

N° d'ordre :

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université d'Oran 2 Mohamed Ben Ahmed

Faculté des Sciences de la Terre et de l'Univers

Département de Géologie

### **Mémoire**

Présenté pour l'obtention du grade

De Master 2 en Science de la Terre

Option : **Magmatisme, Géodynamique et Transferts Lithosphériques**

### **Thème**

**Etude Comparative des produits éruptifs du flanc Sud de Djebel Fillaoucene, de la Basse Tafna et de Mohammedia « Oranie Nord Occidentale »**

Présenté Par

**Mr. AYA Bachir**

**Mr. OUAJI Abderrzak**

Soutenu le : **11 / 06 /2015** devant la commission d'examen :

Mr. <b>SEDDIKI A.</b>	Maître de conférences (A)	Université d'Oran 2	Président
Mr. <b>BENDOUKHA R.</b>	Maître de conférences (A)	Université d'Oran 2	Encadreur
Mr. <b>MAHMOUDI M.</b>	Maître assistant (A)	Université d'Oran 2	Examinateur

**Oran, 2015**

## *Dédicace*

*Je dédie ce modeste travail à :*

*D'abord, et en premier lieu à mes adorables parents qui m'ont toujours fourni de tendresse, d'espoir, et qui m'ont beaucoup soutenu au cours de mes études.*

*A mes frères, mes chères sœurs.*

*A tous mes amis (ies) d'enfance, mes amis (ies) de l'université  
d'Oran*

*Et à tous ceux qui ont participés, de près ou de loin, à  
l'élaboration de ce travail.*

*A tous que j'aime.*

*A tous....., je dédie ce travail.*

OUAII ABDERRZAK

## *Dédicace*

*Je dédie ce modeste travail à :*

*D'abord, et en premier lieu à mes adorables parents qui m'ont toujours fourni de tendresse, d'espoir, et qui m'ont beaucoup soutenu au cours de mes études.*

*A mes frères, mes chères sœurs.*

*A tous mes amis (ies) d'enfance, mes amis (ies) de l'université  
d'Oran*

*Et à tous ceux qui ont participés, de près ou de loin, à  
l'élaboration de ce travail.*

*A tous que j'aime.*

*A tous....., je dédie ce travail.*

AYA BACHIR

## **AVANT PROPOS**

*Au terme de ce travail, Nous remercions en premier DIEU ( ) le tout puissant pour m'avoir donné la foi et le courage pour mener à bout mon travail, ainsi que celles et ceux qui ont contribué, chacun à sa façon, à aplanir les difficultés pour la réalisation de se mémoire par leur appuis et leur aides.*

*A l'issue de ce travail, nous tenons tout particulièrement à remercier **Mr. BENDOUKHA R**, maitre de conférences à l'Université d'Oran, pour avoir dirigé avec beaucoup d'attention et de soin ce travail. Nous lui suis très reconnaissant pour sa disponibilité, sa bienveillance et son soutien permanent. Je lui dois beaucoup pour le contenu du travail présenté, pour ses critiques constructives et son aide aux différentes entraves rencontrées, pour sa gentillesse et ses qualités humaines.*

*Mes vifs remerciements également à monsieur **SEDDIKI. A** Maître de conférences à l'université d'Oran d'avoir accepté d'examiner ce travail et de présider le jury d'examinations.*

*Mes sincères remerciements s'adressent à Mr. **MAHMOUDI. M** Maître assistant à l'université d'Oran d'avoir acceptée d'examiner ce travail et pour leur soutien moral et m'avoir aidé à accomplir mon mémoire.*

*Nous remercions tous les enseignants de l'institut des sciences de la terre et tous mes amis.*

*Enfin, Nous remercions mes parents, qui m'ont soutenu et encourager constamment. Mes remerciements vont aussi à mes frères pour leurs aide, leurs soutient moral .A tous qui ont contribué de prés ou de loin à la réalisation de ce travail.*

**A tous, merci.**

## I.1.Introduction

L'Oranie nord-occidentale, située à la jonction du Tell algérien et du Moyen Atlas marocain a été le siège d'une importante activité volcanique néogène à quaternaire (Sadran, 1958 ; Guardia, 1975 ; Bellon, 1976 ; Bellon et Brousse, 1977 ; Bellon, 1981 ; Bellon et al., 1984 ; Mégartsi, 1985 ; Bendoukha, 1987 ; Abbad, 1993 ; Tabeliouna, 1997 ; Piqué et al. 1998 ; Coulon et al., 2002 ; Louni-Hacini, 2002 ; Zerka, 2004 et Bendoukha et al., 2008). Ce volcanisme montre un changement de composition : de calco-alcalin au Miocène, il devient alcalin au Plio-Quaternaire. Cette évolution, qui apparaît généralisée à l'ensemble du pourtour de la Méditerranée occidentale, est attribuée :

- soit à un contexte particulier de subduction de la plaque Alboran sous la plaque Afrique et dont l'activité aurait été stoppée au Pliocène inférieur (Guardia, 1975 ; Bellon, 1976 ; Louni-Hacini et al. 1995 ; El-Azzouzi et al. 1999 ; Maury et al. 2000) ;

- soit à un contexte d'amincissement lithosphérique lié à la réactivation d'un vaste cisaillement parallèle à la marge nord-africaine (Hernandez et al. 1987 ; Piqué et al.,1998) ;

- soit à une combinaison complexe, dans l'espace et dans le temps, des deux processus (Zerka, 2004).

Notre étude a pour objectif de comparer les basaltes d'âge Mio-plio-quaternaire de la Basse Tafna, du flanc sud du Djebel Fillaoucène et du massif éruptif de Mohammadia. Elle permettra aussi de faire ressortir les caractères pétrographiques, dynamiques et géochimiques de chacun des massifs.

Entre autre, elle s'attachera à l'origine et la mise en place en surface des basaltes alcalins mio- plio- quaternaires.

En comparaison avec les résultats obtenus dans les différents massifs étudiés, elle mettra en évidence les relations qui pourraient exister entre les sources magmatiques ayant donné naissance au volcanisme mio- plio- quaternaire alcalin de l'Oranie nord-occidentale.

## I.2. Cadre Géographique

Les formations éruptives d'âge Mio-Plio-Quaternaire de l'Oranie nord-occidentale se répartissent le long du littoral entre la frontière algéro-marocaine et le méridien d'Aïn Témouchent (**Fig.1**). Elles s'étendent, vers l'intérieur des terres, sur une largeur de 20 km environ. Le magmatisme alcalin, sur lequel notre étude est basée est représenté par des massifs plus ou moins éloignés les uns des autres. Nous distinguons d'Ouest en Est :

- les épanchements volcaniques du flanc du Djebel Fillaoucène
- le massif volcanique de la Basse Tafna
- le massif éruptif de Mohammadia

- **Le massif de la Basse Tafna**, situé respectivement à environ 80 km au sud-ouest d'Oran occupe des dépressions aménagées au Nord des Monts des Traras et des Sebâa Chioukh et se caractérisent par des reliefs d'altitude modérée (points culminants : 507 m à Aïn Témouchent et 641 m dans la Basse Tafna).
- Quelques plateaux basaltiques apparaissent dans la topographie comme ceux de Tadmaya et de Souk Et-Nine (rive gauche de Basse Tafna) et celui du volcan de Benghana (Aïn Temouchent).
- **Le Djebel Fillaoucène**, situé au Sud-Ouest du massif de Souhalia constitue la terminaison orientale des Traras, présente dans son flanc sud des épanchements volcaniques formés par un nombre restreint de centres éruptifs. En revanche, il montre par rapport aux autres massifs une structure typique au volcanisme telle que le dyke de Boutrack .

#### - Le secteur volcanique de Mohammadia

Le secteur d'étude s'intègre dans le bassin néogène du Bas-Chelif lequel se situe dans la partie médiane de la chaîne alpine d'Afrique du Nord. Il se présente sous forme d'une gouttière, orientée généralement ENE-WSW, d'une longueur qui peut atteindre 200 km et une largeur de 60 km (**Rouchy, 1982**). Ce bassin s'inscrit dans un quadrilatéral limité au Nord par les massifs côtiers d'Oran (Djebel Murdjajo), les massifs d'Arzew et les massifs de Dahra. Au Sud, il est bordé par les Monts de Tessala, Ouled Ali, les Béni Chougrane et les Monts de l'Ouarsenis.

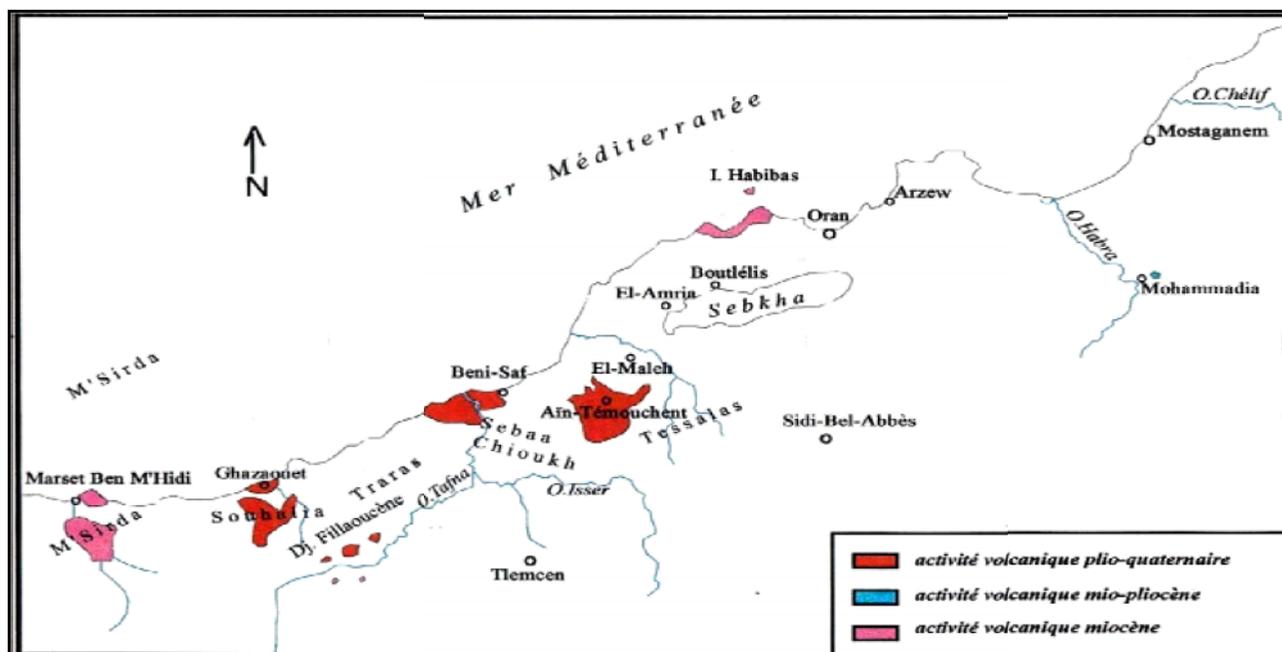


Fig. 1 : Situation des massifs volcaniques de l'Oranie Nord-occidentale (in Louni 1995).

### I.3. Cadre géologique et structural

#### I.3.1. Cadre géologique

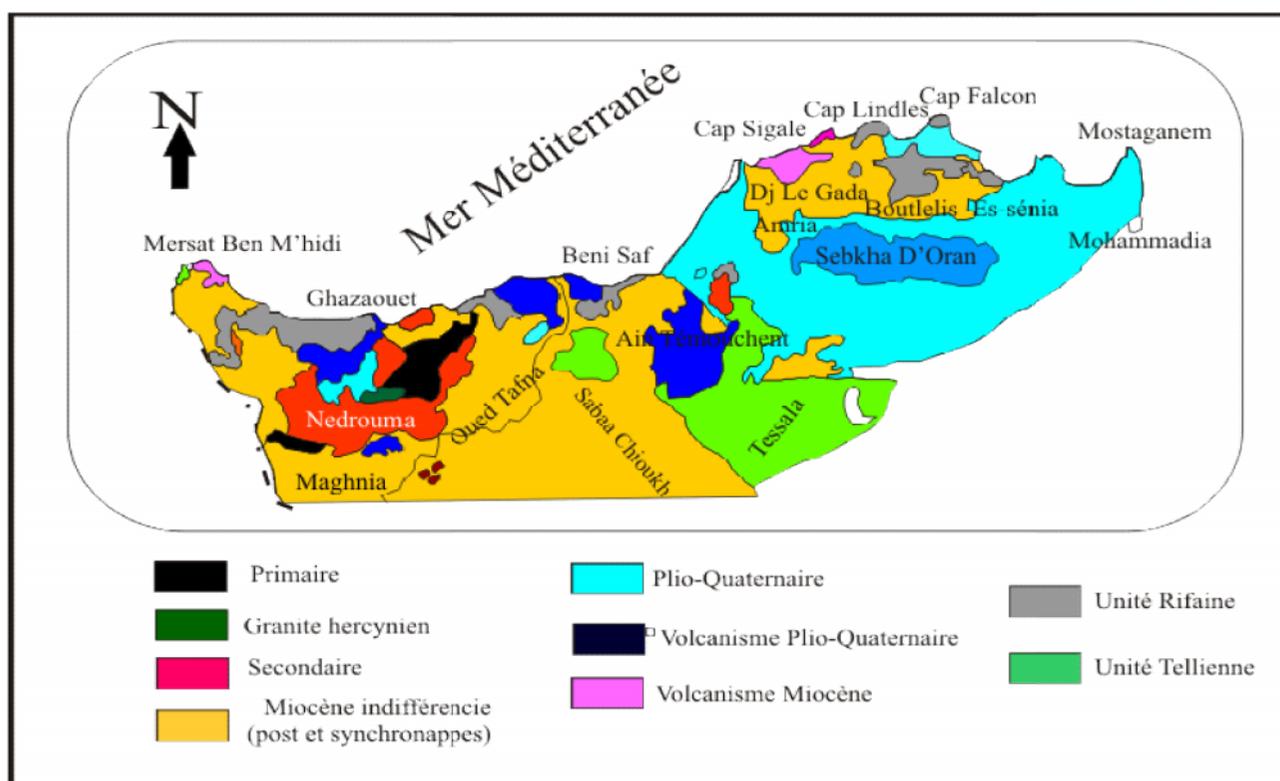
Du point de vue géologique, les massifs éruptifs de l'Oranie sont séparés les uns des autres par des massifs montagneux présentant des points culminants qui dominent dans le paysage (**Fig.2**).

**Le flanc sud du Djebel Fillaoucene** dont le flanc sud a émis une quantité importante de lave basaltique qui s'est étalée sur 5 à 7 km de large et une quarantaine de km de longueur.

**Le massif de la Basse Tafna** situé lui aussi dans le littoral, montre un sommet d'altitude 614 m, représenté par le dôme de Koudiat Sidi Aïssa.

Les centres éruptifs de cette région dessinent de petites collines présentant une topographie assez monotone.

**La région de Mohammedia** a été également le siège d'une activité volcanique, comme certaines autres régions oranaises (Ain Témouchent, Basse Tafna, Sahel d'Oran...). Cette activité s'est manifesté par des coulées basaltiques intercalées dans les niveaux gypseux de Miocène supérieurs (Messéniens) et marno-gréseux attribués au Pliocène.



**Fig. 2 : Contexte géologique de l'Oranie nord occidentale (in Megartsi, 1985).**

### I.3.2. Cadre structural.

Les gisements volcaniques d'âge plio-quaternaire de l'Oranie nord-occidentale se placent dans le domaine externe de la chaîne alpine dans lequel Guardia (1975) a pu distinguer : une zone atlasique et une zone tellienne .

#### Historique des recherches :

Le magmatisme de l'Algérie du nord est représenté par des massifs plus ou moins éloignés les uns des autres selon les régions. Il dessine un liseré plus ou moins continu qui se poursuit au-delà des frontières orientales et occidentales.

A l'est, il est représenté par une base de donnée qui a été au fur et à mesure améliorée en alcalin et en calco-alcalin par différents auteurs.

Quant à celui du cap Bougaroun, il fut entamé par A. Ouabadi (1994), celui du massif l'Edough par Aïssa.

Dans l'Ouest algérien, le magmatisme a aussi attiré l'attention de nombreux auteurs

Les roches volcaniques alcalines d'Oranie nord-occidentale ont fait l'objet de plusieurs travaux.

En effet, Velain (1874) donne une très courte description pétrographique du matériel éruptif. Il aborde la nature des roches volcaniques des îles Habibas et signale entre autre une néphéline à mélilite dans l'île de Rachgoun.

Lacroix (de 1893 à 1927), dans plusieurs de ses ouvrages, a apporté des précisions sur la minéralogie et la chimie des laves de la région. De nombreux échantillons, remis par Velain et Gentil, ont été cités dans ses publications sur « la minéralogie de la France et de ses colonies » et sur « les enclaves des roches volcaniques ».

Il fut le premier à qualifier les produits effusifs d'Aïn-Témouchent de basanitoïdes à analcime précisant ainsi, par la pétrographie, le caractère sous-saturé et alcalin de ce secteur.

Gentil (1903) présente une étude sommaire de quelques laves et rattache celles du plateau de Tadmaya à un basalte à olivine. D'autre part, il indique la présence de sanidinite au Cap d'Acra et décrit des labradorites sans signaler leurs lieux.

Parallèlement à ces premières cartographies détaillées, Gentil (1903) présente une étude plus élaborée des massifs éruptifs de la Moyenne et Basse Tafna et du secteur d'Ain-Temouchent

Sadran (1958) a focalisé ses travaux sur le volcanisme récent de l'Oranie et publie une thèse comportant une cartographie schématique des différents centres d'émission et des produits émis. Il donne une chronologie relative du volcanisme et précise la nature pé coulées.

Entre autre, il signale également la présence d'enclaves de natures pétrographiques variées et montre que le substratum gréseux des coulées de la Basse Tafna est constitué de sable à hélix d'âge Miocène supérieur, probablement "le Messinien".

Enfin, il publie des résultats d'analyses chimiques et relie la tectonique avec le volcanisme.

Fenet (1975), par ses études structurales, adopte pour l'Oranie, un modèle selon les conceptions « nappistes » tout en précisant la stratigraphie d'un grand nombre de secteurs et actualisant, par leurs arguments, d'intéressantes interprétations géodynamiques à l'échelle régionale.

Guardia (1975) présente une synthèse géologique et structurale de la région. Il conclue que le volcanisme de la Basse Tafna est totalement indépendant vis à vis de la tectogénèse antérieure, mais plutôt lié à une néotectonique profonde.

Bellon et Brousse (1977), Bellon et Guardia (1980) et Bellon et al (1984) de caractériser la position stratigraphique et l'âge de mise en place du volcanisme oranais.

Bellon et Guardia (1980), publient les résultats de l'étude paléomagnétique des roches éruptives alcalines de l'Oranie ainsi que leur datation au K/Ar. D'autre part, ces derniers précisent l'âge de la formation gréseuse qui constitue le substratum dans certains massifs volcaniques.

Megartsi (1985) présente une synthèse géologique, pétrologique et géodynamique de tout le volcanisme mio-plio-quadernaire de l'Oranie nord-occidentale. Il différencie les manifestations volcaniques calco-alcalines, d'âge Miocène (secteur de Tifarouine-Bouzedjar), des éruptions alcalines mio-pliocènes (secteurs des M'sirda et de la Moyenne Tafna) et plio-quadernaires (massifs des Souhalia, de la Basse Tafna et d'Aïn-Témouchent).

Bendoukha (1987 et 2008), entame une étude dynamique, pétrographique et géochimique du volcanisme de la Basse Tafna. Il met en évidence trois grands épisodes volcaniques majeurs (strombolien à la base puis phréatomagmatique enfin strombolien au sommet).

Il précise la nature alcaline et les faciès différenciés de ce massif. Il apporte de nouvelles données sur les caractères dynamiques et géochimiques du volcanisme mio-plio-quadernaire de l'Oranie nord-occidentale.

Tabeliouna (1997) décrit l'activité phréatomagmatique du massif d'Alger, en précisant la pétrographie et la minéralogie des basaltes émis.

Louni-Hacini et al (1995) proposent de nouvelles datations radiométriques ( $^{40}\text{K}$ - $^{40}\text{Ar}$ ) de la transition du volcanisme calco-alcalin au volcanisme alcalin d'Oranie et obtienne des âges plus jeunes que ceux présentés par Bellon et Guardia (1980).

Louni-Hacini(2002), étudie la transition du magmatisme calco-alcalin au magmatisme alcalin dans l'Oranie nord occidentale.

Maury et al. (2000), Coulon et al. (2002) et Louni-Hacini (2002) suggèrent que la transition du volcanisme néogène de calco-alcalin à alcalin en Oranie, est post-collisionnelle et serait due à l'expression magmatique d'une rupture du lithosphère subductée en se référant aux travaux de Carminatti et al. (1998) qui ont abouti à une image du manteau sous-oranais jusqu'à une profondeur de 400Km.

Zerka (2004) présente les premières approches concernant l'étude détaillée des enclaves ultrabasiques associées aux produits éruptifs d'Aïn Temouchent et de la Basse Tafna.

Il conclut une origine mantellique pour certaines d'entre elles et montre que les hétérogénéités minéralogiques et texturales observées dans les enclaves mantelliennes d'Oranie sont le résultat de cisaillements lithosphériques en contexte distensif accompagnant d'importants processus métasomatiques.

Entre autre, il présente les données préliminaires sur les verres volcaniques piégés dans les xénolites ultramafiques d'Oranie. Il montre que leurs compositions en éléments majeurs et traces sont distinctes aussi bien de celles des laves alcalines hôtes que de celles des roches calco-alcalines de la région. Il estime que les verres siliceux des xénolites de type I sont le résultat de processus d'interaction entre liquides basaltiques d'infiltration et péridotites encaissantes.

Bendoukha et al. (2009) présentent de nouvelles données sur le volcanisme alcalin Mio-Plio-quadernaire l'Oranie nord occidentale.

Hassane Douadji (2015) thèse Magister.

**I.5. But du travail**

Les principaux objectifs de notre travail ont été :

- de compléter la cartographie détaillée du massif volcanique de la Basse Tafna déjà réalisée en 1987 et flanc sud du Djebel Fillaoucène et massif de Mohammadia.
- d'établir une chronologie des coulées de laves émises par les centres éruptifs de chaque massif.
- d'échantillonner toutes les coulées pour ressortir les caractères pétrographiques de chaque massif.
- de mettre en évidence les grands épisodes volcaniques majeurs.
- de définir la nature magmatique du volcanisme Plio-Quaternaire de l'Oranie à l'aide de la géochimie (éléments majeurs, traces et terres rares), géochimie isotopique et du chimisme des minéraux
- de situer le volcanisme alcalin Plio-Quaternaire dans le cadre géodynamique de la Méditerranée occidentale.
- d'expliquer à l'aide de modèle la dynamique de remontée du magma basaltique mio-plio- quaternaire de l'Oranie nord-occidentale.

## II.1. Etude volcanologique

Dans le cadre de notre étude, nous nous sommes inspirés des cartes géologiques à l'échelle de 1/25000 du flanc sud du Djebel Fillaoucène et de la Basse Tafna réalisées par (Bendoukha, 2008) dans lesquelles ont été reportés les contours des formations volcaniques et sédimentaires ainsi que celle de Mohammadia réalisée en 2015 par Hassen Daouadji.

Les massifs éruptifs de l'Oranie nord occidentale sont plus ou moins éloignés les uns des autres. Celui de la moyenne Tafna, représenté par le flanc sud du Djebel Fillaoucène, présente des reliefs plus ou moins accentués.

Le massif de la Basse Tafna, là aussi deux points culminants. Il s'agit des volcans en forme conique d'El Gloub, situé dans la partie méridionale de la rive gauche de la Tafna et de Sidi Aissa, qui se trouve à quelques km au nord-ouest de celui-ci.

## II.2. Datation du volcanisme alcalin d'Oranie

En effet, les datations radiométriques ( $^{40}\text{K} / ^{40}\text{Ar}$  sur roche totale) obtenues par Bellon et Guardia (1980), Louni-Hacini et al. (1995) et Coulon et al. (2002) indiquent que l'activité éruptive à caractère alcalin a débuté en Oranie d'abord dans le flanc Sud du Djebel Fillaoucène (Moyenne Tafna) vers - 5,16 Ma.

Cette dernière est intercalée dans la formation marneuse du Miocène. Elle serait d'âge Messinien (Bendoukha et al, 2008).

Les manifestations éruptives se sont achevées en montrant également une évolution d'Ouest en Est. En effet, les derniers témoins de l'activité volcanique sont enregistrés dans le flanc Sud du Djebel Fillaoucène (-3,3 Ma). Les premières manifestations volcaniques dans le massif de Mohammadia sont déroulées juste après la mise en place du substratum gypseux attribués au miocène. Quant aux produits éruptifs attribués au plio-quadernaire, ils reposent sur un substratum datés du pliocène (Hassene Daouadji 2015)

## II.3. Les épanchements volcaniques du flanc Sud du Djebel Fillaoucène

Le flanc sud du Djebel Fillaoucène a donné naissance à des épanchements volcaniques qui recouvrent une surface assez importante (**Fig. 3**).

Le peu d'appareils volcaniques rencontrés dans cette région ont émis une, deux voir cinq coulées basaltiques qui se sont épanchées en grande quantité vers le SE et le SW. Aucun de ces centres n'a gardé sa forme conique ou en dôme originelle.

