République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

UNIVERSITE ORAN 2 « MOHAMED BEN AHMED »

FACULTE DES SCIENCES DE LA TERRE ET DE L'UNIVERS
DEPARTEMENT DES SCIENCES DE LA TERRE

Mémoire de fin d'études
De MASTER ACADEMIQUE

Spécialité : Géodynamique de la lithosphère

Thème :

Genèse des sulfures du magmatisme paléozoïque de Tifrit (Saïda)

Réalisé par :
BENATTIA Youcef & ELMEHADJI Dounia

M. A. SEBBANE	M.C. A	Université d'Oran 2	Présidente
M. M. MAHMOUDI	M.A. A	Université d'Oran 2	Encadrant
M. R. BENDOUKHA	M.C. A	Université d'Oran 2	Examinateur

Promotion : 2025 - 2026

Remerciements

Je tiens tout d'abord à exprimer ma gratitude à Dieu le Tout-Puissant pour m'avoir donné la force, la patience et la volonté nécessaires afin de mener à bien ce travail.

Je tiens à adresser mes sincères remerciements à mon encadrant, Monsieur Mohamed Mahmoudi, pour son encadrement précieux, ses conseils avisés, sa disponibilité et son soutien tout au long de la réalisation de ce mémoire en Géodynamique de la lithosphère.

Je remercie également les membres du jury pour l'honneur qu'ils me font en acceptant d'examiner et d'évaluer ce travail.Mes remerciements s'adressent aussi à l'ensemble des enseignants du département des sciences de la terre, pour la qualité de la formation qu'ils nous ont assurée.

Je tiens à exprimer ma profonde gratitude à ma famille pour leur soutien moral, leurs encouragements constants et leur patience tout au long de mon parcours.Enfin, je remercie tous mes amis et collègues qui ont contribué, de près ou de loin, à l'élaboration de ce travail.

Youcef&Dounia

Dédicace

C'est avec une profonde émotion et une immense gratitude que je dédie ce travail :

À mes très chers parents,

Sources de ma force et de ma persévérance, pour leurs sacrifices inestimables, leur amour infini et leur soutien indéfectible. Aucun mot ne saurait exprimer la reconnaissance que je vous porte.

À la mémoire de ma chère et regrettée grand-mère,

Toi qui as été une lumière dans mon chemin, celle qui m'a encouragé(e) à suivre cette voie et à croire en mes capacités. Même absente, tu restes présente dans chacune de mes réussites. Que Dieu t'accorde Sa miséricorde et t'accueille dans Son vaste paradis.

À mon frère Mohamed, ma sœur Kawther et à l'épouse de mon frère,

Pour votre soutien précieux, votre présence constante et vos encouragements qui m'ont donné la force d'avancer et de dépasser chaque difficulté.

À ma très chère amie Khawla,

Pour son amitié sincère, sa fidélité et sa présence précieuse qui ont illuminé mon parcours.

À toutes les personnes qui ont contribué, de près ou de loin, à l'aboutissement de ce travail.

Youcef

Dédicace

Je dédie ce modeste travail :

À mes très chers parents, pour leur amour inconditionnel, leurs sacrifices, leurs encouragements et leur soutien tout au long de mon parcours.

À mes frères et sœurs, pour leur affection et leur présence à mes côtés.

À toute ma famille, pour leur confiance et leurs prières.

À mes amis et collègues, qui m'ont soutenue et encouragée durant mes années d'études.

À mes enseignants, pour leur savoir, leurs conseils précieux et leur accompagnement.

À toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce mémoire.

Je leur exprime ma profonde gratitude et leur dédie ce travail en témoignage de mon respect et de ma reconnaissance.

Dounia

Table des matières :

CHAPITRE I : **12**

Introduction générale 12

CHAPITRE I : INTRODUCTION 13

I.1 **Généralités sur les grands domaines géologiques de l'Algérie** 13

I.1.1 Domaine tellien 13

I.1.2 Domaine atlasique 13

I.1.3 Domaine saharien (Plateforme saharienne) 14

I.1.4 Craton ouest-africain 14

I.1.5 Domaine panafricain (Massif du Hoggar) 14

I.2 Activité sismotectonique en Algérie 15

I.3 Présentation du sujet d'étude et problématique 16

I.3.1 Définition des sulfures 16

I.3.2 Principaux sulfures 17

I.3.3 Les sulfures du môle de Tifrit 19

I.3.4 Genèse des sulfures 20

I.3.5 Genèse de la pyrite dans les rhyolites 20

I.3.6 Facteurs favorisant la formation de pyrite dans les rhyolites 21

I.3.7 Contextes de formation typiques 21

I.4 Historiques des recherches 21

CHAPITRE II : Cadre géologique et structural du môle de Tifrit 26

II.1 Situation géographique de la région d'étude 26

II.2 Contexte géologique et structural générale de la bordure septentrionale des hauts plateaux de l'Algérie occidentale 26

Chapitre III : Pétrographie des faciès volcaniques rhyolitiques de Tifrit : 31

III.1 Description macroscopique du faciès rhyolitique de Tifrit 31

III.2 Description microscopique des faciès rhyolitiques 33

III.3 L'ordre de cristallisation des facies rhyolitiques du môle de Tifrit 36

Chapitre IV : Géochimie des éléments majeurs des faciès volcaniques et hypo volcaniques du môle de Tifrit 38

IV.1 Introduction 38

IV.2 Caractérisation des faciès magmatiques du mole de Tifrit 38

IV.3 Caractéristiques des éléments majeurs 40

IV.3.1 Teneur en silice (SiO_2) 40
IV.3.2 Les alcalins (Na_2O et K_2O) 40
IV.3.3 Les éléments ferromagnésiens (Fe_2O_3, MgO) 40
IV.3.4 Le calcium (CaO) 41
IV.3.5 L'aluminium (Al_2O_3) 41
IV.3.6 Le titane (TiO_2) 41
IV.4 Affinité géochimique et classification 41
IV.5 Interprétation pétrogénétique 42
IV.6 Conclusion 43
Chapitre V : Géodynamisme et métallogénie des secteurs étudiés 45
V.1 Contexte géodynamique 45
V.2 La géochimie isotopique 46
V.3 Géochimie et interprétation géodynamique du môle de Tifrit 47
V.3.1 Affinité magmatique 47
V.3.2 Contexte tectonique 47
V.4 Métallogénie du môle de Tifrit 48
V.4.1 Relations entre volcanisme et minéralisation 48
V.4.2 Altérations hydrothermales 48
V.4.3 Potentiel métallogéniques 48
V.5 Conclusion : 48
Chapitre VI : Les minéralisations sulfureuses du môle de Tifrit Saïda 51
VI.1 Contexte Géologique 51
VI.2 Types de Minéralisations Sulfureuses 51
VI.3 Paragénèse Minérale 51
VI.4 Origine et Genèse (Métallogénie) 51
VI.5 Intérêt Économique 52
VI.6 Les minéralisations sulfureuses du mole de Tifrit (Saida, Algérie) 52
VI.7 Les gisements d'amas sulfurés (VMS) 54
VI.8 Les gisements associés aux porphyres 56
VI.9 Le modèle génétique de formation 59
COCLUSION GENERALE 62
Bibliographie : 64

LISTE DE FIGURE

Figure I. 1: : Carte géologique de l'Algérie (A. Cornel, 1964) 13
Figure I. 2: Sismicité et mécanismes au foyer du Nord de l'Algérie. 15
Figure I. 3: rhyolite 22
Figure I. 4: rhyolite à pyrite 23
Figure I. 5:rhyolite porphyrique 23
Figure I. 6: rhyolite avec des phénocristaux de FA et une altération en épidote verdâtre 24

Figure II. 1: La carte géographique de la région de Tifrit. (Remaci-Benaouda, 2005) 26
Figure II. 2: Localisation du môle de Tifrit dans la carte géologique d'Algérie du nord-ouest 28

Figure III. 1: : macroscopique de la rhyolite marron chocolatée de Ain Soltane (Tifrit) 31
Figure III. 2: macroscopique K4 32
Figure III. 3: macroscopique BR 32
Figure III. 4: macroscopique BKN 33
Figure III. 5: microscopique RS 34
Figure III. 6: microscopique k4 34
Figure III. 7 : microscopique R**B** 35
Figure III. 8: microscopique BKN 35
Figure III. 9: 2 photos de lames minces de la brèche volcan sédimentaire dacitiques de Tifrit 36

Figure IV. 1: Les roches magmatiques paléozoïques de Tifrit dans le diagramme de Lebas et al. (1986) 39
Figure IV. 2: Diagramme montrant les rhyolites de Tifrit et de béchtout avec les filons de micro diorites 40
Figure IV. 3: Diagramme AFM d'Irvine et Baragar71. 42

Figure V. 1 : : Position des faciès acides de Béchtout dans les diagrammes géotectoniques. (A) Nb vs Y (Pearce et al. 1984). (B) Rb vs Y+Nb (Pearce et al., 1996). 46
Figure V. 2 : Position des volcanites acides de Béchtout dans le diagramme normatif établi par Graviou (1984). 47

Figure VI. 1 : Formation des VMS 54
Figure VI. 2 : Les gisements VMS – synthèse 55
Figure VI. 3 : Exemples pour les gisements VMS 55
Figure VI. 4 : fumeurs noirs 56
Figure VI. 5 : Exemple de gisement de porphyre 57

Figure VI. 6 : Porphyre : altération des roches voisines..... 58
Figure VI. 7 : Formation des porphyres..... 60

Abstract

This dissertation focuses on the study of sulphide mineralizations in the Tifrit massif (Saïda region, western Algeria), a structural high where the Paleozoic basement outcrops beneath a Mesozoic sedimentary cover. The area represents a key geological setting for understanding the relationship between tectonics, magmatism, and hydrothermal mineralization processes.

The mineral occurrences are mainly expressed as vein-type and replacement mineralizations hosted within fractured basement rocks and at the basement–cover interface. The primary sulphide assemblage includes pyrite, chalcopyrite, galena, and sphalerite, accompanied by gangue minerals such as quartz, calcite, and baryte. Supergene alteration processes lead to the formation of secondary minerals including malachite, azurite, and cerussite.

The genesis of these mineralizations is interpreted within a hydrothermal model controlled by deep fault systems that facilitated the circulation of metal-bearing fluids. Structural traps played a major role in fluid focusing and ore deposition. The mineralization is comparable to VMS- and MVT-type systems, reflecting a complex metallogenic evolution influenced by both tectonic and magmatic events.

Although the studied mineral occurrences are generally of limited economic size, they remain scientifically important for understanding the metallogeny of western Algeria and for guiding future mineral exploration.

Keywords

Tifrit massif, Saïda (western Algeria), Sulphide mineralization, Hydrothermal fluids, Paleozoic basement, VMS deposits, Structural control, Ore genesis

RESUME

Cette étude porte sur les minéralisations sulfurées du massif de Tifrit, situé dans la région de Saïda (Algérie occidentale), caractérisé par l'affleurement du socle paléozoïque sous une couverture sédimentaire mésozoïque. Cette zone constitue un cadre géologique important pour l'étude des relations entre tectonique, magmatisme et processus hydrothermaux responsables de la formation des gisements métallifères.

Les minéralisations se présentent principalement sous forme filonienne, en dissémination et de remplacement, localisées dans les fractures du socle et à l'interface socle–couverture. L'assemblage minéralogique est dominé par la pyrite, la chalcopyrite, la galène et la sphalérite, associés à une gangue composée de quartz, calcite et barytine. Les processus d'altération supergène ont conduit à la formation de minéraux secondaires tels que la malachite, l'azurite et la cérusite.

La genèse de ces minéralisations est interprétée selon un modèle hydrothermal contrôlé par un réseau de failles profondes ayant favorisé la circulation de fluides métallifères. Le

contrôle structural a joué un rôle essentiel dans la concentration et la précipitation des minerais. Ces minéralisations présentent des analogies avec les systèmes de type VMS.

Bien que ces indices soient généralement de taille limitée et de faible importance économique actuelle, ils présentent un intérêt scientifique majeur pour la compréhension de la métallogénie de l'ouest algérien et pour l'exploration minière future.

Mots clés

Massif de Tifrit, Saïda (Algérie occidentale), Minéralisations sulfurées, Hydrothermalisme, Socle paléozoïque, Gisements VMS, Contrôle structural, Genèse des minerais

CHAPITRE I :

Introduction générale

CHAPITRE I : INTRODUCTION

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

I.1.1 Domaine tellien

Le domaine tellien occupe la partie nord de l'Algérie le long de la mer Méditerranée et appartient à la chaîne alpine maghrébine. Il se caractérise par une structure géologique complexe résultant des mouvements compressifs liés à l'orogenèse alpine durant le Tertiaire et le Quaternaire. Ce domaine comprend des unités plissées, des nappes de charriage et des bassins. Les formations sont majoritairement d'origine marine profonde, avec une forte activité tectonique et sismique, ce qui en fait la région la plus instable du pays sur le plan géodynamique.

I.1.2 Domaine atlasique

Situé entre le Tell et le Sahara, le domaine atlasique constitue une zone de transition comprenant les Hauts Plateaux et l'Atlas saharien. Sa structure est dominée par des plis larges et relativement ouverts affectant surtout les formations mésozoïques et cénozoïques. Comparé au domaine tellien, il présente une déformation moins intense. Cette région correspond à un vaste ensemble de bassins sédimentaires continentaux et lagunaires, marquant la transition entre les zones orogéniques du nord et la plateforme saharienne stable au sud.

I.1.3 Domaine saharien (Plateforme saharienne)

Le domaine saharien occupe la majeure partie du territoire algérien et correspond à une plateforme stable constituée de bassins sédimentaires peu déformés reposant sur un socle ancien. Les formations y sont essentiellement tabulaires, allant du Paléozoïque au Cénozoïque. Cette stabilité tectonique relative a favorisé l'accumulation d'importantes ressources énergétiques, notamment les hydrocarbures. On y distingue plusieurs grands bassins tels que ceux de Tindouf, Reggane, Illizi, Ahnet et Mouydir.

I.1.4 Craton ouest-africain

Situé au sud-ouest de l'Algérie, le craton ouest-africain représente un socle précambrien très ancien et stable, formé principalement de roches cristallines métamorphiques et magmatiques. Il constitue l'une des unités tectoniques les plus anciennes du continent africain. Ce craton est recouvert localement par des formations sédimentaires paléozoïques peu déformées, notamment dans le bassin de Tindouf. Sa stabilité a joué un rôle majeur dans l'évolution géologique de la marge nord du Sahara.

