



REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE MOULOUD MAMMERI DE TIZI OUZOU
Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques



DEPARTEMENT DE BIOLOGIE

DOMAINES DES SCIENCES DE LA TERRE ET DE L'UNIVERS

Mémoire de fin d'études

Présenté en vue de l'obtention du diplôme de Master en Géologie

Spécialité : Ressources Minérales et Environnement

Sujet :

**Contribution à l'étude pétrographique et géologique des
minéralisations de Tala Hamza (Béjaïa).**

Proposé par :

Mme : Houria ABDERRAHMANE

Réalisé par :

Abdelhak CHERIFI

Devant le jury composé de :

Mr. SAMI. L	(Maitre de conférences/A)	Président
Mme. ABDERRAHMANE. H	(Maitre assistant/A)	promotrice
Mr. HAMIS. A	(Maitre assistant/A)	Examineur
Mr. BENALI. H	(Professeur à l'USTHB)	Examineur

Promotion 2014-2015

Remerciements

A l'issue de ce présent travail, je tiens à exprimer ma gratitude à tous ceux et celles ayant contribué à sa réalisation.

Je suis particulièrement reconnaissant à ma promotrice madame ABDERRAHMANE pour le suivi quotidien, sa patience et ses critiques constructives et objectives.

Je tiens également à la remercier de m'avoir fait bénéficier de son expérience de géologue de terrain et de sa grande compétence dans la métallogénie des minéralisations à Pb - Zn.

Mes sincères remerciements vont aussi au professeur A. Boutaleb (USTHB), qui a également contribué à ma formation sur le terrain. Je tiens à saluer la peine et l'effort fournis par l'ensemble de nos enseignants de l'université Mouloud Mammeri (Tizi-Ouzou), afin d'assurer notre formation tout au long de notre cursus universitaire.

J'adresse également mes vifs remerciements à tous mes camarades de la deuxième promotion de géologie minière de (Tizi-Ouzou).

Je rapporte fidèlement ma gratitude et ma reconnaissance pour mes parents auxquels je dois beaucoup et qui ont toujours été là pour moi.

Dédicaces

A mes parents, pour leurs soutiens et leurs grandes patiences.

*A ma sœur rosa et mes frère Abdellah, Hocine et ma petite fleur
Sara; ainsi que pour toute la famille cherifi.*

*A mes chers amis Benali Mohammed, Tarik, Azzedine et tous ceux qui me
connaissent.*

Sommaire

Chapitre I : Généralités

1	Introduction générale.....	01
2	Cadre géographique.	01
3	But et méthode du travail.	02
4	Historique des travaux.	03

Chapitre II : Géologie régionale

1	Introduction.	04
2	Cadre géologique régional.	04
A	Les principales unités structurales des maghrébides.....	04
A - 1	Les zones internes.....	04
A - 2	Les flyschs.....	04
A - 3	Le domaine externe.....	05
A - 4	Les avant-pays para-autochtones et autochtones.....	05
B	Magmatisme néogène nord algérien.	07

Chapitre III : Géologie locale

1	Introduction.	08
2	Les principales unités structurales.....	08
A	Le socle kabyle.	09
B	Les flyschs.	09
1	Les flyschs massyliens.....	09
2	Les flyschs mauritaniens.....	10
3	Les flyschs numidiens.....	10
C	Les unités telliennes.	10
1	L'unité de Brek- Gouraya.	10
2	L'unité de Barbacha..	10
3	L'unité de Drâa El-Arba.	10
D	Les formations post-nappes.	11
1	Miocène.	11
2	Pliocène.	11
3	Les roches magmatiques d'oued Amizour.	11

A	Les roches plutoniques.....	12
A - 1	Le pluton d'Oued Nadjel.....	12
A - 2	Le pluton de Timenachine.....	12
A - 3	Le pluton de l'Adrar N'zeka.....	12
A - 4	Le pluton de Djebel Amjout.....	13
A - 5	Le pluton d'Ansiffène.....	13
A - 6	Le Pluton de Takerouit Ou Medjour.....	13
A - 7	Le Pluton de Tizi Ouchène.....	13
B	Les roches volcaniques.	14
B - 1	Les Rhyolitoides.	14
B - 2	Les andésites.....	15
B - 3	Les tufs andésitiques.....	15
4	Tectonique..	15

Chapitre IV : études pétrographique

1	Introduction.	17
2	Description des différents faciès.	17
	A. Les faciès plutonique (roches intrusives).....	17
A - 1	Granodiorites.....	17
A - 2	Diorites et microdiorites.....	20
	B. Les faciès volcanique.....	23
B - 1	Assise volcanique inférieure.	23
1	Les andésites.	23
B - 2	Les dacites ou métasomatites.	24
B - 3	Assise volcanique supérieure.	24
1	Les tuffites.	25
2	Les tufs dacitiques.	25
3	Les pyroclastites blanc-grisâtre.	28
4	Les andésites.	28
4 - 1	Andésites vésiculaires à pyroxènes.....	28
4 - 2	Andésites altérées.....	29
4 - 3	Andésites brichiques à fiammes.....	32
5	Les pyroclastites dacitiques à andésitique.....	32
3	Les altérations hydrothermales.....	35
	Introduction.	35
a	La séricitisation.....	35
b	La chloritisation.....	35
c	La silicification.....	36
d	La carbonatation.....	36
e	L'albitisation.....	36
4	Conclusion.....	36

Chapitre V : Etude Gitologique

1	Introduction.....	38
2	Etude de la minéralisation.....	38
	A. Structure de la minéralisation.....	39
	B. Etude microscopique.....	40
3	Succession paragénétique.....	42
4	Conclusion.....	43

Liste des figures :

Chapitre I

Figure 01 : localisation du secteur d'étude (Google Map).....	01
Figure 02 : localisation des différents indices miniers du complexe volcanoplutonique d'Oued Amizour.....	02

Chapitre II

Figure 03 : L'orogène alpin périméditerranéen d'après Durand Delga, 1969.....	06
Figure 04 : Coupe schématique des grandes unités structurales de l'Algérie d'après Durand Delga et al, 1969.....	06
Figure 05 : Répartition des provinces magmatiques tertiaires du littoral algérien (Semroud et al, 1992).....	07

Chapitre III

Figure 06 : Carte géologique du massif d'Oued Amizour (S.KOUZMENKO, 1988).....	08
Figure 07 : Répartition des plutons du massif d'Oued Amizour (Semroud, 1989).....	14

Chapitre IV

Figure 08 : Calcite (Ca), Gypse (Gp) et anhydrite (Ah) avec de la Pyrite (Py) dans une veinule qui recoupe une microdiorite.....	21
Figure 09 : cristaux d'anhydrite (Ah) de teinte bleu vert et de feldspath potassique (F.K) et des enclaves de quartzites (Qzt) au sein d'une granodiorite.....	21
Figure 10 : biotite (Bio) de forme xénomorphe chloritisée et entourée par des cristaux de pyrite (Py), d'anhydrite (Ah) et de pistachite (Pst).....	21
Figure 11 : cristaux d'anhydrite (Ah) et de gypse (Gp) de forme xénomorphe associé à des feldspaths potassiques (F.K) altérés au sein d'une granodiorite.....	21
Figure 12 : microdiorite contenant des cristaux de plagioclase (Plg) altérés en calcite (Ca) et chlorite (Chl) fibreuse entourant des plagioclases.....	21
Figure 13 : Andésite à phénocristaux de plagioclase (Plg) et de calcite (Ca) qui baignent dans du verre volcanique dévitrifié en quartz.....	21
Figure 14 : Lagénidés au sein d'une tuffite.....	26
Figure 15 : Cristaux de quartz (Qz) qui baignent dans des cinérites au sein d'une tuffite qui renferme des foraminifères (Globigérine).....	26
Figure 16 : fantôme d'amphibole (Amp) transformé en calcite (Ca) et en minéraux opaques...	26
Figure 17 : Phénocristaux de plagioclase altérés en séricite et calcite au sein d'une andésite.....	26
Figure 18 : plagioclase (Plg) en forme rectangulaire transformé complètement en quartz (Qz) en sein d'une dacite.....	26
Figure 19 : filonnet en remplissage de calcite (Ca), de pyrite (Py) et de calcédoine (Clc) qui recoupe une tuffite.....	26

Figure 20 : section basale octogonale de pyroxène (Py) complètement transformé en chlorite (Chl), quartz (Qz) et en minéraux opaques (OP).....	30
Figure 21 Phénocristaux de plagioclase (Plg) chloritisé et séricitisés qui baignent au sein d'une matrice formée de cinérites, d'argiles et de carbonates	30
Figure 22 : vésicule remplie de calcite (Ca), de quartz (Qz) et de pyrite (Py).....	30
Figure 23 : contact entre une andésite et une roche sédimentaire qui contient des petits cristaux de quartz et de calcite (Ca).....	30
Figure 24 : cristaux de plagioclase (Plg) en « syneusis » qui baignent dans une mésostase à microlithes au sein d'une andésite vésiculaire avec des fissures tardives de quartz (Qz).....	30
Figure 25 : cristaux de plagioclase (Plg) remplacés par la calcite (Ca) au sein d'une andésite..	30
Figure 26 : plagioclase (Plg) présentant des taches de chlorite (Chl) et de calcite (Ca) en son cœur.	33
Figure 27 : Fiamme à chlorite (Chl) en forme lenticulaire renfermant des enclaves de quartzites et présentant un contact avec une roche sédimentaire constituée de microsparite dans une andésite bréchique.	33
Figure 28 : cristaux de pyrite (Py) en sections carrées disséminées dans une matrice oxydée (Oxy).	33
Figure 29 : fragment d'un feldspath complètement séricitisé avec de cristaux de plagioclase (Plg), de chlorite (Chl) au niveau d'une pyroclastite.	33
Figure 30 : Andésites à fiammes.	33
Figure 31 : Contact net entre une dacite et une tuffite.	33
Figure 32 : Andésites vésiculaires.	33
Figure 33 : Tuffites présentant des laminations.	33

Chapitre V

Figure 34 : Coupe géologique à travers le gisement d'Oued Amizour d'après (ORGM, WMZ).....	39
Figure 35 : Cristaux de pyrite I (Py I) automorphe colmatée par la galène (Ga) et la schallénblende (Schal) qui se présente en forme xénomorphe.....	44
Figure 36 : Disséminations des cristaux de pyrite (Py III) au sein d'une microdiorite.....	44
Figure 37 : Plage de marmatite (Marm) remplacée par la pyrite (Py I) entourée par la melnicovite (Meln). On remarque que la melnicovite est recoupée par la galène (Ga).....	44
Figure 38 : La marcassite (Marc) qui se présente en plage xénomorphe pseudomorphose les plages de pyrite (Py I).	44
Figure 39 : Cristaux Schallénblende (Schal) entourés par les cristaux collomorphe de melnicovite (Meln).	44
Figure 40 : Cristaux de pyrite (Py I) entourés par la galène (Ga) qui présente un début d'altération en cérusite (Cé).	44

Figure 41 : Cristaux de pyrite (Py I) et de galène (Ga) colmatés par la structure collomorphe de la Schallenblende.	46
Figure 42 : Vue en lumière polarisée analysée de la Schallenblende présentant des réflexions internes rouge flamboyant.....	46
Figure 43 : Plage xénomorphe de la galène qui remplace les cristaux de pyrite, Schallenblende et melnicovite.	46
Figure 44 : Cristaux de magnétite (Mag) qui commence à s'altérer en hématite (Hmt) recoupée par la pyrite (Py III).	46
Figure 45 : Dissémination des cristaux de pyrite (Py III) et de magnétite (Mag) au sein d'une granodiorite..	46

Liste des tableaux :

Tableau 01 : log synthétique des sondages d'Oued Amizour.....	18
Tableau 02 : succession paragenétique de la minéralisation de Tala Hamza.....	43

Liste des abréviations

O.R.G.M : Office de la Recherche Géologique et Minière.

E.R.E.M : Entreprise de Recherche et d'Exploitation Minière.

W.M.Z: Western Mediterranean Zinc.

Fig : Figure.

G : Grossissement.

LM : Lame Mince.

LP : Lumière Polarisée.

LPA : Lumière Polarisée Analysée.

R.séd : Roches sédimentaires.

TH : Tala Hamza.

Les minéraux :

Ah : Anhydrite.

Amp : Amphibole.

Bio : Biotite.

Ca : Calcite.

Cé : Cérusite.

Chp : Chalcopyrite.

Clc : Calcédoine.

Dac : Dacite.

F.K : Feldspath Potassique.

Gal : Galène.

Gp : Gypse.

Hmt : Hématite.

Mag : Magnétite.

Marc : Marcassite.

Marm : Marmatite.

Meln : Melnicovite.

Op : Opaques.

Oxy : Oxydes.

Plg : Plagioclase.

Pst : Pistachite.

Px : Pyroxène.

Py : Pyrite.

Qz : Quartz.

Qzt : Quartzite.

Schal : Schallenblende.

Se : Séricite.

Chapitre I

Généralités

1 Introduction générale :

La région d'Oued Amizour (Béjaïa) qui se localise au niveau du littoral algérien recèle un grand potentiel en ressources minérales. Les secteurs Tala Hamza, Bouzenan, Iheddaden, Ait Ouyahia et Amadène représentent les principaux indices miniers du complexe magmatique tertiaire de cette région. Une minéralisation importante à Zn-Pb fut découverte dans les collines de la région de Béjaïa-Amizour par l'ORGM. Les sondages réalisés par l'ORGM ont délimités une zone de minéralisation profonde à Tala Hamza et dans les zones périphériques.

Notre secteur d'étude (Tala Hamza) renferme le gisement principal à Zn-Pb d'Oued Amizour. (fig.02)

2 Cadre géographique :

Le gisement de Tala Hamza est situé à 10 km au Sud-ouest de Béjaïa et à 250 km à L'Est d'Alger. Il est situé à la frontière des daïras Amizour et Tichy. Il tient son nom de la ville de Tala Hamza, qui est située près du gisement, dans la daïra de Tichy. Il est limité par : (fig.01)

Nord: l'Oued Soummam.

Sud : les monts de Barbacha et de Beni Ourtilane.

Est : l'Oued Djemâa.

Ouest : l'Oued Amizour qui est un important affluent de la Soummam.

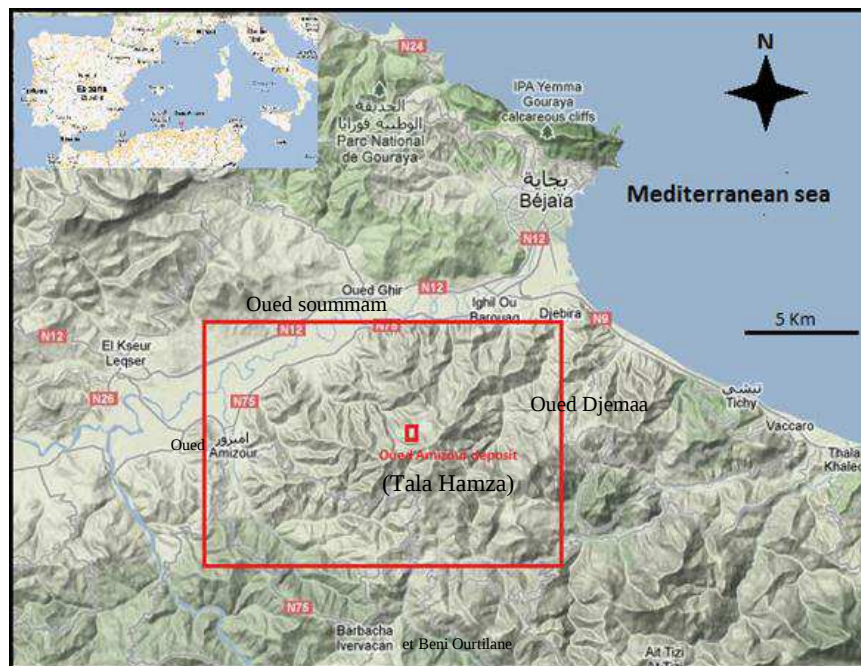


Figure 01: Localisation du secteur d'étude (Google Map).