Les laves basaltiques émises par ces appareils reposent indifféremment :

- Sur les assises marneuses du Miocène du 2<sup>ème</sup> cycle post-nappes
- Sur un niveau conglomératique rougeâtre d'âge Pliocène (Guardia, 1975).

Quant aux coulées d'âge miocène, elles sont intercalées dans les assises marneuses du miocène du 2<sup>ième</sup> cycles post nappes

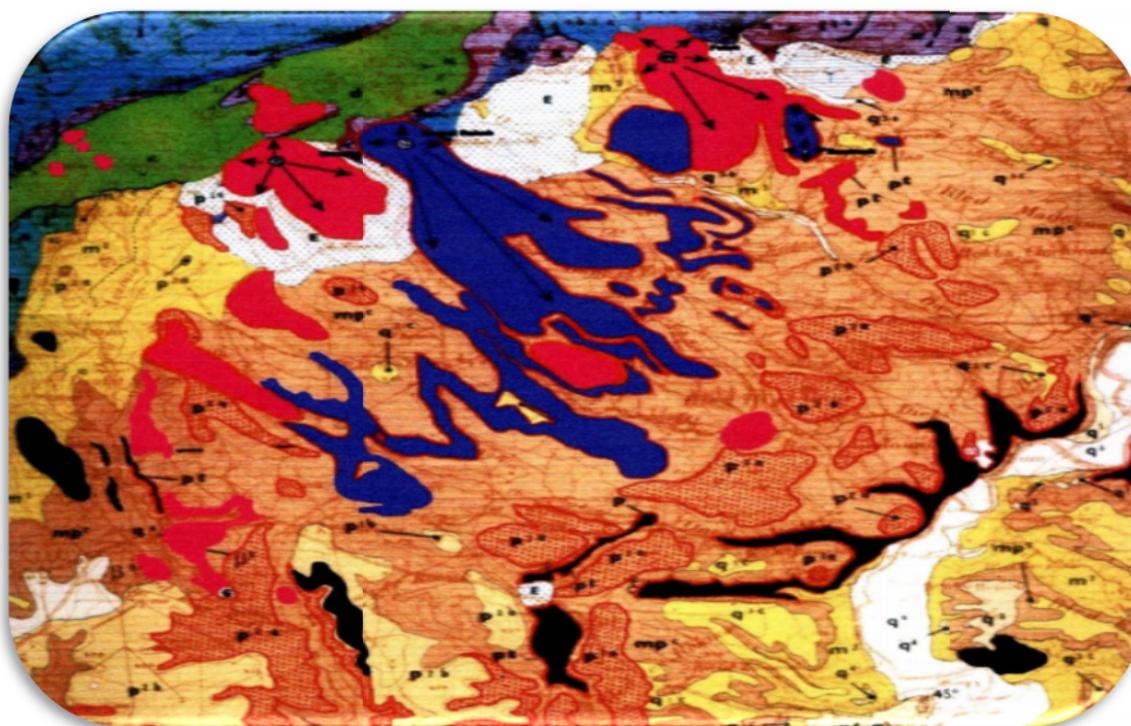


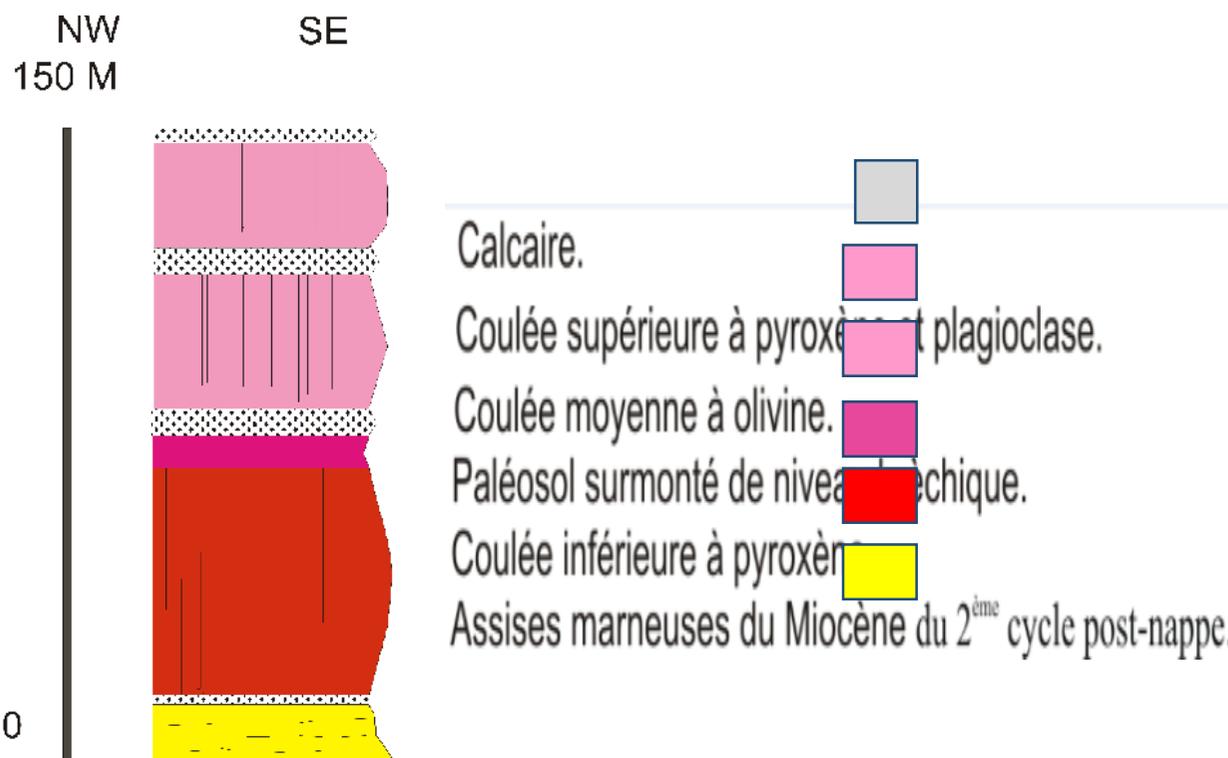
Fig. 3. Situation Géographique des volcans du Djebel Fillaoucene (in Bendoukha 2008)

### II.3.1. Le volcand'Aïn el Maaden (704 m)

Localisé à l'ouest du village d'AïnBengraou, le centre éruptif d'Aïn El Maaden, présente un cratère égueulé dans sa partie sud et entouré de scories disposées en forme de croissant. Les cinq coulées émises par ce centre sont séparées les unes des autres par de niveaux de brèches scoriacées et se sont épanchées sur une grande superficie vers le Nord-est et le Nord-Ouest (fig4).

- El Foul qui fait 200 m de hauteur. Les prismes de la coulée supérieure font 40 à 50 cm de la coupe levée au niveau de cette falaise montre de bas en haut.

- La formation marneuse de couleur jaune verdâtre du Miocène du 2<sup>ème</sup> cycle post-nappes, surmontée d'un paléosol d'épaisseur 1 m surmonté par une brèche scoriacée ravine la formation sous-jacente.



(fig4) : Coupe théorique dans le volcan d'Aïn El-Maâden.en (AYA B.2015).

**II.3.2.Le volcan de M'rabet Rabah (726 m)**

Le centre éruptif de M'rabetRabeh, situé au Nord-Est d'El Maâden est représenté par une cheminée volcanique d'émission 80 m de haut. Sa partie basale montre des prismes verticaux, réguliers de couleur sombre de 40 à 50 cm de diamètre et de 50 à 60 cm de haut.

Cet appareil volcanique présente une cheminée secondaire qui n'a conservé qu'un neck basaltique formé d'orgues verticaux de 20 à 30 cm de large et de 40 cm de haut.

**II.3.3.Le volcan d'AïnFetah (551 m)**

Le centre éruptif d'AïnFetah, situé au Nord Ouest de Boutrack, est souligné par de nombreuses scories brunes et brèches scoriacées disposées en forme de croissant. Les 2 coulées émises par cet appareil se sont épanchées vers le Sud.

La coulée inférieure repose un niveau conglomératique d'âge Pliocène. Son épaisseur est d'environ 4 m et présente une structure en plaquette.

Elle renferme des cristaux d'olivine de 0,5 cm de long et est parsemée de « tâches de soleil ». Elle possède une structure en plaquette et renferme quelques cristaux d'iddingsite et de pyroxène de taille millimétrique.

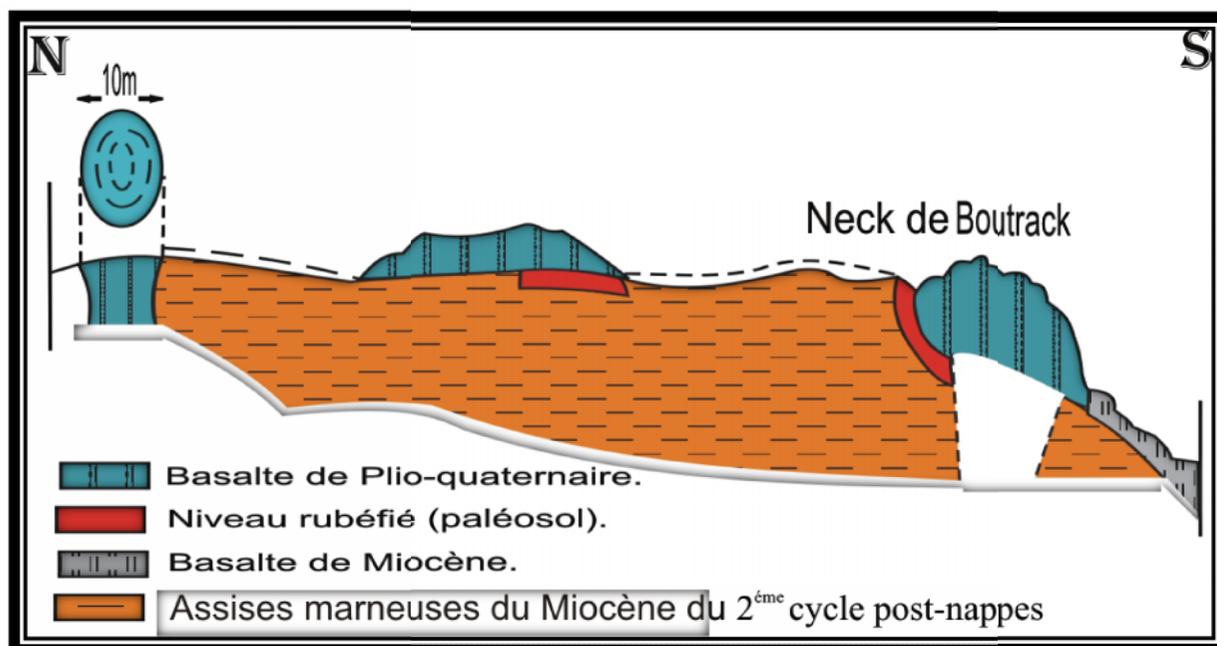
### II.3.4.le volcan de Boutrack

Le centre éruptif de Boutrack, situé au Nord du village du même nom est représenté par un neck basaltique formé par des orgues polygonaux, verticaux de 4 à 6 m de haut et de 1 m de diamètre.

La partie centrale de ce neck est formée d'orgues de 50 cm de section. Quant à sa base, elle présente des orgues de diamètre allant de 20 à 30 cm, de même inclinaison que les précédents.

Le centre éruptif de Boutrack serait situé à environ 200m au nord de ce neck et dont le cratère serait érodé. il ne reste que la structure de la cheminée d'environ 10m.

La lave repose sur les assises marneuses du Miocène du 2<sup>ème</sup> cycle post-nappes, par l'intermédiaire d'un niveau rubéfié de couleur brun rougeâtre. (Fig.5)



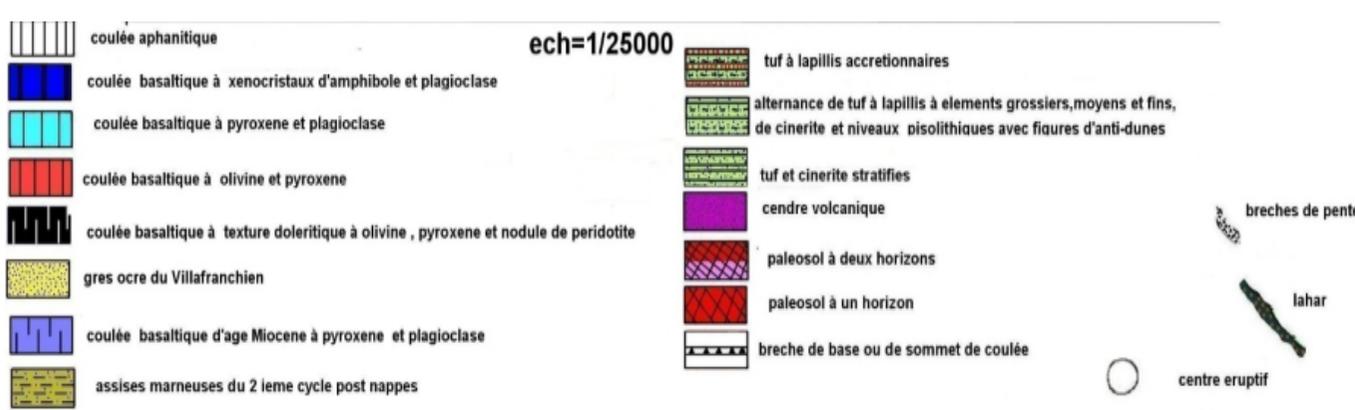
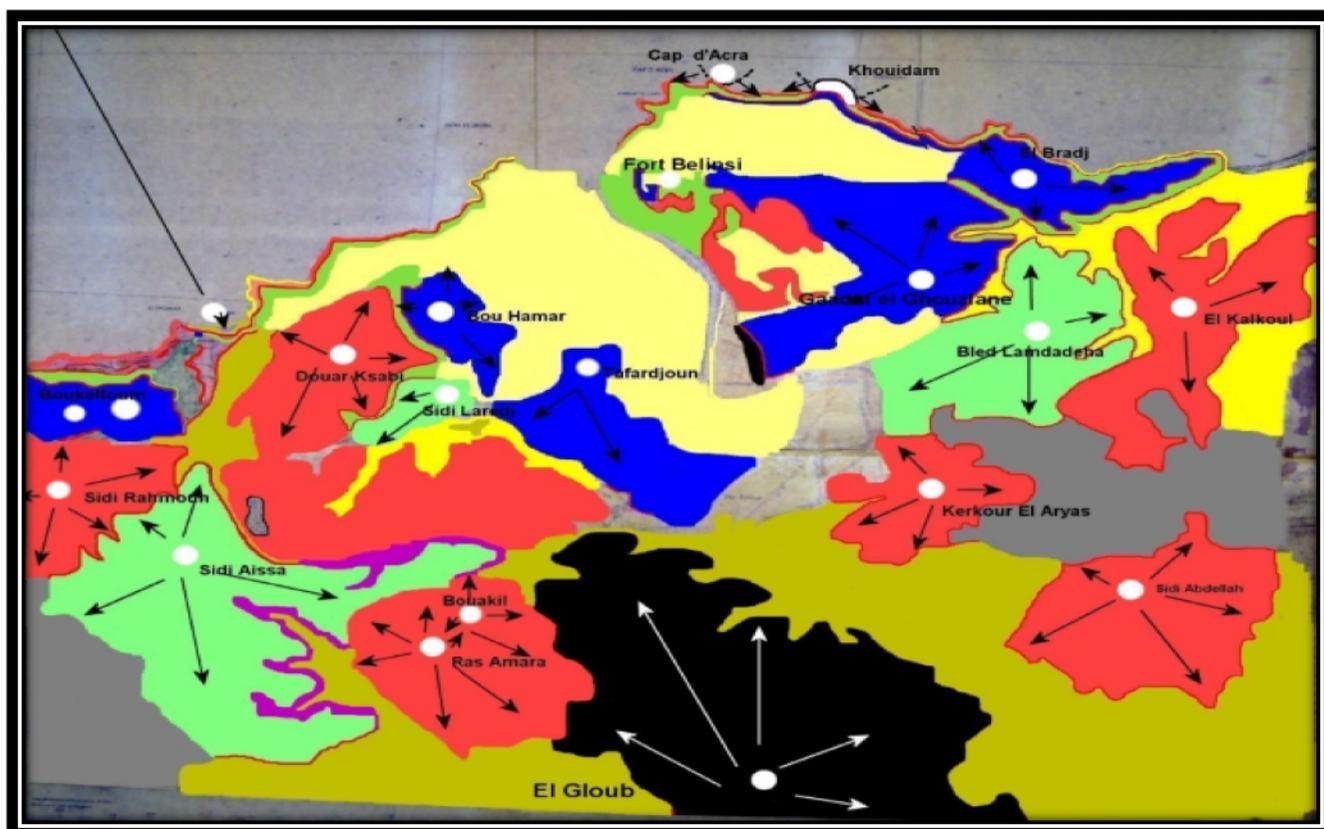
(Fig.5) Coupe longitudinale du neck et volcan de Boutrack (Me

### II.4. le massif volcanique de la Basse Tafna

Le massif volcanique de la Basse Tafna est constitué par de petites collines à faibles altitudes bien visibles. Ces dernières présentent des édifices en forme de cônes ou dômes scoriacés. La Basse Tafna compte 23 appareils (et ils sont 25 en totalité si en ajoute les deux centres de notre secteur d'étude) (Fig. 6).

Les laves basaltiques émises par ces appareils reposent indifféremment :

-Sur les assises marneuses du Miocène du 2<sup>ème</sup> cycle post-nappes et sur un niveau conglomératique rougeâtre d'âge Pliocène (Guardia, 1975).



(Fig6) :répartition géographique des centres d'émission de la Basse Tafna

### II.4.1. LES VOLCANS DE LA RIVE GAUCHE DE LA TAFNA

12 appareils volcaniques sont identifiés dans la rive gauche de la Basse Tafna (**Fig. 06**). Un seul volcan situé en mer au nord-est du centre d'émission de Boukeltoum et dont le cratère serait situé en mer (**Fig. 06**) a vu son activité se développer pendant le miocène.

La seule coulée prismée qui lui est rattachée renferme des cristaux de pyroxène, d'iddingsite et de plagioclase. Le reste des centres d'émission ont fonctionné pendant le Plio-Quaternaire et ont émis une deux trois ou 4 coulées basaltiques qui pour la plus part d'entre elles se sont épanchées de façon centrifuge.

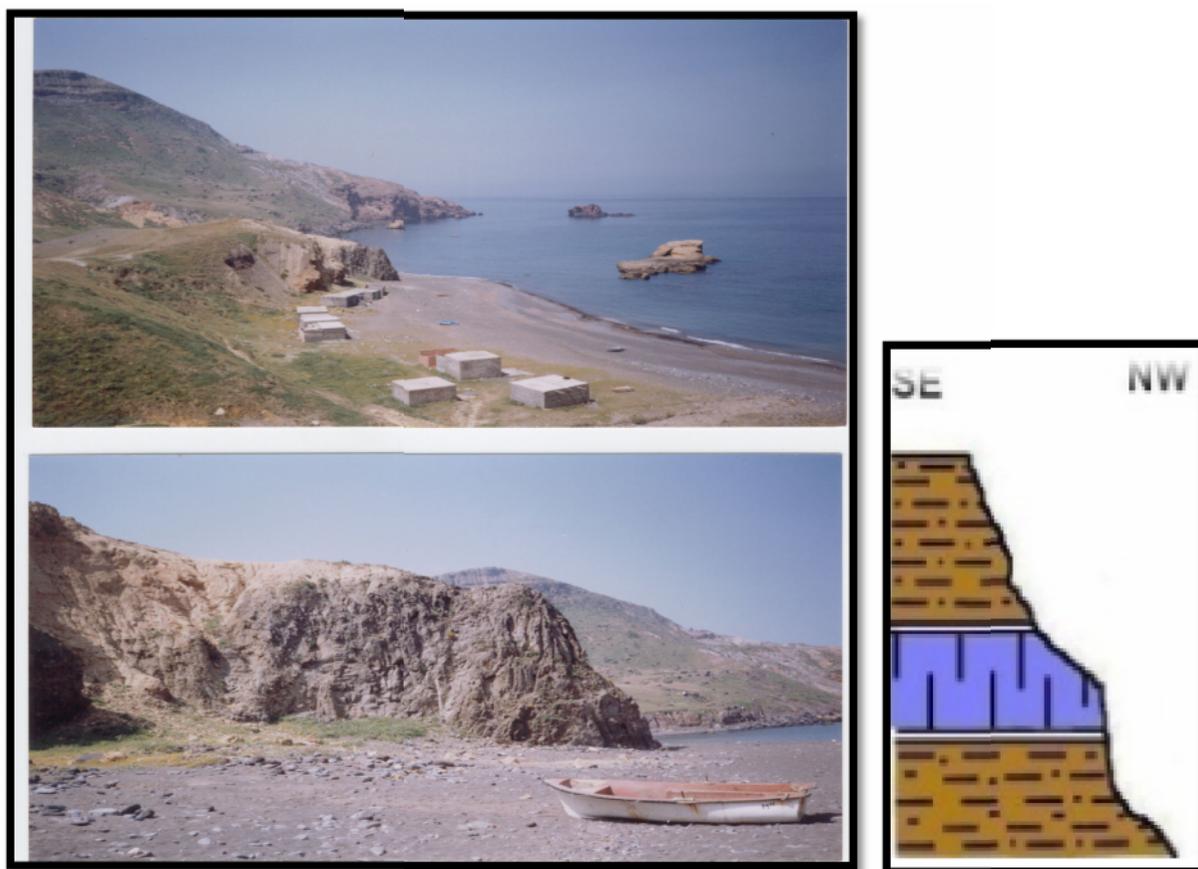


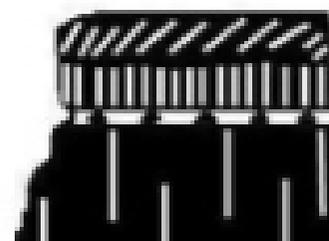
PHOTO 1: COULEE MIOCENE (GAUCHE DE LA BASSE TAFNA).

Fig :7

COUPE DE LA COULEE MIOCENE

#### II.4.1.1. Le volcan d'El Gloub (155 m)

Le volcan **d'El Gloub**, situé au sud du massif, a gardé sa forme conique originelle. Le haut du dôme est marqué par la présence de scories brunes et de bombes scoriacées de taille variable, de couleur



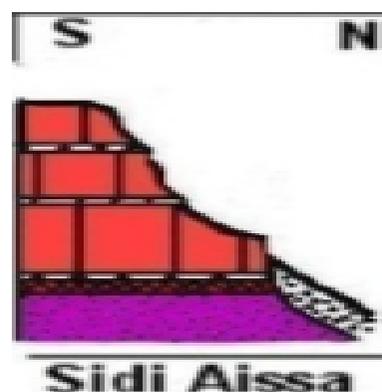
rouille. Il a émis 2 coulées basaltiques noires, qui se sont épanchées sur plusieurs Km vers le nord-ouest et le nord-est. Elles se sont accumulées sur une épaisseur de l'ordre de 150m et forment le plateau basaltique de Tadmaya. Au Sud-Est du village de Tadmaya, une falaise de 50m, montre la superposition de 2 coulées prismées formant des orgues verticaux de 30 à 35 cm de large et de 20 à 30 m de haut(fig08).

Fig8 : Coupe de volcan el Gloub

#### II.4.1.2. Le volcan de Sidi Aïssa (403m)

Le volcan de **sidi Aïssa** est l'un des plus importants appareils de la rive gauche de la Tafna. Il a émis une grande quantité de lave basaltique de couleur gris-bleutée répartie en 3 coulées constituant le plateau de Souk Etnine. Il a gardé sa forme conique. Des scories de couleur rouille et bombes scoriacées marquent le haut de l'édifice.

Dans sa partie Nord-Est, les 3 coulées ont comblé la vallée d'oued Zouanif entaillée dans les grès. Là, elles se sont accumulées sur une épaisseur de plus de 50 m et reposent sur un paléosol. Sur le flanc Est du volcan, les laves renferment des enclaves de pyroxénite dont la taille est comprise entre 1 et 5 cm de diamètre(fig09).



#### II.4.1.3. Le volcan de sidi Rahmoun (347 m) fig9 : coupe de volcan de sidi Aïssa

Le centre éruptif de **Sidi Rahmoun**, situé à l'Ouest du massif(Fig.10), à 3 Km au Nord-Ouest du volcan de sidi Aïssa, a une forme conique bien conservée, visible de loin dans le paysage. Ses flancs ont une pente d'environ 30°. Le haut du cône est marqué par des scories brunes de taille centimétrique.

Trois coulées basaltiques de couleur brune, à structure en plaquettes lui sont attachées. Elles montrent le faciès de "brûlures de soleil" et renferment de grands cristaux de pyroxène et de plagioclase. Au Nord du volcan, ces laves se sont accumulées sur une grande épaisseur 200m.

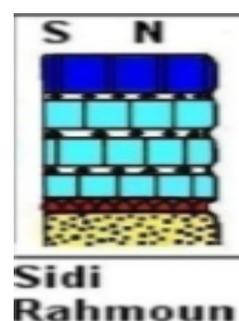


Fig10 : Coupe de volcan de sidi Rahmoun

#### II.4.1.4. Le volcan de Ras Amara (264m)

Le centre éruptif de **Ras Amara**, situé à environ 3 Km au Nord-Est d'El Gloub, possède un cône qui a subi une intense érosion. Il n'est reconnu que par la présence centimétrique. Il a émis 3 coulées basaltiques atteignant 100m d'épaisseur.

façon centrifuge, sur une faible distance. Elles ont une couleur gris-noir et renferment des phénocristaux de pyroxène, plagioclase et olivine altérée.

