

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

–Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة أبو بكر بلقايد - تلمسان

Université Aboubakr Belkaïd

كلية علوم الطبيعة والحياة، وعلوم الأرض والبيئة

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, et des Sciences de la Terre et
de l'Univers Département Sciences de la Terre et de l'Univers.

– Tlemcen –



MÉMOIRE

Zéolithes Gisement potentiel probable
Cas d'étude : Massif volcanique de Tifaraouine

Présenté par

GHERDAINE Oussama

En vue de l'obtention du

Diplôme de MASTER

En Géologie des bassins sédimentaires

Soutenu le 02 /07/2023

devant le jury composé de :

Président **Mr. BOUCIF Abdelkader**

Université de Tlemcen.

Encadrant **Mr. BELMOUHOUB Abdelkader**

Université de Tlemcen.

Examineur **Mr. Adaci Mohammed**

Université de Tlemcen.

Année universitaire 2022/2023

Dédicace

Je dédie ce modeste travail à mes chers et respectueux parents en récompense de leurs sacrifices et leur clairvoyance qui m'a servi et me servirait tout au long de ma vie.

Merci mes parents.

A ma chère tante qui a cru en moi (Allah yarhamha)

Mes chères sœurs (Asmaa, Malak), et mon frère (Wassim).

A la personne la plus proche de moi ma chère Fatima

A mes chers amis sans exceptions.

A Tous les enseignants au niveau du département des sciences de la terre et surtout eux qui ont participé à ma formation durant mes études.

En fin, à tous ceux qui me sont chers.

Avant-propos

Au terme de la finalisation de ce Mémoire de Master, qui porte sur un sujet qui me tient particulièrement à cœur : Zéolithes Gisement potentiel probable dans le Massif volcanique de Tifaraouine.

Avant tout, je remercie **ALLAH** le Tout-puissant de m'avoir donné le courage, la volonté et la patience de mener à terme ce présent travail

Ce mémoire n'aurait pas été possible sans le soutien et l'encadrement précieux de mon encadrant Monsieur : **A. BELMOUHOU**, enseignant chercheur à l'Université Abou Bekr Belkaid Tlemcen Je tiens donc à lui exprimer mes remerciements les plus distinguées pour partager ses connaissances et ses expériences tout au long de ce projet. Son expertise et ses conseils ont été essentiels pour mener à bien cette étude.

Je remercie également mes professeurs Monsieur **adaci. M** et Monsieur **boucif. A** de m'avoir fait l'honneur de juger mon travail

Je tiens aussi en remercie tous ceux qui ont participé de près ou de loin à l'élaboration de ce travail

Je tiens à exprimer mes sincères remerciements à tous nos professeurs qui nous ont accompagnés dans notre parcours universitaire et nous ont donné les bonnes formations et nous ont aidés et accompagnés jusqu'à l'obtention de notre diplôme.

Table des matières :

Résumé.....	10
Abstract	10
المخلص.....	11
I- INTRODUCTION.....	12
II- BUTS ET METHODES DE TRAVAIL	13
II-1 BUTS DU TRAVAIL ET PLAN DU MEMOIRE	13
II-2 METHODOLOGIE	14
CHAPITRE I	
GENERALITES	
I- GENERALITES	16
II -NOTIONS SUR LES ZEOLITHES	17
II-1 définition des zéolithes.....	17
II-2 Différents types des zéolites et utilisations industrielles	18
CHAPITRE II	
APERCU SUR LE MAGMATISME ET LA TECTONIQUE DU SAHEL	
D'ORAN	
I- HISTORIQUE DES TRAVAUX REALISES.....	20
II- CADRE GEOLOGIQUE REGIONALE.....	21
II-1 Introduction.....	21
III- CADRE GEOLOGIQUE DU SECTURE OCCIDENTALE OU	
ORANAIS.....	22
IV- STRATIGRAPHIE	24
Paléozoïque	24
Permo-Trias	24
Mésozoïque.....	24
- Jurassique.....	24
- Crétacé.....	24

Cénozoïque.....	24
V- TECTONIQUE	25
V-1 Introduction	25
V-2 Tectogenèse alpine.....	26
VI- LE MAGMATISME	26
VI-1 Introduction	26

CHAPITRE III

(MASSIF VOLCANIQUE DE TIFARAOUINE)

I- CADRE GEOLOGIQUE LOCALE, MASSIF VOLCANIQUE DE TIFARAOUINE	29
I-1 INTRODUCTION	29
a- Le Paléozoïque	30
b- Le Mésozoïque.....	31
c- Miocène	31
d- Les formations post nappes	32
e- Pliocène	32
II- TECTONIQUE	32
II-1 Introduction.....	32
II-2 La tectonique souple	32
II-3 La tectonique cassante	32
III- MAGMATISME	33
a- ANDESITES	33
a.1- Les andésites à amphibole.	34
a.2- Les andésites à pyroxènes	35
a.3- Les andésites à biotite	35
b- LES DACITES.....	35
c- LES CORPS SUBVOLCANIQUES	36
c.1- Les dômes	36
c.2- Les sills.....	36

c.3- Les necks	36
c.4- Tufs.....	37
d- LES BRECHES.....	38

CHAPITRE IV

ÉTUDE PETROGRAPHIQUE DES FACIES VOLCANIQUES ET DES FACIES HYDROTHERMAUX

(MASSIF VOLCANIQUE DE TIFARAOUINE)

I- INTRODUCTION	40
II- FACIES VOLCANIQUES	40
II-1 Andésites à amphibole	40
II-2 Andésites à pyroxènes	43
II-3 Andésites à pyroxènes et amphibole	46
II-4 Andésites à biotite.....	47
III- FACIES HYDROTHERMAUX	48
III-1 Andésites à amphibole altérée	48
III-2 silicification	51
III-3 sericitisation	53
III-4 Chloritisations	57
III-5 zéolitisations	59
III-6 Carbonatations	63

CHAPITRE V

CONCLUSION GENERALE

I- CONCLUSION GENERALE	66
II- REFERENCE BIBLIOGRAPHIQUE	68

Liste des figures :

.Fig.1. Schéma montrant les centres volcaniques du Tell Oranais. Megartsi (1985).

Fig.2. Carte géologique du Sahel d'Oran (Louni, 2003)

Fig.3. Coupes géologiques à travers le massif de Madakh montrant les différentes unités qui le composent, d'après Ciszak (1993).

Fig.4. Photo montrant l'apophyse occidentale du volcan de Tifraouine constituée d'andésite à pyroxène.

Fig.5. Photo montrant un dyke andésitique recoupant les brèches andésitiques à pyroxènes. Le filon a une direction Nord-Sud.

Fig.6. Photo montrant un dôme à l'intérieur de la caldeira du volcan de Tifraouine.

Fig.7. Photo montrant un neck andésitique à Chabet Er Rialet à l'Ouest du volcan de Tifraouine.

Fig.8. Photo montrant une alternance de tufs plus ou moins grossiers et de tufs fins.

Fig.9. Photo montrant les tufs grossiers.

Fig.10. : Microphotographie montrant des andésites à amphibole. La roche est parsemée de fins granules de minéraux opaques

Fig.11. : Microphotographie montrant une section basale d'amphiboles. Contenant des inclusions de plagioclases baignant des microlites feldspathiques

Fig.12. Microphotographie montrant sections basales à amphiboles renfermes des inclusions des plagioclases

Fig.13. : Microphotographie montrant les andésites à pyroxène. La roche montre des phénocristaux de pyroxène en prismes allongés et des plagioclases dans un verre parsemé de microlites feldspathiques donnant à la roche une texture microlitique porphyrique.

Fig.14. : Microphotographie montrant des sections basales des pyroxènes avec macles en sablier caractéristique de pyroxène, des plagioclases dans un verre volcanique parsemé de microlites de plagioclases donnant à la roche la texture microlitique porphyrique.

Fig.15. Microphotographie montrant une section basale de pyroxène avec macles en sablier, et des phénocristaux de plagioclases dans un verre volcanique parsemé de microlites de plagioclases donnant à la roche la texture microlitique porphyrique.

Fig.16. Microphotographie montrant une section basale de pyroxène et un amphibole se présente se forme de prisme en phénocristal de tente brunâtre avec des phénocristaux de plagioclases dans un verre volcanique parsemé de microlites de plagioclases donnant à la roche la texture microlitique porphyrique.

Fig.17. Microphotographie montrant une paillette de biotite renfermant une inclusion de zircon, des minéraux de quartz.

Fig.18. Microphotographie montrant une amphibole altérée. L'altération affecte le cœur de minérale en évoluant suivant les plans de clivages et des plagioclases.

Fig.19. Microphotographie montrant amphibole entouré par un oriole des oxydes de fer

Fig.20. Microphotographie montrant des amphiboles ferrugineusés

Fig.21. Microphotographie montrant un plagioclase silicifié. L'altération affecte l'intérieure de minérale. Altération par silicification

Fig.22. Microphotographie montrant une biotite en partie silicifiée. Altération silicification

Fig.23. Microphotographie montrant biotite silicifiée, silice prend le plan de clivage.

Fig.24. Microphotographie montrant des plagioclases sericitisés qui sont altérés par la sericitisation, des petits minéraux marrons à l'intérieur des plagioclases et une biotite altérée.

Fig.25. Microphotographie montrant un plagioclase zoné, et des plagioclases altérées par la sericitisation.

Fig.26. Microphotographie montrant plagioclase entièrement sericitisé

Fig.27. Microphotographie montrant un plagioclase sericitisé et silicifié, 2 types d'altération

Birizite .

Fig.28. Microphotographie montrant des plagioclases affectés par sericitisation, plagioclases sericitisés.

Fig.29. Microphotographie montrant un plagioclase sericitisé, craquelé.

Fig.30. Microphotographie montrant transformation de biotite partiellement en chlorite, biotite chloritisé

Fig.31. Microphotographie montrant des zéolites caractéristiques développant dans une andésite

Fig.32. Microphotographie montrant des zéolites dans une andésite

Fig.33. microphotographie montrant superposition de deux types d'altération. La première c'est la zéolitisation et la deuxième c'est la carbonatation. Des minéraux opaques sont inclus

Fig.34. microphotographie montrant superposition de deux types d'altération. La première c'est la zéolitisation et la deuxième c'est la carbonatation dans une andésite, des minéraux opaques sont inclus

Fig.35. Microphotographie montrant des zéolites développant dans les discontinuités qui traversent la roche

Fig.36. Microphotographie montrant des transformations de verre volcanique en zéolites caractéristiques dans une andésite.

Fig.37. Microphotographies montrant des veinules de carbonates recoupant des andésites, types d'altération carbonatation

Résumé :

Les terrains magmatiques miocènes du littoral oranais renferment diverses substances utiles. Celles-ci sont encaissées dans des formations volcaniques diversement altérées. D'Ouest en Est, on peut citer trois secteurs :

-le massif des M'sirda encaisse des minéralisations polymétalliques sulfurées à Pb-Zn-Cu-Au et Ag et des minéralisations ferrifères (mine de fer de Sebabna).

-le piton rhyolitique de Hammam Bou Ghrara qui fournit, en plus des minéralisations perlites, le gisement de bentonite.

-enfin le centre éruptif du sahel d'Oran, le plus oriental, caractérisé par ses minéralisations cupro-aurifères montre la présence des minéralisations de zéolite localisées dans le volcan de Tifraouine.

Abstract:

The Miocene magmatic terrains of the Oranian coast contain various valuable substances. These substances are found within differently altered volcanic formations. From West to East, three sectors can be mentioned:

The M'sirda massif hosts polymetallic sulfide mineralizations of Pb-Zn-Cu-Au and Ag, as well as iron mineralizations (Sebabna iron mine).

The rhyolitic peak of Hammam Bou Ghrara provides, in addition to perlite mineralizations, the bentonite deposit.

Lastly, the eruptive center of the Sahel d'Oran, the easternmost one, characterized by its cupro-auriferous mineralizations, shows the presence of zeolite mineralizations located in the Tifraouine volcano.

الملخص:

الأراضي البركانية الميوسينية على الساحل الوهراني تحتوي على مواد مفيدة متنوعة. هذه المواد موجودة في تشكيلات بركانية تعرضت للتآكل بأشكال مختلفة. يمكن تقسيم المنطقة إلى ثلاثة أقسام من الغرب إلى الشرق

يحتوي الجبل البركاني مسيردة على تعدين متعدد المعادن بما في ذلك الرصاص والزنك والنحاس والذهب والفضة، بالإضافة إلى تعدين خام الحديد في الصبابة الصوامع الريوليتية حمام بوغرة ينتج المواد المستخدمة في صناعة البيرلايت، بالإضافة إلى تعدين البنتونيت وأخيرًا، يحتوي مركز الثوران في ساحل وهران، وهو المركز الأكثر شرقًا، على تعدين الذهب والنحاس، وتظهر هناك أيضا

I- Introduction :

Les altérations hydrothermales des formations géologiques sont les transformations chimiques et minéralogiques qui se produisent lorsque des solutions aqueuses chaudes réagissent avec des roches et des minéraux. Elles aboutissent à la formation de paragenèses hydrothermales secondaires développées au dépend des paragenèses minérales primaires.

Ces flux gazo-hydrothermaux peuvent agir sur les matériaux soit par diffusion à travers les discontinuités qui traversent les roches ou alors par diffusion des éléments lorsque ces solutions en sont chargées. Dans ce dernier cas, si certaines conditions géologiques extrinsèques telles que la présence de structures favorables ou intrinsèques physico-chimiques (température-Ph) sont favorables, des gisements de minéraux utiles peuvent se former.

Par ailleurs, à l'instar des autres méthodes de prospection des substances utiles (méthodes de géophysique et de géochimie), les zonalités minéralogiques et chimiques qu'impriment les minéraux hydrothermaux sur des formations peuvent elles-aussi- constituer un guide de recherche des gisements.

L'organisation en colonnes de minéraux hydrothermaux sous la forme d'une cheminée autour des gisements peut permettre, en plus d'établir des modèles (anatomique et génétique) ainsi que des typologies rendant possible l'établissement d'une conception sur la méthode de leur exploitation.

Les altérations hydrothermales engendrent des faciès hydrothermaux. Ceux peuvent être étudiées par deux méthodes d'approche, pétrographique sous microscope et géochimique. Les zones établies sur la base de la nature des minéraux produits ainsi que sur la distribution des éléments chimiques analysés permet, à cout sur de localiser la cible recherchée.

Parfois, les techniques modernes de télédétection peuvent permettre elles –aussi de distinguer les différentes zones différemment altérées.

Ainsi, dans notre cas d'étude en l'occurrence, le massif volcanique de Tifraouine (centre éruptif du sahel d'Oran, Algérie nord occidentale), un essai d'utilisation de certains matériaux (lames minces) confectionnés par l'Office National de Recherche Géologique et Minière (ORGM) pour la prospection du cuivre et de l'or, la fin du siècle passé a permis d'appréhender la présence de certains minéraux hydrothermaux produits par des réactions entre des solutions hydrothermales post volcaniques et les formations magmatiques observées dans le massif en question.

II- BUTS ET METHODES DE TRAVAIL :

II-1 BUTS DU TRAVAIL ET PLAN DU MEMOIRE :

Ce mémoire fait suite à une proposition de montage d'une Start up visant la mise à jour d'un gisement de zéolite dans le massif volcanique de Tifraouine. L'idée de base était fondée sur les observations sous microscope effectuées sur des lames minces confectionnées sur les andésites altérées du massif de Tifraouine. Ces observations ont révélé que ces formations renferment en abondance des zéolites. Ainsi, la problématique définie motivant la mise à jour du mémoire a été fondée sur trois facteurs, en l'occurrence : la fréquence du minéral en question dans les roches ; la rareté du minéral en Algérie et les nombreuses et différentes utilisations industrielles. Pour faire aboutir ce travail, cela a nécessité des études en laboratoire accompagnées d'un travail de bibliographie.

Le mémoire comprend quatre chapitres :

Le chapitre I est consacré aux généralités.

Le chapitre II traite du cadre géographique et du contexte géologique où l'on présente un aperçu sur le magmatisme et la tectonique du sahel d'Oran.

Le chapitre III Cadre géologique local, massif volcanique de Tifraouine.

Le chapitre IV évoque une étude pétrographie sous microscope des formations magmatiques fraîches et altérées du massif de Tifaraouine.

Le chapitre V sera réservé à une conclusion

II-2 METHODOLOGIE :

La méthodologie appliquée et définie est basée de la spécificité du sujet. Ainsi, pour la réalisation de ce travail nous avons effectué, au laboratoire, une étude pétrographique détaillée des formations magmatiques saines et les faciès hydrothermaux. Cette étude a porté sur 50 lames minces confectionnées sur un échantillonnage ponctuel au marteau effectué par l'équipe de prospection de l'ORGM la fin du siècle passé.

Parallèlement, un travail de bibliographie sur les zéolites a été également entrepris.