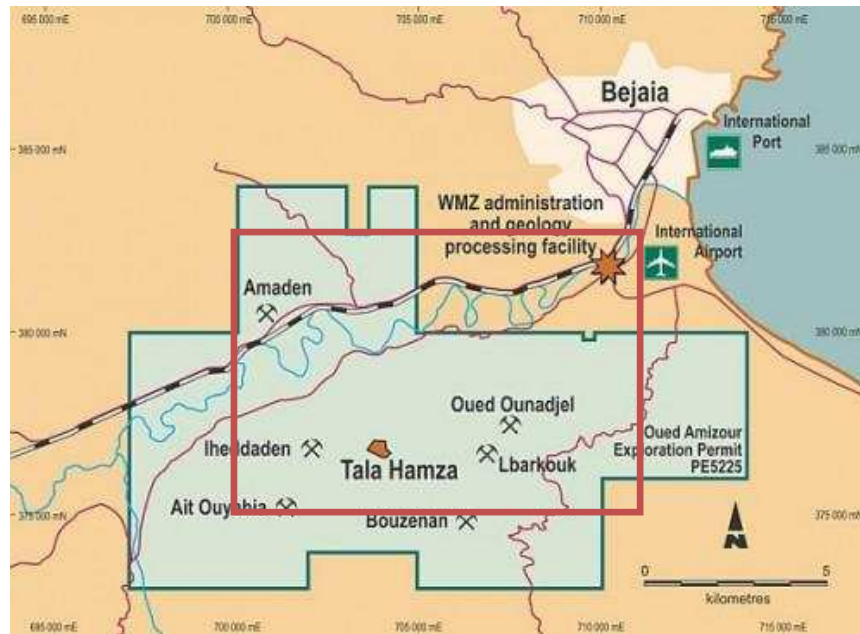


Figure 02 : Localisation des différents indices miniers du complexe volcanoplutonique

D'Oued Amizour

3 But et méthode du travail :

Notre travail consiste en une modeste contribution à l'étude pétrographique et gîtologique pour une meilleure connaissance des minéralisations à Zn-Pb du complexe magmatique d'Oued Amizour et des différents faciès de l'encaissant volcano-plutonique.

Pour arriver aux objectifs que nous nous sommes fixés, nous avons adopté le plan de travail suivant :

En premier lieu, nous avons débuté par une phase bibliographique qui nous a permis de réaliser une synthèse des travaux antérieurs qui ont été réalisés sur cette région. Ensuite on a réalisé des travaux de laboratoire qui consistent en :

L'examen des lames minces des échantillons, provenant des carottes de sondage au microscope polarisant afin de déterminer les différents faciès existants dans le secteur de Tala Hamza.

La confection et l'étude des sections polies au microscope afin de caractériser les différentes phases minérales et leurs relations mutuelles.

4 Historique des travaux :

Plusieurs travaux de prospection ont été réalisés par la SONAREM, l'EREM, l'ORGM et actuellement par la WMZ, essentiellement pour l'étude pétrographique du massif volcanoplutonique d'Oued Amizour ainsi que l'étude de ses minéralisations. Parmi les auteurs qui ont apporté leurs contributions à ces études nous citerons :

- En 1926, L.Glangeaud, réalise une étude sur les roches endogènes de l'Algérie ainsi que des essais de synthèse sur les roches du littoral algérien de Ténès à Djidjelli et sur l'Afrique du Nord.
- En 1954-1959, M.Gravelle, à travers deux publications sur les roches volcaniques, il arrive à classer le complexe en deux assises : un assise andésitique et une autre trachy-andésitique au rhyolitoidique.
- En 1967, J.Glaçon, considère, que les minéralisations d'Oued Amizour n'auraient aucune relation avec la tectonique et les roches plutoniques et que la genèse de ces minéralisations serait attachée aux granitoïdes et serait de type hydrothermale-sédimentaire.
- En 1981, dans sa thèse de doctorat, B.Semroud, a accompli une étude globale sur l'évolution pétrographique des roches magmatiques miocènes d'Oued Amizour.
- En 1997, K.Graine, réalise une étude sur les dépôts pyriteux et les minéralisations Pb-Zn du massif volcanique d'Oued Amizour et considère que la formation des minéralisations d'Oued Amizour a une relation avec un environnement du site géothermal.
- En 2007, H.Benali, réalise une étude pétrographique, géochimique et métallogénique d'Oued Amizour dans le cadre d'une étude globale des minéralisations liées aux roches magmatiques du Nord de l'Algérie.
- En 2011, H.Abderrahmane, réalise une étude gîtologique et géochimique des minéralisations liées aux roches magmatiques d'Oued Amizour.

Chapitre II

Géologie régionale

1 Introduction :

Le massif volcanoplutonique d'Oued Amizour auquel appartient le gisement de Tala Hamza fait partie des roches magmatiques tertiaires du pourtour méditerranéen et plus précisément des Maghrébides qui comprennent du Nord au Sud: (fig 03 ,04)

Le domaine interne ;

Les flyschs ;

Le domaine externe ;

Les avant pays para-autochtones et autochtones.

Ces domaines sont recoupés par les formations magmatiques calco-alcalines du Miocène et alcalines du Plio-Quaternaire (Oranie).

2 Cadre géologique régional :

A Les principales unités structurales des maghrébides :

A - 1 Les zones internes :

Ces zones représentent la partie nord de la chaîne des Maghrébides. Elles sont constituées par un socle cristallophyllien ancien et métamorphique d'âge panafricain et hercynien (Bossière et Peucat, 1984) appelé le socle kabyle. Ce dernier est constitué à sa base des gneiss surmontés par le complexe para-métamorphique formé par une alternance de marbres et de micaschistes. Ce socle affleure dans le massif de Chenoua, d'Alger, de la Grande et la Petite Kabylie et à l'Edough (Durand Delga, 1969).

Le socle kabyle est recouvert par une couverture sédimentaire méso-cénozoïque appelée la dorsale kabyle, formée par une mince bande qui présente une structure en écaille chevauchante qui détermine les reliefs du Djurdjura, Bou-Zegza....

A - 2 Les flyschs :

Les nappes de flyschs d'âge crétacé à oligocène sont subdivisées en deux ensembles principaux:

- Les flyschs maurétaniens au Nord et massyliens au Sud d'âge crétacé à éocène.
- Les flyschs numidiens d'âge oligo-miocène de nature grès-micacée.

a- Les flyschs **maurétaniens** sont relativement épais et recouverts par le grès-micacé « OMK » identique à celui qui recouvre la dorsale kabyle.

b- Les flyschs **massyliens** présentent des séries allant du Néocomien au Lutétien.

c- Les flyschs **numidiens** d'âge oligo- miocène sont constitués essentiellement d'un faciès grès- micacé qui chevauche au Sud les unités telliennes. (Duplan, 1952).

A - 3 Le domaine externe :

Il s'agit des nappes telliennes constituées par un empilement de nappes d'âge crétacé à paléogène définies par J.M. Vila (1980). Du Nord au Sud on distingue :

a- La zone ultra-tellienne (Durand Delga, 1969), Crétacé-Lutétien : caractérisée par des faciès « Bathyaux » au Crétacé et à l'Eocène et par une composante détritique au Sénonien et à l'Eocène à sa marge septentrionale.

b- La zone tellienne sensu stricto (au sens strict), Trias-Lutétien : elle est formée par des terrains autochtones et para-autochtones, ces derniers, sont subdivisés en trois unités : le haut tellien, le mi-tellien et le bas tellien.

c- La zone péni-tellienne et les unités méridionales à Nummulites (Lias-Eocène) : ces unités présentent une sédimentation néritique du Crétacé inférieur à l'Eocène.

A - 4 Les avant-pays para-autochtones et autochtones :

Ils sont constitués par des séries sédimentaires épaisses, d'âge mésozoïque. On distingue, d'Ouest en Est :

Les avant pays stables des hauts plateaux à comportement tectonique rigide d'âge mésozoïque.

Les unités rigides para-autochtones chevauchant vers le Sud sur les avant pays autochtones d'Algérie nord orientale : Ce sont l'ensemble allochtone sud sétifien et l'unité néritique constantinoise (Vila, 1980), qui constituaient l'essentiel du Môle de Aïn M'lila.

Les avant pays autochtones plissés à séries sédimentaires mésozoïques épaisses. Ce sont : l'Atlas saharien qui comprend les Monts du Hodna, du Belezma et des Aurès et enfin la zone des diapirs.

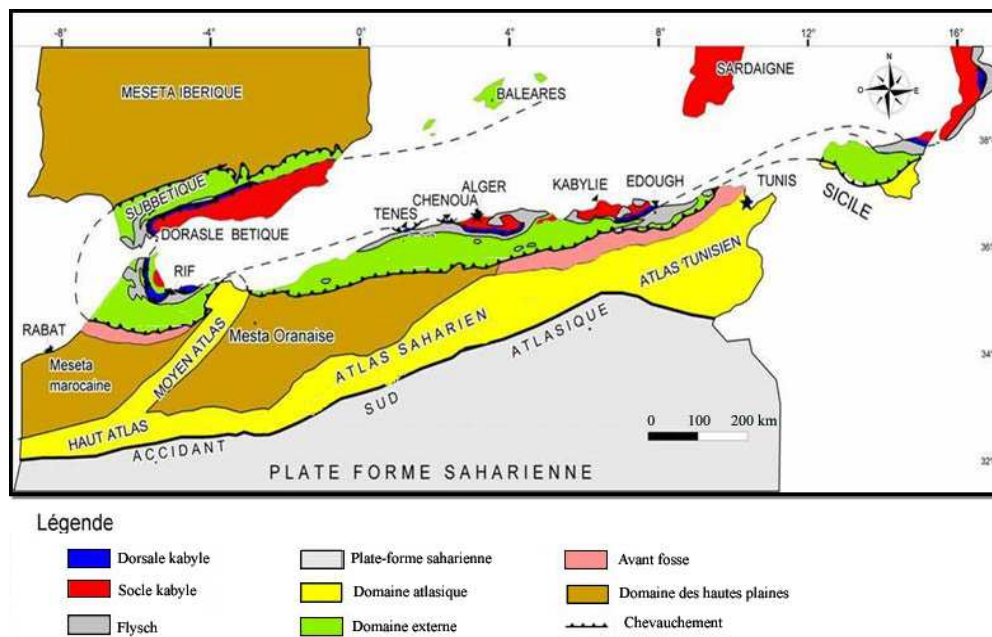


Figure 03 : L'orogène alpin périméditerranéen d'après Durand Delga, 1969.

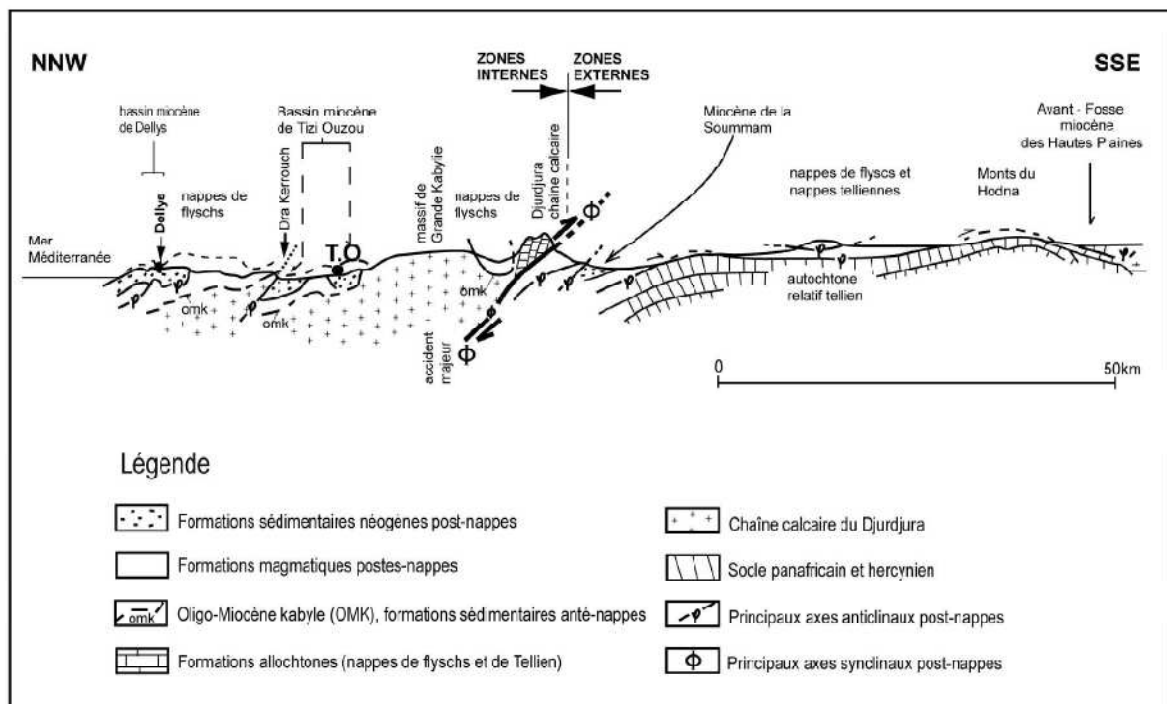


Figure 04 : Coupe schématique des grandes unités structurales de l'Algérie.

D'après Durand Delga et al, 1969.

B Magmatisme néogène nord algérien :

Sur la cote maghrébine allant du Maroc jusqu'au large tunisien, s'étend un ensemble de roches magmatiques d'âge tertiaire. Ce magmatisme est en relation direct avec l'évolution géodynamique de la chaîne alpine. (fig.05)

Sur la marge nord algérienne, les roches magmatiques miocènes affleurent en extension Nord-Sud, le long d'une bande large de 50 km au maximum.

Ces manifestations volcano-plutoniques sont localisées dans les régions de : l'Edough, Chetaïbi, Cap de Fer, Filfila, Collo, Cap Bougaroun, El Aouana, Béjaïa-Amizour, Cap Djinet, Cherchell et l'Oranie.

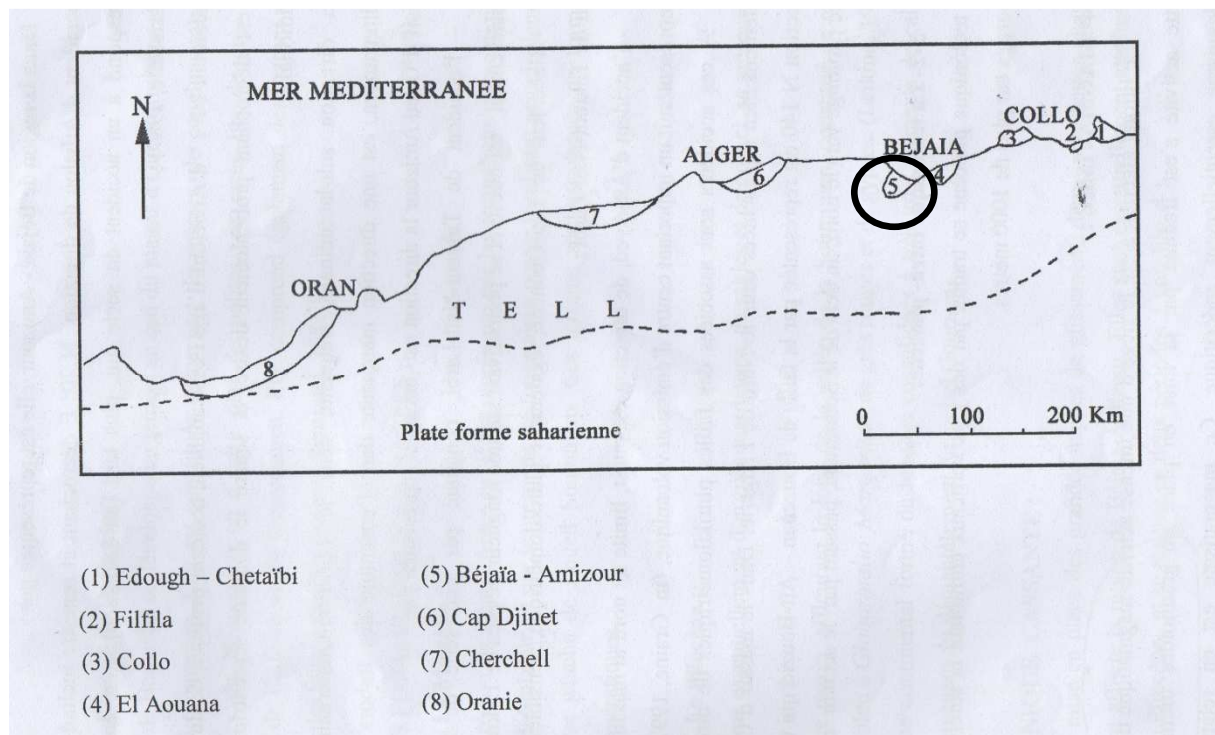


Fig.05 : Répartition des provinces magmatiques tertiaires du littoral algérien (Semroud et al 1992).

