



REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE
Université d'Oran2
Faculté des Sciences de la Terre et de l'Univers
Département Géologie
Mémoire

Présente pour l'obtention du diplôme de Master en Géologie
Option : Géodynamique de la Lithosphère

**Etude pétrographique et Géodynamique du Magmatisme Calco-Alcalin de
la Chaine Pan Africaine de l'Ougarta.**

Présenté par :

Da Cruz Antonio Edilson.

Matola Vasconcelo Francisco.

Soutenu le : 03 Juillet 2022, devant la commission d'examen

M.Bouague

Abdelbaki

M.A.A

Président

M.Mahmoudi

Mohammed

M.A.A

Encadrer

M.Kared

Ratiba

MCB

Examinatrice

Oran 2022

Les Remerciements

Tout d'abord, nous remercions Dieu le tout puissant, pour nous avoir gardé en vie et sauvegardé nos esprits, ce qu'a rendue possible la réalisation de ce travail.

Avant tout développement de ce mémoire, on voudrait adresser nos remerciements à nos chers parents de nous avoir soutenu et encouragé à suivre ce chemin de long parcours durant ces années d'étude et à tous ceux qui ont collaboré de près ou de loin pour rendre cette carrière possible, s'il est un devoir agréable à remplir c'est celui de rendre hommage à les personnes qu'ont contribué d'une forme significative à la réalisation de ce travail qui est présenté aujourd'hui.

Nous tenons à exprimer notre gratitude, reconnaissance et respect à notre encadreur Monsieur Mohamed Mahmoudi pour nous avoir proposé ce sujet pour ses orientations, patience, ses précieux conseils, pour son aide et de nombreux discussions scientifiques et échanges de points de vue que nous avons eu et nous avoir fait profiter de sa grande expérience sur la géologie tout au long de nos recherches et réalisation de cette étude.

Nous tenons à remercier les responsables du laboratoire de géologie Rachid et M. Hocine de la faculté des sciences de la terre et de l'univers de nous avoir accueilli au laboratoire de pétrographie et de leur aide pour la confection de nos lames minces.

Nous adressons nos sincères remerciements à tous les enseignants du département de géologie qui nous ont aidé et guidé tout le long de notre formation.

On n'oublie pas Madame N. Rémaci responsable de la spécialité géodynamique de la lithosphère pour ses précieux conseils le long de notre cycle Master.

Nos remerciements vont aussi à tous les membres du jury qui ont bien accepté de lire et jugère modeste mémoire pour l'évaluer.

Nos remerciements s'étendent également à toute notre promotion, nous voudrions témoigner toute notre gratitude, ce fut une joie de partager tous ces moments avec vous.

Vous êtes très nombreux et nombreuses à avoir contribué, à nous avoir soutenu et encourager ; on ne pourrait jamais citer tous vos noms ici, on vous dit tout simplement MERCI à tous.



DEDICACE

Je dédie ce projet :

A Mes parents source de vie, amour, motivation et d'affection pour leur sacrifices et soutiens, qui n'ont jamais cessé, de formuler des prières à mon égard de me soutenir et de m'épauler pour que je puisse atteindre mes objectives.

A mes compatriotes qui n'ont jamais mesuré les efforts pour nos aides et guide lors de notre parcours académique. Pour leurs indéfectibles soutiens et leur patience infinie.

A mes chers amis Mohamed Cissé, et Dioubaté Bakary qui nous ont aidé et supporté dans les moments difficiles, On a passé de moments importants de nos vies.

A mes chers collègues de la promotion pour leur accueil chaleureux qui puisse Dieu vous donner santé, bonheur, courage et surtout réussite.

Tables des Matières

Je dédie au projet	ii
LISTE DES ECHANTILLONS ET DES LAMES MINCES	III
LISTES DES TABLEAUX	IV
LISTES DE ABREVIATION	V
Tables des Matières	VII
Résumé.....	X.

CHAPITRE I.

1.1 : Problématiques et présentation de sujet de mémoire.....	1
1.2 : Méthodes et moyens d'étude	2
1.4 : Aperçu géologique du craton ouest africain(WAC)et ses frontières	3
1.5 : Chaînes panafricaines à la périphérie du craton ouest africain	5
1.6 : Historique des études géologiques des monts de l'Ougarta.....	6
1.7 : Situation topographique et morphologique des monts de l'ougarta.....	7

CHAPITRE II.

2.1: Géologie et structure des monts de l'Ougarta.....	10
--	----

CHAPITRE III.

3.1 : Pétrographie du magmatisme calco-alcalin de l'Ougarta	13
3.1.2 : Structure microscopique du magmatisme de l'ougarta.....	19
3.1.3 : Description minéralogique et texturale des facies magmatiques de la chaine.....	20
3.1.4 : les phénomènes post Magmatiques	25
3.1.5 : Pétrographie comparative du magmatisme infracambrien de l'ougarta, des Eglabs, du Hoggar et de l'Anti-Atlas marocain.....	26

CHAPITRE IV.

Les éléments majeurs des ignimbrites.....	30
Comportement des éléments chimique.....	31

CHAPITRE V.

Structure des Monts d'Ougarta.....	38
Considérations géodynamiques et géochronologiques.....	39

Conclusion générale.....41

Bibliographie

LISTE DE FIGURE

Figure1 : Localisation des zones étudiées au niveau du wac in Mekkaoui (2013)	1
Figure 2 : Carte géologique de l'Afrique de l'Ouest, Mekkaoui, (2013)	4
Figure 3 : reconstitutions de la Gondwana.....	5
Figure 4 : Vue d'ensemble des monts de l'Ougarta.....	8
Figure 5 : Photo satellite de Landsat des monts de l'Ougarta.....	9
Figure 6 : Carte géologique de l'Ougarta, Mekkaoui (2013)	11
Figure 7 : Log stratigraphique de l'Ougarta.....	12
Figure 8 : Diagramme de Strecksein pour les roches volcaniques.....	32
Figure 9 : Diagramme Al ₂ O ₃ Composition du plagioclase normatif.....	35
Figure 10 : Diagramme du volcanisme basique de Damrane, (Miyashiro).....	36
Figure 11 : Carte de localisation des structures tectoniques dans les formations infracambriennes des monts de l'Ougarta.....	38

LISTES DES ECHANTILLONS ET DES LAMES MINCES

Photo 1 : Ignimbrite d'Eglabs. montrant une fiamme Kared,(2016)	16
Photo 2 : Ignimbrite de l'Ougarta.....	16
Photo 3 et 4 : Andésite de Damrane.....	17
Photo 5 et 6 : Sections polies de l'ignimbrite de l'Ougarta et de l'andésite de Damrane.....	18
Photo 7 : fiamme de quartz observé dans une Ignimbrite de l'ougarta à structure rubanée...19.	
Photo 8 : Ignimbrite à phénocristaux de plagioclase et de quartz corrodé.....	20
Photo 9 et 10 : Lames minces de l'ignimbrite de l'ougarta montrant la texture et la minéralogie.....	21
Photo 11 : Les flammes de quartz dans la mésostase felsitique de l'ignimbrite de l'ougarta.....	22
Photo 12 : Phénocristal d'oligoclase dans la mésostase felsitique de l'ignimbrite de l'Ougarta.....	22
Photo 13 : Feldspath potassique de type microcline entoure de flamme de quartz.....	23
Photo 14 : La titanite, (sphène) observé en LnAp.....	23
Photo 15 : Lame mince de l'andésite de Damrane. Avec de vacuole, des opaques et de plagioclases.....	24

Photo 16 : Photo d'une microfaille d'un filonnet remplie de produit secondaire de l'andésite de

Damrane.....25

Photo 17 : Coupe géologique de djebel Bou

baissât38

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Tableau d'analyses chimiques des éléments majeurs.....	30
Tableau 2 : Tableau de teneurs moyen en éléments traces (ppm) comparaison entre les monts d'Ougarta et des autres provinces ignimbrtiques et granitiques.....	33
Tableau 3 : Tableau des analyses chimiques des éléments majeurs des ignimbrites d'Ougarta.....	34

LISTE DE ABREVIATIONS

A : Alcalin.

Cpx : Clinopyroxène.

Fer.Mag : Ferromagnésiens.

Fi : Filonnet.

F.k : Feldspath potassique.

Més : Mésostase.

Mi : Microcline.

MF : Microfaille.

Op: Opaque.

FK: feldspath (Orthose).

Ox: Oxyde.

Pl : Plagioclase.

Q : Quartz.

Sp : Sphène.

V : Vacuole.



CHAPITRE I
GENERALITES

Chapitre I : introduction

1.1 : Problématiques et présentation de sujet de mémoire

Vu les études qui ont été faites sur le magmatisme calcoalcalin par plusieurs chercheurs éminents en géologie dans les secteurs de l'Ougarta, Boukais, Keraz, Damrane et kihel Tabelbala (Algérie), et vu les concepts actuels des modèles géodynamiques de la lithosphère et de l'asthénosphère proposés en Afrique, en Europe et en Amérique, il serait intéressant de revoir la pétrographie des échantillons disponibles du magmatisme calcoalcalin de l'Ougarta (après la confection de quelques lames minces d'échantillons disponibles et la consultation bibliographique) afin de retracer les processus de dynamisme, de genèse et de mise en place du magmatisme suscité durant les époques qui ont succédé le paléozoïque et où les signatures des événements orogéniques sont parfois sujets à discussions. De ces faits nous avons focalisé ce travail sur la pétrographie des roches volcaniques calcoalcalines infracambriennes de l'Ougarta qui semblent avoir un dynamisme ignimbritique et andésitique et appartiennent à l'orogénèse panafricaine faisant partie intégrante de la chaîne au niveau de la suture Ougartienne de la zone d'étude qui est située entre le craton ouest africain et le bouclier Touareg comme le montre la figure 1 suivante.

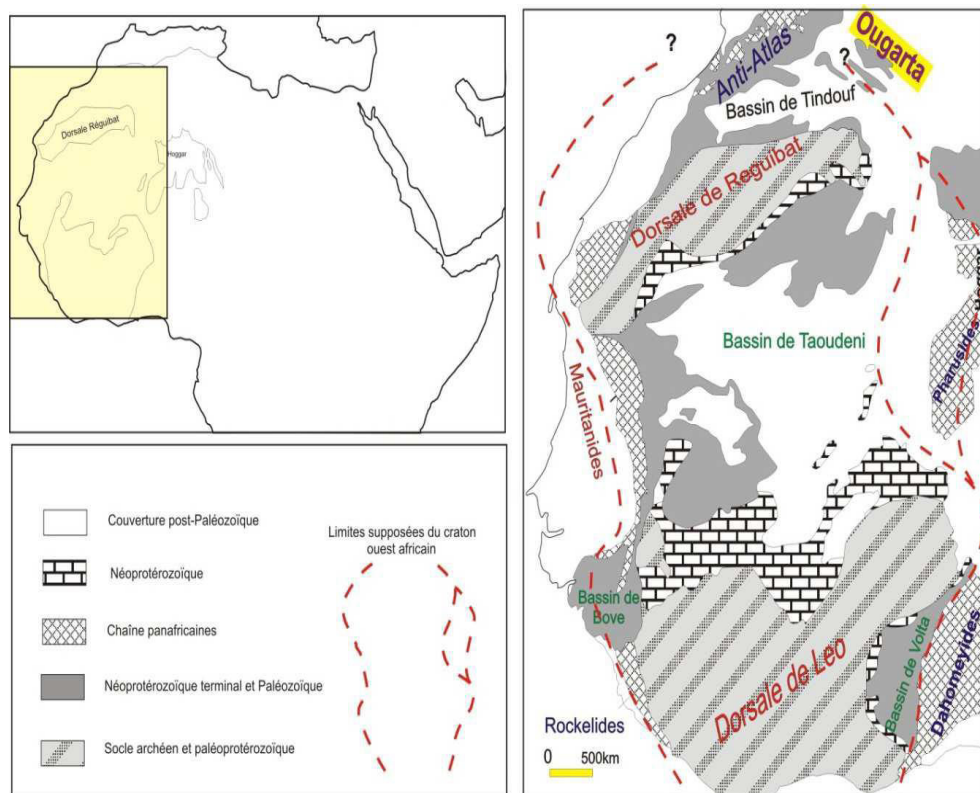


Figure 1 Localisation des zones étudiées au niveau de l'Ougarta in Mekkaoui(2013).

1.2 : méthodes et moyens d'étude :

Premièrement, Nous avons commencé par la consultations de la bibliographie disponible à la bibliothèque de la FSTUOran2 .

deuxiément, on a déterminé les échantillons du terrain de la chaine de l'Ougarta pour une étude d'abord macroscopique et microscopique.

L'étude microscopique a nécessité les étapes suivantes :

Confections des sucres, collage puis rectification des épaisseurs et polissage.

L'étude au microscope polarisant nous a permis de déterminer les textures et la minéralogie des facies magmatiques ainsi que l'ordre de cristallisation.

La partie géochimique et la tectonique ont été déterminées grâce aux études antérieures.

1.3 : Cadre géologique générale de la chaîne de l'Ougarta

Localisée dans l'Ouest du Sahara algérien, cette chaîne décrite par Kurek et Priedl

(1987), est en majeure partie masquée par une importante couverture paléozoïque, au sein de laquelle apparaissent des terrains volcaniques et volcano-sédimentaires réputés anciens mais sans des précisions géochronologiques et géodynamiques. Malgré cela, certains auteurs supposent sans beaucoup d'arguments :

- L'existence d'un épisode de subduction daté à moins de 685 Ma et proposent un

Stade final de collision estimé vers 600 Ma ; - Entre 600 et 500 Ma, un important volcanisme intermédiaire à acide (andésites, dacites et rhyolites) aurait pris place (Kurek et Priedl, 1987 ; Villeneuve et Cornée, 1994 ; Dostal *et al.*, 2002). L'absence de datations absolues complique énormément une telle conclusion.

D'après les concepts récents sur le magmatisme intermédiaire dans les chaînes hercyniennes en Afrique du nord et en Europe il serait préférable de faire des comparaisons afin de conclure à des conclusions plus plausibles.

Le soubassement de la chaîne de l'Ougarta est constitué de facies magmatique attribue au précambrien terminal d'après Chikhaoui, 1974 compte tenu de leurs emplacements au cœur des anticlinaux du paléozoïque sous le cambrien.

La chaîne de l'Ougarta, située à la jonction entre le craton Ouest africain et le domaine panafricain du Sahara Central, est une suite de plis hercyniens, disposés en quinconce, dont le cœur est parfois occupé par des roches volcaniques. Ces volcanites s'organisent en une série composée de deux formations séparées par un niveau d'altération, un ravinement et un conglomérat. Il s'agit d'une formation andésitique et basaltique de base surmontée par une formation essentiellement rhyolitique et ignimbritique. Les travaux de Chikhaoui (1974), ceux de Preidel (1985) et Remichi (1987) révèlent que ces roches volcaniques de la formation inférieure, appartiennent à un contexte orogénique de collision et d'arc insulaire pour la formation inférieure

Le volcanisme rhyolitique et ignimbritique sujet de ce mémoire d'étude pourrait être l'ultime phase de l'orogénèse panafricaine.

1.4 : aperçu géologique du craton ouest africain(WAC)et ses frontières :

le craton ouest-Africain (OA) est une vaste zone orogénique stabilisée à la fin de l'orogénèse Eburnéenne (vers 1800-1600 Ma). Il a été marqué par deux cycles orogéniques : Libérien (3000 à 2400 Ma) et Eburnéen (2400 à 1600 Ma). Ce craton est composé de deux dorsales : Reguibate au Nord et Man au Sud. Depuis des nombreuses années fait Object des débats, parmi les chercheurs certains lui place suite aux événements qui se sont déroulés au Néo-protérozoïque il y a environ 1200 à 1000 Ma, les masses continentales de la planète étaient toutes rassemblées en un seul méga continent, une sorte de Pangée de cette époque, qui a été baptisé Rodinia et disloquée vers 750 Ma, cette orogénèse ,aussi connue sous le nom de " Pan-Gondwanienne " ou de " orogénèse Saldanienne" est à l'origine de la Chaîne Panafricaine, grand système orogénique que l'on trouve dans toute l'Afrique et au-delà.