I.1.5 Domaine panafricain (Massif du Hoggar)

Le domaine panafricain correspond au massif du Hoggar, situé au centre-sud de l'Algérie. Il est constitué d'un socle précambrien formé lors de l'orogenèse panafricaine (environ 600 millions d'années). Ce massif est composé de roches métamorphiques, granitoïdes et volcaniques, témoignant d'une intense activité téctonomagmatique ancienne. Le Hoggar représente un élément majeur du socle africain et joue un rôle important dans la structuration de la plateforme saharienne environnante.

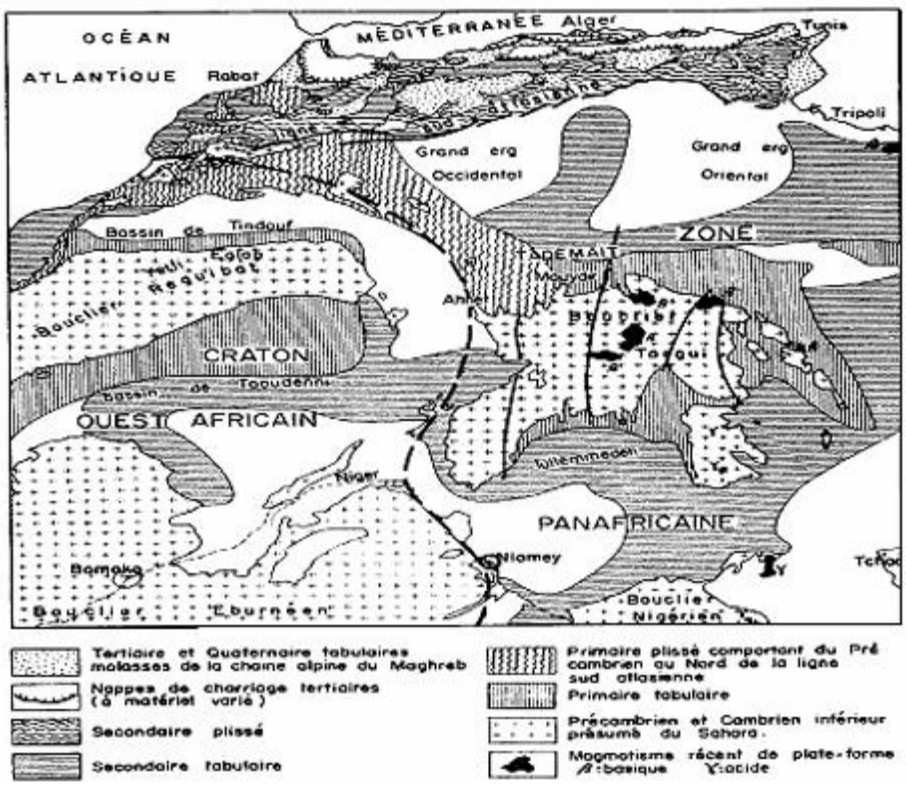


Fig. 1: Carte géologique de l'Algérie (A. Cornet, 1964)

Figure I. 1 : Carte géologique de l'Algérie (A. Cornel, 1964)

I.2 **Activité sismotectonique en Algérie**

En Algérie, comme dans le reste du Maghreb, le domaine orogénique cénozoïque est séparé en deux systèmes différents : le Tell et l'Atlas. Au sein du Tell, les zones internes (ou Kabylides) constituent un domaine fortement allochtone accolé à l'Afrique au Miocène moyen. Depuis cette période, la convergence continue des plaques Afrique et Eurasie, avec un taux actuel de raccourcissement de 5 mm an, s'exprime par des phases de compression nord–sud à NW–SE, associées parfois à une extension est–ouest Ainsi, dans les régions occidentales du Tell, on observe des plis, d'âge Plio-Quaternaire, résultant d'une direction de raccourcissement NNW–SSE Dans la région d'El Asnam (anciennement Orléansville, puis El Asnam, et actuellement Chleff depuis 1980), comme dans le bassin du Cheliff, la direction de raccourcissement évolue de NNE–SSW au Pliocène à NNW–SSE au Quaternaire .Au centre du pays, Glangeaud relève l'existence d'une compression nord–sud affectant les terrains pliocène et quaternaire.

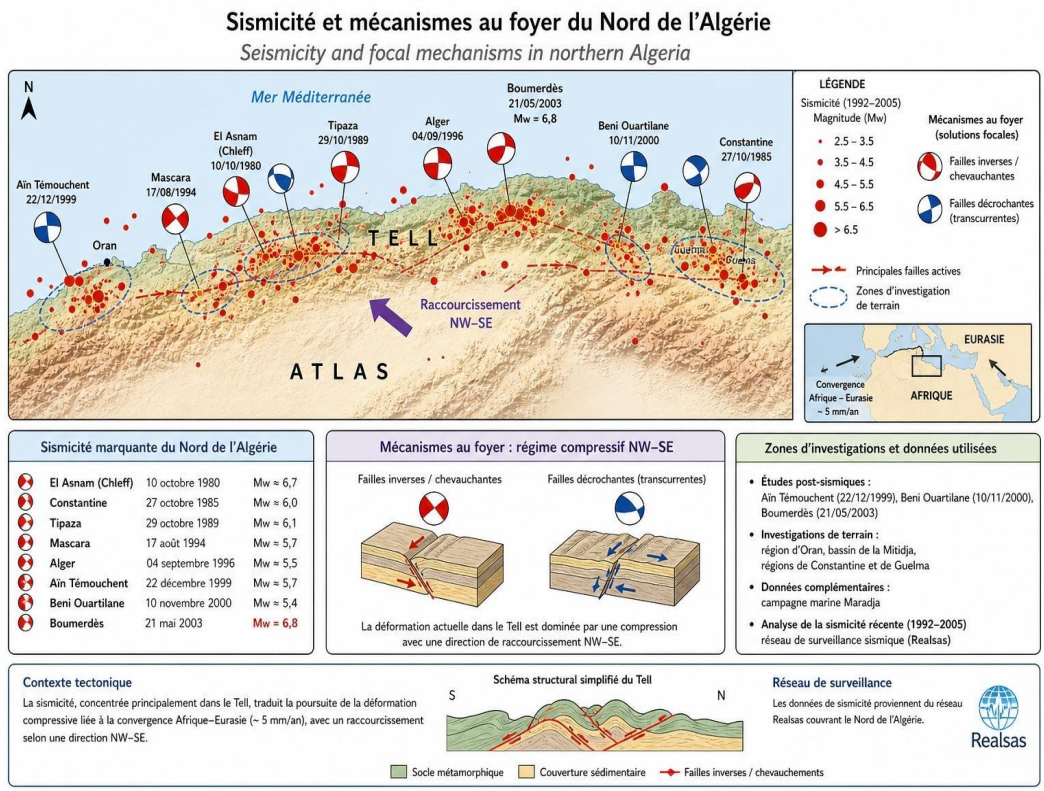


Figure I. 2: Sismicité et mécanismes au foyer du Nord de l'Algérie.

Seismicity and focal mechanisms in northern Algeria. (Cisak R., 1992; Guardia P., 1975; Mattauer M., 1973)

La sismicité (Fig. I.2), qui s'exprime plus particulièrement dans le Tell, traduit la poursuite de cette déformation compressive selon une direction de raccourcissement

NW–SE. Le séisme qui a touché la région de Boumerdes le 21 mai 2003 (Mw =6,8) [46] témoigne de cette déformation, au même titre que les séismes d'El Asnam le 10 octobre 1980 de Constantine le 27 octobre 1985, de Tipaza le 29 octobre 1989 de Mascara le 17 août 1994 ou d'Alger le 4 septembre 1996. (Cisak, 1992 ; Guardia, 1975)

Des études ont été menées à la suite des séismes d'Aïn Témouchent le 22 décembre 1999 et de Beni Ouartilane le 10 novembre 2000, ainsi que de celui de Boumerdes cité plus haut. Parallèlement, des investigations de terrain ont été conduites dans la région d'Oran, dans le bassin de la Mitidja, ainsi que dans la région de Constantine et de Guelma (Fig. I.2). Les données issues de ces travaux, complétées par celles issues de la campagne marine Maradja et confrontées à l'analyse de la sismicité récente (1992–2005) relevée par le réseau de surveillance sismique (Realsas), nous permettent de présenter ici les principales caractéristiques de la tectonique active en Algérie du Nord. (Cisak R., 1992 ; Guardia P., 1975)

I.3 Présentation du sujet d'étude et problématique

Avant d'aborder le sujet de notre étude sur la genèse des sulfures à Tifrit, il est important de faire des rappels sur les points suivants

I.3.1 Définition des sulfures

On regroupe parmi les sulfures les minéraux ayant une formule de type général M_mS_p, où M est un métal (Ag, Cu, Pb, Zn, Fe, Ni, Hg, As, Sb, Mo, Hg, Tl, V). Les arséniures, les antimoniures, les tellurures sont souvent classés parmi les « sulfures » au sens large (*sensu lato*) en raison de leur similarité structurelle avec les sulfures.

Les minéraux sulfures sont caractérisés par la covalence de la liaison, leur opacité et leur éclat métallique : ces minéraux sont étudiés avec le microscope à réflexion. La plupart des sulfures sont semi-conducteurs et représentent la source principale de certains métaux (Pb, Zn...). Même si les sulfures sont beaucoup moins abondants que les silicates, leur comportement chimique et leurs structures sont très différents, ce qui explique pourquoi le nombre des minéraux sulfurés est très élevé par rapport à leur abondance (Deer W.A., Howie R.A. et Zussman J., 1970 ; Mamoru M. and Testsuma R., 1987).

I.3.2 Principaux sulfures

Catégorie	Minéral	Formule
Antimoine	Franckéite	(Pb,Sn)6FeSn2Sb2S14
	Jamesonite	Pb4FeSb6S14
	Semseyite	Pb9Sb8S21
	Stibine	Sb2S3
	Zinkénite	Pb6Sb14S27
Argent	Acanthite / Argentite	Ag2S
	Proustite	Ag3AsS3
	Pyrargyrite	Ag3SbS3
Arsenic	Réalgar	AsS
	Réalgar artificiel	As2S2
	Orpiment	As2S3
Bismuth	Bismuthinite	Bi2S3
Cuivre	Chalcopyrite	CuFeS2
	Bornite	Cu5FeS4
	Énargite	Cu3AsS4
	Freibergite	(Ag,Cu,Fe)12(Sb,As)4S13
	Cubanite	CuFe2S3
	Covellite	CuS
	Chalcocite	Cu2S
	Djurleite	Cu31S16
	Sulvanite	Cu3VS4
	Tennantite	(Cu,Fe)12As4S13
	Tétraédrite	(Cu,Fe)12Sb4S13
Étain	Stannite	Cu2FeSnS4
Fer	Pyrite / Marcassite	FeS2
	Pyrrhotite	Fe1-xS
	Troïlite	FeS
	Arsénopyrite	FeAsS
	Greigite	Fe3S4
	Berthiérite	FeSb2S4
Mercure	Cinabre / Métacinabre	HgS
Molybdène	Molybdénite	MoS2
Nickel	Bravoïte	(Fe,Ni)S2
	Carrollite	Cu(Co,Ni)2S4
	Millérite	NiS
	Pentlandite	(Fe,Ni)9S8
	Polydymite	Ni3S4
	Violarite	FeNi2S4
	Vaesite	NiS2

Plomb	Galène	PbS
	Dufrénoysite	Pb2As2S5
Thallium	Hutchinsonite	(PbTl)2As5S9
Vanadium	Patronite	VS4

I.3.3 Les sulfures du môle de Tifrit

Le môle de Tifrit, dans l'ouest de l'Algérie (région de Saïda), est une boutonnière paléozoïque où des études géologiques ont révélé des indices de sulfures, notamment sur les failles, avec des minéralisations de type VMS (Volcanogenic Massive Sulfides). Ces formations primaires, d'âge Silurien à Carbonifère, sont schisto-gréseuses et traversées par des intrusions magmatiques, créant un contexte propice à la concentration de minerais sulfurés et d'oxydes, souvent localisés dans les zones de fracture comme la faille bordière du môle. Notre étude s'est focalisée sur les facies volcaniques et hypo volcaniques afin de connaitre leurs contenues minéralogiques aussi bien primaires et secondaires lors de leurs cristallisations.

Parmi les minerais, on relève des concentrations importantes en oxydes et en sulfures dans ces facies sus cites qui pourront avoir des relations avec la tectonique et les circulations des fluides hydrothermaux.

Problématiques : la genèse des sulfures au mole de Tifrit, serait d'abord lier à ce qu'existe actuellement dans les marges actives anciennes et actuelles et ou l'existence des sulfures est capitale selon les extensions régionales et structurales durant leurs apparitions. Une étude texturale, minéralogique, spatiotemporelle et tectonique des sulfures dans le magmatisme paléozoïque de Tifrit pourrait dévoiler l'importance des minéralisations sulfureuses dans le volcanisme bimodal hercynien des hauts plateaux d'Algérie nord occidentale et aussi au sahel durant le cénozoïque.

- **Localisation :** Principalement dans les failles, en particulier la faille bordière du môle. (Mahmoudi, 2009)
- **Type de minéralisation :** Des indices de type VMS (Sulfures Massifs d'Origine Volcanique) ont été identifiés.

- **Roches hôtes :** Les formations primaires paléozoïques (Silurien-Carbonifère) schisto-gréseuses et intrusions magmatiques sont impliquées. **(Remaci-Benaouda, 2005).**
- **Importance :** Ces indices montrent le potentiel minéralisé de la région, concentré dans les structures tectoniques et magmatiques (Mahmoudi, 2009**).**

En résumé, les sulfures à Tifrit sont liés à des processus géologiques anciens, impliquant des failles et des intrusions magmatiques dans des terrains paléozoïques, avec des caractéristiques de minéralisation de type VMS. **(**Aissa et Boutaleb, 2003**).**

I.3.4 Genèse des sulfures

Les sulfures peuvent avoir une genèse variable : magmatique, hydrothermale (la plus commune), pneumatolytique (moins commune).

La genèse sédimentaire est plus difficile, car dans un environnement sédimentaire l'oxygène dissout est abondant et oxyde le sulfure en sulfate.