Ces 2 laves sont séparées par un mince niveau plus ou moins argileux de couleur grise, peu vésiculé et de scories de couleur brunâtre, de taille millimétrique.

#### **II.4.1.5. Le volcan de Douar Ksabi (282 m)**

Le volcan de **Douar Ksabi**, en forme de dôme, est situé à environ 2 Km à l'Est du centre éruptif de Boukeltoum. Son flanc Nord est recouvert par du sable dunaire brun, alors que des brèches rouge-brunes occupent le haut du dôme. Le quadrant Sud-Ouest, il est affecté par un réseau de fractures orientées Nord-est sud-ouest et montre une succession de 3 coulées basaltiques gris-noires peu vésiculées, à structure en dalles qui montrent de petits lits soulignant la fluidalité de la roche.

#### **II.4.1.6. Le volcan de Bouakil**

Le volcan de **Bouakil**, situé à 300 m au Nord-Est du centre éruptif de Ras Amara, a gardé sa forme conique originelle et la présence de scorie de taille centimétrique, de couleur rouille noire soulignant le haut de son cône.

Les 3 coulées qu'il a émises, sont constituées par des roches, de couleur gris clair, de taille millimétrique, caractéristiques du faciès "brûlures de soleil"

#### **II.4.1.7. Le volcan de Douar Bouhamar (146 m)**

Le centre éruptif de douar **Bou Hamar**(fig.6), en forme de dôme a rejeté une seule coulée basaltique gris-bleue à structure en plaquettes. Cette dernière renferme de nombreux cristaux de plagioclase et d'amphibole. La roche est affectée par endroit par des filaments de calcite.

#### **II.4.1.8. Le volcan de Sidi Laredj (191 m)**

L'appareil volcanique de **Sidi Laredj**(fig.6), a une forme en dôme très aplati. Les 3 coulées qui lui sont rattachées se sont épanchées vers l'Est et le Nord-Est. Elles ont une structure en plaquettes et renferment de gros cristaux de pyroxène et de plagioclase.

Dans l'Oued Marsa, au Nord-Est du volcan, ces coulées reposent sur un paléosol de 50 cm d'épaisseur, lui-même surmontant une formation volcano-sédimentaire constitué de tufs à lapillis bien stratifié.

#### **II.4.1.9. Le volcan de Tafardjoun (152 m)**

Le centre éruptif de **Tafardjoun(fig.6)** est situé à 2Km au Nord-Est de l'appareil de Ras Amara. Le cône est démantelé en grande partie sur le flanc Ouest mettant à jour une cheminée. Du sable dunaire brun le recouvre dans le quadrant Nord.

Cet appareil a d'abord émis une grande quantité de cendres volcaniques gris-clair et de tufs à lapillis beige-verdâtre dessinant des lits réguliers.

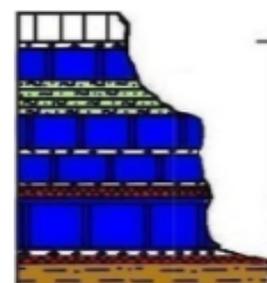
Ces produits pyroclastiques renferment de nombreux fragments d'amphibole de taille allant de 1 à 3 cm de long, des enclaves de roches sédimentaires (calcaire de couleur jaune-clair) et des galets arrachées au substratum.

#### II.4.1.10. Le volcan de Boukeltoum

Le volcan de **Boukeltoum(fig.11)**, est constitué de 2 cônes emboîtés atteignant respectivement l'altitude de 367 et 337m.

A StahZenzila, une falaise de 200m, montre la succession de 4 coulées basaltiques séparées soit par un paléosol soit par des brèches scoriacées de couleur brun-rougeâtre ou par des dépôts lités formés par une alternance de tufs à lapillis à éléments grossiers et moyens, de niveaux carbonatés et grès dunaires

Sur le flanc Sud du piton 367m, de grosses boules (20 à25 cm) de diamètre de pyroxène ou d'amphibole jonchent le sol. Les produits éruptifs de Boukeltoum, reposent sur le matériel volcanique du centre de Sidi Rahmoun.



**Boukeltoum**

**Fig11 :Coupe de volcan de Boukeltoum**

### II.4.2.LES VOLCANS DE LA RIVE DROITE DE LA TAFNA

Nous avons **11 appareils** volcaniques, proches les uns des autres ont été identifiés. La plupart d'entre eux ne sont mis en évidence que par la morphologie en dôme dont le cœur est occupé par des produits de projection, le cratère étant le plus souvent érodé.

#### II.4.2.1.Le volcan de Gaadat El Ghouzlane (232 m)

Le centre éruptif de Gaadat El Ghouzlane, en forme de dôme, monte un sommet marqué par des scories brunes de taille variable, des bombes scoriacées et une brèche scoriacée recouverte par endroit par une mince croûte calcaire. Les trois coulées rattachées à cet appareil se sont épanchées, en grande quantité vers le nord. Elles ont une couleur bleue et une structure en dalles de taille comprise entre 30

cm et 1 mètre d'épaisseur. La coulée inférieure montre de gros cristaux d'amphibole de taille moyenne (2-5 cm) et de plagioclase de 1 à 2 cm de long, Au nord-ouest de ce volcan.

#### **II.4.2.2. Le volcan de Kerkour El Aryas (222m)**

Le long de la route nationale N°22, qui longe l'oued Tafna, entre Sidi Mehdi et Sidi Ben Hadjal, se trouve un petit centre éruptif dont le flanc Ouest est complètement démantelé par l'érosion. Sa cheminée est marquée par la présence de scories brunes de taille variable et de bombes scoriacées. La coulée émise par cet appareil est une roche gris-noire à "taches de soleil" et affectée par quelques filons de calcite. La lave renferme des phénocristaux de pyroxène et de périclase pulvérulents. Le flanc Sud de cet appareil, repose sur les assises du Miocène du 2<sup>ème</sup> cycle post-nappes.

#### **II.4.2.3. Le volcan de Bled Lamdadaha (261 m)**

Le volcan de Bled Lamdadaha (**Fig.6**), de forme conique, a rejeté 3 coulées de couleur gris-clair, présentant le faciès "taches de soleil". Ces laves plus ou moins vésiculées renferment des cristaux de pyroxène dont la taille est comprise entre 1 et 2 cm de long et montrent des litages soulignant la fluidalité.

Les trois laves rejetées par cet appareil, sont recouvertes par les coulées (moyenne et supérieure) émises par le centre éruptif d'El Kalkoul. Au sud, elles reposent sur un matériel allochtone du Djebel Skouna.

#### **II.4.2.4. Le volcan d'El Bradj (172 m)**

Le volcan d'El Bradj, de forme conique peu accentuée est égueulé dans son flanc Nord. Les produits rejetés correspondent à des projections de scories et de 2 coulées bleues.

Ces dernières renferment des phénocristaux de plagioclase et des cristaux d'amphibole visibles à l'œil nu et reposent sur une formation volcano-sédimentaire émise par le centre éruptif le Fort Belinsi. Elles surmontent un substratum gréseux constitué de sable ocre à hélix d'âge Villafranchien.

#### **II.4.2.5. Le volcan de Biramdane (100m)**

L'appareil volcanique de Biramdane, a été démantelé par l'érosion. Au cœur de la structure, des scories brunes de taille variable et bombes scoriacées en forme d'amygdale de taille décimétrique, de couleur gris-noirâtre indiquant sa présence.

La seule coulée basaltique émise est prismée. Elle est de couleur gris-bleu et montre à l'œil nu, des phénocristaux de pyroxène et de plagioclase.

A l'ouest du centre d'émission, la coulée repose sur un lambeau de lave noire, bien prismée, émise certainement par le volcan d'El Gloub, situé dans la rive gauche de la Tafna.

#### **II.4.2.6. Le volcan de Sidi Abdallah (265 m)**

Le volcan de Sidi Abdallah, en forme conique, montre dans sa partie sommitale, des scories brunes et de bombes scoriacées. Les coulées gris-noires qui lui sont rattachées se sont épanchées dans toutes les directions.

#### **II.4.2.7. Le volcan de Khoudam (100m)**

Le volcan du Khoudam est représenté par une petite île volcanique de forme conique situé à 1,5 Km à l'Ouest du centre éruptif d'El Bradj (**Fig.6**). Le cône est marqué par des bombes scoriacées de couleur brune, de taille décimétrique à métrique, présentant de vésicules de forme ovale de 1 à 3 cm de diamètre et de scories centimétriques.

#### **II.4.2.8. Le volcan du cap d'acra (100 m)**

L'appareil volcanique du Cap d'Acra (**Fig.6**), est caractérisé par un petit cône souligné par la présence de bombes scoriacées et de scories brunes. La coulée gris-noire qui lui est attachée montre une variation d'épaisseur entre Maset El Gaïd (30m) et Rachgoun (3m).

#### **II.4.2.9. Le volcan le Fort Belinsi**

Le centre d'émission du Fort Belinsi(**Fig.6**), situé à 1 Km au Sud du village de Rachgoun, présente un cratère de 250 m de diamètre qui occupe la vallée qui sépare le Djebel Lakhmag du Fort Belinsi.

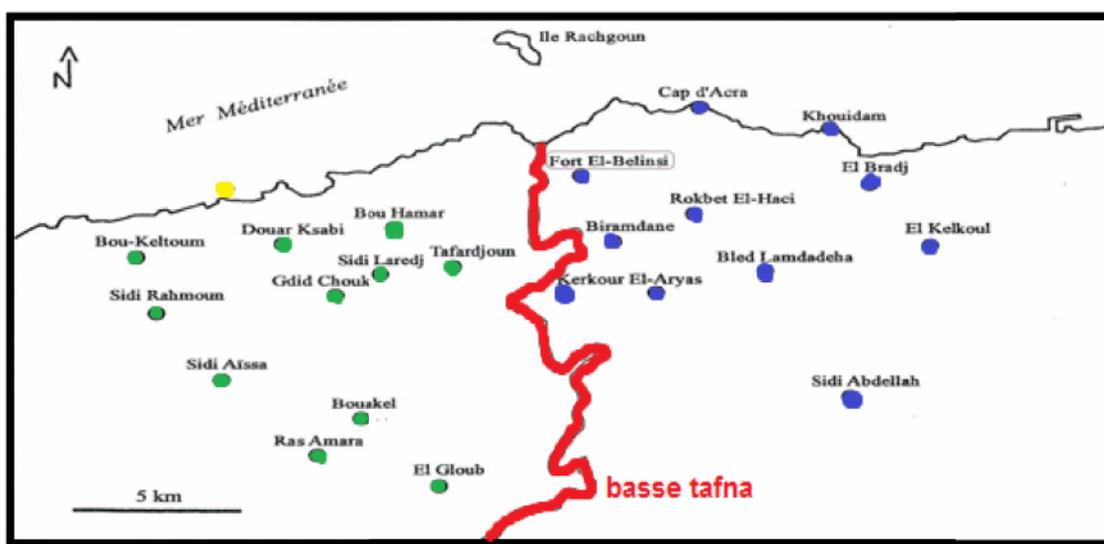
Deux coupes effectuées sur les flancs Nord et Sud de cet appareil permettent de mieux apprécier la formation volcano-sédimentaire.

## Conclusion

L'étude pétrographique des différentes laves basaltiques (Fig.40) de la Basse Tafna a mis en évidence :

- Le groupe B1 est représenté par une seule coulée miocène. La roche est prismée et riche en cristaux de pyroxène et d'iddingsite
- le groupe B2, représenté au volcan d'El Gloub est caractérisé par 2 coulées noires et
  - prismées, renfermant une abondance de phénocristaux d'olivine de grande taille, de clinopyroxène et de plagioclase.
- le groupe B2 englobe les coulées gris-noires à « tâches de soleil ». ces laves montrent une texture microlitique-porphyrique et renferment une quantité moins importante de phénocristaux de néphéline, d'apatite et d'analcime.
- le groupe B3 renferme uniquement les produits pyroclastiques, notamment les tufs à lapillis, les tuffites, les cinérites, les pisolithes, les tufs à lapillis accréionnaires « le spatter-cônes » et les blocs basaltiques fichés. es produits volcano-sédimentaires sont émis par le centre éruptif le Fort Belinsi.
- le groupe B4 correspond à des coulées gris-bleues à texture microlitique-porphyrique. Elles renferment une grande abondance de clinopyroxène frais ou altérés, de plagioclase et quelques olivines plus ou moins iddingsitisées.
- le groupe B5 englobe les coulées bleues à texture microlitique-porphyrique, renfermant des phénocristaux de feldspath des microlites de clinopyroxène, d'olivine et de xénocristaux d'amphibole. La coulée sommitale montre une texture aphyrique.

L'étude globale de l'ensemble de ces dépôts éruptifs montre une évolution minéralogique nettement marquée depuis la coulée basale jusqu'à la coulée sommitale.



(fig.12). Répartition des appareils éruptifs du complexe de la Basse Tafna

Le volcan	Forme de volcan	Rives	Nbre de coulée	produits Volcaniques
Boukeltoum	conique	Gauche	4	CB à xenocristaux d'amphibole et plagioclase
Tafardjoun	conique	Gauche	2	CB à xenocristaux d'amphibole et plagioclase
Bouhamar	dôme	Gauche	1	CB à xenocristaux d'amphibole et plagioclase
SidiAissa	conique	Gauche	3	Tufs et cinérite stratifiés
SidiLaredj	dôme	Gauche	3	Tufs et cinérite stratifiés
Bouakil	conique	Gauche	3	CB à olivine et pyroxene
GdidChouk	dôme	Gauche	3	CB à plagioclase et pyroxene
Douar Gsabi	dôme	Gauche	2	CB à olivine et pyroxene
El Gloub	conique	Gauche	3	CB à texture doléritique à olivine
El Bradj	conique	Droite	2	CB à xenocristaux d'amphibole et plagioclase
Gaadat El Ghoulane	dôme	Droite	3	CB à xenocristaux d'amphibole et plagioclase
Biramdane	dôme	Droite	1	CB à plagioclase et pyroxene
El Kalkoul	dôme	Droite	3	CB à olivine et pyroxene
Fort Belinsi	dôme	Droite	2	Produits pyroclastiques
Kerkour El Aryas	dôme	Droite	3	CB à olivine et pyroxene
Khoudam	conique	Droite	1	CB à xenocristaux d'amphibole et plagioclase
Cap d'Acra	conique	Droite	1	Coulée à olivine
SidiAbdellah	conique	Droite	1	CB à olivine et pyroxene
	conique	Droite	3	Alternance de tyf à lapillis à éléments grossiers

Tableau1 : produits volcaniques des volcans de la Basse Tafna.

CB : coulée basaltique.

## II.5. le Secteur volcanique de Mohammadia

### II.5.1. Introduction

Nos investigations de terrain nous ont permis de reconnaître dans le secteur de Mohammadia des produits éruptifs représentés par des émissions effusives et explosives.

Les laves s'individualisent en deux coulées et un dyke, les pyroclastites sont des brèches volcaniques et des tufs.

### II.5.2. Centre d'émission

Les recouvrements importants des sédiments plio-quadernaires ne permettent pas d'apprécier la morphologie du volcan de Mohammadia, seule une brèche volcanique à éléments métriques peut témoigner de la proximité d'un centre d'émission qui est situé juste à la sortie Est de la ville de Mohammadia.

### II.5.3. Les produits volcaniques

#### II.5.3.1.Brèche



**Photo2 : Brèche volcanique**

Elle affleure nettement dans la châaba située juste sous la colline d'El Emmbarka au NE du point 146m à la faveur d'entaille, de petit ravin creusé sur le flanc de cette dernière ; elle constitue la partie la plus importante des produits volcaniques émis par ce volcan sur une épaisseur de 20 m. Elle est composée d'éléments scoriacés dont des bombes en fuseau de taille métrique, qui sont intercalées dans une série sédimentaire dont les bancs de direction NE- SW sont redressés à la verticale.

#### II.5.3.2. Tufs1 et tufs2 :

Pour T1Présentent une épaisseur de 5 mètres de couleur beige à élén directement sur la brèche volcanique et ne présentent pas de litage et T2

10 mètres, de couleur beige à éléments moyens, reposent sur la coulée inférieure. Ils ne présentent pas de litage. (Leur superposition n'est pas directe).

### II.5.3.3. Les coulées

Deux coulées ont pu être définies. Leur superposition n'est pas directe. Leur distinction en coulée inférieure et supérieure s'est effectuée sur la base de leur position relative par rapport à la topographie.

Les épaisseurs de ces coulées sont difficiles à apprécier à cause de la discontinuité des affleurements et des lacunes de visibilité au niveau des contacts inférieurs et supérieurs avec les formations sédimentaires voisines.



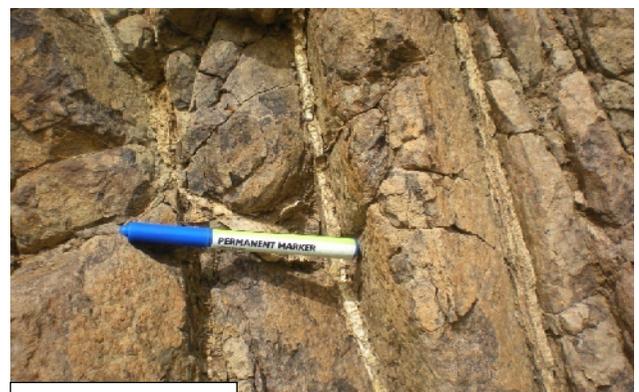
**Photo3 : Les Coulée basaltique à olivine et pyroxène**

Cependant, nous estimons la puissance de chaque coulée entre 15 et 20 m environ ; ces coulées sont gris noir à brun rouge, elles sont scoriacées à la base et au sommet.

### II.5.3.4. Dyke :

L'affleurement du dyke apparaît au voisinage de la coulée inférieure sous le point 160m.

Il semble la recouper parce qu'il est situé à un niveau plus élevé et Tous ces produits volcaniques sont couverts par des grès pliocènes.



**Photo 4 :Dyke**

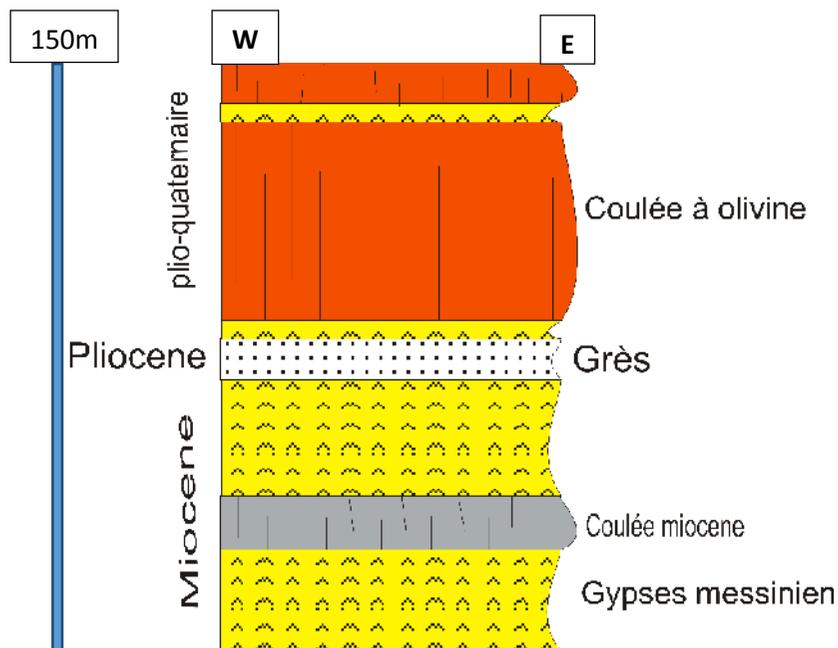


Fig. 13 : Coupe synthétique des volcanites de Mohammadia.en (AYA B.2015)

#### II.5.4. Conclusion

Cette activité s'est manifesté par des coulées basaltiques intercalées dans les niveaux gypseux de Miocène supérieurs (Missiniens) et marno-gréseux attribués au Pliocène. Mais contrairement à fillaoucene.

Au sahel d'Oran, à la basse Tafna, nous n'avons décelé aucun éruptif à Mohammadia, probablement à cause des recouvrements pliocènes.

### III.1. Introduction

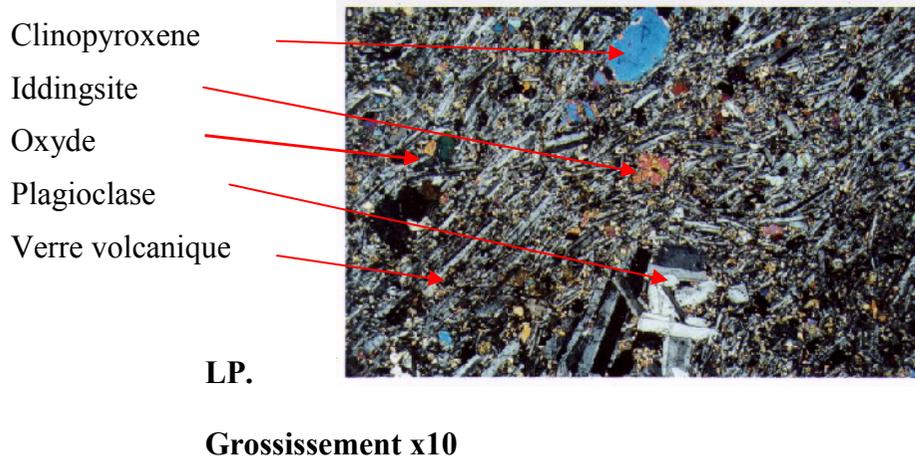
La cartographie et l'étude pétrographique des produits éruptifs de l'Oranie nord occidentale permettent de reconnaître, pour chacun des complexes volcaniques, trois à six groupes de basaltes. Ces différents groupes pétrographiques se distinguent entre eux par la nature et les caractéristiques des produits émis.

### III.2. Pétrographie des laves du flanc sud du Djebel Fillaoucène

L'étude pétrographique des laves émises par les centres éruptifs du flanc sud du Djebel Fillaoucène a mis en évidence quatre grands groupes de coulées, notés F1 à F4, se distinguant par leur minéralogie (**Fig.3**). La distribution des phases minérales dans les coulées plio-quadernaires du flanc sud du Djebel Fillaoucène, notamment celle des phénocristaux, diminue en quantité et en taille depuis les coulées inférieures jusqu'aux coulées supérieures.

#### III.2.1. Les basaltes du groupe F1

La seule coulée, représentant le groupe F1, affleure dans la partie méridionale du flanc sud du Djebel Fillaoucène. Elle est interstratifiée dans les assises marneuses jaune-verdâtres du Miocène (Guardia, 1975). Cette coulée est datée du Miocène (Coulon et al, 2002). Macroscopiquement, la roche est très sombre et se débite en boules. Elle est affectée par de nombreuses micro fractures qui sont le plus souvent remplies de marnes. Elle est riche en phénocristaux de pyroxène et d'olivine. En lames minces, la lave montre une texture microlitique (**Fig14**).



**Fig.14: Coulée à texture microlitique d'âge Miocène du Flanc sud du Djebel Fillaoucène**

### III.2.2. Les basaltes de groupe F2

Ce groupe pétrographique comprend trois coulées, massives et de couleur gris sombre, qui ont été émises par les centres d'émission de Aïn Fetah et Aïn Maâden. Les roches correspondant à ce groupe se débitent en plaquettes, parfois en boules ou en prismes et montrent à l'œil nu de gros phénocristaux d'olivine fraîche plus ou moins vitreuse.

La coulée inférieure montre une texture porphyrique. Les phénocristaux d'olivine (20-25%), de plagioclase (5-10%) et de clinopyroxène (10-15%) baignent dans une matrice qui comprend la même association minéralogique (Fig.15).