L'Afrique nord occidentale, portion du Gondwana, enregistre plus de 2 Ga de géologie de la planète Terre. Elle nous permet ainsi de voyager dans le temps depuis l'accrétion des boucliers éburnéens et paléoprotérozoïques en passant par la formation de la chaîne panafricaine (Anti-Atlas, Mauritanides...) et des chaînes varisques, puis l'ouverture de l'Atlantique Central, jusqu'à l'histoire géologique récente et la formation de la chaîne alpine (Rif, Haut Atlas, tell...). Ces dispositions font de l'Afrique un lieu privilégié pour l'étude du précambrien. Une histoire longue de près de 4 Ma va se dérouler, où l'on verra se former les premiers éléments de la croûte continentale africaine. Le craton ouest-Africain (OA) affleure en Afrique de l'ouest il est formé de roches cristalloyelliennes principalement d'âge Archéen et paléoprotérozoïque, affectées de nombreuses orogénèses anciennes et recouvert par une vaste couverture sédimentaire paléozoïque et cénozoïque à quaternaire. Ces couvertures se déposent dans de grands bassins nés de la déformation progressive de la plaque africaine. Certaines

failles rejoignent, d'autres naissent, car le craton se fracture. Une autre caractéristique réside dans le développement de bassins est liée aux processus d'ouverture, et leur évolution passive des bords est régulée par la subsidence thermique vers l'océan naissant, la partie exposée de la plaque africaine sera recouverte de bassins à sédimentation continentale assez importante, soit au paléozoïque supérieur soit au Mésozoïque. Pour le secteur d'étude, nous poursuivons un objectif dont l'intérêt est la caractérisation du volcanisme et comparaison avec les roches équivalentes récentes ; genèse des andésites d'âge protérozoïque; intégration des données acquises dans un cadre plus général qui est celui de l'évolution géologique des domaines situés à l'Est du craton ouest-africain. (Ourgarta) et les Igimbrites et les roches comprises du précambrien du monts d'Ourgarta (Saoura) et ainsi on reconstitue l'histoire de cette région, figure 2.

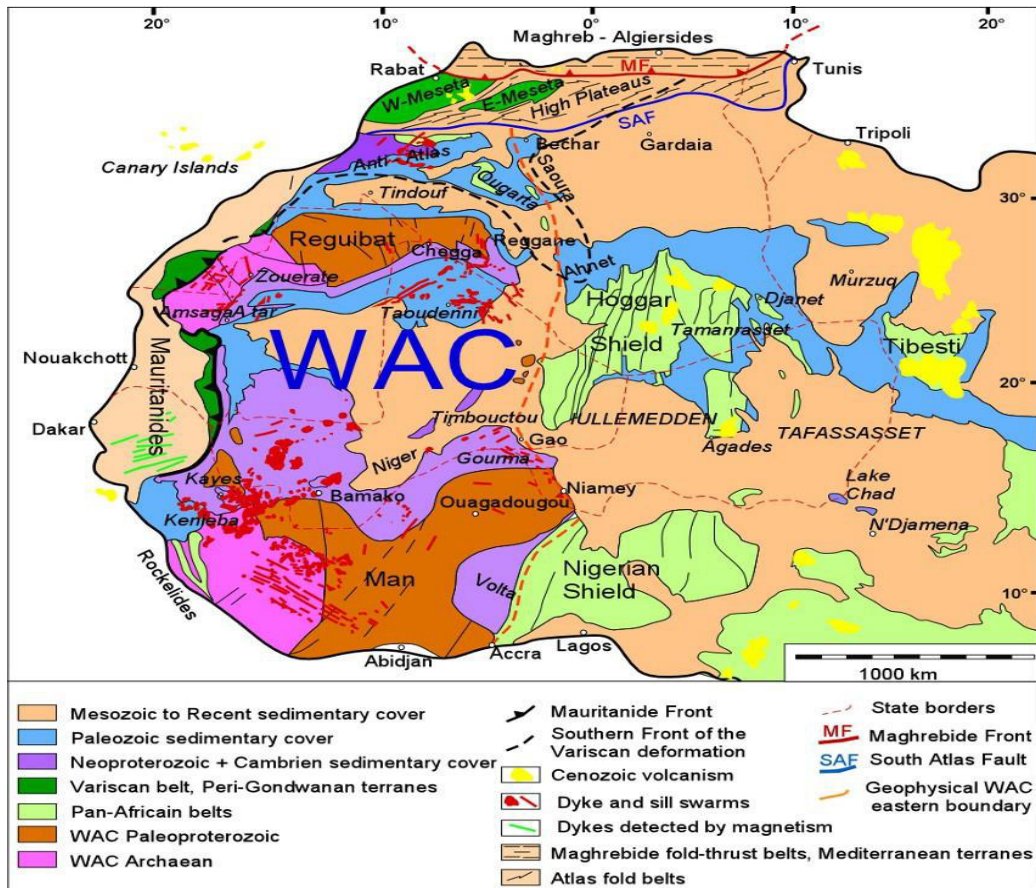


Figure 2 Carte géologique de l'Afrique de l'ouest in Mekkaoui, (2013).

1.5 : chaînes panafricaines a la périphérie du craton ouest africain :

En Afrique du Nord, les ceintures panafricaines constituent des segments d'un vaste Orogenèse néoprotozoïque (Panafricain), daté entre 725 et 500 Ma. Ces ceintures s'étendent du Nord-Ouest de l'Afrique jusqu'au bouclier Arabo-Nubien, et du Brésil jusqu'en Afrique centrale (**Fig.**). Des témoins sont également signalés en Europe et en Amérique du Nord (Caby et Leblanc, 1973 ; Black *et al.*, 1979 ; Choubert et Faure-Muret, 1980 ; Leblanc et Lancelot, 1980 ; Villeneuve et Dallmeyer, 1987 ; Saquaque *et al.*, 1989b ; Villeneuve et Cornée, 1994 ; Nance et Murphy, 1994 ; Rogers *et al.*, 1995 ; Dalziel, 1997 ; Trompette, 1997 ; Unrug, 1997 ; Hefferan *et al.*, 2000 ; Ennih et Liégeois, 2001 ; Hefferan *et al.*, 2002 ; Nance *et al.*, 2002 ; Caby, 2003 ; Caby et Monie, 2003 ; Liégeois *et al.*, 2003).

En périphérie du Craton Ouest Africain (**Hefferan et al., 2000 ; modifiée**).

En Afrique nord occidentale, l'orogénèse panafricain a laissé de nombreux témoins.

Nous distinguons ainsi à l'Est et au Nord, les ceintures orogéniques du Dahomey, de Gourma, du pharuso-Touareg, de l'Ougarta et de l'Anti-Atlas, et à l'Ouest, les ceintures Mauritanien, Bassarides et Rokelides, figure3.

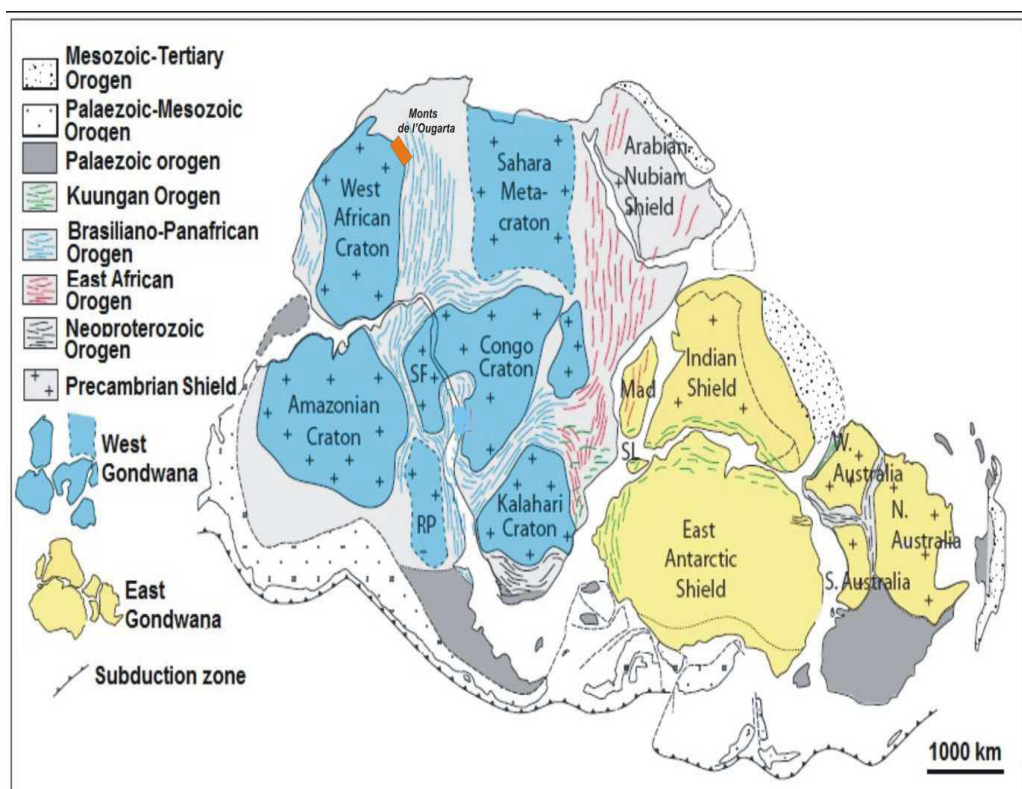


Figure 3 Reconstitution de la Gondwana (Meet & Lieberman,2007;Gray et al 2006).

Ces ceintures sont le résultat d'une succession de collisions continentales, d'accrétions d'arcs ou d'amalgames de terrains de nature variée, localisés en périphérie du Craton Ouest Africain. De nombreux travaux géologiques ont été consacrés aux chaînes panafricaines développées sur les pourtours du Craton Ouest Africain (Caby et Leblanc, 1973 ; Clauer et Leblanc, 1975 ; Leblanc et Lancelot, 1980 ; Villeneuve et Dallmeyer, 1987 ; Saquaque *et al.*, 1989b ; Villeneuve et Cornée, 1994 ; Hefferan *et al.*, 2000 ; Ennih et Liégeois, 2001 ; Thomas *et al.*, 2002 ; Caby, 2003 ; Caby et Monier, 2003).

Ces chaînes panafricaines sont complexes dans le détail de leur histoire. Cependant, nous pouvons

Esquisser un schéma simplifié émanant d'une compilation bibliographique. Plusieurs phases de collisions et d'extension caractérisent l'évolution de cet orogénèse (**Fig. 3**), dont les phases majeures de collision interviendraient entre 700 et 600 Ma et **Figure 3: Reconstitution de la Gondwana** (Meert & Lieberman, 2007 ; Gray *et al.* 2006) feraient suite à l'engloutissement progressive par subduction de domaines océaniques et continentaux.

Dès la fin du Néoprotérozoïque, durant l'orogénèse panafricaine, les bassins

Océaniques qui encerclent le Craton Ouest Africain de manière analogue aux équivalents modernes, tels que le Pacifique actuellement, se referment et génèrent le développement de vastes zones de suture. Effectivement, cinq grandes aires de sutures panafricaines ont été définies autour du Craton Ouest Africain :

1.6 : Historique des études géologiques des monts de l'Ougarta.

Les monts de l'Ougarta ont fait l'objet d'études depuis environ un siècle.

A partir des années 20, plusieurs expéditions militaires accompagnées de géologues

Pénétrèrent au Sud algérien. En 1903, Gautier entame des travaux dans la région de l'Ougarta.

En 1906, il apporta une première vision générale de la géologie de cette entité en présentant une carte géologique au 1/1 000 000e, sur laquelle apparaît nettement la direction NW-SE des axes des plis. Suite à une reconnaissance du groupe mobile méhariste, allant de Béni-Abbés

vers Tindouf, Metchnikoff (1925) signale des rhyolites à Boukbaïssat, Bet- Touaris et Guettara.

Il montre que ces rhyolites se présentent en parfaite concordance avec les grès de l'Ougarta, considérés comme siluriens. Par conséquent, les roches rhyolitiques

Représenteraient la base du Silurien ou un peu antérieur à cette époque

Il y a dans le nord-ouest du Sahara algérien, à l'ouest de la vallée de la Saoura, un ensemble de reliefs connu sous le nom de « chaîne » ou de « mont » d'Ougarta.

Suite à une reconnaissance du groupe mobile méhariste, allant de Béni-Abbés vers Tindouf, Menchikoff ; (1925) signale des rhyolites à Boukbaïssat, Bet- Touaris et Guettara. Il montre que ces rhyolites se présentent en parfaite concordance avec les grès de l'Ougarta, considérés comme siluriens. Par conséquent, les roches rhyolitiques

Représenteraient la base du Silurien ou un peu antérieur à cette époque.

Ce sont les géologues (Menchikoff, 1930, Alimen et al. 1952, Chikhaoui 1974) qui les premiers ont relevé, sous l'appellation de «Chaîne d'Ougarta», l'existence et l'originalité d'une unité tectonique et stratigraphique remarquable sur le front septentrional du craton ouest-africain (ici le bouclier Regueibat) Cette unité, formée de matériel paléozoïque plissé partiellement masqué par une couverture méso-cénozoïque discordante, se divise en deux groupes ou faisceaux divergents vers le nord-ouest : à l'est le faisceau de la Saoura (SE-NW) qui constitue les «monts d'Ougarta» proprement dits; à l'ouest le faisceau de la Daoura (ESE-WNW) qui fait le lien avec l'Anti-Atlas marocain Ooly, 1962).

Les travaux de géologie se sont poursuivis par Seddiki Abdelmadjid dans les monts de Boukais 1997, Mekkaoui Abderrahmane 2015 sur le magmatisme basique de Damrane(ougarta) et kihel tabelbala,

On peut aussi citer aussi les travaux de Lagraa sur les Eglab et de Kared Ratiba en 2015.

1.7 : Situation topographique et morphologique des monts de l'ougarta

La région d'Ougarta qui est aussi considéré chaîne d'Ougarta, Monts de la Saoura, Monts d'Ougarta, Aulacogène d'Ougarta, a déjà survécu des nombreuses études dans le passé en raison de la géologie exceptionnelle des affleurements et leur continuité.