Toutefois, elle est réalisée dans les environnements marins anoxiques et euxiniques (Pont Euxin, Mer Noire)], caractérisés par une forte sédimentation de matière organique issue de la décomposition de résidus biologiques.

La matière organique en s'oxydant consomment l'oxygène dissout dans l'eau et crée ainsi un environnement très réducteur où marcassite (FeS_2), pyrite (FeS_2), chalcopyrite ($CuFeS_2$), et patronite (VS_4) précipitent.

Ces sulfures donnent une couleur gris-bleu aux argiles marines, qui en conditions aérobies sont rougeâtres en raison de la présence d'oxyhydroxides de fer (III), Fe $(OH)_3$ ou FeO (OH).

I.3.5 Genèse de la pyrite dans les rhyolites

La genèse de la pyrite dans les rhyolites s'explique par des processus **hydrothermaux** liés au volcanisme acide, où des fluides riches en fer et soufre (provenant du magma ou d'interactions avec les roches encaissantes) précipitent la pyrite (FeS_2) dans les fractures ou comme minéral accessoire lors du refroidissement lent des intrusions (laccolites) ou plus rapidement dans les tufs, souvent associée à d'autres sulfures, barytine et magnétite, sous des conditions réductrices et à des températures modérées à basses, formant parfois des dépôts minéralisés importants.

I.3.6 Facteurs favorisant la formation de pyrite dans les rhyolites

- **Source de fer et de soufre :** Le magma rhyolitique est riche en silice mais peut apporter le fer nécessaire ; le soufre provient souvent de la décomposition de matière organique ou d'interactions avec des fluides hydrothermaux.
- **Processus hydrothermaux :** Des fluides chauds circulant dans les zones de fractures et de porosité des tufs et des coulées rhyolitiques déposent la pyrite.
- **Conditions réductrices :** La pyrite se forme préférentiellement dans des environnements pauvres en oxygène, souvent avec l'action de bactéries ou par des réactions chimiques spécifiques.
- **Températures :** Des températures modérées à basses (inférieures à 350°C) favorisent la formation de pyrite à partir d'autres sulfures (comme la pyrrhotite) ou de minéraux ferreux, indique.
- **Temps de refroidissement :** Le refroidissement plus lent des dômes et laccolites rhyolitiques permet la cristallisation de minéraux plus complexes, y compris des pyrites.
- **Associations minérales :** On la trouve souvent avec du quartz, de la barytine et de la magnétite dans ces environnements volcaniques.

I.3.7 Contextes de formation typiques

- **Dans les tufs et brèches :** Lors des éruptions pliniennes, les coulées pyroclastiques (cendres, tufs) riches en fragments peuvent contenir des minéraux comme la pyrite.
- **Dans les filons :** Des minéralisations hydrothermales (sulfures, barytine) imprègnent les fractures des rhyolites. **(Remaci-Benaouda, 2005)**
- **Dans les zones de remplacement :** La pyrite peut remplacer des minéraux existants ou des fossiles dans les cendres et tufs

I.4 Historiques des recherches

L'intérêt géologique pour la région de Saïda et le môle de Tifrit remonte à la fin du XIXe siècle avec les travaux pionniers de Baillis et Byet (1868, 1882), suivis par les premières descriptions structurales et sédimentaires de la plateforme et du domaine atlasique par Pomel (1871), Pouyanne (1877) et Flamand (1899, 1908).

C'est cependant au cours du XXe siècle que l'étude de la bordure septentrionale des Hautes Plaines oranaises prend un tournant décisif grâce aux travaux cartographiques et stratigraphiques fondamentaux de Lucas (1942, 1952).

Par la suite, Guardia (1975) apporte une contribution majeure à la compréhension de la structuration alpine et hercynienne des monts de Daïa et de Saïda. Dans cette dynamique, Bougara (1995) a contribué de manière significative à l'étude sédimentologique du Paléozoïque du môle de Tifrit, en apportant des précisions sur les faciès, les environnements de dépôt et l'évolution sédimentaire de cette boutonnière (Thèse de Magister, Université d'Oran).

L'évolution des connaissances s'est accélérée à partir des années 1980 et 1990 avec la caractérisation géochimique et géodynamique globale de l'Algérie septentrionale menée par Cisak (1992).

Enfin, les recherches récentes se sont focalisées sur le magmatisme et les minéralisations : Remaci-Benaouda (1999, 2005) a magistralement défini l'âge (297 Ma), la signature isotopique crustale des rhyolites et la genèse hercynienne des indices de sulfures, tandis que Mahmoudi (2009**)** a précisé, par imagerie et télédétection, le contrôle structural, la fracturation et le dynamisme plutono-volcanique bimodal de cette boutonnière paléozoïque.



Figure I. 3: rhyolite

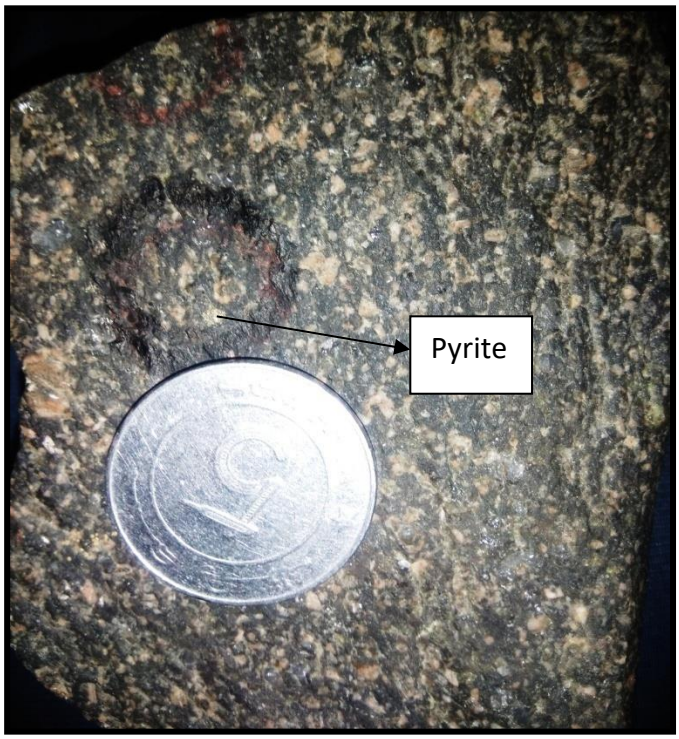


Figure I. 4: rhyolite à pyrite



Figure I. 5:rhyolite porphyrique



Figure I. 6: rhyolite avec des phénocristaux de FA et une altération en épidote verdâtre

CHAPITRE II :

CHAPITRE II : Cadre géologique et structural du môle de Tifrit :

II.1 Situation géographique de la région d'étude

Situé à quelque degré Est du méridien de Greenwich, la région de Tifrit fait partie des monts de Saida et de la prolongation des monts de Daïa. Cette région est limitée au Nord par les monts des Beni Chougrane et la plaine de Ghriss, au Sud, Tifrit est bordé par le chott Chergui. (FigII.1) Ce domaine constitue la bordure Nord des hauts plateaux, appelée aussi zone pré tellienne qui se prolonge au Sud de Maghnia par les reliefs de Ghar Roubane. **(Guardia P., 1975 ; Remaci-Benaouda, 2005)**



Figure II. 1: La carte géographique de la région de Tifrit. (Remaci-Benaouda, 2005)

II.2 Contexte géologique et structural générale de la bordure septentrionale des hauts plateaux de l'Algérie occidentale

Sur la carte géologique de l'Algérie occidentale, la bordure septentrionale des hauts plateaux se caractérise par une continuité des affleurements secondaires qui se relaient depuis Ghar rouban à Tiaret ou le long de cette zone on distingue des formations paléozoïques cristallophylliennes et cristallins bordes par des failles (Guardia P., 1975 ; Kharbouch F., 1994). Le mole de Tifrit est borde par les formations du jurassique superieur dans sa partie nord et Les travaux de recherche de Mme Touahria (notamment sa thèse de 3e cycle soutenue en 1979) sur la Formation des Argiles de Saïda constituent une référence

majeure en biostratigraphie et paléontologie dans l'ouest algérien. Ses études se concentrent sur la datation et l'évolution des milieux marins du Jurassique (Touahria A., 1979).

Ce système de faille est connue dans la meseta orientale par le domaine des horsts (kharbouch et al 1995) en se basant sur des corrélations il apparait que la continuité de ce système tectonique se poursuit depuis Khemis à Béchtout Selon une direction NO/SE (direction probablement atlasique) ainsi que dans les traras faille qui borde le pluton granitique et la faille de Dahr eddiss (Guardia P., 1975) et (Ameur 1978).Dans ce domaine on a des portions de la chaine hercynienne gondwanienne dans laquelle on peut lire encore des structures fossiles hérités des différentes phases orogéniques depuis le silurien jusqu'au carbonifère supérieur.

- En effet on reconnait des plis de différents genres dans les phtanites et dans les flychs et schistes dévonien et carbonifère. Les cassures qui sont responsables de l'exhumation du socle ancien seraient dues aux dernières phases tectoniques tardihercynienne qui ont rejoue a l'alpin cela a été confirmé par mes études de cartographie et aussi lors des études de la fracturation par imagerie de photos aeriennes (Mahmoudi ; 2009).Durant l'alpin, les mouvements se matérialisent par des anticlinaux et synclinaux a grand rayon de courbure loin encore de l'intensité de la phase paroxysmale responsable des nappes de charriage dans le domaine tellien septentrional (senso stricto) (Guardia P., 1975) ;

Sur la carte géologique d'Algérie du nord-ouest on constate les structures tectoniques principales (figure II.2).

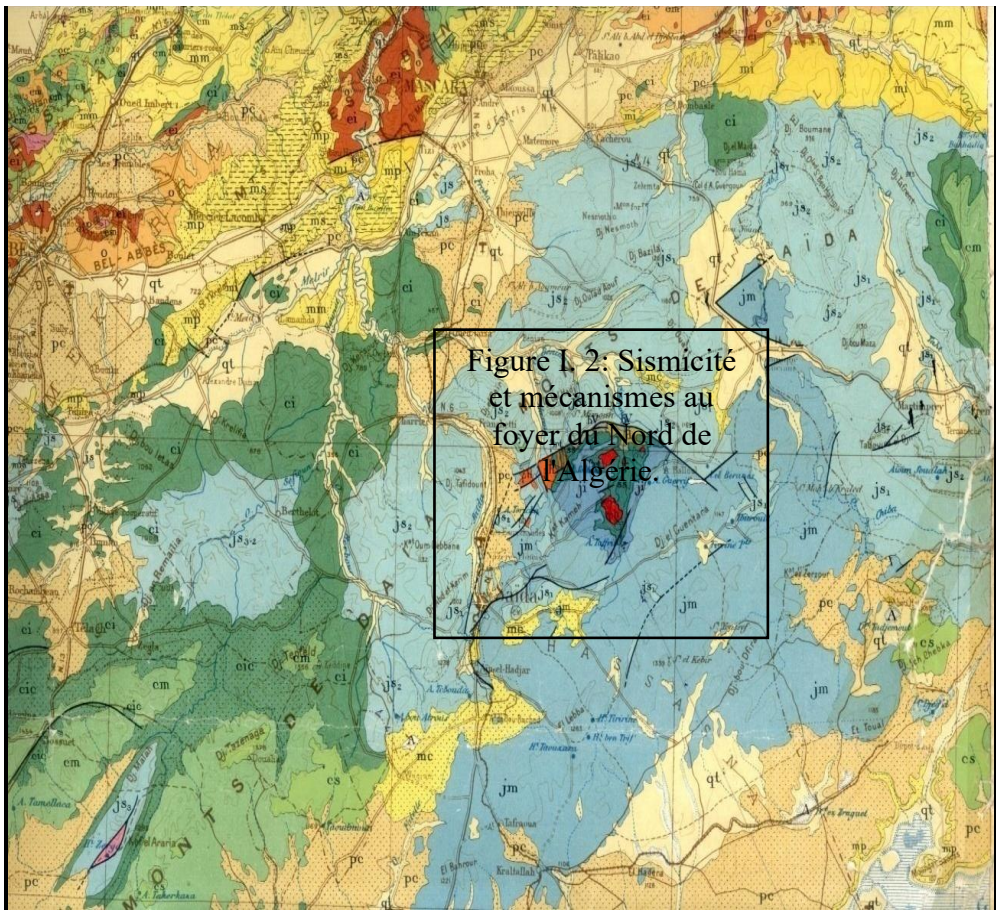


Figure II. 2: Localisation du môle de Tifrit dans la carte géologique d'Algérie du nord-ouest

les rhyolites paléozoiques figurent en couleur orange et en couleur rouge figurent les facies magmatiques hercyniennes La couverture jurassique figure en bleu (Cisak, 1992 ;Guardia, 1975 ;Remaci-benaouda, 2005 ; Mahmoudi, 2009)

Les principales sens des fractures sont NE/SO-N/S-E/O--NO/SE Les cassures affectent aussi bien le socle et la couverture Les structures en arc de cercle seraient dues à la combinaison de faille conjugues Les directions sont liés à la cinématique de la plaque africaine lors de son histoire géologique à savoir l'ouverture de l'atlantique et la Téthys ainsi que le mouvement relatif au déplacement de la marge africaine et européenne. Le magmatisme dans son ensemble est lie à ces grands événements (Mahmoudi, 2009)

1/ Le magmatisme calcoalcalin d'âge stéfanien lies à la chaine hercynienne

2/Le magmatisme alcalin d'âge mésozoïque lie à l'ouverture de l'atlantiqueLe magmatisme serait mis en place le long de ces discontinuités avec une mise en relief durant les rejeux postérieurs des failles lors de l'orogénie alpine.

CHAPITRE III :

Chapitre III : Pétrographie des faciès volcaniques rhyolitiques de Tifrit :

III.1 Description macroscopique du faciès rhyolitique de Tifrit :

Le faciès rhyolitique affleure dans le môle de Tifrit le long de la faille de Teniet sidi-Mimoun et d'autres affleurements dans le Paléozoïque siluro-dévonien-carbonifère. Le faciès, qui contient des sulfures, est de coloration sombre, de texture porphyrique, montrant des minéraux rosâtres avec des altérations de coloration verdâtre de type feldspaths altérés. On note aussi la présence de quartz globuleux et a golf de corrosion et de grains de mica, qui sont noyés dans une pâte noire microcristalline. Voir les photos macroscopiques des rhyolites de Tifrit suivantes :



Figure III. 1: macroscopique de la rhyolite marron chocolatée de Ain Soltane (Tifrit)

Les minéraux qui apparaissent dans le facies macroscopique sont les feldspaths alcalins rosâtres, les quartz et les ferromagnésiens qui sont noyés dans un fond fin ,. Les sulfures apparaissent de couleur jaunâtre brillante en très petit grain, disséminés dans le fond de l'échantillon. On observe également des petites taches sombres (RS) à l'intérieur de la pâte.

