

**République Algérienne Démocratique et Populaire**  
**Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique**  
**Université d'Oran2**

Faculté des Sciences de la Terre, et de l'Univers  
Département de Géologie



**Mémoire**

Présenté pour l'obtention du grade MASTER en Géologie  
Option : Géodynamique de la lithosphère

**Thème**

***Etude dynamique, pétrographique et géochimique du volcanisme de la Moyenne Tafna (Rive droite, Rive gauche) Nord-ouest d'Oranie, Ouest Algérie.***

*Présenté par :*

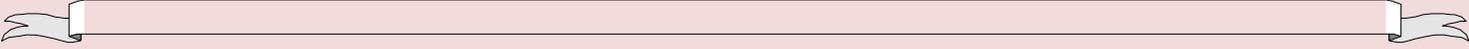
***Frihi Khadidja***

***Frihi Fadila Hanane***

Soutenu publiquement le 01/07/2019 devant les membres du jury :

M <sup>f</sup> . SEDDIKI A.	Professeur	Université d'Oran 2	Président
M <sup>f</sup> . BENDOUKHA R.	Maitre de conférences (A)	Université d'Oran2	Rapporteur
M <sup>me</sup> . ALLAMI F/Z.	Maitre assistante	Université d'Oran 2	Examinatrice

Promotion : 2018-2019



# *Remerciement*

*Nous remercions notre Dieu qui nous a donné le courage et la volonté de poursuivre nos études, ainsi que nos parents qui ont sacrifié leur vie pour notre réussite.*

*Nous tenons à adresser notre sincère remerciement et la plus grand respect à notre encadreur Mr Bendoukha.R pour sa compréhension, sa disponibilité, de son savoir faire, ses conseils judicieux, et toute l'aide qu'il nous a rapporté.*

*Nos remerciements s'adressent également aux membres du jury (Mr Seddiki.A et Mme Allami.F/Z) qui a ont accepté d'évaluer notre travail et de nous avoir honoré par leur présence.*

*Nous remercions toute la famille, tous les amis pour leurs encouragements.*

*Nous remercions tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la mise en œuvre de ce travail.*

*Merci à tous*



## *La liste des Figures*

<b>Fig.1:</b> Répartition géographique et l'âge du volcanisme Néogène de l'Oranie (in coulon et al,2002).....	10
<b>Fig.2:</b> Contexte Géologique de l'Oranie nord occidentale (in Bendoukha, 2008).....	11
<b>Fig.3:</b> Situation Géographique des volcans du Djebel Fillaoucène (in Bendoukha, 2008).....	21
<b>Fig.4 :</b> Coupe longitudinale du neck et volcan de Boutrack (Megartsi, 1985).....	22
<b>Fig.5 :</b> Coupe reliant le volcan de Ain el maàden aux volcans de Sidi Ali et Ain Fetah (Bouzian, 2003).....	24
<b>Fig.6:</b> Coupe dans l'aval d'Oued Romana (In Benfriha.A, et Mehalli. M, 2001).....	26
<b>Fig.7:</b> Coupe dans le flanc nord de Hadjra El Kahla (In Benfriha.A, et Mehalli.M 2001).....	28
<b>Fig.8:</b> Coulée à texture microlitique d'âge Miocène du Flanc sud du Djebel Fillaoucene.....	31.
<b>Fig.9:</b> Coulée inférieure du groupe F2.....	32
<b>Fig.10:</b> Coulée inférieure du groupeF3.....	34
<b>Fig.11:</b> Coulée supérieure à texture microlitique.....	36
<b>Fig.12:</b> Coulée du groupe F4.....	37
<b>Fig.13:</b> Position stratigraphiques des produits éruptifs du flanc sud du Djebel Fillaoucene .....	38
<b>Fig.14:</b> Texture microlitique porphyrique à phénocristaux de plagioclase et à rares phénocristaux d'olivines et clinopyroxènes.....	39
<b>Fig.15:</b> Texture microlitique porphyrique à tendance fluidale et à phénocristaux de clinopyroxène et olivine des basaltes de Hadjra El Kahla (Moyenne Tafna Rive Droite)(Louni2002).....	41
<b>Fig16 :</b> distribution de $Na_2O+K_2O/SiO_2$ des laves mio plio quaternaires de la Moyenne Tafna(Kuno1986)	

<b>Fig17 :</b> Distribution des éléments majeurs en fonction du rapport $MgO/MgO+FeO$ des laves mio-plio-quaternaires de l'Oranie nord occidentale.....	54
<b>Fig.18 :</b> Comportement des éléments en traces en fonction de $MgO/MgO+FeO$ des laves mio-plio-quaternaires de la Moyenne Tafna (rive droite et la rive gauche). (Megartsi, 1985, Louni, 2002 et Bendoukha, 2008).....	54
<b>Fig19a :</b> Spectre de terres rares des laves miocène de la Moyenne Tafna.....	59
<b>Fig19 b:</b> Spectre de terres rares des laves plio-quaternaire de la Moyenne Tafna.....	59

## *Liste des tableaux*

<b>Tableau.1</b> récapitulatif des centres d'émission et des coulées de la Moyenne Tafna (Megartsi,1985, Bendoukha,2008).....	29
<b>Tableau.2</b> : Tableau récapitulatif du Dynamisme et âges radiométriques du volcanisme mio-plio-quaternaire de la Moyenne Tafna (données de Bellon et Guardia, 1980; Louni, 1995 et Coulon et al, 2002Bendoukha 2008).....	45
<b>Tableau.3a</b> : Distribution des éléments majeurs des secteurs de Hadjra El Kahla et Ain Romana (in Megartsi 1985 et Louni 2002).....	49
<b>Tableau.3b</b> : Distribution des éléments majeurs de la rive droite et gauche de la Moyenne Tafna (in Bendoukha, 2008).....	50
<b>Tableau.4a</b> : Distribution en traces de la rive droite et gauche de la Moyenne Tafna (in Megartsi 1985 et Louni, 2002Bendoukha, 2008).....	51
<b>Tableau.4b</b> : Distribution en traces de la rive droite et gauche de la Moyenne Tafna (in Bendoukha, 2008).....	52
<b>Tableau.5a</b> : Distribution en traces de la rive droite et gauche de la Moyenne Tafna (in Megartsi1985 et Louni, 2002Bendoukha, 2008).....	59
<b>Tableau.5b</b> : Teneurs en RRE des basaltes plio-quaternaires du flanc sud de Djebel Fillaoucène (Bendoukha,2008) .....	60

*Remerciement*

*Liste des figures*

*Liste des tableaux*

*Table des matières*

## ***Plan de travail***

### **CHAPITRE I**

#### ***Volcanologie et position stratigraphique des laves mio- plio- quaternaires de l'Oranie***

<b>1. Introduction.....</b>	<b>8</b>
<b>2. Cadre Géographique.....</b>	<b>8</b>
<b>3. Cadre géologique et structural.....</b>	<b>10</b>
<b>A. Cadre géologique.....</b>	<b>10</b>
<b>B. Cadre structural.....</b>	<b>11</b>
<b>a. La zone atlasique.....</b>	<b>12</b>
<b>b. La zone tellienne.....</b>	<b>12</b>
<b>4. Historique des recherches.....</b>	<b>14</b>
<b>5. but du travail.....</b>	<b>18</b>

### **CHAPITRE II**

#### ***Etude volcanologique des produits éruptifs***

<b>1. Datation du volcanisme d'Oranie.....</b>	<b>19</b>
<b>2. Etude volcanologique.....</b>	<b>20</b>
<b>A. Introduction .....</b>	<b>20</b>
<b>B. Les épanchements volcaniques du flanc Sud du Djebel Fillaoucène.....</b>	<b>20</b>
<b>a. Le volcan de Boutrack .....</b>	<b>22</b>
<b>b. Le volcan d'Aïn El Maaden (704m).....</b>	<b>23</b>
<b>c. Le volcan de M'rabet Rabah (726 m).....</b>	<b>24</b>

<i>d. Le volcan d'Ain Fetah (551 m).....</i>	<i>24</i>
<i>C. Les épanchements volcaniques du secteur d'Ain Romana.....</i>	<i>25</i>
<i>D. les épanchements volcaniques du secteur de Hadjra El-Kahla.....</i>	<i>27</i>
<i>E. Conclusion.....</i>	<i>29</i>

### **CHAPITRE III**

#### ***Pétrographie des produits éruptifs***

<i>1. Introduction.....</i>	<i>30</i>
<i>2. Pétrographie des laves du flanc sud du Djebel Fillaoucène.....</i>	<i>30</i>
<i>A. Les basaltes du groupe F1.....</i>	<i>30</i>
<i>B. Les basaltes de groupe F2.....</i>	<i>32</i>
<i>C. Les basaltes du groupe F3.....</i>	<i>34</i>
<i>D. Les basaltes du groupe F4.....</i>	<i>36</i>
<i>E. Conclusion .....</i>	<i>37</i>
<i>3. Pétrographie de laves Hadjra El kahla et Ain Romana.....</i>	<i>38</i>
<i>A. Les basaltes.....</i>	<i>38</i>
<i>a. Le plagioclase.....</i>	<i>40</i>
<i>b. Le clinopyroxène .....</i>	<i>40</i>
<i>c. L'olivine.....</i>	<i>41</i>
<i>d. Les minéraux opaques .....</i>	<i>41</i>
<i>e. La paragenèse secondaire .....</i>	<i>42</i>
<i>f. Ordre de cristallisation .....</i>	<i>42</i>
<i>B. Coulée dacitique .....</i>	<i>42</i>
<i>a. Le plagioclase.....</i>	<i>43</i>
<i>b. L'orthopyroxène .....</i>	<i>43</i>
<i>c. Le clinopyroxène .....</i>	<i>43</i>
<i>d. Ordre de cristallisation.....</i>	<i>43</i>
<i>e. Conclusion.....</i>	<i>44</i>