Les monts d'Ougarta sont une unité topographique et morphologique d'environ 250 kilomètres de long sur 30 à 50 de large 100 si on y adjoint le kahal de Tabelbala qui fait la transition avec le faisceau de la Daoura. Culminant à 800 ou 850 mètres dans le nord, à 350 ou 400 mètres dans le sud, ils dominent de 200 à 300 mètres les plateaux environnants (hamada du Guir et hamada de la Daoura), la vallée de la Saoura et la dépression du Touat. Même si certaines crêtes ou certains sommets sont désignés par des toponymes particuliers (djebel Reboub, djebel Rhenouma, djebel Bou Kbaïssat, ...) l'ensemble ne porte pas de nom courant. L'expression de « Monts d'Ougarta » permet cependant de définir une réelle unité géographique, singulière à bien des égards parmi les montagnes du Sahara, figure 4 et photo 1 suivante

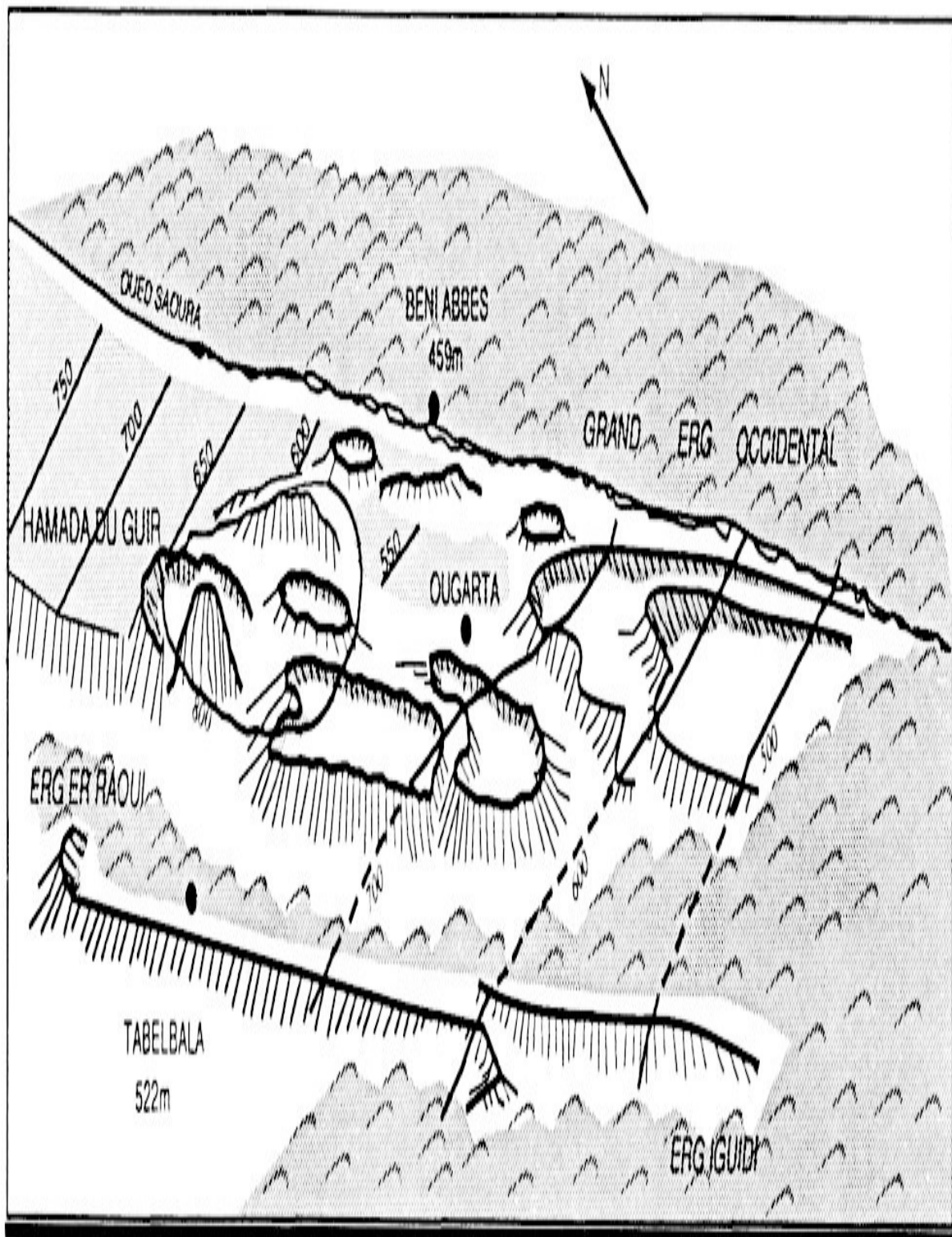
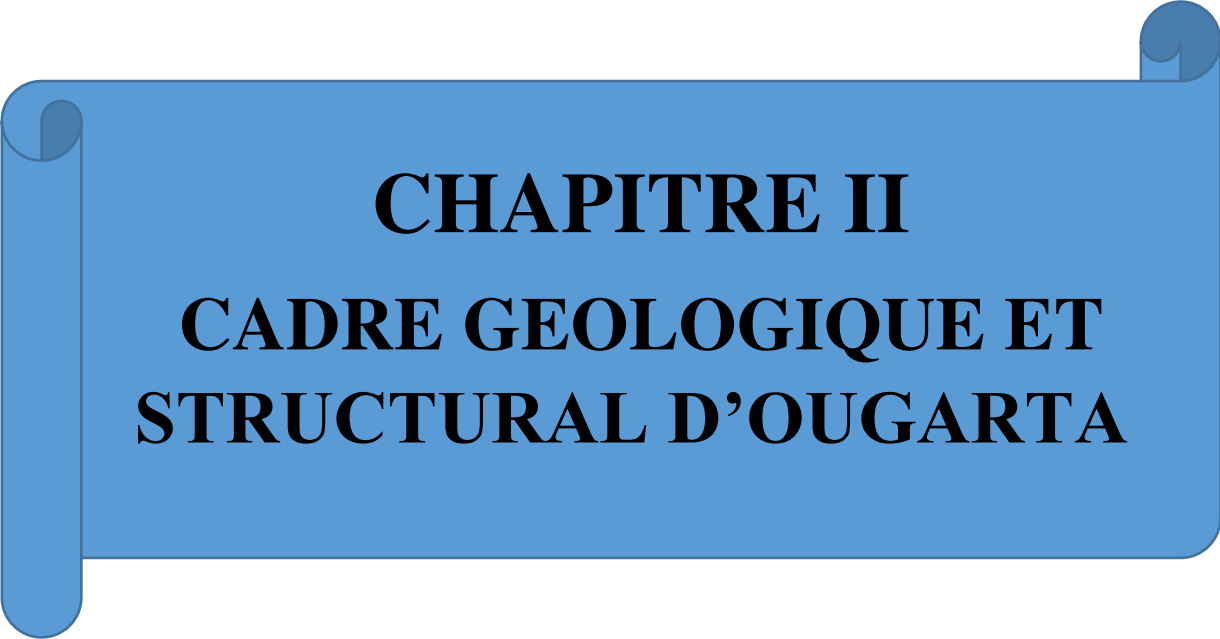


Figure 4 Vue d'ensembles des monts d'Ougarta.



Figure 5 photo satellite landsate des monts d'Ougarta.



CHAPITRE II
CADRE GEOLOGIQUE ET
STRUCTURAL D'OUGARTA

Chapitre2 : cadre géologique et structural des monts de l'Ougarta :

2.1: Géologie et structure des monts de l'Ougarta

Les Monts de l'Ougarta représentent des chaînons érigés au sein de la plate-forme Saharienne, appartenant à l'avant pays hercynien. Ils s'étendent au-delà de 200 kilomètres au S-SW de la ville de Béchar et ils se subdivisent en deux faisceaux de "plis" d'orientation NO /SE qui portent les noms des principaux oueds : faisceau de la Daoura, au Nord-Ouest, Regroupant les djebels Ben Tadjine, la structure de l'oued Damrane, le Kahal Tabelbala et au Sud-Est celui de la Saoura qui englobe les djebels Guettara - Bet Touaris, Bou Kbaïssat, Nif El Khroufi et les reliefs de Kerzaz (Sebkha El Melah).

Un peu à l'image de l'Anti-Atlas marocain, la géologie des monts de l'Ougarta comprend un substratum volcano-sédimentaire et magmatique ou socle surmonté en discordance par une couverture paléozoïque. L'appartenance de ce socle au Précambrien ou au Néo protérozoïque n'est que par analogie à celui de l'anti Atlas marocain. Aucune datation Radiométrique ne confirme cet âge. La seule datation connue (K/Ar sur roche totale) a donné des âges compris entre 370 et 280 millions d'années (Menchikoff, (1963) ; in Fabre, 1976). Toutefois, cet âge est considéré irrecevable, du fait de la position des volcanites sous la série paléozoïque. Certains auteurs interprètent cette isochrone en âge rajeuni enregistré lors de l'orogénèse hercynienne, et d'autres supposent qu'elle serait plutôt d'âge Cambrien (Fabre, 1976, Aït-Kaci Ahmed, 1990). ? Cette entité se situe grossièrement sur le tracé de suture entre le Craton Ouest Africain et le domaine panafricain et par conséquent, son histoire géodynamique est si complexe : elle porte des stigmates depuis le Panafricain, en passant par les événements hercyniens, responsables de sa structuration, jusqu'à l'histoire géologique récente alpine.

Cette succession d'événements fait des monts de l'Ougarta un terrain d'étude privilégié, mais également une zone particulièrement complexe où des travaux géochronologiques, et Métallogéniques sont encore à venir.

Le matériel lithologique des monts d'Ougarta est composé, au-dessus

de rhyolites, d'ignimbrites et d'arkoses de l'Infracambrien, par une série grés-schisteuse, puis calcaire, continue du Cambrien au Dévonien. A la base (Cambro-Ordovicien) dominent des grès micacés, souvent quartzitiques et des schistes gréseux, ce qui donne aux reliefs du cœur de la chaîne (dans le nord et le nordouest) une allure rigide et quelquefois massive. Au sommet de la série sont surtout des schistes argileux ou argilo-gréseux (Ordovicien supérieur)

et des argiles gypseuses (argiles à graptolites du Gothlandien), d'où un relief plus dégagé et plus ouvert (dans le sud et le sud-Est), dominé par d'étroites crêtes calcaires peu élevées (Dévonien). Cette série, déformée par la tectonique paléozoïque (essentiellement hercynienne), se présente sous la forme de brachyanticlinaux droits, en dômes, et de synclinaux plus ou moins évasés. L'Infracambrien apparaît en boutonnières dans les anticlinaux évidés, tandis que les grès et quartzites cambro-ordoviciens dessinent des crêtes monoclinales arquées entourant des « combes » ou des « vais », à tel point qu'on a pu quelquefois parler de relief « jurassien ». Un trait notable de ces crêtes (ou « crêts ») est que leurs sommets sont tronqués et alignés en altitude, ce qui pourrait jaloner une surface d'aplanissement déformée, comme le suggère une attentive analyse morphométrique (Freytet, fig.4). Le relief actuel serait alors un relief « appalachien », résultat d'une reprise d'érosion linéaire dans cette surface dégageant les roches résistantes (grès et calcaires) par rapport aux roches moins résistantes (schistes). Les principaux reliefs sont donc des crêtes dissymétriques, avec un front abrupt à contre-pendage et un revers en pente à peine plus douce dans le sens du pendage. Des glacis d'érosion raccordent ces crêtes à des dépressions évidées dans les schistes, allongées en couloirs étroits dans le nord et le nord-ouest (fig.) mais élargies par contre au sud et au sud-est en véritables plaines intérieures. Les cartes géologique suivante, fig 6, 7 resume la géologie d'ougarta.

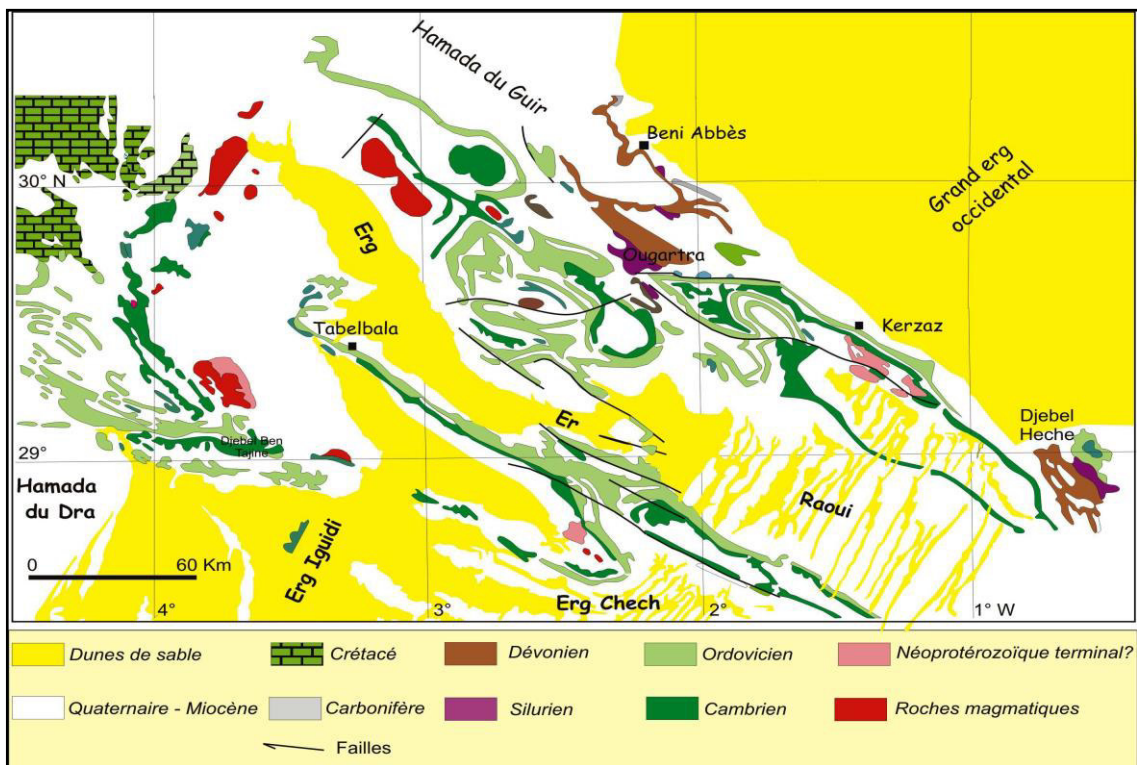


Figure 6 Carte géologique de monts de l'Ougarta Mekkaoui, (2013).

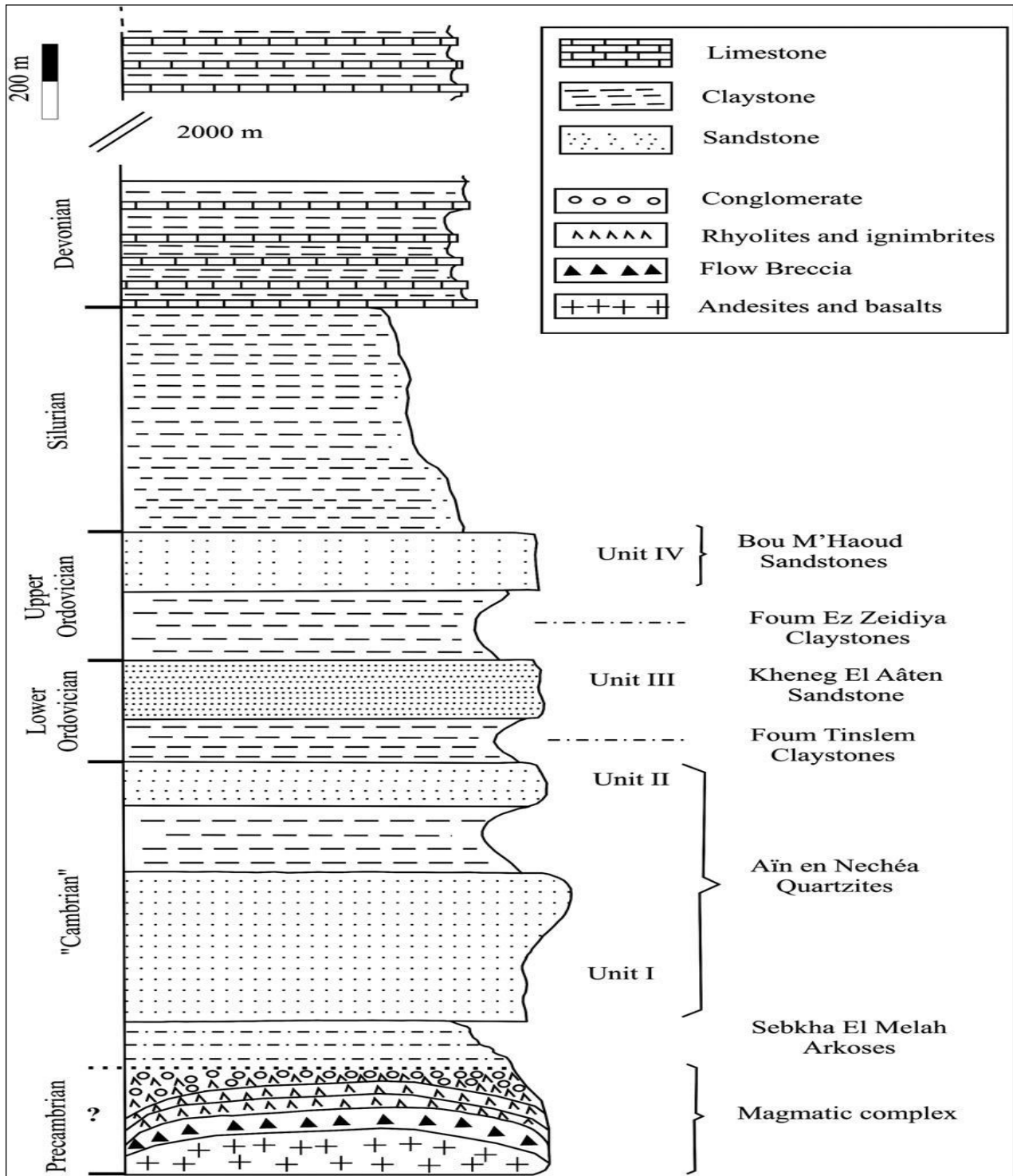


Figure 7 : Log stratigraphique synthétique de l'Ougarta. D'après Donzeau et al, (1971).

A blue graphic element resembling a scroll, with a vertical strip on the left side and rounded corners. The text is centered within the main horizontal area of the scroll.