Chapitre III

Géologie locale

1) Introduction :

Le massif d'Oued Amizour se situe entre deux grands domaines géologiques du Nord algérien. Le domaine interne au Nord, représenté par le socle kabyle de Bou-Hatem et les flyschs allochtones. Le domaine externe au Sud, représenté par les unités baboriennes de Brek-Gouraya, par la nappe de Barbacha et par la nappe de Drâa El-Arba. Il présente une vaste structure d'effondrement volcanique, limitée par des failles. Par ailleurs, le massif est caractérisé par des formations triasiques, jurassiques, crétacées, oligocènes et miocènes inférieur (Duplan, 1952).

2) Les principales unités structurales : (fig.06)

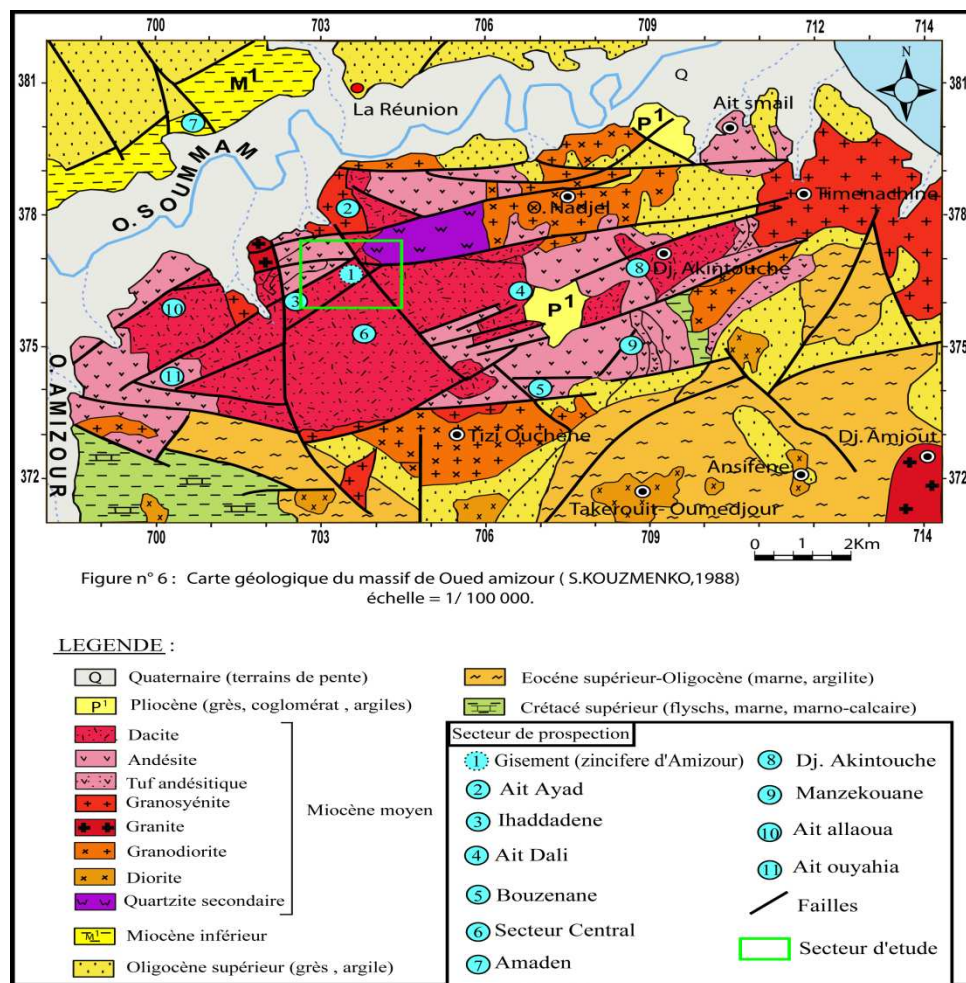


Figure 06 : Carte géologique du massif d'Oued Amizour (S.KOUZMENKO, 1988)

Echelle = 1/ 100 000.

A) Le socle kabyle :

Il est représenté par le massif de Bou-Hatem, d'âge paléozoïque. Ce massif formé par des roches métamorphiques à savoir les gneiss, les micaschistes et les marbres recoupés par des petites lentilles de quartz et des filons de pegmatites (Leikine 1971, 1974).

B) Les flyschs :

1 Les flyschs massyliens :

D'âge aptien à cénomanien, ces flyschs sont allochtones, ils chevauchent les unités telliennes au Sud de l'accident d'Arbalou et au Nord de cet accident le socle de Bou-Hatem, ils sont recoupés au Sud par les formations magmatiques d'Oued Amizour. Ces flyschs sont constitués à leur base par une structure quartzo-pélitique d'âge aptien-albien inférieur suivie par des conglomérats et des phyllites d'âge albien à cénomanien. Leur sommet est constitué par des sédiments marno-calcaires et des calcaires gréseux d'âge post-sénonien et anté-miocène (Gravelle, 1959).

2 Les flyschs mauritaniens :

Les flyschs mauritaniens se localisent au Nord du massif Bou-Hatem. Ils reposent sur les flyschs massyliens par un contact anormal (Hassissène 1989), ils sont d'âge néocomien à éocène-oligocène. Les flyschs mauritaniens sont composés à leur base par des calcaires sombres et conglomérats du Néocomien et des grès quartzitiques surmontés par des marnes et des calcaires d'âge sénonien supérieur suivis d'argiles brunâtres et des grès du Paléocène-Eocène.

3 Les flyschs numidiens :

Ces flyschs reposent sur les unités massyliennes et maurétaniennes. Ils sont constitués à la base par des argiles sous-numidiennes d'âge oligocène supérieur, surmontées par des grains de quartz hétérométriques anguleux à sub-arrondis. La partie supérieure de la série se compose de niveaux d'argiles noires et de silexites datées de l'Aquitanién terminal-Burdigalien inférieur et moyen. (Leikine, 1971).

C) Les unités telliennes :

Elles sont représentées par trois unités principales qui sont :

1 L'unité de Brek- Gouraya :

Elle constitue la limite occidentale des Babors, elle comprend les massifs reliant Gouraya à Arbalou. (Hassissène, 1989). De la base au sommet, on distingue :

- Un Trias lagunaire gypso-salin avec des bancs de calcaire en position anormale, qui affleure au niveau d'El kseur.
- Le Jurassique est formé de calcaires et de radiolarites (Dogger et Malm).
- Le Crétacé est formé de bas en haut :
 - Calcaires, pélites et marnes du Néocomien.
 - Dépôts détritiques de l'Albo-Aptien.
 - Micro-brèches surmontées d'argiles du Cénomano-Turonien.
 - Marnes à galets calcaires du Campanien.

2 L'unité de Barbacha :

Elle est située au Sud du massif volcanique d'Oued Amizour, elle débute par un Lias dolomitique à calcaires marneux et calcaires à silex surmonté par un Jurassique supérieur marno-calcaire.

Le sommet comporte des pélites d'âge barrémien à albien moyen, suivies des marnes et des calcaires campaniens.

3 L'unité de Drâa El-Arba :

Elle se situe au Sud de l'unité de Barbacha et séparée de cette dernière par un contact tectonique sub- vertical d'âge postérieur au Burdigalien (Graine, 1997).

D'après les travaux de Semroud (1981), elle comporte des terrains marno- calcaires et pélitiques d'âge triasique, jurassique et crétacé.

4 Les formations post-nappes :

1 Miocène :

Il est constitué par les formations sédimentaires et volcano-plutoniques du massif d'Oued Amizour. Le Miocène est transgressif sur la nappe numidienne (Leikine, 1971).

Le Miocène de la rive gauche de la Soummam daté du Langhien (Hassissène, 1989), est composé à sa base par des gros conglomérats et des grès grossiers suivis, par des grès marneux fossilifères à Clypeaster, Schizaster, Ostrea et Pecten il est surmonté par des marnes gris-bleuté.

Le Miocène du Sud de l'Oued Soummam, situé à la limite méridionale du massif éruptif est essentiellement formé par un niveau discontinu de brèches et de conglomérats à éléments Numidiens, suivies progressivement par des conglomérats et microbrèches à éléments numidiens alternant avec des marnes plus ou moins glauconieuses et des marnes gréseuses qui renferment des Clypeasters, Pecten et Ostrea datés du Miocène inférieur.

Le Miocène supérieur est totalement absent dans les terrains sédimentaires (Duplan, 1952).

2 Pliocène :

Il est formé essentiellement d'argiles marneuses, de sables et de grès et se présente sous deux faciès :

- Le Pliocène marin, affleurant le long de la vallée de la Soummam est constitué de marnes grises ou gris-bleu à Globorotalia Margaritae, de grès rouges et de gypses. (Leikine, 1971)
- Le Pliocène continental formé de brèches consolidées à très gros éléments de calcaires jurassiques provenant du démantèlement du djebel Gouraya (Hassissène, 1989).

3 Les roches magmatiques d'Oued Amizour :

Le complexe magmatique d'Oued Amizour s'est mis en place au sein de l'unité de Barbacha et des flyschs maurétaniens et massyliens. On distingue deux ensembles de roches, l'un est plutonique et l'autre est volcanique. (fig.07)

A Les roches plutoniques :

Elles sont représentées par des granitoïdes répartis en sept plutons d'extension inégale qui ceignent un ensemble de laves et de tufs volcaniques (Semroud, 1981).

A - 1 Le pluton d'Oued Nadjel :

Le pluton d'Oued Nadjel s'étend de Tala Hamza jusqu'à Oumellil et Ait Dali au Sud et jusqu'au djebel Akintouche à l'Est, il est au contact du complexe volcanique dans sa partie sud et ouest en l'intrudant. Dans sa partie nord et nord-est, il est au contact des flyschs numidiens.

Du point de vue pétrographique, ce pluton est constitué par une monzonite quartzifère à amphibole et biotite recoupée par des filons de microgranites granophyriques. Le pluton est entouré d'un faciès microgranitique recoupé par des filons aplitiques et des filons de tourmaline. Le quartz monzonite est parsemé de petites enclaves sombres dioritiques.

(B.Semroud, 1981).

A - 2 Le pluton de Timenachine :

C'est le pluton le plus étendu du complexe magmatique. Il est limité au Nord par les formations quaternaires de Tichy, au Sud et à l'Est, par les flyschs numidiens, et dans sa partie ouest, il est entouré par les formations volcaniques (fig06). D'un point de vue pétrographique, le pluton de Timenachine est composé principalement par un quartz-monzonite porphyroïde entouré de granodiorites et microgranites riches en imprégnations de pyrite. Il est recoupé par de nombreux filons aplitiques d'une dizaine de centimètres d'épaisseur et de quelques mètres de longueur, ces derniers ne présentent aucune direction préférentielle. (B.Semroud, 1981).

A - 3 Le pluton de l'Adrar In zeka :

Situé dans la partie orientale du complexe magmatique, Ce pluton présente un allongement est- ouest. il s'est mis en place dans l'unité de Barbacha, affectant ainsi les faciès de cette unité par un métamorphisme de contact de faible épaisseur. D'un point de vue pétrographique, ce pluton est constitué d'un cœur granodioritique (granodiorite à amphiboles) riche en nodules de tourmaline, entouré par une granodiorite à pyroxènes. La granodiorite à

amphiboles constitue le faciès dominant et occupe une grande partie du pluton, contrairement aux diorites à pyroxènes qui se localisent seulement sur les bordures. Ces différentes roches sont recoupées par des petits filons aplitiques (B, Semroud. 1981).

A - 4 Le pluton de Djebel Amjout :

Ce pluton constitue l'une des intrusions les plus méridionales du complexe éruptif d'Oued Amizour. Il se situe sur la rive gauche de l'Oued Djemâa à l'Ouest du confluent avec l'Ighzer Igrane. Il est en contact de l'unité de Barbacha à l'Ouest, des flyschs massyliens au Sud et des grès numidiens au Nord. Du point de vue pétrographique, ce pluton est constitué par une microgranodiorite (roche blanchâtre prenant une teinte ocre à l'altération) parsemée de petites enclaves à tendance dioritique ou trachytique et de dendrites noires de tourmaline.

A - 5 Le pluton d'Ansifène :

Ce pluton constitue un petit pointement intrusif situé sur le flanc sud-est du Djebel Djouah, entre les microgranodiorites du Djebel Amjout et les diorites de Takerouit. Il recoupe vers le Nord et le Nord-est, les grès et les flyschs numidiens et vers le Sud et à l'Ouest les flyschs massyliens d'âge crétacé. Du point de vue pétrographique, le pluton d'Ansifène se caractérise par une microgranodiorite monzonitique riches en enclaves microdioritiques entourée de diorite discontinue.

A - 6 Le Pluton de Takerouit Ou Medjour :

Il se situe entre le Djebel Djouah à l'Est et le Djebel Titebelt à l'Ouest. Il recoupe à l'Ouest et au Sud les grès numidiens, au Nord et à l'Est, les pélites litées du Crétacé. Du point de vue pétrographique, ce pluton est formé d'une granodiorite blanchâtre entourée par une diorite gris bleuté très finement cristallisée.

A - 7 Le Pluton de Tizi Ouchène :

Ce pluton est allongé d'Est en Ouest, et constitue la ligne de partage des eaux entre le bassin versant de l'Oued Soummam au Nord-ouest et d'Oued Djemaa au Sud-est.

D'un point de vue pétrographique, ce pluton présente la plus grande variété de faciès, il est caractérisé aux bordures par des faciès à grains fins, et au cœur du massif par des quartz monzonite à amphiboles et pyroxènes, des diorites et des microgranodiorites (B, Semroud. 1981).

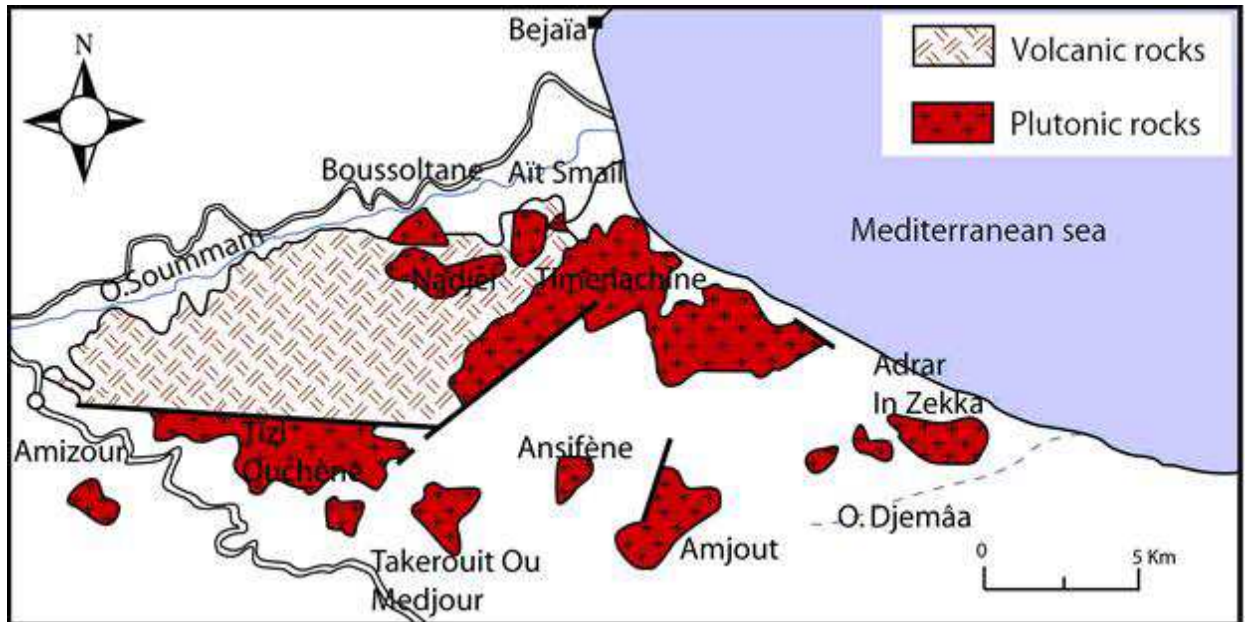


Figure 07 : Répartition des plutons du massif d'Oued Amizour

(Semroud. 1989).

