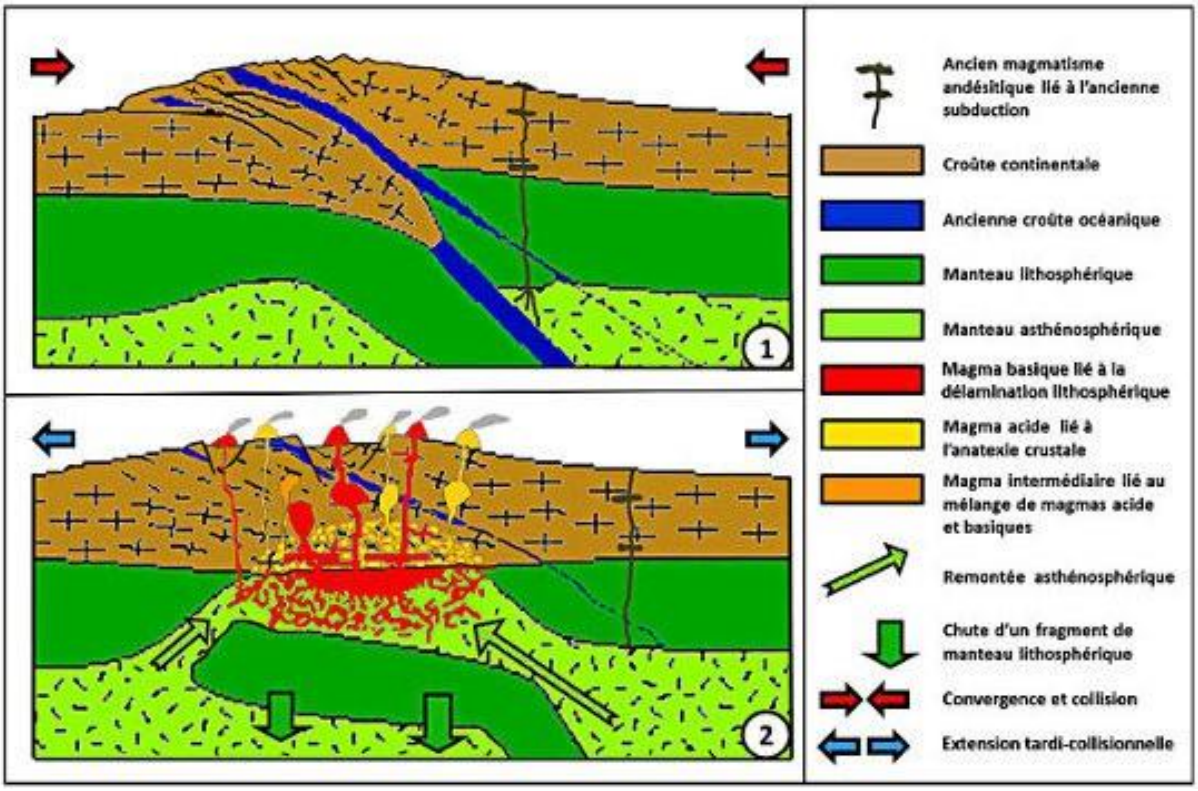

Fig. 30: 2019 Pierre Thomas

Représentations schématiques idéalisées et simplifiées d'une chaine théorique, sans doute pas trop différente de ce qu'était la chaine hercynienne au Paléozoïque supérieur en particulier au Carbonifère terminal/Permien (schéma 2) lors du volcanisme rhyolitique, conséquence de la délamination lithosphérique.

CONCLUSION GENERALE-

Conclusion générale

Le magmatisme paléozoïque de Tifrit et d'après l'étude pétrographique et géochimique, il s'avère qu'il s'agit d'une activité plutonovolcanique qui s'est déroulée en grande partie durant le paléozoïque terminal époque connue par le rapprochement du Gondwana et du laurentia avec un contexte géodynamique de type VAG arc volcanique compte tenu de l'affinité calcoalcaline faisant intervenir la croute et le manteau selon les EMS des granodiorites (Mahmoudi2009).