## CHAPITRE IV

### *Dynamisme*

1. <i>Introduction</i> .....	45
2. <i>Dynamisme du flanc sud du Djebel Filloucene</i> .....	45
A. <i>Premier Episode volcanique</i> .....	46
B. <i>Deuxième épisode volcanique</i> .....	46
3. <i>Dynamisme de la rive droite</i> .....	46
A. <i>Le premier épisode</i> .....	46
B. <i>Le deuxième épisode</i> .....	47
C. <i>Conclusion</i> .....	47

## CHAPITRE V

### *Géochimie*

1. <i>Introduction</i> .....	48
2. <i>Distribution des éléments majeurs</i> .....	48
3. <i>Distribution des éléments en traces</i> .....	51
A. <i>Les éléments de transition (V, Cr, Co, Ni)</i> .....	52
B. <i>Les alcalino-terreux (Ba, Rb et Sr)</i> .....	53
4. <i>Classification des roches de la Moyenne Tafna</i> .....	54
5. <i>Comportement des éléments majeurs en fonction MgO/MgO+FeO</i> .....	55
6. <i>Comportement des éléments en traces en fonction MgO/MgO+FeO</i> .....	57
7. <i>Comportement des Les terres rares</i> .....	59
8. <i>Conclusion</i> .....	62

<i>Conclusion générale</i> .....	64
----------------------------------	----

### *Références bibliographiques*

### *Annexe*



## ***CHAPITRE I***

---

### ***Volcanologie et position stratigraphique des laves mio- plio-quaternaires de l'Oranie***

## 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).

## 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 éruptif de Souhalia ;
- le massif volcanique de la Basse Tafna ;
- le massif éruptif d'Ain Témouchent.
- 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 Necke de Boutrack (**Photo.1 en annexe**).

Les coulées rejetées par ces volcans dessinent des plateaux basaltiques. L'épanchement des laves s'est fait en direction du sud est et du sud ouest.

- Les appareils volcaniques. de la Moyenne Tafna sont peu nombreux et dessinent soit des cônes stromboliens, soit des dômes érodés.
- Les produits éruptifs caractérisent un volcanisme alcalin, alimenté par ces centres d'émission ayant rejetés une quantité importante de basalte et de produits pyroclastiques.

Les laves d'âge plio-quaternaire recouvrent par l'intermédiaire d'un niveau conglomératique de couleur rougeâtre. Les basaltes datés du miocène sont intercalés dans les formations marneuses jaunes verdâtres.

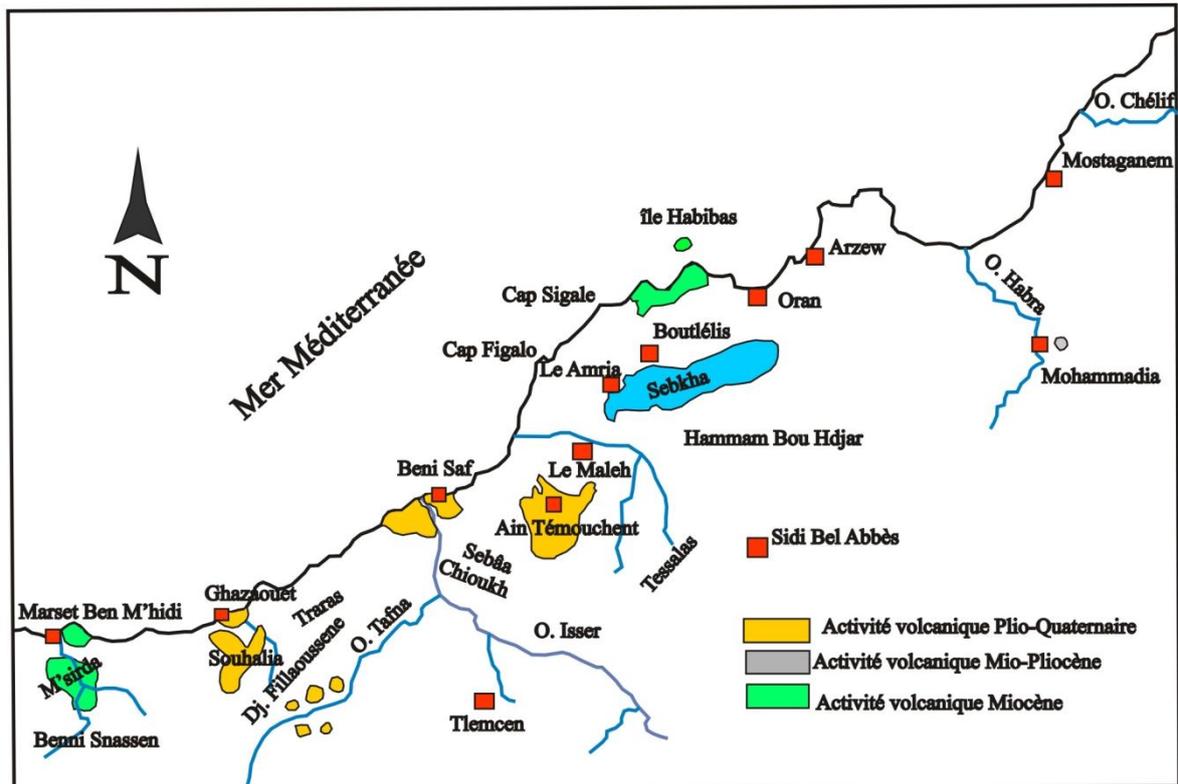


Fig.1 : Répartition géographique et l'âge du volcanisme Néogène de l'Oranie (in Coulon et al., 2002)

### 3. Cadre géologique et structural :

#### A. 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.

Le Djebel Fillaoucène 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 Souhalia situé dans le littoral est limité au sud par la terminaison orientale des Traras qui laisse apparaître plusieurs sommets culminants, présentant une morphologie torrentielle et à ravinement très accentué qui créent des dénivellations parfois très importantes.

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 partie orientale de ce massif est limitée par le Djebel Skouna, qui lui présente un point culminant de 409 m.

Il présente une morphologie accidentée qui plonge sans discontinuité jusqu'au Cap Oulhassa (212 m).

Enfin, le massif volcanique d'Aïn Témouchent, limité au sud-ouest par les monts de Sebâa Chioukh, montre des sommets d'altitude moyenne et des dépressions circulaires de diamètre atteignant parfois 800 m. La partie sud Est de ce massif est limitée par les monts de Tessala, qui créent dans la topographie un paysage de collines enchevêtrées.

### B. 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 (Fig.2).

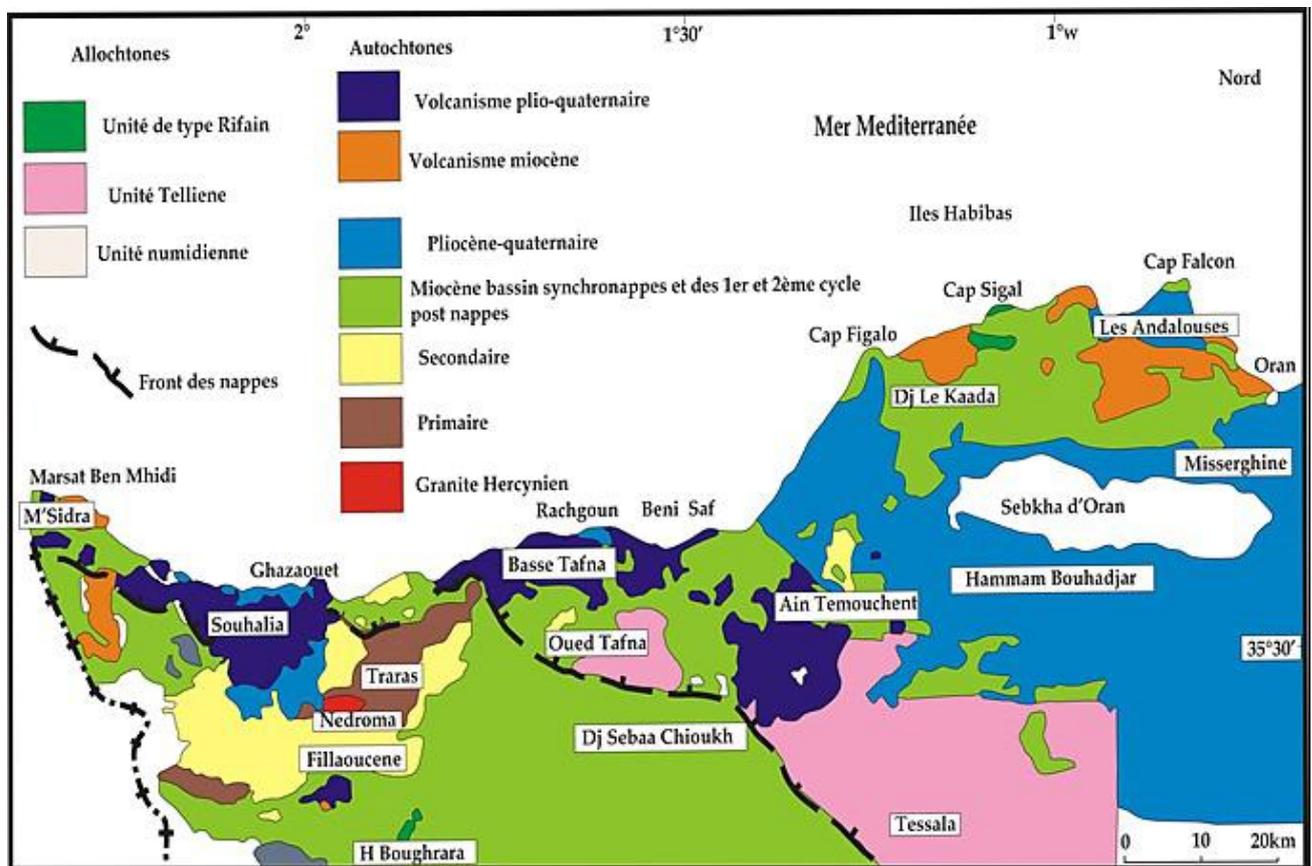


Fig.2 : Contexte Géologique de l'Oranie nord occidentale (in Bendoukha, 2008).