B Les roches volcaniques :

Elles occupent la partie occidentale du complexe magmatique. Elles sont représentées par : des rhyolitoides, des andésites et des tufs andésitiques.

B - 1 Les rhyolitoides :

Les rhyolitoides du massif volcano-plutonique d'Oued Amizour affleurent en coulées et dôme-coulées. Ces laves sont de couleur gris-cendre à gris-verdâtre et elles renferment des feldspaths potassiques, des plagioclases, et des biotites (Semroud, 1981).

B - 2 Les andésites :

Les andésites affleurent soit sous forme de coulées soit sous forme de filons. La masse la plus importante de ces andésites qui se trouvent en contact avec la faille Takrant-Nait-Larbi est affectée par une silicification très poussée, qui les transforme en quartzites riches en disséminations de pyrite. Les andésites ont une texture microlitique porphyrique, elles sont formées de plagioclases, de pyroxènes, d'apatite et de magnétite (Semroud, 1981).

B - 3 Les tufs andésitiques :

Ils sont plus abondants que les rhyolitoides et les andésites et occupent la grande majorité des affleurements. Ils sont reconnaissables à leur aspect stratifié et à leur coloration variée (verdâtre, violacé, gris cendre et blanchâtre). Ces tufs sont constitués essentiellement par des débris de laves de nature andésitique et rhyolitique associés à des débris de minéraux anguleux.

4 Tectonique :

Plusieurs phases tectoniques ont affecté la région de Béjaïa-Amizour, elles sont essentiellement attribuées au Langhien et au Pliocène.

Parmi ces accidents nous citerons :

L'accident d'Arbalou de direction N 70° qui joue en décrochement senestre incliné vers le Nord (Hssissène, 1989).

Un accident de direction E-W, appelé l'accident d'Achellouf a un âge post-Langhien. Il est décrochant probablement dextre (Hassissène, 1989) et sépare le domaine septentrional du domaine méridional.

La direction sub-latitudinale est fréquente dans l'ensemble des Babors et dans le Mio- plio- Quaternaire du pourtour méditerranéen. Á l'échelle du massif d'Oued-Amizour, la direction Est- Ouest est représentée par :

L'accident de Takrant- Naït-Larbi (15 Km de long) est constitué par une série de failles orientées Est-Ouest qui est soulignée par une zone de broyage dans les rhyolitoïdes, ce qui indique un rejet tardif après la mise en place de ces laves. (K. Graine, 1997).

L'accident de Tizi-Ouchène plurikilométrique est sub- latitudinal parallèlement à l'accident de Takrant-Nait-Larbi.

L'accident d'Aït Ayed est de direction sub- latitudinale, il limite au Nord le massif de Timenachine. A ces accidents, s'ajoutent des failles plurikilométriques (N140°-150°), on cite : la faille de Bouzenan- Aït Bouzid de direction N140° qui traverse le massif et se prolonge vers le Nord, passant par le secteur d'Amadène.

Une tectonique pliocène se manifeste par des jeux verticaux responsables de la surélévation des calcaires jurassiques du Djebel Gouraya (Graine, 1997).

La tectonique souple résultant des mouvements orogéniques miocènes est représentée par :

- ✓ Les anticlinaux et synclinaux de Djebel Gouraya et d'Arbalou, de direction WNW-ESE.
- ✓ Ceux de la nappe de flyschs intensément replissée. Ces plis peuvent être contemporains aux accidents post-nappes (L. Duplan, 1960 et B. Semroud, 1981).

Chapitre IV

Etude pétrographique

Introduction :

Le complexe magmatique miocène d'Oued Amizour est constitué par deux faciès : un faciès plutonique et un autre volcanique. Le sondage étudiés recoupe du haut en bas des pyroclastites, des laves andésitiques et dacitiques, des brèches volcanique et des granitoïdes (tableau 01).

Notre secteur d'étude (Tala Hamza) qui fait partie du massif volcano- plutonique d'Oued Amizour renferme les mêmes faciès lithologiques à quelques différences près.

L'étude pétrographique basée sur l'examen des lames minces issues des échantillons prélevés sur quelques sondages nous a permis de reconnaître la lithologie du secteur de (Tala Hamza).

Cette étude montre que notre région (Tala Hamza) est constituée des roches intrusives (granitoïdes), des roches volcaniques (andésite, dacite) et des pyroclastites.

Les faciès rencontrés sont affectés par des altérations hydrothermales importantes, qui transforment parfois complètement la structure originelle de la roche.

1 Description des différents faciès du secteur de Tala Hamza :

A Les faciès plutoniques (roches intrusives) :

Les roches plutoniques (granodiorite, diorite et microdiorite) peuvent être grisâtres, rosâtres et blanchâtres à texture grenue à microgrenue porphyrique.

Elles sont affectées par une intense altération (séricitisation, carbonatation) et recoupées par des filonnets de gypse, d'anhydrite et de calcite (fig.08).

A - 1 Granodiorites :

Ces granodiorites sont de couleur claire à texture grenue à grains fins.

Elles sont caractérisées par la présence d'enclaves de quartzites (fig.09). L'altération hydrothermale est marquée par la séricite.

Ces granodiorites sont constituées par les minéraux suivant :

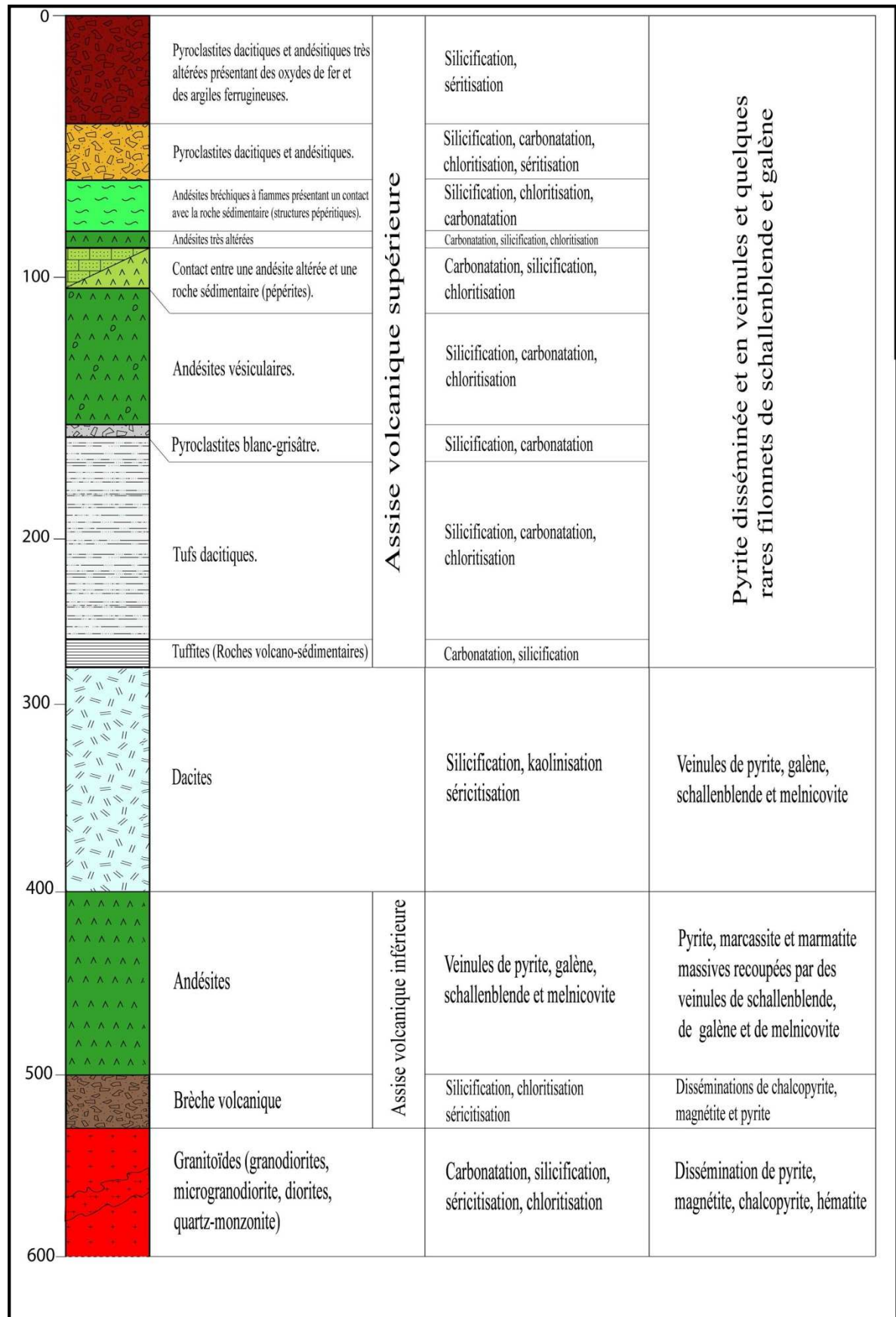


Tableau 01 : Log synthétique des sondages d'Oued Amizour. (D'après : H.Abderrahmane.2011)

Les plagioclases : qui se présentent en phénocristaux automorphes de type oligoclase affectés souvent par une fracturation remplie de calcite, ces plagioclases sont souvent altérés en séricite.

Le quartz : se présente sous forme de plages xénomorphes.

L'orthose : se présente sous forme de cristaux sub-automorphes à xénomorphes l'identification de l'orthose est souvent très difficile à cause de sa forte séricitisation.

La biolite : est souvent altérée en chlorite et en séricite. Elle présente un pléochroïsme net avec des clivages soulignés par des minéraux opaques (fig.10)

Les minéraux accessoires sont représentés par : le zircon, l'apatite et le sphène.

Les minéraux hydrothermaux sont représentés par :

L'épidote : est de type pistachite, elle se présente sous forme de plages xénomorphes caractérisées par des teintes de biréfringence élevées (jaune, vert, bleu,...). Elle est généralement le produit d'altération des amphiboles. (fig.10)

La chlorite : est fibreuse ou lamellaire et elle est de couleur verdâtre. Elle constitue un minéral d'altération des ferromagnésiens (fig.10).

La calcite : représente le produit de remplissage des fractures et des interstices.

La séricite : se présente en fines paillettes, produit d'altération des plagioclases.

Le gypse et l'anhydrite : se présentent sous forme de plages xénomorphes ou sous forme de filonnets (fig.11)

- L'anhydrite présente des clivages nets et fins parfois irréguliers (fig.09), elle présente des macles fréquentes et souvent discontinues. Sa biréfringence est forte, elle polarise dans les bleu et vert du début du 3 ordre avec une extinction droite.
- Le gypse se présente en cristaux de forme aplatie ou prismatique, la couleur est blanche ou incolore.
- Les minéraux opaques sont représentés essentiellement par la pyrite et la magnétite sous forme de disséminations.

A - 2 Diorites et microdiorites :

Elles sont constituées par des plagioclases de type andésine et de biotites. La texture est grenue dioritique pour les diorites et microgrenue porphyrique pour les microdiorites.

Les plagioclases sont très répondus, ils occupent la totalité du volume des roches (diorites, microdiorites). (fig.12)

Le quartz est très rare et se présente sous forme de petites plages xénomorphes en remplissage interstiel.

La biotite se présente en cristaux automorphes de taille allant de 1 mm à 2 mm. Elle est très peu abondante voire même parfois absente. Les cristaux de biotite présentent des oxydes opaques le long de leurs clivages.

Les minéraux accessoires sont représentés par le sphène en cristaux losangiques et cataclasés.

Les minéraux hydrothermaux sont :

La chlorite qui est fibreuse ou lamellaire. Elle provient de l'altération des ferromagnésiens.

La calcite se présente en petites plages occupant les interstices (fig.12) ou sous forme de remplissages de fissures.

La séricite se présente en fines paillettes résultant de l'altération des plagioclases.

Les minéraux opaques sont présentés par la pyrite, magnétite et les oxydes de fer.

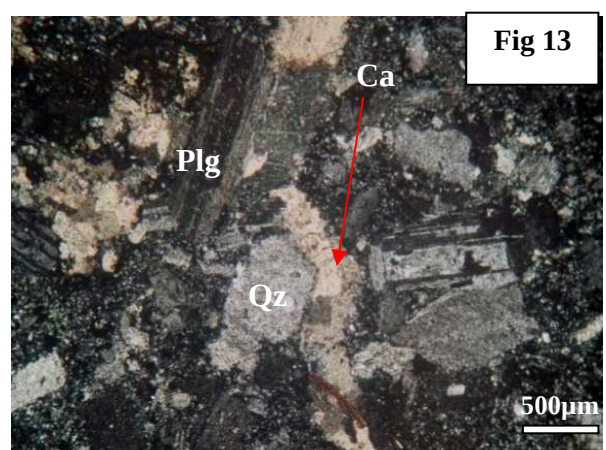
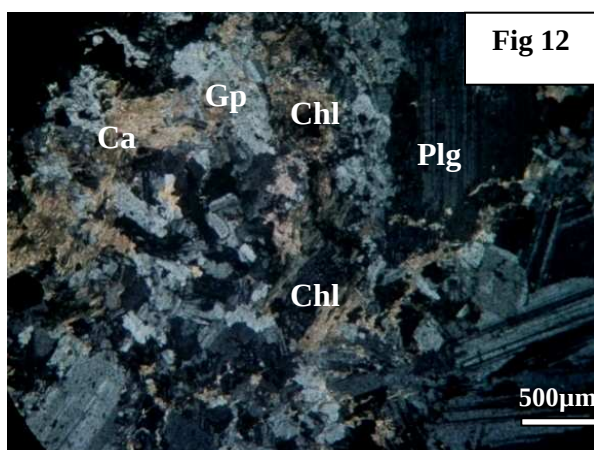
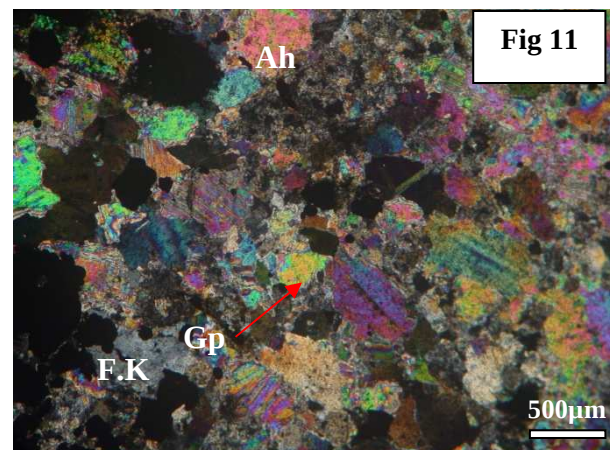
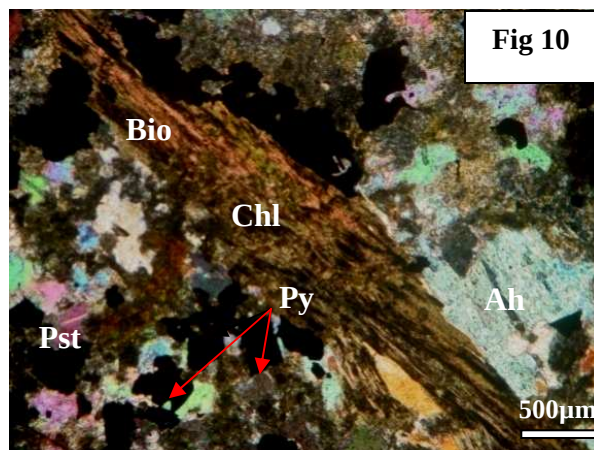
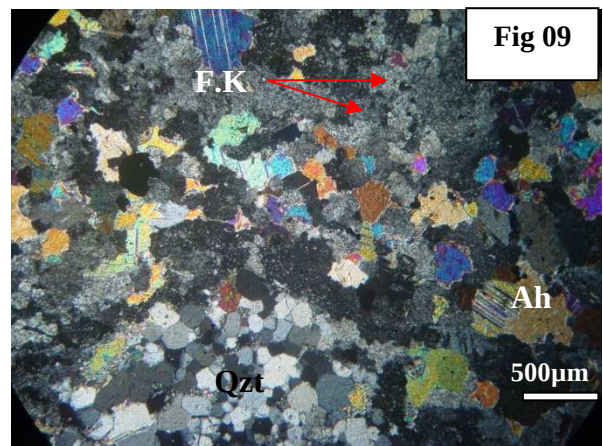
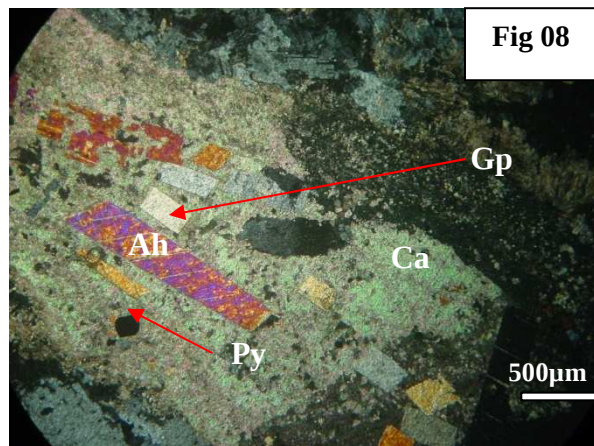


Fig.08 : lame mince en LPA. G. $\times$ 5.