Le régime de raccourcissement est approuvé par les styles de déformation ayant affecte les lithologies du paléozoïque en divers points du secteur d'étude en Algérie du nord ouest et au Maroc orientale.L'étude de la brèche volcanique viseene de zebbouj et des protrusions de Tenient sidi Mimoun ont permis de préciser le dynamisme et la chronologie relative des émissions plutonovolcanique qui seraient comme suit :

D'abord un volcanisme basique aérien post silurien suivi par des émissions intermédiaires et plus visqueuses en forme de protrusion andesitodacitiques, de lave volcanosedimentaires ayant des caractères explosifs et fluidales sur des terrains conditionnés par une topographie pentée(Mahmoudi2009).

La répétition des séquences volcanosédimentaires au niveau des formations du paléozoïque supérieur indique un régime récurrent accompagne d'émissions volcanique et hypovolcanique rhyolitique et rhyodacitique.

Les études géochimiques du Sr et du Nb des rhyolites militent en faveur de la similitude de point de chronologique avec les granodiorites stefaniennes dates par (Remaci 2005) et prouvant l'existence d'équivalents plutoniques en profondeur Pour une bonne compréhension de ce type de magmatisme, il est recommande d'étudier la base du permotrias de point de vue stratigraphie, pétrographie et paléontologie ainsi qu'une étude géochronologiques des différents ensembles cristallins rencontres dans l'encaissant ordovicien, silurien, dévonien et carbonifère du môle de Tifrit et de Bechtout.

Le magmatisme protérozoïque de la région de Boukaïs constitue une boutonnière infra-cambrienne, comportant une importante série volcano-sédimentaire ct volcanique andésitique recoupée par des sills de dolérites et des extrusions de dacites et de rhyolite. La région de

Boukais jalonne, comme la chaîne de l'Ougarta la frontière du Craton Ouest Africain qui est caractérisée au Nord Ouest par la suture pan-africaine de l'Anti-Atlas marocain et plus au Sud par celle du Hoggar Occidental. L'effet d'un métamorphisme général est très limité et la parngenèse secondaire est typiquement hydrothermale. Les roches basiques de Boukaïs (dolérites et andésites) comparables aux MORE ont une origine d'un manteau lithosphérique continental (type tholeiit~, continentales) enrichi à la source. La croûte a participé dans la genèse de ces roches au cours des transferts de ces magmas vers la surface(seddiki97).

Les dacites présentent des similitudes avec les granites des rides océaniques (ORG). Elles peuvent provenir de la différenciation et de la contamination d' un magma mantellique de type tholeiites continentales, comparable à celui qui a donné les dolérites, ces processus d'AFC intervenant dans une chambre magmatique intermédiaire. Les roches magmatiques de Boukaïs se sont mises en place dans un site tectonique intraplaque qui se rapproche plus d'une

zone de grands cisaillements transtensifs, accompagnés d'un amincissement lithosphérique donnant un bassin en « pulJ-apart ». D' après les corrélations géochronologiques et géochimiques de la série de Boukais avec celles de l'Anti-Atlas, de l'Ougarta et du NW du Hoggar, nous constatons qu 'il y a des similitudes entre elles. A la lumière des nouvelles données pétro-géochimiques des roches magmatiques de Boukaïs, ces massifs ci-dessus, en particulier l'Ougarta, pourrait être revus d'un point de vue géodynamique dont le contexte géodynamique intraplaque .

BIBLIOGRAPHIE :

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

Amara M et Nekab S (1990). Étude des rhyolites et microgranites de Ain SOLTANE ET Bled Chaib. Ingéniorat d'état. IST Oran. Algérie.