Olivine

Clinopyroxène

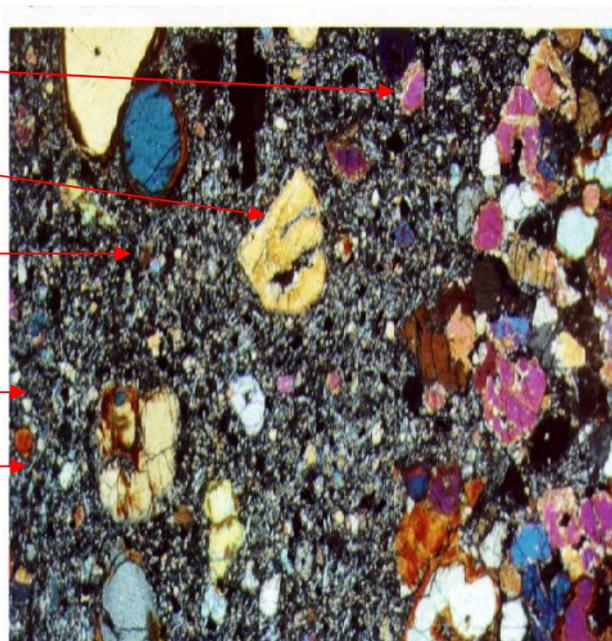
Plagioclase

Titanomagnétite

Verre volcanique

LP :

Grossissement x10



**Fig. 15: Coulée inférieure du groupe F2**

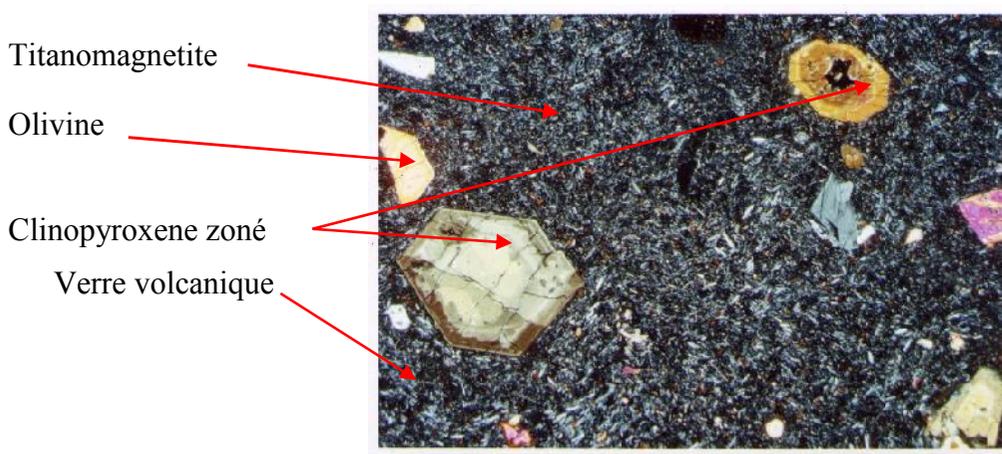
La coulée moyenne montre une texture microlitique légèrement porphyrique. Les rares phénocristaux sont représentés par de l'olivine (3 à 5%), en sections de 0,5 à 1,2 mm de long, du clinopyroxène (1 à 2%), souvent corrodé, et du plagioclase (1%). Cette même association minéralogique apparaît également en microlites baignant dans une pâte vitreuse.

La coulée supérieure du groupe F2 montre une texture microlitique. Elle renferme surtout des microcristaux de clinopyroxène de couleur jaune-brun, de moins de 1 mm de long, et à bordure résorbées. Ils présentent la macle en sablier et renferment quelques inclusions de minéraux opaques. Certains cristaux de clinopyroxène sont altérés.

### III.2.3. Les basaltes du groupe F3

Ce groupe pétrographique comprend trois coulées de couleur gris-bleu à la patine. Celle de base se débite en plaquette et est vésiculée dans sa partie supérieure. De plus, elle montre de nombreuses taches millimétriques rappelant le faciès « brûlures de soleil » ainsi que des cristaux de pyroxène. Elle présente une texture microlitique porphyrique.

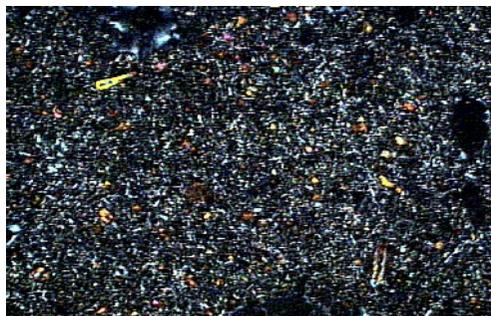
Ils apparaissent en sections automorphes de 1 à 2 mm de long. La plupart d'entre eux sont zonés (**Fig16**) et les bordures sont assez souvent corrodées. Certains cristaux sont altérés alors que d'autres se présentent en plages plus ou moins aciculaires à bordures assombries.



**Fig. 16** : Coulée inférieure du groupe F3 LP : Grx10

La coulée moyenne, du groupe pétrographique F3, montre une texture microlitique. Les cristaux de clinopyroxène (1- 2%), de couleur jaunâtre, sont souvent corrodés et zonés. Les fines lattes de plagioclase, en sections limpides et de taille comprise entre 0,05 et 0,1 mm de long, sont souvent maclées et plus ou moins orientées suivant la direction de fluidalité de la roche.

La coulée supérieure de ce groupe présente une texture microlitique et renferme des microcristaux d'olivine (10%) et de clinopyroxène (2%) (**Fig. 17**). Les olivines, de taille moyenne comprise entre 0,1 et 0,5 mm de long, sont craquelées, altérées et montrent une forme allongée pour certaines et sub-arrondie pour d'autres.



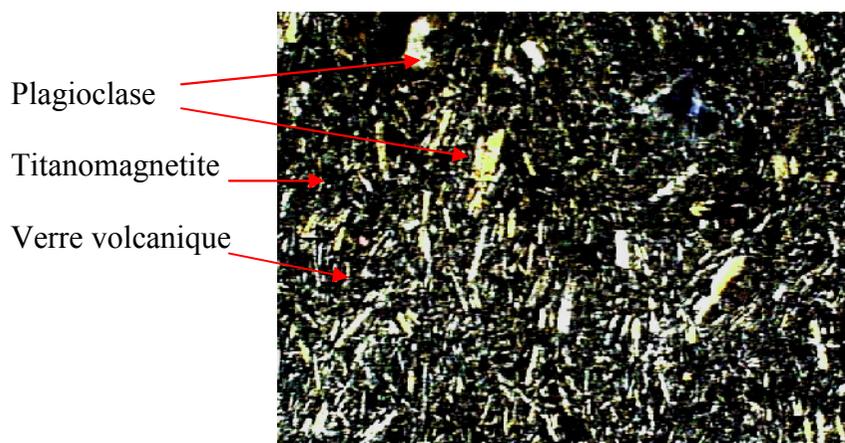
**Fig. 17** :Coulée supérieure à texture microlitiqueLP : Gr x10

### III.2.4. Les basaltes du groupe F4

Ce groupe pétrographique est caractérisé par une seule coulée basaltique, massive et de couleur sombre, localisée au sud-ouest du centre éruptif de Boutrack(**Fig.4**).

En lames minces, la lave montre une texture microlitique porphyrique, (**Fig. 18**), dans laquelle nous distinguons des phénocristaux de plagioclase (5-7%), de 2 à 2,5 mm de long, disposés en lattes et présentant tous la macle polysynthétique.

Le reste de la roche est occupé par un verre volcanique de couleur grisâtre à gris-sombre.



**Fig. 18 : Coulée du groupe F4 LP : Gr x 10**

### III.2.5. Conclusion

L'étude pétrographique de l'ensemble des coulées émises par les appareils volcaniques situés sur le flanc Sud du Djebel Fillaoucène a fait ressortir quatre groupes pétrographiques de basaltes, notés F1 à F4, se distinguant par leurs caractéristiques texturales et minéralogiques.

Ces groupes peuvent comprendre, chacun, une à trois coulées.

D'une manière générale, une nette évolution texturale et minéralogique peut être mise en évidence depuis la coulée du groupe F1 jusqu'aux basaltes du groupe F4.

Cette évolution se traduit surtout par une diminution des proportions et de la taille des cristaux d'olivine et de clinopyroxène et avec l'apparition de feldspath potassique dans la coulée la plus récente du groupe F4.

L'ordre de cristallisation global des diverses phases minérales pourrait s'établir comme suit :

Opaques → olivine → clinopyroxène → orthose → analcime

Flanc Sud du Fillaoucene		Centres Eruptifs	DESCRIPTION PETROGRAPHIQUE	DYNAMIME
F4	Ma	OuedBouzar	Coulee massive sombre <b>Macroscopiquement</b> : cristaux de plagio <b>Microscopiquement</b> : pheno: pl(10%-cpx(1%)-Fk (1%). <b>Mesostase</b> : pl-cpx fk-zeolite-oxyde verre	STROMBOLIEN
F3	3.33	Koudia tBoutrack	Coulee gris-bleu à <taches de soleil> <b>Macroscopiquement</b> : Cristaux de Cpx <b>Microscopiquement</b> : Pheno: Cpx (10%) <b>Mesostase</b> : plagio-cpxanalcime-iddingsite-oxyde-verre.	
F2	3.62	M"Rabet Rabah El Maaden Sidi AliBenzemra	Coulee gris sombre <b>Macroscopiquement</b> : Cristaux d'olivine fraiche <b>Microscopiquement</b> : Pheno: olivine (20-25%)- Cpx (10%) <b>Mesostase</b> : ol - plagio - cpx-zeolite -oxyde - verre.	
	4.10	Niveau conglomeratique rougeatre d'age Pliocene		
F1		Centre eruptif non visible	Coulee massive noire prismee interstratifiée dans les marnes <b>Macroscopiquement</b> : Cristaux d'ol-pl -enclave de peridotite. <b>Microscopiquement</b> : Pheno: olivine (3-5%)-plagio (7-10%) <b>Mesostase</b> : ol - plagio - cpx-zeolite -enclave peridotite(1%) enclave de quartz (1%) -oxyde - verre.	EFFUSIF

FIG .POSITION STRATIGRAPHIQUE DES PRODUITS ERUPTIFS DU FLANC SUD DU DJEBEL FILLAOUCENE.

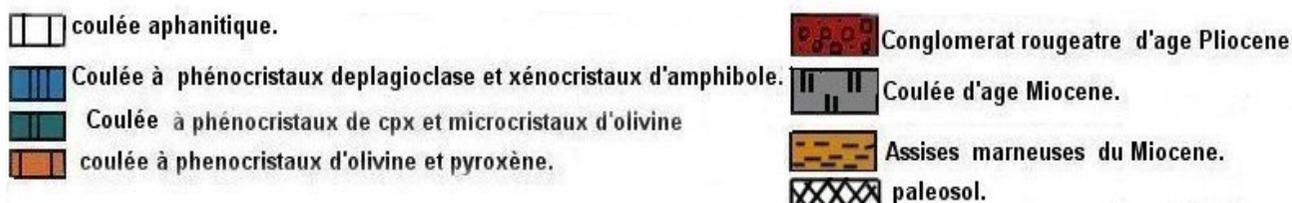


Fig. 19. Position stratigraphique des produits éruptifs du flanc sud du Djebel Fillaoucene

### III.3. Pétrographie des laves de la Basse Tafna

L'étude pétrographique des divers produits volcaniques de la Basse Tafna a mis en évidence six groupes pétrographiques différents, notés B1 à B6, présentant chacun ses propres caractères pétrographiques. Elle a permis également d'établir d'une part une corrélation entre les différentes émissions et d'autre part leur chronologie de mise en place.

#### III.3.1. Le groupe B1

Les produits basaltiques du groupe pétrographique B1 sont représentés par une seule coulée attribuée au Miocène (Bendoukha et al. 2008). La lave est prismée et montre à la patine une couleur grisâtre (photo5). Microscopiquement, la coulée est de texture microlitique porphyrique. Les microlites sont représentés par du pyroxène, de l'iddingsite et quelques cristaux de plagioclase.

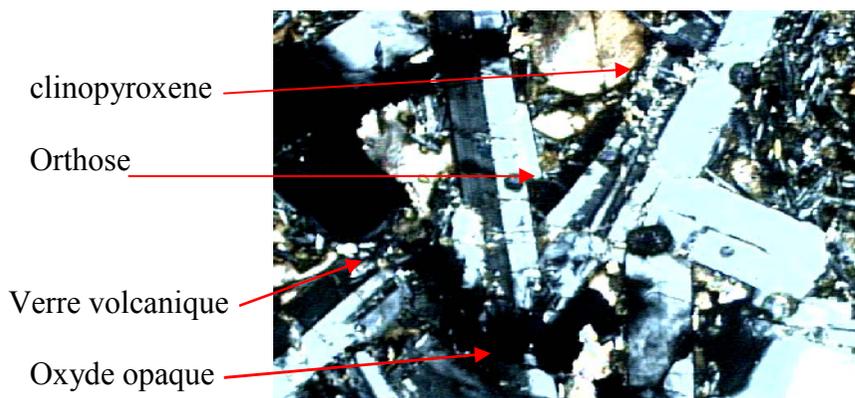
## III.3.2. Le groupe B2

Il regroupe deux coulées sombres émises par le volcan d'El Gloub. A l'œil nu, ces laves montrent de gros cristaux d'olivine vert et rouille plus ou moins vitreuse de 1 à 3 mm de long, de rares cristaux trapus de pyroxène et quelques plagioclases.



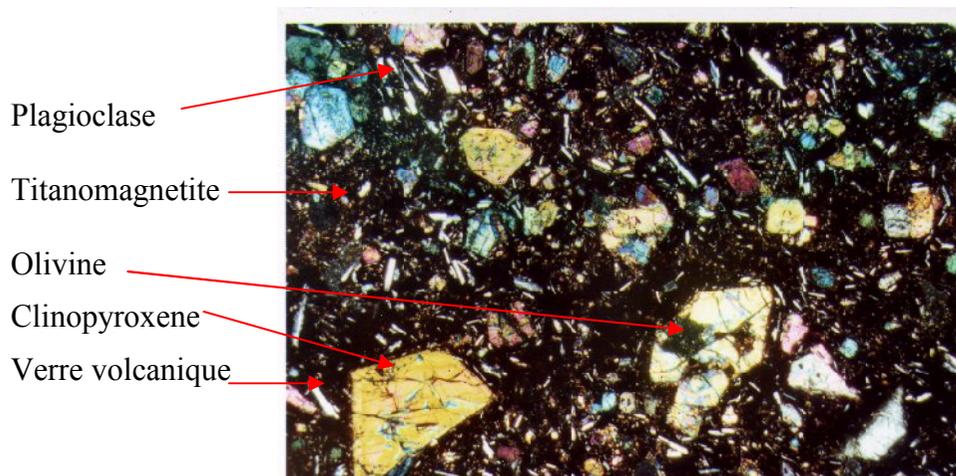
**Photo 5:** Coulée prismée de Tadmaya (Basse Tafna).

En lames minces, la coulée inférieure montre une texture doléritique, (**Fig.20**). Les phénocristaux d'olivine (20%), de pyroxène (15%) et de plagioclase (5%) baignent dans une mésostase qui comprend la même association minéralogique en microcristaux.



**Fig. 20:** Coulée inférieure du groupe B2LP : Gr x 10

La coulée supérieure du groupe B2 présente une texture microlitique porphyrique. Les phénocristaux d'olivine (15%), de pyroxène (10%) et de plagioclase (2-5%) baignent dans une mésostase microcristalline qui renferme également la même association minéralogique (**Fig.21**).



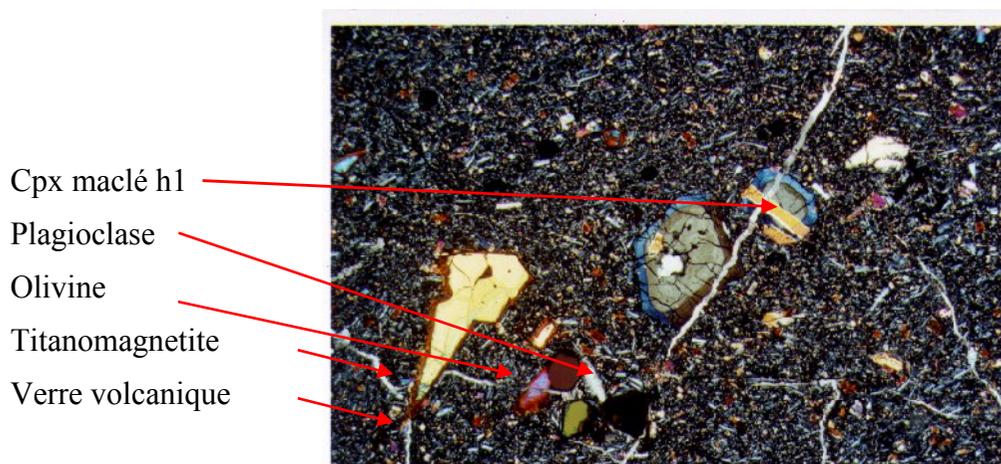
**Fig. 21:** Coulée supérieure du groupe B3LP : Gr x 10

### III.3.3. Le groupe B3

Ce groupe pétrographique peut comprendre jusqu'à trois coulées provenant de plusieurs centres volcaniques tels ceux du Cap d'Acra du Fort Belinsi, du Khoudam, de Kerkour El Aryas, , situés en rive droite de la Tafna, et ceux de Ras Amara, de Bouakil, de Sidi Rahmoun, de Douar Ksabi et de GdidChouk se trouvant en rive gauche. Les laves rejetées par ces appareils volcaniques sont des roches gris noir et renferment des cristaux d'olivine ainsi que des nodules de péridotite de 2 à 5 cm de diamètre.

La coulée inférieure, montre une texture microlitique porphyrique.

Les phénocristaux d'olivine (10%) et de clinopyroxène (15%) baignent dans une mésostase (75%) composée des mêmes minéraux (**Fig. 22**).



**Fig. 22 :** Coulée inférieure du groupe B3LP : Gr x 10

La coulée moyenne du groupe B3 renferme près de 20% de phénocristaux représentés par l'olivine (5 à 8%), le clinopyroxène (10 à 15%) et le plagioclase (2%) (Fig.23). La mésostase représente 80% du volume total de la roche et comprend des microlites de même nature minéralogique que les phénocristaux ainsi que des opaques.

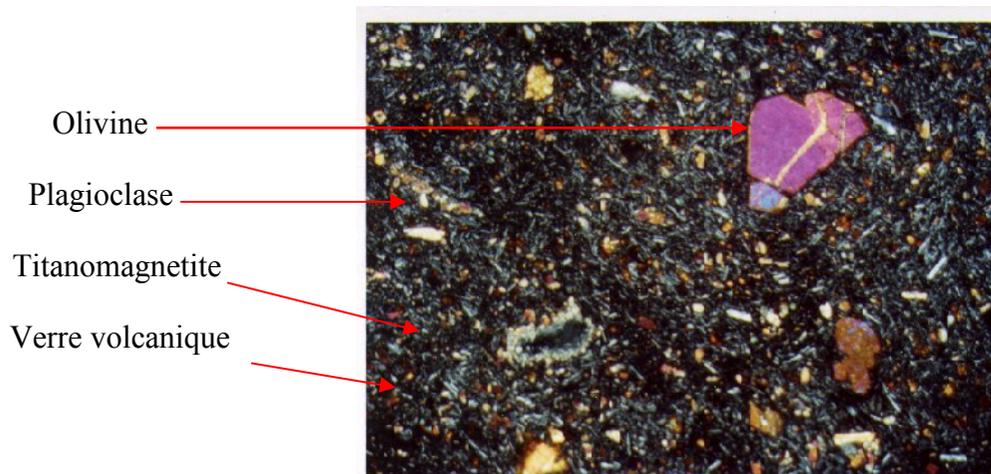


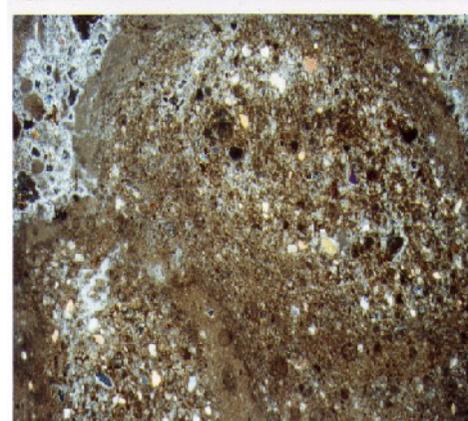
Fig. 23 : Coulée moyenne du groupe B3LP : Gr x 10

### III.3.4. Les produits du groupe B4

De part et d'autre de l'Oued Tafna, le groupe B4 trouve son maximum de développement au niveau du Fort Belinsi qui constitue le point d'émission de tout ce matériel. Ces produits pyroclastiques comprennent des éléments de nature et de tailles variées.

L'étude pétrographique et l'analyse séquentielle des produits de cet ensemble montrent qu'ils sont constitués, de bas en haut, par une alternance de matériaux présentant un granoclassement positif.

Les lames minces réalisées dans les niveaux de tufs à lapillis accréionnaires du flanc Nord du Fort Bélinsi montrent la présence de grains de quartz à bordures plus ou moins corrodées et surtout déformées, ainsi que des ferromagnésiens (pyroxène, amphibole) entourés par une fine couche de cendre volcanique de couleur brunâtre. Les microcristaux de quartz sont parfois interstitiels et se trouvent isolés comme le montre la (Fig.24).



(Fig.24).tufs à lapillis

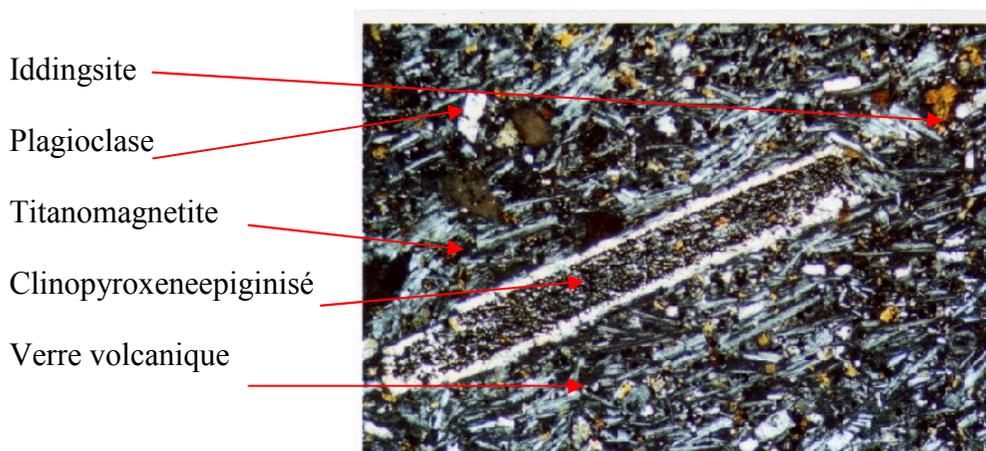
### III.3.5. Le groupe B5

Nous rattachons à ce groupe pétrographique jusqu'à trois coulées basaltiques superposées émises notamment par les volcans de Sidi Aïssa, de Sidi Laredj, en rive gauche de la Tafna, et d'El Kalkoul et de Biramdane en rive droite de la Tafna.

La coulée inférieure, montre une texture microlitique-porphyrique dans laquelle les phénocristaux de pyroxène (10 à 15%) et de plagioclase (5 à 10%) baignent dans une mésostase (75 à 85%) composée de la même association minéralogique.

Les phénocristaux de clinopyroxène (1 à 1,5 mm de long) présentent un cœur légèrement coloré en brun-clair et sont automorphes. Certains individus, en forme de baguettes, sont riches en inclusions d'opaques (**Fig. 25**).

Quelques cristaux sont zonés, d'autres maclés (macle en sablier). Les plagioclases, très abondants, sont limpides et orientés suivant la direction de fluidalité de la roche.



**Fig.25** : Phénocristal de pyroxène épigénisé du groupe B5LP : Gr x 25

La coulée moyenne montre une texture microlitique légèrement porphyrique. Les phénocristaux sont représentés par du plagioclase (5%) et du clinopyroxène (5%) épigénisé (**Fig.26**). La mésostase représente près de 90% du volume total de la roche.



**Fig. 26** : Coulée microlitique porphyrique du groupe B5LP : Gr x 10

La coulée supérieure du groupe B5 montre une texture microlitique. Les microlites sont

représentés par des microcristaux automorphes de clinopyroxène (15%). Certains individus sont altérés.

Les plagioclases (20%) sont plus abondants et se présentent en lattes, de 0,1 à 0,3 mm de long, plus ou moins orientés suivant la direction de la fluidalité de la roche. L'olivine (10%) est totalement iddingsitisée.

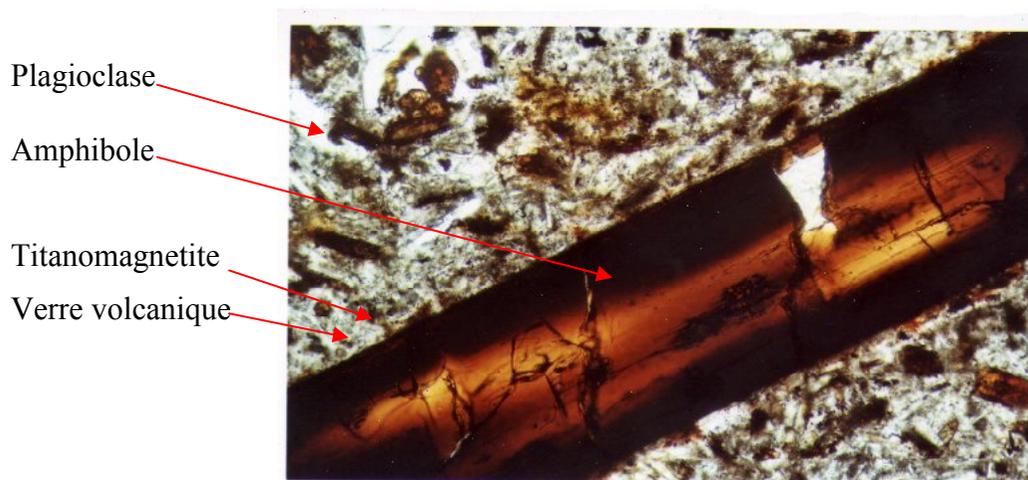
Les grains d'opacques (25%) sont interstitiels et nombreux. Un verre incolore à gris sombre lie les cristaux.

### III.3.6. Le groupe B6

Quatre coulées basaltiques peuvent constituer ce groupe pétrographique. Elles ont été rejetées principalement par les centres éruptifs de Boukeltoum, de Tafardjoun et de Bouhamar en rive gauche de la Tafna, et par ceux du Fort Belinsi, de Gaâdat El Ghouzlane et d'El Bradj situés en rive droite.

Ces laves sont massives, plus ou moins vésiculées, montrent assez souvent une structure en dalles et roches.