CHAPITRE I :
GENERALITES

I- GENERALITES :

L'exploration des minéraux utiles a de tout temps nécessité l'application de diverses méthodes de prospection de surface. Pour une phase de prospection, le choix et la mise en œuvre de ces méthodes sur le terrain doivent être fonction de la nature de la substance et de la morphologie du corps minéralisé. Ainsi, chaque substance nécessite, pour sa mise en valeur, des méthodes appropriées et chaque phase de prospection une méthode de recherche adéquate pour aboutir à une optimisation permettant d'éviter des pertes en temps et en argent.

Pour un tel souci, les travaux de laboratoire basés sur des échantillonnages et des essais peu onéreux doivent constituer un préalable à tout engagement sur le terrain. Dans cette optique un travail expérimental a été entrepris au niveau du laboratoire de pétrographie du Département des Sciences de la Terre et de l'univers de l'Université Abou Bekr Belkaid Tlemcen pour tenter de décrypter si éventuellement un résultat pourrait être obtenu à l'issue de plusieurs années de travaux sur le terrain et si ce résultat pourrait être quelque part, utile pour guider ou réorienter la suite des travaux de recherche.

En effet, des lames minces confectionnées sur des formations volcaniques, ont été observées sous microscope. Celles-ci ont révélé la présence de formations volcaniques fraîches et altérées. De nombreux minéraux, frais, frais en cours d'altération et complètement épigénisés y ont été observés. Divers produits d'altération ont également été mis en évidence à l'issue de cette étude.

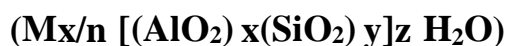
Parmi les principaux minéraux et qui présente un impact socio-économique très important pour le pays, la **Zéolite**. Ce minéral, qui n'a jamais été cité dans le massif volcanique de Tifaraouine et qui, de par sa fréquence dans les lames minces étudiées semble constituer un gisement à enjeu économique indéniable.

II -NOTIONS SUR LES ZEOLITHES :

II-1 définition des zéolithes :

Les zéolithes se forment sous forme de cristaux dans de petites cavités de roches basaltiques, tufs ou à partir des verres volcaniques altérés par l'interaction avec de l'eau salée. Elles se développent dans des environnements géologiques variés tels que les déserts alcalins, les sédiments lacustres, les étangs de cendres, les sédiments marins à température relativement basse et dans des roches métamorphiques géologiquement jeunes présentes dans les régions montagneuses.

Il s'agit de minéraux microporeux appartenant au groupe des silicates (sous-groupe des tectosilicates). Dans ce groupe, les zéolites forment une famille comprenant des aluminosilicates hydratés contenant des cations alcalins (formées de structures cristallines complexes tridimensionnelles constituées d'enchainements de tétraèdres liés entre eux par leurs sommets développés dans les trois dimensions de l'espace. Dans ces tétraèdres quatre atomes d'Oxygène enferment un atome de Silicium ou d'Aluminium



Et ils se connectent entre eux par des atomes d'Oxygène (règle de Loewenstein). La microporosité résultante, ordonnée et régulière engendre des canaux et des cages répartis de manière périodique au sein du solide.

Chaque type de zéolithe présente des variations spécifiques dans ses propriétés physiques et chimiques

Plusieurs caractéristiques font de la zéolite un minéral stratégique aux multiples utilisations industrielles telles que la catalyse, l'adsorption sélective, le tamisage moléculaire et bien d'autres applications scientifiques. Parmi celles-ci,

on énumère :

- sa capacité de libérer de l'eau sous forme de vapeur une fois chauffé.
- les cristaux de zéolithes pouvaient être déshydratés de manière réversible sans altérer leur transparence ou leur morphologie.
- échange d'ions et réversibilité du phénomène d'échange d'ions dans les minéraux.

II-2 Différents types des zéolithes et utilisations industrielles :

Plusieurs types de zéolithes ont été distingués sur la base de leurs compositions chimiques (nature des cations), leurs structures poreuses (types de cages et de canaux) et leurs propriétés physiques (capacité d'échange des cations , capacité d'adsorption de l'eau, des gaz et des substances organiques, Propriétés de tamponnage, stabilité thermique etc....) variées.

Parmi les nombreux types de zéolithes, les plus courants sont : Clinoptilolite, Mordenite, Chabazite, Zéolithe Y, Zéolithe ZSM-5, Zéolithe A, Zéolithe X, Heulandite, Stilbite et Natrolite etc...

Chaque type de zéolite présente des variations spécifiques dans ses propriétés physiques et chimiques, ce qui les rend adaptées à différentes applications industrielles et environnementales dans les domaines de l'agriculture, le traitement des eaux, les applications de séparation de gaz, dans l'industrie pétrolière pour la conversion des hydrocarbures, purification de gaz et de liquides etc...

CHAPITRE II
APERCU SUR LE MAGMATISME ET LA
TECTONIQUE DU SAHEL D'ORAN

I- HISTORIQUE DES TRAVEAUX REALISES :

De nombreux auteurs (Sadran 1958, Guardia, 1975 ; Megartsi, 1985 ont effectué des travaux sur le magmatisme de l'Oranie.

Sadran (1958) a réalisé l'étude pétrographique des roches de l'ensemble volcanique du Sahel d'Oran, il a évoqué la présence d'une venue magmatique sous forme de dômes, abordé les phénomènes hydrothermaux post magmatiques

Et il réalisé des travaux de cartographie dans la région d'étude et il a défini des basaltes, des andésites, des dacites et des rhyolites ; les andésites sont prédominantes.

Guardia (1975) a été le premier à distinguer deux épisodes volcaniques :

- premier épisode volcanique d'âge Messinien caractérisé par la coexistence de laves calco-alcalines à shoshonitiques localisées dans les massifs de la moyenne Tafna, M'sirda et dans le Sahel d'Oran.

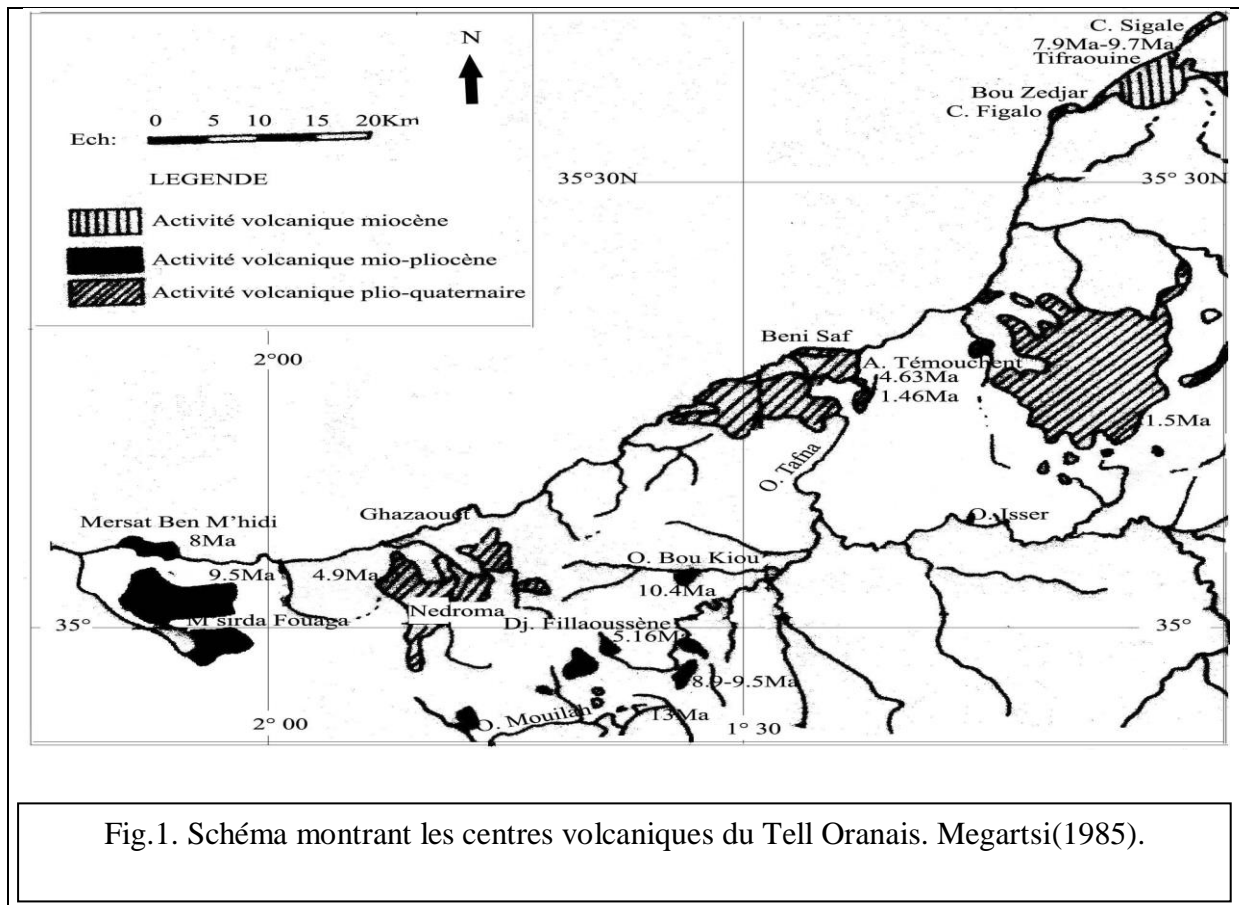
- un deuxième épisode volcanique d'âge Plio-quadernaire qui est à l'origine de la mise en place de basaltes alcalins. Ces basaltes se sont épanchés sur de très grandes surfaces que l'on retrouve dans les massifs de la Basse Tafna, d'Ain Témouchent, du Fillaoussène et de Souhalia.

Megartsi (1985), en se basant sur la nature pétrographique, le chimisme et l'âge de mise en place, a subdivisé les produits du volcanisme du premier épisode en trois ensembles (fig.1.):

- (i) un ensemble magmatique mis en place entre -9.7 et -8 Ma. Cet ensemble est formé d'andésito-basaltes, de dacites et de rhyolites dans le secteur Tifraouine-Bouzedjar. Des dacites et de rhyolites dans les îles Habibas. Enfin des andésites à M'sirda ;

- (ii) un ensemble magmatique mis en place entre -10 et -8 Ma formé de basaltes et laves andésitiques associées dans la moyenne Tafna et M'sirda ;

- (iii) un ensemble rhyolitique formant le piton de Hammam Bou Ghrara. Plus récemment des âges radiométriques ont été réalisés sur ces roches volcaniques. Les datations par la méthode K/Ar (Loun-Hacini 1995) ont donné un âge compris entre -11.7 et -7.2 Ma pour les andésites du premier épisode volcanique et autour de - 4 Ma pour le volcanisme du deuxième épisode.



II- CADRE GEOLOGIQUE REGIONAL :

II-1 Introduction :

Le littoral algérien est caractérisé par la présence, sur ses 1200 kilomètres de longueur, d'édifices magmatiques, plutoniques et volcaniques. Ceux-ci se sont mis en place au cours de deux périodes d'activité (Miocène et Plio-quaternaire) guidés par des accidents tectoniques caractéristiques de cette région (Megartsi 1985). Ils présentent différentes natures et encadrés par divers terrains et de

différents âges. La configuration actuelle du littoral algérien semble liée à la présence d'une ancienne plaque dans la méditerranée aujourd'hui disparue (plaque d'Alboran). L'enfoncement de cette dernière sous la plaque africaine a engendré, en plus du magmatisme et du métamorphisme, les chaînes de collision dont les deux Atlas, tellien au Nord (Maghrébides) et saharien au Sud.

Par ailleurs, deux domaines structuraux des Maghrébides y sont observables. Domaine interne qui renferme les formations les plus anciennes (cristallophylliennes d'âge paléozoïque) du socle kabyle (J.F.Raoult 1974) visibles dans le segment central et des formations plus jeunes du domaine externe observables dans les deux autres secteurs.

Au point de vue géographique, trois segments peuvent se distinguer au sein du littoral ; le secteur occidental ou oranais, le secteur central ou algérois et enfin le secteur oriental ou nord constantinois.

III- CADRE GEOLOGIQUE DU SECTEUR OCCIDENTAL OU ORANAIS :

Le secteur occidental ou oranais est la région qui s'étend de l'ouest d'Oran jusqu'à la frontière avec le Maroc. Il appartient au Tell méridional des Maghrébides. Dans cette région, affleurent des terrains sédimentaires plissés et métamorphisés d'âge paléozoïque et/ou mésozoïque, de formations volcaniques et sédimentaires non plissées d'âge essentiellement miocène. Il se caractérise en outre, par son découpage en plusieurs ensembles structuraux fortement différenciés et par un large développement du magmatisme alpin tardi-orogénique. Il est composé de deux zones :

(i)-la zone tello-rifaine constituée essentiellement de nappes (Guardia, 1975) au Nord. Dans cette zone on distingue les ensembles structuraux suivants :

-un ensemble **autochtone** (constitué de terrains paléozoïques plissés et métamorphisés visibles au Nord de Ain Témouchent, à Madakh, au Cap Lindès et au Cap Falcon.

-un ensemble **para-autochtone** constitué par des unités atlasiques mises en

place sous forme de lambeaux observables à M'sirda et à Souhalia

-un ensemble **allochtone à affinité rifaine** constitué de schistes primaires et calcaires du Lias, représenté par les unités de Skouna, Tadjera, Souhalia,.

-un ensemble **allochtone à affinité tellienne** représenté par l'unité de Chouala au Nord de Sebaa chioukh, l'unité sénonienne dans les Sebaa chioukh et l'unité oligo- miocène autour d'Arlal.

-enfin des grés quartzeux massifs, de faible étendue observée dans la basse vallée de la Tafna. Qui forment **unité numidienne**

(ii)- la zone atlasique représentée par les unités autochtones de la chaîne du Fillaoussène et du massif des Traras au Sud. Cette zone comprend un socle (Massif des Traras) recouvert en discordance par une couverture carbonatée d'âge mésozoïque (Massif du Fillaoussène).

L'ensemble volcanique qui recoupe ou s'épanche sur les formations du Tell oranais fait partie des roches volcaniques que l'on retrouve tout le long du pourtour de la Méditerranée, et appartient au magmatisme tardi-orogénique alpin. Deux épisodes volcaniques majeurs ont été distingués :

-un épisode volcanique miocène, caractérisé par la coexistence d'une série calco-alcaline et d'une série shoshonitique plus rare mises en place entre 11,7 et 7,2 Ma (Louni et al. 1995). Cet épisode a engendré des séries différenciées formées de basaltes, andésites, dacites et des rhyolites mises en place sous forme de coulées, produits pyroclastiques et des corps subvolcaniques.

Ces séries présentent un chimisme calco-alcalin.

Ce volcanisme se répartit sur trois régions :

-le Sahel d'Oran (objet de notre étude) ;

-la moyenne Tafna ;

-la région des M'Sirda.

-un épisode volcanique Plio-quadernaire caractérisé par des émissions de basaltes alcalins, mis en place entre 5,1 et 1,6 Ma (Louni et al. 1995).

Ces basaltes se sont mis en place sous forme de coulées et de dykes recoupant

les séries plus anciennes. Les centres éruptifs attribués à cette phase sont au nombre de quatre et sont ceux de la basse Tafna, d'Ain Témouchent, de Souhalia et du Fillaoussène.

IV- STRATIGRAPHIE :

Le Tell oranais renferme des terrains allant du Paléozoïque au Quaternaire avec cependant de nombreuses lacunes.

Paléozoïque : Le Paléozoïque est représenté par des schistes et des quartzites visibles à Nedroma, dans les massifs côtiers et le Sahel d'Oran ; Sadran (1958) les a datés du Silurien.

Permo-Trias : Il comprend à la base des grès rouges intercalés d'argiles rouges et surmontés par un conglomérat grossier. Ce conglomérat supporte des masses de gypse et d'argiles bariolées accompagnées de dolomites noires qui marquent le Trias supérieur.

Mésozoïque : Les terrains du Mésozoïque **affleurent** de façon très sporadique et se limite à quelques affleurements du Jurassique.

- **Jurassique :** La série la plus complète apparaît dans la chaîne des Fillaoussène, représentée par :

- des calcaires massifs à Mégalodontides du Lias inférieur et moyen.
- des marnes à ammonites pyriteuses du Lias supérieur.
- des calcaires à polypiers du Bajocien.
- des argiles schisteuses de l'Oxfordien.
- des marnes grises du Bathonien.
- des marnes vertes du Lusitanien.

Sur le reste de la zone côtière, le Jurassique a été déterminé par analogie de faciès avec les niveaux datés du massif des Traras du fait qu'il est azoïque.

- **Crétacé :** Il est représenté par des marnes qui affleurent grâce à des remontées diapiriques.