ALMERAS Y. , AMEUR M. , BENHAMOU M. ET ELMI S. (1985) : Précisions biostratigraphiques et paléogéogaphiques sur le Lias des environs de Tifrit. Inst. Cath, Lyon 14, P15, 43.

Ameur M. (1988). – Histoire d'une plate-forme carbonatée de la marge Sud-Téthysiennes : L'autochtone des Traras (Algérie occidentale) du Trias supérieur jusqu'au Bathonien moyen. *Thèse Doct. d'état Es Sciences, Univ. Cl. Bernard, Lyon I, 551 p., 188 fig., 24 pl.*

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

AUCLAIR D. ET BICHLAIR J. (1969) : Etude géologique des hautes plaines Oranaises entre Tlemcen et Saida, publ., serv., carte géol., Alger, Nº34, p. 3- 45, 4 fig., 6pl.

AUGIER C. (1967) : Quelques éléments essentiels de la couverture sédimentaire des Hauts Plateaux. Publ, serv. Géol, Algerie, Nlle série, Bull, Nº 35, BP 47 – 80.

BAILLIS J. ET M. BYET (1882), (1868) : Editions de quelques informations sur les indices de minéralisation de l'Oued – Zeboudj.

BELANTEUR O. (1989) : petrologie des roches magmatiques néogènes de Thenia, thèse de Magister, I. S.T –USTHB Alger.

BENABI N. (1995) : Etude pétrographique et géochimique de Djorf El Agab, Saida, Tifrit, Algérie Occidentale, thése d'ingeniorat d'état, Universite d'Oran.

BENEST M., ATROPS F., ALMERAS Y., BENOSMAN B. 1991 : Découverte d'une transgression au callovien sur le socle tardi - hercynien, dans le domaine Sud-Tellien (Ouarsenis Algérie) .

Bertrand, J. M. L., & Caby, R. (1978). Geodynamic evolution of the Pan-African orogenic belt: A new interpretation of the Hoggar Shield (Algerian Sahara). **Geologische Rundschau, 67**(2), 357–388.

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

Boumendjel, K., & Vila, J.-M. (1984). *Notice explicative de la carte géologique de Tabelbala au 1/200 000, feuille NG-30-XVIII*. Alger : Institut National de Cartographie et de Télédétection.

Chikhaoui, M., Dupuy, C., & Dostal, J. (1980). Geochemistry and petrogenesis of late Proterozoic volcanic rocks from northwestern Africa. **Contributions to Mineralogy and Petrology, 73**, 375–388.

CISAK R., (1992) : Evolution géodynamique de la chaine tellienne en Oranie (Algérie Occidentale), pendant le Paléozoiques et le Mésozoique, thèse de Doc ES SC Naturelles, université Paul Sabatier-Toulouse III.

CLARKE D. B (1981): the mineralogy of peraluminous granites: a review.Canad. mineral.vol. 19:3-17.

DELAU G ET CLAIR (1948) – (1952) : Rapport sur des aspects géologiques de la région de Saida, Algérie Occidentale.

DUBAR G (1932) : Le Lias de Tifrit à l'Est de Saida (Oranie), CR somm, soc-géol France, Paris p 106-108 série 5, Fasicu 1-2.

Durand-Delga, M. (1980). *Les principales étapes de l'évolution géologique de la Méditerranée occidentale*. **Bulletin de la Société Géologique de France, 22**, 295–309.

ELMI S, ALMERAS Y., AMEUR M., BENHAMOU M. 1985 : Précisions biostratigraphiques et paléogéographiques sur le Lias des environs de Tifrit (Saida-Algérie occidentale), Les cahiers de l'institut catholique de Lyon Nº14, P15, 41.

ELMI S., BENEST M.(1978) : Les argiles de Saida, facies flyschoides du callovien oxfordien du sillon Tlemcenien (ouest d'Algérie) : Stratonomie, environnement, interprétation et évolution paléogéographique, livre jubilaire jacques flandrin, docum, labo, geol, fac, sc, lyon, HS4, p,203-261.