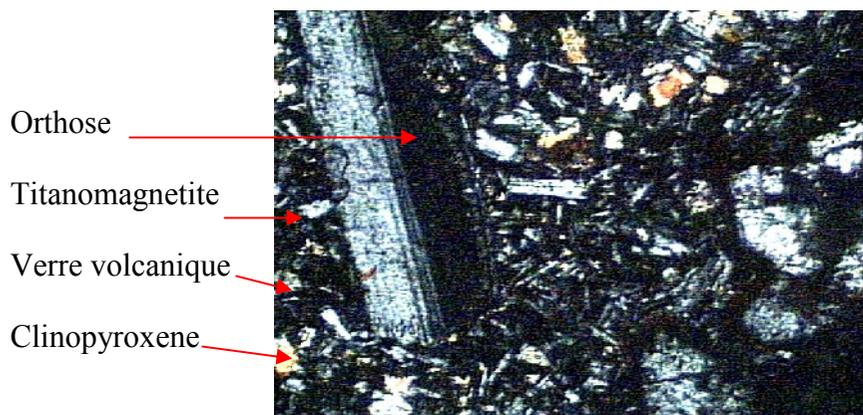
Les coulées basales renferment de nombreux xénocristaux d'amphibole de 1 à 4 cm de long (**Fig. 27**) et des phénocristaux de plagioclase (1 à 2 cm de long). Les laves les plus récentes sont aphanitiques.



**Fig.27** : Coulée à xénocristaux d'amphibole du groupe B6      LN : Gr x 10

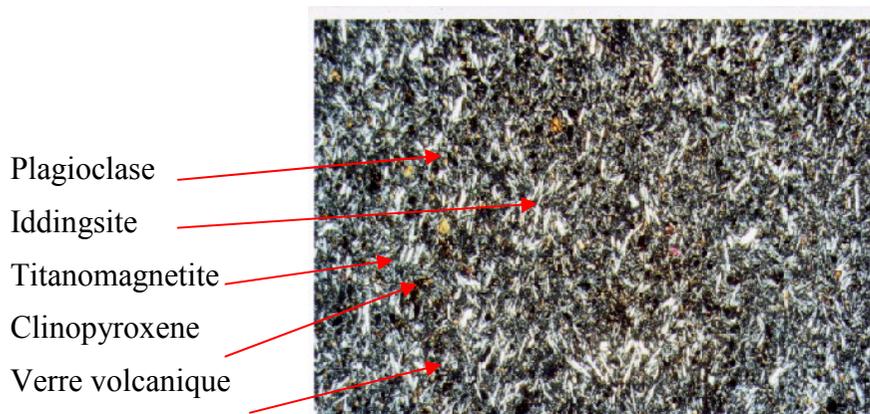
En lames minces, la coulée inférieure montre une texture microlitique porphyrique. Les phénocristaux sont constitués d'orthose (5 à 10%), de clinopyroxène (3 à 5%) et d'olivine (2%) qui baignent dans une mésostase renfermant des microlites de même nature que les phénocristaux. Des xénocristaux d'amphibole (10 à 15%), de taille moyenne comprise entre 1 et 3 mm, sont présents dans la roche.

La coulée moyenne montre une texture microlitique à légèrement porphyrique. Les phénocristaux sont composés d'olivine (1%), de clinopyroxène (3-4%) et d'orthose (5%) qui baignent dans une mésostase formée par des microlites de même nature que les phénocristaux mais avec une prépondérance de plagioclase (Fig.28).



**Fig.28** : Coulée à phénocristaux d'orthose du groupe B6LP : Gr x 10

La coulée supérieure du groupe pétrographique B6 représente l'ultime émission basaltique dans la Basse Tafna. Elle montre une texture aphyrique (Fig.29). La roche contient une très forte proportion de microcristaux de plagioclase (70%) associés à une très faible quantité de clinopyroxène 1%, des grains d'opacques ainsi que du verre volcanique de couleur gris clair.



**Fig. 29** : Coulée sommitale du groupe B6LP : Gr x 10

### III.3.7. Conclusion

L'étude pétrographique des différentes laves basaltiques (Fig.30) de la Basse Tafna a mis en évidence :Ce schéma pourrait correspondre à l'évolution d'une série volcanique dans le cadre d'une hypothèse de cristallisation fractionnée.

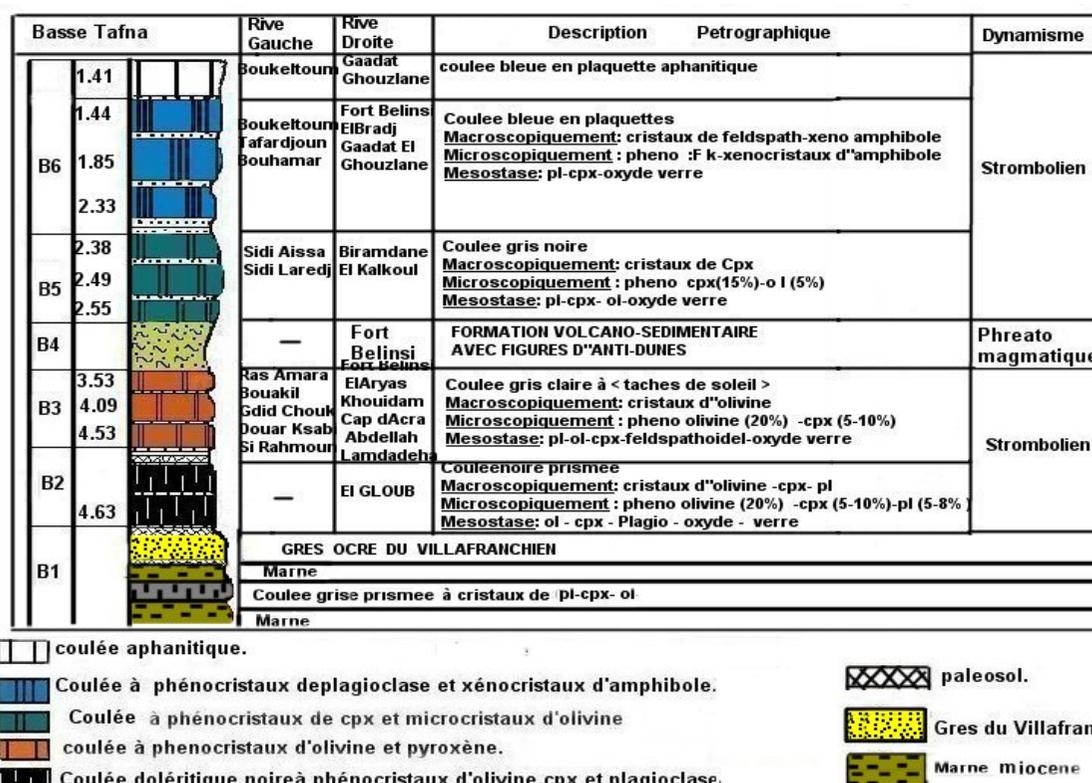


Fig. 30 Position stratigraphique des produits éruptifs de la Basse Tafna

### III.4. Pétrographie des laves de Mohammadia

L'étude géologique et volcanologique de différents produits éruptifs rejetés par le centre volcanique de Mohammadia présente chacune ses propres caractères pétrographiques.

Il correspond à des épanchements basaltiques de couleur gris-noir à taches de soleil. Ces basaltes sont rejetés en deux coulées :

#### III.4.1. La coulée inférieure

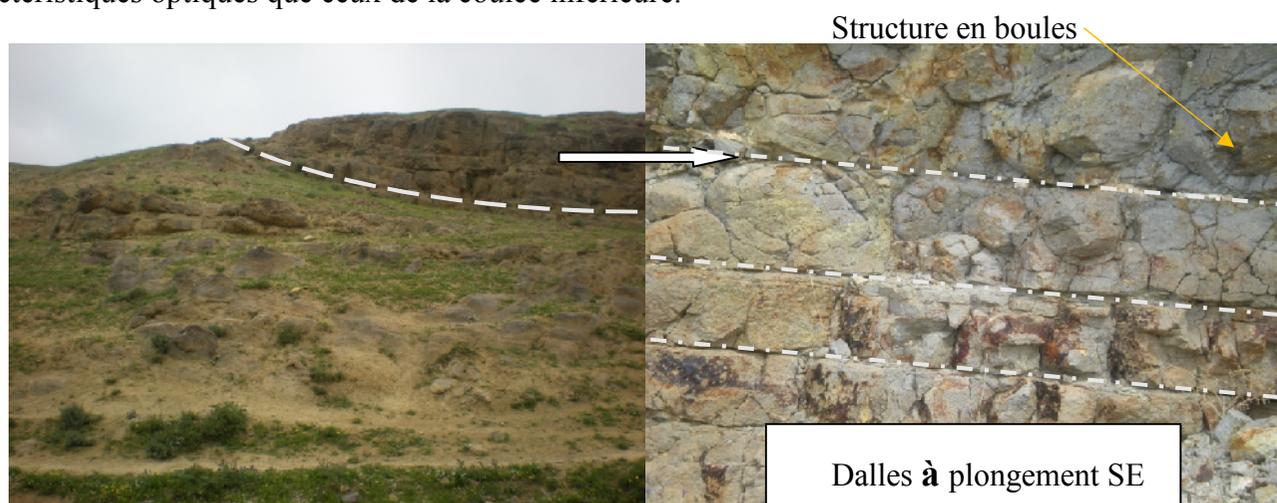
Les affleurements de cette coulée apparaissent en petits pointements, d'une taille inférieure ou égale au mètre, le long de la pente située à mi-distance sous le point 160m Ils reposent directement sur la brèche volcanique et des tufs.

La base et le sommet de la coulée sont scoriacés. Le cœur est plus massif et débité en dalles, à plongement SE vers ses parties sommitales. La roche est brun-rouge à la base et gris-noir vers le haut.

Microscopiquement, La coulée montre une évolution texturale de microlitique à la base à microlitique porphyrique vers le sommet, elle contient quelques phénocristaux d'augite, d'olivine et de plagioclase. L'abondance de l'olivine est cependant plus remarquable à la base de la coulée tout en diminuant vers le sommet, au profit du plagioclase et du clinopyroxène

### III.4.2. La coulée supérieure

La coulée supérieure affleure principalement à l'Ouest du secteur, plus précisément entre la Maison de Garde et Koubet Sidi-Salem. Cette formation est plus grande que celle de la coulée inférieure. Sa grande partie affleure sur environ quatre mètres de long sur 1,5 m d'épaisseur. Les autres affleurements ne dépassent pas 1 mètre. Cette coulée semble reposer sur une formation très pulvérulente montrant l'apparence de tufs. Elle est recouverte par les grès du Pliocène. Dans leur ensemble, les minéraux constitutifs de la coulée supérieure présentent à peu près les mêmes caractéristiques optiques que ceux de la coulée inférieure.



**Photo 6 et 7 : La coulée supérieure pour le massif Mohammadia**

### III.4.3. La brèche volcanique

Cette brèche est constituée de blocs scoriacés rougeâtres ou noirâtres et des bombes en fuseau dont la taille est métrique.

L'étude microscopique de ces blocs révèle une texture microlitique avec la présence de quelques phénocristaux ; sa composition minéralogique est constituée d'olivine, de plagioclase, de clinopyroxène et de minéraux opaques.

## III.5. Conclusion à l'étude pétrographique

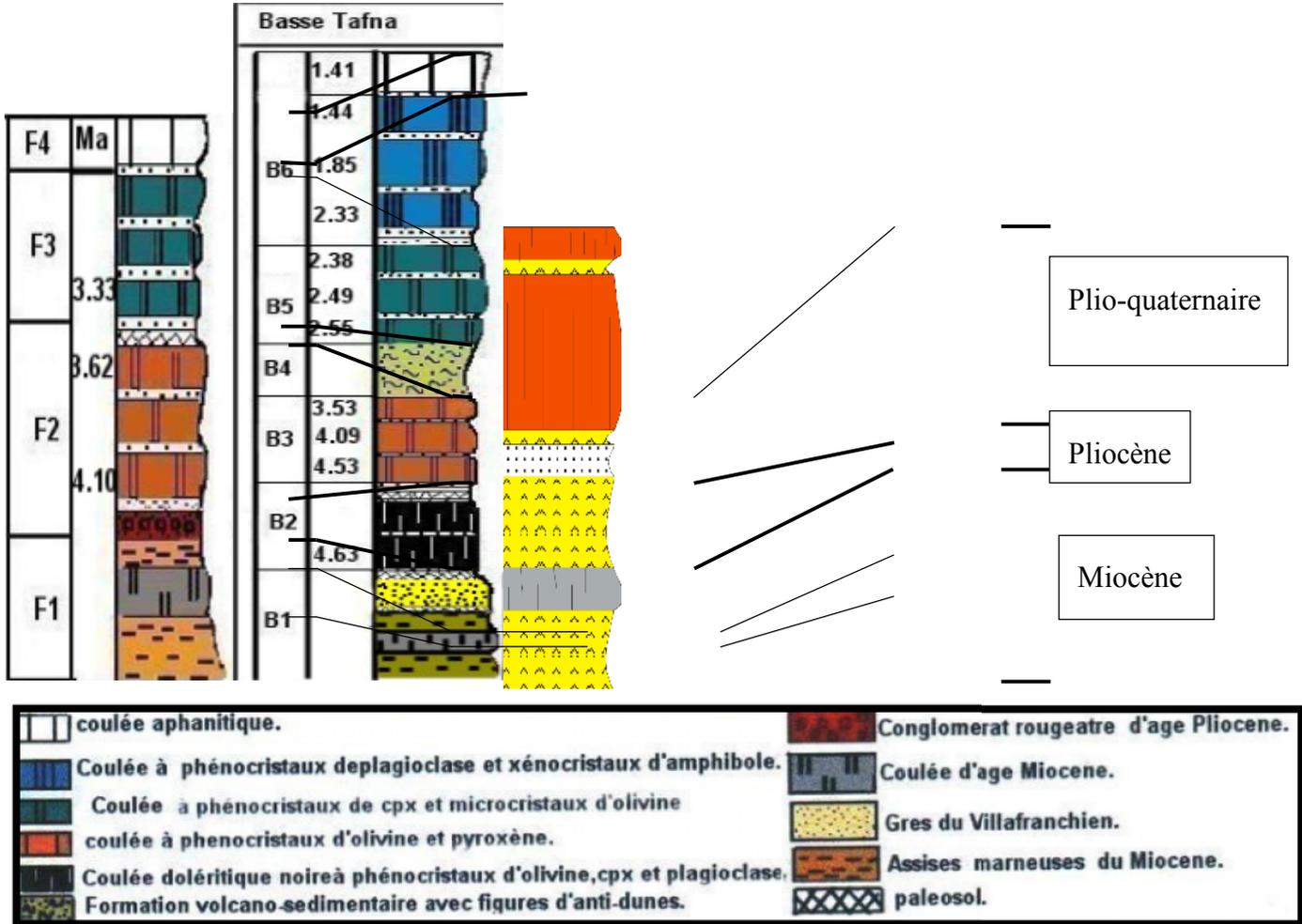
L'étude pétrographique de l'ensemble des coulées issues des divers appareils volcaniques situés sur le flanc Sud du Djebel Fillaoucene a fait ressortir trois groupes de basaltes notés F1 à F4.

Le massif de la Basse Tafna est caractérisé par six groupes de coulées différentes par leur composition minéralogique.

L'étude pétrographique des basaltes de Mohammedia a permis de faire ressortir une nette évolution minéralogique et texturale depuis les coulées basales vers les pl

par l'appauvrissement en olivine et clinopyroxène et l'enrichissement du feldspath potassique dans les coulées sommitales.

**Fillaoucène Basse tafna Mohammadia**



 gypse messinien

(Fig .31).Corrélation et position stratigraphique des produits eruptifs du flanc sud de Djebel Fillaoucène,de la Basse Tafna et de Mohammadia

### **IV.1.Introduction**

L'étude du volcanisme alcalin de l'Oranie nécessite une observation particulière des différents produits éruptifs émis dans chacun des massifs.

L'observation sur le terrain de tous ces produits montre que l'ampleur des matériaux effusifs et pyroclastiques diffère d'un massif à un autre.

### **IV.2.Dynamisme du flanc Sud du Djebel Fillaoucène :**

L'étude géologique et pétrographique du massif Fillaoucène met en évidence deux grands épisodes volcaniques majeurs d'âge Mio-Plio-quaternaire.

L'observation minutieuse des différents produits volcaniques émis par les centres éruptifs a permis de reconstituer les différentes étapes qui ont favorisé le déroulement de l'activité volcanique.

#### **IV.2.1.Premier Episode volcanique**

Le premier épisode volcanique majeur du flanc sud du Djebel Fillaoucène, s'est manifesté pendant le Miocène. Il est marqué par l'épanchement de la coulée noire du groupe F<sub>1</sub>. Celle-ci s'est mise en place à la faveur d'une fracture qui a permis la montée du magma basaltique entre les assises marneuses du Miocène du 2<sup>ème</sup> cycle post-nappe.

L'absence de produits pyroclastiques indique un dynamisme effusif pour ce premier épisode volcanique majeur.

#### **IV.2.2.Deuxième épisode volcanique**

Le deuxième épisode volcanique majeur s'est manifesté après la mise en place du niveau conglomératique rougeâtre d'âge Pliocène (Belkebir et al, 1996). Ce dernier est d'abord suivi par un réajustement isostatique et installation d'un paléosol puis apparition de fracture qui laisse remonter des produits effusifs et pyroclastiques. Cet épisode de type strombolien, est caractérisé par des produits de projection (scories brunes et bombes scoriacées) ainsi que les laves basaltiques des groupes pétrographiques F<sub>2</sub>, F<sub>3</sub> et F<sub>4</sub>.

### IV.3. Dynamisme du massif volcanique de la Basse Tafna

#### IV.3.1. Introduction

L'étude géologique et pétrographique des produits éruptifs de la Basse Tafna, ont mis en évidence quatre grands épisodes volcaniques majeurs que nous allons passer en revue successivement.

#### IV.3.2. L'épisode effusif du Miocène

Le premier épisode volcanique majeur, s'est manifesté pendant le miocène dans la rive gauche de la Basse Tafna. Il est marqué par la mise en place de la coulée prismée à cristaux de pyroxènes et d'olivine (coulée du groupe basaltique B1). Ce premier épisode de type effusif se retrouve nulle part dans la Basse Tafna. La bouche d'émission responsable de la mise en place de la coulée de ce type de basalte serait en mer.

Cet épisode volcanique majeur de type effusif s'est mise en place à la faveur d'une fracture qui a permis la montée du magma basaltique vers la surface et son installation entre les assises marneuse du Miocène supérieur du 2<sup>ème</sup> cycle post-nappes. L'absence de produit de projection confirme le dynamisme effusif pendant le miocène terminal dans la rive gauche de la Basse Tafna.

#### IV.3.3. L'épisode inférieur de type strombolien

Le premier épisode volcanique majeur s'est déroulé entre -2.74 et -2.55 Ma et s'est manifesté en rive gauche dans les volcans de Ras Amara, d'El Gloub, de Bouakil, de Douar Ksabi, de Gdid Chouk, de Sidi Rahmoun et en rive droite par ceux du Khouidam, du Cap d'Ara, du Fort Belinsi, de Kerkour El Aryas et de Sidi Abdallah. Cet épisode volcanique est marqué par la mise en place de produits de projection (bombes et scories brunes) et par l'épanchement des coulées sombres des groupes pétrographiques B2 et B3. Il est en général de type strombolien. Le volcan d'El Gloub se différencie par rapport aux autres par la prépondérance des produits effusifs. Cet épisode se termine par une importante phase de repos soulignée par la présence de paléosols.

#### IV.3.4. L'épisode phréatomagmatique

Le deuxième épisode volcanique majeur est de type phréatomagmatique. Il correspond à la mise en place des produits pyroclastiques de l'ensemble B4 et ce entre - 2.74 et - 2.55 Ma.

Fischer (1964), décrit très brièvement le phréatomagmatisme en insistant sur le mode de dépôt des produits pyroclastiques. Il introduit la notion de tufs.

En définitive, selon tous ces auteurs, les principaux caractères qui permettent de définir une activité phréatomagmatique sont la présence au niveau du volcan

- De gouttes de cendres pisolithiques.
- De balles de boue.
- De tufs à lapillis.
- De cinérites.
- Des fragments de scories noires dans les niveaux de tufs et de tuffites.

Tous ces éléments sont provoqués par les déferlantes basales lors des explosions phréatomagmatiques

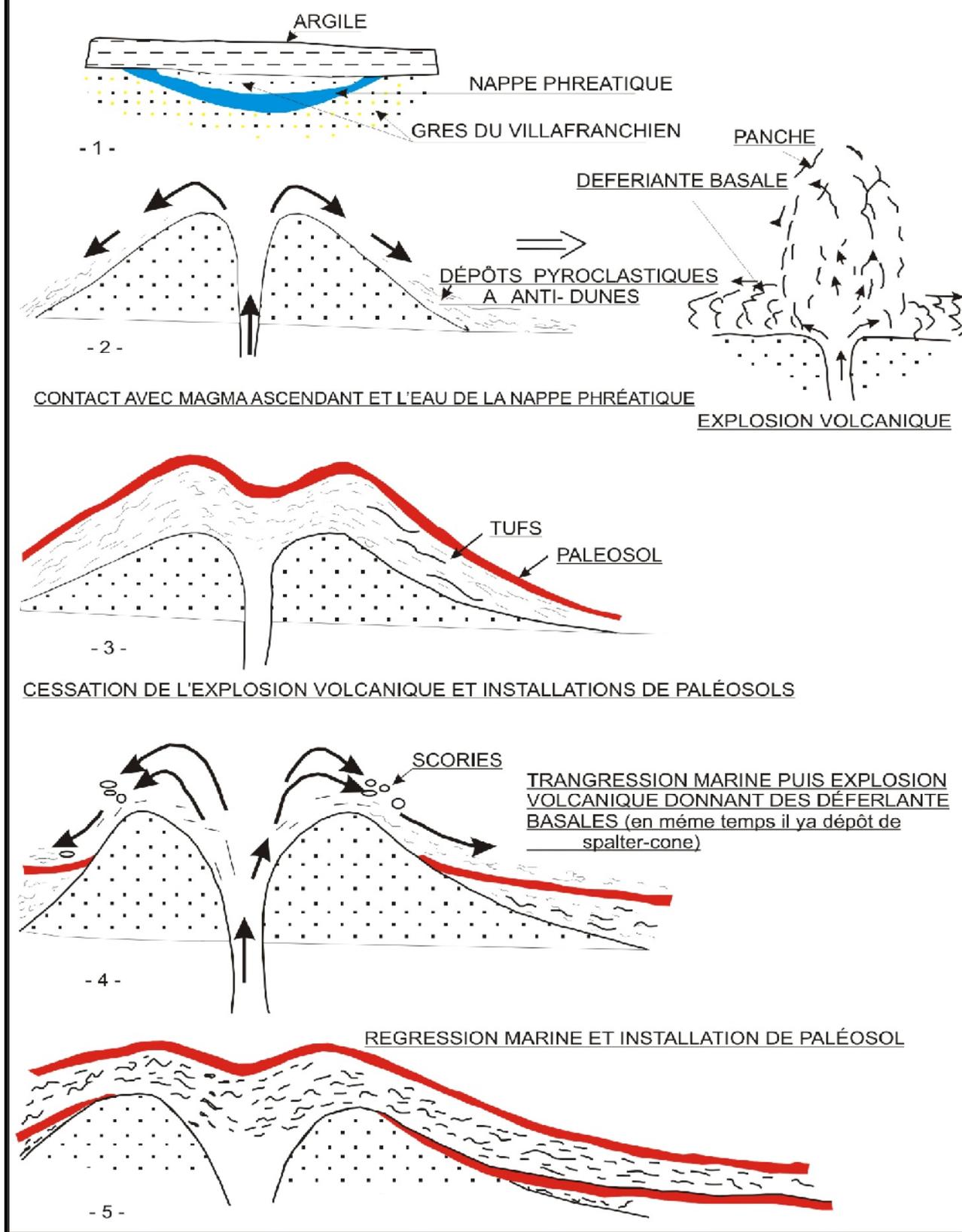


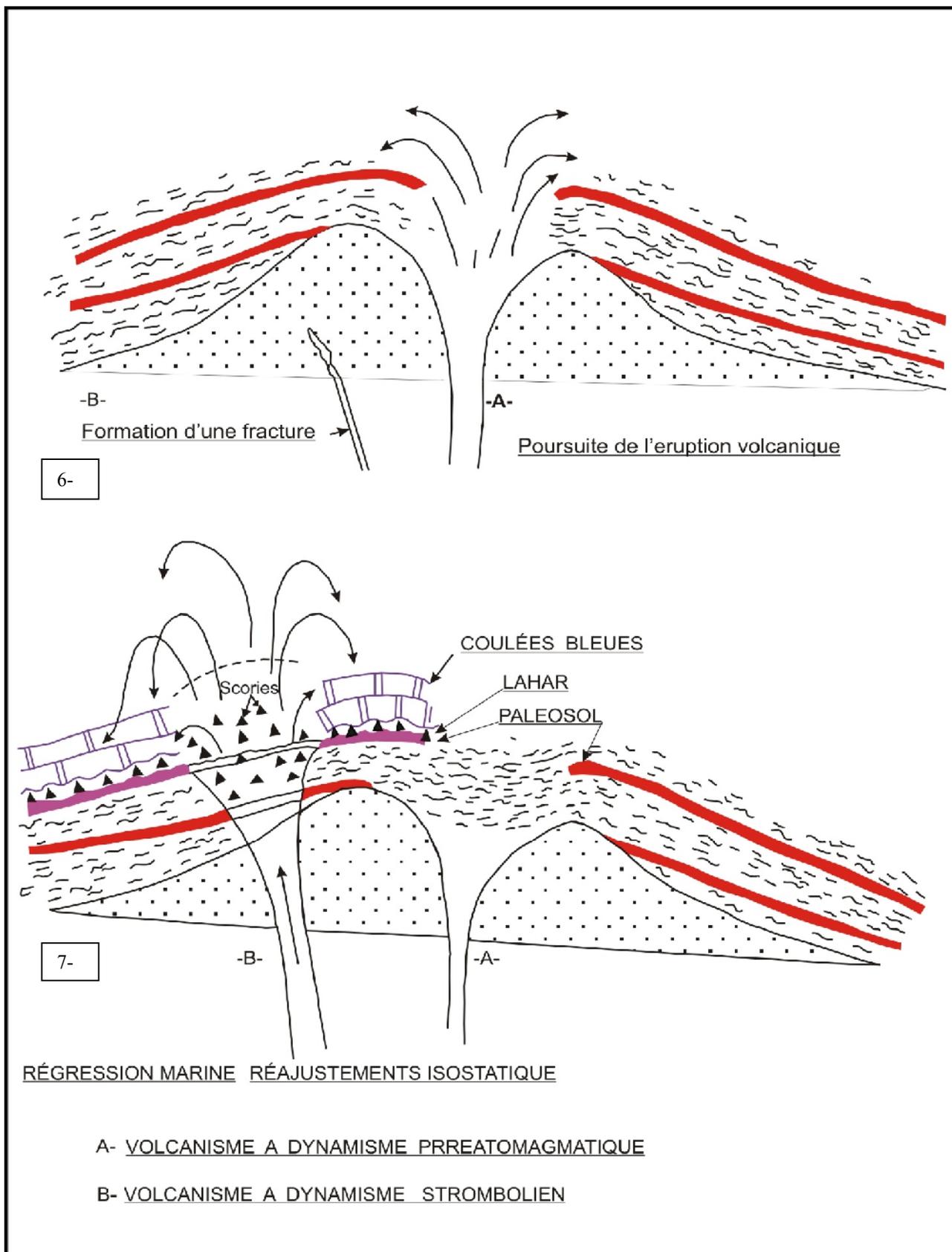
**Photo 8 : Formation volcano-sédimentaire**

#### **IV.3.5. Interprétation Dynamique et Mécanisme de mise en place des Produits Pyroclastiques**

Les dépôts volcano-sédimentaires du massif de la Basse Tafna sont ceux émis par le centre éruptif du Fort Belinsi. Les observations macroscopiques et microscopiques de ces produits pyroclastiques ainsi que leur analyse séquentielle montrent que cet épisode volcanique majeur est de type phréatomagmatique. Il est en effet caractérisé par un volcanisme à dynamisme très explosif, dans lequel l'eau a joué un rôle important. Ainsi, les manifestations volcaniques qui sont à l'origine de ces dépôts que l'on retrouve en grande quantité au niveau du maar du Fort Belinsi, ont pu se succéder de la manière suivante :

DES DIFFÉRENTS DEPOTS





(Fig.32) Déroulement des éruptions Phréatomagmatique dans la Basse Tafna

Le magma, lors de son ascension vers la surface, va rencontrer une nappe phréatique qui occupait probablement les grès du Villafranchien. La pression de vapeur d'eau qui va alors se développer, provoquera à un certain moment la phase d'explosion. Les roches sont alors pulvérisées et projetées vers le haut. En même temps qu'un panache chargé de fines particules, de blocs centimétriques à décimétriques et de vapeur d'eau s'élève vers le ciel. L'éruption volcanique se poursuit.