*a. La zone atlasique :*

La zone atlasique constituée de terrains autochtones comprend la chaîne Fillaoucène dans laquelle se trouvent les coulées volcaniques de Boutrack et le massif des Traras. Cette zone comporte des terrains paléozoïques représentant le substratum et une couverture mésozoïque. Cette dernière fait ressortir cinq ensembles sédimentaires :

- une série carbonatée inférieure (Lias.Dogger) ;
- une série pélitique (Callovien-Oxfordien inférieur) ;
- un ensemble grés-carbonaté supérieur (Oxfordien supérieur alpin) ;
- une série marno-calcaire (Cénomaniens-Sénonien).

Cette zone est affectée par un réseau de faille atlasique (N 40°-N90°) ainsi que par des failles de direction N20° Glangeaud (1952).

*a. La zone tellienne :*

Cette zone regroupe quatre ensembles (Guardia, 1975) :

✓ *L'autochtone et le para-autochtone.*

Cet ensemble constitué d'allochtone, et d'allochtone non métamorphique est représenté par diverses unités. En effet, l'autochtone affleure près d'Aïn Témouchent au Djebel Tounit et à Douar Chentouf. Guardia (1975) a rattaché au para-autochtone les lambeaux de poussée Jurassiques de la région de Souhalia et de Djebel Zandal (M'Sirda).

✓ *L'allochtone métamorphique.*

Il est représenté par l'unité de :

- Houariya (Primaire –Jurassique).
- Du Skouna (Jurassique -Crétacé inférieur).
- De Souhalia (Jurassique supérieur –Crétacé inférieur).
- D'El Mokrane (Crétacé inférieur- Eocène).

✓ *l'allochtone non métamorphique*

Guardia (1975), a distingué trois unités dans l'allochtone non métamorphique :

- Unité de Chouala composé de marne (Crétacé inférieur et moyen et de l'Oligocène affleurant au Nord du Djebel Sebâa Chioukh).
- L'unité « Sénonienne » formée de marne.
- L'unité Oligo-Miocène affleure en lambeaux à Arlal et à Sebâa Chioukh
- Les lambeaux du Numidien.

Ils affleurent dans la Basse Tafna et dans la région d'El Mokrane sous forme de lambeaux constitués de dragées de quartz. Les matériaux composant les unités allochtones se sont mis en place frontalement dans un bassin synchronappe.

Les dépôts synchronappes (Miocène) affleurent au sud d'Aïn Témouchent, dans la vallée de la Tafna. Leur accumulation devient importante dans le massif des Tessala Guardia (1975)- Bellon et al. (1984).

Dans les monts de Sebâa Chioukh, la vallée de la Moyenne et Basse Tafna, des formations continentales argileuses vertes, puis lie de vin associées à des grés et poudingues sont comprises dans les dépôts attribués au Miocène terminal ainsi que dans le matériel de nappes qui peut se déposer au même moment que le Miocène synchronappe situé plus au sud

✓ *Formation marine (marne bleue) des monts de Sebâa Chioukh.*

Enfin une série calcaire couronne ces dépôts. Les cycles Pliocène renferment des dépôts marins et continentaux.

Fenet (1975), distingue vers l'est des niveaux de conglomérats rougeâtres, des argiles et des marnes marines qu'il attribue à un premier cycle post-nappe.

Au-dessus de ces séries, trois cycles sédimentaires sont individualisés. Cycle Miocène terminal pendant lequel deux bassins se sont individualisés.

Le bassin oriental est situé dans la moyenne et la basse Tafna et dans les monts de Sebâa Chioukh Guardia (1975).

Le bassin occidental limité à la région de M'sirda ainsi que toute la zone située au sud de la moyenne Tafna et des Traras présente une série sédimentaire constituée de :

\*Formation rougeâtre, continentale bien représenté dans la moyenne Tafna et atteint les contreforts du Fillaoucène.

#### **4. 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.

Le magmatisme de l'est algérien, notamment celui représenté au Djebel Filfila et dans la région Bejaïa-Amizour, fut étudié par B. Semroud, (1980).

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

Dans l'algérois, le magmatisme de Thenia fut étudié par O. Belanteur (1989), celui de la région de Hadjout par F. Ait Hamou (1987).

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.

Les plus anciens d'entre eux, datant de la fin du XIX<sup>ème</sup> siècle, ont abouti à des notes succinctes portant sur l'étude de zones très limitées.

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.

Enfin, il entame une courte description des tufs à lapillis et présente une carte simplifiée de la région. Plus tard il publie des travaux sur les basaltes à analcime d'Ain Témouchent ainsi que le chimisme des laves.

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-Témouchent

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 pétrographique des différentes coulées.

Entre outre, 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-quaternaire 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-quaternaires (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-quaternaire de l'Oranie nord-occidentale.

Abbad (1993) présente une étude volcanologique de la partie septentrionale du massif éruptif de la Souhalia.

Il met en évidence une série alcaline sodique pour les laves de Souhalia et un seul épisode volcanique majeur de type strombolien.

Tabeliouna (1997) décrit l'activité phréatomagmatique du massif d'Aïn Temouchent et détaille la pétrographie et la minéralogie des basaltes émis.

Louni-Hacini et al (1995) proposent de nouvelles datations radiométriques (40K-40Ar) 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 de la 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

### **5. But du travail**

Les principaux objectifs de notre travail ont été:

- d'établir une chronologie des coulées de laves émises au flanc sud du djebel Fillaoucène d' Ain Romana et Hadjra El Kahla.
- de décrire la nature pétrographique des roches de ces secteurs.
- de mettre en évidence les grands épisodes volcaniques majeurs. Dans les deux rives de la Moyenne Tafna.
- de définir la nature magmatique du volcanisme de la Moyenne Tafna à l'aide de la géochimie (éléments majeurs, traces et terres rares).

## ***CHAPITRE II***

---

***Etude volcanologique des produits éruptifs***

### 1. Datation du volcanisme d'Oranie :

Avant d'entamer notre étude volcanologique, nous présenterons les datations du volcanisme Mio-Plio quaternaire de l'Oranie Nord-occidentale qui ont été effectuées par différents auteurs.

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 a débuté en Oranie d'abord dans la rive droite de la Tafna plus exactement dans le secteur de Hadjra Kahla et Ain Romana et s'est poursuivie jusqu'à -3.33Ma dans le flanc sud du djebel Fillaoucène (*Tab.2*).

Dans la rive gauche du massif volcanique de la Basse Tafna plus exactement à Douar Gsabi, (Bendoukha 2008) a permis de mettre en évidence un lambeau de coulée basaltique dont le centre d'émission serait dans la mer.

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

Les éruptions volcaniques se sont, ensuite, manifestées de plus en plus vers l'Est et tour à tour se dans le massif des Souhalia (-4.9 Ma), dans la Basse Tafna (- 4,63 Ma) et bien plus tardivement dans la région d'Aïn Témouchent (-1.75Ma). 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 enregistrées dans le flanc Sud du Djebel Fillaoucène (-3,3 Ma), dans les Souhalia (- 2,12 Ma) et dans la Basse Tafna (1,44 Ma).

Enfin les dernières manifestations éruptives connues en Oranie se sont achevées dans le secteur d'Aïn Témouchent vers - 0,82 Ma

## 2. Etude volcanologique

### A. Introduction :

Dans le cadre de notre étude, nous nous sommes inspirées du levé de cartes géologiques à l'échelle de 1/25000 du flanc sud du Djebel Fillaoucène (Bendoukha ,2008) (*fig3*), dans lesquelles ont été reportés les contours des formations volcaniques et sédimentaires.

Les massifs éruptifs de l'Oranie nord occidentale sont plus ou moins éloignés les uns des autres. Le volcanisme de la moyenne Tafna est représenté dans la rive gauche par les produits éruptifs du flanc sud du Djebel Fillaoucène et par la rive droite de la moyenne Tafna plus particulièrement dans le secteur de Ain Romana et Hadjra Kahla ou sont rejetée des basaltes miocène, des dacites et des dacites (miocène), basalte plio-quadernaire. Des reliefs plus ou moins accentués sont bien visibles dans les deux rives.

Les laves basaltiques du flanc sud du djebel Fillaoucène, se sont épanchées vers le sud-ouest et le sud-est et recouvrent de grande superficie.

Nous aborderons l'étude détaillée des centres d'émission de chacune des rives en commençant par ceux du flanc sud du Djebel Fillaoucène, suivi par de Ain Romana et Hadjra Kahla les produits rejetés par les centres d'émission dans les deux rives reposent indifféremment soit:

- sur les assises du Miocène.
- sur un substratum gréseux, constitué de sable ocre à hélix attribué au Villafranchien (Sadran, 1958).
- Sur un matériel de nappes.
- Sur un niveau conglomératique rougeâtre d'âge Pliocène (Flanc sud du djebel Fillaoucène).