CHAPITRE III
PETROGRAPHIE

CHAPITRE3 : PETROGRAPHIE :

3.1 : Pétrographie du magmatisme calcoalcalin de l'Ougarta :

3.1.1 : Description macroscopique du magmatisme calcoalcalin de l'ougarta :

Le magmatisme est constitué d'abord par un volcanisme basique qui se succède par des épisodes intermédiaires à acide et se résume comme suit :

- **Volcanisme basique à intermédiaire** : essentiellement connu dans l'Oued

Damrane, à Draïssa, à Kahal Tabelbala, à Oglat Beraber et à Sebkha el Melah ; il est

Constitué de basaltes, d'andésito-basaltes et d'andésites, photo3

- **Volcanisme acide** : remarquablement développé dans les Djebel de

Guettara, Bet Touaris et dans la structure de Boukbaïssat Il est soit à la

Périphérie des massifs basiques et constitue les fameuses ignimbrites de la région, soit en

Dômes soulignant les grandes fractures. Cette disposition est visible dans la partie S.W du

Damrane.photo2

Définition des Ignimbrites :

Une ignimbrite est une roche formée de débris de lave acide issus d'une nuée

Ardente et soudés avant leur refroidissement, mélangés à une matrice vitreuse. Elle a un aspect de pierre ponce. Elle est principalement de couleur gris foncé à gris-bleu. La notion « d'ignimbrite » est d'origine récente, le terme « ignimbrite » (du latin igni= feu et imber=pluie).

Les ignimbrites se forment principalement dans les éruptions explosives libérant des nuées ardentes (Paquereau-Lebti , 2006 ; Bull and McPhie, 2007). Elles ont la particularité de s'être mises en place à haute température ; les dépôts se sont donc soudés à chaud pour en faire une roche très compacte (contrairement aux dépôts de nuées ardentes plus couramment observés qui sont généralement friables à la main). Elles sont constituées de fragments de

Ponces dans une matrice de cendre plus fines comme leur emplacement se fait à chaud, les fragments de ponce sont encore chauds et déformables, ils s'étirent alors dans le sens de l'écoulement. Dans la roche on les retrouve sous forme de lentilles sombre appelées (flamme de l'Italien, fiamme) (Photo 1). Selon Sparks et al. (1973), une ignimbrite est une roche volcanique composée pour l'essentiel de fragments Juvéniles Vésicules (ponces et échardes de

verre) et qui montre les textures caractéristiques d'une mise en place par un mécanisme de type coulée pyroclastique (pyroclastique flow), ainsi que de fragments lithiques dérivés des parois du conduit ou arrachés au substratum lors de l'écoulement (Photo 1). Le terme de coulée pyroclastique est réservé pour décrire le phénomène actif lui-même, celui d'ignimbrite pour la roche en résultant.

Le dynamisme des ignimbrites :

Les éruptions se déroulent souvent selon une séquence d'activité au cours de laquelle

Se succèdent :

- Une phase Plinienne rejetant des projections ponceuses ;
- une phase marquée par l'expulsion de coulées pyroclastiques ;
- en fin une phase effusive produisant des laves (Sparks et *al.*, 1973).

L'enchaînement fréquent entre une éruption plinienne suivie d'une éruption

Ignimbritique suggère également l'existence d'un lien direct entre les deux mécanismes éruptifs, le changement de la dynamique éruptive est contrôlé par plusieurs facteurs dont le diamètre de l'événement, la vitesse des gaz ou encore la teneur en eau du magma (Wilson, 1976 ; Sparks et Wilson, 1976 ; Sparks et *al.*, 1978). Leur genèse doit donc être recherchée à travers d'autres mécanismes et parmi ceux-ci le débordement d'un magma relativement dense qui se dégaze à vitesse modérée et qui se répand comme le lait en ébullition s'épanche d'un récipient trop chauffé (Lacroix, 1930). Il est important de noter que le mécanisme de formation des ignimbrites par

Débordement sous basse pression d'un magma sursaturé en gaz est tout à fait compatible avec la théorie lavique de l'origine de certaines ignimbrites dites à structure continue (ignimbrites laves et ignimbrite flammées; Vincent, 1963).

-Définition des fiamme :

Le nom fiamme vient du mot italien pour les flammes. L'hypothèse de la genèse de ces dernières considère les fiammes comme des fragments pâteux de verre, ponce ou Obsidienne fondeuse, qui se seraient aplatis sous le poids des dépôts sous-jacents (Marshall, 1935 ; Bouladon et Jouravsky;1955 Ross et Smith 1961), la cause de ces structures est à rechercher dans un frottement particulièrement élevé qui oblige le magma à se vésiculer à un stade pyromagmatique très précoce.

Les bulles de gaz qui se séparent du bain sont immédiatement étirées et aplaties par le

Mouvement laminaire et le refroidissement induite par le dégazage rapide figera le bain en vitrophyre (in Chikhaoui, 1974).

Gibson et Tazieff (1967), soutiennent qu'au moment de l'éruption, l'ignimbrite contenait des inclusions de verre fondu, riche en gaz (donc très fluide) et non vésiculé. Au moment du dépôt et même sous une faible charge, les inclusions s'aplatissent, elles se vésicules après le dépôt et l'aplatissement.

Selon McBirney (1968), les fiamme seraient dues à des transformations postérieures à la mise en place, qui ont entraîné un abaissement du point de fusion et une refusions de certaines parties de la roche.

Les grandes surfaces couvertes par les dépôts ignimbritiques dans les monts d'Ougarta notamment dans la partie nord occidentale du faisceau de la Saoura. D'après Chikhaoui (1974), ces ignimbrites sont divisées en trois types de composition minéralogiques rhyolitiques à dacitiques comme suivant

- des ignimbrites flammées caractérisées par la présence des enclaves ou flammes.

Elles présentent une structure rubanée discontinue, leur texture pseudo-fluidale, elles ne comportent pas des phénocristaux de quartz et de feldspath ;

- des ignimbrites vitroclastiques caractérisées par leurs petites échardes ;

- des laves ignimbritiques caractérisées par l'absence des fiammes, elles sont très

Riches en phénocristaux, leur mésostase présente une structure ponceuse.

Les fragments lithiques sont représentés par des fragments de trachytes, d'andésites et

Par des morceaux de ponces plus au moins vacuolaires.

Les ignimbrites se trouvent aussi dans les Eglab et dans l'Anti-Atlas Marocain et Kared ;(2015)

a fait une étude comparative qui se résume comme suit :

D'une manière générale les ignimbrites de la région des Eglab, de l'Anti Atlas

Marocain et celles de la chaîne de l'Ougarta sont généralement constituées par les mêmes paragenèses minéralogiques avec la prédominance de plagioclase, les pourcentages sont plus ou moins vairés. La texture est toujours variée entre vitroclastique et felsitique à tendance fluidale et dans la plupart du temps ces roches portent des fragments lithiques différents selon l'encaissant.

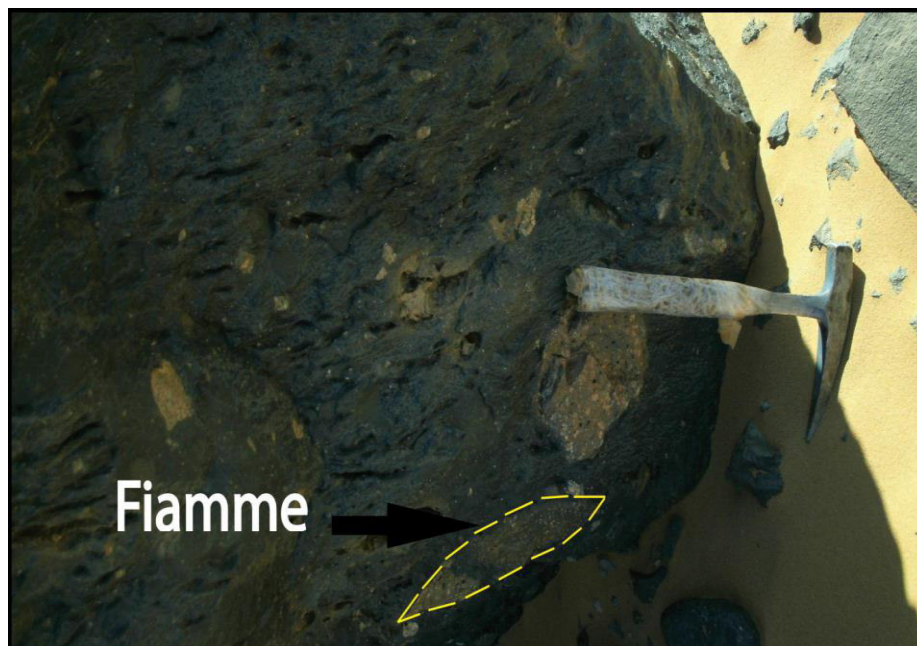


Photo1 D'une ignimbrite des Eglabs montrant une fiamme



Photo 2 D'une ignimbrite de l'Ougarta

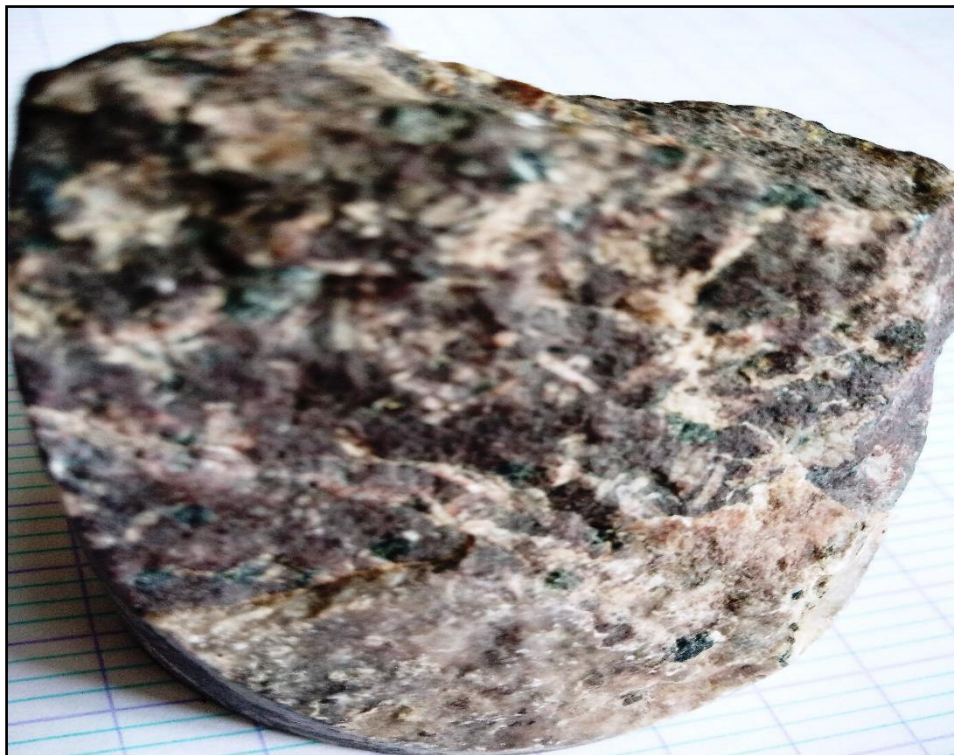


Photo 3 et 4 de l'Andésite de Damrane,(Ougarta).

Etude macroscopique des sections polies d'une ignimbrite et d'une andésite de l'Ougarta

La photo suivante présente une section polie d'une ignimbrite de l'Ougarta



photo d'une section polie d'une ignimbrite de l'Ougarta

L'aspect allongé et fusiforme des cristaux blanchâtre est bien visible.
les minéraux clairs sont entourés par une matière sombre et tous se trouvent au milieu d'une matrice rougeâtre
L'étude microscopique permet d'identifier la minéralogie

la deuxième photo est une section polie d'une andésite de Damarane (Ougarta)



Photo d'une section polie d'une andésite de Damarane (Ougarta)

Photo 5 et 6 de sections polies d'une ignimbrite et d'une Andésite de l'Ougarta.

Les minéraux visibles sont les plagioclases blanchâtres en baguettes cm et des pyroxènes globuleux noirâtres

3.1.2 : structure microscopique du magmatisme de l'ougarta :

-Les ignimbrites rubanées et à phénocristaux de Pl et Q corrodé.

La photo7 suivante montre, en lumière polarisée, une lame mince d'une ignimbrite à structure rubanée avec une structure fine à savoir vitro clastique et des phénocristaux de feldspath

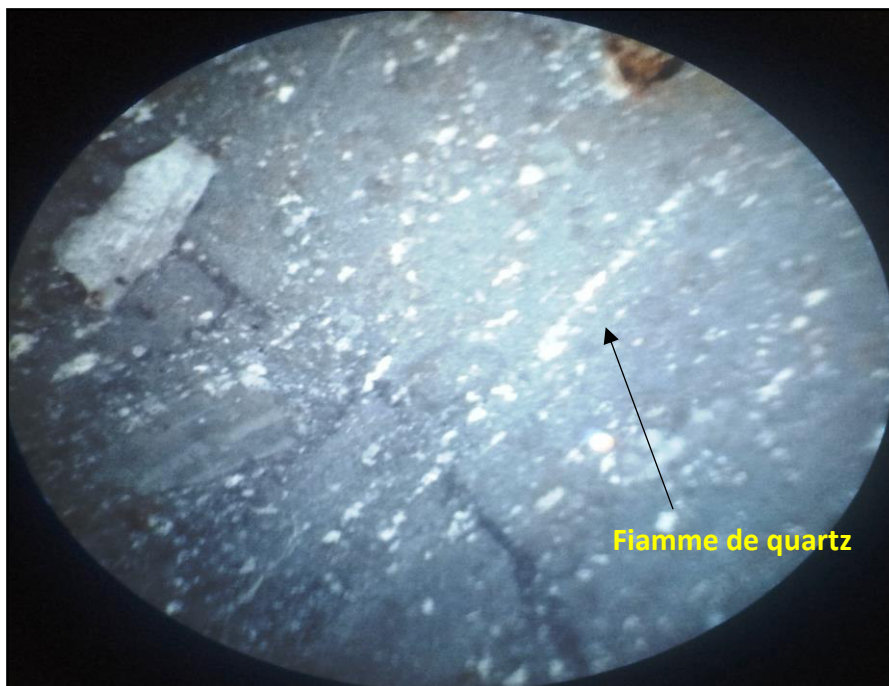
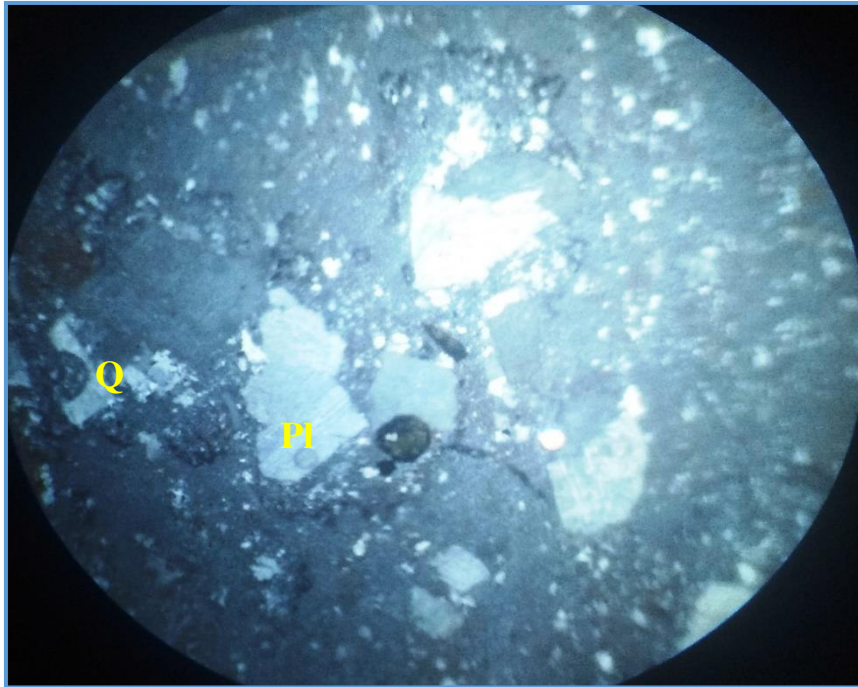


Photo 7 Fiamme de quartz observée dans une ignimbrite



La photo 8 suivante montre une ignimbrite à phénocristaux de plagio et quartz corrodé, Q(quartz), Pl(Plagioclase).