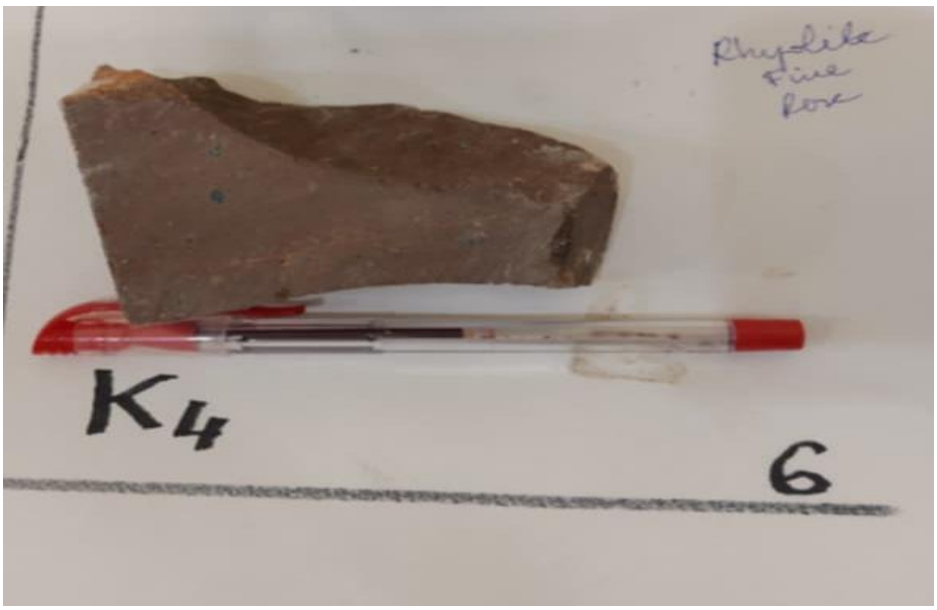


Figure III. 2: macroscopique rhyolite K4

Le deuxième faciès est de coloration rougeâtre K4. Il présente une texture fine, avec des minéraux en grains dispersés dans une pâte fine. On observe également une texture microlitique, caractérisée par de petits cristaux allongés (microlites) orientés de manière aléatoire dans la matrice.

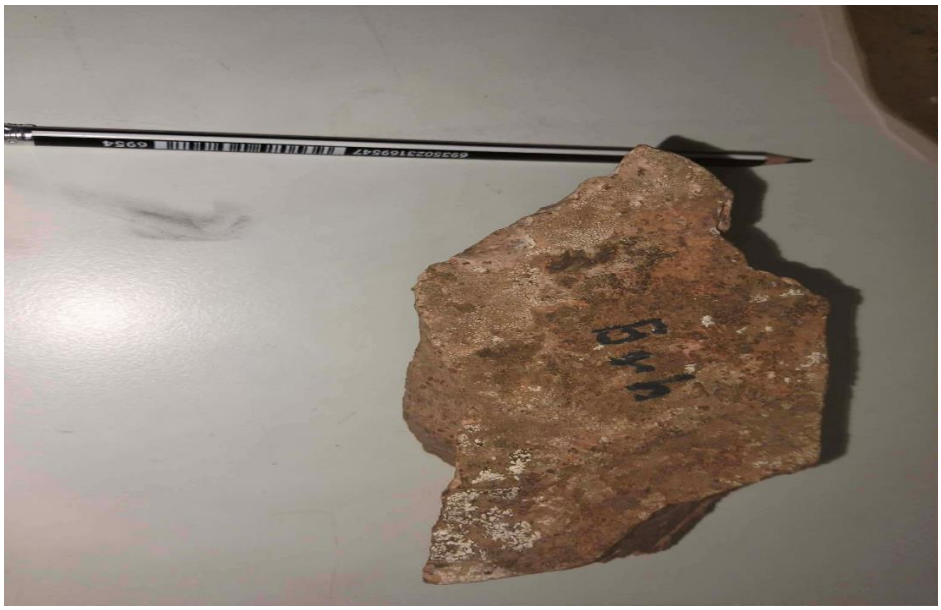


Figure III. 3: macroscopique BR (Berhane)

Le troisième faciès est de coloration rougeâtre (BR)et montre une texture fine porphyrique. Elle se caractérise par la présence de phénocristaux de quartz (Q) et de feldspaths (K-feldspaths), ainsi que de micas (biotite), noyés dans une pâte fondamentale (RB)microcristalline. Ces minéraux sont bien visibles et témoignent d'un refroidissement

rapide. Chronologiquement, ces faciès rhyolitiques sont rapportés au Paléozoïque supérieur, probablement d'âge carbonifère.

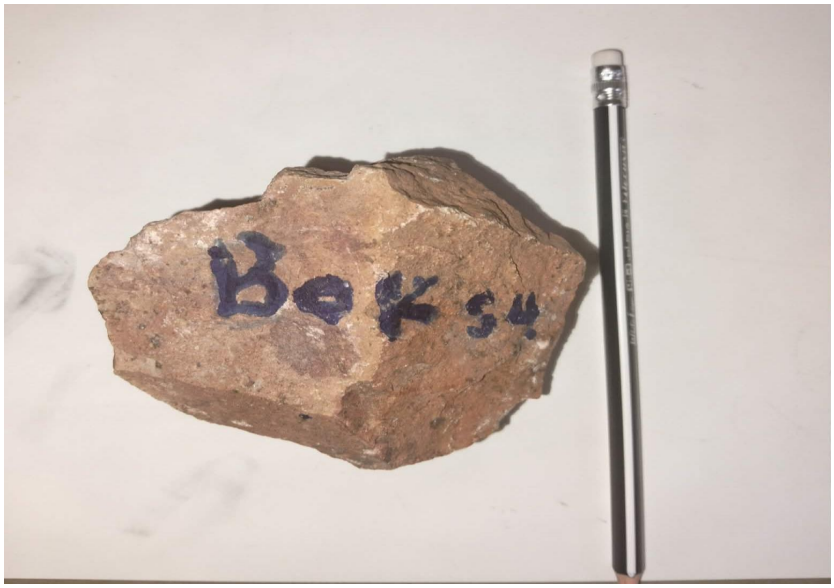


Figure III. 4: macroscopique BKN (Boukerdene)

Le facies BKN est facies provenant de la localité de Boukerdene a Tifrit et constitue d'une rhyolite rose a texture légèrement porphyrique avec des cristaux de Quartz a bordure réactionnelle et des feldspaths ainsi que des micas noire et blanc de type biotite et muscovite. Ce facies contient des minéralisations d'oxydes et probablement des sulfures.

III.2 Description microscopique des faciès rhyolitiques

Le faciès sombre, de couleur brun chocolat, montre au microscope polarisant une texture porphyrique. Il est constitué de phénocristaux de quartz, parfois globuleux dispersés dans une matrice microcristalline.

Les feldspaths alcalins sont abondants, notamment le feldspath potassique et les microclines, souvent partiellement altérés.

On observe également des micas fréquemment chloritisés avec des minéraux opaques le long des clivages, témoignant d'une altération secondaire.

La matrice est composée de microlites feldspathiques orientés dans le sens de l'écoulement

Parmi les minéraux secondaires, on note la présence d'épidote, associée aux micas et aux feldspaths altérés, ainsi qu'une chloritisation marquée. On remarque aussi des grains d'opaques disséminés dans la matrice, probablement des sulfures secondaires issus d'une

Altération hydrothermale. L'ensemble de ces caractères (texture porphyrique, quartz fracturés, altération des feldspaths et présence de minéraux secondaires) indique une évolution magmatique suivie d'un épisode d'altération post-magmatique, probablement lié à une circulation de fluides hydrothermaux.

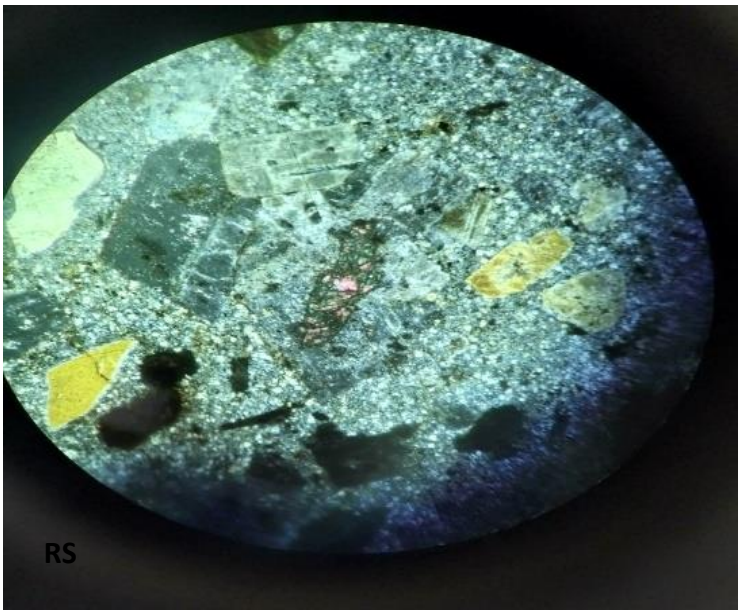


Figure III. 5: microscopique RS (Aïn soltane) en LP grossissement ×5

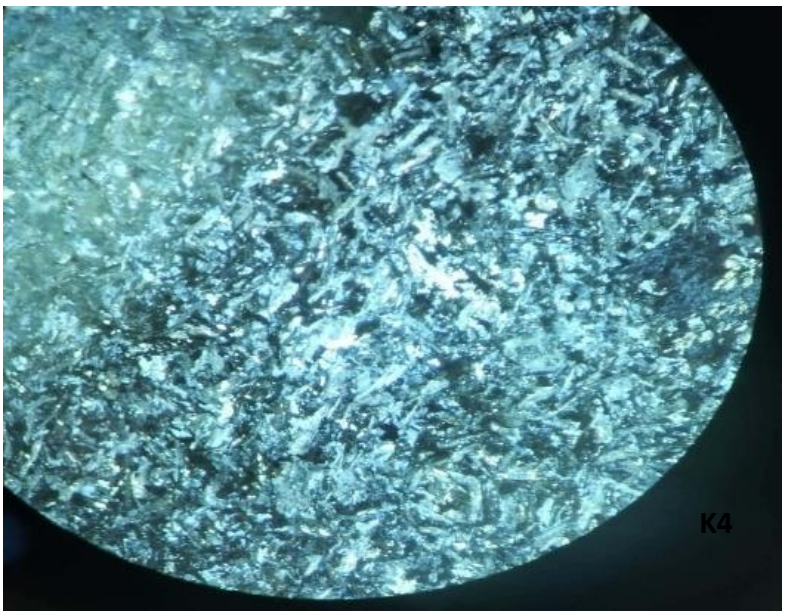


Figure III. 6: microscopique rhyolite k4 en LP grossissement×5

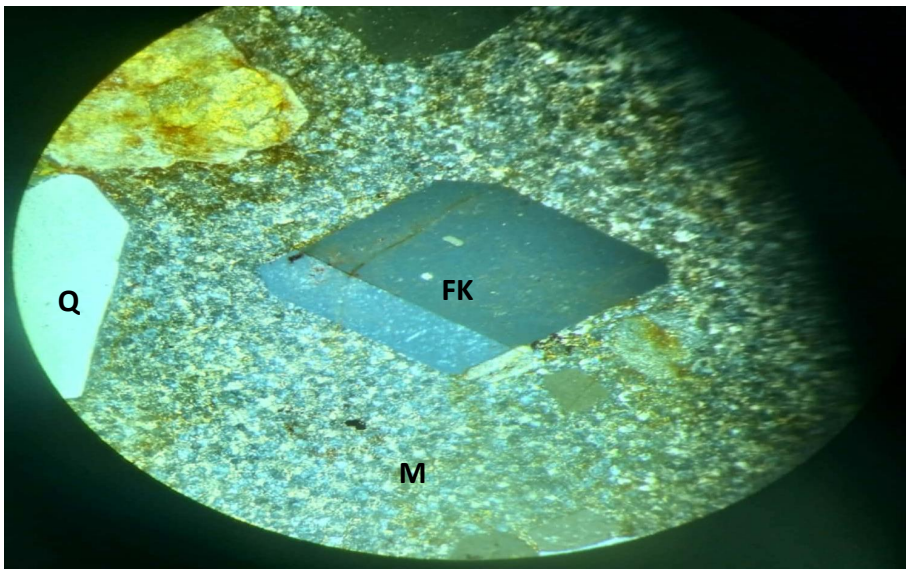


Figure III. 7 : microscopique RB (Berhane) en LP grossissement×5

RB : Q : quartz - FK : feldspath potassique – M : mésostase

Le facies RB est constitué d'une roche montrant des phénocristaux de quartz, de feldspath et des biotites baignant dans une matrice microgrenue a microlitique avec des opaques.