Cénozoïque. Dans le Sahel d'Oran, les formations cénozoïques abondent représentées par :

- des marnes grises à petits lits de calcaire d'âge paléocène, visible à Sebaa Chioukh et Beni Saf.
- des grès éocènes qui affleurent au sein des formations miocènes dans les régions de la Basse Tafna et de Ain Témouchent ;
- des marnes claires à verdâtres datées de l'Oligocène, intercalées de lits de grès roux. Ces marnes sont visibles dans la partie orientale des Sebâa Chioukh.
- des dépôts de deux cycles miocènes post nappes. Ceux-ci sont largement répandus dans toute la zone et atteignent une épaisseur de 250 m.

Au premier cycle correspondent des marnes à intercalations gréseuses. Elles affleurent dans les portions orientale et occidentale de la zone étudiée ainsi que tout le long du cours moyen de la Tafna.

Les dépôts du deuxième cycle sont constitués par des conglomérats rouges très grossiers surmontés par une épaisse formation de marnes grises et de niveaux de gypses. Une masse de calcaires récifaux vient marquer la fin de la série. Ils affleurent dans la rive droite de la Tafna et au Nord de la chaîne des Sebâa Chioukh,

-enfin le Pliocène est représenté par des marnes argileuses de couleur beige passant progressivement à des niveaux gréseux.

V- TECTONIQUE :

V-1 Introduction :

Le Tell oranais a été le siège de deux phases tectoniques hercynienne et alpine (Ciszak, 1993).

-une tectogénèse hercynienne polyphasée engendrant des plis évoluant à des failles. Elle comprend deux phases tectoniques souples majeures.

La deuxième phase post viséenne est marquée par un déversement vers le Sud observé sur les structures du massif des Traras et la chaîne du Fillaoussène à l'ouest, le sahel d'Oran, les Sebâa Chioukh et le plateau de Ain Témouchent dans la portion orientale de la même chaîne.

Ces structures plicatives sont recoupées par des failles qui ont joué à la faveur

des phases tectoniques alpines.

Celles ci provoquent vers le Nord, des effondrements par gradins de direction subméridionale voisine de la direction de ces structures.

Le Sahel d'Oran forme un horst de direction subméridionale. Il est recoupé par un réseau de grandes fractures de direction moyenne N20° et N50° difficilement mis en évidence à cause des rejeux post hercyniens et des failles N140°-160°. Ce réseau est attribué à la phase post viséenne supérieure.

V-2 Tectogenèse alpine :

Les structures produites de la tectogénèse hercynienne ont été affectées par une troisième phase souple au Campanien supérieur responsable de l'allure anticlinale du massif de Madakh dans le Sahel d'Oran et l'anticlinal du Fillaoussène. Le rejeu des failles a engendré des horsts, des grabens et des décrochements.

Au Miocène, la tectogenèse alpine est responsable de la mise en place de nappes, formation des plis et failles inverses tardifs et des mouvements verticaux.

VI- LE MAGMATISME :

VI-1 Introduction :

Durant le Miocène et après la mise en place des dépôts du premier cycle post nappes, la zone littorale oranaise a connu d'importantes activités magmatiques engendrant six massifs éruptifs. Ceux-ci ont fait l'objet de travaux de nombreux auteurs (Sadran, 1958 ; Guardia, 1975 ; Megartsi, 1985).

Sadran (1958) a fait état de la présence des basaltes, des andésites, des dacites et des rhyolites mises en place sous forme de coulées, de produits pyroclastiques et de corps subvolcaniques (sills-dykes-necks et dômes).

D'ouest en est, on énumère les secteurs M'Sirda, Souhalia, la Moyenne Tafna, la Basse Tafna, Aïn Témouchent et le Sahel d'Oran.

Guardia (1975) a distingué deux épisodes volcaniques, messinien caractérisé par la coexistence de laves calco-alcalines à shoshonitiques localisées dans les

massifs de la moyenne Tafna, M'sirda et dans le Sahel d'Oran et plio-quadernaire à l'origine de la mise en place de basaltes alcalins visibles dans les massifs de la Basse Tafna, d'Ain Témouchent, du Fillaoussène et de Souhalia.

Megartsi (1985) a entrepris une géochronologie et il a subdivisé les produits du volcanisme du premier épisode en trois ensembles :

- (i) un ensemble magmatique mis en place entre -9.7 et -8 Ma formé d'andésito-basaltes, de dacites et de rhyolites à Tifraouine-Bouzedjar, des dacites et de rhyolites dans les îles Habibas et des andésites à M'sirda ;

- (ii) un ensemble formé de basaltes et d'andésites associées mis en place entre -10 et -8 Ma ; visibles dans la moyenne Tafna et à M'sirda.

- (iii) enfin un ensemble rhyolitique à Hammam Bou Ghrara.

Plus récemment (Loun-Hacini et al. ,1995) a effectué des datations radiométriques et a attribué un âge compris entre -11.7 et -7.2 Ma pour les andésites du premier épisode et autour de -4 Ma pour le deuxième épisode volcanique.

L'ensemble volcanique du Sahel d'Oran comprend une superficie maximale de 60 km². L'essentiel de ses affleurements est représenté sur la carte géologique du volcan de Tifraouine établie par Gentil en 1903.

L'ensemble volcanique du Sahel d'Oran comprend quatre unités distinctes :

- le complexe de Tifraouine d'une superficie de 40 km² environ.

- Le Cap Figalo au Sud-Ouest.

- Le Le Cap Sigale au Nord-Est

- à 14 km environ au large les îles Habibas.

CHAPITRE III
(MASSIF VOLCANIQUE DE TIFARAOUINE)

I- CADRE GEOLOGIQUE LOCAL, MASSIF VOLCANIQUE DE TIFRAOUINE :

I-1 Introduction :

Le massif volcanique de Tifraouine (secteur d'étude) se localise à une soixantaine de kilomètres au SW de la ville d'Oran, à une trentaine de kilomètres au Nord de la ville Ain Témouchent. Il renferme des formations sédimentaires paléozoïques associées à des péridotites, des formations sédimentaires et magmatiques miocènes. (Fig.2.).

Ces formations constituent deux unités géologiques :

- la première occupe la portion Nord-Est du secteur, constituée de formations les plus anciennes affleurant au sein des formations miocènes post-nappes. Cette unité est représentée par le horst du Dj. El Akhal orienté N60-70° et affecté par des failles transversales de direction N140-160°.

- la deuxième unité comprend le massif de Tifraouine qui se localise sur le prolongement occidental du horst. Cette unité est constituée de formations volcaniques qui se développent sur une superficie avoisinant 60km².

En surface, ces formations volcaniques montrent des andésites, des dacites et des rhyolites avec les andésites qui prédominent en volume avec 70% sur les rhyolites 20% et les dacites 10%.

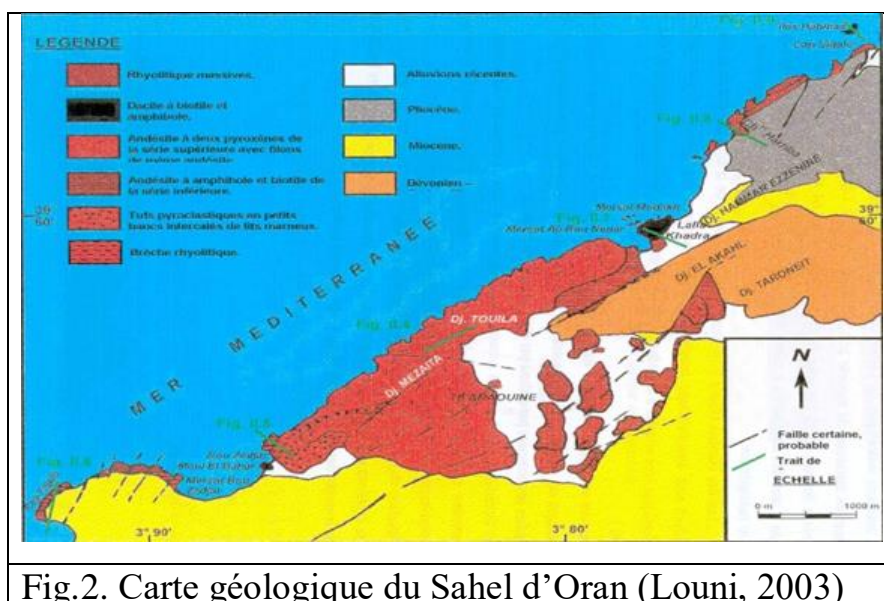


Fig.2. Carte géologique du Sahel d'Oran (Louni, 2003)

a- Le Paléozoïque : Il affleure à Madakh représenté par un ensemble sédimentaire associé à des péridotites serpentinisées. Cet ensemble comprend de la base au sommet :

- un conglomérat constitué des éléments de roches métamorphiques (schistes gréseux vert sombre, des calcschistes sombres, des cipolins, des quartzites) associés à des grès, des roches noires etc...
- des schistes satinés gris renfermant des bancs décimétriques de grès fins à ciments dolomitique et ferrugineux.
- un ensemble gréso-schisteux de 200 à 250 m d'épaisseur.
- Carbonate associé à des schistes satinés gris constitué de calcaires dolomitiques et gréseux à niveaux bréchiques.
- une formation schisto-gréseuse et conglomératique d'une centaine de mètre d'épaisseur. Elle débute par une brèche surmontée par une alternance de pélites noires et de quartzites rubanés.

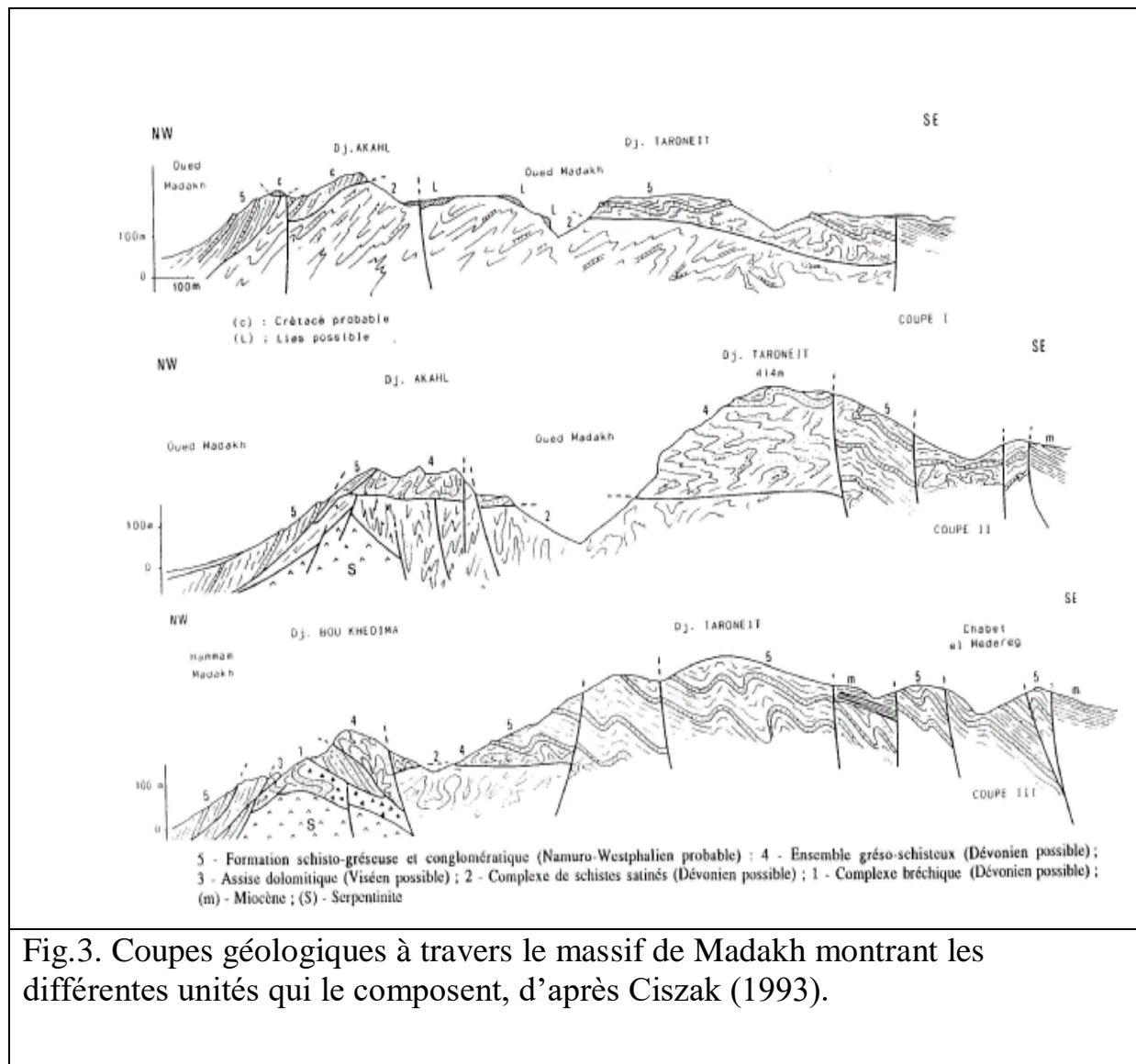


Fig.3. Coupes géologiques à travers le massif de Madakh montrant les différentes unités qui le composent, d'après Cizak (1993).

b- Le Mésozoïque : Le Mésozoïque est faiblement représenté. On y rencontre :

- le Lias constitué de brèches représentant les formations paléozoïques sous-jacentes, liés par un ciment. Ces brèches forment des affleurements de faible étendue, parfois ponctuels parsemant le massif.

- le Dogger est représenté par des calcaires massifs affleurant sous forme d'une structure écaillée au sein de marnes crétacées qui forme les crêtes rocheuses du Pic du Tafaraoui.

- le Malm apparaît sous forme de copeau jurassique également au même Pic.

c- Miocène : Le Miocène est représenté par les dépôts des deux cycles miocènes post-nappes et les formations volcaniques.

d- Les formations post nappes : Elles s'observent sur les flancs Nord-Est et Sud du volcan, discordantes sur les terrains paléozoïques de Madakh. Ce sont des sédiments marno-gréseux et carbonatés.

-au premier cycle, ces dépôts montrent à la base, des conglomérats surmontés par des marnes grises à intercalations gréseuses rubéfiées. Ces formations sont transgressives sur le socle et elles sont recoupées par forages sous les andésites du volcan de Tifraouine. Leur âge est attribué au Tortonien.

-le deuxième cycle, comprend des marnes à la base, surmontées par des niveaux calcaires à stromatolites. Ces marnes sont transgressives sur le flanc Sud du volcan de Tifraouine, ils sont datés du Méssinien.

e- Pliocène : Il est représenté par des sables et grès. Il est visible à Madakh et au Sud de l'ensemble volcanique du Sahel d'Oran.

II- TECTONIQUE :

II-1 Introduction :

Le secteur d'étude est recoupé par des failles diversement orientées observées notamment à Madakh.

II-2 La tectonique souple : Elle est polyphasée et se manifeste par la présence de plis. Cette tectonique souple est responsable de l'allure en voûte anticlinale que dessine le massif de Madakh.

II-3 La tectonique cassante : Les plis hérités des phases tectoniques souples sont recoupés par des failles. Trois directions de familles de failles ont été décelées à Madakh et à Tifraouine.

-une première famille de failles orientées N60°-70° découpe le massif en écaillés. Ces accidents limitent le horst des zones effondrées à couverture miocène.

-des failles de décrochement orientées N20° à jeu senestre.

-enfin des failles de décrochement à jeu dextre, orientées N140°, forment les failles transversales du massif.

Ces failles anciennes ont joué à la faveur des phases alpines et ont donné naissance à l'ensemble volcanique du Sahel d'Oran

III- MAGMATISME :

Les formations magmatiques de l'Oranie sont représentées par des roches volcaniques (andésites, dacites et rhyolites). Celles-ci affleurent le long de la côte sur une vingtaine de kilomètres depuis le Cap Figalo au Sud Ouest jusqu'à Cap Sigale au Nord-Est.

Ces roches volcaniques sont mises en place sous forme de coulées de laves andésitiques, brèches, tufs ainsi que de corps subvolcaniques (sills, dykes, necks et dômes).

En se référant aux travaux anciens, Gentil (1903), Sadran (1958), Megartsi (1985) on peut individualiser des andésites, des dacites et des rhyolites. Dans la plupart des cas, ces formations sont affectées par d'intenses altérations hydrothermales et se transforment en métasomatites.

a- ANDESITES : Elles représentent la quasi totalité des affleurements du volcan avec 70% environ en volume des matériaux émis par le volcan de Tifaraouine. Selon leur aspect macroscopique, les andésites peuvent être regroupées dans trois types pétrographiques distincts : andésites à biotite, andésites à amphibole et andésites à pyroxènes.

a.1- Les andésites à amphibole :

Elles constituent les produits de la première activité du volcan. Elles surmontent directement les marnes du premier cycle miocène post nappes. Elles montrent souvent des coulées, parfois des tufs et rarement des filons. Les andésites à amphibole apparaissent sur le flanc Sud du volcan et se poursuit jusqu'à son extrémité Nord-Est où elles sont recouvertes par les andésites à pyroxènes.

Dans la partie orientale du volcan, **Les andésites à amphibole** forment une coulée épaisse de plus de 300 mètres montrant à sa base des tufs discordant sur les marnes.