\*Les explosions grandissent le cratère et se traduisent par un intense brassage des matériaux en profondeur et l'élaboration de mélange de vapeur d'eau et de fragment de roches du substratum gréseux.

\*Les explosions se poursuivent. La colonne principale du panache s'élève verticalement. Elle est accompagnée par les projections de scories, de blocs de lave basaltique et de fragments carbonatés (2-10 cm de diamètre) arrachés au substratum d'âge Miocène du 2<sup>ème</sup> cycle post-nappes.

\*A la base de la colonne, se développe un nuage en forme d'anneau concentrique, chargé de gaz et d'éjecta (la déferlante basale) qui se déplace horizontalement, à grande vitesse de façon centrifuge, à la manière des ondes provoquées par l'impact d'un objet sur une surface liquide.

\*Les explosions se poursuivent, d'autres déferlantes basales se forment. Elles ont déposé un matériel volcano-sédimentaire constitué de tufs à lapillis à granoclassement positif. Ces dépôts montrent des figures d'anti-dunes marquées par la présence des surfaces obliques séparées par des surfaces planes, blocs fichés et des traces d'impacts.

\*Ces matériaux vont recouvrir de grandes étendues et se retrouvent près de l'aquarium de la ville de Beni Saf en rive droite de la Tafna et le long des falaises jusqu'au volcan de Boukeltoum en rive gauche de la Tafna.

\*Dans le nuage volcanique qui se déplace, les fines particules suspendues (grains de quartz et ferromagnésiens) vont être soudées par de la cendre volcanique plus ou moins humide, de couleur beige brunâtre et en tombant, forment suivant la taille, les lapilli accréionnaires les balles de boue, les pisolithes et les gouttes de cendres pisolithiques.

\*Ces explosions ont donné naissance à divers dépôts de formation A (méga séquence inférieure). Après ces manifestations éruptives intenses, succède une période de calme qui se traduit par la présence d'un paléosol.

\*Une transgression marine va ensuite provoquer de nouveau la reprise de l'activité volcanique. La lave va entrer en contact avec l'eau de mer. La formation volcano-sédimentaires va ainsi se mettre en

place la présence de bancs de Spatter cône (scories soudées) de 1 m d'épaisseur vers le haut de ce second ensemble qui indique une violente explosion pendant cette éruption.

\*Une deuxième période de calme va se produire avec une régression marine et installation d'un paléosol à trois horizons. L'éruption volcanique va reprendre de nouveau après une transgression de la mer et donner lieu à la formation du troisième ensemble de la formation volcano-sédimentaire.

\*En définitive, les éruptions volcaniques du centre éruptif du Fort Belinsi, étaient violentes. Les dépôts pyroclastiques se sont épanchés sur une grande étendue. Ils sont constitués de tufs à lapillis, de tuffites, de niveaux pisolithiques, de tufs à lapillis accréionnaires, de cinérites et de spatter cône. Ces dépôts dessinent dans l'espace la structure d'un maar.

#### IV.3.6. L'épisode supérieur de type strombolien

Le quatrième épisode volcanique majeur, auquel sont rattachés les produits effusifs et pyroclastiques des groupes pétrographiques B4, B5 et B6 a débuté de – 2.33 et s'est achevé à – 1.41 ma. Il s'est manifesté en rive droite de la Tafna dans les centres d'émission du Fort Belinsi, d'El Bradj, d'El Kalkoul, de Biramdane, de Gaadat El Ghouzlane et en rive gauche de la Tafna dans celui de Boukeltoum et de Tafardjoun. Il est caractérisé par des coulées gris bleutées et coulées bleues à structure en dalles des ensembles B4 et B5, ainsi que par des produits de projection (bombes scoriacées en forme d'amygdale, de taille décimétrique et scorie de couleur brun rougeâtre).

Ainsi que celle qui le relie à l'île volcanique (Cap d'Acra), montrent le changement du dynamisme de ce même appareil. Il est devenu strombolien, très explosif. Ces coupes indiquent aussi la position stratigraphique qu'occupe le lahar par rapport aux coulées et aux produits pyroclastiques. Ce dernier, ravine la formation volcano-sédimentaire du second épisode, ainsi que le mince niveau de paléosol. En fin, il est recouvert par deux coulées bleues, peu prismées.

A la base du volcan de Sidi Aïssa (rive gauche), on note la présence d'un mince niveau de cendres volcaniques de couleur gris verdâtre indiquant un dynamisme aérien.

En définitive, le quatrième épisode volcanique majeur de type strombolien, s'est manifesté dans plusieurs volcans de la Basse Tafna. Celui-ci est caractérisé par des produits de projection (scories brunes, bombes, cendres volcaniques, lahar) et effusifs. Le lahar et les tufs lités du volcan du Fort Belinsi et de Biramdane montrent le dépôt des produits de projection dans un milieu aquatique représenté probablement par un bras de mer. Le dynamisme du centre éruptif de Boukeltoum et de Sidi Aïssa, vu la grande quantité de lave basaltique rejetée par ces centres et qui recouvre une grande superficie est de type plutôt effusif.

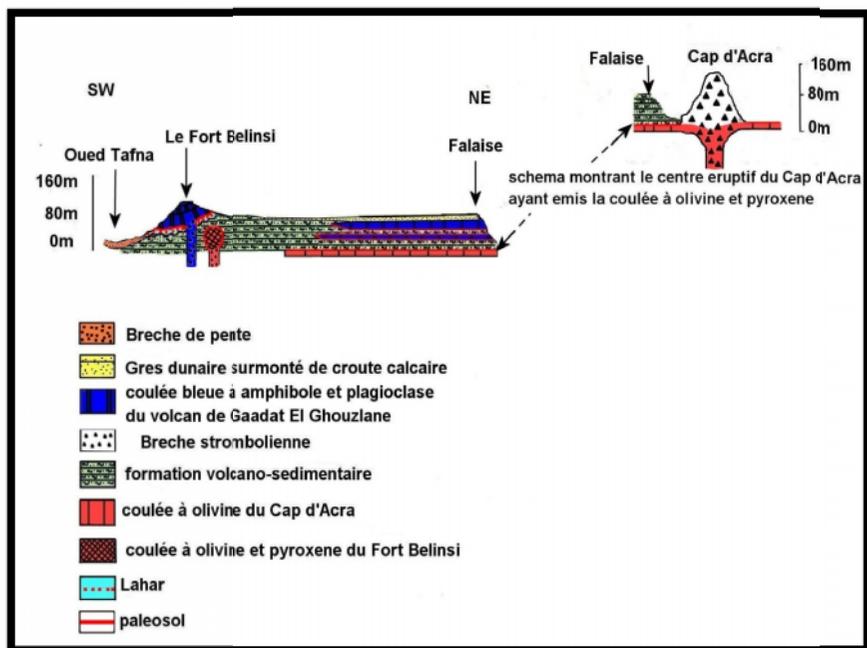


Fig 33 : Coupe reliant le Djebel Lakhmag (Flanc sud du Fort Belinsi) au volcan du Cap D'Acraen( Benbouhia. 2008)

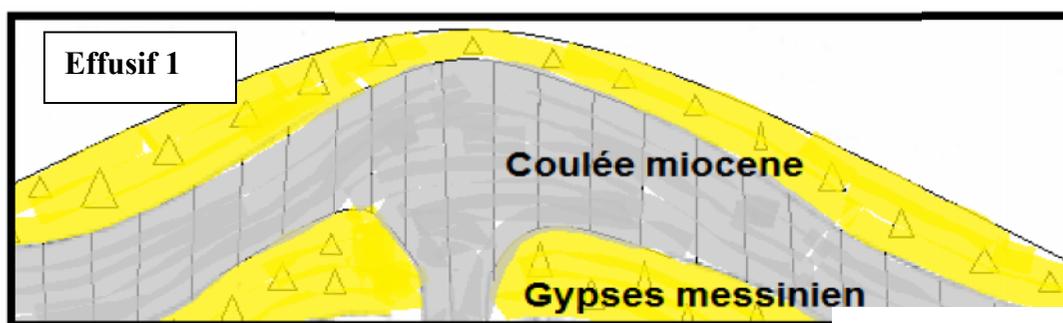
#### IV.4. Dynamisme du volcanisme de Mohammadia

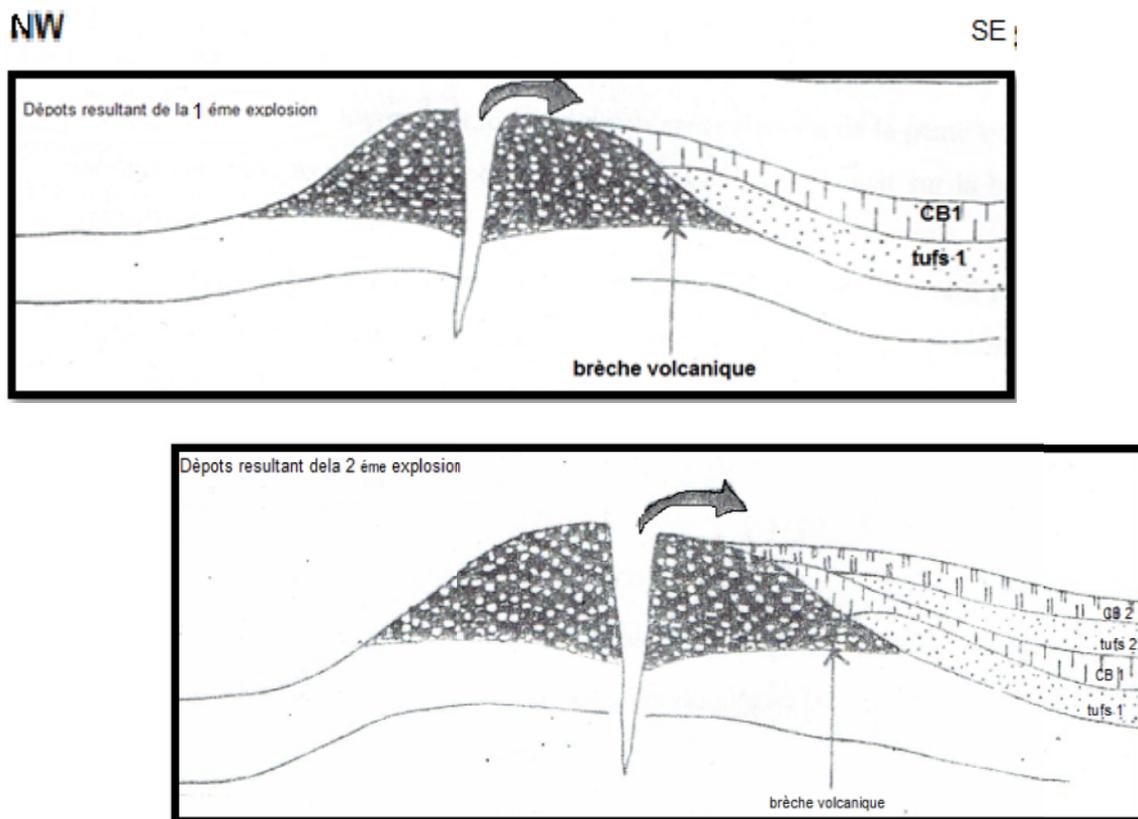
\*Un épisode volcanique majeur a marqué la région de Mohammadia. Celui-ci est de type strombolien, il est caractérisé par l'alternance des produits de projections (bombes, scories, tufs) et Pépanchement de deux coulées.

\*L'observation détaillée des produits volcaniques et leur mise en place ont permis de mettre en évidence les différentes étapes de cette éruption mixte qui a connu deux explosions successives :

\*La première provoquée par la montée du magma a donné naissance à la brèche volcanique, les tufs et la première coulée dite inférieure.

\*La deuxième explosion qui lui a succédé, se traduit par la formation de tufs suivis par la deuxième coulée dite supérieure. Ces différentes étapes sont schématisées suivant :





CB1 : Coulée basaltique inférieure

CB2 : Coulée basaltique supérieure

(Fig.34) Les épisodes volcaniques du massif éruptif de Mohammadia

#### IV.5.Synthèse Dynamique

L'observation des diverses formations volcaniques ainsi que la cartographie et l'étude pétrographique de l'ensemble des produits éruptifs ont permis de lever un log stratigraphique détaillé au niveau de chaque massif et de présenter un essai de corrélation entre les différentes venues volcaniques.

Les corrélations établies entre les diverses coulées basaltiques à l'intérieur de chaque massif éruptif ainsi que celles établies entre les laves d'un massif à un autre ont permis d'expliquer la mise en place de ces produits ainsi que le changement du dynamisme. L'installation de toutes les formations volcaniques de l'ensemble des massifs a été établie en quelque épisodes correspondant chacun à un type de dynamisme.

\* Le premier épisode volcanique majeur qui s'est développé dans l'Oranie nord occidentale a débuté dans le flanc sud du Djebel Fillaoucène et la rive gauche de la Basse Tafna. Il est caractérisé par l'émission de la coulée noirâtre à pyroxène, olivine et plagioclase. Le dynamisme de cet épisode est de type effusif. Après une accalmie au miocène terminal, cet épisode est suivi par une transgression marine qui a favorisé

\*L'activité volcanique a repris au Pliocène inférieur dans le flanc sud du Djebel Fillaoucène et s'est poursuivie vers (-4.63 Ma) dans la Basse Tafna (Bellon et Guardia, 1980). Ce second épisode est représenté par un ensemble de centres d'émission de forme conique ou de dôme dont le sommet est occupé par des produits de projection (scories brunes, bombes scoriacées, bombes basaltiques et brèches scoriacées de couleur rougeâtre) et coulées basaltiques à olivine et pyroxène.

Dans la partie occidentale de l'Oranie. Un dynamisme de type strombolien s'est alors développé dans ces massifs durant cette période Pliocène.

\*L'arrêt de l'activité volcanique Pliocène est marqué dans ces massifs par l'installation de paléosol. Après une transgression marine qui a affecté vers (-2.74Ma) le massif de la Basse Tafna. L'activité volcanique s'est poursuivie dans ces 2 massifs. Un dynamisme de type phreatomagmatique s'est développé.

\*Un autre épisode de type strombolien représenté par un ensemble de centres d'émission de forme conique ou de dôme scoriacé a affecté le flanc sud du Djebel Fillaoucène, le massif de la Basse Tafna et celui de la massif de Mohammadia.

Cet épisode a permis la mise en place des coulées à pyroxène et plagioclase et ou amphibole dans le flanc sud du Djebel Fillaoucène le massif de la Basse Tafna et celui de la massif Mohammadia.

- \*Lors des éruptions volcaniques de Mohammadia, deux types de produits ont été mis en évidence :
  - Produits de la phase explosive qui s'individualisent en brèche volcanique à éléments métriques et des bombes en fuseau et des tufs.
  - Produits de la phase effusive qui ont donné deux coulées de couleur gris-noir à brun-rouge et un dyke. Selon la nature de ces produits et leurs positions, on a pu définir un dynamisme strombolien.

DYNAMISME			
Région L'âge	Fillaoucène	Basse Tafna	Mohammadia
Plio-quaternaire	<b>Strombolien</b>	<b>Strombolien</b>	<b>Strombolien</b>
Pliocène	<b>Strombolien</b>	<b>Phreatomagmatique</b>	
Miocène	<b>Strombolien</b>	<b>Effusif</b>	

Tableau 2 : Dynamisme du volcanisme Mio-plio-quaternaire de l'Oranie

## V.1.Introduction :

L'étude des caractéristiques géochimiques des basaltes d'Oranie nord-occidentale a nécessité l'utilisation des données de roches totales de Megartsi (1985), de Bendoukha (1987), de Tabeliouna (1997) complétées par de nouvelles analyses que **Bendoukha** (2008), d'Hassan Daouadji (2015).

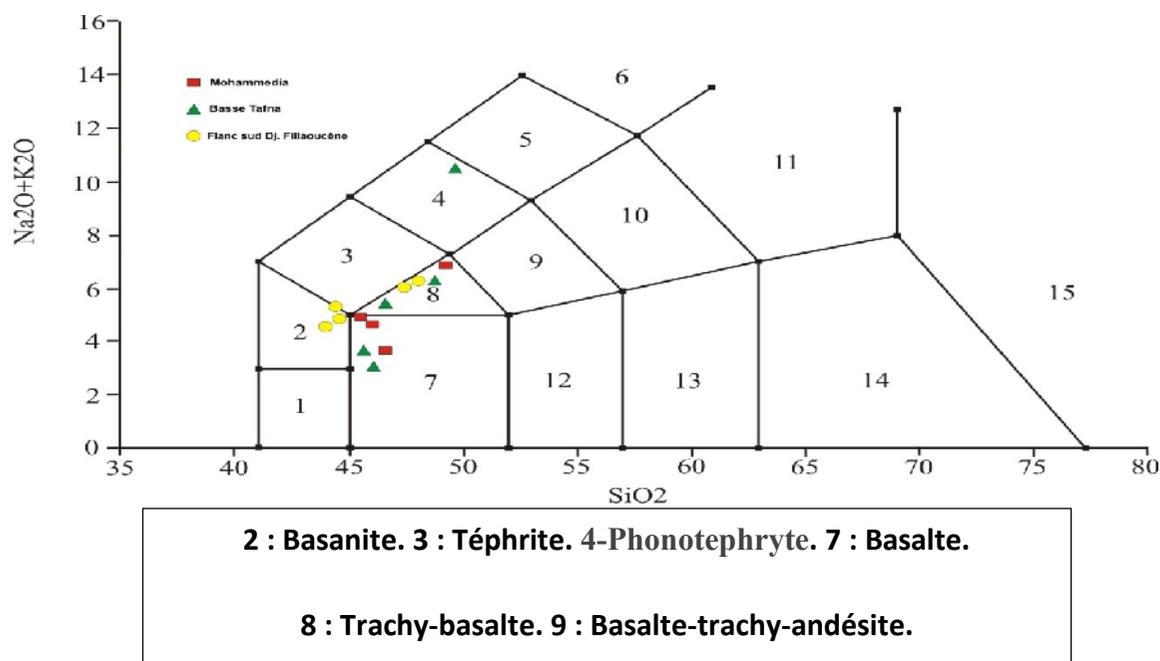
L'étude géochimique a permis de mettre en évidence des différences et des similitudes entre diverses coulées basaltiques d'Oranie, ainsi que l'évolution et le comportement des éléments majeurs et traces.

Cette étude géochimique a pour but la comparaison entre les caractéristiques chimiques les Mio-Plio-Quaternaires de l'Oranie (Mohammadia, Basse Tafna et Flanc Sud du djebel fillaoucène).

Les éléments majeurs ainsi que Rb, Ba, Sr, Co, Cu, Ni, V et Zn ont été dosés par absorption atomique.

### - Diagrammes alcalins – silice :

L'analyse du diagramme TAS de **Lemaître et al. 1989**(Fig.28), révèle la présence de basaltes et de Trachy-Basalte dans la région de Mohammadia et celle de la Basse Tafna et de basanites et de Trachy-Basalte dans le flanc sud du Djebel Fillaoucène. Cette série atteint le terme phono-téphrites dans le massif de la Basse Tafna. Cette différenciation résulte en grande partie de processus de cristallisation fractionnée d'une série alcaline sodique (**Bendoukha, 2008**).



(Fig.35) :Classification de Lemaître et al. 1989, position de différentes laves sur le diagramme alcalins-silice.

## V.2. Comportement des éléments majeurs :

D'une manière générale la teneur en Silice, des basaltes de Mohammedia fluctue globalement au roches pauvres en **Silice**( $\text{SiO}_2$  46.5 % et 50 %), alors que dans les coulées miocènes du flanc sud du Djebel Fillaoucène et celles de la rive gauche de la Basse Tafna elle varie entre ( $\text{SiO}_2$  43,9 % et 50,2 %).

Les proportions d'alumine ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) varient globalement, dans les basaltes Plio-quadernaires, de 13.78 à 18,78 % dans les coulées du flanc Sud du Djebel Fillaoucène par contre, dans la Basse Tafna, où les échantillons sont frais (perte au feu <2%), les teneurs en  $\text{Al}_2\text{O}_3$  Atteignent 19.2%.

Les analyses sont celles en basalte de Mohammadia avec des teneurs en  $\text{SiO}_2$  comprises entre 46.5 et 47. Les teneurs en **MgO** sont inférieures à 6% (1.8 % <MgO< 5.89 %), indiquant un caractère plutôt évolué de ces basaltes. Cet appauvrissement en MgO pourrait s'expliquer par un début de cristallisation fractionnée marquée par la séparation de l'olivine. Ainsi, les concentrations en MgO fluctuent entre 5.5 à 6.5% dans les basaltes de Djebel Fillaoucène. En remarque que dans les laves de la Basse Tafna où les échantillons sont frais (perte au feu <2%), le magnésium atteint 13.2%, par contre dans les échantillons altérés ( $\text{PF} \geq 6\%$ ) le MgO oscille entre 1.5 et 3%.

Le Titane varie entre 1.2 et 2.12%, plus bas que celles des basaltes franchement alcalins. Il varie entre 3.1 et 3.25% dans les basaltes du flanc sud du Djebel Fillaoucène et atteint 2.5% dans la coulée de la Base Tafna.

Par ailleurs, les teneurs en **CaO** sont assez élevées (11.4%), elles refléteraient en plus d'une origine magmatique, un phénomène de calcitisation que l'on voit bien en microscopie. Ils atteignent une moyenne de 9% dans les laves du flanc sud du Djebel Fillaoucène et celles de la Basse Tafna. Cette richesse en CaO refléterait la cristallisation du Cpx.

Les teneurs en **Na<sub>2</sub>O** oscillent entre 2.47 et 5.39%, montre une teneur trop forte qui pourrait être liée à une transformation secondaire de type albitisation des plagioclases calciques. Une étude chimique du plagioclase aurait probablement confirmé.