Description microscopique : On observe des grains de feldspath potassique reconnaissables par leur aspect clair et leurs formes irrégulières, parfois sub-anguleuses. Ces cristaux sont dispersés dans une matrice fine, sombre à grisâtre, constituée de particules très fines assurant la cohésion de l'ensemble. La matrice entoure les grains et comble les espaces intergranulaires. L'ensemble présente une texture hétérogène, avec des grains de tailles variables mal triés

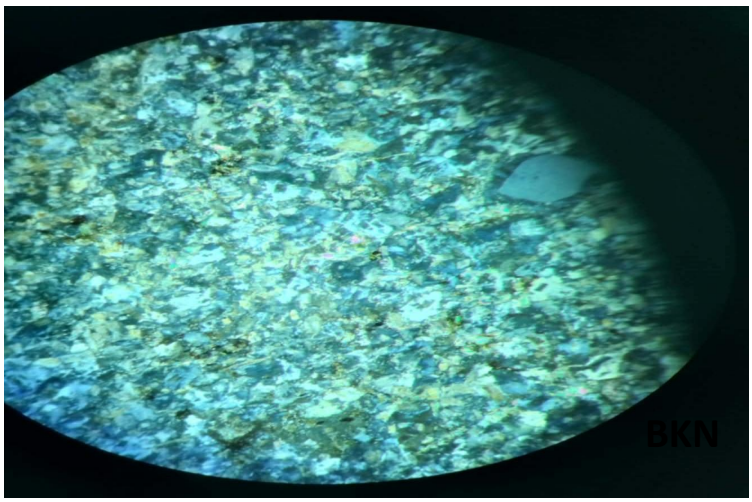


Figure III. 8: microscopique BKN (Boukerdene) en LP grossissement ×5

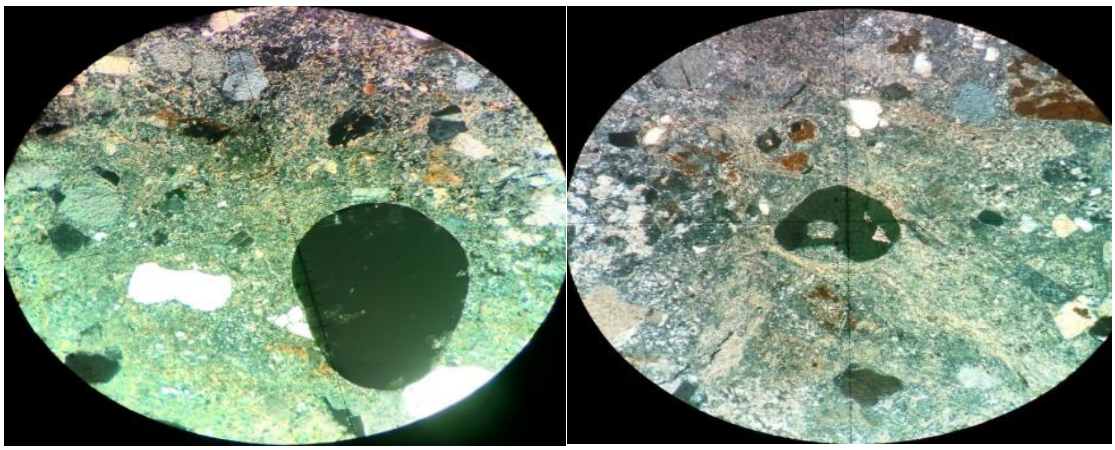


Figure III. 9: 2 photos de lames minces de la brèche volcan sédimentaire dacitiques de Tifrit en LP

III.3 L'ordre de cristallisation des facies rhyolitiques du môle de Tifrit

Ces facies volcaniques sont de nature rhyolitique avec une cristallisation qui s'est faite en deux temps avec d'abord les phénocristaux dans l'ordre suivant :

Micas -feldspath-quartz comme des minéraux primaires et en deuxième temps la cristallisation de la matrice formée avec quartz-feldspath et micas en très petit cristaux.

Les minéraux secondaires sont : les minéraux opaques de nature sulfureuses et d'oxyde ainsi que de l'épidote de chlorite et qui sont le résultat d'une altération hydrothermale.

CHAPITRE IV :

Chapitre IV : Géochimie des éléments majeurs des faciès volcaniques et hypo volcaniques du môle de Tifrit :

IV.1 Introduction

L'étude des éléments majeurs constitue une étape essentielle dans la caractérisation pétrogénétique des roches magmatiques et permet de déterminer la nature chimique des magmas, leur degré de différenciation ainsi que leur affinité géochimique et leur contexte géodynamique de mise en place.

Dans le cas du môle de Tifrit, les faciès volcaniques et hypo volcaniques d'âge paléozoïque présentent une diversité pétrographique notable, dominée par des termes intermédiaires à acides. L'analyse de leur composition en éléments majeurs permet de mieux comprendre l'évolution du magmatisme tardi-hercynien dans cette région. (Remaci-Benaouda, 2005 ; Mahmoudi, 2009).

IV.2 Caractérisation des faciès magmatiques du mole de Tifrit

Les formations magmatiques de Tifrit, d'après leurs modes de mise en place et leurs textures et minéralogie et géochimiques sont volcaniques et hypo volcaniques et sont représentés essentiellement par :

- Des **andésites**,
- Des **dacites**,
- Des **rhyodacites**,
- Des rhyolites et des micro diorites accompagnés de produits pyroclastiques tels que
- Les **brèches volcaniques**,
- Les **tufs**.

Ces faciès correspondent à des manifestations volcaniques et subvolcaniques (hypo volcaniques), traduisant une mise en place à différents niveaux de la croûte et correspondent à un volcanisme essentiellement andésitique

Le diagramme suivant montre la nature de ces facies :

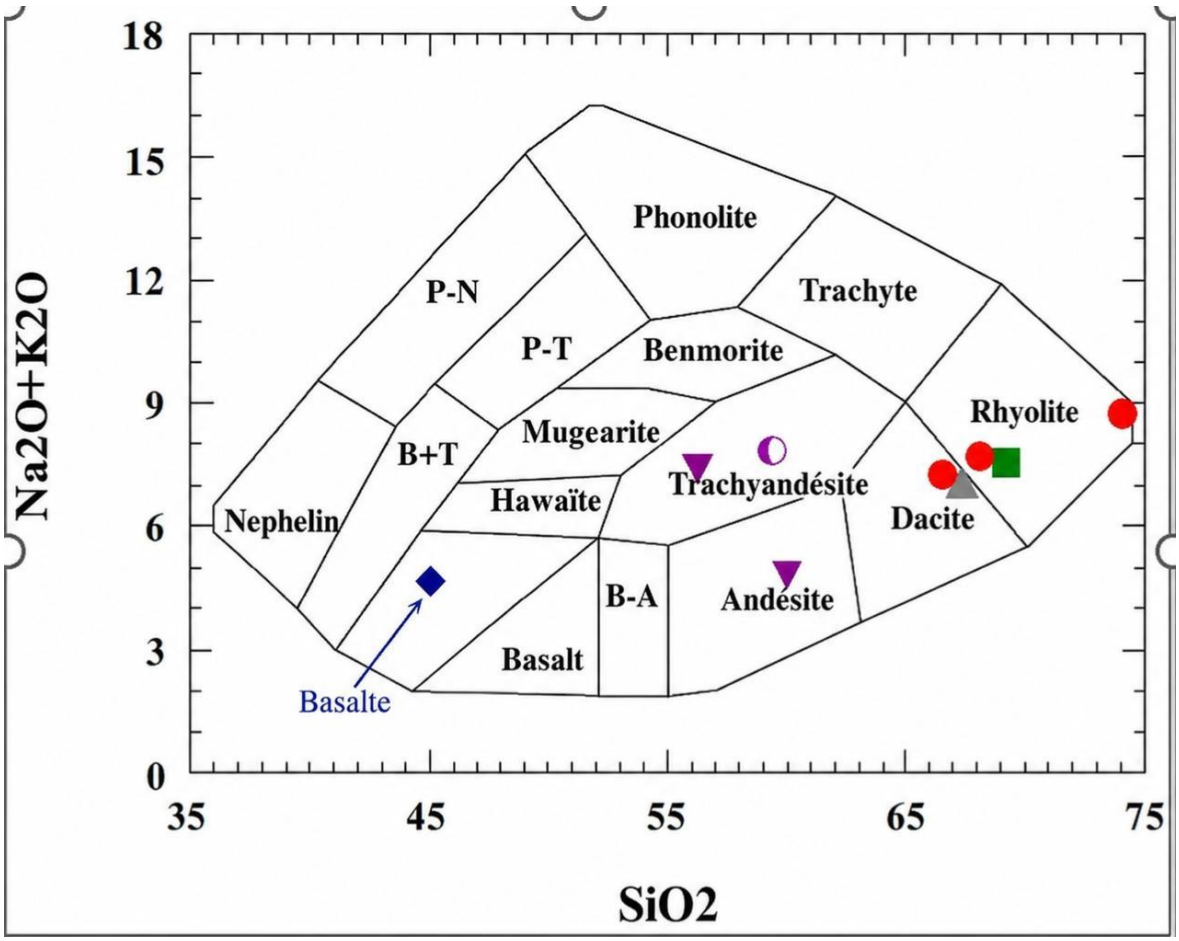


Figure IV. 1: Les roches magmatiques paléozoïques de Tifrit dans le diagramme de Lebas et al. (1986) (in Mahmoudi, 2009)

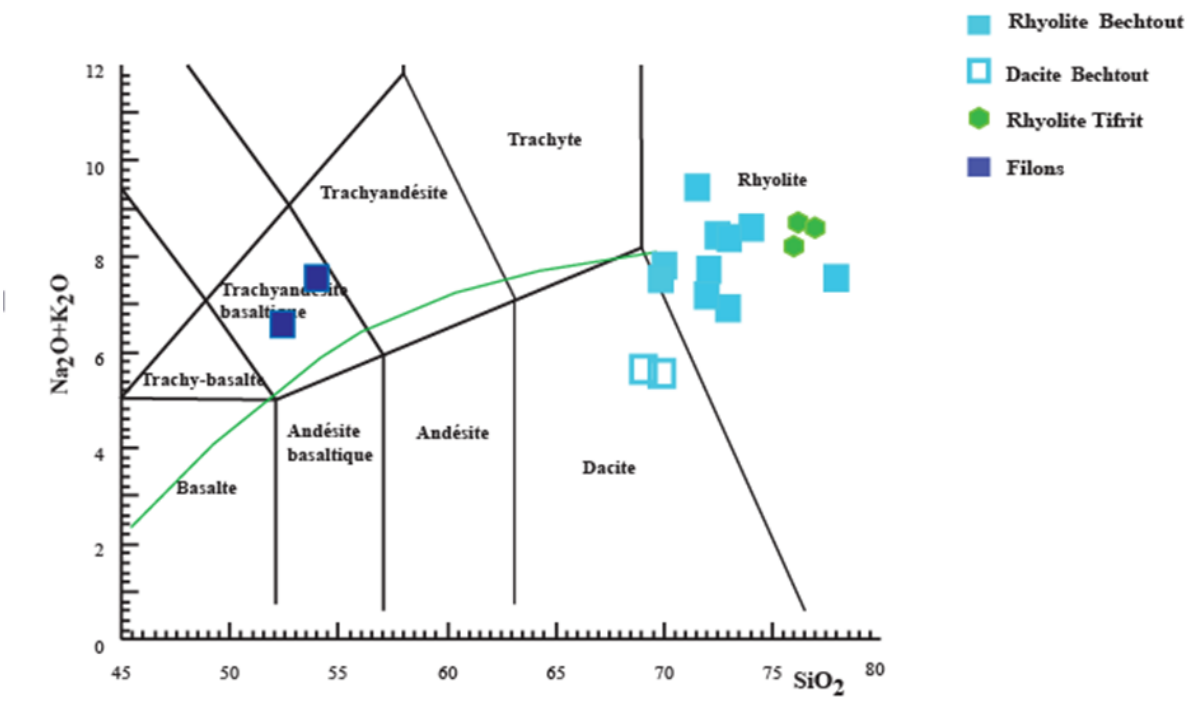


Figure IV. 2: Diagramme montrant les rhyolites de Tifrit et de béchtout avec les filons de micro diorites in (Chaabani N., 2020)

IV.3 Caractéristiques des éléments majeurs

L'étude des éléments majeurs (SiO_2, Al_2O_3, Fe_2O_3, MgO, CaO, Na_2O, K_2O, TiO_2) met en évidence plusieurs traits géochimiques caractéristiques.

IV.3.1 Teneur en silice (SiO_2)

Les roches du môle de Tifrit présentent des teneurs élevées en silice, traduisant une composition allant d'intermédiaire **à acide**.

Cet enrichissement en SiO_2 reflète un degré avancé de différenciation magmatique, avec une évolution progressive depuis des termes andésitiques vers des termes rhyolitiques, dacitiques puis rhyodacitiques. (Remaci-Benaouda, 2005)

IV.3.2 Les alcalins (Na_2O et K_2O)

Les teneurs en alcalins sont globalement élevées, avec une prédominance notable du **K_2O**, ce qui confère à ces roches un caractère **potassique à calco-alcalin**

Cette signature est typique des magmas différenciés associés aux contextes orogéniques tardi-hercyniens.

IV.3.3 Les éléments ferromagnésiens (Fe_2O_3, MgO)

Les teneurs en fer et en magnésium sont relativement faibles à modérées.

Cette diminution des éléments ferromagnésiens est caractéristique d'un processus de différenciation magmatique, marqué par la cristallisation fractionnée (Clarke, 1981) des minéraux mafiques (biotite, pyroxènes, amphiboles). .

IV.3.4 Le calcium (CaO)

Le calcium montre une tendance à la diminution avec l'augmentation de la teneur en silice.

Cette évolution traduit la cristallisation progressive des plagioclases calciques, contribuant à l'enrichissement relatif en silice du magma résiduel. (Le Maitre et al., 1989).

IV.3.5 L'aluminium (Al_2O_3) (Clarke, 1981; Chappel & White, 1974; Capdevila & Floor, 1970)

Les teneurs en aluminium sont modérées à élevées, indiquant la présence abondante de feldspaths, notamment les plagioclases et les feldspaths potassiques. Cette caractéristique est typique des roches magmatiques évoluées riches en minéraux alumineux. (Taylor & McLennan, 1985).

IV.3.6 Le titane (TiO_2) (Pearce & Norry, 1979 ; Peccerillo & Taylor, 1976)

Les faibles teneurs en TiO_2 confirment l'affinité **calco-alcaline** de ces roches, ce qui les distingue des séries tholéiitique généralement plus riches en titane. (Irvine & Baragar, 1971).

IV.4 Affinité géochimique et classification

Les analyses géochimiques montrent que les roches du môle de Tifrit se situent dans le domaine **calco-alcalin** selon les diagrammes classiques (AFM d'Irvine et Baragar).