A l'Ouest du volcan, moins abondantes, ces formations forment la terminaison orientale de la Mersa Bouzedjar.

a.2- Les andésites à pyroxènes : Les andésites à pyroxènes constituent les contreforts montagneux qui délimitent au Nord le volcan le volcan, Haft El Bejeur, Touila et Mezzaita ainsi que l'apophyse occidentale du volcan (Fig.4.) qui se prolonge jusqu'au village de Bou Zedjar.



Fig.4. Photo montrant l'apophyse occidentale du volcan de Tifraouine constituée d'andésite à pyroxène.

Au Nord, les brèches aux intercalations de tufs prédominent sur les coulées, rares. Ces produits épais de plus de 370m (dj Touila) constituent les falaises abruptes qui longent la côte sur près de 4 kilomètres, entre Bouzedjar et Madakh, recoupées par des dykes de dolérites et d'andésite (Fig.5.).

A l'Ouest, la série montre une assise, de tufs épaisse de 348 mètres, couronnée par une coulée d'andésite à pyroxènes épaisse de 25 mètres. La série repose sur les marnes miocènes et les niveaux inférieurs montrent la présence de l'amphibole.



Fig.5. Photo montrant un dyke andésitique recoupant les brèches andésitiques à pyroxènes. Le filon a une direction Nord-Sud.

a.3- Les andésites à biotite : Les andésites à biotite paraît constituer des corps intrusifs de laves, alignés sur les failles orientées N60-70°.

D'après son mode de gisement, ce faciès A ce faciès se rattache un affleurement sub elliptique recoupant les andésites à amphibole.

Par ailleurs, ces andésites à biotites constituent le dôme de cap Figalo et elles ont été recoupées par les sondages de l'ORGM au sein des schistes paléozoïques du socle.

b- LES DACITES : Les dacites constituent des stocks imposants que l'on observe dans les marnes miocènes, les schistes paléozoïques ainsi que sous forme de filons recoupant les andésites. Les corps les plus importants attribués à ce faciès dacitique sont celui le neck de Sidi Mohamed Moul El Bahar dans la baie de Bou Zedjar, celui de Lalla Kadra dans la Mersa Ali Bou Nouar au Nord Est du volcan visibles à la périphérie du volcan.

Ces roches forment également deux corps localisés dans la région de l'Oued el Guebib et des dykes recoupant les andésites au Nord et au Sud de dj Touila.

Enfin, des tufs dacitiques recouvrent les andésites à biotite qui forment, à l'Ouest du volcan de Tifraouine le Cap Figalo.

c- LES CORPS SUBVOLCANIQUES :

c.1- Les dômes : Ils constituent des protubérances visibles dans la caldeira du volcan (Fig.6.). Ceux-ci recourent les séries volcaniques. Ce sont des édifices de forme elliptique alignés suivant la direction N140-160° (grand axe) formés par des porphyrites andésitiques essentiellement constituées de phénocristaux de plagioclases (3-4mm) totalement dépourvues de minéraux ferromagnésiens.



Fig.6. Photo montrant un dôme à l'intérieur de la caldeira du volcan de Tifraouine.

c.2- Les sills: Il s'agit de filons couches interstratifiés dans les séries volcaniques. Les roches de ces sills sont constituées par la même porphyrite andésitique que le dôme.

c.3- Les necks : Ces structures recourent les tufs volcaniques et semblent prendre place sur les failles N140-160°. Elles s'observent dans l'apophyse occidentale du volcan, le long de Chabet er Rialet. Les necks sont constitués par des andésites à pyroxènes sont constitués par des andésites à pyroxènes et montrent une prismation verticale.



Fig.7. Photo montrant un neck andésitique à Chabet Er Rialet à l'Ouest du volcan de Tifraouine.

c.4- TUFS : Ils sont constitués de lits millimétriques de couleur blanc-jaunâtre formés de plagioclases altérés en séricite et calcite associés à des grains de quartz et de lits noirâtres à pyroxènes en reliques entièrement transformés en calcite, et de la biotite en fines lamelles et forment une alternance de tufs fins et de tufs grossiers (Fig.8. et Fig.9.). Un passage latéral de tufs aux marnes est visible au sud du massif de Tifraouine. Ces tufs fins affleurent dans le lit de Chabet Er Rialet à Bouzedjar.

Les tufs grossiers sont formés de fragments de roches andésitiques de taille centimétrique.



Fig.8. Photo montrant une alternance de tufs plus ou moins grossiers et de tufs fins.



Fig.9. Photo montrant les tufs grossiers.

d- LES BRECHES : La roche compacte, sombre est constituée de fragments d'andésites anguleux, homogènes de taille variable (centimétrique à décimétrique) liés par un ciment vitreux et parcourue de filonnets d'oxydes de fer. Elle forme le relief septentrional ainsi que l'apophyse occidentale du volcan.

CHAPITRE IV
ÉTUDE PÉTROGRAPHIQUE DES FACIES
VOLCANIQUES ET HYDROTHERMAUX
(MASSIF VOLCANIQUE DE TIFARAOUINE)

I- INTRODUCTION :

L'étude pétrographique des formations volcaniques du massif Tifaraouine (faciès frais et hydrothermaux) a été effectuée au laboratoire du département des Sciences de la Terre et de l'univers de l'université Abou Bekr Belkaid Tlemcen. Au total 50 lames minces ont été utilisées pour mettre en évidence les différents types pétrographiques des faciès observés dans le massif en question ainsi que les altérations qu'ils ont subi.

Cette étude a permis de reconnaître et de différencier, parmi les andésites, les variétés suivantes : andésites à amphibole, andésites à pyroxènes, andésites à biotite, andésites à pyroxènes et amphibole.

II- FACIES VOLCANIQUES :

II-1 Andésites à Amphibole :

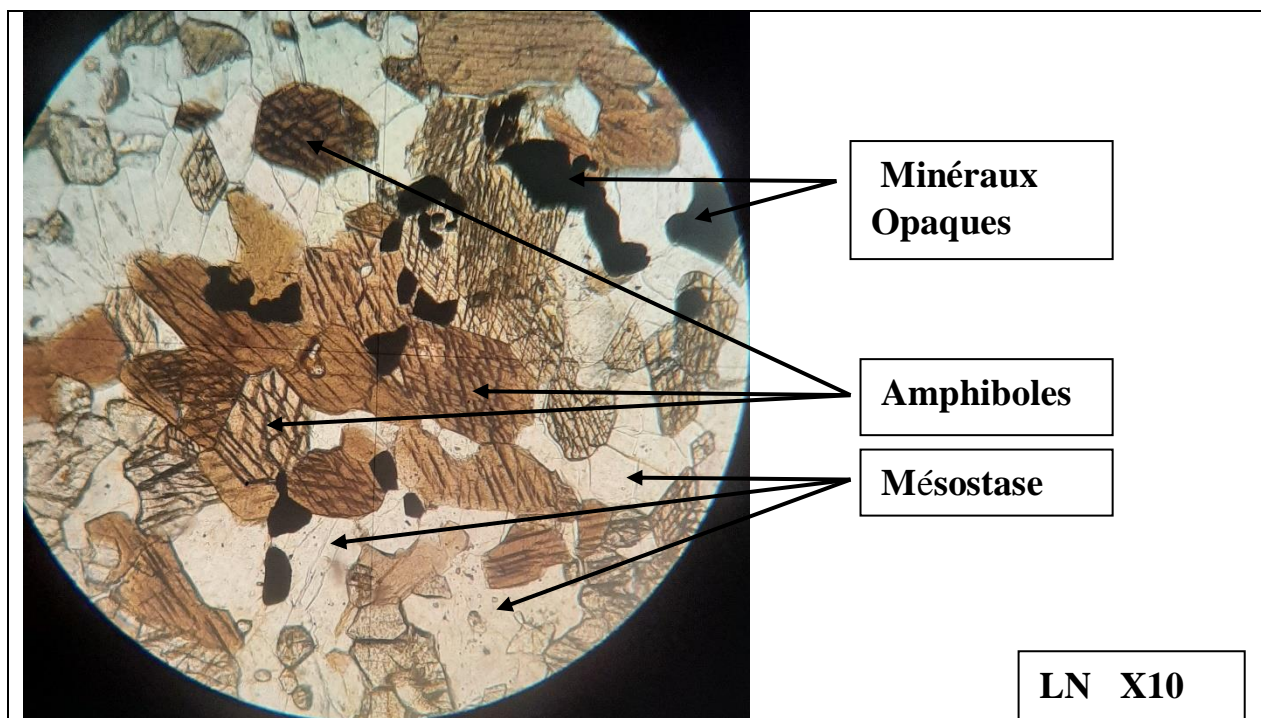
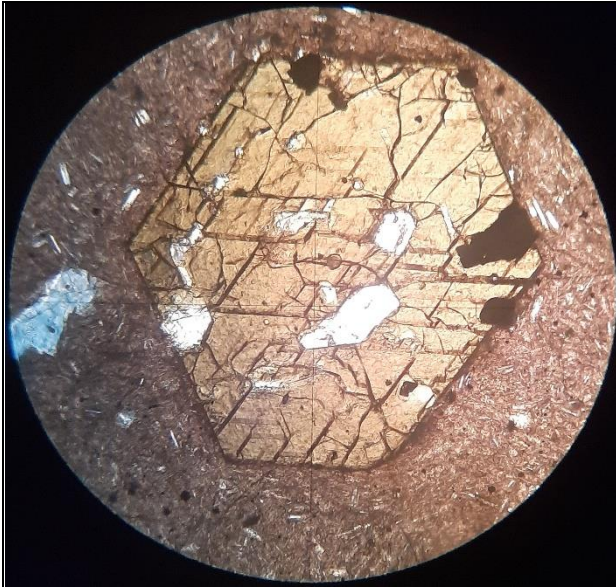
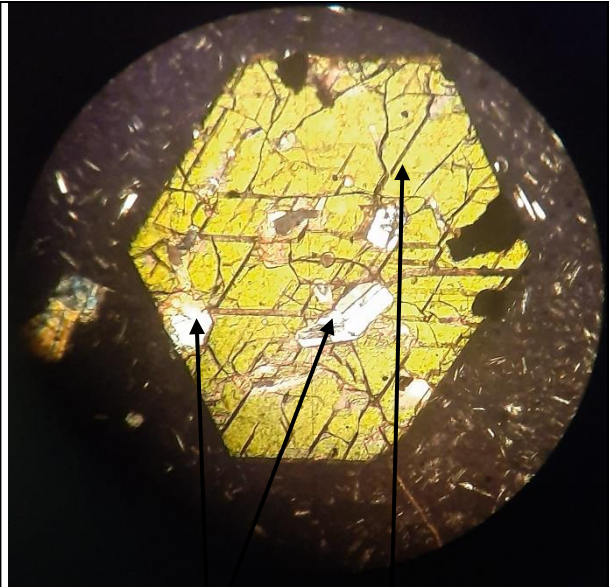


Fig.10. : Microphotographie montrant des andésites à amphibole. La roche est parsemée de fins granules de minéraux opaques

- Les amphiboles se présente se forme de prisme en phénocristaux allongé de tente brunâtre



LN X10



Inclusions de
Plagioclases

Section basale
d'amphibole

LP X10

Fig.11. : Microphotographie montrant une section basale d'amphiboles.
Contenant des inclusions de plagioclases baignant des microlites feldspathiques

- Le minérale se présente se forme d'un prisme automorphe hexagonale qui baignant dans une mésostase caractérisé par la présence des microlites feldspathiques.

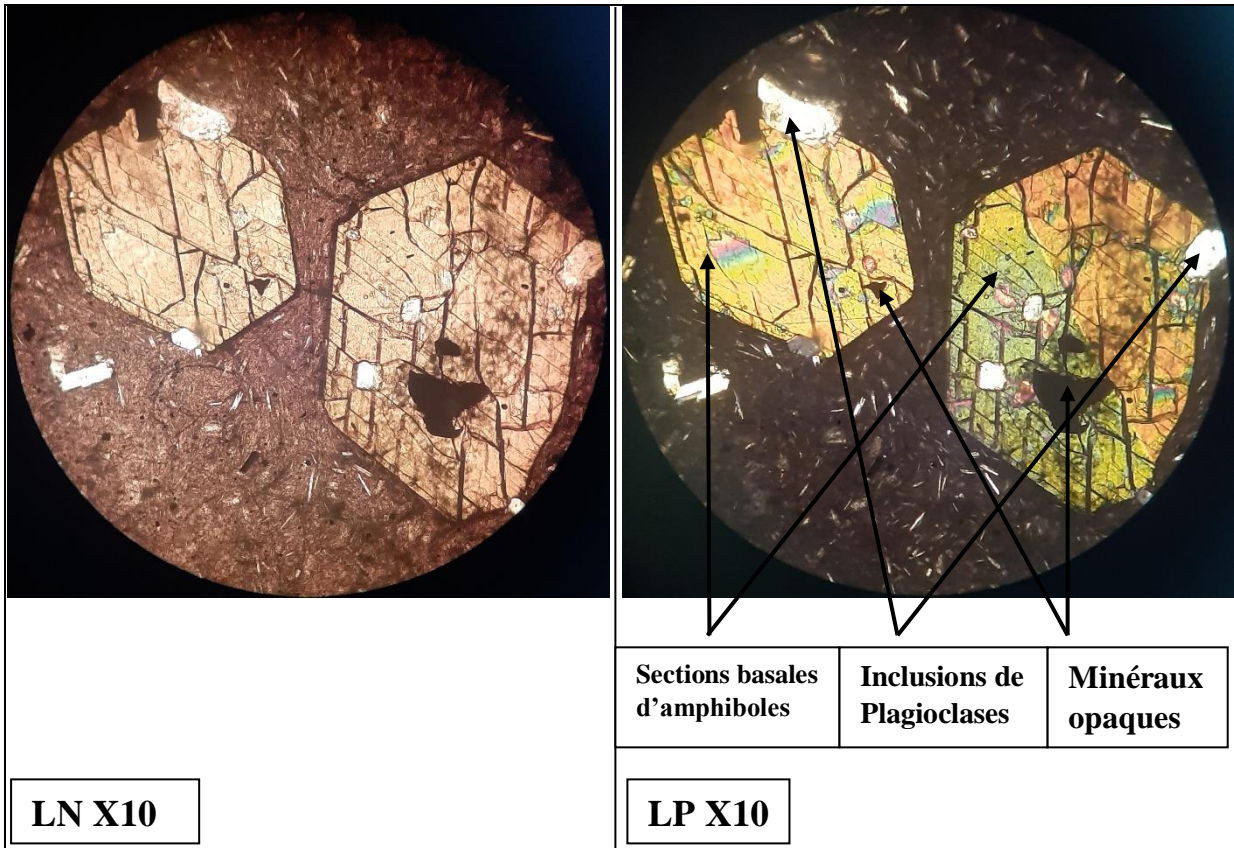
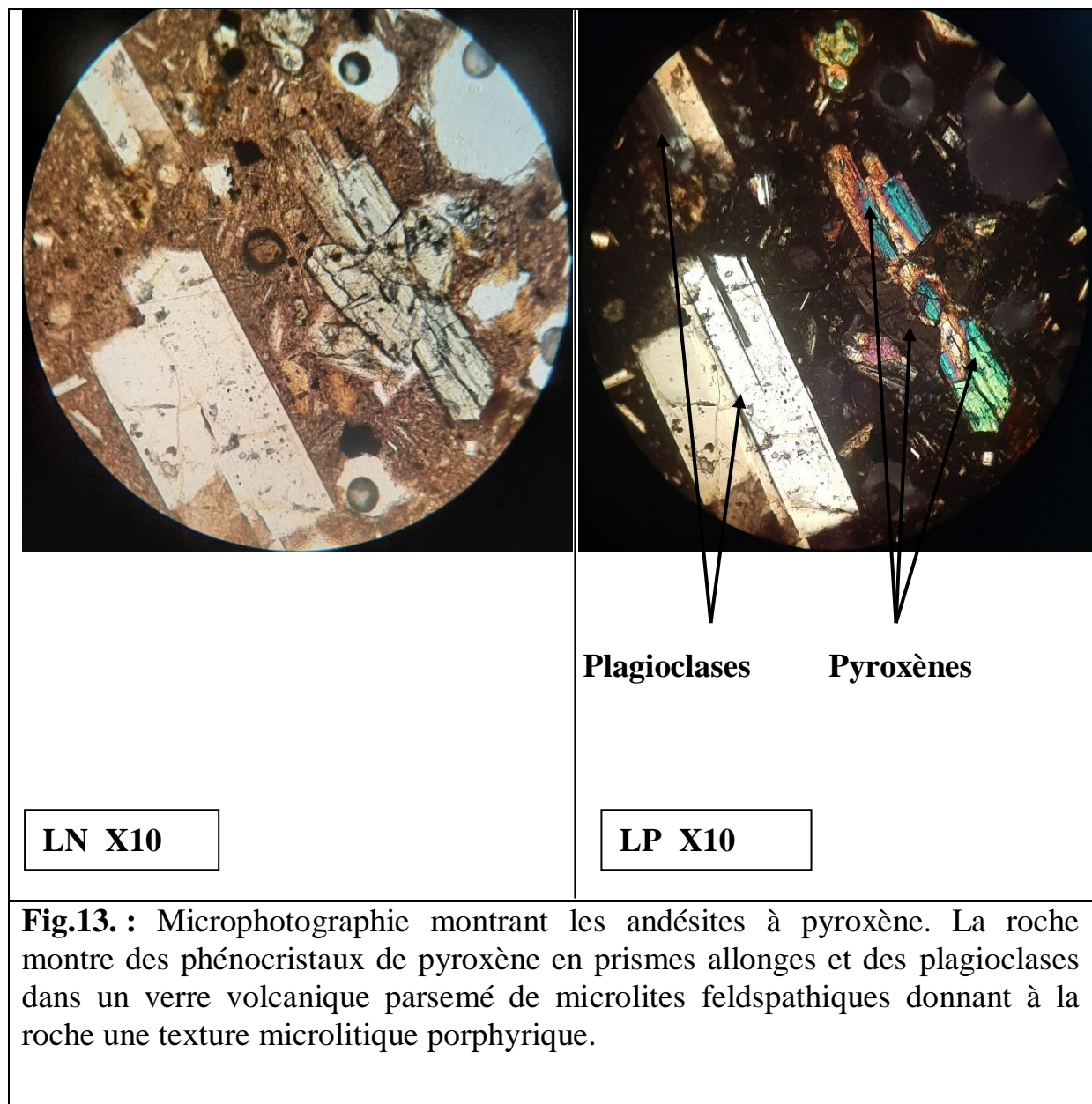
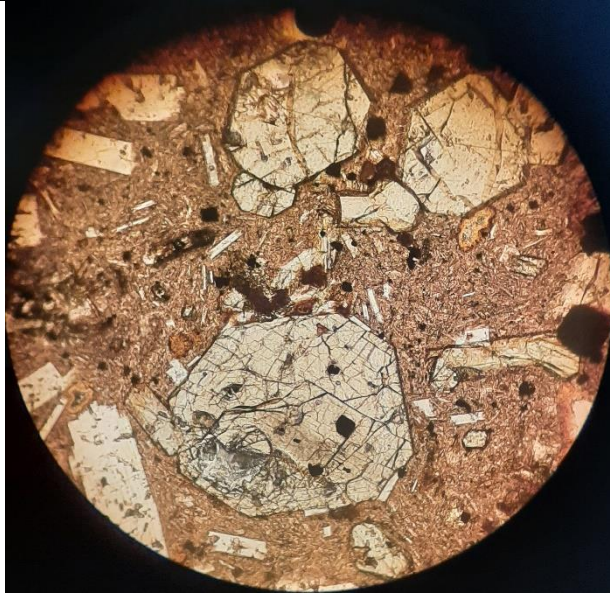