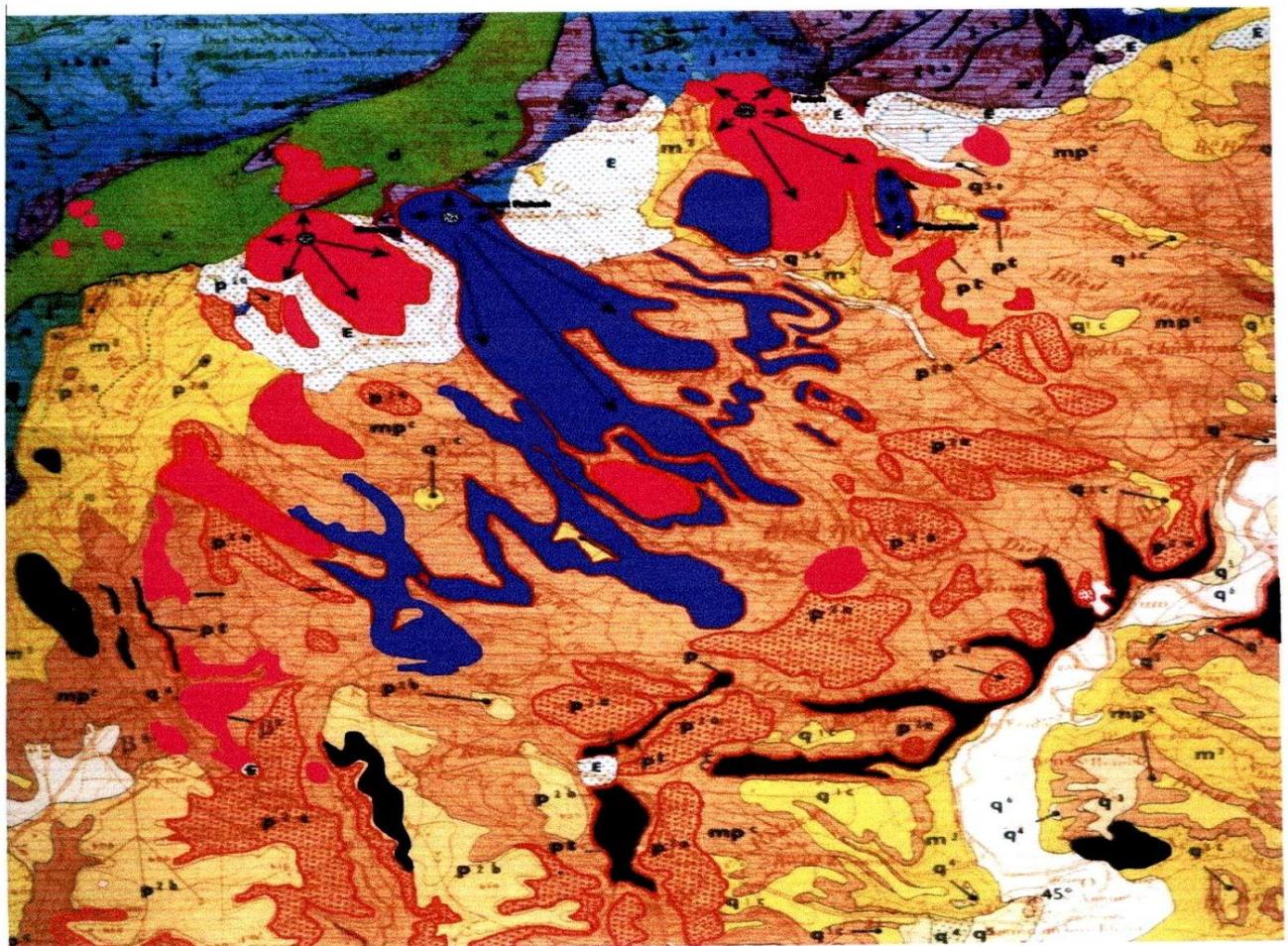
### B. Les épanchements volcaniques du flanc Sud du Djebel Fillaoucène :

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. Ils sont tous affectés par une intense érosion et ne sont reconnus que par la masse importante de brèches scoriacées de couleur brun rougeâtre.

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).



Echelle:1/50000

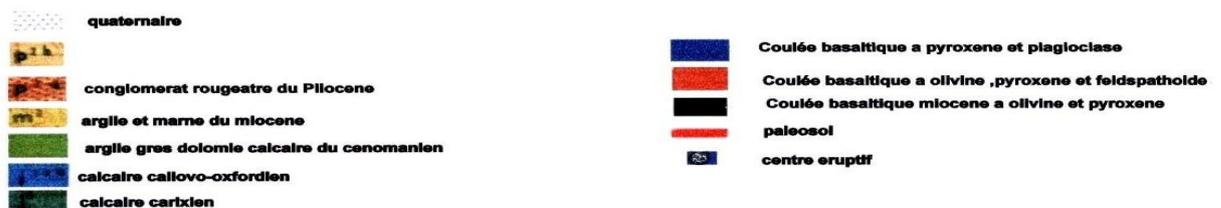


Fig. 3 : Situation Géographique des volcans du Djebel Fillaoucène (in Bendoukha 2008).

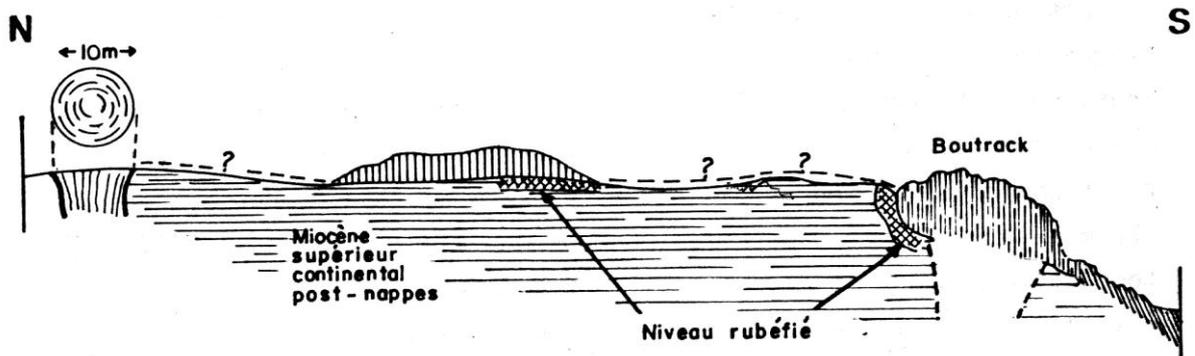
a. *le volcan de Boutrack :*

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 (*fig.4*).

La coulée de couleur gris clair à la patine et gris bleu à la cassure est parsemée par endroit de petites tâches grises de taille millimétrique rappelant le faciès « brûlures de soleil ». Elle renferme de nombreux cristaux de pyroxène de 0,1 à 0,5 cm de long, quelques nodules de péridotite altérée de taille moyenne allant de 1 à 5 cm de diamètre ainsi que l'olivine qui se présente en microcristaux de 0,1 à 0,4 cm de long.

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.4 : Coupe longitudinale du neck et volcan de Boutrack (Megartsi, 1985).*

**b. Le volcan de Aïn el Maaden (704 m):**

Localisé à l'ouest du village de Ain Bengraou, le centre éruptif de Aïn El Maaden, présente un cratère égueulé dans sa parie 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.

Trois de ces coulées se distinguent au niveau de la falaise de Djebel Dahr 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.

- Une coulée inférieure, d'épaisseur 15 m, de couleur gris clair à la cassure, montre une structure en plaquette de 10 à 20 cm d'épaisseur. Elle renferme des cristaux d'iddingsite, de pyroxène et quelques microcristaux de plagioclase. Le haut de la coulée est vésicule.
- Un paléosol d'épaisseur 2 m, de couleur rougeâtre surmonté par une brèche scoriacée de 0,5 m d'épaisseur, renfermant des scories de couleur brun violacé.
- Une coulée moyenne, peu vésiculée à structure en plaquette, montre une couleur gris bleu à la patine et gris à la cassure. Elle est parsemée de « tâches de soleil » et renferme des cristaux d'olivine altérée de 0,1 à 0,5 cm de long. La lave montre une direction de fluidalité horizontale et est affectée de fracture et de quelques filons de calcite.
- Un niveau rubéfié de couleur rougeâtre de 1 m d'épaisseur, surmonté de coulée moyenne. Il est constitué de tufs pyroclastiques, à éléments grossiers et moyens, formés de fragments de lave et éléments calcaires.
- La coulée supérieure d'épaisseur 10 m, prismée, montre une couleur gris clair. Elle est très vésiculée et les vacuoles sont le plus souvent remplies de calcite. Elle renferme très peu de microcristaux de pyroxène et de plagioclase. Une mince croûte calcaire termine la coupe.

**c. Le volcan de M'rabet Rabah (726 m) :**

Le centre éruptif de M'rabet Rabeh, 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.

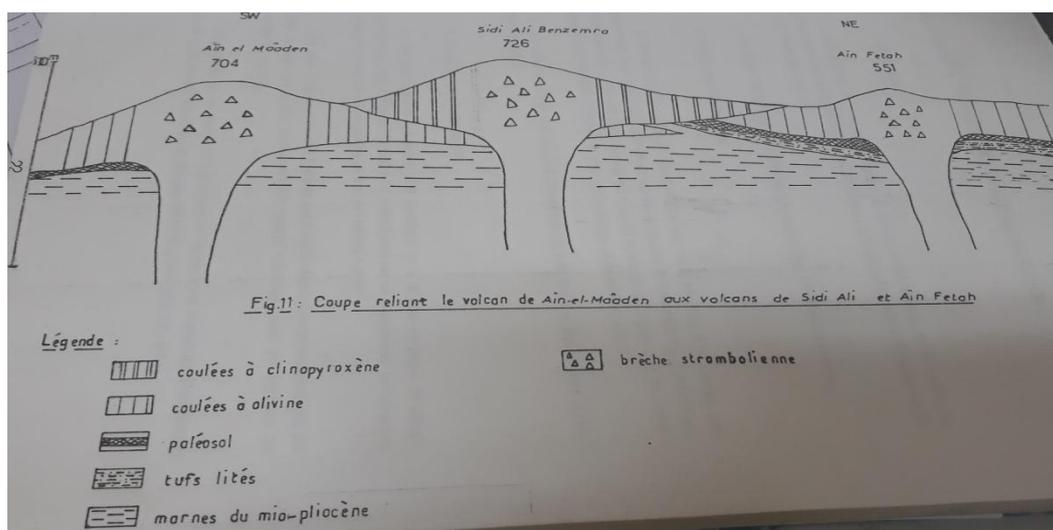
Cet appareil volcanique présente une cheminée secondaire qui n'a conservé qu'un neck basaltique formé d'orgues verticaux de 20 à 30 cm de large et de 40 cm de haut.

**d. Le volcan d'Aïn Fetah (551 m) :**

Le centre éruptif d'Aïn Fetah, 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.

Une coupe longitudinale reliant le volcan de Ain Maaden au volcan de Sidi Ali Benzemra et Ain Fetah révèle la position stratigraphique de l'ensemble des laves basaltiques (fig.5).