Calcite (Ca), gypse (Gp) et anhydrite (Ah) avec de la pyrite (Py) dans une veinule qui recoupe une microdiorite.

Fig.09 : lame mince en LPA. G. $\times$ 5.

Cristaux d'anhydrite (Ah) de teinte bleu vert et de feldspath potassique (F.K) et des enclaves de quartzites (Qzt) au sein d'une granodiorite.

Fig.10: lame mince en LPA. G. $\times$ 5.

Biotite (Bio) de forme xénomorphe chloritisée et entourée par des cristaux de pyrite (Py), d'anhydrite (Ah) et de pistachite (Pst).

Fig.11 : lame mince en LPA. G. $\times$ 5.

Cristaux d'anhydrite (Ah) et de gypse (Gp) de forme xénomorphe associés à des feldspaths potassiques (F.K) altérés au sein d'une granodiorite.

Fig.12: lame mince en LPA. G. $\times$ 5.

Microdiorite contenant des cristaux de plagioclases (Plg) altérés en calcite (Ca) et chlorite (Chl) fibreuse entourant des plagioclases.

Fig.13 : lame mince en LPA. G. $\times$ 5.

Andésite à phénocristaux de plagioclase (Plg) et de calcite (Ca) qui baignent dans du verre volcanique dévitrifié en quartz.

B Les faciès volcaniques :

Les roches volcaniques de (Tala Hamza) se subdivisent en deux assises volcaniques.

- Une assise inférieure est constituée par des laves andésitiques. La minéralisation principale à sphalérite, pyrite et marcassite est encaissée dans les andésites de cette assise.
- Une assise supérieure constituée essentiellement par des tuffites (roches volcano-sédimentaires) surmontées par des tufs dacitiques puis des andésites qui s'intercalent au sein des pyroclastites.

Ces deux assises volcaniques sont séparées par une assise médiane caractérisée par la mise en place des dacites (ou métasomatites).

B - 1 L'assise volcanique inférieure :

1 Les andésites :

Elles sont de couleur verdâtre et présentent une texture microlitique porphyrique. L'étude microscopique montre une forte altération (chloritisation). La mésostase est constituée par des microlithes de plagioclase qui baignent dans du verre volcanique souvent dévitrifié en quartz. (fig.17). Les phénocristaux sont représentés par :

Les plagioclases : ils se présentent en phénocristaux de type andésine souvent altérés en séricite et calcite (fig.17).

Les minéraux accessoires sont représentés par :

Le sphène : très répandu dans les andésites, il se présente en petits cristaux souvent craquelés de couleur brunâtre.

Le zircon : il se présente sous forme de cristaux automorphes trapus souvent fracturés et présente des teintes très élevées.

La chlorite : elle se présente sous forme fibroradiée, elle constitue un minéral d'altération des ferromagnésiens.

La calcite : se présente sous forme de petites veinules recoupant les autres minéraux des andésites (fig.13).

La séricite : elle est le produit d'altération des plagioclases, elle se présente en fines paillettes.

B - 2 Les dacites ou métasomatites :

Elle se rencontre entre l'assise volcanique inférieure et l'assise volcanique supérieure. Elles sont de couleur vert pale montrant un fond blanc laiteux. L'étude microscopique montre que la roche a été soumise à une intense silicification qui a détruit sa texture originelle. Les phénocristaux sont complètement altérés, il ne reste que les fantômes des plagioclases et des amphiboles qui sont reconnaissables grâce à leurs sections basales.

L'étude microscopique révèle l'existence des minéraux suivants :

Les plagioclases : sont identifiés grâce à leurs formes rectangulaires allongées. Ils sont complètement silicifiés (fig.18).

Les amphiboles : leur identification est presque impossible à cause de l'altération. On ne les reconnaît que grâce à leurs sections basales. Elles sont transformées en quartz, calcite et en minéraux opaque (fig.16).

Le quartz : il se présente sous forme de cristaux cryptocristallins qui se localise parfois sur les fantômes des plagioclases et des amphiboles. (fig.16, 18)

La séricite : se présente sous forme de petites paillettes allongées produit d'altération des plagioclases.

La chlorite : elle est de couleur vert clair, elle se présente sous forme fibroradiée (sphérolites). Elle résulte de l'altération des ferromagnésiens.

La calcite : elle se présente sous forme de remplissage de veinules et de filonnets, ou sous forme de cristaux xénomorphes occupant les interstices entre les plagioclases.

Les minéraux opaques sont représentés par la pyrite, la galène et la sphalérite collomorphe.

B - 3 L'assise volcanique supérieure :

Elle commence par des tuffites (roches volcano-sédimentaires) (fig.33) qui sont surmontées par des tufs dacitiques puis par des andésites qui s'intercalent au sein des pyroclastites.

1 Les tuffites :

Ces roches volcano-sédimentaires de couleur gris-foncé à noir présente des laminations formées par des alternances de lits clairs et de lits sombres (fig.33). Au microscope, elles présentent une texture à grains très fins. Leur matrice est formée de cinérites (cendres volcaniques) et d'argiles dans laquelle baignent des phénocristaux de plagioclases, de quartz, de muscovite, de biotite et de calcite.

La roche est caractérisée par la présence des foraminifères pélagiques (Lagénidés et Globigérines) (fig.14 et fig.15).

L'ensemble de la roche est affecté par des fractures remplies de calcite, de quartz avec parfois de la calcédoine qui présente une structure fibroradiée ainsi que de la pyrite (fig.19).

2 Les tufs dacitiques :

Ils sont de couleur verdâtre présentant une texture à grains fins. L'observation microscopique montre la présence des phénocristaux suivants :

Les plagioclases sont de type andésine. Ils se présentent sous forme de cristaux automorphes fracturés et altérés en séricite. (fig.21)

Le quartz se présente sous forme de cristaux xénomorphes, de couleur limpide à extinction roulante.

La sanidine a une taille inférieure à celle des plagioclases, elle est caractérisée par la macle de Carlsbad.

Le sphène se présente sous forme de cristaux losangiques allongés. Les cristaux sont de couleur brunâtre.

Les minéraux d'altération sont représentés par la calcite, la chlorite (fig.21), la séricite. La pyrite disséminée est le seul minéral opaque.

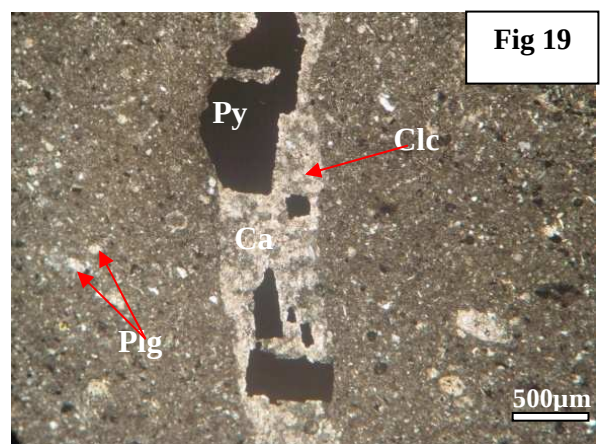
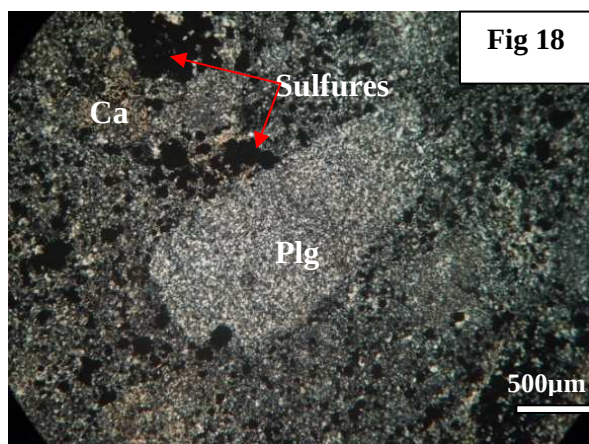
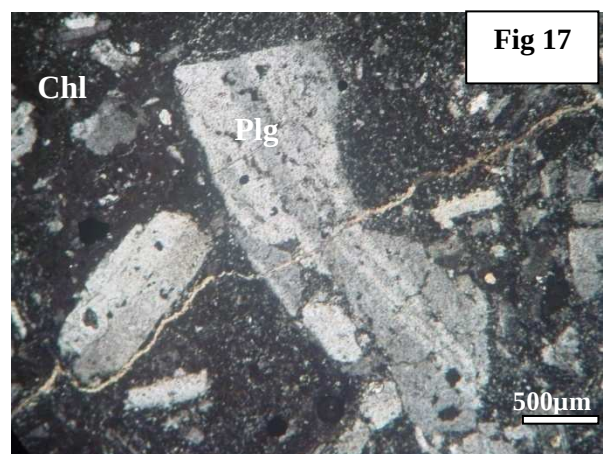
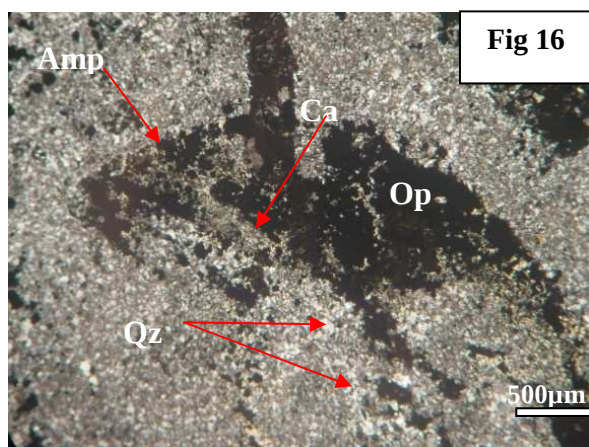
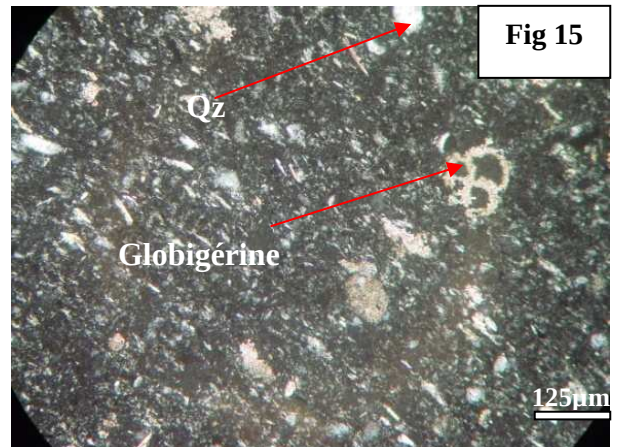
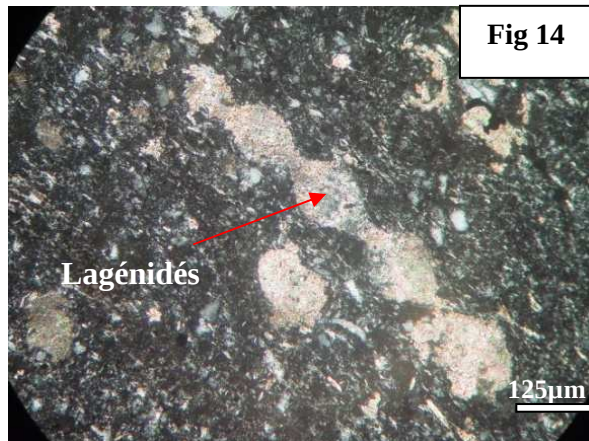


Fig.14 : lame mince en LPA. G. $\times$ 20.

Lagénidés au sein d'une tuffite.

Fig.15 : lame mince en LPA. G. $\times$ 20.

Cristaux de quartz (Qz) qui baignent dans des cinérites au sein d'une tuffite qui renferme des foraminifères (Globigérine).

Fig.16 : lame mince en LPA. G. $\times$ 5.

Fantôme d'amphibole (Amp) transformé en calcite (Ca) et en minéraux opaques.

Fig.17 : lame mince en LPA. G. $\times$ 5.

Phénocristaux de plagioclase altérés en séricite et calcite au sein d'une andésite.

Fig.18 : lame mince en LPA. G. $\times$ 5.

Plagioclase (Plg) en forme rectangulaire transformé complètement en quartz (Qz) au sein d'une dacite.

Fig.19 : lame mince en LPA. G. $\times$ 5.

Filonnet en remplissage de calcite (Ca), de pyrite (Py) et de calcédoine (Clc) qui recoupe une tuffite.

3 Les pyroclastites blanc-grisâtre :

Elles sont constituées par des cristaux de plagioclase, de feldspath très altérés en séricite et de fragments d'anciennes roches rencontrées en profondeur (tuffites, tufs dacitiques, andésites,...).

Ces pyroclastites sont constituées par des reliques d'amphibole qui gardent la forme hexagonale de leurs sections basales qui sont complètement remplacées par la chlorite et la calcite. Ces éléments sont cimentés par le quartz tardif et par les carbonates. Le tout est recoupé par des veinules de quartz associé à la pyrite. (fig.16)

4 Les andésites :

Ces andésites ne rassemblent pas à celles de l'assise volcanique inférieure. Elles sont formées par :

- Andésites vésiculaires à pyroxène.
- Andésites très altérées.
- Andésites à fiammes.

4 - 1 Andésites vésiculaires à pyroxènes : (fig.32)

Cette roche a une texture microlitique à hyalo-porphyrique et se caractérise par l'abondance des phénocristaux de plagioclase et de pyroxène. L'étude microscopique des lames minces montre l'existence des minéraux suivants :

Les plagioclases sont souvent emboîtés les uns sur les autres, formant des cristaux en « syneusis » (fig.24). Ils sont de type andésine-labrador. Ils présentent des petites taches verdâtres de chlorite et ils sont affectés par des fractures remplies de calcite et de séricite.

Le pyroxène est totalement transformé en chlorite et en calcite. Il est identifié grâce à la forme octaédrique de sa section basale (fig.20).

Les minéraux secondaires sont représentés par la chlorite, la calcite, la séricite et le quartz.

Le sphène se présente en cristaux losangiques à fort relief, c'est le seul minéral accessoire.

Ajoutons à cela, cette andésite se caractérise par la présence de nombreuses vésicules qui sont remplies de quartz qui entoure la chlorite, la calcite et la pyrite (fig.22)

Les minéraux opaques sont représentés par la pyrite.

4 - 2 Andésites altérées :

Ces andésites sont caractérisées par une forte altération, elles sont constituées essentiellement d'un verre volcanique qui renferme des clastes de plagioclase fracturés et séricitisés ainsi que des chlorites fibroradiées et de la calcite. On note la présence d'un contact avec une roche sédimentaire constituée de calcite microsparitique qui devient sparitique à l'approche de la zone de contact (fig.23) entre la roche volcanique et la roche sédimentaire. (Enclave).

L'étude microscopique montre l'existence des minéraux suivants :

Les plagioclases qui sont caractérisés par une structure en syneusis qui sont altérés en calcite et en séricite (fig.25)

Le quartz se présente sous forme de cristaux xénomorphes, entourés de calcite et de chlorite.