.1.3 : Description minéralogique et texturale des facies magmatiques de la chaîne panafricaine de l'Ougarta :

A) Le facies ignimbristique : L'étude au microscope polarisant a permis de déterminer la texture et la composition minéralogique du faciès ignimbristique qui sont comme suit :

La texture montre une structure rubanée avec des bandes quartzeuses et des bandes feldspathiques.

Les bandes quartzeuses sont recristallisées en des cristaux de quartz.

La mésostase présente un aspect fin felsitique, photos de lames minces 9 et 10 :



Photos n9 et 10 de lames minces d'ignimbrite de l'Ougarta montrant la texture et la Minéralogie.

La minéralogie : les minéraux qui composent le faciès ignimbritique sont les minéraux accessoires qui sont le zircon, l'apatite le sphène, et les minéraux opaques et les phénocristaux sont le quartz, le plagioclase (oligoclase), la biotite, l'amphibole, et le feldspath potassique (microcline et orthose) qui présente une inclusion de minéral en teintes vives qui peut être le zircon ? Et aussi ; Les minéraux secondaires qui sont le chlorite et les oxydes et la recristallisation des fiammes de quartz et une matrice felsitique composée de quartz, de feldspath et de produits d'altération. Au centre de la matrice des ferromagnésiens qui apparaissent très altérés en oxydes et qui peuvent être des micas et des inosilicates comme L'amphibole. Photo 11, 12,13 et 14.



Photo 11 les flammes de quartz qui se baignent dans une mésostase felsitique finement recristallisée.

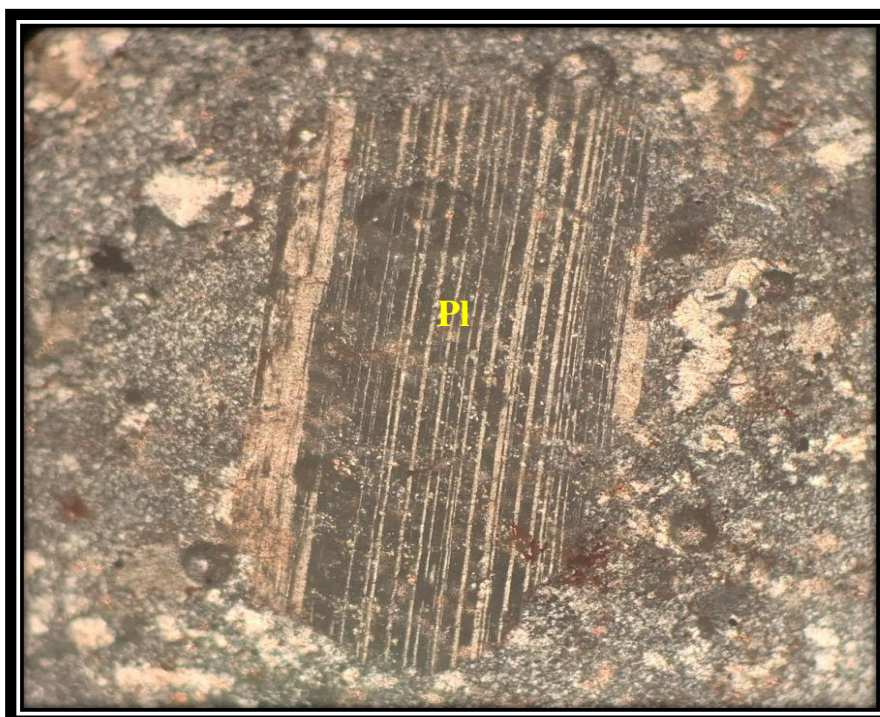


Photo 12 phénocrystal de plagioclase type oligoclase piégé par une matrice felsitique finement recristallisée.



Photo 13 Le feldspath potassique type Microcline(Mi) entouré par de flammes des quartz.



Photo 14 La titanite, (sphéne) observé en LpA

L'ordre de cristallisation des ignimbrites :

Les minéraux accessoires et les minéraux opaques → les ferromagnésiens (la biotite et l'amphibole) → les plagioclase → les Feldspaths potassiques → les Quartz → la mésostase et les altérations hydrothermales et les recristallisations.

B). L'andésite de Damrane :

La photo 15 montre une structure volcanique microlitique porphyrique avec des minéraux opaques, des plagioclases et des vacuoles remplies d'epidote et de chlorite.

Les minéraux opaques sont des ferrotitanées et les plagioclases des andésines

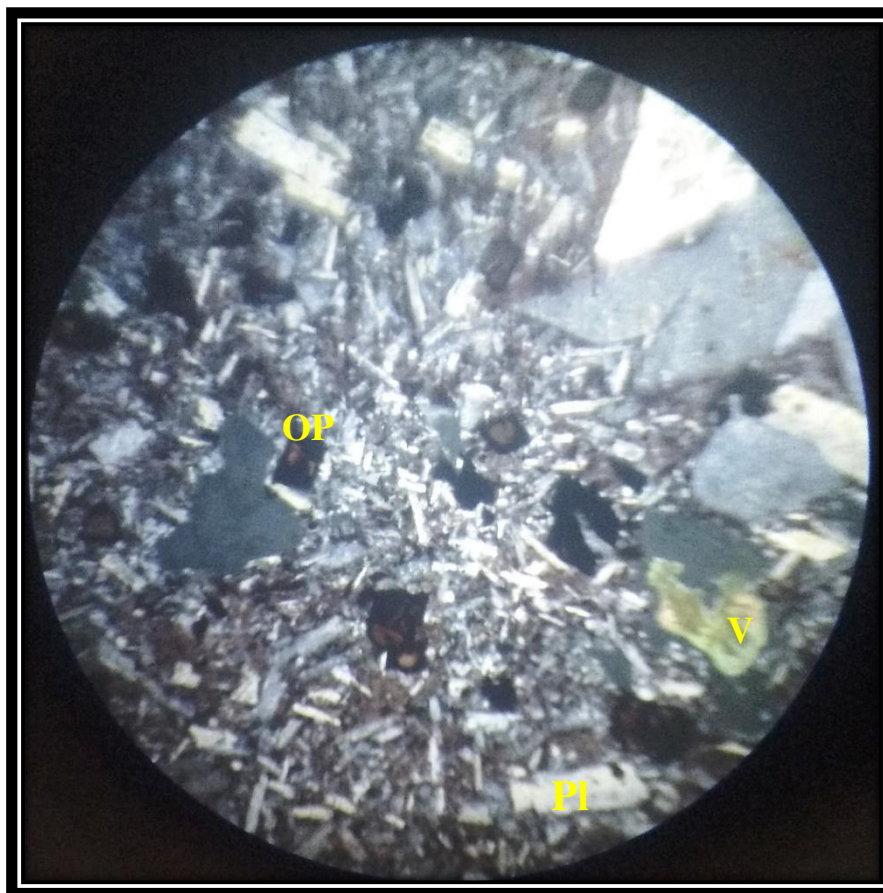


Photo 15 de lame mince de l'Andésite de Damrane: V, (vacuole), OP, (Opaque), Pl, (plagio).

Les faciès Andésitique

Le faciès andésitique révèle une texture microlitique porphyrique et vacuolaire ayant une constitution minéralogique qui est formée par du plagioclase (andesine), des minéraux ferromagnésiens (biotite, amphibole), des minéraux opaques et des minéraux accessoires.

La minéralogie est composée d'une mésostase microlitique avec de petites baguettes de plagioclase (andesine) et des minéraux opaques. Des altérations en produits verdâtres envahissent les vacuoles du faciès et qui pourraient correspondre aux épidotes et chlorites fréquents dans les paléo andésites.

Les phénocristaux sont les plagioclases qui leurs déterminations par la méthode de la mâcle perpendiculaire à g_1 et la projection des angles d'extinction sur l'abaque expérimentale donnent des valeurs correspondantes aux andésines. Des filonnets de quartz traversent les faciès.

3.1.4 : Les phénomènes post Magmatiques :

Les phénomènes secondaires tels que la circulation hydrothermale affecte les faciès dans les vacuoles et dans les fissures en des produits secondaires qui sont le quartz, la chlorite, l'épidote et les oxydes de fer. De point de vue microtectonique, des microfailles secondaires affectent l'ensemble du faciès et sont postérieures à la mise en place du magmatisme antecambrien de la chaîne de l'Ougarta (sud ouest du sahara algérienne).

Il faut joindre les photos des lames. Photo 16 d'une microfaille remplie de produits secondaires dans l'andésite de Damrane

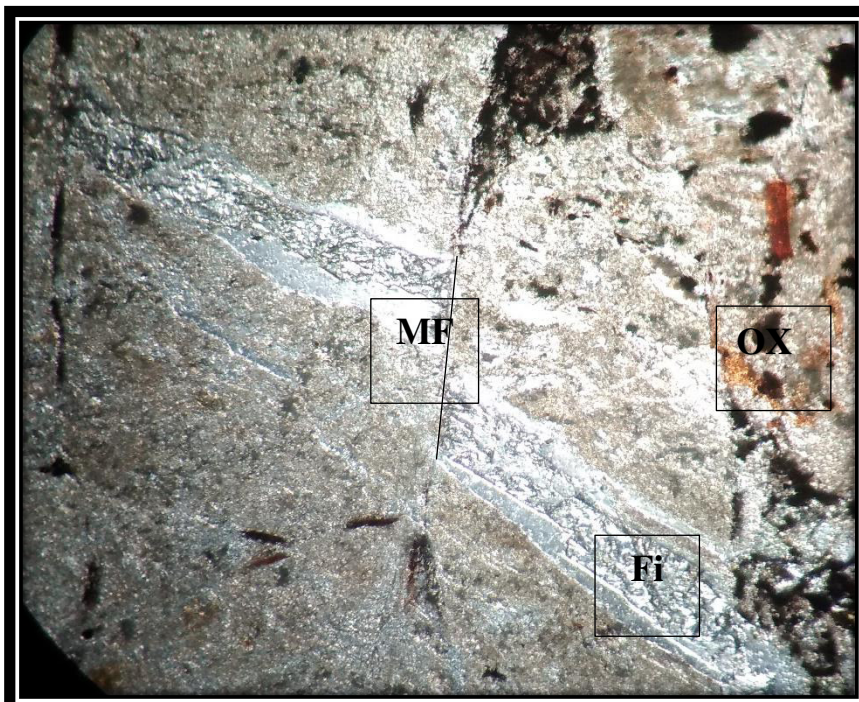


Photo 16 d'une microfaille affectant un filonnet rempli de produits secondaires dans l'andésite de Damrane. MF micro-faille, Fi: filonnet de silice, Ox: oxyde.

3.1.5 : Pétrographie comparative du magmatisme infracambrien de l'Ougarta, des Eglabs, du Hoggar et de l'AntiAtlas marocain. Dans l'Ougarta :

Les grandes surfaces couvertes par les dépôts ignimbrtiques dans les monts d'Ougarta notamment dans la partie nord occidentale du faisceau de la Saoura, d'après Chikhaoui (1974), sont divisées en trois types de composition minéralogiques

Rhyolitiques à dacitiques comme suivant :

- **des ignimbrites flammées caractérisées** par la présence des enclaves ou flammes.

Elles présentent une structure rubanée discontinue, leur texture pseudo-fluidale, elles ne comportent pas des phénocristaux de quartz et de feldspath ;

- **des ignimbrites vitroclastiques** caractérisées par leurs petites échardes ;

- **des laves ignimbrtiques caractérisées par l'absence des flammes**, elles sont très riches en phénocristaux, leur mésostase présente une structure ponceuse. Les fragments lithiques sont représentés par des fragments de trachytes, d'andésites et par des morceaux de ponces plus au moins vacuolaires.

Dans la région des Eglab les dépôts ignimbrtiques occupent la partie sommitale du monticule Guelb El Atrous (partie Nord-Ouest de la région de Guelb El Hadid); ces ignimbrites comportent des enclaves de monzogranite et de dolérite. Ce sont des ignimbrites flammées où la matrice cendreuse est riche en cristaux libres de feldspath plagioclase et de quartz. Il existe aussi des ignimbrites vitroclastiques dont les petites échardes sont présentées mais leur détermination est souvent un peu difficile.

Les principales caractéristiques pétrographiques des faciès ignimbrtiques rencontrés dans la région des Eglab, sont dacitiques et rhyolitiques.

Dans l'Anti Atlas Marocain. La paragenèse des ignimbrites est extrêmement simple et se résume, selon les faciès, à deux ou trois constituants exprimés en phénocristaux : quartz, plagioclase, feldspath alcalin et oxydes de fer ; associés à des minéraux secondaires et à des fragments de roches ; comme c'est souvent le cas dans la chaîne de l'Ougarta et le monticule Guelb El Atrous (Eglab). Selon Baouch, (1984) les ignimbrites de cette région sont

généralement Rhyodacitiques à Rhyolitiques. Les enclaves sont présentes dans ce faciès et selon leur morphologie ainsi que par leur composition on distingue trois types :

- Les enclaves holo-feldspathiques ; ces fragments sont constitués uniquement de plagioclase en microlithes ou en phénocristaux enrobés dans une gangue d'oxyde de fer.
- Les enclaves d'ancien verre de forme allongée parfois gonflées dans leur partie centrale.
- Et en fin des enclaves granodioritiques.

Les échardes de verre sont de teinte rouge, bien tassées et à cloisons épaisses (0.1 mm).

Leur tassement ainsi que leur moulage autour des phénocristaux et des fragments donnent à ce faciès un caractère pseudo-fluidale. La mésostase montre une belle texture vitroclastique bien Conservée dans la plupart des échantillons

D'une manière générale les ignimbrites de la région des Eglab, de l'Anti Atlas Marocain et celles de la chaîne de l'Ougarta sont généralement constituées par les mêmes paragenèses minéralogiques avec la prédominance de plagioclase, les pourcentages sont plus ou moins variés (Tableau). La texture est toujours variée entre vitro clastique et felsitique à tendance fluidale et dans la plupart du temps ces roches portent des fragments lithiques différents selon l'encaissant.

Le Hoggar : Cadre géologique générale :

Le bouclier touareg est constitué, dans son ensemble, de trois massifs; le Hoggar algérien est le plus important avec 500.000 km² de superficie et se prolonge au sud par deux promontoires, l'Adrar des Iforas au Mali et l'Air au Niger.

Suite à un événement panafricain (vers 600 ± 30 Ma .) , le Hoggar est débité par de grands décrochements nord-sud d'échelle continentale (Caby, 1968). C'est à cette période qu'on doit la restructuration actuelle de ce bouclier. Les grands décrochements 4 °50` et 8 °30` lui confèrent un aspect morcelé et le séparent en trois grands domaines allongés N-S (Bertrand et Caby, 1978), qui se différencient totalement sur le plan géologique que ce soit par la lithologie, la structure, le métamorphisme ou par l'évolution magmatique. Ces trois domaines se résument comme suit d'Est en Ouest :

-Le Hoggar oriental :

Il s'est stabilisé lors d'un stade précoce de l'épisode panafricain. Il est peu étudié du point de vue géologique.

- Le Hoggar central dit polycyclique :

Il est composé de gneiss éburnéens, réactivés et intrudés par de nombreux granitoïdes au cours de l'orogénèse panafricaine.

- Le Hoggar occidental ou la chaîne pharusienne

Il est limité du craton ouest africain (COA) par la ligne de suture qui le borde dans sa partie ouest, et à l'est par l'accident 4°50'. Il est séparé en deux rameaux d'âge protérozoïque supérieur par le terrane « In Ouzzal », qui est d'âge Archéen. Dans l'Ahaggar nord-occidental, il a été mis en évidence, dans le précambrien supérieur, des séries volcano-sédimentaires connues sous le nom de "Séries Vertes" qui sont principalement formées de grauwackes, tufs, brèches volcaniques, conglomérats et laves (Caby, 1983), ces terrain sont plissés et fortement métamorphisés.

Il a été également mis en évidence une série pourprée qui représente les premiers terrains discordants sur les formations métamorphiques et granitisées du N-W de l'Ahaggar (série verte)

(Caby, 1983). Cette série est caractérisée par la monotonie du faciès grauwacke ou arkose, reflétant

la nature de la chaîne pharusienne qui fournit la totalité du matériel et attestant le caractère de molasse de ces formations.