Fabre, J. (1976). *Introduction à la géologie du Sahara algérien et des régions voisines*. Alger : Société Nationale d'Édition et de Diffusion (SNED).

FLAMAND. G.B.M (1899) : Recherches géologiques et géographiques sur les hauts pays de l'Oranie et sur le Sahara, lyn Reyed. Thèse Lyon, 797 p.

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

Frizon de Lamotte, D., Saint Bezar, B., Bracène, R., & Mercier, E. (2009). *The two main steps of the Atlas building and geodynamics of the western Mediterranean*. **Tectonics, 28**(5), TC5001.

GENTIL (1903) : Etude géologique du bassin de la Tafna.Bull. carte géol. Algérie, 2 séries, n 4 in 8. Geochy Acta, vol 51. Nº 3 page 439 – 45.

GUARDIA P. (1975) : Géodynamique, de la marge alpine du continent Africain d'après l'étude de l'Oranie Nord-Occidentale, thèse 3º cycle, Inst. polytech médit-Nice, 286 p.

Guiraud, R., Bosworth, W., Thierry, J., & Delplanque, A. (2005). *Phanerozoic geological evolution of Northern and Central Africa: An overview*. **Journal of African Earth Sciences, 43**(1–3), 83–143.

HAJ MOHAMED N. (2004) : Etude des minéralisations lies au socle paléozoïque de la partie septentrionale du môle de TIFRIT (Saida) Algérie occidentale, thèse de Magistère, USTHB –Alger.

HAJ MOHAMED N. (2005) : contribution à l'étude pétrographique et gîtologique de la partie nord du horst de Tifrit (Saida, oranie-occidentale) thèse de Magister, I.S.T. USTHB Alger.

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

Hoepffner,C.(1987). la tectonique hercynienne dans l'Est du Maroc. thèse sciences, université, strasbourg, 225p

Kharbouch fatima (1994), le volcanisme dévono-dinantien du massif central et de la meseta orientale .bull , inst , sc , Rabat, 1994, n18 pp192-200.

KHENOUS M. (2006) : contribution à l'étude petrologique et géochimique de l'intrusion granitique de Nedroma et des enclaves qui sont associées traras) .mémoire d'ingéniorat d'état en géologie (ensemble cristallin) .

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

LAMEYRE J. & BOWDEN P. (1982): Plutonic rock type series. Discrimination of various granitoïd series and related rocks. Journ. Volcan. Geotherm. Res., 14, 169-186.

LAPIERRE H , MONGOLD S. , ELMI S. ET BROUXEL M. (1984) : Deux successions volcano-sédimentaires dans le Trias d'Oranie (Algérie Occidentale) . Témoin de la fracturation d'une plate-forme Continentale, Rev , Geol , Dyn et de Géogr , Vol 25 , Fasic 5 p 361 , 373 .

LEAKE B E : Nomenclature of Amphibole Department of geology University of Glasgow 612 , 8 q q Scotland for subcomittes of Amphiboles , I.M.A . P224 ,453 ,467 .

Lapierre H., Mangold Ch., Elmi S. et Brouxel M.N. (1984) –
Deux successions volcano- sédimentaires dans le Trias d'Oranie (Algérie occidentale) : témoins d'une plate-forme continentale. *Rev. Géol. Dyn. Géolphys*., vol. 25, Fasc. 5, pp. 361-373.

Louni, J., & Hacini, A. (2002). Le volcanisme néogène à quaternaire dans le Sud-Ouest oranais (Algérie) : typologie, pétrologie et signification géodynamique. Bulletin du Service Géologique National, 13, 101–123.

LUCAS G (1950) : Présence des Psillophytalles dans les schistes et microbréche de la région de Saida S.R.S.S.G.F P91, 95 .