La chlorite se présente soit sous forme de cristaux automorphes renfermant des oxydes dans leurs plans de clivages ou bien, sous forme de cristaux xénomorphes au cœur des plagioclases (fig.26)

La calcite se présente sous forme de veinules ou sous forme de petites plages xénomorphes.

Les minéraux opaques sont représentés par la pyrite.

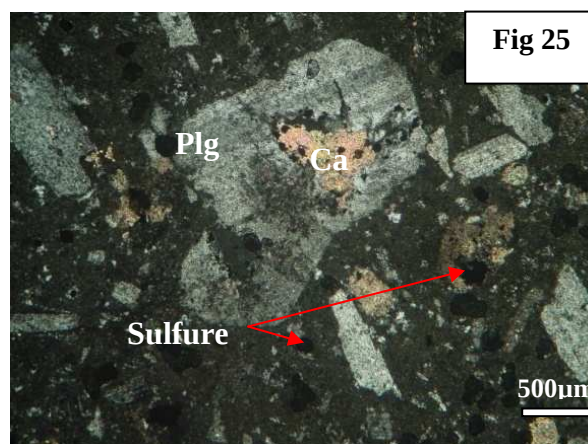
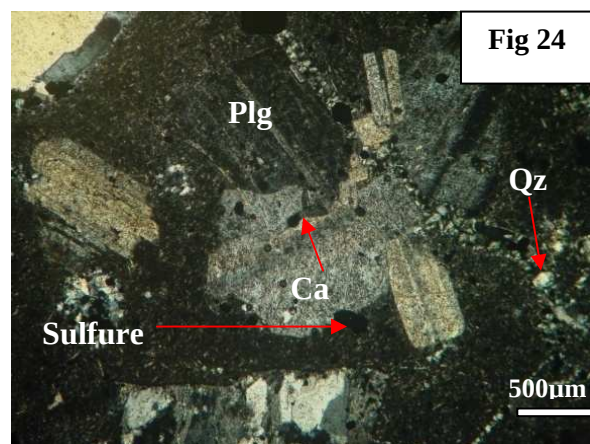
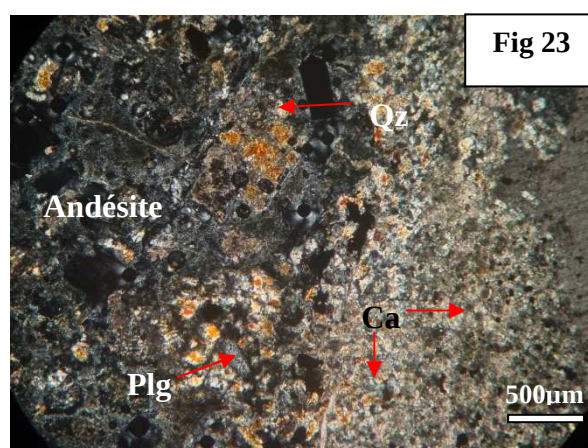
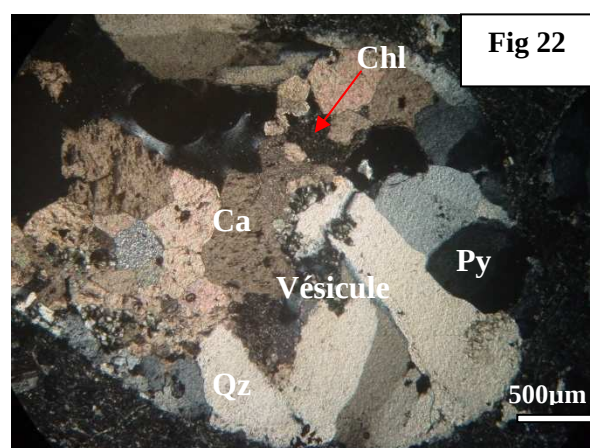
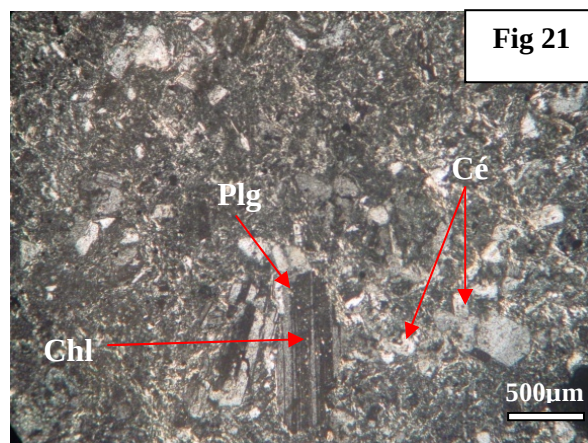
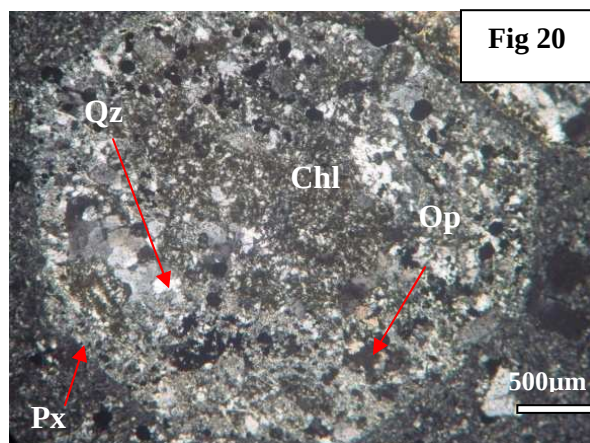


Fig.20 : lame mince en LPA. G. $\times$ 5.

Section basale octogonale de pyroxène (Px) complètement transformé en chlorite (Chl), quartz (Qz) et en minéraux opaques (OP).

Fig.21 : lame mince en LPA. G. $\times$ 5.

Phénocristaux de plagioclase (Plg) chloritisée et séricitisés qui baignent au sein d'une matrice formée de cinérites, d'argiles et de carbonates.

Fig.22 : lame mince en LPA. G. $\times$ 5.

Vésicule remplie de calcite (Ca), de quartz (Qz) et de pyrite (Py).

Fig.23 : lame mince en LPA. G. $\times$ 5.

Contact entre une andésite et une roche sédimentaire qui contient des petits cristaux de quartz et de calcite (Ca).

Fig.24 : lame mince en LPA. G. $\times$ 5.

Cristaux de plagioclase en « syneusis » qui baignent dans une mésostase à microlithes de plagioclase (Plg) au sein d'une andésite vésiculaire avec des fissures tardives de quartz (Qz).

Fig.25 : lame mince en LPA. G. $\times$ 5.

Cristaux de plagioclase (Plg) remplacés par la calcite (Ca) au sein d'une andésite.

4 - 3 Andésites bréchiques à fiammes : (fig.30)

Du point de vue macroscopique, ces andésites sont de couleur verdâtre, elles sont à fiammes fines et à texture bréchique. Cette roche présente également un contact avec des roches sédimentaires tout comme les andésites précédentes.

L'étude microscopique révèle que la roche présente une texture microlitique porphyrique et constituée essentiellement par des phénocristaux de plagioclase séricitisé, de quartz, de calcite, de sphène et de pyrite. Ces andésites renferment aussi des enclaves de quartzites (fig.27).

Les fiammes ont une forme lenticulaire, constitués de chlorite avec rarement de la calcite et du quartz (fig.27)

5 Les pyroclastites dacitiques à andésitiques :

Leur détermination est difficile à cause de la forte altération. Elles sont composées de clastes (tuffites, tuf dacitiques) et renferment aussi des plagioclases altérés en séricite, quartz, calcite, chlorite et du sphène, le tout baigne dans une matrice constituée de cendre volcanique (fig.29).

A l'approche de la surface, ces pyroclastites deviennent très altérées (vers les derniers 40 mètres) et présentent des oxydes de fer et des argiles dus à l'altération supergène.

Les opaques sont représentés par la pyrite en section carrées ou triangulaires (fig.28).

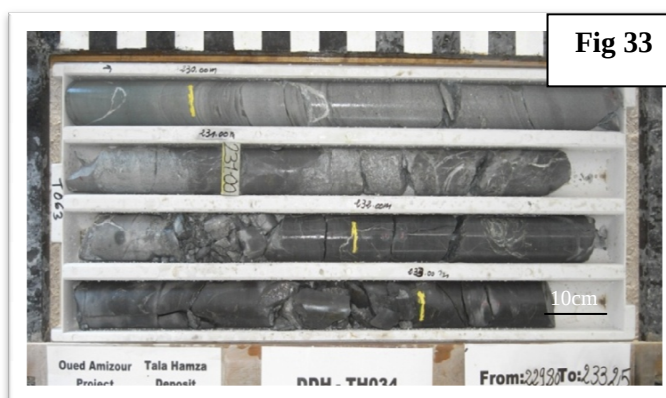
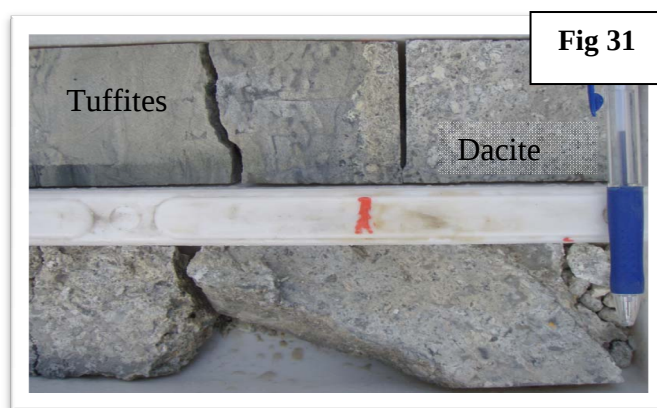
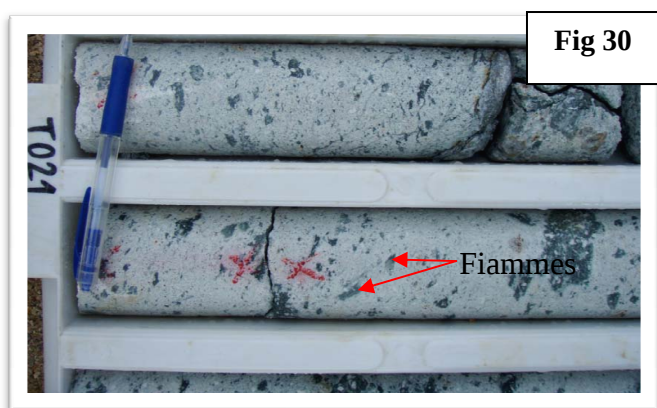
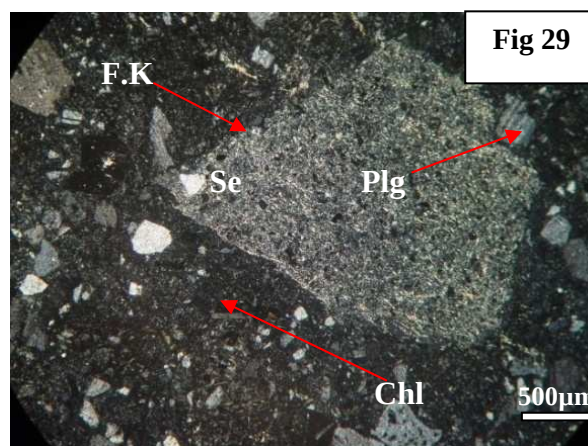
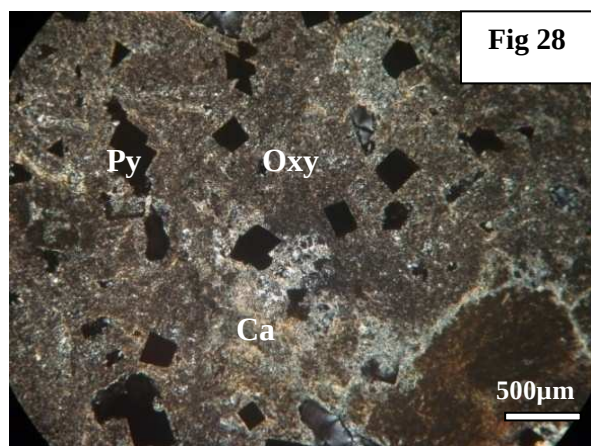
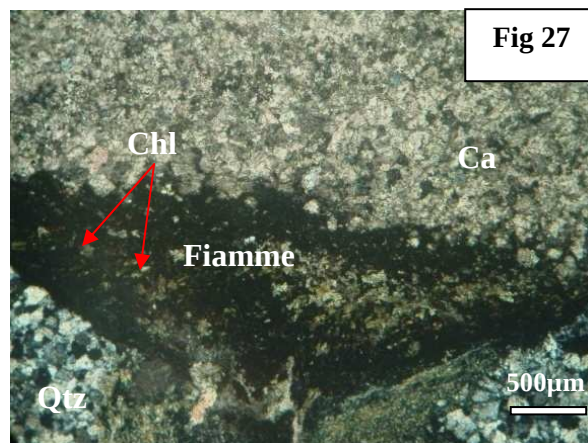
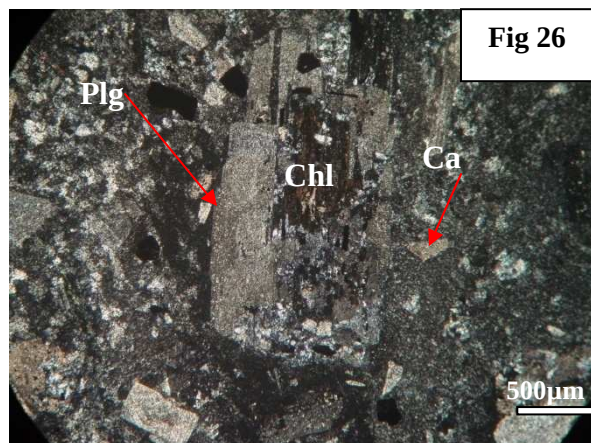


Fig.26 : lame mince en LPA. G. $\times$ 5.

Plagioclase (Plg) présentant des taches de chlorite (Chl) et de calcite (Ca) en son cœur.

Fig.27 : lame mince en LPA. G. $\times$ 5.

Fiamme à chlorite (Chl) en forme lenticulaire renfermant des enclaves de quartzites et présentant un contact avec une roche sédimentaire constituée de microsparite dans une andésite bréchique.

Fig.28 : lame mince en LPA. G. $\times$ 5.

Cristaux de pyrite (Py) en sections carrées disséminées dans une matrice oxydée (Oxy).

Fig.29 : lame mince en LPA. G. $\times$ 5.

Fragment d'un feldspath complètement séricitisé avec de cristaux de plagioclase (Plg), de chlorite (Chl) au niveau d'une pyroclastite.

Fig.30 :

Andésites à fiammes.

Fig.31 :

Contact net entre une dacite et une tuffite.

Fig.32 :

Andésites vésiculaires.

Fig.33 :

Tuffites présentant des laminations.

2 Les altérations hydrothermales :

Introduction :

Les faciès volcano-plutoniques de Tala Hamza sont affectés par des altérations hydrothermales. Ces dernières ont entraîné des changements d'ordre minéralogique, structural et de couleur des roches à des degrés divers.

Les minéraux qui ont été touchés par l'altération hydrothermale dans les faciès volcano-plutoniques sont : les feldspaths potassiques, les plagioclases, les biotites, les pyroxènes et les amphiboles.

Les principales altérations hydrothermales qui affectent les roches de (Tala Hamza) sont : la séricitisation, la chloritisation, la carbonatation, la silicification, l'albitisation.

a La séricitisation :

La séricitisation est l'altération hydrothermale la plus répandue. Elle est observée presque dans tous les faciès volcano-plutoniques recoupés par les sondages (TH-034). Elle est bien exprimée dans les pyroclastites (fig.29) et les andésites.

La séricitisation est l'altération qui affecte les feldspaths potassiques et les plagioclases en les transformant en séricite, elle est souvent associée au quartz et à la pyrite.

Cette séricitisation accompagne la minéralisation principale qui se présente en amas minéralisé à sphalérite, galène et pyrite et la minéralisation disséminée à magnétite, pyrite et chalcoppyrite.

b La chloritisation :

La chloritisation est un phénomène de propylitisation. Elle est très développée dans les andésites à fiammes fins ou elle est le principal constituant des fiammes ainsi que dans les tufs dacitiques. Elle se présente aussi en remplissage de veinules et de vésicules dans les andésites.