**Fig 5 :** Coupe reliant le volcan de Ain el maâden aux volcans de Sidi Ali et Ain Fetah (Bouzian, 2003).

### ***C. Les épanchements volcaniques du secteur d'Ain Romana :***

Une coupe dans ce niveau est représenté dans la (**fig.6**) dans ce secteur on distingue aussi deux coulées basaltiques et une coulée dacitique qui sont associées a une masse importante de scories, de tufs pyroclastiques et de bombes de laves.

L'ensemble étant orienté E-W depuis le village de Ouled Raho jusqu'à la Tafna sur une longueur de 2500m.

#### ***- Le centre éruptif d'Ain Romana :***

L'appareil volcanique n'est pas identifié, mais il y a des indices qui indiquent la proximité d'un centre d'émission situé près du village de Ouled Raho, ces indices sont les vestiges de bombes et des scories qui s'étalent sur 300m

#### ***➤ La première coulée :***

Cette coulée est de type dacitique affleurant en aval d'Oued Romana et elle est moins développée à Ain Berdil.

Ici elle se présente en bande étroite d'environ 5m d'épaisseur fragmentée par de nombreuses failles de direction NNE-SSW, comme dans Hadjra El- Kahla, cette coulée se présente sous deux aspects, en plaquettes concentriques ou bien massives et vésicules.

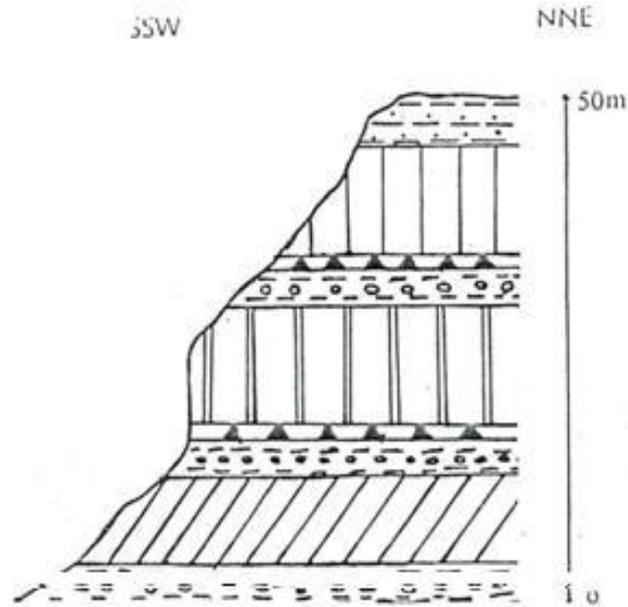
#### ***➤ La deuxième coulée :***

Identiquement a celui ce Hadjra El-Kahla, ces basaltes sont de couleur noire et atteint une puissance de 20m surmontant la coulée dacitique par l'intermédiaire d'un niveau rubéfié, par endroit il prend l'allure d'orgues verticaux de 5m d'épaisseur (**fig6**).

#### ***➤ La troisième coulée :***

Cette coulée est rattachée au centre éruptif d'Ain Romana. Elle est de direction E-w et d'une puissance de 10m et s'étend sur plus de 1 Km.

Il s'agi d'un basalte de couleur grise plus ou moins prismé Interstratifié dans la série argilo-gréseuse du Miocène post-nappe 2ème cycle présentant une assise de base rubéfiée.



-  tuf lité
-  coulée basaltique d'âge 10Ma, à phénocristaux de plagioclase, de clinopyroxène
-  niveau bréchiique
-  niveau rubifié
-  coulée basaltique d'âge 10Ma à phénocristaux de clinopyroxène, de plagioclase
-  coulée dacitique d'âge 7.99Ma, structure en plaquettes et à plagioclase, clinopyroxène et orthopyroxène

Fig.6 : Coupe dans l'aval d'Oued Romana (In Benfriha.A, et Mehalli.M 2001)

**D. les épanchements volcaniques du secteur de Hadjra El-Kahla :**

Dans ce secteur, on distingue deux émis par le volcan d'Ain Romana (*fig7*) :

-La première coulée est de type dacitique, se repose sur le miocène synchronappe.

-La deuxième coulée est de type basaltique, elle surmonte la coulée précédente.

**➤ La première coulée :**

C'est une coulée dacitique, elle est colorée en rose brun, atteindre 5m de puissance environ, affleure parfaitement dans la région d'Ain Romana au NE de Hadjra El-Kahla.

Elle présente un faciès à allure concentrique rappelant un ancien conduit éruptif inséré entre deux accidents majeurs de direction principale NNE-SSW.

Cette coulée apparait sous forme de plaquettes serrées d'aspect ardoisier compact et fine se débitant en polyèdre tranchants.

Le sommet de la lave montre une teinte rouge brique à aspect massif vésicule.

C'est vésicules de forme ovale sont tapissées d'une argile jaune.

La coulée se prolonge vers le sud dans le secteur de Sidi Belkheir (au sud d'Ain Berdil) présentant un aspect massif et de couleur très sombre rappelant la coulée basaltique surélevée.

Des brèches et des niveaux tuffacés très fins séparent la coulée dacitique de la coulée basaltique, la coulée dacitique se repose sur un substratum marneux du Miocène synchronappe par l'intermédiaire d'un niveau rougeâtre lité de 1m d'épaisseur.

**➤ La deuxième coulée :**

C'est une coulée basaltique, elle est de couleur noir et d'une épaisseur de 10m, massif, parfois prismée et très compacte.

Ces basaltes se débitent généralement en bloc à cassures conchoïdales et sont affectés d'une altération en pelure d'oignon qui met en relief des boules noires bleutées de 1m de diamètre entourées d'écailles de laves plus claires traversés par des filons de calcite.

La coulée basaltique repose soit sur les assises du Miocène synchronape marin par l'intermédiaire d'un niveau rubéfié et bréchiq.

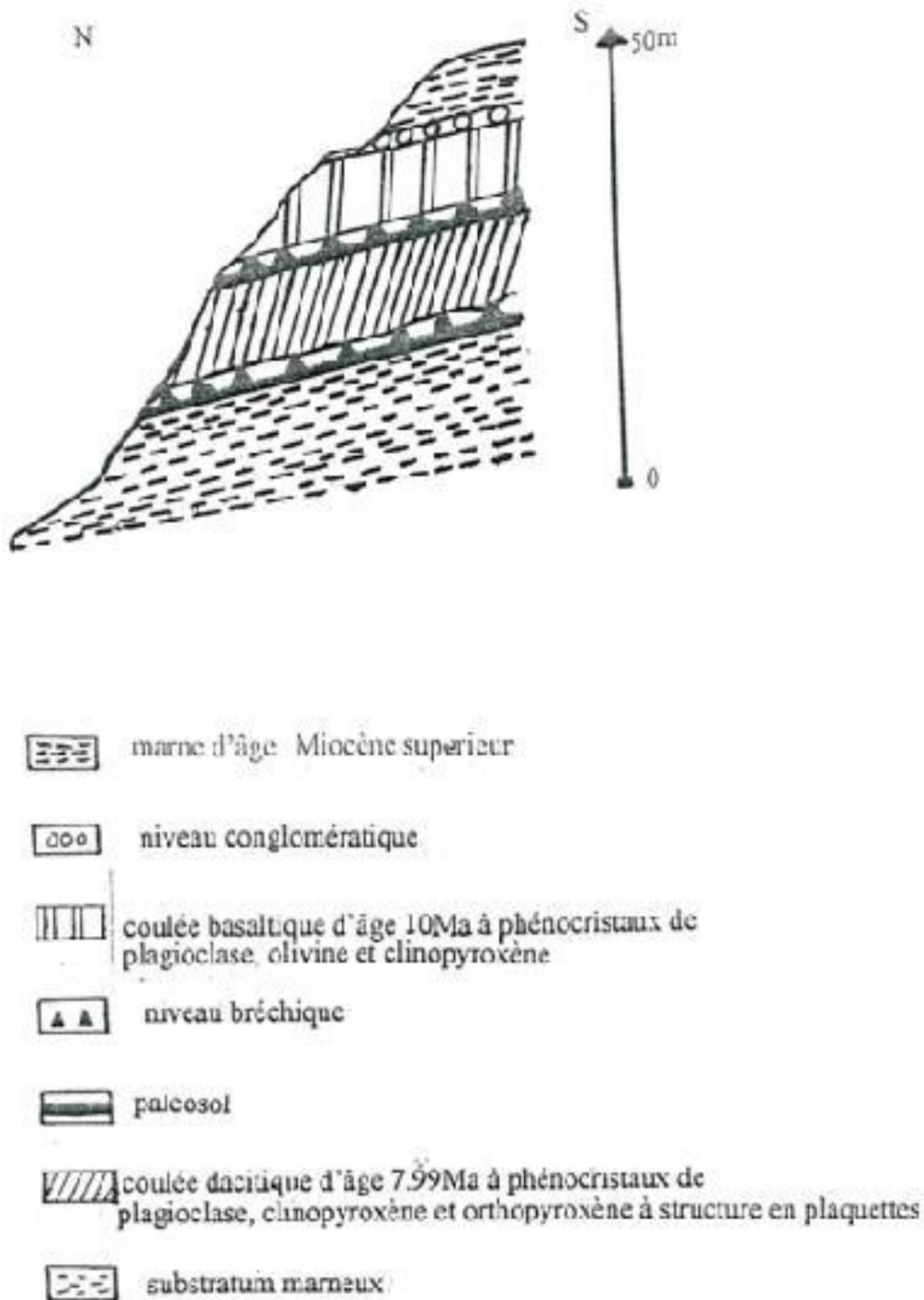


Fig.7 : Coupe dans le flanc nord de Hadjra El-Kehla (In Benfriha.A, et Mehalli.M 2001).

**E. Conclusion :**

Les principaux résultats de l'étude géologique du massif éruptif de Souhalia sont portés (**Tab.1**). des centres d'émission et des laves émises.