La série pourprée est associée à une activité magmatique tardif à post-tectonique en Ahaggar. Dans les zones bordières fracturées des grabens, les traces d'un volcanisme syn-sédimentaire sont fréquentes. Dans les zones stables (Môle In Ouzzal), les dépôts réduits tabulaires sont accompagnés par la mise en place d'importants complexes acides : **nappes d'ignimbrites rhyolitiques (Caby, 1983).**

- Minéralogie et géochimie comparatives :

De point de vue minéralogique et géochimique, les roches de Boukaïs présentent des similitudes avec celles de l'Ougarta et du Hoggar. La composition des clinopyroxènes est la même, il s'agit d'une augite relativement riche en titane et pauvre en alumine.

- Considérations géodynamiques et géochronologiques:

Peucat et al., (2005), la série magmatique de Guelb el Hadid, serait liée à une manifestation post-orogénique de relaxation distensif à 2.07 Ga. Selon Chikhaoui (1974), Le volcanisme acide ignimbritique des monts d'Ougarta d'âge précambrien terminal, classiquement attribuées à « l'Infracambrien », présente des analogies certaines avec le volcanisme du même type du précambrien III du Maroc. Il est lié aux phases ultimes de l'orogénèse pharusienne ou plus généralement de l'événement thermotectonique panafricain. A noter que ces trois types

ignimbritiques sont post collisionels, avec des âges différents, par ailleurs les ignimbrites des Eglab sont plus anciennes que celles de l'Ougarta et de l'Anti Atlas Marocain.

- Conclusion à l'étude comparative :

D'après la comparaison des ignimbrites des Eglab avec celles de la chaîne de l'Ougarta de l'Anti Atlas marocain et du Hoggar, nous constatons qu'il y a des similitudes entre elles.

Ces ignimbrites sont généralement rhyolitiques, rhyodacitiques et dacitiques presque dans les quatre domaines, la texture est variée entre vitroclastique et felsitique à tendance fluidale. Elles comportent différents types d'enclaves et de fiammes. Toutes les ignimbrites comparées avec celles de notre secteur d'étude sont postcollisionels, liés à l'orogénèse panafricaine, pour celles des monts d'Ougarta et celles de l'Anti-Atlas marocain et à l'orogénèse éburnéenne pour celles des Eglabs.

A blue graphic element resembling a scroll, with a vertical strip on the left side and a horizontal strip on the right side, both with rounded ends. The text is centered on the horizontal strip.

CHAPITRE IV
GEOCHIMIE

Chapitre 4 : Géochimie

Les éléments majeurs des ignimbrites :

Djebel BET TOUAHRIS.

Pour les analyses chimiques des ignimbrites de l'Ougarta un certain nombre a été effectué par Chikhaoui sur les roches totales avec les normes CIPW dans le tableau 1 ci-dessous et donne les pourcentages des teneurs en poids d'oxydes des éléments majeurs avec du SiO₂ >70% et en Alumine entre 12 % et 14% et en oxydes de fer entre 1,19% et 2% et le TiO₂ avec pourcentage inférieur à 1%, et le K₂O variant entre 5% et 8% indiquant un volcanisme acide à tendance potassique.

N°	DZ1	DZ2	DZ3	DZ4	DZ5	3,00
SiO ₂	75,92	73,37	73,83	73,37	74,40	3,00
Al ₂ O ₃	11,94	13,68	13,32	14,42	12,52	3,00
Fe ₂ O ₃	1,39	1,98	1,59	1,59	1,69	3,00
Mno	0,03	0,04	0,03	0,08	0,05	3,00
MgO	0,10	traces	0,10	0,10	0,10	3,00
CaO	traces	0,20	traces	0,10	0,10	3,00
Na ₂ O	1,85	4,16	4,05	3,80	4,02	3,00
K ₂ O	7,59	5,67	5,89	5,65	5,02	3,00
TiO ₂	0,24	0,20	0,12	0,12	0,10	3,00
P ₂ O ₅	0,04	0,05	0,04	0,03	0,06	3,00
P.F	0,50	0,85	0,63	0,58	0,67	3,00
H ₂ O+						3,00
H ₂ O-						3,00
Total	99,60	100,20	99,60	99,84	98,73	3,00
FeO	0,12	0,07	0,13	0,16	0,12	3,00
Q	36,24	27,24	27,83	29,56	32,20	3,00
Or	45,25	33,71	35,16	33,65	30,20	3,00
Ab	15,79	35,42	34,62	33,40	34,69	3,00
An	0,03	0,78	0,03	0,33	0,17	3,00
Cor.	0,67	0,44	0,27	1,95	0,42	3,00
Cpx						3,00
Opx	0,25	0,12	0,25	0,25	0,25	3,00
Ap.	0,09	0,11	0,09	0,08	0,13	3,00
Op.	1,59	2,16	1,75	1,79	1,87	3,00
Div.	0,07 [®]	0,08 [®]				3,00
An%	0,18	2,00	0,08	1,02	0,49	3,00
P	l	l	l	l	l	3,00
q	(3)4	4,00	4,00	4,00	4,00	3,00
r	1	1,00	1,00	1,00	1,00	3,00
S	2,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00

Tab,1 : tableau des analyses chimiques des éléments majeurs

Comportement des éléments chimique

Le comportement des éléments majeurs et traces parmi les roches, proposée par Chikhaoui sur le volcanisme de Damrane, ont révélé a de forte croissance en teneurs au niveau de SiO_2 compris entre 70% à 75% qu'implique une signature géochimique de domaine de roches saturés donc acides, la teneur en SiO_2 détermine le caractère acide ou basique d'une roche magmatique. La roche est considérée acides ayant le% de saturation en SiO_2 entre 66% ou plus en poids de silice ce qu'est compatible dans ce cas.

Par contre au niveau de l'Alumine (Al_2O_3), les valeurs varient entre 11% à 14% ce qui montre l'existence des alcalin tels que feldspath.

L'enrichissement en K_2O implique l'existence de la biotite et l'abondance du feldspath potassique.

Les teneurs en MgO , CaO , MnO , TiO_2 sont très faibles car principalement utilisées par les deux phases ferromagnésiens (biotite, Amphibole) sont beaucoup plus ferrifères que magnésienne ou calcique. Le FeO rentre principalement dans l'amphibole, la biotite, la biotite, magnétite, l'ilménite. Quant aux volcanites de Damrane, le liquide primitif avec ses faibles teneurs en TiO_2 et Fe_2O_3 se rapproche du liquide expérimental généré par la fusion partielle d'une péridotite appauvrie.

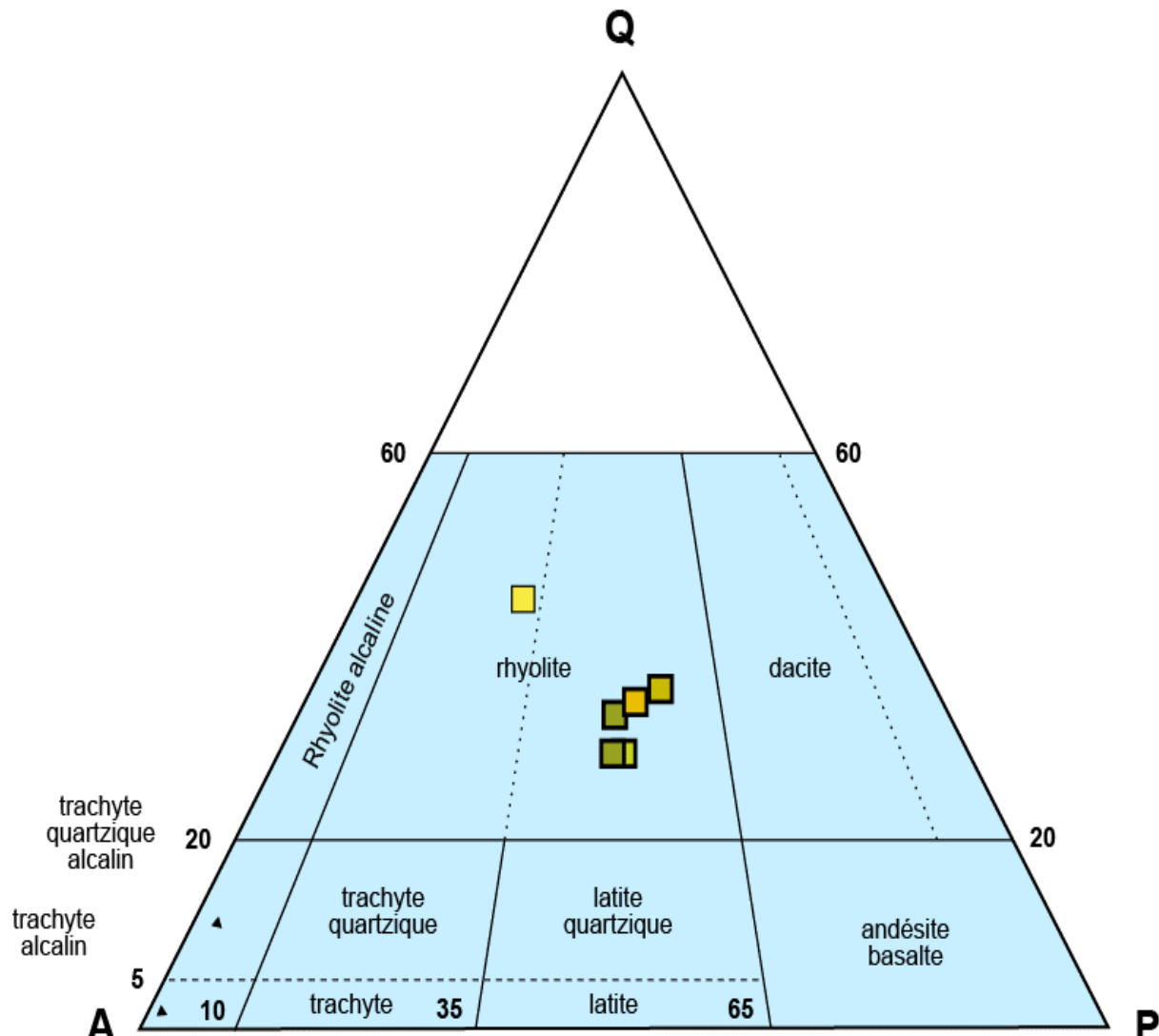


Figure 1 Diagramme de streckeisen,(1976),pour les roches volcaniques

Le K varie entre 4,92 et 7,59 pour des % en SiO₂ varie entre 65,92 et 73,37 % ce qui indiquent ne série fortement potassique. Grâce au analyses des roches effectuée par Chikhaoui sur le volcanisme de Damrane c'était possibles de nous servir de ses analyses pour le positionnement dans le diagramme de Streckeisen proposé pour les roches volcaniques qui consiste en pourcentage estimatifs de minéraux, tels que, quartz, feldspaths, et Plagioclase, d'après le diagramme les ignimbrites de notre secteur d'études sont Co génétique issue d'une série rhyolitique.

	Ba	Sr
Ensemble des roches acides des monts d'Ougarta	1168	120
Djebel Bet Touahris	1204	77
Djebel Bou Kbaissat	1918	123
Djebel Gutettara et col Robert	1724	85
Djebel Ben Tadjine	1825	195
Chili (a) Ryolites	650	100
Rhyodacites	580	180
Italie-Mte Cimino (b)	965	364
Italie-Mte Amiata (b)	521	310
Italie-San Vincenzo (b)	356	170
Italie -Roccastrada (b)	134	66
Nouvelle- Zélande (c)	870	125
Moyenne de Granites (d)	600	285
Moyenne de Granodiorites	500	440

Tab,2 : teneurs moyennes en éléments traces(Ppm) comparaison entre les monts de l'ougarta et d'autres provinces ignimbrites et granitiques.

D'après le tableau les éléments incompatibles à grand rayon ionique et charge faibles ce sont alcalins (K, Rb et Cs) et les alcalino terreux (Ba, Sr). Ces éléments tendent à augmenter dans le liquide au cours de la différenciation, ce pour cela que les ignimbrites rhyolitiques de l'ougarta ont des concentrations élevées en (Ba, Sr) par rapport à ceux des autres localités présenté dans le tableau ci-dessous.

Le baryum Ba rentre dans la composition des trois (3) minéraux principaux biotite, Orthose et plagioclase largement représenté dans notre secteur d'études. Le Ba varie entre 1918 et 1168 ppm dans le secteur de l'Ougarta et entre 134 et 965 ppm dans les autres localités de tableau comparatif. Le Sr varie entre 195 et 77 ppm dans l'Ougarta et entre 66 et 440 ppm dans les autres localités dans le tableau comparatif.

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI
SiO ₂	74,38	71,55	69,87	73,85	74,22	73,07	72,77	73,59	74,06	76,3	74,43
Al ₂ O ₃	11,16	13,27	14,27	13,55	13,27	13,5	13,23	14,74	13,78	13,1	12,34
Fe ₂ O ₃	3,40	4,36	3,46	2,92	2,9	1,68	1,78	0,72	1,74	1,19	1,95
Mno		0,12	0,07	0,05	0,05	0,05	0,05		0,04		0,05
MgO	0,55	0,22	1,22	0,3	0,28	0,49	0,34	0,2	0,48	0,2	0,16
CaO	0,87	0,61	1,6	1,53	1,59	1,55	1,23	0,08	0,63	0,71	0,58
Na ₂ O	1,75	4,39	3,41	3,71	4,24	3,61	2,48	2,01	2,42	3,74	3,59
K ₂ O	P,	4,35	3,64	3,7	6,18	4,21	5	6,79	5,17	4,69	5,43
TiO ₂		0,43	0,35	0,23	0,28	0,24	0,18		0,3	0,09	0,25
P ₂ O ₅		0,14	0,07	0,05	0,05	0,07	0,18				0,05
FeO	1,59	1,3	1,16	0,6	0,92	0,31			0,95		0,19
	A	B	C	D	D	E	F	G	H	I	

Tab, 3 : Analyses chimiques des éléments majeurs des ignimbrites de l'Ougarta (XI) comparés à des ignimbrites des autres provinces de tableau ci-dessous.

I / Maroc (ignimbrites) ; II/Tibesti(ignimbrites) ; III/URSS(ignimbrites) ; IV/Nouvel Zélande (ignimbrites) ; V/Nouvel Zélande (rhyolite)VI/Chili (ignimbrites) ; VII/ Roccastrada ; VIII/Bas limousin (ignimbrites + cendre volcanique) ; IX Rouergue (roche métamorphique) ; X/ Australie (Granite) ; XI Monts d'Ougarta.

Les variations en SiO₂ fluctuent entre 74,43% (Ougarta) et 69,77 (URSS).

K₂O fluctuent entre 5,43 % (Ougarta) et 1,74 % (Maroc).

FeO fluctuent entre 0,19% (Ougarta) et 1,59% (Maroc).

Mn fluctuent 0,05% (Ougarta) et 0% (MAROC).

AL₂O₃ fluctuent 12,34 % (Ougarta) et 11,16% (Maroc). Na₂O fluctuent 3,59% (Ougarta) et 1,75% (Maroc).

TiO₂ fluctuent été inférieur à 1% pour toutes localité.