La chloritisation résulte aussi de la transformation des ferromagnésiens tels que la biotite, les amphiboles et les pyroxènes. (fig.20)

Cette chlorite peut être accompagnée par d'autres minéraux d'altération tels que : la calcite, la séricite, le quartz et la pyrite

c La silicification :

La silicification est rencontrée dans tous les faciès recoupés par les sondages du secteur de Tala Hamza (TH-034). Elle est développée à un degré tel que la roche altérée perd sa structure originelle et devient méconnaissable comme certaines dacites qui se transforment en métasomatites.

d La carbonatation :

La carbonatation se manifeste par le dépôt de la calcite observée lors de l'étude microscopique. On distingue deux générations de calcite. La première se présente sous forme de plages xénomorphes au sein des minéraux (plagioclases, pyroxènes,...) (fig.25) et dans la mésostase. La deuxième sous forme de remplissage de veinules et de vésicules (fig.22).

e L'albitisation :

L'albitisation se développe uniquement dans les andésites. Elle est le résultat de la transformation des plagioclases relativement calciques en albite par perte de calcium. L'albitisation est difficile à identifier à cause de la forte séricitisation des plagioclases.

4 Conclusion :

L'étude microscopique des différentes lames minces issues des roches recoupées par les sondages dans le secteur de Tala Hamza (TH034), nous a permis de classer ces roches en plusieurs types :

- Les roches magmatiques : sont subdivisées en deux types :
 - Les Roches plutoniques sont représentées par les granodiorites, les diorites et les microdiorites.
 - Les Roches volcaniques constituées, par des pyroclastites, des tufs dacitiques ainsi que par des andésites et des dacites.
- Les roches volcano-sédimentaires : sont représentées par des tuffites constituées d'une boue (cendres volcaniques, argiles et microlithes de plagioclase) caractérisée par la présence des foraminifères (Globigérines et Lagénidés).

L'ensemble de ces roches sont traversées par les altérations suivantes :

L'albitisation, la chloritisation, la séricitisation, la silicification et la carbonatation. La chloritisation et la séricitisation sont les principales altérations hydrothermales qui affectent

tous les facies magmatiques de Tala Hamza et plus particulièrement les andésites et les dacites ou elles accompagnent la minéralisation principale massive à pyrite, sphalérites et galène.

Chapitre V

Etude microscopique

1 Introduction :

Notre région d'étude (Tala Hamza) renferme un potentiel très important en ressources minérales.

Plusieurs sondages traversent la zone minéralisée principale. Ces sondages ont été réalisés d'abord par l'ORGM (19 sondage, en 1992) et ensuite par la société WMZ (Western Méditerranéen Zinc) qui est en possession du gisement actuellement. (De 2006 à l'actuel).

Les résultats obtenus par l'étude de ces sondages révèlent l'existence d'un gisement de grande envergure avec des ressources indiquées et présumées de 68.6 millions de tonnes à 5.7% Pb+Zn.

2 Etude de la minéralisation : (fig.34)

L'étude des minéralisations du secteur de Tala Hamza est basée d'une part sur l'étude macroscopique des échantillons et d'autre part sur l'observation microscopique des sections polies afin de déterminer les différentes phases minérales et leurs relations mutuelles pour établir une succession paragénétique.

La minéralisation principale constitue un amas sulfuré (Zn-Pb) d'une épaisseur de 40m à 300m et de pendage modéré vers le Sud. Cet amas minéralisé encaissé dans les andésites de l'assise inférieure parfois dans les dacites (métasomatites) est caractérisé par une minéralisation à pyrite, sphalérite (marmatite) et à marcassite recoupée par des veinules de shallenblende, melnicovite et galène.

Des minéraux représentés par la magnétite, l'hématite et la chalcoppyrite sont associés à la shallenblende, la galène et à la melnicovite. Ces minéraux sont disséminés dans les granitoïdes, mais peuvent parfois, se rencontrer dans les andésites de l'assise inférieure.

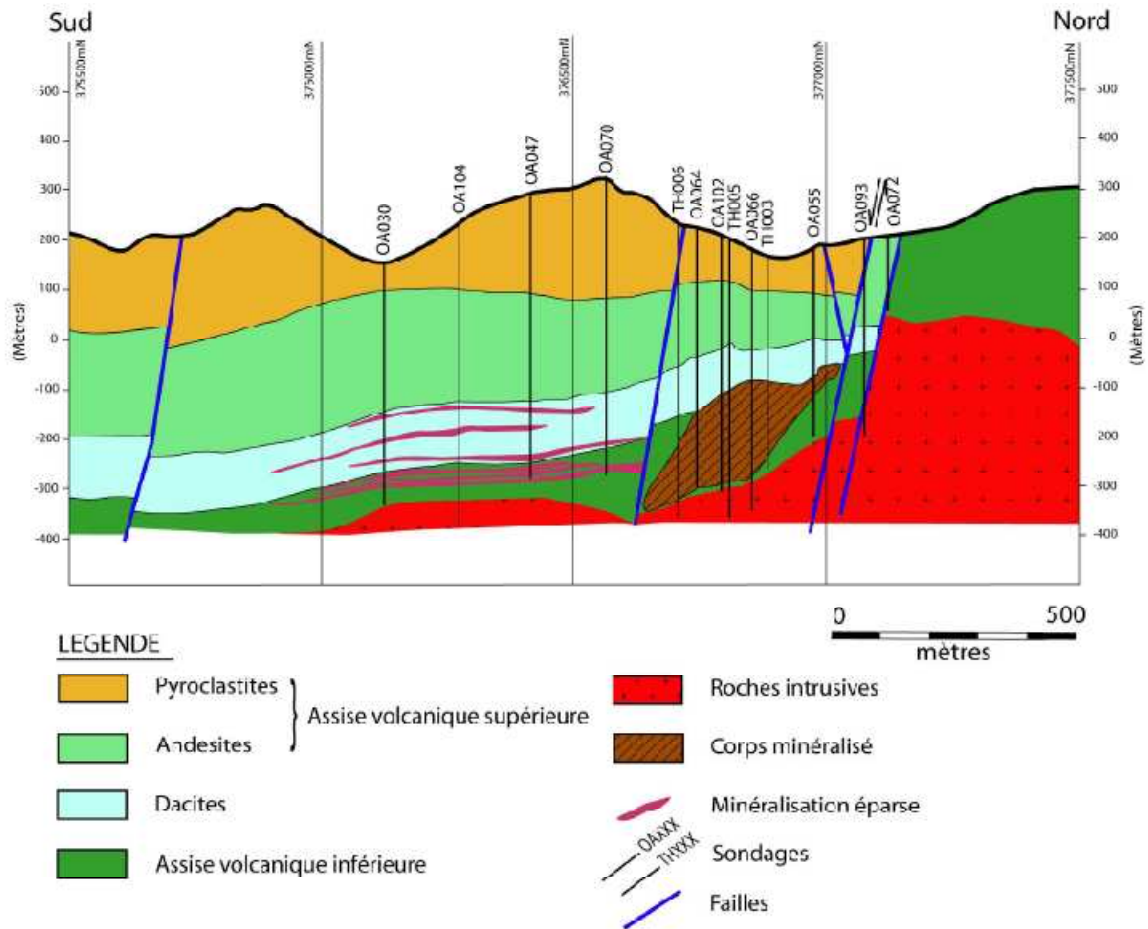


Fig.34 : Coupe géologique à travers le gisement d'Oued Amizour d'après (ORGM, WMZ)

A. structure de la minéralisation :

L'étude microscopique de la minéralisation nous a permis de mettre en évidence plusieurs types de textures qui sont :

Structure veinulée :

Elle est représentée par des veinules centimétriques à décimétriques, leur remplissage est constitué par la sphalérite (shallenblende), la pyrite et la galène associée parfois à la calcite, au gypse et à l'anhydrite. Cette texture se rencontre dans tous les faciès. (D'après la fig.44 Py III recoupe la Mag)

Structure massive :

Elle est représentée par la pyrite colmatée par la melnicovite et la shallenblende donnant un amas dense. Elle est aussi représentée par des plages massives de marmatite. Elles sont encaissées dans les andésites. (fig.37)

Structure collomorphe :

Cette texture est représentée par la melnicovite qui colmate les cristaux de la pyrite et la shallenblende qui colmate le reste des minéraux. (fig.39 et fig.41a, b)

Structure disséminée :

Elle est représentée par la pyrite qui se trouve disséminée dans tous le faciès recoupés par les sondages ainsi que par la magnétite, la chalcoppyrite et l'hématite rencontrés dans les granitoïdes. (fig.36)

B. Etude microscopique :

L'étude microscopique des sections polies a montré qu'il s'agit d'une minéralisation sulfurée avec une paragenèse simple à : pyrite, sphalérite, galène, marcassite, chalcoppyrite, magnétite. Les minéraux d'altération sont représentées par : l'hématite et la cérusite.

Les minéraux de gangue sont essentiellement représentés par : la calcite, le quartz, la chlorite la séricite, l'anhydrite et le gypse.

Pyrite (Fe S₂) :

L'étude microscopique révèle l'existence de trois générations de pyrite. Cette pyrite peut se présenter en cristaux automorphes disséminés dans la roche ou sous forme collomorphe et en remplissage de fissures.

Pyrite I :

Elle se présente sous forme de cristaux sub-automorphes, qui sont souvent cataclasés et disséminés dans les andésites de l'assise inférieure. La taille des cristaux varie entre 100µm et 1200µm.

Les fractures de cette pyrite sont remplies par la galène et la shallenblende.

La pyrite se présente en structure de remplacement de la marmatite. (fig.35)

Pyrite II : (melnicovite)

Elle se présente en texture collomorphe, elle colmate les cristaux de pyrite I et accompagne parfois les structures collomorphes de la shallenblende.

Elle est souvent associée à la galène qui la recoupe. (fig.37 et fig.39)

Pyrite III :

Elle est associée à la calcite, au quartz, à l'anhydrite et au gypse en remplissage de veinules. Elle se présente aussi en cristaux xénomorphes à sub-automorphes disséminés dans tous les faciès. (fig.36)

La sphalérite (ZnS) :

Deux générations ont été observées au microscope : la sphalérite I (marmatite) et la sphalérite II (shallenblende).

La sphalérite I (marmatite) :

La marmatite se caractérise par sa couleur gris-clair et sa parfaite isotropie. Elle se présente sous forme de plages xénomorphes en inclusions dans la pyrite I et la galène qui la remplace. (fig.37 et fig.43)

La sphalérite II (shallenblende) :

Cette sphalérite présente une structure collomorphe, de couleur gris-foncé et montre des réflexions internes mielleuses à rouge très caractéristiques.

La shallenblende colmate les cristaux de pyrite de la première génération et se trouve parfois en inclusion dans la melnicovite et la galène. Elle se rencontre dans tous les faciès. (fig.42)

Marcassite (Fe S₂) :

Elle est de couleur jaune blanchâtre et caractérisée par une forte anisotropie dans les tons bleu-vert. Elle est souvent associée à la pyrite I qu'elle remplace. (fig.38)

La galène (PbS) :

Elle est de couleur gris-blanc, isotrope en lumière polarisée analysée et présente des arrachements triangulaires.

Elle apparaît sous forme de plages sub-automorphes à automorphes, de taille allant de 100µm à 350µm. Elle se présente aussi sous forme des veinules. (fig.40 et fig.43)

Elle remplace et corrode les minéraux antérieurs tels que la pyrite, la melnicovite et la shallenblende. On remarque que cette galène présente parfois sur les bordures un début d'altération en cérusite.

Chalcopyrite (Cu FeS_2) :

C'est un minéral qu'on retrouve dans les roches de profondeur, notamment dans les granitoïdes et les andésites de l'assise inférieure.

Cette chalcopyrite se présente en cristaux xénomorphes à sub-automorphes, de couleur jaune soufre à jaune d'or. La chalcopyrite accompagne la pyrite et la magnétite.

Magnétite ($\text{Fe}_2+\text{Fe}_3+\text{O}_4$) :

La magnétite se rencontre en profondeur dans les roches (granitoïdes et andésites) au niveau des veinules associées à la shallenblende à la galène et à la melnicovite. Elle se présente aussi en grains disséminés.

Elle est de couleur gris-clair et d'une anisotropie parfaite, et se présente en inclusions dans la pyrite et chalcopyrite. Elle s'altère assez souvent en hématite. (fig.45)

L'hématite (Fe_2O_3) :

Elle est le produit d'altération de la magnétite, elle est de couleur gris-clair à gris-bleuté et montre une anisotropie dans les tons brun-rougeâtre.

Elle se rencontre dans les roches de profondeur (les granitoïdes et les andésites) ainsi que dans les pyroclastites qui affleurent en surface. (fig.44)

Cérusite : (PbCo_3)

Elle est le produit d'altération de la galène, elle est de couleur gris-claire et montre une anisotropie forte masquée par des réflexions interne.

3 Succession paragénétique :

L'examen des sections polies nous a permis de constater que la minéralisation s'est formée en deux phases hydrothermales :

La première phase est caractérisée par le dépôt de sphalérite I (marmatite), de la pyrite I accompagnée de la marcassite au sein d'une gangue constituée de quartz, de calcite, de chlorite et de séricite. Les minéraux de cette première phase ont subi une intense fracturation.

La deuxième phase est caractérisée par le dépôt de la magnétite, la galène, la pyrite II (melnicovite) qui colmate la pyrite I, la sphalérite II (shallenblende) et de la chalcopyrite. Cette étape est caractérisée par le dépôt des minéraux suivants : la calcite, le quartz, la chlorite, l'anhydrite et le gypse. Ces deux phases sont suivies par le dépôt des minéraux supergènes suivants : l'hématite et la cérusite.

4 Conclusion :

La minéralisation sulfurée du secteur de Tala Hamza se présente en concentration polymétallique à Zn-Pb.

Cette minéralisation polymétallique à Zn-Pb constitue un amas minéralisé de grande envergure, cet amas minéralisé est encaissé dans les andésites de l'assise inférieure et parfois dans les dacites.

Les textures caractéristiques sont : la texture veinulée, la texture massive, la texture collomorphe, la texture disséminée et la texture bréchique.

L'étude gîtologique montre une paragenèse assez simple, constituée par : la pyrite, sphalérite, galène, marcassite, chalcoppyrite et magnétite.

La gangue est formée par : le quartz, la calcite, la chlorite, la séricite, le gypse et l'anhydrite.

Les minéraux d'altération supergène sont représentés par : l'hématite et la cérosité

<i>Minéraux</i>	<i>Phases hydrothermales</i>					<i>Phase supergène</i>
	<i>Phase I</i>	<i>Fracturation I</i>	<i>Phase II</i>	<i>Fracturation II</i>	<i>Phase III</i>	
Magnétite	<u>Mag</u>					
Quartz	<u>Qz</u>					
Chlorite	<u>Chl</u>					
Séricite	<u>Sé</u>					
Calcite	<u>Ca</u>					
Sphalérite	<u>Marm</u>		<u>Schal</u>			
Pyrite	<u>Py I</u>		<u>PyII (Meln)</u>		<u>Py III ?</u>	
Marcassite	<u>Marc</u>					
Chalcoppyrite			<u>Chp</u>			
Galène			<u>Gal</u>			
Cérosité						<u>Cé</u>
Hématite						<u>Hmt</u>

Tableau 02 : Succession paragenétique de la minéralisation de Tala Hamza.