<i>Les volcans de la rive droite de la Moyenne Tafna</i>	<i>Nombre de coulées émises</i>	<i>Les volcans de la rive gauche de la Moyenne Tafna</i>	<i>Nombre de coulées émises</i>
-Hadjra El Kahla	- 2	-volcan de Boutrack	- 1
-Ain Romana	- 3	- volcan de Aïn el Maaden	- 5
		-volcan de M'rabet Rabah	- 1
		-volcan d'Aïn Fetah	- 2

**Tab1** : récapitulatif des centres d'émission et des coulées de la Moyenne Tafna (Megartsi,1985, Bendoukha,2008)

## ***CHAPITRE III***

---

### ***Pétrographie des produits éruptifs***

### 1. Introduction :

La cartographie et l'étude pétrographique des produits éruptifs du flanc sud du Djebel Fillaoucène (Bendoukha2008) et de la rive droite de la Moyenne Tafna permettent de reconnaître, plusieurs groupes de basaltes, et dacites et. (Megartsi 1985).

Ces différents groupes pétrographiques se distinguent entre eux par la nature et les caractéristiques des produits émis.

### 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

La distribution des phases minérales dans les coulées plio-quaternaires du flanc sud du Djebel Fillaoucène, notamment celle des phénocristaux, diminue en quantité et en taille depuis les coulées inférieures jusqu'aux coulées supérieures.

#### A. Les basaltes du groupe F1 :

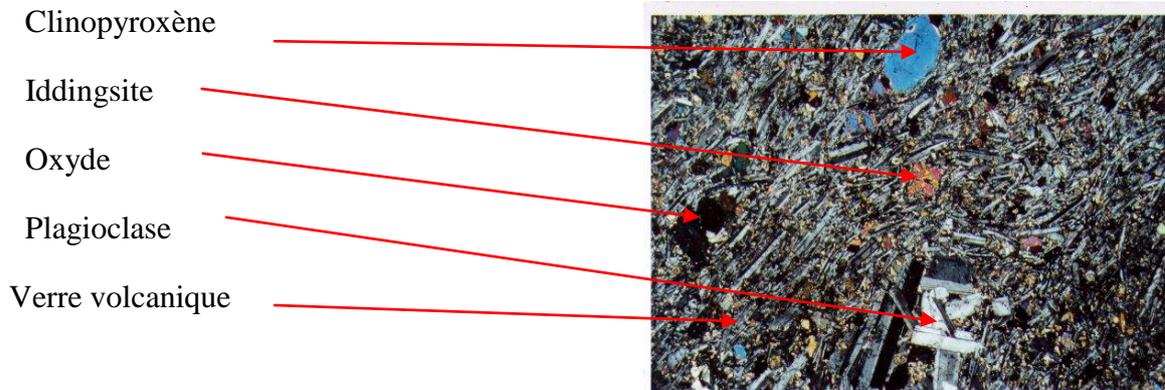
La seule coulée, représentant le groupe F1, affleure dans la partie méridionale du flanc sud du Djebel Fillaoucène. (*fig. 4a, 4b*).

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 (*fig.8*). Les cristaux de plagioclase (7 à 10%) ont une taille moyenne comprise entre 0,5 et 0,8 mm de long. Ils constituent des lattes limpides présentant

toutes des macles polysynthétiques et sont orientées suivant la direction de la fluidalité de la roche.



**Fig8** : Coulée à texture microlitique d'âge Miocène du Flanc sud du Djebel Fillaoucène (Bendoukha2008)

Certains individus renferment de petites inclusions de clinopyroxène, zoné ou présentant parfois la mâcle en sablier, ainsi que des microcristaux de minéraux opaques.

L'olivine (3% ), dont la taille moyenne varie de 0,3 à 0,6 mm de long est automorphe et craquelée. Elle montre le plus souvent un cœur frais et une bordure iddingsitisée et peut renfermer parfois de petites inclusions de titanomagnétite.

La mésostase est formée, pour l'essentiel, de très fines baguettes de plagioclase plus ou moins orientées suivant la direction de la fluidalité de la roche. Les microcristaux d'olivine montrent rarement un cœur frais et la plupart d'entre eux sont iddingsitisés.

Le clinopyroxène est automorphe et de taille millimétrique. Les minéraux opaques, représentés surtout par des titanomagnétites, sont soit dispersés dans les interstices, soit en inclusions dans les phénocristaux comme l'olivine. Les zéolites sont de taille millimétrique et peu nombreux.

En plus de cette association minéralogique, nous notons la présence de micro-enclaves de péridotite n'excédant pas 1 mm de long ainsi que quelques xénocristaux de quartz.

Ces derniers sont assez souvent entourés de fines baguettes de plagioclase enchevêtrées entre elles et de clinopyroxène. Un verre volcanique de couleur sombre constitue le reste de la roche.

### B. 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.

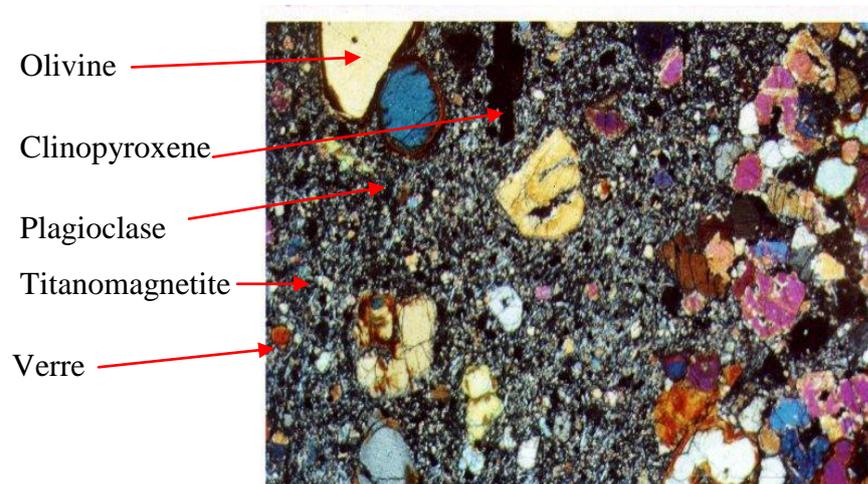
Les roches correspondant à ce groupe se débitent en plaquettes, parfois en boules ou en prismes et montrent à l'œil nu de gros phénocristaux d'olivine fraîche plus ou moins vitreuse.

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.

Les phénocristaux d'olivine, de section automorphe, présentent un relief fort. Leur taille varie de 1 à 1,5 mm de long.

Ils sont limpides, souvent craquelés, à bordures altérées et à contours irréguliers. (*fig.9*). Ils contiennent parfois de petites inclusions de titanomagnétite.

Les phénocristaux de clinopyroxène se présentent en lattes automorphes de 0,5 à 1,5 mm de long. Certains individus peuvent être craquelés en bordure, peu altérés au cœur et sont parsemés de petites inclusions de minéraux opaques.



**Fig. 9 :** Coulée inférieure du groupe F2 (Bendoukha2008)

Les plagioclases se présentent en plages limpides de 1 à 4 mm de long. Les sections montrent des bordures irrégulières et sont souvent maclées ou parfois zonées. Certains cristaux contiennent de petites inclusions de titanomagnétite.

La mésostase est constituée par des microlites d'olivine de couleur brun rougeâtre, de fines aiguilles de plagioclase, de clinopyroxène légèrement zoné ou maclé h1.

Les opaques sont de petite taille (0,3 mm de diamètre environ). Des microcristaux globuleux de zéolites (1%), de taille variant entre 0,1 et 0,5 mm, colmatent les cavités de la roche. Les interstices de la mésostase sont occupés par un verre gris sombre.

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.

L'olivine est automorphe, limpide et craquelée et contient parfois des inclusions de titanomagnétite. Sa bordure est entourée d'une bande rougeâtre d'iddingsite. Certaines d'entre-elles sont totalement altérées.

Le clinopyroxène, généralement automorphe, est très faiblement coloré dans les tons jaunes bruns. Quelques individus sont altérés, d'autres sont zonés. Leurs bordures sont plus ou moins irrégulières.

Les baguettes de plagioclase, 0,5 et 1 mm de long, montrent les macles polysynthétiques. La mésostase est constituée de microlites de clinopyroxène de 0,1 à 0,4mm de long, d'olivine iddingsitisée, de fines lattes de plagioclase, de microcristaux d'analcime qui n'apparaît et de titanomagnétite occupant les interstices et associée à des filonnets de calcite.

Des xénocristaux de quartz peuvent apparaître dans cette coulée. Ils sont le plus souvent entourés de microcristaux de clinopyroxène et de lattes de plagioclase. La mésostase renferme un verre volcanique sombre.

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.

Les microcristaux d'olivine, n'excédant pas 1 mm de long, sont ferruginisés et peuvent contenir également des inclusions de minéraux opaques.

La mésostase renferme des microcristaux de clinopyroxène de taille moyenne inférieure à 0,5 mm de long, d'iddingsite et de plagioclase en fines aiguilles. Les minéraux opaques occupent les interstices et sont souvent inclus dans les silicates. Le reste de la roche est occupé par un verre volcanique de couleur sombre.

### C. Les basaltes du groupe F3

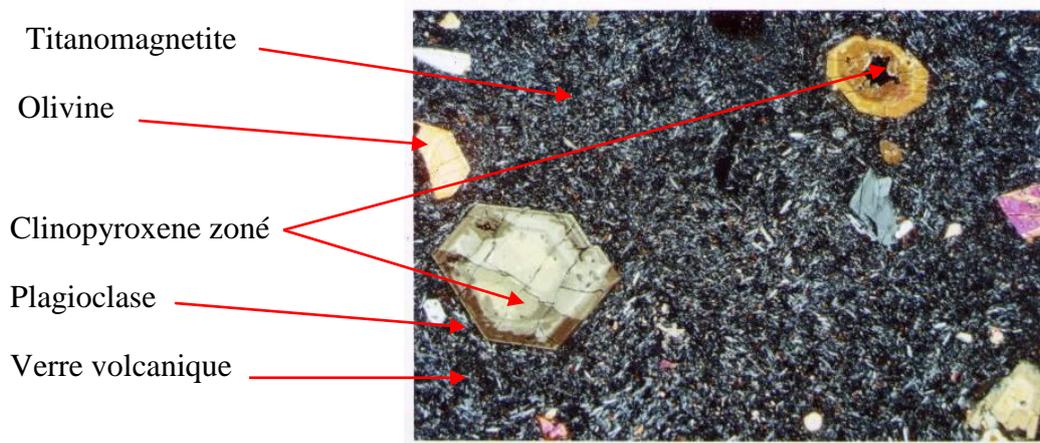
Ce groupe pétrographique comprend trois coulées de couleur gris-bleu à la patine. Celle de base se débite en plaquette et est véhiculée dans sa partie supérieure.