Fig.12. Microphotographie montrant sections basales à amphiboles renfermes des inclusions des plagioclases

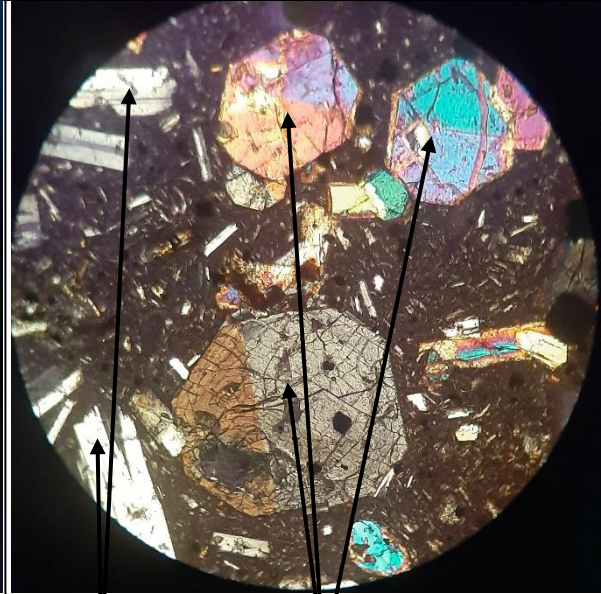
- Les minéraux se présentes se forme des prismes automorphes hexagonales.
les amphiboles renferment des inclusions des minéraux opaques et de plagioclases dans une mésostase caractérisé par la présence des microlites feldspathiques.

II-2 Andésites à Pyroxènes :





LN X10

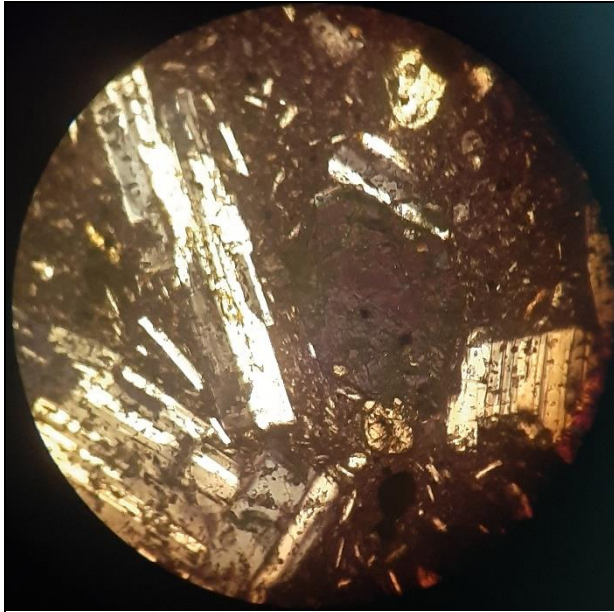


Plagioclases

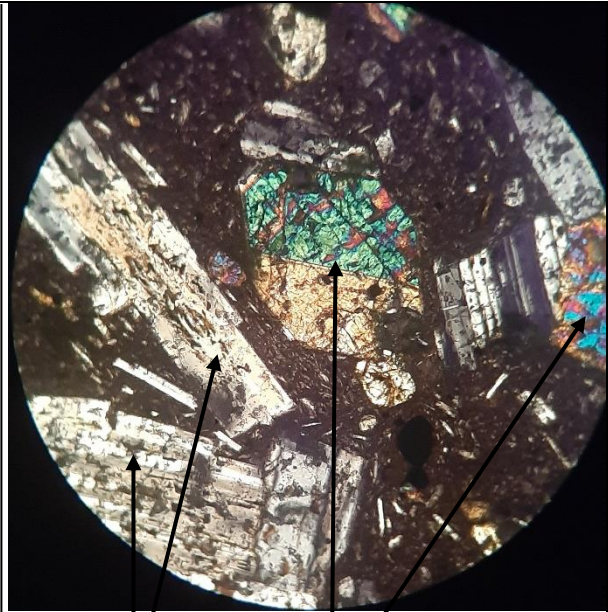
Pyroxènes

LP X10

Fig.14. : Microphotographie montrant des sections basales des pyroxènes avec macles en sablier caractéristique de pyroxène, des plagioclases dans un verre volcanique parsemé de microlites de plagioclases donnant à la roche la texture microlitique porphyrique.



LP X10



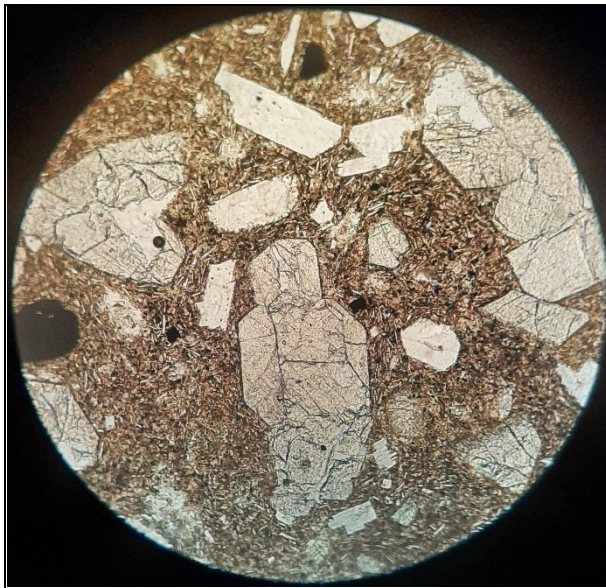
plagioclases

Sections basales
des Pyroxènes

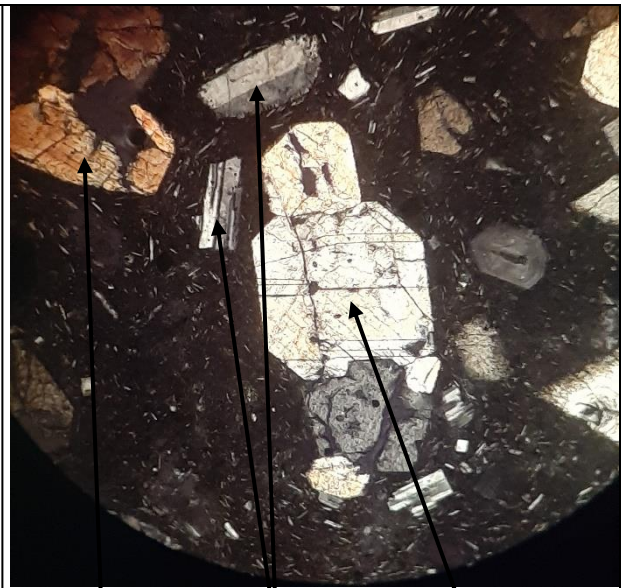
LP X10

Fig.15. Microphotographie montrant une section basale de pyroxène avec maclage en sablier, et des phénocristaux de plagioclases dans un verre volcanique parsemé de microlites de plagioclases donnant à la roche la texture microlitique porphyrique.

II-3 Andésites à Pyroxènes et Amphibole :



LN X10



Amphibole

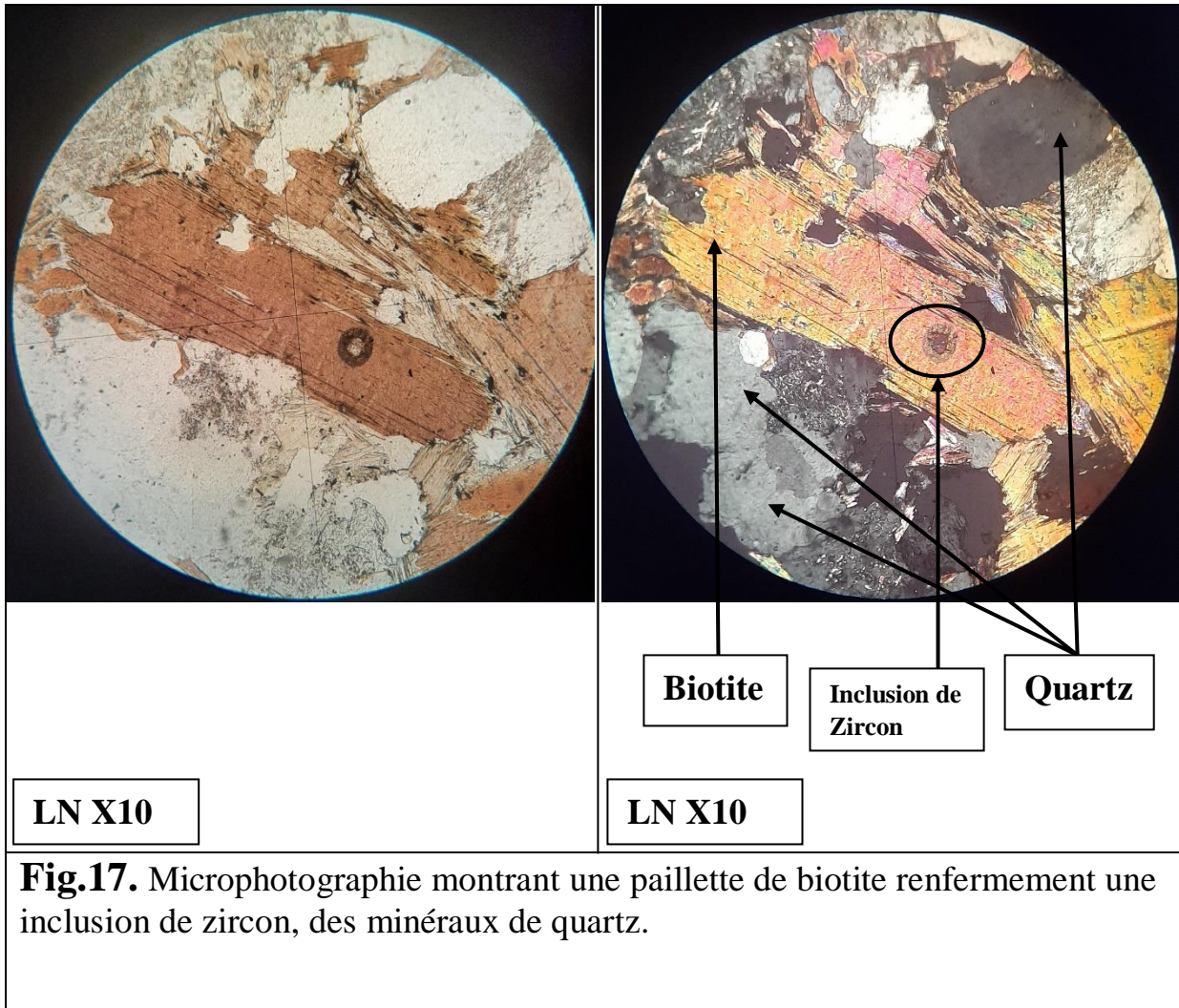
plagioclases

**Section basale
de Pyroxene**

LP X10

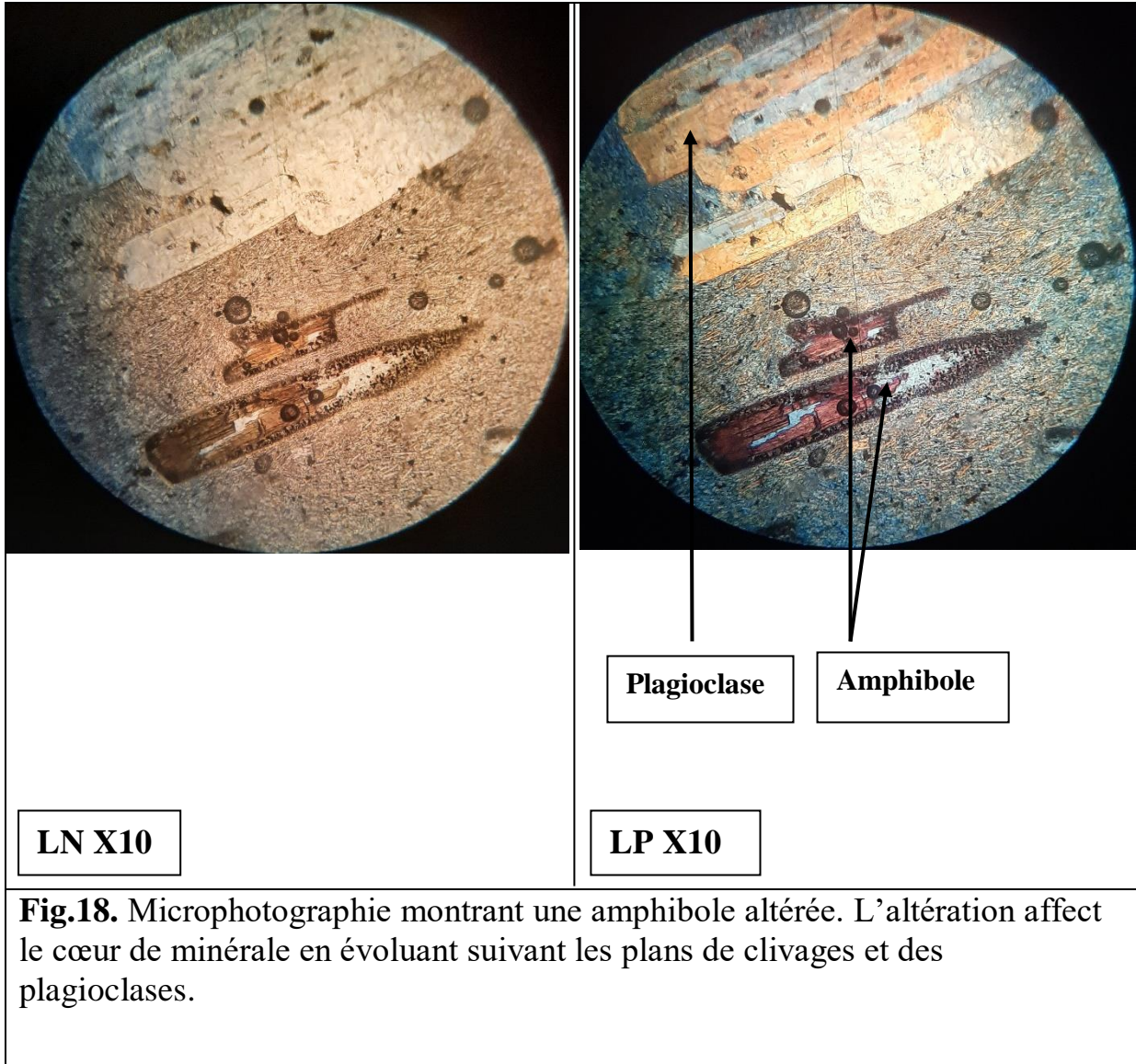
Fig.16. Microphotographie montrant une section basale de pyroxène et un amphibole se présente se forme de prisme en phénocristal de tente brunâtre avec des phénocristaux de plagioclases dans un verre volcanique parsemé de microlites de plagioclases donnant à la roche la texture microlitique porphyrique.