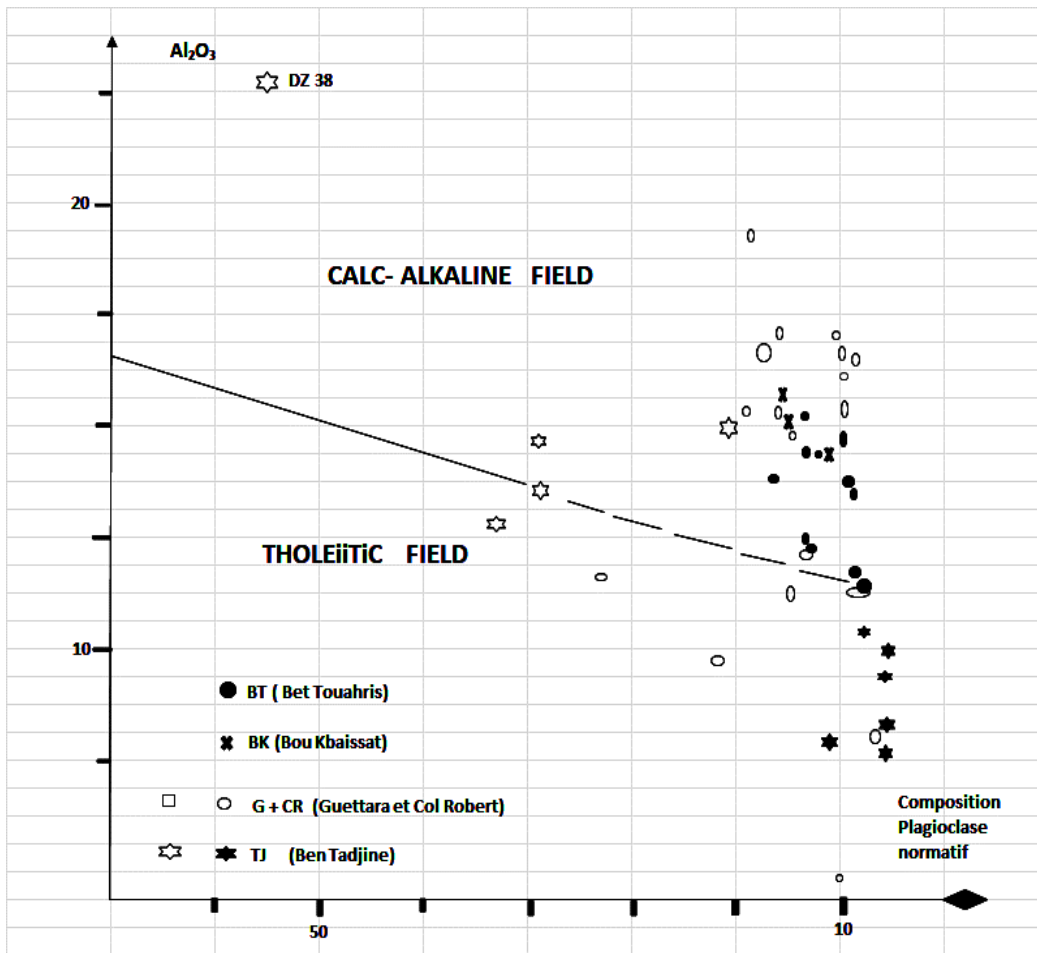


Figure 10 : Diagramme 1 discriminatif des ignimbrites de l’Ougarta. (Chikhaoui,1974).

Significations des symboles :

Points, ceroles blancs, croix, étoiles noires- Ignimbrites, carré blanc – Trachyandésite (Guettara) étoiles blanches- Andésite et Basaltes doléritiques.

Diagramme 1 discriminatif des ignimbrites de l’Ougarta. (Chikhaoui,1974).

Quant aux volcanites de Damrane, encaissant le réseau filonien doléritique, elles ont des Compositions basiques à acides avec des concentrations en SiO₂ allant de 47.57 à 77.41%. Les différents diagrammes de variation montrent que l’ensemble des Échantillons se distribue selon une tendance cohérente compatible avec leur appartenance à une même série magmatique. L’évolution se traduit par des corrélations positives entre Ni, Cr et MgO montrant de toute évidence la cristallisation précoce de Mg-Al-chromite (voir minéralogie) et d’olivine puis avec la baisse des teneurs en MgO corrélée à la baisse de celles du CaO, Fe₂O₃, TiO₂, Al₂O₃ et Sr apparaît le clinopyroxène, le plagioclase et les oxydes ferrotitanés

(Ici titanomagnétite) une même série magmatique. L'évolution se traduit par des corrélations positives entre Ni, Cr et MgO montrant de toute évidence la cristallisation précoce de Mg-Al-chromite (voir minéralogie) et d'olivine puis avec la baisse des teneurs en MgO corrélée à la baisse de celles du CaO, Fe₂O₃, TiO₂, Al₂O₃ et Sr apparaît le clinopyroxène, le plagioclase et les oxydes ferrotitanés.

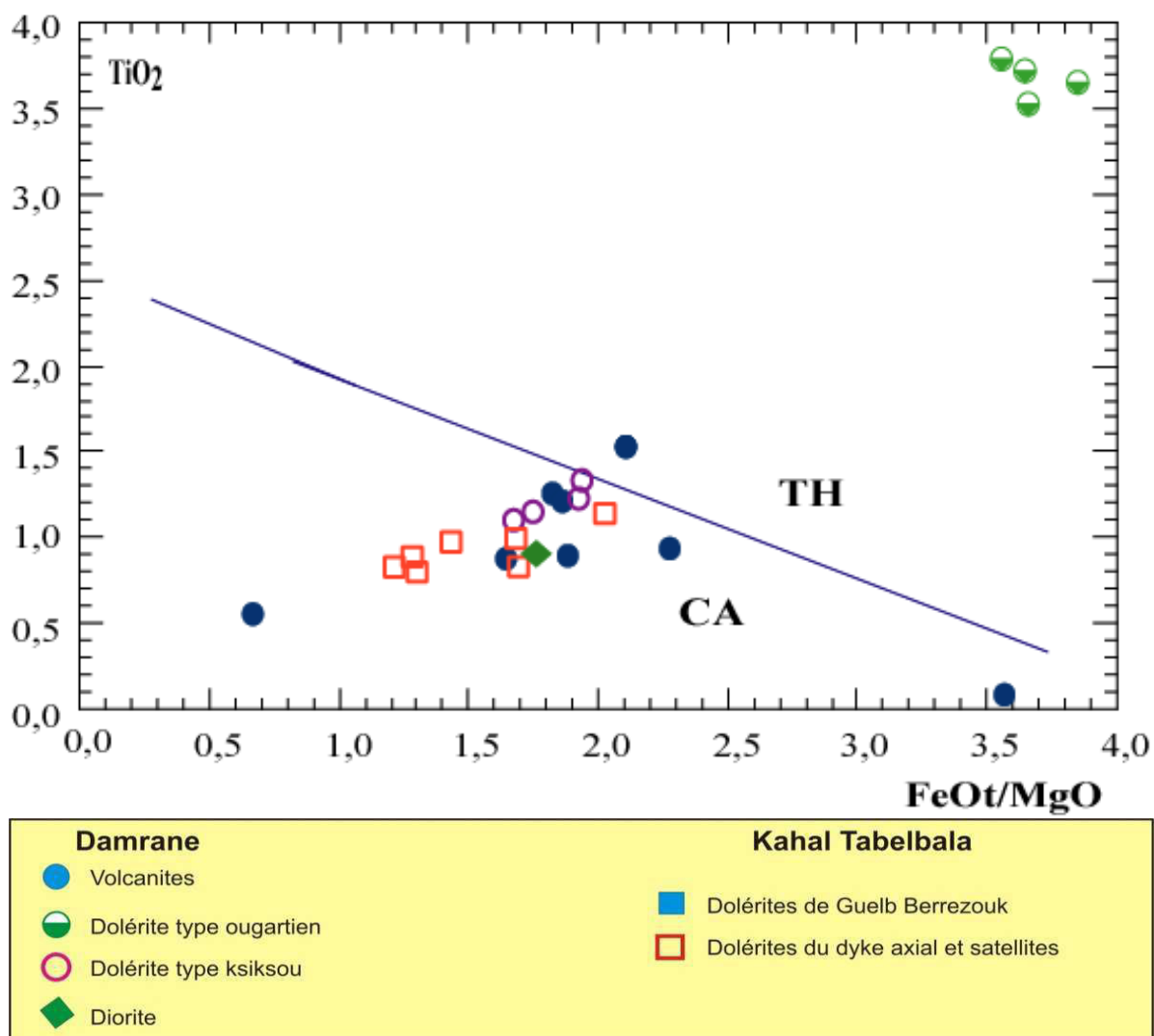


Figure 2 Diagramme 2 : du volcanisme basique de Damrane et de Tabelbala FeO/MgO en fonction de TiO₂ de Masahiko (1974).

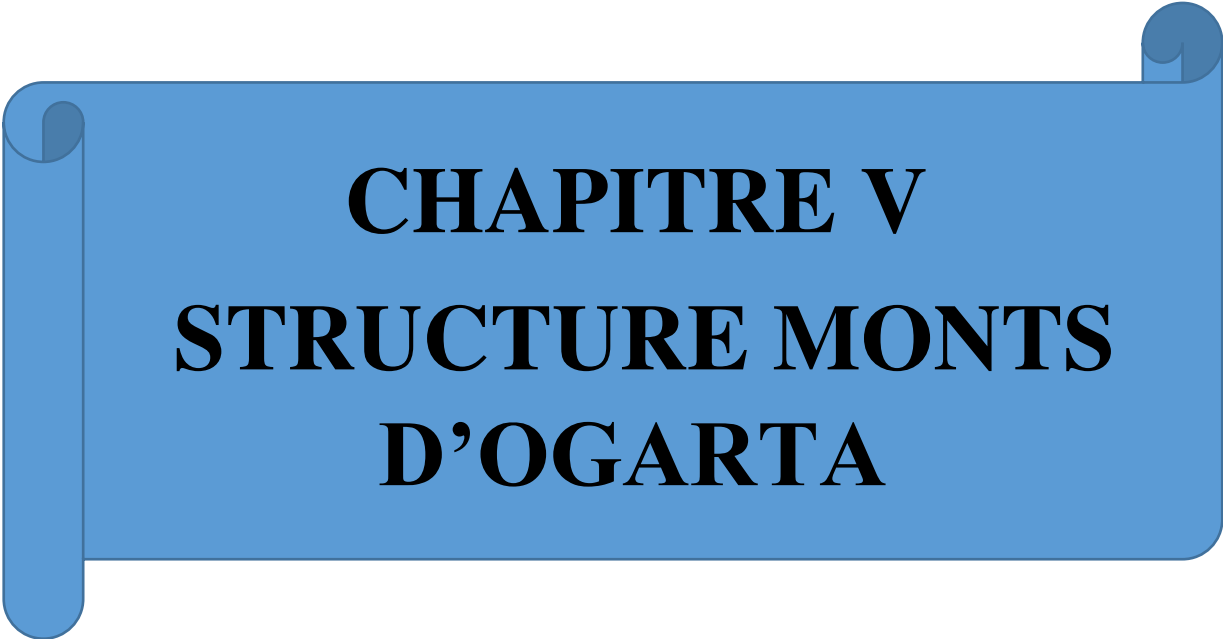
En conclusion : à l'étude géochimique il est important de retenir les faits suivant :

a) les ignimbrites de l'Ougarta seraient liées à un évènement magmatique calcoalcalin post collisionnel durant l'orogénèse panafricaine.

b) les volcanites de Damrane auxquelles on rattache les andésites seraient aussi calcoalcalines post collisionnel et chronologiquement pourraient précéder les manifestations volcaniques ignimbritiques de type Ougartien. Les basaltes de Damrane, avec les diorites, d'après Mekkaoui, (2015) forment une série magmatique calcoalcaline d'âge probablement dévonien (390 Ma) et qui est régie par la cristallisation fractionnée d'un magma saturé en silice. Ce magma dériverait de la fusion partielle d'un manteau lithosphérique appauvri dans le domaine de stabilité du spinelle (jusqu'à 15 % de fusion partielle d'une harzburgite à spinelle), avec une participation de la croûte continentale

Non négligeable. Une deuxième hypothèse suggèrerait une source de type manteau subcontinental enrichi par des sédiments ou de fragments lithosphériques réinjectés en relation avec des évènements de subduction anciens.

Les ignimbrites de l'Ougarta se positionnent dans le champ de rhyolites dans le diagramme de streckeisen ;(1976), par contre celle des Eglabs se positionne dans le champ de dacite d'après Kared ;(2015).

A blue graphic element resembling a scroll, with rounded corners and a vertical strip on the left side that looks like the edge of a page. The text is centered within the main body of the scroll.

CHAPITRE V
STRUCTURE MONTS
D'OGARTA

CHAPITRE 5 : Structure des Monts d'Ougarta

Structure des monts de l'Ougarta

La position des monts de l'ougarta entre le bouclier Touareg et le WAC lui spécifie une structure bien visible durant l'orogénèse hercynienne avec un paléozoïque déformée et selon Chikhaoui 1974 :Trois types de déformations définissent les traits structuraux des Chaînes d'Ougarta (M. DONZEAU,1971-1972-1974).- Une déformation souple suivi une période de subsidence de la "fosse Ougartienne" et a donné naissance à des plis coiffés à grand rayon de courbure auxquels est lié un système de diaclases longitudinales et transversales. Deux directions de plissement ont été mises en évidence: NW-SE et, localement dominante, une direction sensiblement E-W. Elles s'accompagnent, dans les noyaux volcaniques précambriens, d'une schistosité de fracture naissante, qui leur est parallèle.-Des flexures étroites et allongées- généralement de direction NW-SE - s'associent à des Kingbands. Ces structures sont dues au rejeu, pendant et après le plissement, de grandes fractures du socle Ougartien précambrien. •-Des joints conjugués cisailant sont le résultat d'un serrage lié au dernier rejeu des grandes cassures et aux derniers mouvements de l'orogénèse hercynienne. La position des Monts d'Ougarta au sein de la plateforme africaine et en bordure de craton contrôle leur style structural (notamment le contrôle des structures par les grandes fractures du socle), leur position par rapport à la chaîne hercynienne, permettent de les comparer aux édifices du type aulacogène tels que les a définis SHATSKY(1955) (cf. FABRE, 1969; DONZEAU, 1971-1974; COLLOMB etDONZEAU,1974). En conclusion, l'aulacogène d'Ougarta, oblique par rapport au craton ouest-africain et au bouclier Targui, est guidé par les bordures des deux cratons constituant la super plateforme saharienne. (DONZEAU, 1974, inédit; COLLOMB et DONZEAU, 1974) . La coupe suivante de Boukbaibassat illustre les déformations principales de l'Ougart