LUCAS G. (1948).- Phtanites gothlandiens de Tiffrit. Leur métamorphisme. Age du Primaire de Saïda. C. R. S. S. G. F., p.152 – 153.

LUCAS G. (1950).- Présence de Psylophytales dans les schistes et microbrèches de la région de Saïda. C. R. S. S. G. F., p.91 – 95.

LUCAS G. (1950). - Nouvelles observations stratigraphiques et paléontologiques sur le Jurassique de la région de Saïda. Bull. soc. geol. Fr., S. G. F., 5ème série, t. XX.

LUCAS G. (1950). - Stratigraphie du Primaire de Tiffrit, prés de Saïda (départ. D'Oran). C. R. A. C. sc. T., 230, p. 1086 -1088.

LUCAS G. (1952). - Bordure Nord des hautes plaines dans l'Algérie occidentale : Primaire, Jurassique, Analyse structurale. Publ. XIX C. G. I. Alger, 1952, monogr. Rég. 1ère série, n° 21, 139 p., 59 fig.

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

Mahmoudi M. (1991) : pétrographie des microdiorites quartziques du môle de Tifrit, SNSTA, Constantine 1991.

Mahmoudi M (2009) : étude petrographique et structurale du magmatisme paleozoique du môle de Tifrit (algerie occidentale), these de magister, USTHB Alger.

Mahmoudi M(2016) : L'altération des roches et ses conséquences antagonistes :Exemple carrière de granite et stocks de sable.publication dans la revue (Environment, Water and Desert Researches).

Mamoru M. and Testsuma R. (1987): Sulfide and oxide minerals from S type and I type Granitics rocks. Geoch et cosmochi Acta vol 51 Nº 3 page 387 – 768 – 198.

Matte, p,(1986): tectonics and plate tectonic model for the variscan europe. tectonophysics; 196,309-337.

Matte, p,(1991): accretionary history and crustal evolution of the variscan belt of europ tectonophysics,126,329-374.

Meddah Amar (1999) : Etudes géologiques des Diapyres Salifères Triasiques de Ain Ouarka, Atlas Saharien occidentale, thèse de Magister U.S.T.H.B Université d'Alger.

Meddah, A., Bertrand, H., & Elmi, S. (2007). *La province magmatique de l'Atlantique central dans le bassin des Ksour (Atlas saharien, Algérie)*. **Comptes Rendus Geoscience, 339**(1), 24–30.

Mekkaoui, A., Remaci-Bénaouda, N., & Graïne-Tazerout, K. (2017). *Mafic dikes at Kahel Tabelbala (Daoura, Ougarta Range, south-western Algeria): New insights into the petrology, geochemistry and mantle source characteristics*. **Comptes Rendus Geoscience, 349**(5), 202–211.

Mongold C, Elmi S Tuoahria A (1979) : Précision sur le Bajocien du causse de Saida (Algérie occidentale), 7º réunion annuelle des SC de la terre, Lyon Soc géol. France Paris.

PEARCE (1984): (Diagrammes des éléments en trace): trace elements discrimination diagrams for the tectonic interpretation of granitic rocks. j. petrol,25,4 :956-983.

PEARCE J.A., HARRIS N.B.W. & TINDLE A.G. (1984): Trace element discrimination diagrams for the tectonic interpretation of granitic rocks. Jounal of petrology,25:956-983

PECCERILLO A. & TAYLOR S. (1976): Geochimistry of eocene calc-alcaline volcanique rocks from the Kastomonu Area, Northern Turky. Contrib. Mineral. Petrol. 58, 63-81. polymétamorphique, implications géodynamiques régionales, thèse de Doc Université d'Orléans 242p.

POUYANNE J. (1877) : Notice géologique sur la subdivision de Tlemcen. Ann, mines ,12, pp81-155, Alger.

-Pierre Thomas, *(*2010). : Origine des granites**,** Laboratoire de Sciences de la Terre, ENS de Lyon (30/04/2010).