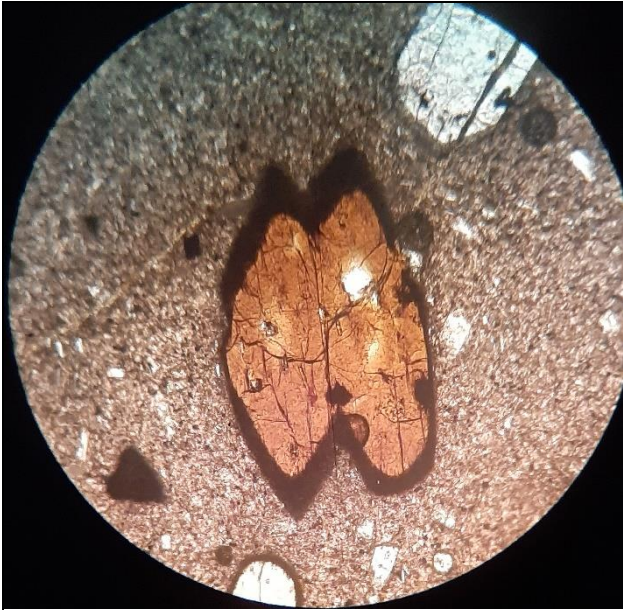
II-4 Andésites à Biotite



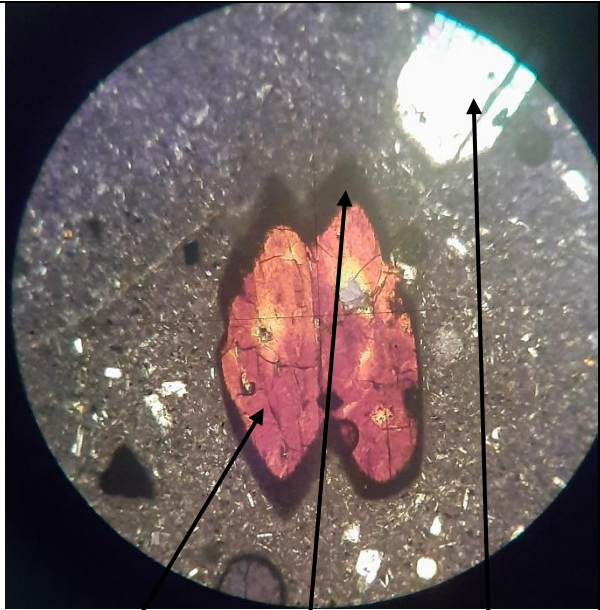
III- FACIES HYDROTHERMAUX :

III-1 Andésites à Amphibole altérée :





LN X10



Amphibole

Oriole des oxydes de fer

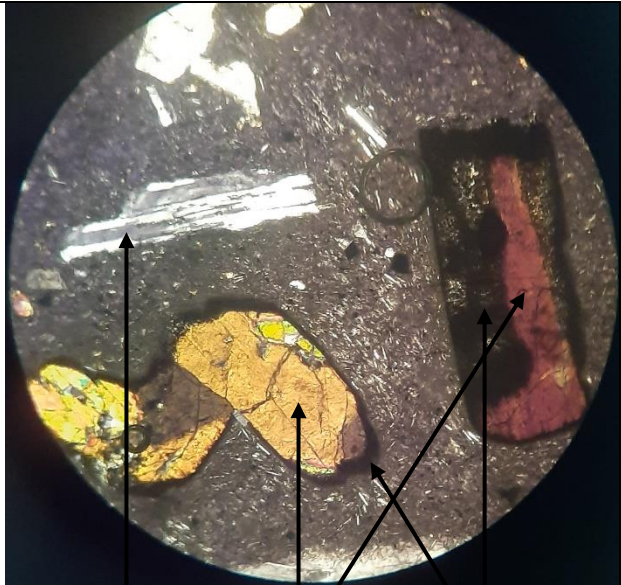
Plagioclase

LP X10

Fig.19. Microphotographie montrant amphibole entouré par un oriole des oxydes de fer



LN X10



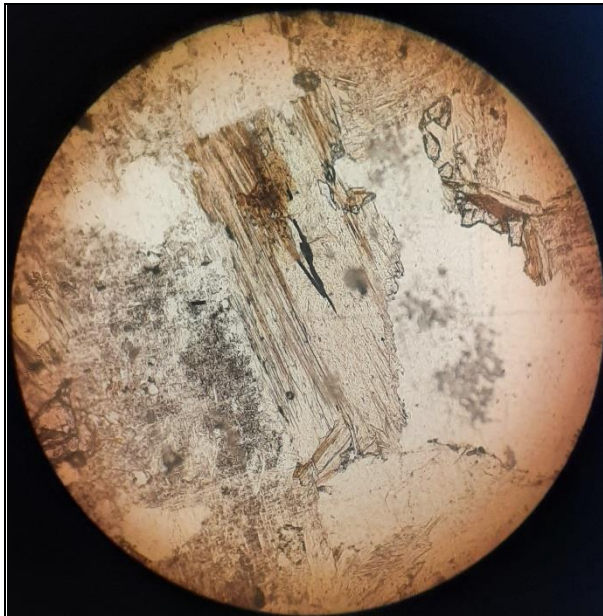
plagioclase Amphiboles Oxydes de fer

LP X10

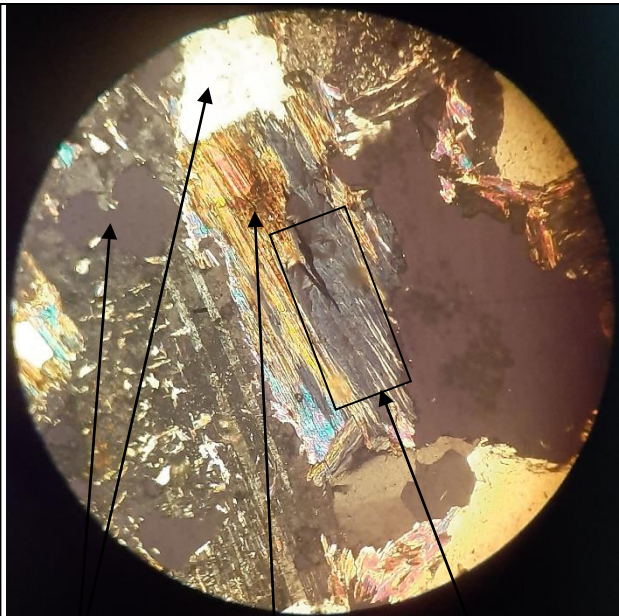
Fig.20. Microphotographie montrant des amphiboles ferrugineusé

III-2 Silicification :





LN X10



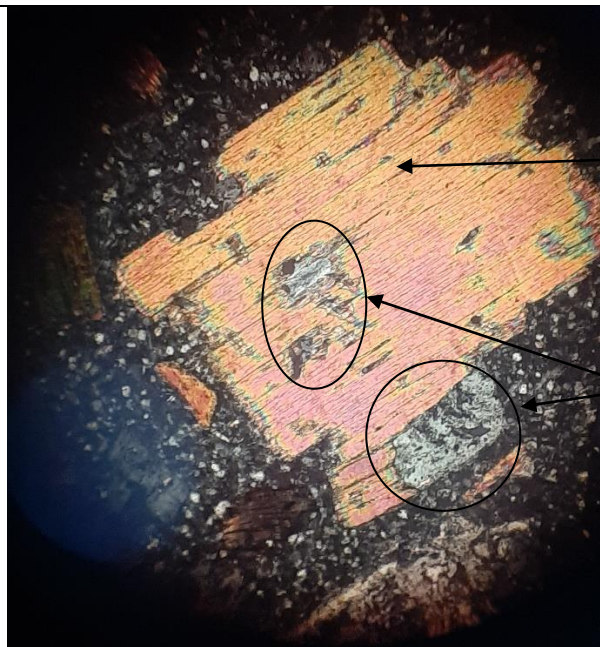
Quart
-

Biotite

**La partie
silicifie**

LP X10

Fig.22. Microphotographie montrant une biotite en partie silicifiée. Altération silicification



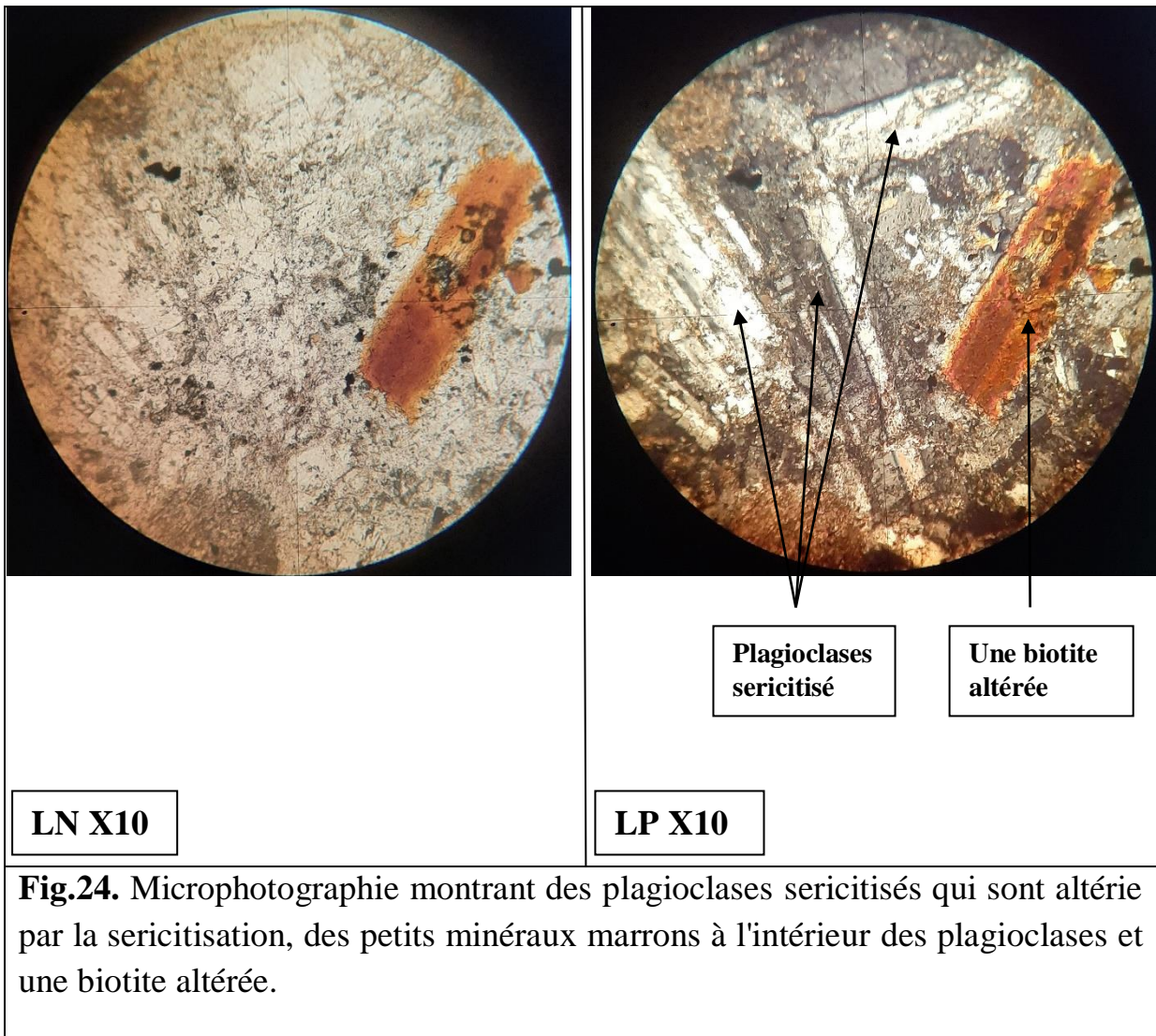
Une Biotite

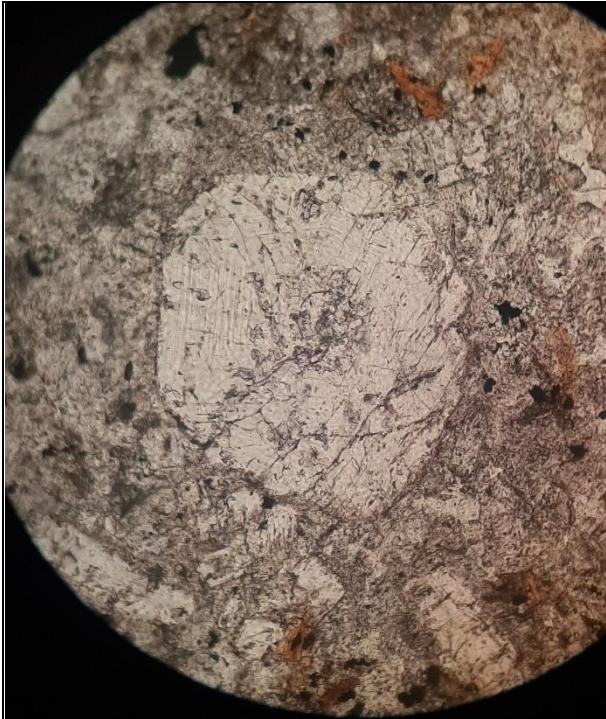
Silices

LP X10

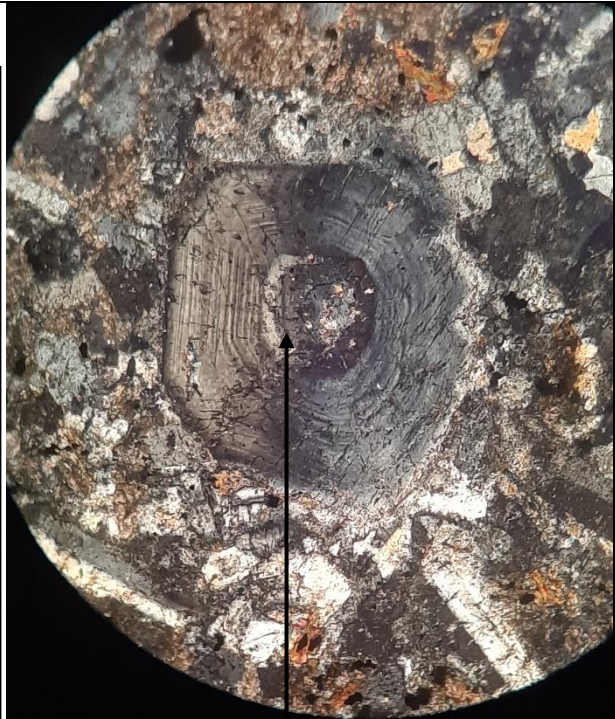
Fig.23. Microphotographie montrant biotite silicifiée, silice prend le plan de clivage.

III-3 Sericitisation :





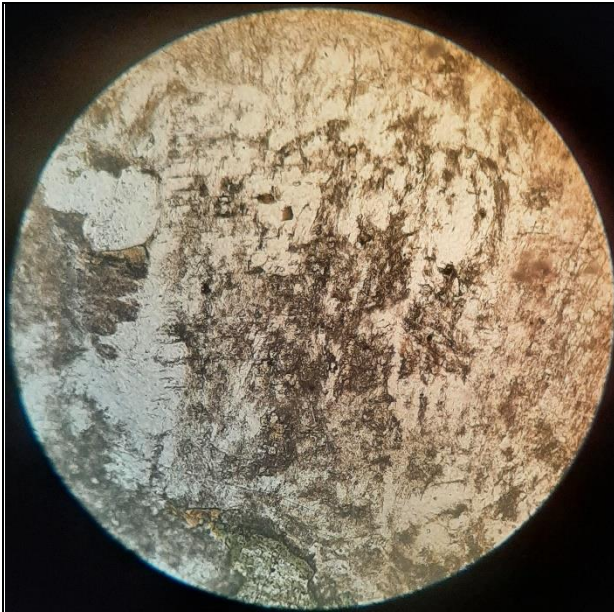
LN X10



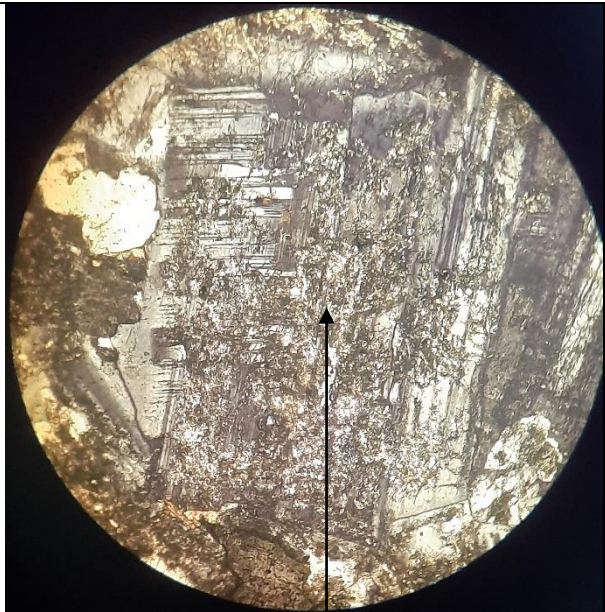
Un plagioclase zoné

LP X10

Fig.25. Microphotographie montrant un plagioclase zoné, et des plagioclases altérée par la sericitisation.