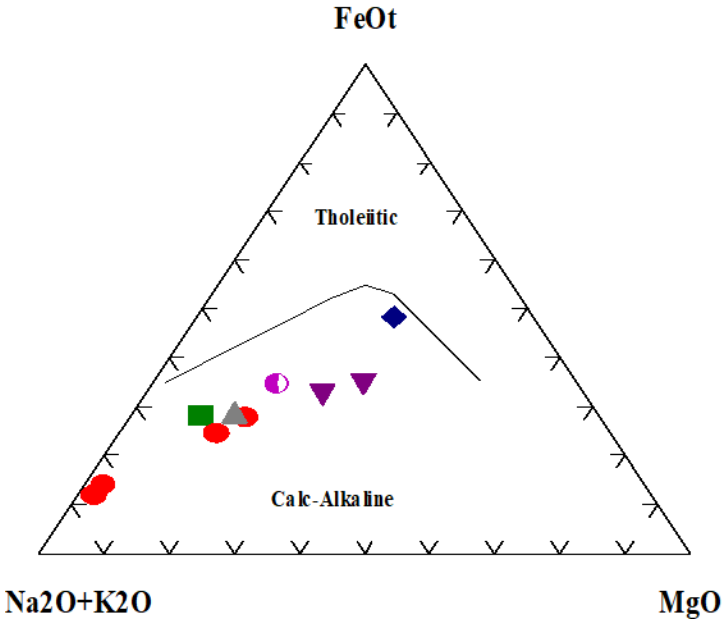


Figure IV. 3: Diagramme AFM d'Irvine et Baragar71.in Mahmoudi, 2009

Le rouge : rhyolite - le violet : microdiorite

Cette affinité est caractéristique :

- Des magmas liés aux contextes orogéniques,
- D'un enrichissement en alcalins,
- D'une évolution par différenciation magmatique.

Contrairement au volcanisme tholéiitique triasique, ce magmatisme correspond à une activité **tardi-hercynienne**, comparable à celle observée dans la Méséta orientale marocaine. (Remaci-Benaouda, 2005).

IV.5 Interprétation pétrogénétique

Les données géochimiques suggèrent que les magmas de Tifrit résultent :

- D'une **source mantellique modifiée**,
- Associée à une **contribution crustale** significative.

Ce mélange traduit probablement :

- Des processus de fusion partielle,Suivis d'une différenciation magmatique,
- Dans un contexte de **déformations intra-lithosphériques**. (Pearce et al., 1984 ; Taylor & McLennan, 1985).

L’absence de signature claire d’un arc volcanique de type andin suggère un contexte géodynamique plus complexe, possiblement lié à des phénomènes d’écaillage profond de la lithosphère. (Saunders et al., 1980 ; Remaci-Benaouda, 2005).

IV.6 Conclusion

L’étude des éléments majeurs des faciès volcaniques et hypo volcaniques du môle de Tifrit met en évidence :Une composition **intermédiaire à acide**, dominée par des andésites, dacites et rhyodacites.Une affinité **calco-alcaline potassique** ;Une évolution contrôlée par la **différenciation magmatique** ;Une origine liée à une interaction entre **manteau et croûte continentale** ;Un contexte géodynamique associé au **magmatisme tardi-hercynien**.Ces caractéristiques confirment que le môle de Tifrit représente un témoin important de l’évolution magmatique paléozoïque dans le domaine atlasique occidental.

CHAPITRE V :

Chapitre V : Géodynamisme et métallogénie des secteurs étudiés

V.1 Contexte géodynamique

Les caractéristiques géochimiques ont montré que le complexe de Béchtout présente des caractéristiques de magmas orogéniques liés à l'orogenèse hercynienne (Remaci-Benaouda, 2005). Dans le but de situer les volcanites acides dans leur contexte géodynamique, nous avons utilisé des diagrammes basés sur les teneurs en éléments majeurs et en traces. (Rollinson, 1993).

Pearce et al. (1984, 1996) proposent plusieurs diagrammes géotectoniques discriminants pour les granitoïdes, basés sur les teneurs en éléments traces (Rb, Nb, Y et Yb) :

- Les granitoïdes d'arc volcaniques (VAG= volcanic arc granites),

- Les granitoïdes de collision (COLG = collision granites avec les syn-COLG et les post-COLG),

- Les granitoïdes de rides océaniques (ORG= Océan ridge granites),

- Les granitoïdes intraplaques (WPG= Within plate granites). (Pearce et al., 1984 ; Pearce, 1996).

Reportés dans le diagramme Nb vs Y, les faciès rhyolitiques et dacitiques de Béchtout se localisent essentiellement dans le domaine VAG+COLG (Fig. V-8). Le diagramme Rb vs Y+Nb de Pearce et al. (1996), permettant d'individualiser le domaine des granitoïdes post-collisionnels (post-COLG) (Fig.V.1), situe les volcanites de Béchtout ayant SiO_2> 66% dans le champ de ces derniers, tout comme les rhyolites de Tifrit (Remaci-

Benaouda, 2005). Ces résultats confortent notre hypothèse sur le contexte post-collisionnel (orogènehercynien) (Michard et al., 2008).

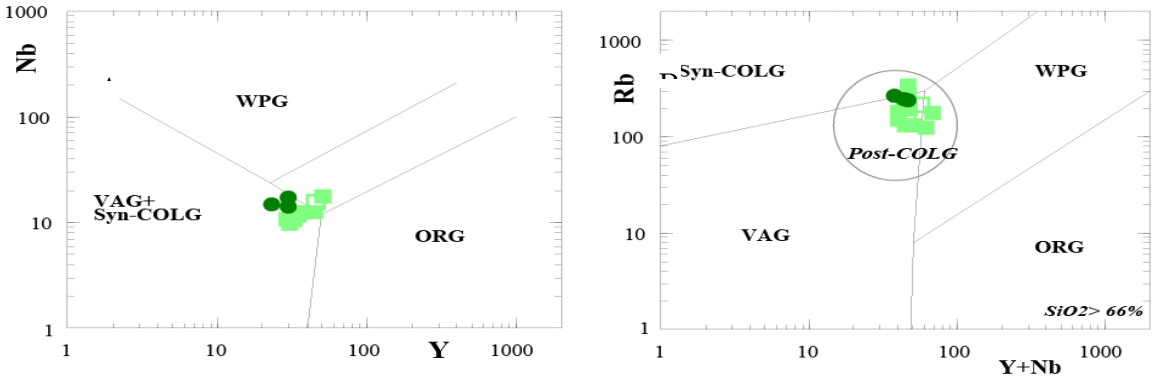


Figure V. 1 : Position des faciès acides de Béchtout et de Tifrit dans les diagrammes géotectoniques. (A) Nb vs Y (Pearce et al. 1984). (B) Rb vs Y+Nb (Pearce et al., 1996).

V.2 La géochimie isotopique

Origine crustale du complexe rhyolitique de Béchtout ?

Nous n'avons pas pu disposer d'analyses isotopiques pour les volcanites de Béchtout Vu les similitudes existant au point de vue pétrologique, géochimique et contexte géotectonique avec les rhyolites de Tifrit, il serait intéressant de reprendre les données isotopiques (Sr-Nd) disponibles étudiées sur ces dernières par (Remaci-Benaouda, 2005). La rhyolite de Tifrit possède un Sr initial avoisinant 0.7104 et un εNd faible de - 3.30. Il est à rappeler que ces valeurs ont été obtenues pour un âge de mise en place de 297 Ma (Remaci-Benaouda, 2005). Elle possède des caractères de roche crustale bien affirmé (Taylor & McLennan, 1985). Les faciès rhyolitiques et dacitiques pourraient bien se rapprocher de ces données isotopiques et avoir une signature isotopique de roches crustales (Winter, 2010). 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) (Fig.V.2) confirment ce caractère franchement crustal sans aucune participation du manteau. Un

protolithe sédimentaire serait à l'origine de ces roces acides de Béchtout

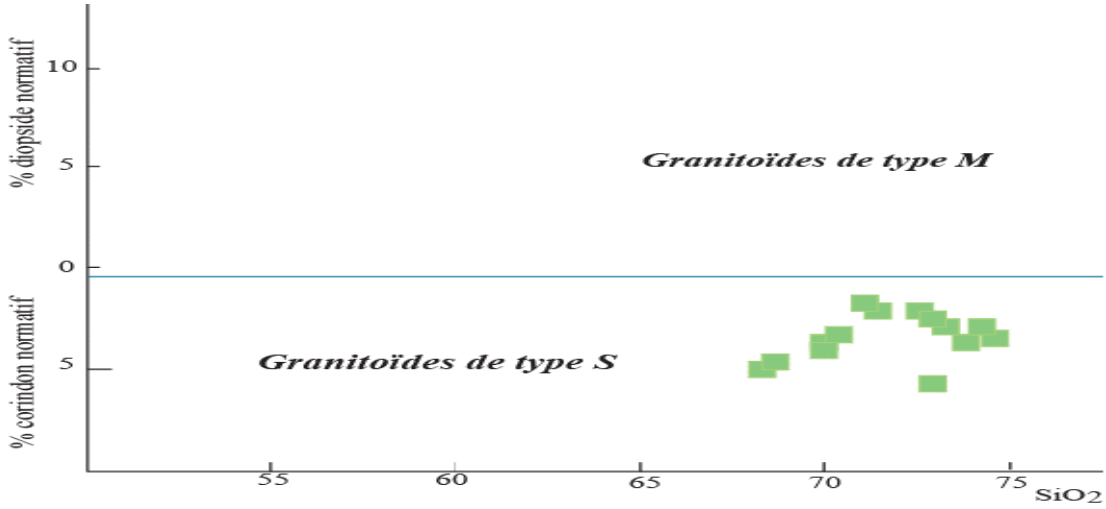


Figure V. 2 : Position des volcanites acides de Béchtout dans le diagramme normatif établi chaabani N., 2020

V.3 Géochimie et interprétation géodynamique du môle de Tifrit

V.3.1 Affinité magmatique

Les analyses géochimiques montrent généralement :

- Une série calco-alcaline ;
- Un enrichissement en LILE ;
- Un appauvrissement en Nb-Ta.

Ces caractéristiques des magmas de subduction (Saunders et al., 1980 ; McDonough & Sun, 1995).

V.3.2 Contexte tectonique

Les diagrammes tectonomagmatiques QW suggèrent :

- Un environnement d'arc volcanique ;
- Ou un contexte post-collisionnel évolué (Pearce et al., 1984).

Le volcanisme du môle de Tifrit serait lié à :

- La convergence Afrique–Europe ;
- La fermeture progressive des bassins téthysiens (Michard et al., 2008).

V.4 Métallogénie du môle de Tifrit

V.4.1 Relations entre volcanisme et minéralisation

Les circulations hydrothermales associées au magmatisme ont favorisé :

- La remobilisation des métaux ;
- La précipitation des sulfures (Pirajno, 2009).

Les indices métallifères observés sont généralement associés à :

- La pyrite ;
- La chalcopyrite ;
- Les oxydes de fer, typiques des systèmes hydrothermaux liés aux arcs magmatiques (Guilbert & Park, 1986).

V.4.2 Altérations hydrothermales

Les principales altérations reconnues sont :

- Silicification ;
- Chloritisation ;
- Séricitisation ;
- Carbonatation.

Ces altérations constituent des indicateurs importants de systèmes hydrothermaux potentiellement minéralisés (Pirajno, 2009 ; Ohmoto, 1986).

V.4.3 Potentiel métallogéniques

Sur la base des données pétrographiques et géochimiques, le môle de Tifrit présente :

- Un potentiel en minéralisations polymétalliques ;
- Une relation probable avec des systèmes hydrothermaux volcaniques ;
- Une analogie avec les contextes d'arcs magmatiques calco-alcalins (Guilbert & Park, 1986 ; Pirajno, 2009).

V.5 Conclusion

L'étude géodynamique et métallogénique montre que les processus tectoniques contrôlent directement la nature du magmatisme et la formation des gisements métallifères à l'échelle globale, les zones de subduction constituent les environnements les plus favorables aux minéralisations hydrothermales.

Au niveau du môle de Tifrit, les données pétrographiques et géochimiques indiquent un volcanisme essentiellement calco-alcalin associé à un contexte tectonique convergent. Les phénomènes d'altération hydrothermale et les indices sulfurés suggèrent l'existence d'un potentiel métallogénique lié à l'évolution géodynamique régionale du Tell algérien occidental (Remaci-Benaouda, 2005 ; Mahmoudi, 2009).

CHAPITRE VI :

Chapitre VI : Les minéralisations sulfureuses du môle de Tifrit Saïda

Le môle de Tifrit, situé dans la région de Saïda en Algérie, constitue un domaine géologique d'un grand intérêt, particulièrement pour ses minéralisations sulfurées liées à son socle paléozoïque et à sa couverture mésozoïque (Mahmoudi, 2009)

VI.1 Contexte Géologique

Le môle de Tifrit est une boutonnière de **socle paléozoïque** recouverte par des formations **jurassiques**. Il est constitué de schistes, micaschistes et quartzites.

VI.2 Types de minéralisations sulfureuses

Les minéralisations sont principalement **filoniennes** et **de remplacement (MVT)**, contrôlées par les fractures et les failles.

VI.3 Paragénèse minérale

Les principaux sulfures sont la **pyrite, la chalcopyrite, la sphalérite et la galène**, avec une gangue de quartz, barytine et calcite. En surface apparaissent des produits d'altération (malachite, azurite, cérusite, smithsonite).

VI.4 Origine et genèse (Métallogénie)

Les minéralisations sont d'origine **hydrothermale**. Des fluides chauds circulant dans les failles ont déposé les sulfures, sous un contrôle structural.

VI.5 Intérêt économique

Les gisements sont généralement de **petite taille**, mais présentent un intérêt pour l'exploration du **Cu, Pb et Zn**.

VI.6 Les minéralisations sulfureuses du môle de Tifrit

Les indices sont de type **VMS** et **MVT**, associés à un contexte volcano-sédimentaire. Ils renferment principalement **Cu, Fe, Pb et Zn**, avec un potentiel en métaux rares.

VI.7 Les gisements d'amas sulfurés (VMS)

Les gisements **VMS** sont liés au **volcanisme sous-marin**. Ils sont constitués de sulfures massifs riches en **Zn-Pb** et d'un **stockwerk** enrichi en **Cu et Au**.