Pierre Thomas (2019) : le magmatisme hercynien de l'Europe occidentale explication petrogenetique à l'aide d'un schéma explicatif.

Piqué, A, Bossiere, G Boullin,J . P Chalouan, A et HoepffnerC. (1993).. Southern margin of the variscan belt: the northern-western Gondwana mobile zone (eastern Marocco and northern Algeria). geologische rundschau 82,432-439.

REGNAULT S. ET SAGON J. P. (1988) : Le paléozoïque de Menezer-Belair , synchronium médian **Armoricain**, associations minérales et milieux de dépôt et métamorphisme régional géol, France p17, 26.

REMACI-BENAOUDA N. (2005) : pétrologie et géochimie des associations fliques-mafiques tardi hercyniennes de l'oranie nord occidentale : implications petrogenetiques et géodynamiques.

-Remaci-Benaouda N. (2005). - Pétrologie des granitoïdes tardi-hercyniens oranais (Algérie nord occidental). Implication pétro-génétique et géodynamique. *Thèse de Doctorat d'Etat*, Université d'Oran, 249p Algérie.

RENOU E (1843) : Notes sur la présence de formations magmatiques aux environs de Saida**,** Algérie Occidentale.

ROSE F (1986) : Les types de granites hercyniens du Maroc, thèse de l'université paris6 .

SAGON J.P. (1996) : Contexte collisionnel dans la chaine hercynienne NW africaine : étude pétrochimique des granitoïdes tardi-carbonifères oranais. (Algérie nord occidentale). 1ére réunion des Sciences de la Terre, Orléans, p 59.

SENINI R. (1999) : Etude Pétrographique des roches magmatiques du secteur de Modzbab Nord-Ouest de Tifrit, Saida, Algérie Occidentale, ingéniorat d'état en géologie, I.S.T d'Oran.

SQUARE A, T, VILLEMAIRE C, L, ET SAGON J P (1987) : Minéralisations sulfurées dans les Rhyolites et Diorites Quartziques du précambrien III A Gouim Haut-Atlas Marocain, Bull SC terre Nº3, 1987 – Rabat Page 139, 152.

TOUAHRI B. (1983) : Le gite de Zinc – plomb d'El Abed (Wilaya de Tlemcen, Algérie) : une minéralisation sous inconformité en environnement dolomitique épicontinental, contribution à une recherche de guides de prospection, thèse Doc, Ing, Université, Paris XI.

TOUAHRIA A. (1979) : Stratigraphie du callovien des environs de Saida (Algérie Occidentale). Les Reineckeiidae (Ammonitica Perisphinctacea), thèse 3º cycle, Université Claude Bernard, Lyon p136.

H Traineau,D Westercamp, C Coulon (1983). : Mélange magmatiques à la montagne Pelée (Martinique) origine des éruptions de type Saint –Vincent, bull, volcanol, vol 46-3, 1983.

VILLE (1852) : Notice géologique et minéralogique sur la partie occidentale de la province d'Oran, bull soc geol Fr,2, IX,363.

Yelles-Chaouche, A. (1991). *La chaîne alpine d'Algérie orientale (Kabylie, Aurès, Algérois) : Tectonique et géodynamique d'une région intracontinentale*. Thèse de doctorat d'État, Université Paris-Sud (Orsay), 365 p.

ZERKA M. (1991) : Etude Pétrographiques et géochimiques des enclaves ultrabasiques d'Ain T'émouchent (Algérie Nord Occidentale), thèse de Magister 187p.

Zerka M., Mesbah C. & Tabliouna M. (**2010)** - Utilisation des images satellitales pour l'étude de la fracturation du môle de Tifrit (région de Saïda, Algérie occidentale), *Bull. Sc. Géol.*, n°25.

ZORPI M, J, COCIRTA C, ORSINI J, B ET COULLON C (1986) : Plutons Calcoalcalin, hybridation et zonation, Bull, soc, France, Minéral et Cristal.