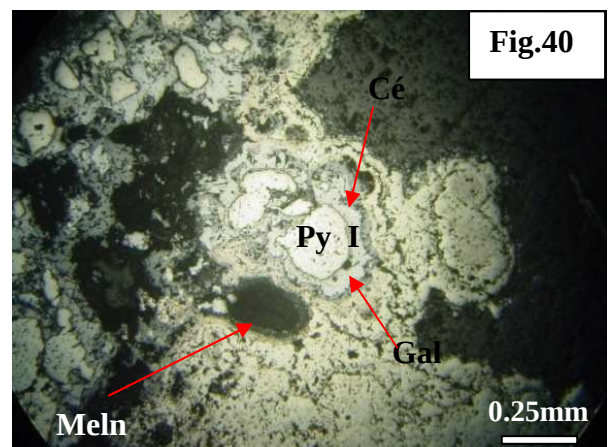
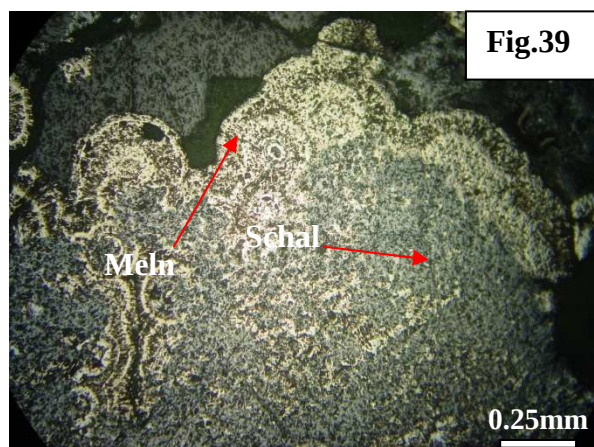
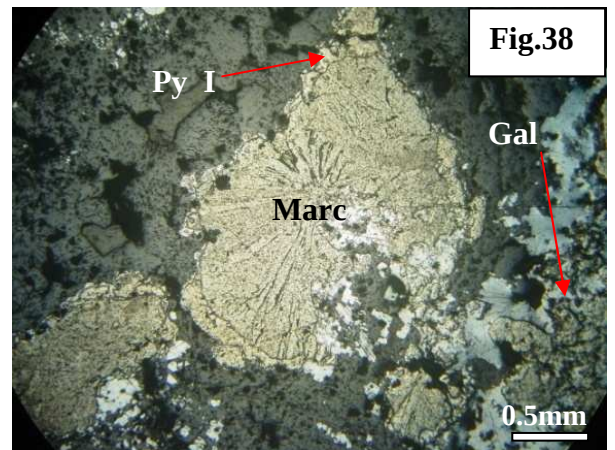
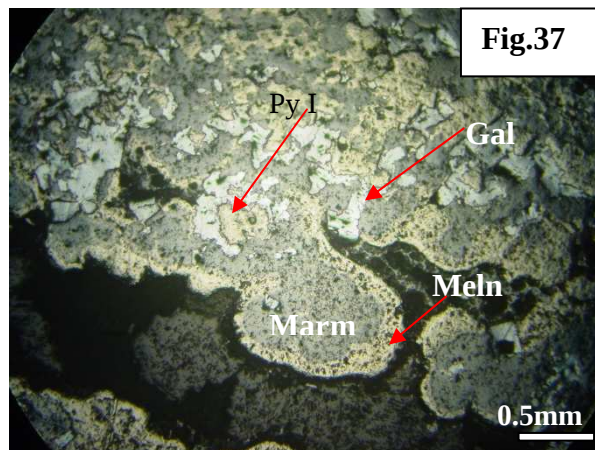
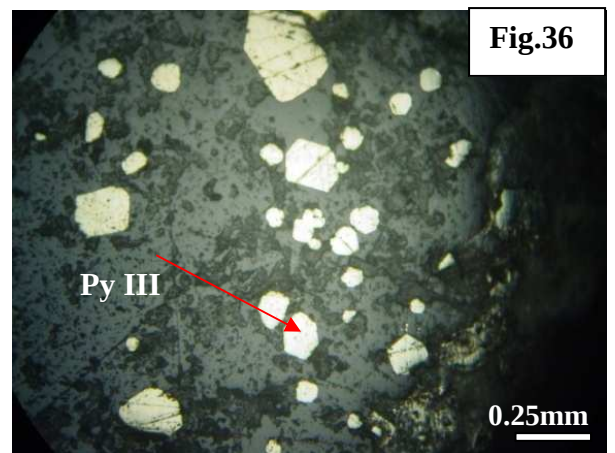
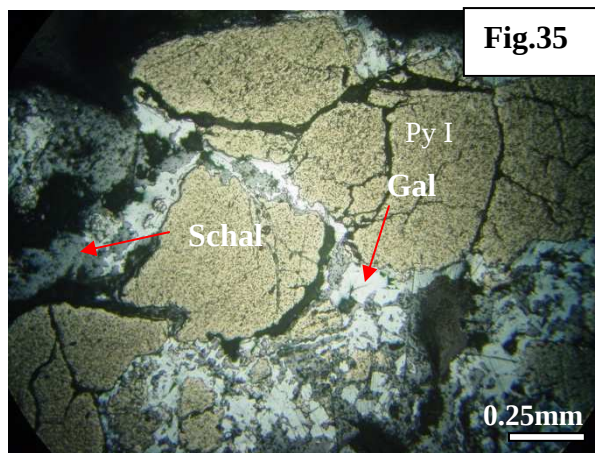


Fig.35 : section polie en LP. G. $\times 10$.

Cristaux de pyrite I (Py I) automorphe colmatée par la galène (Ga) et la shallenblende (Schal) qui se présente en forme xénomorphe.

Fig.36 : section polie en LP. G. $\times 10$.

Disséminations des cristaux de pyrite (Py III) au sein d'une microdiorite.

Fig.37 : section polie en LP. G. $\times 5$.

Plage de marmatite (Marm) remplacée par la pyrite (Py I) entourée par la melnicovite (Meln).

On remarque que la melnicovite est recoupée par la galène (Ga).

Fig.38 : section polie en LP. G. $\times 5$.

La marcassite (Marc) qui se présente en plage xénomorphe pseudomorphose les plages de pyrite (Py I).

Fig.39 : section polie en LP. G. $\times 10$.

Cristaux de schallenblende (Schal) entourés par les cristaux collomorphe de melnicovite (Meln).

Fig.40 : section polie en LP. G. $\times 10$.

Cristaux de pyrite (Py I) entourés par la galène (Ga) qui présente un début d'altération en cérusite (Cé).

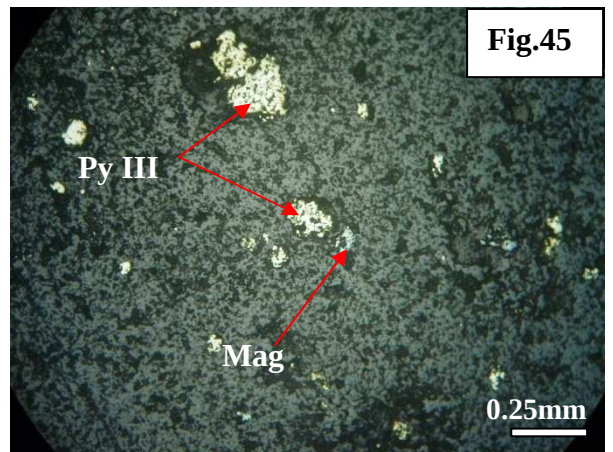
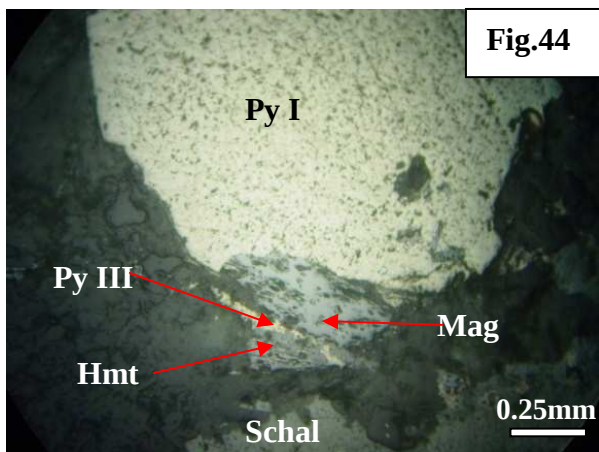
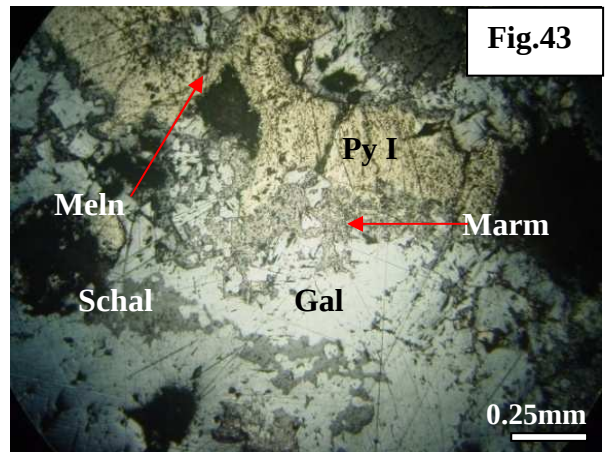
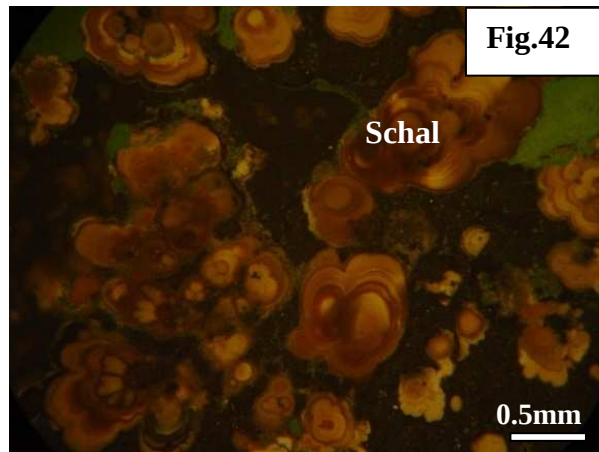
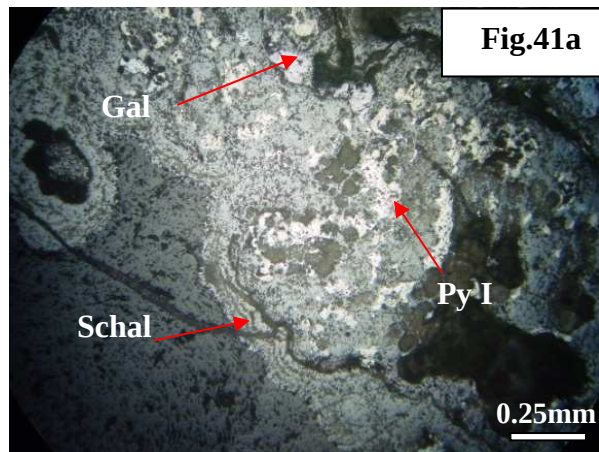


Fig.41 (a, b) : section polie en LP. G. $\times 10$.

Cristaux de pyrite (Py I) et de galène (Ga) colmatés par la structure collomorphe de la Schallenblende.

Fig.42 : section polie en LP. G. $\times 5$.

Vue en lumière polarisée analysée de la schallenblende présentant des réflexions internes rouge flamboyant.

Fig.43 : section polie en LP. G. $\times 10$.

Plage xénomorphe de la galène qui remplace les cristaux de pyrite, Schallenblende et melnicovite.

Fig.44 : section polie en LP. G. $\times 10$.

Cristaux de magnétite (Mag) qui commence à s'altère en hématite (Hmt) recoupée par la pyrite (Py III).

Fig.45 : section polie en LP. G. $\times 10$.

Dissémination des cristaux de pyrite (Py III) et de magnétite (Mag) au sein d'une granodiorite.

Les formations volcano-plutonique d'âge miocène moyen (Langhien) de Tala Hamza fait partie des roches magmatiques tertiaires du pourtour méditerranéen et plus précisément des maghrébides.

L'étude pétrographique des différentes lames minces nous a permis de classer les roches magmatiques en plusieurs classes :

- Les roches plutoniques représentées par les granitoïdes, les microdiorites et les diorites.
- Les roches volcaniques constituées par les dacites, les andésites et les pyroclastites.
- Les roches volcano-sédimentaires représentées par des tuffites qui se caractérisent par la présence des foraminifères (Lagénidés et Globigérines).

Les altérations hydrothermales qui affectent les faciès volcano-plutoniques d'Oued Amizour sont : La silicification, la séricitisation, la chloritisation, la carbonatation et l'albitisation.

La séricitisation et la chloritisation sont les altérations hydrothermales les plus dominantes par rapport aux autres altérations.

La minéralisation sulfurée à Zn-Pb constitue un amas minéralisé de grande envergure encaissée dans les andésites de l'assise inférieure et parfois dans les dacites.

Cette minéralisation montre une paragenèse assez simple constituée par : la sphalérite, pyrite, marcassite, galène, chalcopryrite et la magnétite. Les minéraux de l'altération supergène sont représentés par : la cérusite et l'hématite. L'ensemble est encaissé dans une gangue à quartz, séricite, calcite, chlorite, gypse et anhydrite.

Les différentes textures qui caractérisent la minéralisation sont : la texture massive, la texture veinulée, la texture disséminée et la texture collomorphe.

Références bibliographiques

Abderrahmane, H., 2011. Géologie et géochimie des minéralisations liées aux roches magmatique d'Oued Amizour. Thèse Mag, U.S.T.H.B, Alger

Benali, H., 2007. Les minéralisations associées aux roches magmatiques tertiaires du Nord de L'Algérie : typologie, pétrologie, cadre géodynamique et implications métallogéniques. Thèse Doc. D'état, U.S.T.H.B, Alger.

Bossière, G. et Peucat, J. L., 1984. New geochronical information by Rb-Sr and U-Pb investigations from the pre-Alpine basement of Grande Kabylie (Algeria). Canadian Journal of Earth Science

Duplan, L., 1952. La région de Bougie. Pub. Ser. Cart. Géol. Alg., XIX cong. Géol. Int., Alger.

Durand Delga, M., 1969. Mise au point sur la structure du Nord est de la Berbérie. Bull. Srv. Carte Géol. Algérie. 39 :89-131.

Glangeaud, L., 1926a. Sur les premières éruptions néogènes dans le Nord de la province D'Alger. CRAFAS, Congr. Lyon, 299-301.

Glangeaud, L., 1926b. Sur les roches éruptives de la Mitidja. Bull. Soc⁰ Hist. Nat. D'Afrique Du Nord, Alger, 17 :159.

Gravelle, M., 1955. Contribution à l'étude du massif volcanique du Cap Djinet (Algérie Bull. Soc. Hist. Nat. Doubs, N°59, 87-95.

Gravelle, M., 1959. Etudes géologiques et prospection minière dans le massif éruptif d'Oued Amizour (Algérie). Pub. Ser. Cart. Géol. Alg. (nlle série) n°28, p.149 à 216

Graïne-Tazerout, Kh., 1997. Les dépôts pyriteux et les minéralisations à Zn, Pb, (Cu) du Massif volcano-plutonique miocène de Oued Amizour (Bejaïa, Algérie), environnement volcanologique, altérations hydrothermales, typologie des minéralisations. Thèse Mag., U.S.T.H.B, Alger.

Hassissène, M., 1989. Etude géologique des Djebels Arbalou-Gouraya : éléments Occidentaux du domaine des Babors (région de Béjaïa). Thèse mag, U.S.T.H.B, Alger

Leikine, M., 1971. Etude géologique des Babors occidentaux. Thèse Doct., Paris.

Leikine, M., 1974. Essai d'interprétation structurale d'une transversale au Sud-Ouest de Béjaïa (Algérie) : les Babors et la région sub-baborienne. Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Du Nord, Vol. 65, pp. 439-459.

Mahoui, F, et Hamidi, H., 2001. Contribution à l'étude géologique et gitologique des minéralisations à Pb, Zn, d'oued Amizour (Bejaïa), par l'étude des sondages : 127, AD04 et 134 du secteur Ait Dali. *Mémoire. USTHB. Alger.*

Nedjari, Y., (2001). Etude pétrographique et gitologique de la minéralisation (Pb-Zn) du secteur d'Akintouche (Amizour, Bejaïa). *Mémoire. USTHB. Alger.*

Semroud, B., 1981. Evolution pétrologique du complexe magmatique néogène de la région De Béjaïa-Amizour. Thèse doc. D'état, U.S.T.H.B, Alger, 267p.

Semroud, B., 1993. Caractères pétrologiques des laves miocènes de la région de Béjaïa-Amizour, Algérie. Bull. Serv. Alg. Vol.4, n° 55-64.

Vila, J.M., 1980. La chaîne alpine d'Algérie orientale et des confins algéro-tunisiens. Thèse Doc. Ès sciences, Paris IV, 2tomes, 665p.