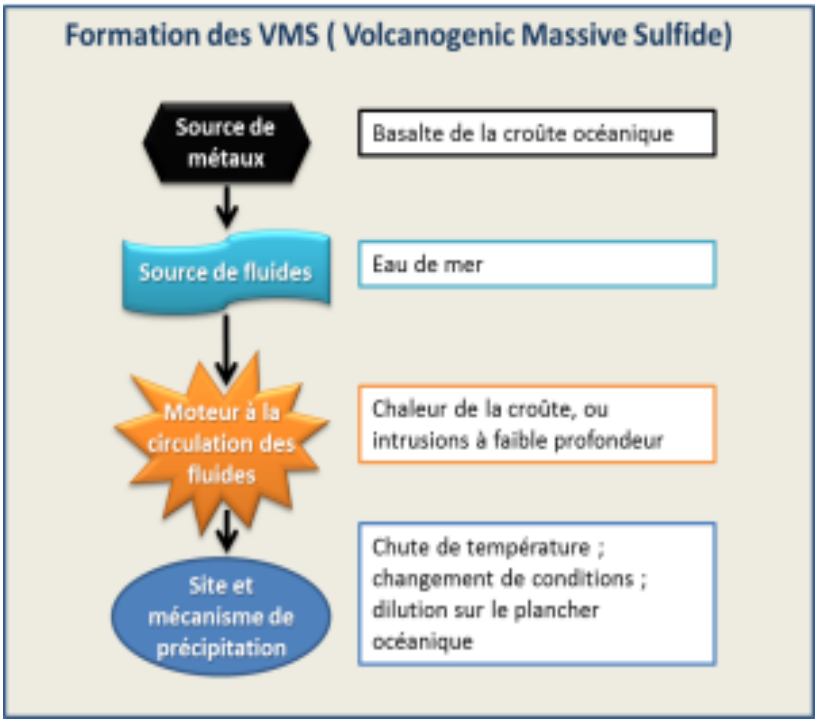


Figure VI. 1 : Formation des VMS

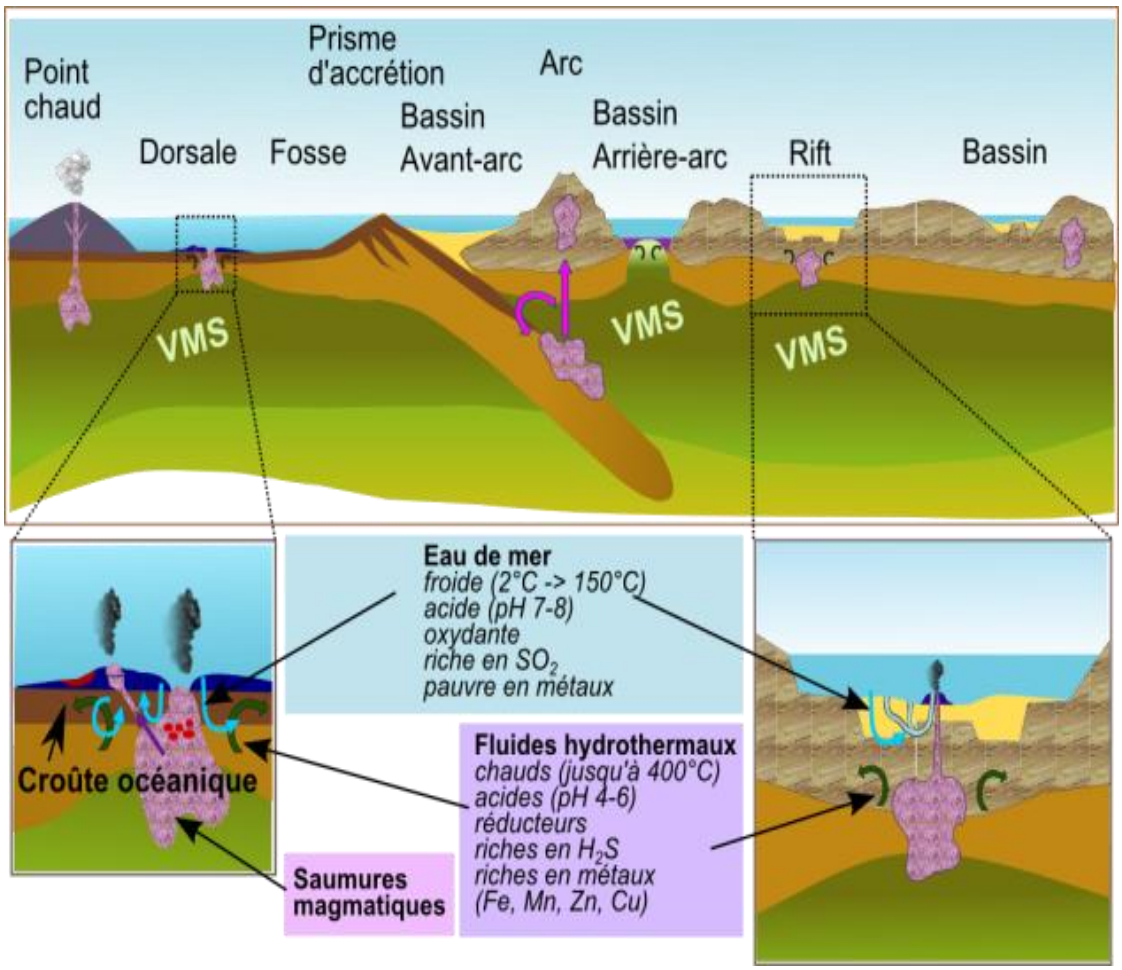


Figure VI. 2 : Les gisements VMS – synthèse

Schémas plus détaillés au niveau d'une dorsale ou d'un rift :

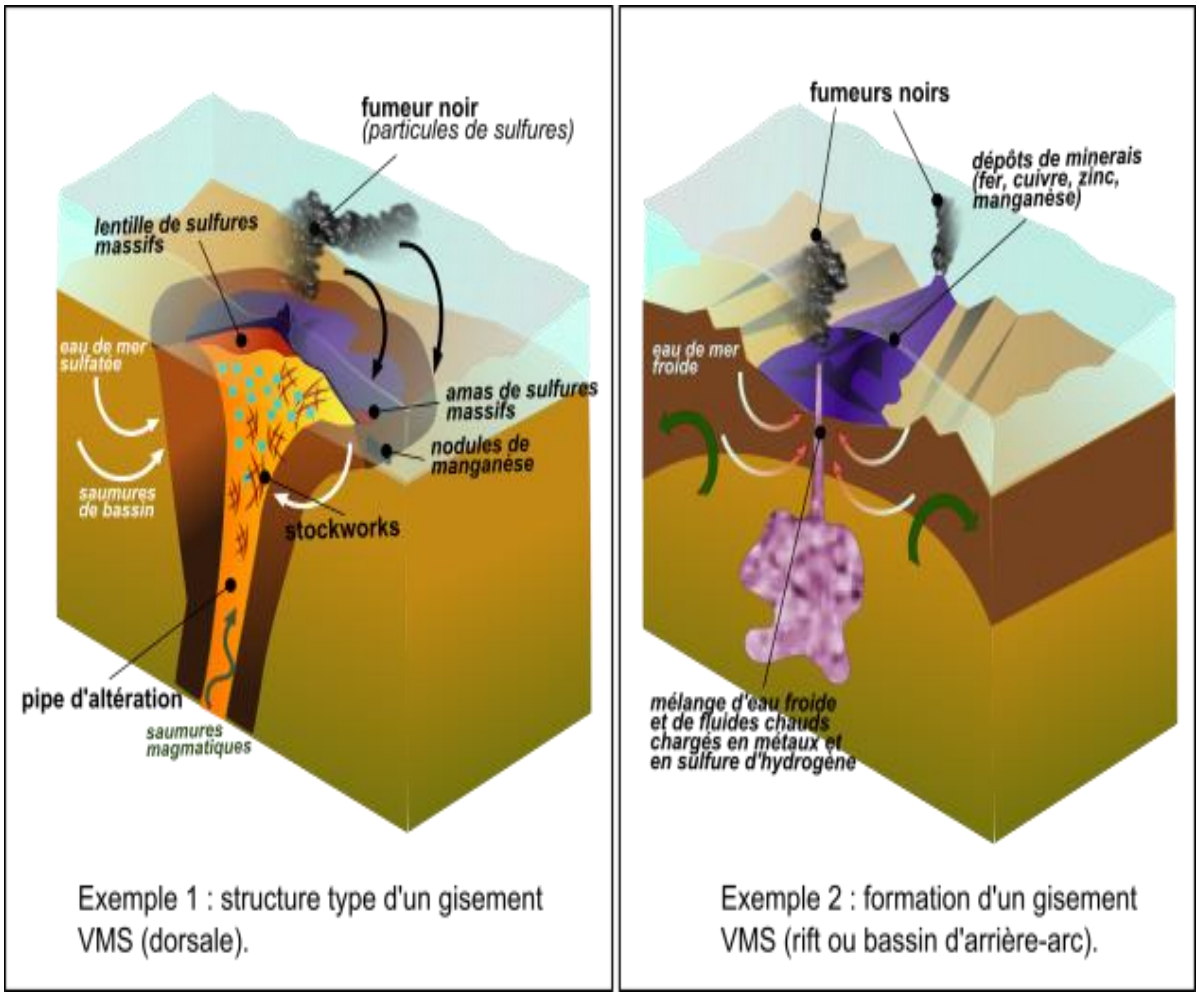


Figure VI. 3 : Exemples pour les gisements VMS

VI.8 Les gisements associés aux porphyres

Les gisements de porphyres doivent leur nom aux intrusions de faible profondeur, felsiques à intermédiaires contenant des **phénocristaux (Sillitoe, 2010)**. Ils sont les sources de **cuivre et de molybdène** les plus importantes au monde et produisent également une proportion non négligeable d'Au, Ag, W et Sn (Sillitoe, 2010).

Les corps minéralisés sont recouverts par un pluton granitique assez petit représentant des ramifications de batholithes, ils sont plus grands en profondeur. Les plutons sont situés dans les parties inférieures des volcans et font partie des conduits amenant le magma en surface. Le corps minéralisé et le pluton sont composites en raison de nombreuses injections de magma et de fluides hydrothermaux.

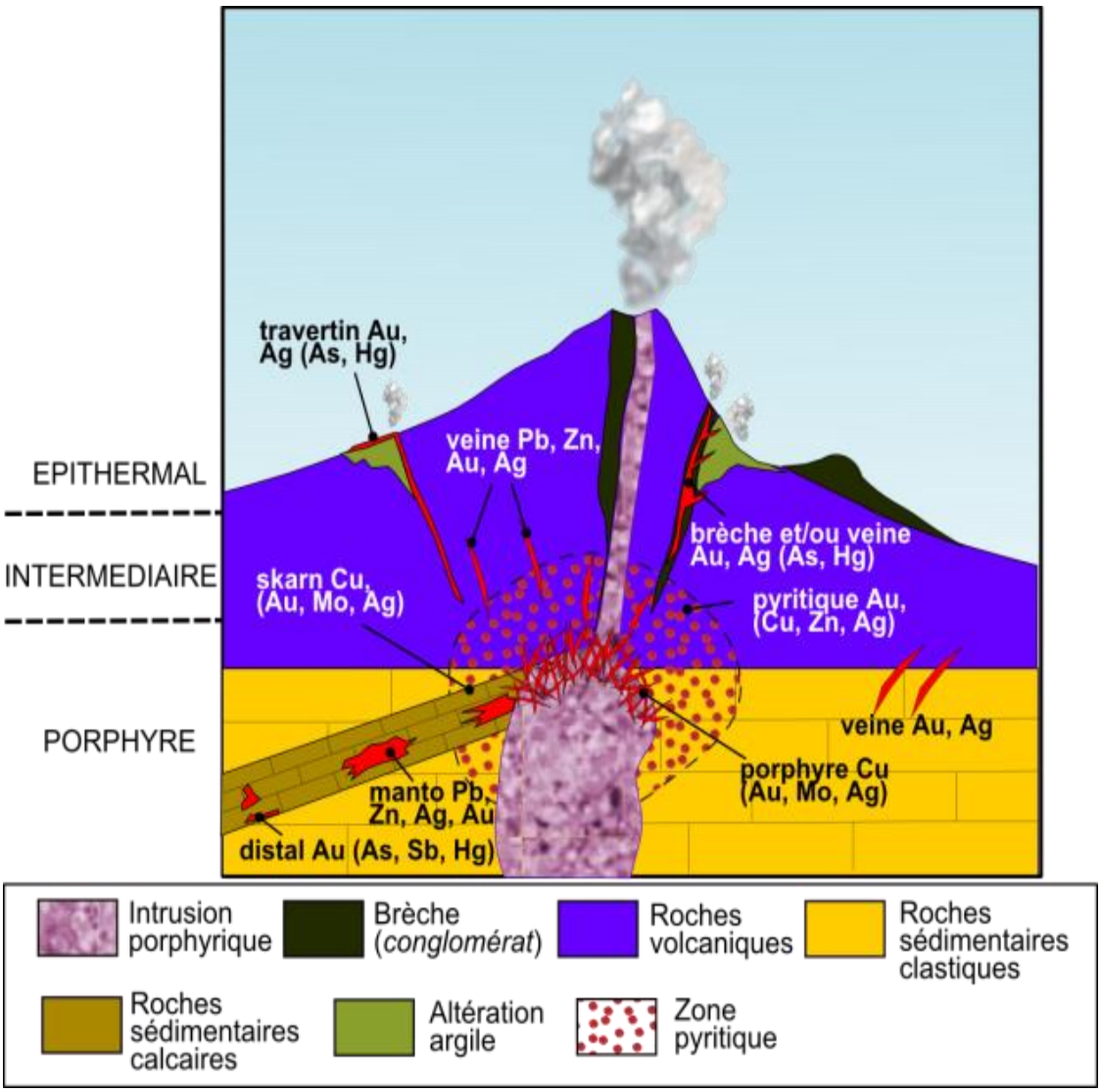
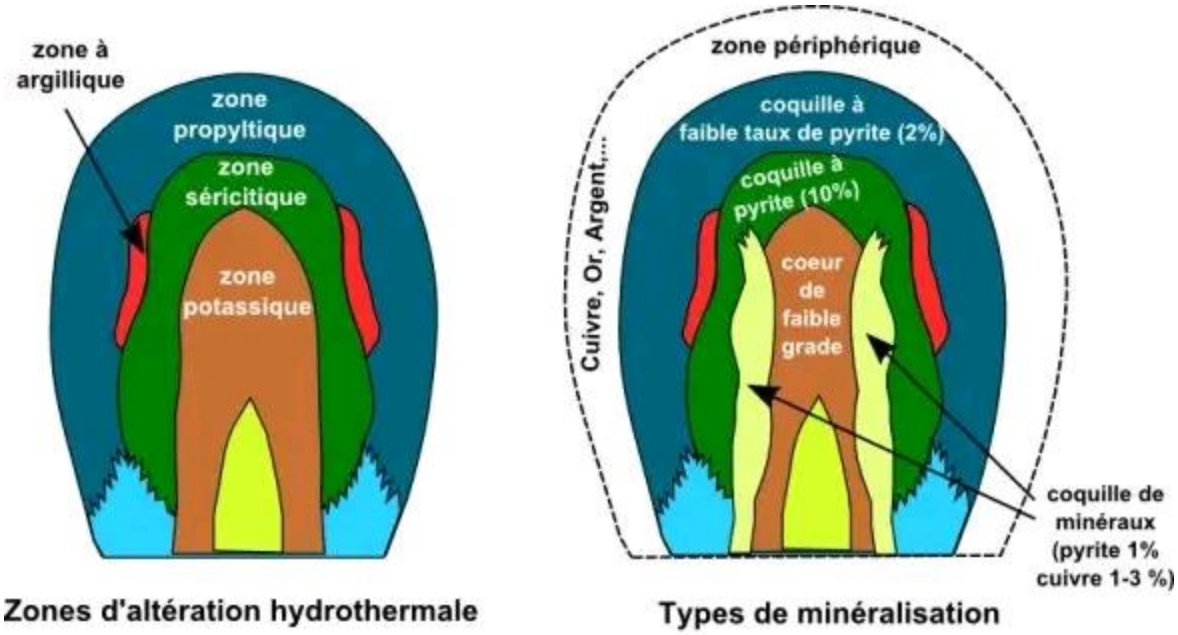


Figure VI. 5 : Exemple de gisement de porphyre

Le minerai se développe à l'intérieur du pluton, mais s'étend également à l'encaissant altéré de manière plus ou moins intense sous forme de zonation radiale autour du pluton. La minéralisation se présente en **petites concentrations de minéraux sulfurés**, disséminés dans des veines et en placage de remplacement en partie supérieure du pluton ou dans l'encaissant altéré (Pirajno, 2009). Les minéraux sulfurés rencontrés dans ce type de gisement sont la pyrite, la chalcopyrite, la bornite, la molybdénite et l'or (Guilbert & Park, 1986).