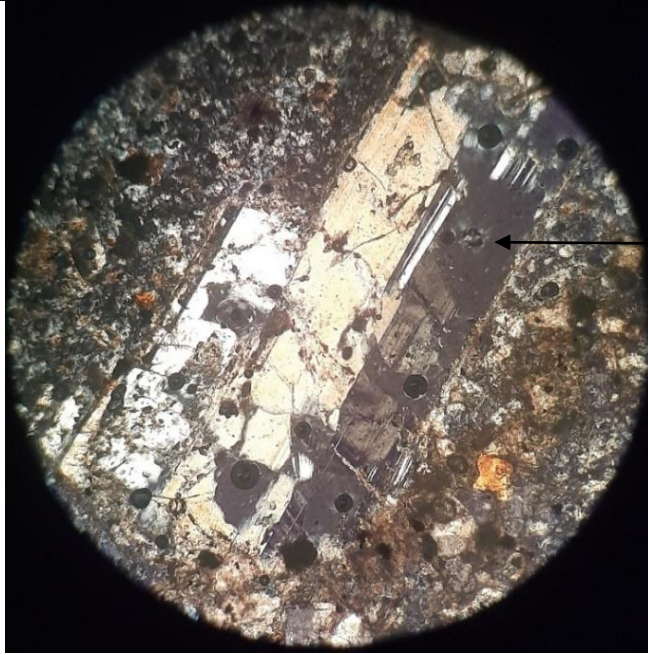
LN X10



**Plagioclase
sericitisé**

LP X10

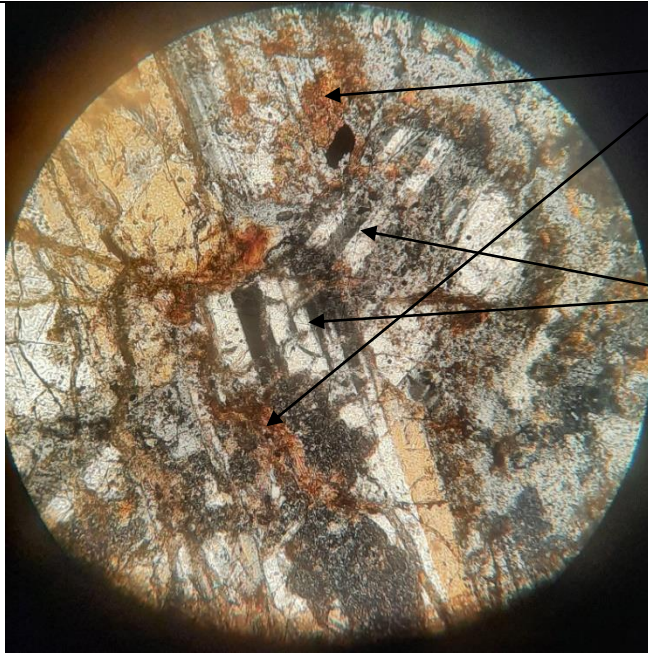
Fig.26. Microphotographie montrant plagioclase entièrement sericitisé



plagioclase

LP X10

Fig.27. Microphotographie montrant un plagioclase sericitisé et silicifié, 2 types d'altération Birizite .

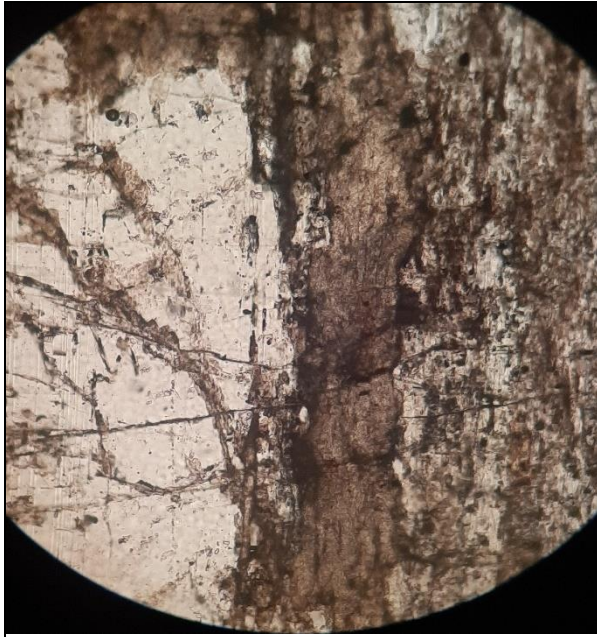


sericitisation

Plagioclases

LP X10

Fig.28. Microphotographie montrant des plagioclases affectés par sericitisation, plagioclases sericitisés.



LN X10

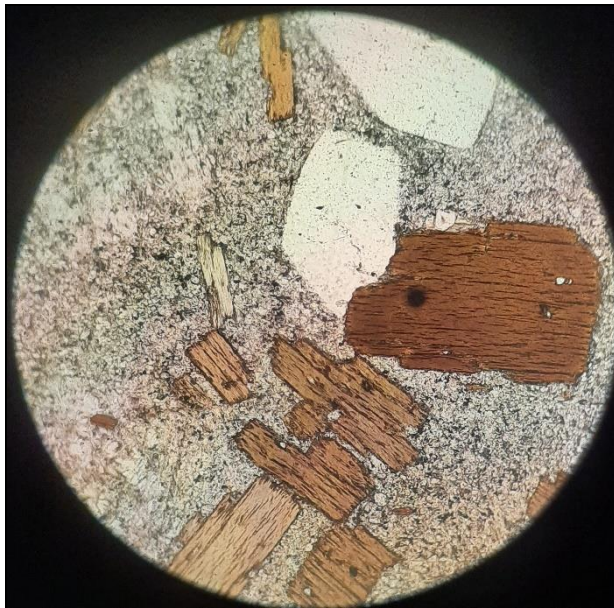


Plagioclase

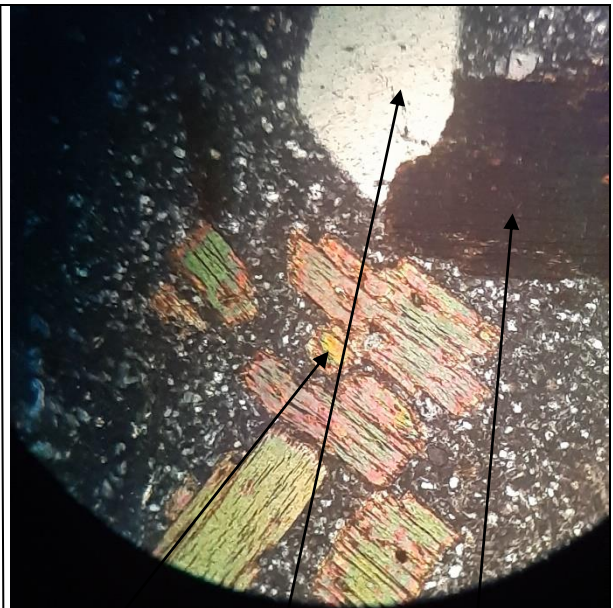
LP X10

Fig.29. Microphotographie montrant les détails d'un plagioclase sericitisé, avec une surface craquelée.

III-4 Chloritisations :



LN X10

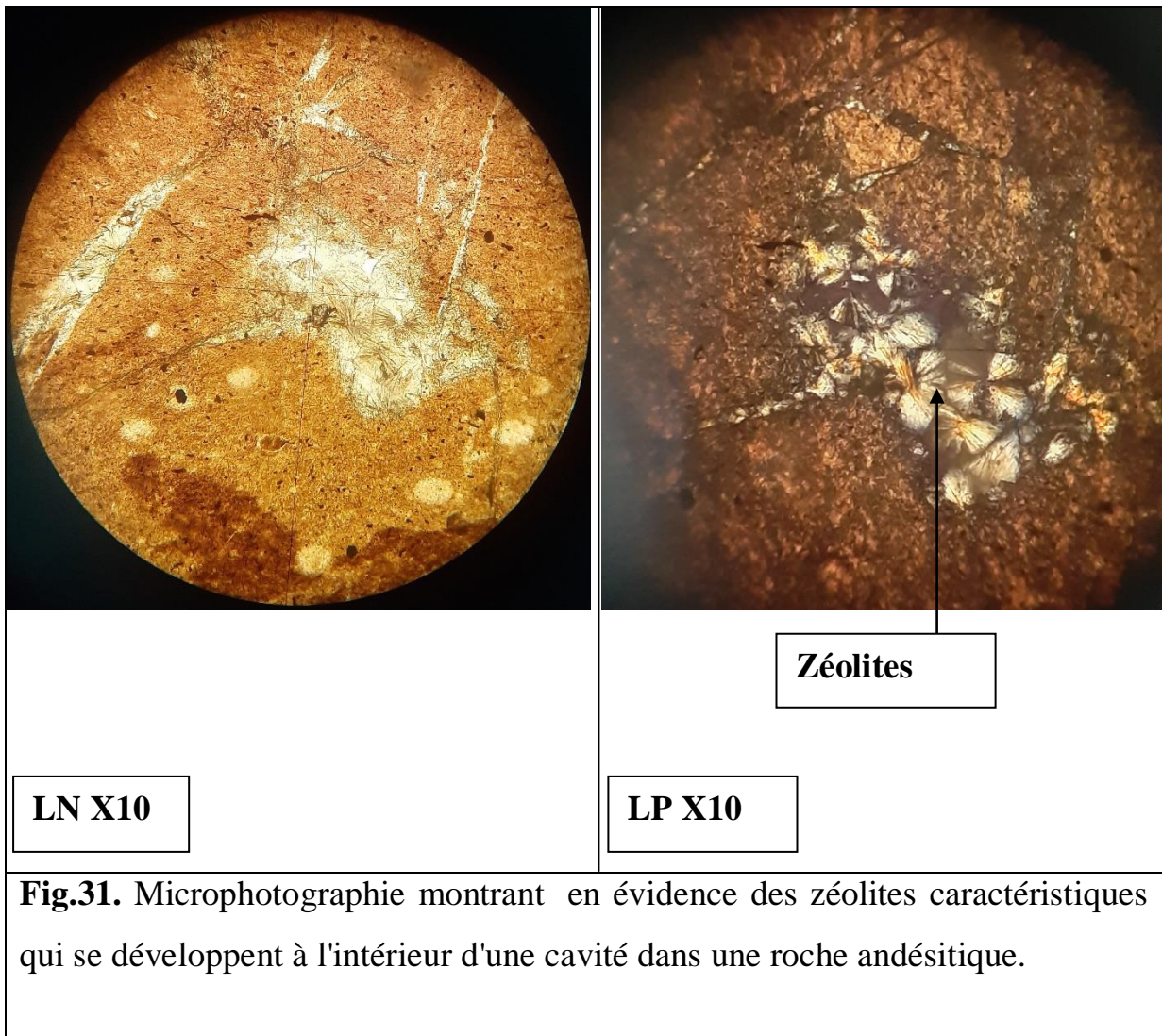


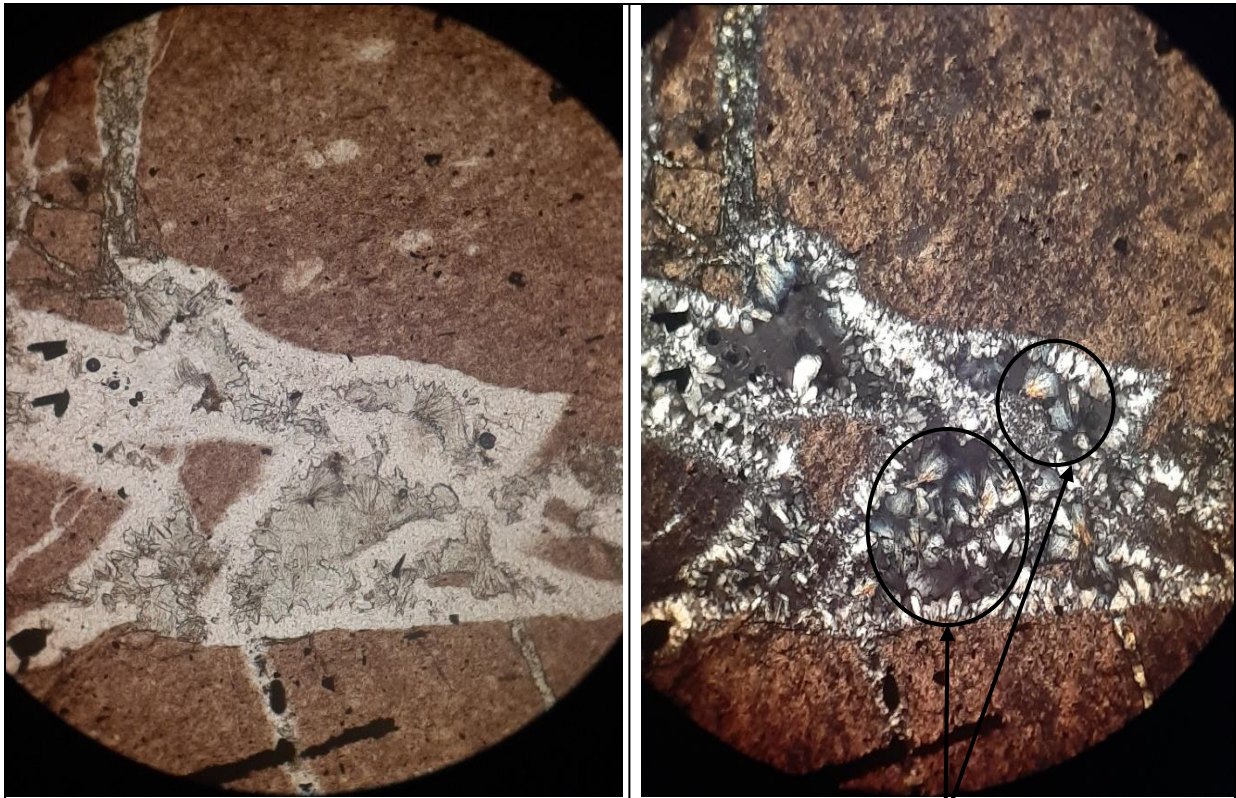
Biotite altérée **Quartz** **Biotite**

LP X10

Fig.30. Microphotographie montrant la transition partielle de la biotite en chlorite, avec des zones de biotite présentant une chloritisation.

III-5 Zéolitisations :





LN X10

LP X10

Zéolites

Fig.32. Microphotographie montrant la formation distinctive de zéolites à l'intérieur d'une cavité dans une roche andésitique.