Les proportions de manganèse comprises entre 0.05 et 0.24% dans les laves de Mohammedia. Ils montrent une moyenne de 0.17% dans les basaltes de Djebel Fillaoucène et de la Basse Tafna.

Les basaltes de Mohammedia présentent une moyenne de 7.2% en FeO total par rapport aux autres laves où les teneurs en **FeO** total atteint 11%. Ces valeurs reflètent la cristallisation des oxydes opaques.

Les teneurs en **K<sub>2</sub>O** sont variables, fluctuant entre 0.6 et 1.2% dans toutes les coulées étudiées.

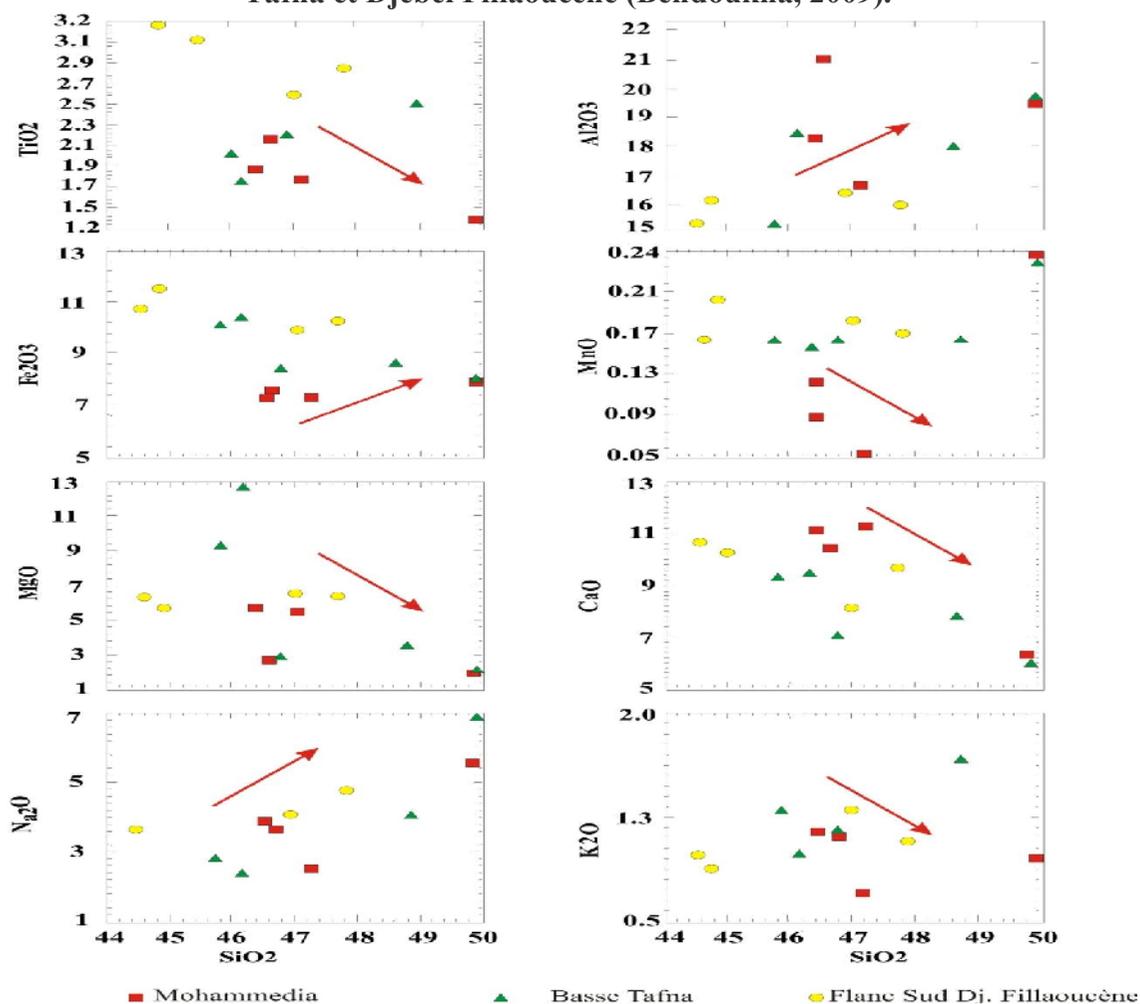
En définitive, la distribution des différents oxydes dans les roches volcaniques de Mohammedia révèle une nette évolution de leur chimisme, qui pourrait également être liées aux degrés d'altérations secondaires. Ainsi, depuis la coulée inférieure à la coulée supérieure, nous remarquons :

- Une diminution de SiO<sub>2</sub> et de la perte au feu, et une augmentation en Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, MgO, Na<sub>2</sub>O et TiO<sub>2</sub>.

- La coulée inférieure est donc plus riche en SiO<sub>2</sub> et plus pauvre en Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, MgO, Na<sub>2</sub>O, TiO<sub>2</sub>, par rapport à la coulée supérieure. Si l'on tient compte uniquement de SiO<sub>2</sub>, MgO et TiO<sub>2</sub>, cette coulée inférieure paraît alors légèrement plus évoluée. Par ailleurs, il est à rappeler que dans l'étude pétrographique, les deux coulées présentaient les mêmes paragenèses minérales, mais un ordre de cristallisation de leurs phases minérales différent : dans la coulée inférieure, le Cpx cristallisait avant le plagioclase, alors que dans la coulée supérieure, le plagioclase apparaissait avant le Cpx.

Régions	Mohammedia				Basse Tafna					Djebel Fillaoucène				
SiO <sub>2</sub>	47,12	49,99	46,51	46,59	45,90	46,20	48,80	46,80	50,20	43,90	44,50	44,70	47	47,70
TiO <sub>2</sub>	1,76	1,23	1,84	2,12	1,96	1,76	2,50	2,16	1,25	3,19	3,10	3,27	2,57	2,85
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	16,74	19,38	18,36	21,10	15,20	13,50	17,90	18,50	19,20	15,40	15,10	16,20	16,50	15,90
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	7,14	7,52	7,07	7,37	10	10,60	8,90	9,54	7,62	11,20	10,80	11,50	9,80	10,10
MnO	0,05	0,24	0,12	0,09	0,16	0,15	0,16	0,16	0,23	0,18	0,16	0,20	0,18	0,17
MgO	5,18	1,82	5,89	2,35	9,18	13,2	3,22	2,93	1,85	6,07	6,50	5,48	6,40	5,82
CaO	11,39	6,37	11,13	10,30	9,32	9,48	7,42	7	5,85	10,60	10,80	10	8,50	9,50
Na <sub>2</sub> O	2,47	5,39	3,75	3,60	2,82	2,29	4,60	4,15	7,2	4,19	3,92	4,33	4,03	4,93
K <sub>2</sub> O	0,64	0,94	1,20	1,08	1,32	0,91	1,54	1,24	3,2	0,60	0,92	0,75	1,31	1,01
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,42	0,51	0,50	0,00	0,44	0,25	0,72	0,16	0,55	0,74	0,71	0,78	0,67	0,66
PF	6,34	6,07	4,27	4,16	3,34	1,15	4,25	6,68	2,73	2,85	3,40	3,36	3,74	1,64
TOTAL	99,25	99,55	99,70	98,75	99,64	99,49	100,01	99,32	99,88	98,92	99,91	100,57	100,70	100,28
Na <sub>2</sub> O+K <sub>2</sub> O	3,11	6,33	4,95	4,68	4,14	3,2	6,14	5,39	10,4	4,79	4,84	5,08	5,34	5,94
Na <sub>2</sub> O/ K <sub>2</sub> O	3,85	5,73	3,12	3,33	2,13	2,5	2,98	3,34	2,25	6,98	4,26	5,77	3,07	4,88
K <sub>2</sub> O/Na <sub>2</sub> O	0,26	0,18	0,32	0,30	0,47	0,40	0,33	0,30	0,44	0,14	0,23	0,17	0,33	0,20
Qz	0,36	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Or	4,01	5,95	7,37	6,72	8,19	5,53	9,60	7,99	19,60	3,73	5,69	4,61	8,06	6,11
Ab	22,51	47,87	20,16	26,16	21,30	19,00	38,40	37,40	25,40	20,00	18,60	22,80	28,40	26,70
An	35,20	27,79	28,47	40,43	25,90	24,50	24,70	30,70	11,00	22,50	21,80	23,30	24,00	18,50
Ne	0,00	0,47	7,09	3,24	2,00	0,48	1,36	0,42	20,40	9,32	8,70	8,30	3,80	8,60
Di	18,44	2,08	21,02	11,30	16,00	17,90	7,95	5,14	13,30	23,20	24,30	19,20	12,90	21,00
Hy	13,43	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ol	0,00	10,54	9,53	6,36	19,50	26,50	9,42	11,50	5,02	10,80	10,90	11,20	14,30	10,00
Mt	1,45	1,52	1,40	1,74	2,07	2,14	1,85	2,05	1,56	2,32	2,24	2,36	2,01	2,04
Il	3,59	2,49	3,65	4,25	3,91	3,43	5,00	4,47	2,46	6,37	6,16	6,46	5,08	5,54
Ap	1,07	1,30	1,23	0,00	1,01	0,56	1,66	0,38	1,24	1,70	1,62	1,77	1,52	1,47
Total	100,06	100,01	99,92	100,20	99,88	100,04	99,94	100,05	99,98	99,94	100,01	100,00	100,07	99,96
ID	26,88	54,29	34,62	36,12	31,49	25,01	49,36	45,81	65,40	33,05	32,99	35,71	40,26	41,41

Tableau3 : Analyses chimiques des éléments majeurs et normes CIPW de Mohammedia, Basse Tafna et Djebel Fillaoucène (Bendoukha, 2009).



(Fig.36).Diagramme de variation des teneurs des différents oxydes en fonction de la silice (Diagramme de Harker).

### V.3. Distribution des éléments en traces

L'étude des caractéristiques géochimiques des basaltes d'Oranie Nord-Occidentale a nécessité l'utilisation des données de roches totales de Megartsi (1985), de Bendoukha (1987), d'Abbad (1993), de Tabetiouna(1997), de Coulon et al. (2002), de Louni (2002) et de Bendoukha (2008, 2009). Les éléments majeurs ainsi que Rb, Ba, Sr, Co, Cu, Ni, V et Zn ont été dosés par absorption atomique.

Pour répondre au souci de représentativité et de qualité des analyses, le choix des échantillons a été rigoureux. Nous n'avons effectivement pris en compte que les laves qui montraient un état de fraîcheur évidente et une faible proportion des minéraux d'altération au niveau microscopique. Les roches relativement fraîches présentent des pertes au feu qui n'excède pas 4 %. Selon l'importance des laves (étendue, volume), un ou plusieurs échantillons ont été prélevés.

### V.3.1. Intérêt des éléments en trace

Les éléments en trace, dont la concentration dans les roches est ordinairement inférieure à 1000 ppm, sont divisés en deux groupes d'après leur comportement vis à vis de la phase solide du magma, lors d'un processus d'évolution :

- les éléments compatibles dont les coefficients de distributions globaux solide-liquide ( $D^{S/L}$ ) sont largement supérieurs à l'unité.
- Les éléments incompatibles dont La non incorporation dans les solides minéraux se traduit par des coefficients  $D^{S/L}$  très inférieurs à l'unité.

Les éléments compatibles sont représentés par les éléments de la première série de transition : Sc, Cr, Co, Ni, V. Ils s'incorporent préférentiellement dans les minéraux au début de la différenciation magmatique ; leur concentration dans les liquides résiduels devient rapidement très faible. Ces éléments permettent d'établir le caractère primitif d'un magma car leur concentration dans les magmas primaires est « tamponnée » pare celle du manteau supérieur avec lequel ces magmas sont en équilibre (Villemant et Treuil, 1983).

Les éléments incompatibles, appelés encore éléments hygromagmaphiles regroupent les éléments de transition de la deuxième série (Y, Zr, Nb), de la troisième série (les lanthanides) et de la quatrième série (Hf, Th, Ta). En raison de leurs propriétés physico-chimiques différentes ils sont subdivisés en quatre familles :

-Les L.I.L.E : Large Ion Lithophile Element, éléments à grand rayon ionique mais de charge faible, ils sont peu incorporés dans la phase minérale à cause de leur grande taille ; ce sont les alcalins (Rb, Cs) et les alcalino-terreux (Ba, Sr).

- HFSE : High Field Strength Element, éléments à petit rayon ionique et charge élevée.

Il s'agit de Nb, Ta, Zr, Hf, Y. Ces cations de petites tailles (inférieurs à 1Å), mais de forte charge, tendent à se complexer avec l'oxygène dans les liquides silicatés.

Ils ne peuvent alors, entrer dans le réseau cristallin des minéraux. Ceci dit, certains minéraux, comme l'amphibole, les oxydes ferro-titanés et le sphène, peuvent fractionner le Nb et le Ta alors que le zircon fractionne Zr et Hf.

Les actinides Th et U possèdent à la fois des rayons ioniques relativement élevés et des charges importantes; ils sont très incompatibles vis à vis des minéraux (sauf pour le zircon) . Les lanthanides ou terres rares (REE : Rare Earth Element), ils sont tous trivalents (excepté  $\text{Eu}^{2+}$  et  $\text{Ce}^{4+}$ ) et leur rayon ionique diminue avec le numéro atomique du La (14A) au Lu (0.8

(LREE) sont plus incompatibles que les terres rares lourdes (HREE). L'Y est souvent associé aux HREE ; ils ont des rayons ioniques voisins et N degré d'oxydation similaire.

En fait, la notion d'élément incompatible est toute relative et dépend essentiellement des phases minérales présentes dans les liquides. Dans une même série, un élément peut être successivement incompatible puis compatible en fonction de l'apparition de phases minérales lors des processus de différenciation.

L'étude des rapports caractéristiques, tels que LILE / HFSE, LREE / HREE et LREE / HFSE, permet pour des séries magmatiques d'arc de caractériser le ou les processus d'évolution et la nature de la source, à condition de s'affranchir des variations dues aux fractionnements décrits précédemment.

Le vanadium varie entre 197 et 223 ppm dans les basaltes de Mohammedia, de 176 et 184 ppm dans les basaltes miocènes du flanc sud du Djebel Fillaoucène. Il atteint 180 ppm dans la coulée miocène de la rive gauche de la Basse Tafna.

Le nickel passe de 45 à 184 ppm dans les roches du Mohammedia. Il atteint une teneur de 42 ppm dans la coulée miocène de la rive gauche de la Basse Tafna et oscille entre 37 et 45 ppm dans les basaltes miocènes du flanc sud du Djebel Fillaoucène. Le nickel diminue très nettement dans les coulées sommitales et révèle la cristallisation de l'olivine.

Le chrome varie entre 110 et 299 ppm dans les coulées du Mohammedia, par contre il montre une teneur comprise entre 180 et 210 ppm dans les basaltes miocènes de la basse Tafna et du flanc sud du Djebel Fillaoucène.

Le cobalt oscille entre 28 et 53 ppm dans les laves du Mohammedia, entre 10 et 150 ppm dans les coulées de la Basse Tafna et enfin entre 38 et 106 ppm dans les laves du Djebel Fillaoucène. La diminution du vanadium et du cuivre, dans les termes les plus évolués indique la précipitation des minéraux opaques. Enfin les corrélations positives indiquées par le baryum et le strontium montrent le non précipitation des plagioclases dans toutes les laves.

Les teneurs en chrome et en cobalt chutent nettement dans les termes les plus différenciés, les corrélations négatives obtenues pour ces deux éléments confirment le fractionnement du clinopyroxène.

### V.3.2. Les alcalino-terreux (Ba, Sr)

Le baryum présente des teneurs très variables. Il oscille entre 893 et 1417 ppm dans les laves du Mohammedia. Il atteint 270 ppm dans la coulée miocène de la Basse Tafna et une moyenne variant entre 250 et 290 ppm dans de flanc sud du Djebel Fillaoucène.

Le strontium présente des variations et des teneurs assez importantes ce qui reflète l'importance des minéraux calciques, en particulier le plagioclase dans les basaltes alcalins de l'Oranie. Il varie entre 650 et 1625 ppm dans les roches du Mohammedia, entre 598 et 1640 ppm dans les coulées de la Basse Tafna. En revanche, cet élément montre des teneurs plus faibles dans les coulées miocènes. Il comprise entre 470 et 644 ppm dans celle du flanc du Djebel Fillaoucène.

Les teneurs en baryum et strontium révèlent une corrélation positive. Ils augmentent dans les termes les plus différenciés. Ils présentent le même comportement que l'aluminium et le sodium et précisent le non précipitation du plagioclase.

### V.3.3. Les éléments incompatibles

Certains éléments dont le Nb, La, Sr ont un comportement typiquement incompatible dans l'ensemble de la série, marquée par un enrichissement des termes les plus évolués.

Régions	Mohammedia					
Ba	1162,38	1417,83	894,75	893,87	1081,9	
Sr	1625,66	764,78	650,1	761,02	704,93	684,55
Ni	45	143	184,6	163,22	65,18	63,09
Sc	20,13	30,41	29,01	28,43	31,98	30,56
Co	31,89	35,04	53,41	40,52	29,64	28,73
Cr	110,59	299,36	250,15	230,17	261,16	254,99
Cu	47,13	49,82	45,08	45,32	41,31	43,77
Zn	106,57	57,06	253,93	60,33	44,53	36,84
V	206,61	223,16	210,03	201,85	209,79	197,19

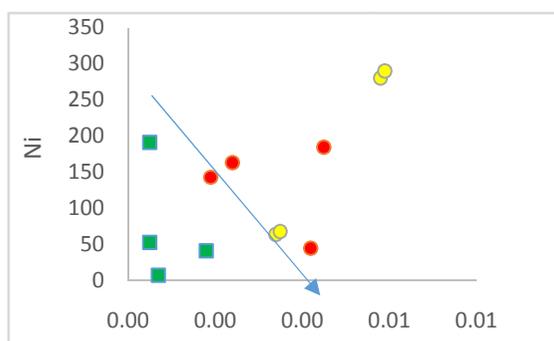
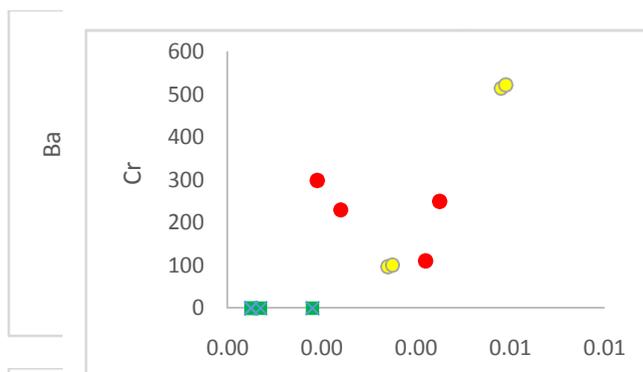
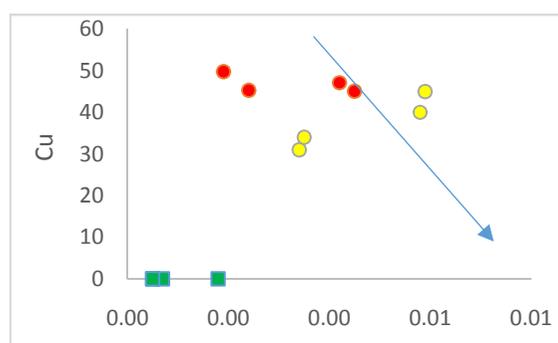
Tableau 4: Les analyses chimiques des éléments en traces des laves Plio- quaternaires de Mohammadia

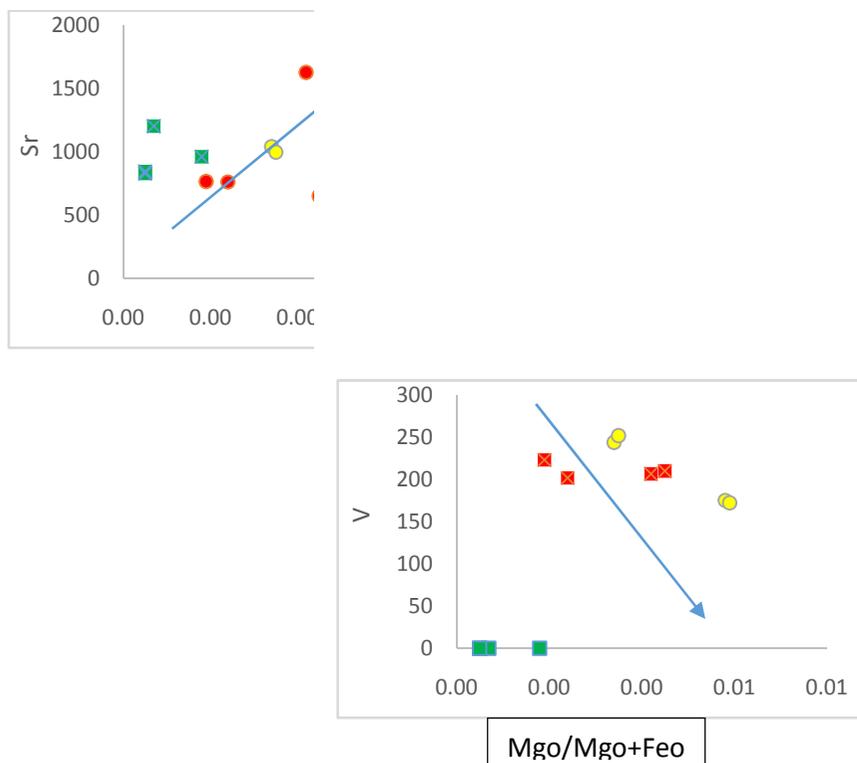
	Coulée Plio-quaternaire de flanc Sud de Djebel Fillaoucène						
Ba	971	986	382	259	255	943	234
Co	45	49	51	51	38	106	76
Cr	97	101	515	523	176	146	130
Cu	31	34	40	45	25	38	10
Ni	64	68	280	290	50	123	33
Sr	1039	996	752	700	955	918	407
V	244	252	175	172	180	279	169
Rb	50	52	41	32	32	22	33
Zn	104	104	75	75	72		
La	31,2	51,4	28,4	41,8	77	72,3	67,8
Ce	58,2	90,4	51,1	76	140	128	115
Mgo/Mgo+Feo	0,34	0,35	0,58	0,59	0,44	0,32	0,39

Tableau 5: Les analyses chimiques des éléments en traces des laves Plio- quaternaires du Flanc sud du Djebel Fillaoucène.

Ba	1069,4	1344,5	1517,7	851,8
Co	0	0	0	0
Cr	0	0	0	0
Cu	0	0	0	0
Ni	41,1	52,7	7,4	191,1
Sr	960,7	829	1201	845
V	0	0	0	0
Rb	117,5	5,3	54,6	17,3
Zn	64,6	67,9	80,6	74,7
Mgo/Mgo+Feo	0,18	0,05	0,07	0,05

Tableau6 :Analyses chimiques des éléments en traces des laves Plio-quaternaires de la Basse Tafna





■ Basse Tafna ;      ● ou ■ Mohammadia ;      ● Fillaoucène

(Fig.37). Diagramme de variation des teneurs des différents des éléments en trace en fonction de  $(MgO/MgO+FeO)$

#### V.4. Géochimie des Terres rares (les lanthanides) :

Leur caractère suffisamment immobile face aux altérations secondaires et au métamorphisme, va nous permettre de confirmer leur affinité géochimique et de les comparer aux terres rares des basaltes de la Basse-Tafna et ceux du Flanc Sud de Djebel Fillaoucène.

En ce qui concerne les basaltes de la Basse Tafna, nous retrouvons la même allure de spectres, avec le même enrichissement en LREE et le même appauvrissement HREE.

L'anomalie en Eu est également inexistante.

Le diagramme regroupant les spectres de terres rares des régions de Mohammadia, de la Basse Tafna et du Flanc Sud de Djebel Fillaoucène (tableau 7, 8 et 9), permet de constater qu'effectivement ces spectres sont sensiblement parallèles entre eux, ce qui traduirait probablement un lien génétique.

La seule différence est que les basaltes de Mohammedia sont appauvris en LREE par rapport aux laves de la Basse Tafna et enrichis par rapport aux autres.

Les concentrations en terres rares ainsi que la forme des spectres révèlent en revanche un caractère transitionnel pour les basaltes miocènes provenant du flanc Sud du Djebel Fillaoucène et ceux de Mohammedia.