:



Porphyre cuprifère

Un même magma granitique peut former différents types de gisements (porphyres, skarns, mantos) selon le milieu où circulent les fluides hydrothermaux.

Dans les porphyres, les fluides magmatiques se mélangent aux eaux météoriques autour du pluton, ce qui provoque la précipitation des métaux.

Dans les skarns, les fluides réagissent avec des roches carbonatées, entraînant la minéralisation. Plus loin, ils peuvent former des mantos.

Certains skarns à tungstène sont indépendants des porphyres et proviennent d'une source magmatique plus profonde.

Modèle génétique (4 étapes) :

1. Mise en place d'un magma granitique, cristallisation partielle et libération de fluides hydrothermaux.
2. Les fluides migrent par les fractures, altèrent les roches et déposent les métaux.
3. Les eaux météoriques chauffées se mélangent aux fluides magmatiques, favorisant la précipitation des minerais.
4. Des intrusions successives répètent le processus et forment un complexe de corps minéralisés.

CONCLISION GENERALE :

CONCLUSION GENERALE

Le magmatisme paléozoïque du môle de Tifrit correspond à une activité plutono-volcanique calco-alcaline mise en place au Paléozoïque terminal dans un contexte géodynamique d'arc volcanique (VAG). Son évolution est marquée par un volcanisme basique post-silurien, suivi d'émissions intermédiaires puis acides (andésites, dacites, rhyolites et rhyodacites), traduisant un magmatisme récurrent associé à des équivalents plutoniques en profondeur. Les données pétrographiques, géochimiques et structurales confirment un régime tectonique compressif lié à la convergence des plaques.

Les minéralisations sulfurées de Tifrit présentent les caractéristiques des gisements de type VMS, étroitement associés aux roches volcaniques. Ces gisements se sont formés en milieu sous-marin, principalement dans des contextes de dorsale océanique, de bassin d'arrière-arc ou d'arc insulaire. Ils sont dominés par la pyrite et la pyrrhotite et montrent une morphologie lenticulaire ou stratiforme reposant sur un réseau de veines minéralisées (stockwerk). Les sulfures massifs sont généralement enrichis en Zn et Pb, tandis que le stockwerk est plus riche en Cu et Au.

Bibliographie :

A

Aissa D.E & Boutaleb A. – 2003 Les indices du môle de Tifrit (Saida). Dans le môle de Tifrit, les minéralisations de type VMS et MVT sont favorables pour receler des quantités appréciables en Cd, In, Ge, Ga, Se, Te, Tl, Ag

Aissa D.E & Boutaleb A. - 2003 - Existe t - il des minéralisations d'intérêt économique dans la « chaîne hercynienne » du Nord de l'Algérie- GEORAN le point sur la recherche géologique en Algérie- Université d'Oran - Décembre 2003

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.
Ameur M. 1978 : Les facies de plate-forme du Jurassique inférieur et moyen de la partie orientale du Fillaoussène. Thèse de Doc, troisième cycle Univ. d'Oran 192 p.

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.

B

Baillis J. et M. Byet 1882 , 1868 : Editions de quelques informations sur les indices de minéralisation de l'Oued – Zeboudj.

Benaouda N. et Cottin J.Y. 1985 : Données pétrologiques des différentes générations d'aplites de la région de Nedroma Traras , N-O d'Algerie , pub serv géol , de l'Université d'Oran.

BIBLIOGRAPHIE

Boushaba A.1996 .Le massif granitique du Ment (Maroc centralhercynien) dans son contexte tectono-magamtique régional et les manifestations hydrothermales associées. Thèse d'Etat,INPL-CRPG, Nancy, 306 p.

Bougara M ,1995 : Contribution à l'étude sédimentologique du paléozoïque du môle de Tifrit, Saida, Algérie occidentale. Thèse de Magister, Université d'Oran.

Burnham C.W. (1979): Magmas and fluids / Importance of water phase in porphyry systems.

C

Cabanis B. & Lecolle M. (1989) : Le diagramme La/10- Y /15-Nb/8 ; un outil pour la discrimination des séries volcaniques et la mise en évidence des processus de mélange et/ou de contamination crustale. C.R. Acad. Sci. Paris, 309, série II, 2023-2089.

Chaabani N., 2020 : Pétrologie et géochimie des roches magmatiques de la région de Béchtout, Tiaret. Mémoire de Magister, université d'oran2.

Chappel B.W., et White A .J.R.,(1974) :Tow contrasting granites types .Pacific Geol,8,173-174.

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.

Cornel A. (1964) : Carte géologique de l'Algérie.

D

Deer W.A HOWI R.A. et Zussman J. 1970 : Rocks forming minerals, 3 volumes.

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 .

E

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.

Ewarth J. 1979 : Classification des roches volcaniques.

F

Fabre J. 1976 : Introduction à la géologie du Sahara Algérienne, SNED Alger 1976, 362p.

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 .

Franklin J.M., Gibson H.L., Jonasson I.R. et Galley A.G. (2005) : Volcanogenic Massive Sulfide Déposits (Modèles génétiques et classifications des gisements VMS).

G

Gautier et Roubault (1938) : sur les roches cristallines de la région de Nemour (Beni saf-Algérie), C.R.Acad. SC,Paris, 207p,171-172.

Glangeaud L. : Travaux sur la compression Nord-Sud des terrains plio-quaternaires du Cheliff.

Graviou (1984) : Diagramme normatif de discrimination des granitoïdes de type S et de type M.

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.

Guilbert J.M. et Park C.F. (1986) : The Geology of Ore Deposits (Gîtologie, paragénèse des sulfures primaires et gisements de porphyres).

H

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

Irvine T.N. et Baragar W.R.A. (1971) : A guide to the chemical classification of the common volcanic rocks (Diagramme AFM et distinction des séries calco-alcalines et tholéiitiques).

Ishihara S. (1977) :The magnetite series and ilmenites series granitics rocks. Min.Geol, 27: 293-305.

K

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

Kharbouch F. Et al. (1995) : Corrélations tectoniques entre la Meseta orientale marocaine et le domaine des horsts en Algérie occidentale.

L

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. (1980) : Les magmas granitiques. Leurs comportements, leurs associations, leurs sources. Extrait du livre jubilaire de la société Géologique de France, Mèm. 10, 51-62.

Lameyre J. & Bowden P. (1982): Plutonic rock type series. Discrimination of various granitoïd series and related rocks. Journ. Volcan. Geotherm. Res., 14, 169-186.
Le Maitre 1982 : Classification des roches volcaniques.

Le Maitre R.W. et al. (1989): A Classification of Igneous Rocks and Glossary of Terms (Diagramme TAS de Lebas et al., 1986).

Leach D.L., Sangster D.F., Kelley K.D. et al. (2005): Sediment-hosted lead-zinc deposits (MVT and SEDEX types).

Lecord C. et Squaque A. 1987 : Comportement d'un système pluton-encaissant dans un champ de déformation régional, le Granite du Bramu , 1987 , (8) , t , IV Nº 4pp 665-673.

Lucas 1952 : Bordure Nord des hautes plaines dans l'Algérie, âge primaire de Saida C.R.S.S.G.F P1526153.

Lucas G 1942 : Descriptions géologiques et Pétrographiques des monts de Ghar Rouban et Sidi El Abed . (Frontière Algero-Marocaine) , Bull-série 2,16 .

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

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

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.

Mattauer M 1973 : Les déformations des matériaux de l'écorce terrestre. Herman (Ed) col méthodes , Paris 493p.

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.

McDonough W.F. et Sun S.S. (1995) : The composition of the Earth (Signatures des éléments traces et magmas de subduction).

Michard A., Saddiqi O., Chalouan A. Et Frizon de Lamotte D. (2008) : Continental Evolution : The Geology of Morocco (Analodies géodynamiques avec l'Algérie nord-occidentale.

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

O

Ohmoto H. (1986) : Stable isotope geochemistry of ore deposits (Processus d'altération supergène et hydrothermale des sulfures).

P

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

Pearce J.A., Norry M.J. (1979) : Petrogenetic implications of Ti, Zr, Y and P variations in volcanic rocks. Contrib. Mineral. Petrol., 69, 33-47.

Peccerillo A. & Taylor S. (1976): Geochimistry of eocene calc-alcaline volcanique rocks from the Kastomonu Area, Northern Turky. Contrib. Mineral. Petrol. 58, 63-81.

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

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

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.

Piqué A. Et al. (1993) : Évolution hercynienne tardive et dynamique post-collisionnelle au Maghreb.

Piqué A. Et Michard A. (1989) : Évolution métamorphique et structurale du socle paléozoïque nord-africain.

Pirajno F. (2009) : Hydrothermal Processes and Mineral Systems (Circulations hydrothermales, zonation et altérations : silicification, chloritisation, séricitisation). polymétamorphique, implications géodynamiques régionales, thèse de Doc Université d'Orléans 242p .

Pomel A. 1871 : Le Sahara, géologie , géographie et biologie , Bull , soc Alg climat , SC phys Et natu VIII , p3 , 165 .

Poul P , IRVING E , DALY AND POUCHKKINE – MOUSSINE 1981 : Paleomagnetic results from Permian Rocks Northern Saharian Craton and planetary science letters 55 (18) , 65 – 74, Elsevier scientific publishing company Anast printed in the Netherland.

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

R

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., Cottin J.Y. et Ménot R.P. (1999) : the role of hybridation in the genesis of granitoids from Tifrit (Hercynian belt North-Western Algéria): petrological and Sr-Nd isotopic evidences of interaction between crust and mantle – derived magmas. Four Hutton symposium: the origin of granites and related rocks, Clermont Ferrand, France. Abstract Doc. BRGM 290, p.36.

Remaci-Benaouda N., Cottin J.Y. et Ménot R.P. et Sagon J.P. (2000) : Petrochemistry, sources and geodynamic significance of two contrasting late-Hercynian granitoid magmatisms in nothwestern Algéria. 18 th colloquium of African Geology, Graz, Austria. Abstract Journal of African Earth Sciences, p.74

Remaci-Benaouda N., Cottin J.Y., Gonord H., Paquette J.L., Duthou J.L. et Sagon J.P. (1996) : Contexte collisionnel dans la chaine hercynienne NW africaine : étude

pétrochimique des granitoïdes tardi-carbonifères oranais. (Algérie nord occidentale). 1-ème réunion des Sciences de la Terre, Orléans, p 59.

Remaci-Benaouda N., Sagon J.P., Cottin J.Y., Ménot R.P. et Seddiki A. 2003: Nouvelles données pétrologiques et géochimiques sur le complexe de Beni-Snouss (Ghar Rouban, Algérie nord-occidentale) : influence d'une source mantellique sur un magmatisme crustal tardi- hercynien. Africa Geoscience Review, vol. 10, P. 315-331.

Renou E 1843 : Notes sur la présence de formations magmatiques aux environs de Saida, Algérie Occidentale.

Rollinson H.R. (1993): Using Geochemical Data: Evaluation, Presentation, Interpretation

S

Samson P. (1965) : Premiers modèles géologiques appliqués aux amas sulfurés de l'Ouest algérien.

Samson P. 1965 : Monographie du gîte plombo-zincifère de Touissit (Maroc) , thèse Université ,Nancy.

Saunders A.D., Tarney J. Et Weaver S.D. (1980) : Transverse geochemical variations across the Antarctic Peninsula (Appauvrissement en Nb-Ta des magmas orogéniques).

Sillitoe R.H. (2010) : Porphyry Copper Systems (Modèle multi-phasé, zonation et structures des gisements associés aux porphyres).

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 .

Streikeisen A.L. 1976 : Classification des roches magmatiques . :to each plutonic rocks its proper name .Earth sc,let,44,269-278.

T

Taylor S.R. et McLennan S.M. (1985): The Continental Crust: Its Composition and Evolution.

BIBLIOGRAPHIE

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

Touahria A. 1979 : étude biostratigraphie et paléontologique des argiles de Saida dans l'ouest algérien, thèse de doctorat troisième cycle.

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.

W

Wilson M. (1989): Igneous Petrogenesis: A Global Tectonic Approach.
WINKLER. H.G.F.(1973):La genèse des roches métamorphiques, édition ophrys, Paris,188P

Winter J.D. (2010) : Principles of Igneous and Metamorphic Petrology (Signatures et caractérisation des protolithes sédimentaires / types S).

Z

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 Calcoalcalins , hybridation et zonation , Bull , soc , France , Minéral et Cristal.Catalogue Collectif d'Algérie