LN X10



Zéolites

Carbonates

LP X10

Fig.33. microphotographie montrant superposition de deux types d'altération. La première c'est la zéolitisations et la deuxième c'est la carbonatation. Des minéraux opaques sont inclus

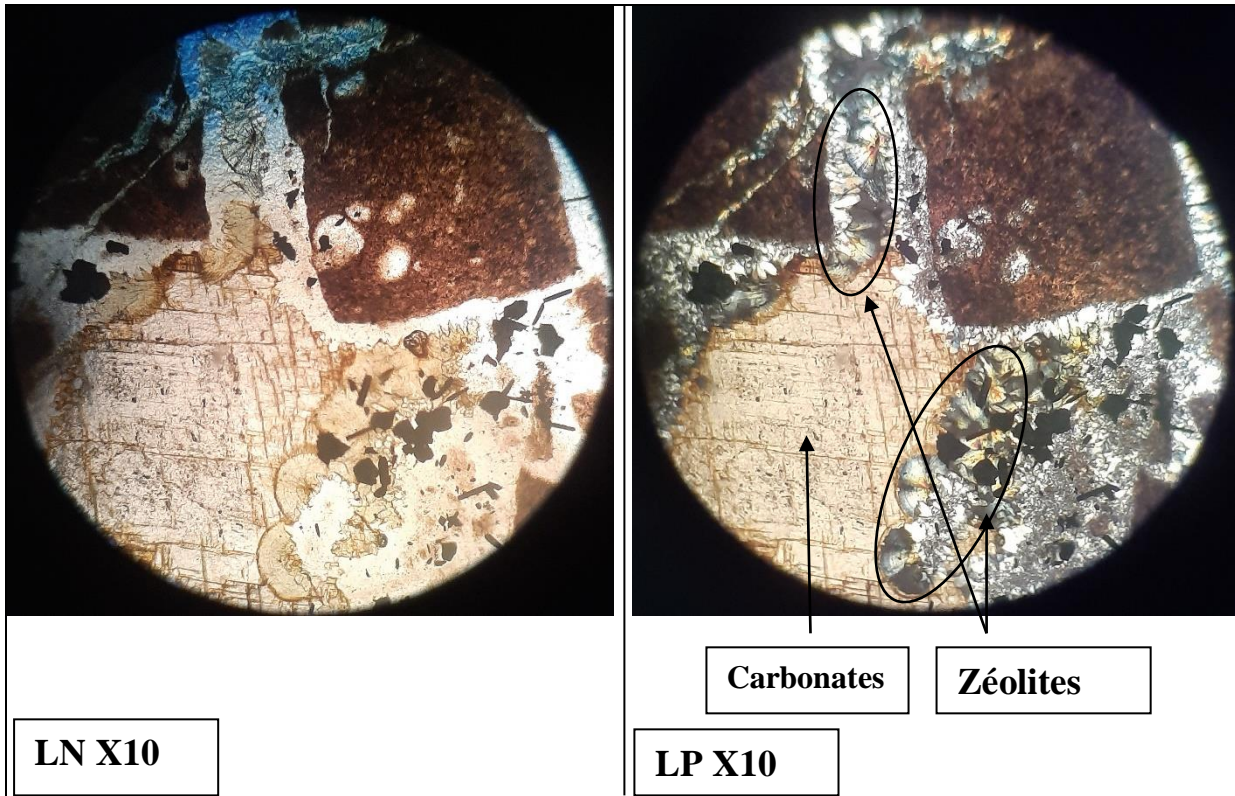


Fig.34. microphotographie montrant en évidence la coexistence de deux processus d'altération dans une andésite : la zéolitisation et la carbonatation, accompagnées de minéraux opaques inclus.

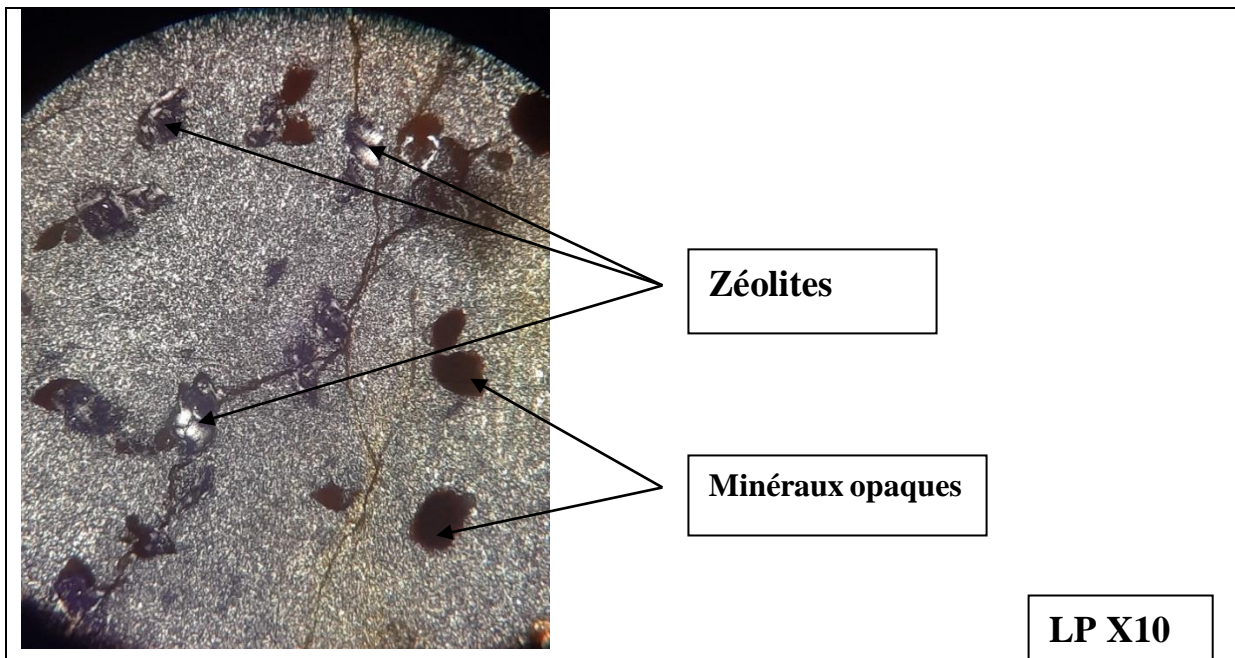


Fig.35. microphotographie révélant la croissance de zéolites le long des discontinuités traversant la roche.



Fig.36. Microphotographie montrant la transformation de verre volcanique en zéolites caractéristiques dans une andésite.

III-6 Carbonatations :

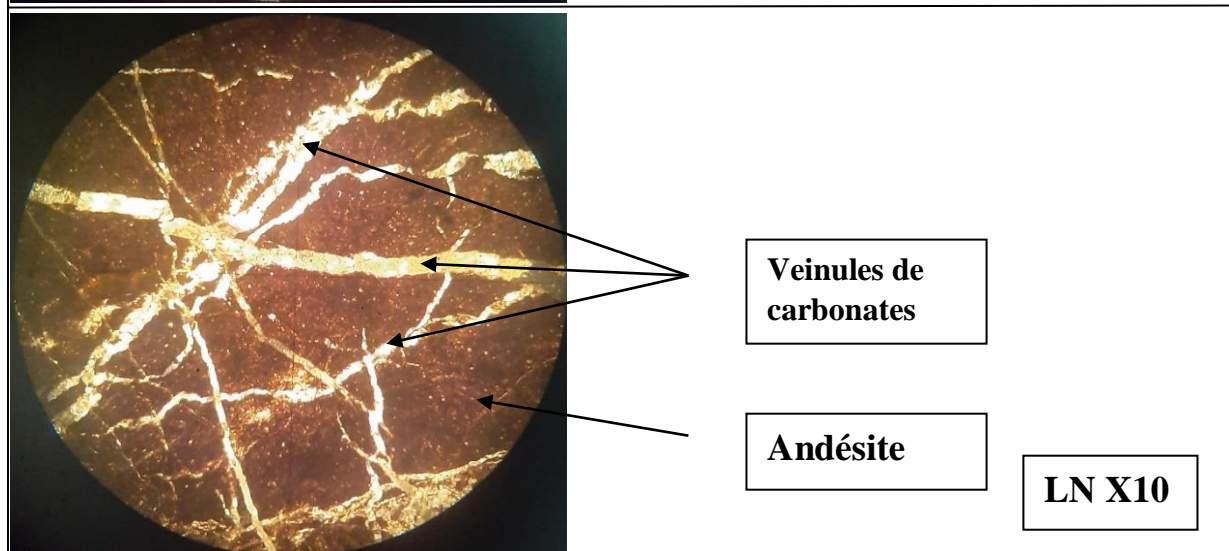
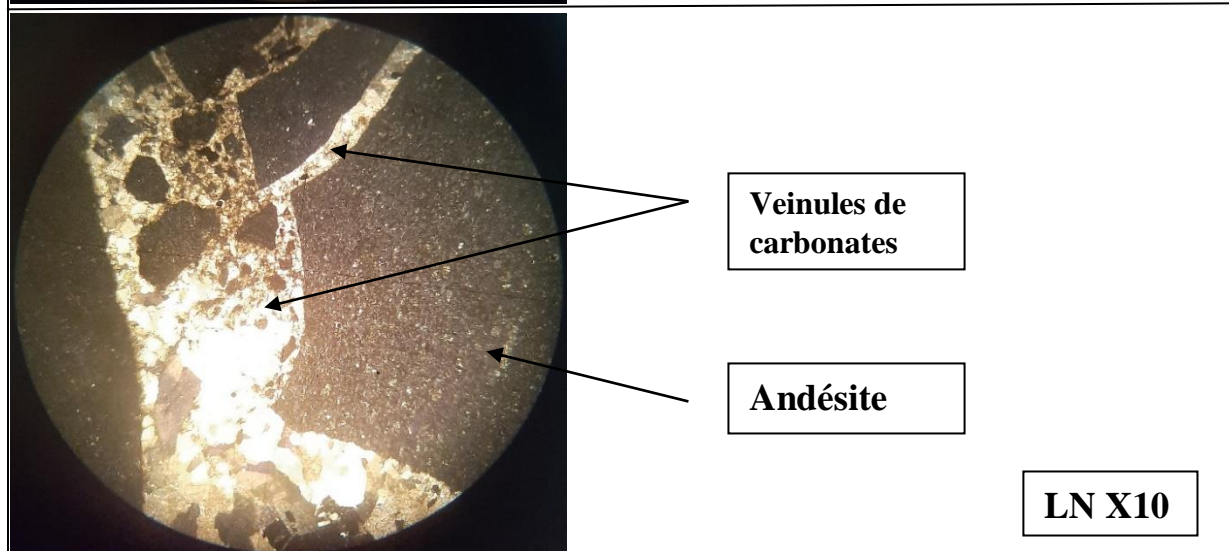
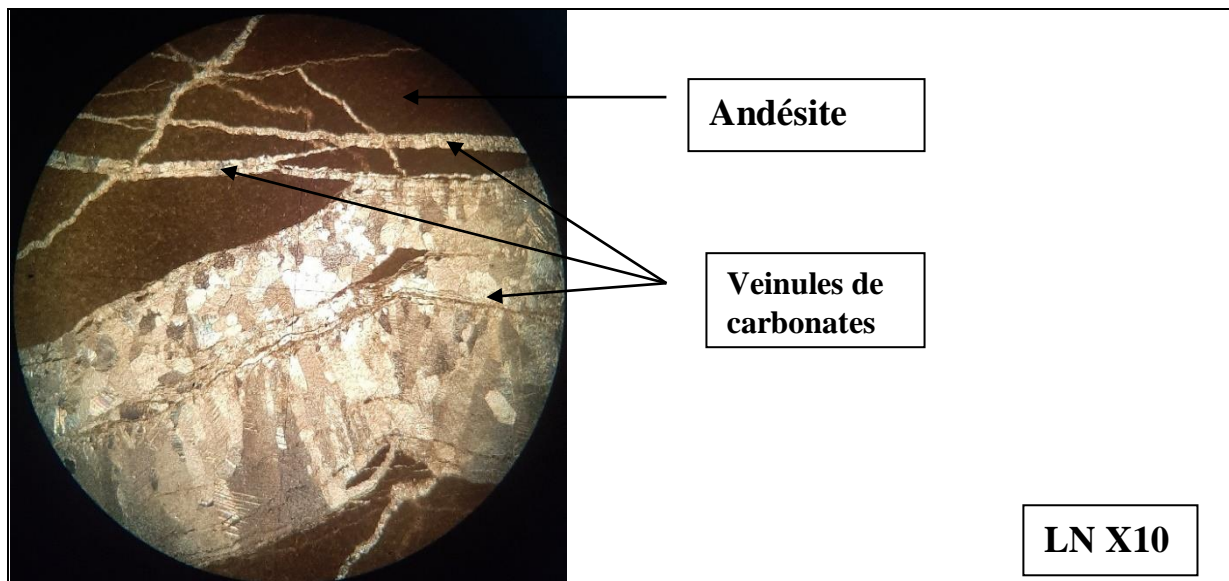


Fig.37. Microphotographies révélant des veinules de carbonates traversant des andésites, illustrant un processus d'altération connu sous le nom de carbonatation.

CHAPITRE V
CONCLUSION GENERALE

I- CONCLUSION GENERALE :

Le secteur d'étude est constitué de deux unités géologiques :

*Un horst qui constitue l'armature tectonique du secteur. Il est constitué de terrains paléozoïques de nature schisto-quartziques recouverts en partie par des marnes à intercalations gréseuses rubéfiées d'âge Miocène.

* Le volcan de Tifraouine constitué par des andésites (environ 80% du matériel émis par le volcan et 20% de dacite). Ces formations se présentent essentiellement sous forme de brèches, tufs et dans une moindre mesure de coulées de laves. Des corps subvolcaniques représentés par des dykes, necks et dômes tardifs recourent ces formations. Par ailleurs, ces terrains ont subi postérieurement à leur mise en place des altérations hydrothermales. Les altérations hydrothermales engendrent des faciès hydrothermaux.

Notre étude pétrographique approfondie des formations magmatiques du massif volcanique de Tifraouine, réalisée à partir de lames minces fournies par l'Office National de Recherche Géologique et Minière (ORGM) pour la prospection du cuivre et de l'or à la fin du siècle dernier, a révélé la présence de formations volcaniques à la fois fraîches et altérées. Nous avons pu observer de nombreux minéraux, à différents types d'altération, ainsi que des minéraux complètement épigénisés.

Parmi les formations altérées identifiées, nous avons observé les phénomènes suivants :

La Silicification, présente dans les andésites à amphiboles, les andésites à biotites, ainsi que les plagioclases qui se sont silicifiés.

La Sericitisation, mise en évidence par la transformation des plagioclases en plagioclases sericitisés.

La Chloritisation, observée dans les andésites à biotites chloritisées.

De plus, nous avons identifié des

Carbonatations, caractérisées par des veinules de carbonates traversant les andésites, ainsi que des

Zéolitisations c'est le type d'altération le plus abondant observable dans la majorité des lames observées.

Des cristaux de "Zéolites" occupent des petites cavités dans les roches andésitiques.

➤ **Recommandation**

La zéolite, minéral fréquent parmi les minéraux observés présente un impact socio-économique très important pour le pays. Ce minéral non encore cité dans le massif volcanique de Tifaraouine semble constituer un gisement à enjeu économique indéniable.

II- REFERECES BIBLIOGRAPHIQUES :

Bakhneva, D. (1995). Rapport annuel sur les études des phénomènes d'altérations hydrothermales du volcanisme miocène du littoral Algérien, ORGM, 17p.

Belmouhoub, A. (1995). Rapport sur l'évaluation géochimique de la potentialité de quelques manifestations ferrugineuses du massif des Msirda (Algérie Nord occidentale). Rapport de fin de cycle C.E.S.E.V Nancy, ORGM, 57p.

Belmouhoub, A; et Titov, E. (1995). Projet d'inventaire régional des polymétaux liés au volcanisme du littoral oranais, ORGM, 7p.

Coulon, C., Megartsi, M., Fourcade, S., Maury, R. C., Bellon, H., Louni-Hacini, A., Cotton, I., Coutelle, A. et Hermitte, D. (1995). Post collisional transition from calc- alkaline to alkaline volcanism during the Neogene in Oranie (Algeria): magmatic expression of a slab breakoff.. Lithos 62, 87-110.

Ciszak R. (1993). Evolution géodynamique de la chaîne tellienne en Oranie (Algérie occidentale) pendant le Paléozoïque et le Mésozoïque. Thèse Doct. Etat, Univ. Toulouse, 513p.

Haddad, M. (189). Prospection géochimique stratégique du massif de M'sirda Fouaga (Algérie Nord Occidentale), traitement informatique des données géochimiques. Rapport de fin de cycle C.E.S.E.V Nancy, EREM 55p.

Guardia, P. (1975). Géodynamique de la marge alpine du continent africain d'après l'étude de l'Oranie Nord Occidentale. Relations structurales structurales et paléogéographiques entre le Rif externe, le Tell et l'avant-pays atlasique. Thèse Sc. Univ. Nice, 286p.

Gentil L. (1903). Etude géologique du bassin de la Tafna. Publ. Serv. Carte Géol. Algérie n°4, 425 p.

Louni-Hacini A., Bellon. H., Maury R. C., Megartsi, M.,Coulon, C., Semroud, B., Cotten, J., Coutelle, A. 1995. Datation ^{40}K - ^{40}Ar de la transition du volcanisme calco- alcalin en Oranie au Miocène supérieur, Compte rendu de l'académie des sciences. Paris, Série IIa 975-982.

Obert, D. 1981 Géologie des Babor (Algérie) ; importance de la paléotectonique alpine dans l'orogène alpin. Revue de géol. Dynamique et de géographie physique. Vol. 25, Fasc.2, pp 99-117, Paris. 81.

Strzelecki, R. (1989). Rapport sur les résultats des travaux de prospection des polymétaux associés au volcanisme Nord-Ouest Algérien (Région de M'sirda), EREM 43p.

Semroud, B., Ouabadi, A. & belanteur, O. (1992). Typologie des granites miocènes de la marge algérienne par la cristallogéochimie des micas. 14e Réunion. ann. Sci. Terre, clermont, France.

Smirnov, V. (1988). Géologie des minéraux utiles. Edition Mir, Moscou, 320 p