	B07	B10	B11
La	72,30	67,80	50,00
Ce	128,00	115,00	95,00
Nd	50,50	49,40	44,10
Sm	9,12	8,46	8,64
Eu	2,17	2,33	2,27
Gd	6,63	7,06	7,18
Dy	5,04	5,34	5,36
Er	2,32	2,66	2,37
Yb	2,34	2,25	2,18

Tableau 7

Tableau 7 : Teneurs en RRE

	B04	B06	B08
La	31,20	51,40	28,40
Ce	58,20	90,40	51,10
Nd	26,70	40,80	24,40
Sm	5,68	8,34	5,03
Eu	1,64	2,49	1,55
Gd	4,53	6,09	4,04
Dy	3,64	4,81	6,50
Er	0,02	0,30	3,00
Yb	1,65	2,00	6,28

Eu	2,42	1,84	1,61
Gd	7,82	6,80	
Dy	5,72	6,60	
Er	2,59	3,77	
Yb	3,17	3,15	193,00

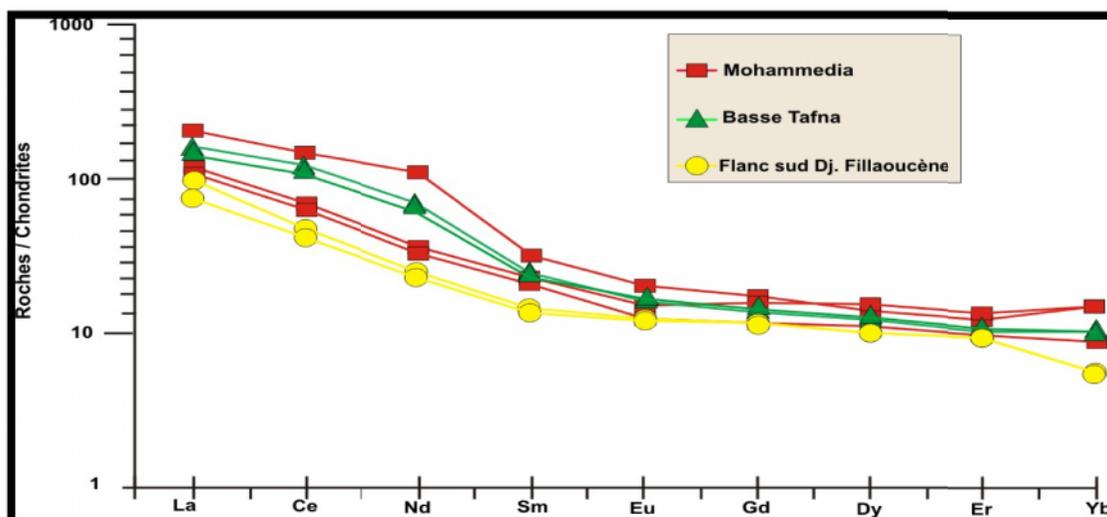
Tableau 8

des basaltes de basse Tafna.

Tableau 8 : Teneurs en RRE des basaltes du flanc sud du djebel Fillaoucène.

Tableau 9 : Teneurs en RRE des basaltes du Mohammedia.

Tableau 9



**(Fig.38). Spectres de terres rares regroupant les laves de Mohammedia, de la Basse Tafna et du Flanc sud du Djebel Fillaoucène normalisés aux chondrites (de Masuda et al. 1973).**

D'une manière générale, les spectres de terres rares des laves d'Oranie sont de type « enrichis en LREE ». Ils sont caractérisés par un net enrichissement en terres rares légères par rapport aux terres rares moyennes et aux terres rares lourdes. L'interprétation de l'allure de ces spectres ne permet pas de distinguer clairement entre les laves basaltiques des différents massifs sauf pour les roches du Djebel Fillaoucène qui paraissent, cependant, un peu moins enrichies en terres rares légères.

### **V.5. Conclusion :**

Dans l'ensemble des massifs, la teneur en silice augmente nettement dans les coulées les plus différenciées.

La distribution des alcalins en fonction de  $\text{SiO}_2$  de l'ensemble des laves mio-plio-quaternaires de l'Oranie révèle dans le diagramme de Lemaître et al. (1989), une série sodique différenciée : des basanites pour les coulées miocènes de la rive gauche de la Basse Tafna et du flanc sud du Djebel Fillaoucène, des basaltes et Mohammadia et des trachy-basaltes pour les laves plio-quaternaires du Djebel Fillaoucène, et l'étude géochimique nous permet de conclure que les volcanites de Mohammedia se caractérisent par une forte perte au feu qui est la conséquence d'une altération secondaire. Ces roches ont une composition basaltique avec des teneurs en MgO pas très élevées qui en font des basaltes évolués.

Ces résultats révèlent le passage continu entre le volcanisme miocène ayant donné naissance au basalte transitionnel du flanc sud du Djebel Fillaoucène et de la rive gauche de la Basse Tafna et celui ayant contribué à la mise en place des coulées plio-quaternaires venant du flanc sud du Djebel Fillaoucène, des massifs de Mohammadia et de la Basse Tafna.

L'Oranienord occidentale a été le siège d'importantes manifestations volcaniques d'âge Mio-Plio-quadernaire. Pour le volcanisme alcalin plio-quadernaire, les dépôts pyroclastiques dessinent des structures morphologiques variées : des cônes stromboliens, des cônes ou des anneaux de tufs de diamètre kilométrique ainsi que des maars.

L'activité éruptive alcaline d'Oranie se caractérise par un changement de type de dynamisme.

Les émissions volcaniques se sont effectuées à des âges variés à la faveur de trois types de dynamisme : effusif, strombolien et phréatomagmatique.

Les éruptions effusives datées du Miocène se sont produites uniquement à l'Ouest de l'Oranie plus particulièrement dans la rive gauche de la Basse Tafna et sur le flanc Sud du Djebel Fillaoucène.

L'étude géochimique des volcanites de Mohammedia a permis de faire résulter que ces roches ont une composition basaltique avec des teneurs en MgO pas très élevées qui en font des basaltes évolués. Elles pourraient dériver d'un magma sous-saturé à saturé en silice au sens de **Yoder et Tilly (1962)**. Par ailleurs, leurs compositions chimiques ont montré une tendance alcaline, à subalcaline pour la coulée inférieure, leurs teneurs en TiO<sub>2</sub> relativement moyennes n'ont pas des basaltes franchement alcalins comme pour les basaltes de la Basse Tafna.

Quant aux éléments majeurs et traces des basaltes de Mohammedia, nous ne pouvons rejeter l'affinité alcaline de ces roches, sans pour autant ne pas émettre l'hypothèse d'une caractérisation subalcaline pour ces roches, les caractères minéralogiques et géochimiques de la coulée inférieure penchent plus pour cette tendance. **Mégartsi. (1982)** avait également évoqué cette tendance subalcaline pour ces volcanites.

Les corrélations entre les différents oxydes et les teneurs en silice ou l'indice de différenciation, indicatrice du degré de différenciation, mettent en évidence le rôle important du processus de cristallisation fractionnée dans l'évolution de ces volcanites.

L'étude comparative entre les différents massifs (Mohammedia, Basse Tafna et Djebel Fillaoucène) a permis de déceler des similitudes entre les basaltes de Mohammedia et ceux de Djebel Fillaoucène. Il est à rappeler que les basaltes de Djebel Fillaoucène étudiés par **Bendoukha(2008)** présentent des caractères géochimiques assez analogues à nos volcanites (basaltes évolués, teneurs élevées en alumine, faibles teneurs en TiO<sub>2</sub> et P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>).

Ces basaltes ont des caractéristiques géochimiques intermédiaires entre celles des magmas orogéniques calco-alcalins miocènes (Basse Tafna, Sahel d'Oran et M'sirda). De ce fait, nous pensons que les volcanites de Mohammedia pourraient se rapprocher de ces caractéristiques intermédiaires, comme pour les basaltes de Djebel Fillaoucène (Moyenne

Les rapports des teneurs Cs/La et La/Nb permettent encore une meilleure distinction géochimique entre les basaltes alcalins plio-quaternaires, et les laves transitionnelles d'âge miocène. Ces diagrammes mettent en évidence deux champs :

-L'un réservé aux laves d'âge miocène terminal issues du flanc sud du Djebel Fillaoucène et de Mohammedia.

- Le second correspond aux coulées attribuées au Plio-Quaternaire.

La mise en place des magmas alcalins d'Oranie Nord-Occidentale se serait effectuée à la faveur de jeux et rejeux des méga-zones de cisaillement jalonnant la marge maghrébine lors d'épisodes distensifs succédant aux dernières phases compressives miocènes (**Hernandez et al. 1987, piqué et al. 1998, Maury et al. 2000, Coulon et al. 2002**). Les basaltes alcalins sont attribuables à l'influence d'un panache asthénosphérique avec fusion d'un manteau enrichi de type continentale (**Louni, 2002, Bendoukha, 2008**).

## Liste des figures

<i>Fig 1 : Situation des massifs volcaniques de l'Oranie Nord-occidentale (in Louni 1995).....</i>	<i>03</i>
<i>Fig. 2 : Contexte géologique de l'Oranie nord occidentale (in Megartsi, 1985).I.4.....</i>	<i>04</i>
<i>Fig 3. Situation Géographique des volcans du Djebel Fillaoucene (in Bendoukha 2008).....</i>	<i>11</i>
<i>Fig4. Coupe théorique dans le volcan d'Aïn El-Maâden.....</i>	<i>12</i>
<i>Fig5. Coupe longitudinale du neck et volcan de Boutrack (Megartsi, 1985).....</i>	<i>13</i>
<i>Fig6. Répartition géographique des centres d'émission de la Basse Tafna.....</i>	<i>14</i>
<i>Fig7 : coupe de la coulée miocene.....</i>	<i>15</i>
<i>Fig8 : Coupe de volcan el Gloub.....</i>	<i>15</i>
<i>fig9 : coupe de volcan de sidi Aissa .....</i>	<i>16</i>
<i>Fig10 : Coupe de volcan de sidi Rahmoun.....</i>	<i>16</i>
<i>Fig11 : Coupe de volcan de Boukeltoum.....</i>	<i>18</i>
<i>Fig12. Répartition appareils éruptifs du complexe de la Basse Tafna .....</i>	<i>21</i>
<i>Fig 13 : Coupe synthétique des volcanites de Mohammadia.</i>	
<i>Fig14. Coulée à texture microlitique d'âge Miocène du Flanc sud du Djebel Fillaoucene.....</i>	<i>27</i>
<i>Fig15. Coulée inférieure du groupe F2.....</i>	<i>28</i>
<i>Fig16. Coulée inférieure du groupe F3 .....</i>	<i>29</i>
<i>Fig17. Coulée supérieure à texture microlitique.....</i>	<i>29</i>
<i>Fig18.: Coulée du groupe F4 .....</i>	<i>30</i>
<i>Fig19..Position stratigraphique des produits éruptifs de la Basse Tafna.....</i>	<i>31</i>
<i>Fig20. Coulée inférieure du groupe B2.....</i>	<i>32</i>
<i>Fig21. Coulée inférieure du groupe B3 .....</i>	<i>33</i>
<i>Fig22.: Coulée supérieure du groupe B3.....</i>	<i>33</i>
<i>Fig23. Coulée moyenne du groupe B3 .....</i>	<i>43</i>
<i>Fig24 .tuf a lapillis.....</i>	<i>43</i>
<i>Fig25. Phénocrystal de pyroxène épigénisé du groupe B5.....</i>	<i>35</i>
<i>Fig26. Coulée microlitique porphyrique du groupe B5.....</i>	<i>35</i>
<i>Fig27. Coulée à xénocristaux d'amphibole du groupe B6 .....</i>	

<i>Fig28. Coulée à phénocristaux d'orthose du groupe B6.....</i>	<i>37</i>
<i>Fig29.: Coulée sommitale du groupe B6.....</i>	<i>37</i>
<i>Fig30. position stratigraphique des produits eruptifs de la Basse Tafna.....</i>	<i>38</i>
<i>Fig31. Correlation et position stratigraphique des produits eruptifs du flanc sud de Djebel Fillaoucene, de la Basse Tafna et de Mohammadia.....</i>	<i>40</i>
<i>Fig32. Déroulement des éruptions phréatomagmatique dans la Basse Tafna.....</i>	<i>46</i>
<i>Fig 33 : Coupe reliant le Djebel Lakhmag (Flanc sud du Fort Belinsi) au volcan du Cap D'Acraen ( Benbouhia. 2008).....</i>	<i>49</i>
<i>Fig34 : épisodes volcaniques du massif éruptif de Mohammadia.....</i>	<i>50</i>
<i>Fig35. Classification de Lemaître et al. 1989, position de différentes laves sur le diagramme alcalins-Silice.....</i>	<i>53</i>
<i>Fig36. Diagramme de variation des teneurs des différents oxydes en fonction de la silice (diagramme de Harker).....</i>	<i>56</i>
<i>Fig.37. Diagramme de variation des teneurs des différents des éléments en trace en fonction de (Mgo/Mgo+Feo).....</i>	<i>61</i>
<i>Fig38. Spectres de terres rares regroupant les laves de Mohammedia, de la Basse Tafna et du Flanc sud du Djebel Fillaoucène normalisées aux chondrites (de Masuda et al. 1973).....</i>	<i>62</i>

## Table des Matières

### CHAPITRE I :Généralité

<b>I.1.Introduction</b> .....	2
<b>I.2. Cadre Géographique</b> .....	2
<b>Le massif de la Basse Tafna</b> .....	3
<b>Le Djebel Fillaoucène</b> .....	3
- <b>Le secteur volcanique de Mohammadia</b> .....	3
<b>I.3. Cadre géologique et structural</b> .....	4
<b>I.3.1. Cadre géologique</b> .....	4
<b>Le flanc sud du DjebelFillaoucene</b> .....	4
<b>Le massif de la Basse Tafna</b> .....	4
<b>La région de Mohammedia</b> .....	4
<b>I.3.2. Cadre structural</b> .....	5
<b>Historique des recherches</b> .....	5
<b>I.5. But du travail</b> .....	8
 <b>CHAPITRE II :Etude volcanologique des produits éruptifs</b>	
<b>II.1. Etude volcanologique</b> .....	10
<b>II.2. Datation du volcanisme alcalin d’Oranie</b> .....	10
<b>II.3. Les épanchements volcaniques du flanc Sud duDjebel Fillaoucène</b> .....	10
<b>II.3.1.Le volcand’Aïn el Maaden (704 m)</b> .....	11
<b>II.3.2.Le volcan de M’rabet Rabah (726 m)</b> .....	12
<b>II.3.3.Le volcan d’AïnFetah (551 m)</b> .....	12
<b>II.3.4.le volcan de Boutrack</b> .....	13
<b>II.4. le massif volcanique de la Basse Tafna</b> .....	13
<b>II.4.1.1 les volcans de la rive gauche de la tafna</b> .....	15
<b>II.4.1.2. Le volcan de Sidi Aissa (403m)</b> .....	16
<b>II.4.1.3.Le volcan de sidi Rahmoun (347 m)</b> .....	16
<b>II.4.1.4.Le volcan de Ras Amara (264m)</b> .....	16

II.4.1.5. Le volcan de Douar Ksabi (282 m).....	17
II.4.1.6. Le volcan de Bouakil.....	17
II.4.1.7. Le volcan de Douar Bouhamar (146 m).....	17
II.4.1.8. Le volcan de Sidi Laredj (191 m).....	17
II.4.1.9. Le volcan de Tafardjoun (152 m).....	17
II.4.1.10. Le volcan de Boukeltoum.....	18
II.4.2. LES VOLCANS DE LA RIVE DROITE DE LA TAFNA.....	18
II.4.2.1. Le volcan de Gaadat El Ghouzlane (232 m).....	18
II.4.2.2. Le volcan de Kerkour El Aryas (222m).....	18
II.4.2.3. Le volcan de Bled Lamdadeha (261 m).....	19
II.4.2.4. Le volcan d'El Bradj (172 m).....	19
II.4.2.5. Le volcan de Biramdane (100m).....	19
II.4.2.6. Le volcan de Sidi Abdallah (265 m).....	19
II.4.2.7. Le volcan de Khouidam (100m).....	20
II.4.2.8. Le volcan du cap d'acra (100 m).....	20
II.4.2.9. Le volcan le Fort Belinsi.....	20
Conclusion.....	21
II.5. le Secteur volcanique de Mohammadia.....	23
II.5.1. Introduction.....	23
II.5.2. Centre d'émission .....	23
II.5.3. Les produits volcaniques.....	23
II.5.3.1. Brèche.....	23
II.5.3.2. Tufs1 et tufs2 .....	23
II.5.3.3 Les coulées .....	24
II.5.3.4. Dyke.....	24
II.5.4. Conclusion.....	25

## CHAPITER III

### Pétrographie des produits éruptifs

III.1. Introduction.....	27
III.2. Pétrographie des laves du flanc sud du Djebel Fillaoucène.....	27
III.2.1. Les basaltes du groupe F1.....	27
III.2.2. Les basaltes de groupe F2.....	28
III.2.3. Les basaltes du groupe F3.....	29
III.2.4. Les basaltes du groupe F4.....	30
III.2.5. Conclusion.....	30
III.3. Pétrographie des laves de la Basse Tafna.....	31
III.3.1. Le groupe B1.....	31
III.3.2. Le groupe B2.....	32
III.3.3. Le groupe B3.....	33
III.3.4. Les produits du groupe B4.....	34
III.3.5. Le groupe B5.....	35
III.3.6. Le groupe B6.....	36
III.3.7. Conclusion .....	37
III.4. Pétrographie des laves de Mohammadia.....	38
III.4.1. La coulée inférieure .....	38
III.4.2. La coulée supérieure.....	39
III.4.3. La brèche volcanique.....	39
III.5. Conclusion à l'étude pétrographique.....	39

## CHAPITER IV

### Dynamisme

IV.1. Introduction .....	42
IV.2. Dynamisme du flanc Sud du Djebel Fillaoucène.....	42
IV.2.1. Premier Episode volcanique .....	42
IV.2.2. Deuxième épisode volcanique .....	42
IV.3. Dynamisme du massif volcanique de la Basse Tafna.....	43
IV.3.1. Introduction.....	43
IV.3.2. L'épisode effusif du Miocène.....	43

IV.3.3. L'épisode inférieur de type strombolien.....	43
IV.3.4. L'épisode phréatomagmatique.....	43
IV.3.5. Interprétation Dynamique et Mécanisme de mise en place des Produits Pyroclastiques.....	44
IV.3.6. L'épisode supérieur de type strombolien.....	48
IV.4. Dynamisme du volcanisme de Mohammadia.....	49
IV.5. Synthèse Dynamique.....	50

## CHAPITER V

### Géochimie

V.1. Introduction .....	53
Diagrammes alcalins – silice .....	53
V.2. Comportement des éléments majeurs .....	54
V.3. Distribution des éléments en traces .....	56
III-3-1- Intérêt des éléments entrace.....	57
III.3.2. Les alcalino-terreux (Ba, Sr) .....	58
III .3.3. Les éléments incompatibles.....	59
V.4. Géochimie des Terres rares :.....	61
V.5. Conclusion .....	63

## CHAPITRE VI

### Conclusion générale

## Références Bibliographiques

**Aït Hamou, F., (1987).** Etude pétrologique et géochimique du volcanisme d'âge miocène de la région de Hadjout (ouest algérois). Thèse Magister USTHB Alger, 269 p.

**Belanteur, A (2000).** Le magmatisme miocène de l'Algérois : géochronologie de mise en place, pétrologie et implantations géodynamiques. Thèse doct. Etat, USTHB Alger

**Belanteur, O. Bellon, H., R.C., Ouabadi, A., Coutelle, A., Semroud, B., Megartsi, M., and Fourcade, S., (1995).** Le magmatisme Miocène de l'Est de l'Algérois : géologie, géochimie et géochronologie  $^{40}\text{K}-^{40}\text{Ar}$ . C.R. Acad. Sci. Paris, 321, 489-496.

**Bellon, H., Guardia, P (1980).** Le volcanisme alcalin Plio-Quaternaire d'Algérie Occidentale. Etude radiométrique et paléomagnétique. Rev. Géol. Dyn. Et de Géogr. Phys., 22, Fasc.3, pp. 213-222.

**Bellon, H., Guardia, P., et Magné, J., (1984).** Les associations volcaniques du Miocène supérieur de la région oranaise (Algérie occidentale). Conséquences géodynamiques. Géol. Méditerranéenne, XI, 255-264.

**Bellon, H., Brousse, R., (1977).** Le magmatisme périméditerranéen occidental. Essai de synthèse, Bull. Soc. Géol. France XIX (7)469-480.

**Bendoukha, R., (1987).** Etude dynamique, pétrographique et géochimique d'un complexe volcanique plio-quaternaire de la basse Tafna (Oranie occidentale). Thèse Magister, USTHB, Alger, 159 p.

**Bendoukha, R., (2008)** Etude dynamique, pétrographique et géochimique du volcanisme alcalin plio- quaternaire de l'Oranie (Algérie nord occidentale) Thèse doctorat, USTHB, Alger.

**Coulon, C., Megartsi, M., Fourcade, S., Maury, R.C., Bellon, H., Louni-Hacini, A., Cotten, J., Hermitte, D. (2002),** The transition from calc-alkaline to alkaline volcanism during the neogene in Oranie (Algeria): Magmatic expression of a slab breakoff. (soumis).

**Gentil L. (1903).** Etude géologique du bassin de la Tafna. Publ. Serv. Cartogéol. Algérie, N4; pp.1-4.

**Girod, et al. (1978),** les roches volcaniques : pétrologie et cadre structurale. Doinséditeurs, 240p.

**Glangeaud, L., (1932).** Etude géologique de la région littorale de la province d'Alger. Bull. Serv. Carte Géol. Algérie, 2<sup>ième</sup> série, n°8.

**Guardia, P., (1975).** Géodynamique de lamarge alpine du continent Africain d'après l'étude de l'Oranie Nordoccidentale. Thèse d'état Univ. Nice, 289 p.

**Kieffer, G., (1980),** Les explosions phréatiques et phréatomagmatiques terminales de l'Etna. Bull. volcanol. 44, P. 655-660.

**Kieffer, G., Camus, G., (1981)-** Manifestations dangereuses des volcans réputés pacifiques : Les éruptions et les explosions phréatomagmatiques ou phréatiques » Rev. d'Auvergne, 1, P.211-226.

**Louni-Hacini, A., Bellon, H., Maury, R.C., Megartsi, M., Semroud, B., Cotten, C., and Coutelle, A., (1995).** Datation  $^{40}\text{K}/^{40}\text{Ar}$  de transition du volcanisme calco-alcalin au volcanisme alcalin en Oranie au Miocene Supérieur. C.R. Acad. Sci. Paris, 321, 975-982.

**Louni-Hacini A.,(2002).** La transition du magmatisme calco-alcalin au magmatisme alcalin dans l'Oranie (Algérie nord occidentale) *Thèse Doc. D'état, USTHB, Alger, 201p.*

**Masuda A., Nacamura N. and Tanaka I.T (1973).** Fine structure of mutually normalized rare earth patterns of chondrites. Geochim. Cosm. Acta, Vol.37, pp 239-248.

**Maury, R.C., Fourcade S., Coulon C., El-Azzouzi M., Bellon H., Coutelle A., Ouabadi A., Semroud B., Megartsi M., Belanteur O., Louni-Hacini A., Capdevila R., Hernandez J. and Rehault J.P. (2000).** Post collisional neogene magmatism of the Mediterranean magreb margin: A consequence of slab breakoff. C.R.Acad.Sci., Paris, 33, pp.159-173. **(1984).** Les conséquences volcaniques de la subduction. Bull.Soc. Géol. Fr., 7 : 489-500.

**Megartsi, M., (1982).** Les roches volcaniques d'âge Mio-Pliocène de la région de Mohammedia (Oranie). Données pétrographiques et géochimiques préliminaires. Géosciences, Bull. alg. Sci. Terre, 2(1), pp.1-12.

**Megartsi, M., (1985).** Le volcanisme mio-plio-quadernaire de l'Oranie nord-occidentale (Algérie). Thèse d'Etat. Université d'Alger, 296 p.

**Medini S. (2009).** Les minéralisations hydrothermales liées à l'activité volcanique calco-alcaline du complexe des M'sirda (Oranie Nord-Occidentale). These de Mag. Univ. d'Oran.

**Middelmost EAK (1975).**The basalts clan. EarthSci. Rev., 11, pp

**Perrodon A. (1957)** – Etude géologique des bassins sublittoraux de l'Algérie occidentale. Pub. Ser. Géol., Algérie.

**Piqué, A., Aït Brahim, L., El Azzouzi, M. Maury, R.C., Bellon, H., Semroud, B., and Laville, E., (1998).** Le poinçon maghrebin : contraintes structurales et géochimiques. *C.R. Acad. Sci. Paris. 326, 575-581.*

**Sadran G. (1952)** – les roches cristallines du littoral Oranais. Morphologie régionales. 1<sup>ère</sup> série, Algérie N18.

**Sadran G. (1958)** – les formations volcaniques tertiaires et quaternaires de Tell Oranais. Bull. Serv. Carte Géol. AlgérieNouv. série, Bull. N8, 533p.

**Tabeliouna M. (1991)** – contribution à l'étude volcanologique, pétrologique et géochimique de la partie occidentale d'Ain Témouchent. Mém. Ing. Etat. Univ. Oran.

**Tabeliouna M. (1997)**- etude dynamique, pétrographique et géochimique des laves basaltiques plio-quaternaires du massif d'Ain Témouchent (Oranie nord occidentale). Thèse Mag, USTHB, Alger, 118p.

**Thomas, G. (1985).** Géodynamique d'un bassin intramontagneux, le bassin du bas Cheliff occidental (Algérie) durant le mio-plio-quaternaire. Thèse d'état, Univ. De Pau, 594 p.

**Thornton, C.P., & Tuttle, O.F., (1960).**Chemistry of igneous rocks, differentiation index. Am.J. Sci., 258 : 664-684.

**Zerka, M., (1991).**Etude des enclaves ultramafiques du volcanisme plio-quaternaire de l'Oranie occidentale. Exemple des massifs d'Ain Témouchent et de la basse Tafna. Thèse Magister, USTHB, Alger, 175 p.

**Zerka, M., (2004)** – Le manteau sous la marge Maghrébine : Relations (infiltrations-réactions-cristallisations) et cisaillement lithosphériques dans les enclaves ultramafiques du volcanisme alcalin plio-quadernaire d'Oranie, exemples des complexes d'Ain Témouchent et de la Basse Tafna (Algérie nord-occidentale). Thèse doct. Etat, univ. Oran 234p+ annexes.

# Références Bibliographiques