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. Les phénocristaux de clinopyroxène (7%) baignent dans une mésostase renfermant la même association minéralogique.

Ils apparaissent en sections automorphes de 1 à 2 mm de long. La plupart d'entre eux sont zonés (*fig10*) 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. La mésostase est constituée de microcristaux de clinopyroxène zonés ou maclés (macle h1 ou en sablier), d'iddingsite et de plagioclase en fines aiguilles et sans orientation nette ainsi que des opaques.



*Fig.10 : Coulée inférieure du groupe F3(Bendoukha2008).*

Des microcristaux d'analcime, de 0,1 mm de diamètre environ, peuvent apparaître dans la roche en position interstitielle. La roche renferme également en plus des xénocristaux de quartz entourés d'une auréole réactionnelle formée de microcristaux de clinopyroxène et de plagioclase.

L'association minéralogique baigne dans une pâte vitreuse de couleur gris-clair.

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.

Ces lattes s'enchevêtrent parfois autour des microlites de clinopyroxène qui présentent la macle h1 ou en sablier.

Certains clinopyroxènes sont zonés et présentent un cœur légèrement verdâtre. Les olivines, en sections sub-arrondies, sont de couleur brunâtre. Les minéraux opaques sont assez nombreux et interstitiels.

A cette constitution minéralogique s'ajoute un verre minéralogique grisâtre.

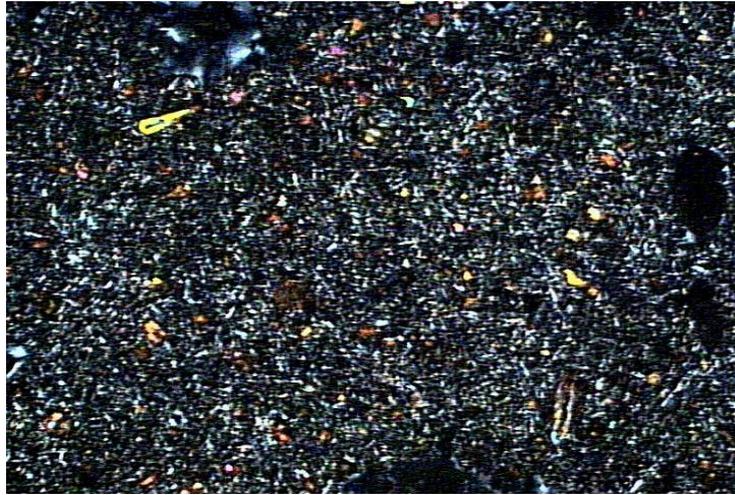
La coulée supérieure de ce groupe présente une texture microlitique et renferme des microcristaux d'olivine (10%) et de clinopyroxène (2%) (*fig. 11*).

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.

Les plagioclases, en fines baguettes de 0,1 à 0,6 mm de long, sont plus ou moins orientés. Certains individus sont altérés et renferment des inclusions de minéraux opaques.

Le clinopyroxène se présente en sections arrondies et de taille n'excédant pas 0,5 mm de long. Il est souvent altéré.

Les minéraux opaques, de taille millimétrique, sont nombreux et interstitiels. L'analcime (1 à 3%), de taille millimétrique et de forme globulaire, montre un aspect limpide. Un verre gris sombre lie l'ensemble des minéraux.



*Fig. 11: Coulée supérieure à texture microlitique (in Bendoukha2008)*

#### **D. Les basaltes du groupe F4 :**

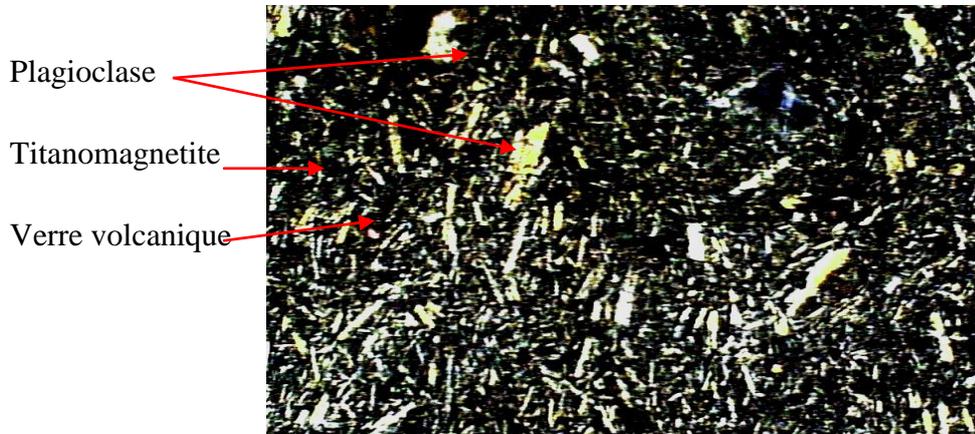
Ce groupe pétrographique est caractérisé par une seule coulée basaltique, massive et de couleur sombre, localisée au sud-ouest du centre éruptif de Boutrack (*fig.4*).

En lames minces, la lave montre une texture microlitique porphyrique, (*Fig. 12*) ; 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 clinopyroxène (1%) est le plus souvent zoné et montre parfois la macle en sablier. L'orthose (1-2%), en cristaux de 1 à 1,5 mm de long, est automorphe et présente la macle de Carlsbad.

La mésostase est constituée par la même association minéralogique en microcristaux. Elle renferme en plus des cristaux de zéolites de couleur grise, quelques microcristaux d'indignité et de nombreux grains d'opacques de taille millimétrique. Ces derniers sont interstitiels.

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



*Fig. 12 : Coulée du groupe F4 Bendoukha2008)*

### ***E. 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 (*fig. 13*). 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 :  
Opacques → olivine → clinopyroxène → orthose → analcime

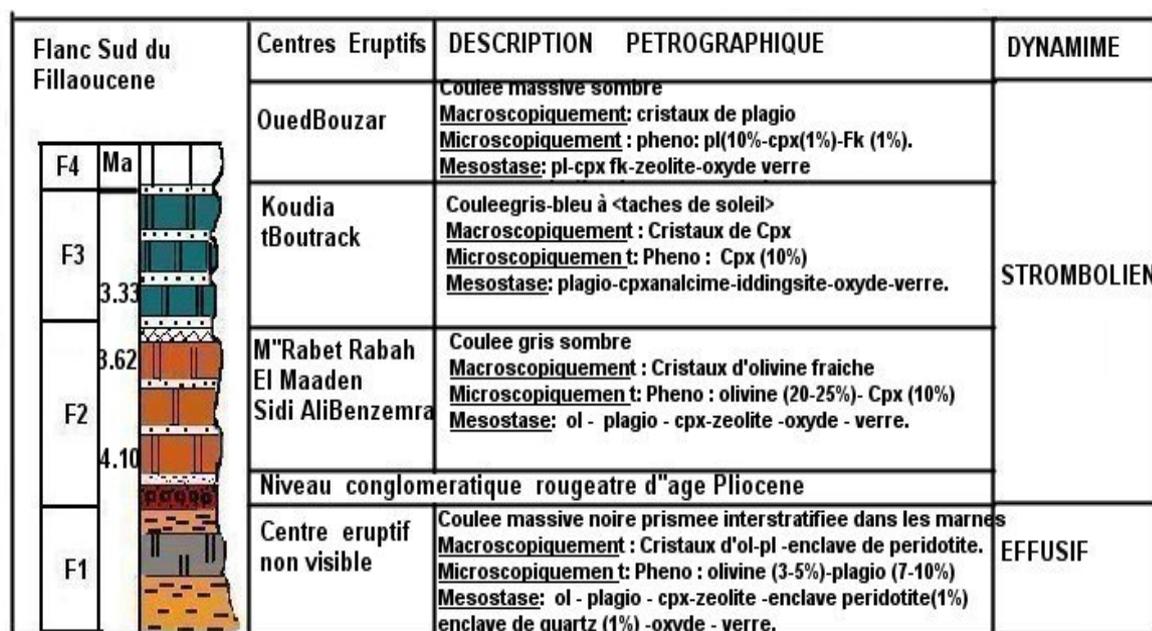


FIG . POSITION STRATIGRAPHIQUE DES PRODUITS ERUPTIFS DU FLANC SUD DU DJEBEL FILLAOUCENE.

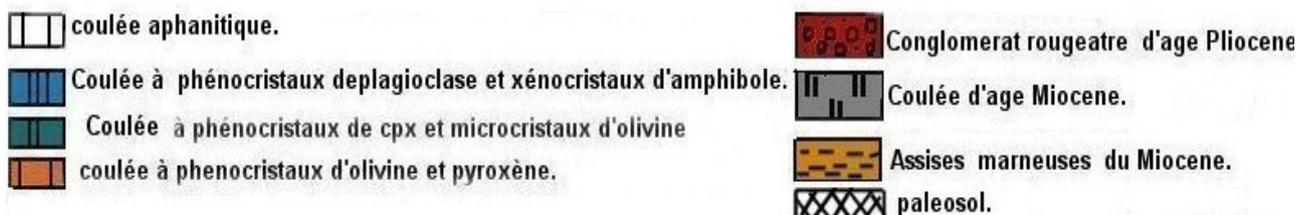


Fig.13 : Position stratigraphique des produits éruptifs du flanc sud du Djebel Fillaoucène (in Bendoukha2008).