Arezki ZERROUKI (2000) LITHOSTRATIGRAPHIE DU PROTÉROZOÏQUE DE LA RÉGION DE BOUKAIS ET ÉTUDE DES MINÉRALISATIONS ASSOCIÉES (BÉCHAR, SUD-OUEST ALGÉRIEN*Bulletin du Service Géologique de l'Algérie Vol. 11, n° 2, pp.163 • 183, 12 fig., 2 tabl.,2000.

Seddiki, Abdelmadjid (1997) Etude pétrologique et géochimiques des roches magmatiques de Boukais (nord-ouest de Béchar, Algérie sud-occidental) ; thèse de magister, USTHB Alger

Références de figures :

Fig. 1 – Carte des grands domaines géologiques de l'Algérie.

Adapté de Durand-Delga et al(1980), Frizon de Lamotte et al. (2009).

Fig. 2 – Répartition du domaine alpin en Algérie.

Source : Durand-Delga (1980).

Fig. 3 – Carte du domaine de l'avant-pays tellien.

Source : Boumendjel & Vila (1984).

Fig. 4 – Localisation de l'Atlas saharien.

Source : Fabre (1976), Yelles-Chaouche (1991).

Fig. 5 – Illustration de la plateforme saharienne (Hoggar).

Source : Blal & Fabre (1983), Guiraud et al. (2005).

Fig. 6 – Répartition du volcanisme cénozoïque en Algérie.

D'après Frizon de Lamotte et al. (2009).

Fig. 7 – Carte du volcanisme cénozoïque en Afrique du Nord.

In A louni-Hacini (1998).

Fig. 9 – Localisation géologique môle de Tifrit.

D'après Mahmoudi (2009).

Fig10; carte de primaire deTifrit.

D'après Lucas (1952).

Fig. 11 – Localisation géographique de Boukaïs.

D'après Seddiki (1997).

Fig. 12 – Log stratigraphique du môle de Tifrit.

Adapté de Mahmoudi (2009).

Fig. 13 – Log stratigraphique de Boukaïs.

Adapté de Seddiki (1997, 2004).

Fig. 14 à 21 – Photos macroscopiques des échantillons de rhyolites (S1, BkN2, TR1, Bk3, Bk4, Ber1, Bok1, Bks5). Photographies personnelles – analyses réalisées au laboratoire de pétrographie (Université de [à compléter]).

Fig. 22 – Photo microscopique de la lame mince de Boukerdane.

Analyse réalisée dans le cadre du présent travail, sur la base de Mahmoudi (2009).

Fig. 23 – Photo microscopique de la lame mince Blade Chaibe.

Analyse personnelle – lame préparée en laboratoire.

Fig. 24 – Photo microscopique de la lame mince Oued Soultane.

Photomicrographie réalisée sur roche métamorphique riche en épidote.

Fig 25: photo macroscopique du lame mince des rhyolites in Mr. Mourad Amara et Mlle Soraya Nekkab (1990).

Fig. 26 – Tableau comparatif des rhyolites de Boukaïs et de Tifrit.

D'après les données de Seddiki (1997) et Mahmoudi (2009).

Fig. 27 – Diagramme SiO_2 / P_2O_5, SiO_2 / (K_2O + Na_2O), SiO_2 / CaO.

Résultats d'analyse géochimique – interprétation selon Rollinson (1993).

Fig. 28 – Diagrammes Fe_2O_3 / SiO_2, TiO_2 / SiO_2, MgO / SiO_2, Al_2O_3 / SiO_2.

Données issues des échantillons du mémoire – classification géochimique.

Fig. 29 – Diagrammes MnO / SiO_2 et CaO / SiO_2.

Analyse géochimique des rhyolites de Tifrit et Boukaïs.

Fig.30 — la genèse du magnétisme en Europe occidentale durant le paléozoïque sup. Selon pierre Thomas.