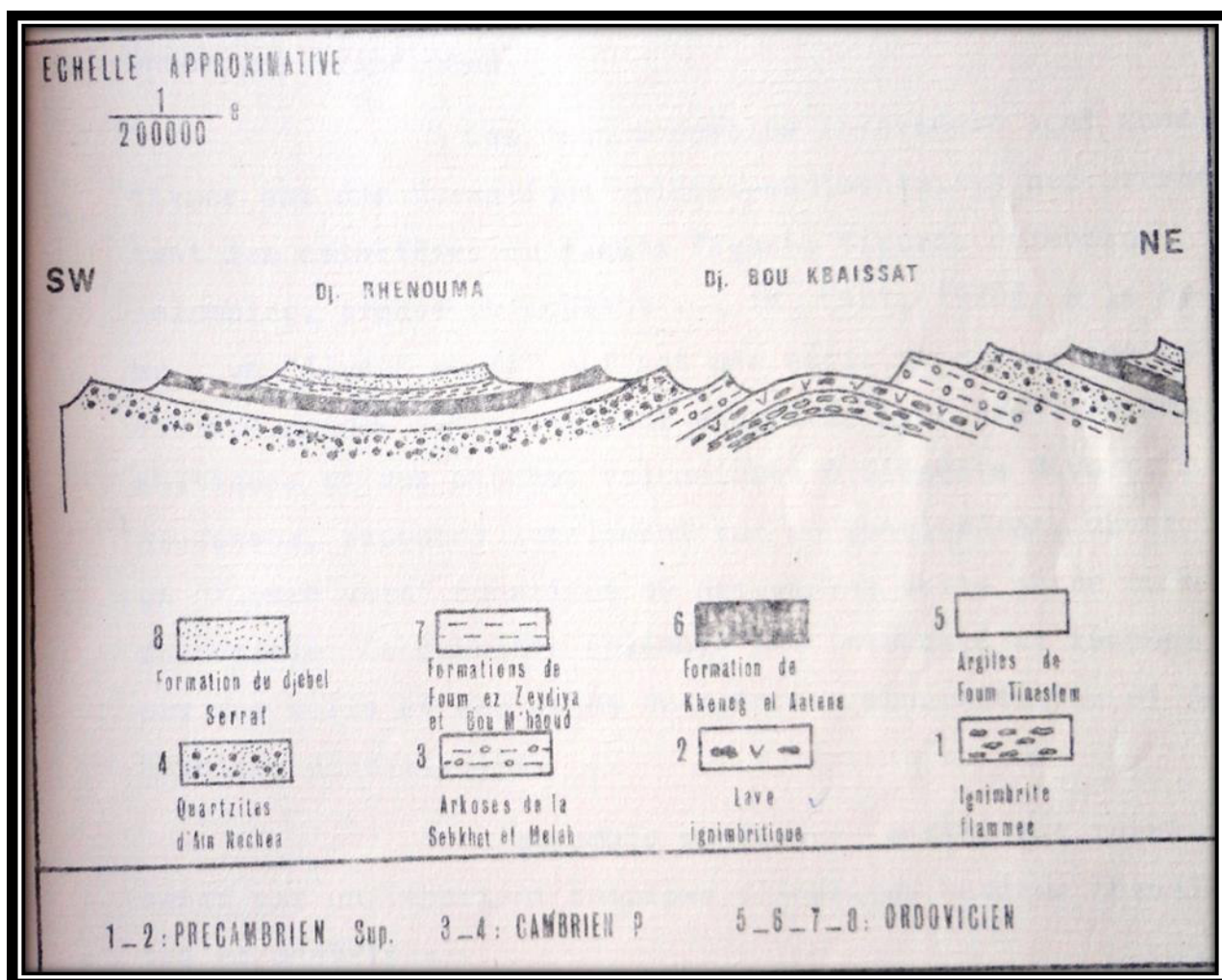
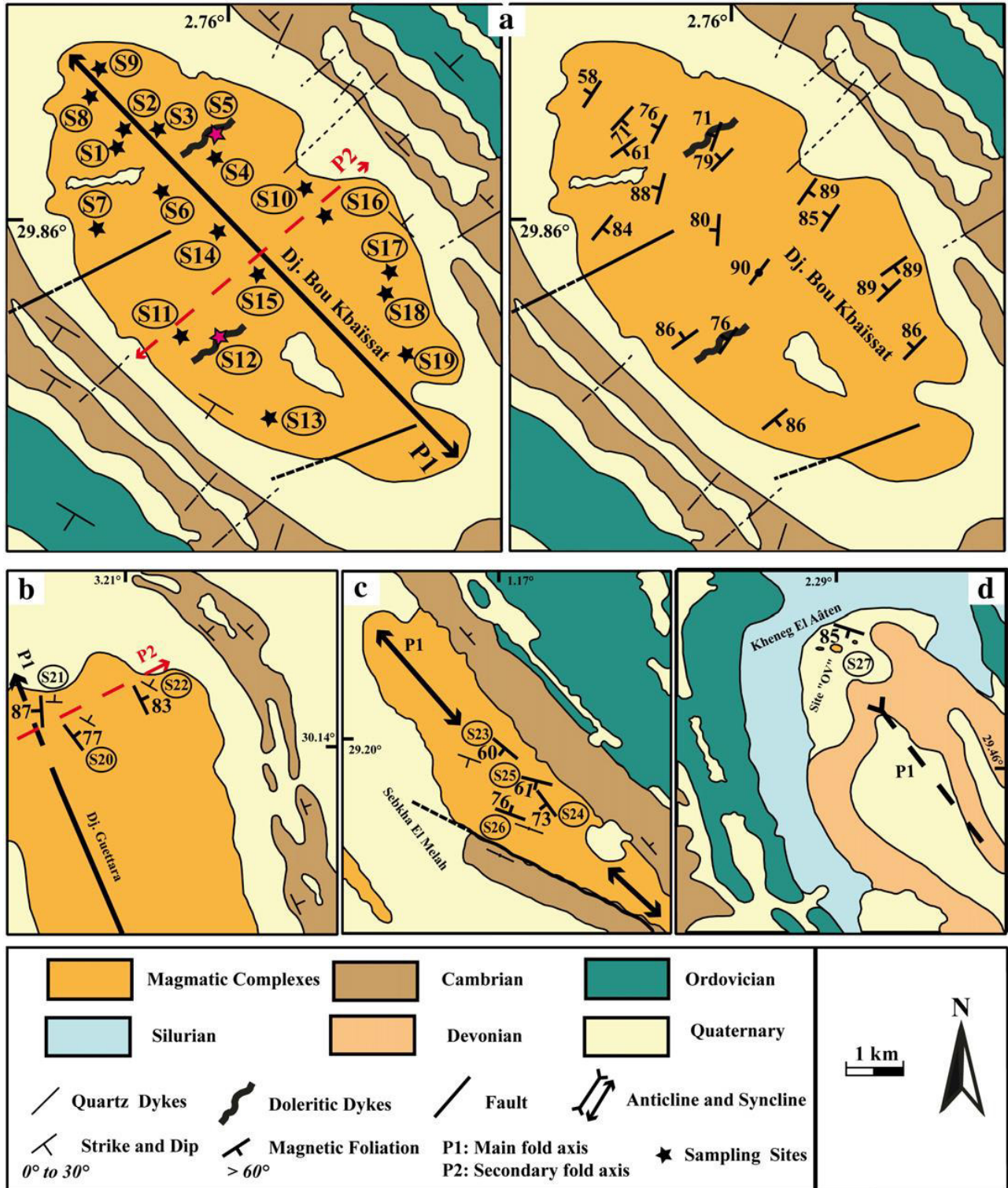


Photo16 : Coupe du mont de Bou baïssât, Chikhaoui (1974).

Considérations géodynamiques et géochronologiques :

Selon Chikhaoui (1974), Le volcanisme acide ignimbrétique des monts d'Ougarta d'âge précambrien terminal, classiquement attribuées à « l'Infracambrien », présente des analogies certaines avec le volcanisme du même type du précambrien III du Maroc. Il est lié aux phases ultimes de l'orogénèse pharusienne ou plus généralement de l'événement thermo tectonique panafricain. A noter que ces trois types ignimbrétiques sont post collisionnels avec des âges différents, par ailleurs les ignimbrites des Eglab sont plus anciennes que celles de l'Ougarta et de l'Anti Atlas Marocain. la figure suivante présente les différentes structures tectoniques selon Lameli et al ; 2013

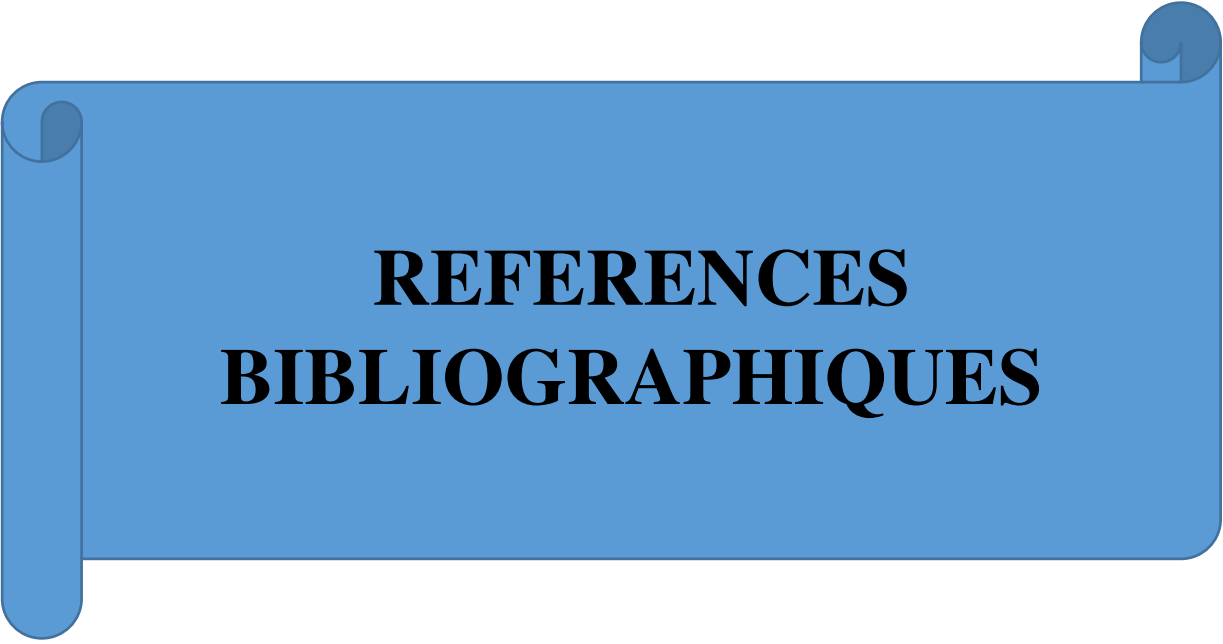




CONCLUSION GENERALE

Conclusion générale

Les monts de l'ougarta sont constitués de terrains paléozoïques, érigés entre le craton ouest africain et le Hoggar. Le soubassement du paléozoïque est constitué de facies sédimentaire et volcano sédimentaire d'âge précambrien supérieur (pharusien). La série sus-jacente est volcanique et constitue le sujet de notre étude. Elle est composée essentiellement d'ignimbrite rhyolitique à tendance alcaline et d'andésite à tendance basique. L'étude pétrographique montre que les ignimbrites rhyolitiques sont composées de phénocristaux quartzo feldspathique, de fiammes recristallisées en quartz, de ferromagnésien, de minéraux accessoires, de minéraux opaques et d'une mésostase felsitique. Les fiammes sont allongées selon des bandes démontrant le caractère d'un volcanisme à dynamisme typiquement ignimbritique. Les andésites sont composées de phénocristaux de plagioclases, de ferromagnésiens, de minéraux accessoires, de minéraux opaque et d'une mésostase microlithique et vitreuse. Sur le plan pétro génétique et géodynamique, il s'agit d'une suite calcoalcaline en relation avec un contexte post collisionnel durant l'orogénèse panafricaine. Selon Chikhaoui (1974), Le volcanisme acide ignimbritique des monts d'Ougarta d'âge précambrien terminal, classiquement attribuées à « l'Infracambrien », présente des analogies certaines avec le volcanisme du même type du précambrien III du Maroc. Il est lié aux phases ultimes de l'orogénèse pharusienne ou plus généralement de l'événement thermo tectonique panafricain. A noter que ces ignimbrites sont post collisionnels, par ailleurs les ignimbrites des Eglab sont plus anciennes que celles de l'Ougarta et de l'Anti Atlas Marocain. L'étude comparative entre les ignimbrites des Eglab et les autres ignimbrites de la chaîne de l'Ougarta et de l'Anti Atlas marocain montre que les premières sont post-éburnéen et les secondes sont post-panafricain, elle nous a permis aussi de distinguer qu'il y a une similitude entre ces faciès du point de vue pétrographique et géodynamique.



REFERENCES
BIBLIOGRAPHIQUES

Références Bibliographiques

-A-

AFFATON.P, AGUIRRE.L, & MENOT.R.P. (1996). *Thermal and geodynamic setting of the Buem volcanic rocks near Tiele North Benin, West Africa* (Vol. 82). Precam Resear.

AIT KACI.A.A. - *Evolution lithostratigraphique et sédimentologique des monts d'Ougarta pendant le Cambrien (Sahara algérien Nord-Occidental)* . U,S,T,H,B.

ALIMEN.H.LEMAITRE.D,MENCHIKOFF.F. ;PETTER G .;POUEYTO.A. (1952). *Les chaînes d'ougarta et de la Saoura (mono regio Algerie).*

-B-

BERTRAND.J.M. (1986). *Late panafrian tectonics marking the transition from subduction related calcalkaline magmatism to within-place alkaline granitoids (Adrar des iforas,Mali)* (Vol. 233-246). Amsterdam: Elsevier,scien pub.

BOUSMAHA.M. (1989). *Rapport final sur les travaux de prospections de cuivre dans la structure de Boukais(O.R.G.M. Sud-Ouest,Bechar).*

-C-

CABY.R. (1983). *La chaîne pharusienne dans le nord-ouest de l'Ahaggar (Sahara central ,Algerie);sa place dans l'orogenese du precambrien superieur en Afrique* (Vol. Bul). Alger, Algerie: sdirec ,geol.

CHIKHAOUL.M. ;DONZEAU.M. (1972). *Le passage Précambrien -Cambrien dans les monts d'ougarta : Le conglomérat du Djebel Ben Tandjine (Saoura ,Sahara algérienne ,Nord-Occidental)*. Alger: SNED.

CHIKHAOUL,M. (1974). *Les ignibrites et les roches basiques du Prencambrien supérieur des monts Ougarta (Saoura).these 3me cycle.* Alger: Fac.Scién.

CHIKKAOUI.M. (1981). *Les roches volcaniques du Protozoïque supérieur de la chaîne Pan- africaine ,(Hoggar,Anti Atlas,Adrar des iforas)caracterisation geochimique et mineralogique.Implication geodynamique.* Montpellier, France.

CHIKKAOUI.M, ., D., & DOSTAL.J. (1990). *Geochemistry and Petrogenesis of Late Proterozoic Volcanic Rocks from North-Western Africa.* Contr miner.Petro .

-D-

DELEAU P. (1952). *La région de Colomb-Bechar 19^{cong}.Géol. Internationa.Monogr. Rég lère série.* Algerie.

DONZEAU.M. (1971). *Etudes structurale dans le paleozoïque .*

DONZEAU.M. (1972). *Les deformations hereyniennes dans le paleozoïque des monts d'ougarta (sahara occidental,Algerie)* (Vol. T274). Paris : C.R.Acad Scien .

DONZEAU.M, C. (1972). *Le passage Precambrien -Cambrien dans les monts d'Ougarta ;Le conglomérat du Djebel Ben Tadjine .* Alger, Algerie: SNED.

DONZEAU .M. ZELLOUF, K. (1973). *La jction Ougarta-Ani-Atlas: structure de la région de Tadaout El Berhil (Sahara Occidental algérienne).*(Soc,his nat afri (Vol. t.64). SNED.

DONZEAU M. (1983). *Tectonique des monts d'Ougarta .In: Fabre,J.(Ed),Afrique de l'Ouest Introduction géologique et termes Stratigraphiques Lexiques Stratigraphique international,Nouvelle serie 1.* UK: Pergamon press Oxford.

DUCROT.J. (1979). *Datation à la 615 Ma de la granodiorite de Bleida et consequences sur la chronologie des phases tectoniques,metamorphiques et magmatiques pan-africain dans l'anti-Antlas marroccain* (Vol. 7). France: bull spc géol.

-F-

FABRE.J. (1976). *Introduction à la géologie du Sahara algérienne : la couverture phanérozoïque.* Alger: SNED.

-J-

Joly Fernand, D. Y. (1991). *Les monts d'Ougarta in Revue de geographie alpine* (Vol. 79).
tome.

-K-

Kared,R. (2015). *Etude des ignimbrites des Eglab et leurs comparaisons avec celles des monts de l'Ougarta et de l'Antiatlas memoire de Master GL . Oran, Algerie.*

-M-

MEKKAOUI, A. (2013). *A polyphased géodynamical evolution of the Ougarta (Algeria) magmatic complexes evidenced by paleomagnetic and AMS studies ,jornal of tectonophysic .*

MEKKAOUI, A. (2015). *Le magmatisme basique de l'axe de Damrane -Kahal Tabelbala (Daoura ,Monts de l'Ougarta ,Sud-Ouest ,Algerie) Géologie ,Petrologie Géochimie et contexte Géodynamique ,these de doctorat ,univerésite d,oran.*

Menchikoff N. (1930). *Recherche géologiques et morphologiques dans le Nord du Sahara occidental* (Vol. 2). Rev. Géogv.Phys.Géol.Dyn.

-P-

Peucat J.J., C. R. (2005). *The Eglab massif in the West African Craton (Algeria),an original segment of Eburneam orogenic belt: petrology,geochemistry and geocronoly:Precamb Res* (Vol. 136).

-R-

REMICHI.L. (1987). *Etude geologique du Precambrien du Damrane(Chaines d'Ougarta,Algerie) le volcanisme et les mineralisations associes* (Vol. VI). Paris .

-S-

Sabaté P. (1978). *Données géochimiques et radiométriques sur les volcanites calco-alcalines précambriennes de l'Eglab(Sahara occidental algerien) Esquisse de leur évolution géotectonique.* (Vol. 7). B.S.G.F.

Seddiki A. (2011). *Inventaire,pétrologie et geochimie du cortège de roches magmatiques (terrestres et extra-terrestres) retrouvées dans les regions de Chegga et d'Aftout (Eglabs,Dorsale Reguibat Sahara du Sud-Ouest algerien).thèse de doctorat.*

-T-

TRAINEAU.H.;WESTRCAMP.D, & COULON.C. (1983). *Mélanges magmatiques à la montagne Pelée(Martinique)originr es eruptions de type Saint-Vicent* (Vol. 46). Bull ,Volcanol.