### 3. Pétrographie de laves Hadjra el kahla et Ain Romana :

Elles correspondent à une série d'épanchements de nature principalement basaltique localisée dans la rive droite de la moyenne Tafna dans le secteur de Hadjra El kahla et Ain Romana où l'ensemble basaltique surmonte une coulée dacitique, et en rive gauche (coulées du flanc sud du Fillaoucène).

#### A. Les basaltes :

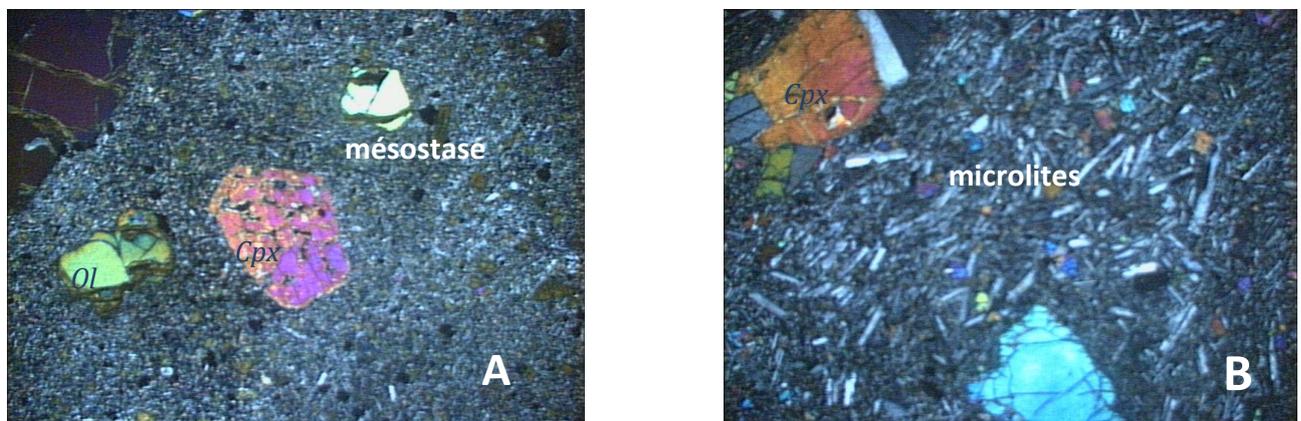
Les laves émises sont généralement massives à fluidalité plus ou moins marquée, de couleur noire ou brun noir à rouille, dans laquelle les cristaux sont rarement

visibles à l'œil nu. Elles montrent par endroits des vacuoles de taille centimétriques remplies secondairement par des zéolites. (Louni 2002).

Bien que situés dans des régions volcaniques éloignées les unes des autres, ces basaltes miocènes montrent de nombreuses similitudes pétrographiques.

Ainsi, la texture de ces basaltes est en général porphyrique à tendance fluidale ou doléritique.

Il est à noter toutefois que la coulée inférieure d'Ain Romana sont plus riches en phénocristaux que les coulées supérieure. (*fig.14*).



**Fig.14** : texture microlitique porphyrique à phénocristaux de plagioclase et à rares phénocristaux d'olivines et clinopyroxènes (Louni 2002)  
(LP. gros. X 20)

- (A) coulée inférieure
- (B) coulée supérieure

La mésostase peut parfois être finement cristallisée et pauvre en verre, d'une manière générale, ces basaltes miocènes correspondent à des laves porphyriques dans lesquelles les phénocristaux de plagioclases sont nettement dominants (20 à 30%), suivis de clinopyroxènes (10 à 20 %), de l'olivine (5 à 10 %) et des minéraux opaques (1 à 2 %).

La proportion de ces phases minéralogiques est très variable au sein d'une même coulée ou bien évidemment d'une coulée à l'autre.

La mésostase est constituée des mêmes composants minéralogiques c'est à dire des microlites de plagioclases, des microcristaux de clinopyroxène, d'olivine et de minéraux opaques.

Les microlites de plagioclase souvent orientés confèrent à la roche une texture orientée (*fig.15*).

**a. Le plagioclase :**

Cristallise sous forme de sections automorphes à subautomorphes, souvent maclés à zonage normal fréquent, de taille variant de 0,1 à 2 mm.

Il s'agit d'andésine ou de labrador (teneur en An comprise entre 45 et 67) renfermant souvent des clinopyroxènes, de l'olivine et des opaques en inclusions.

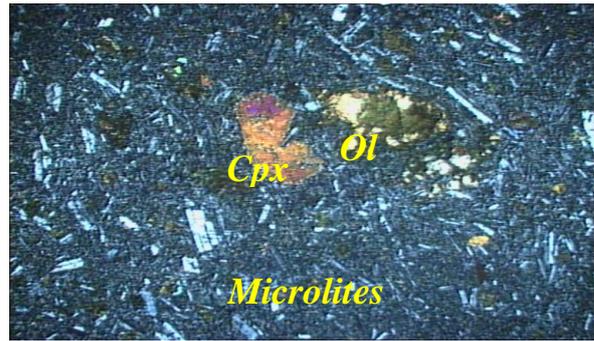
L'altération s'exprime par une séricitisation en remplissage des craquelures du minéral.

**b. Le clinopyroxène :**

Correspond à de l'augite de taille variable pouvant atteindre jusqu'à 5 mm dans certaines coulées.

Ce minéral très souvent maclé (mâcles simples ou polysynthétiques) présente parfois une légère zonation.

L'augite peut être incolore ou légèrement colorée en rose violacé traduisant ainsi une composition titanifère. Elle apparaît soit en cristaux isolés dans la mésostase, soit en amas polycristallins avec l'olivine et les plagioclases. Elle renferme par endroits des inclusions de nature variée : opaques, olivine et plagioclases.



**Fig.15** : texture microlitique porphyrique à tendance fluidale et à phénocristaux de clinopyroxène et olivine des basaltes de Hadjret El Kehla (Moyenne Tafna Rive Droite).(Louni2002)

LP (gros. X20)

#### c. L'olivine :

Est présente en quantité importante (environ 10 %). Elle s'y développe sous forme de cristaux automorphes losangiques ou arrondis souvent craquelés de taille variable entre 0.1 et 3.5 mm.

Ces cristaux à contours parfois corrodés et résorbés sans bordure réactionnelle, atteste d'un déséquilibre avec le liquide. Ce minéral peut être limpide mais aussi iddingsité le long des craquelures et parfois partiellement ou complètement serpentinisé. L'olivine contient par ailleurs de nombreuses inclusions de spinelles.

Les basaltes de la rive droite de la Moyenne Tafna, se distinguent par la présence de rares biotites qui apparaissent en cristaux automorphes ou en lamelles incluses dans les clinopyroxènes. Elle est fortement pléochroïque quand elle est fraîche mais peut également s'altérer en chlorite.

#### d. Les minéraux opaques :

Sont peu abondants en phénocristaux. Généralement automorphes, ils apparaissent rarement en cristaux isolés mais plutôt en agrégats avec le plagioclase, l'olivine et le clinopyroxène ou en inclusion dans ces derniers minéraux.

*e. La paragénèse secondaire :*

Se traduit par le développement de la calcite, la serpentine, (en remplissage des craquelures des minéraux), et du chlorite et de la séricite résultant de l'altération de la biotite et des plagioclases.

*f. Ordre de cristallisations :*

Les relations chronologiques entre les différentes phases minérales des basaltes indiquent que le spinelle est le premier à cristalliser suivi de près par l'olivine dans laquelle il est systématiquement inclus.

L'olivine se trouve au cœur des phénocristaux de clinopyroxène qui apparaissent donc postérieurement et qui syncristallisent avec le plagioclase.

Au microscope, tous les échantillons ont une composition minéralogique identique mais peuvent avoir des différences suivant leur emplacement.

***B. Coulée dacitique :***

Elle représente la coulée de base de l'ensemble volcanique Hadjra El Kahla et Aïn Romana (Megartsi1985, Louni2002). Cette lave montre une grande variété de couleur, elle peut être rose brun ou gris clair lorsqu'elle se présente en fines plaquettes ou alors noire ou rouge brique à aspect bréchique quand elle est massive.

A l'œil nu la roche apparaît homogène constituée d'une matrice finement cristallisée, sans phénocristaux apparents.

L'examen microscopique montre que la roche est formée d'une mésostase ( 95 % à 99 % ) riche en verre à très rares phénocristaux ( 1 à 5% ) de plagioclase, de clinopyroxène et orthopyroxène.

La texture est en général microlitique fluidale aphanitique où dominant les microlites d'orthopyroxènes orientés.

**a. Le plagioclase :**

Est rare en phénocristaux, inférieur à 1 %. Il se présente en sections automorphes prismatiques ou trapues de taille comprise entre 0.1 à 0.3 mm. Il est rarement zoné dans les formes trapues et montre un cœur envahi par le verre dans les sections allongés.

**b. L'orthopyroxène :**

Est le minéral prédominant, il s'agit d'hypersthène représentant 1,5 à 2 % du volume de la roche. Il est toujours automorphe et se présente en lattes allongées à contours souvent arrondis de taille avoisinant 0.5 mm. Il est rarement altéré et se distingue de l'opx de la mésostase par sa relative limpidité.

**c. Le clinopyroxène :**

De taille comprise entre 0.1 et 0.3 mm se présente en individus automorphes et apparaît dans les mêmes proportions que les orthopyroxènes. Il s'agit d'une augite dépourvue de toute altération et montrant parfois des macles du type macle en sablier ou macle polysynthétique.

La mésostase représentant 95 à 99 % du volume de la roche, est diversement colorée soit en brun clair en brun foncé ou noir. Elle est caractérisée par une phase vitreuse abondante où baignent de nombreux microlites de clinopyroxène, de plagioclase et d'orthopyroxènes altérés et effilés. La mésostase renferme quelques rares granulations d'oxydes opaques automorphes et quelques vacuoles remplies de minéraux secondaires tels que calcite, zéolites et quartz.

**d. Ordre de cristallisation :**

La cristallisation des phénocristaux débute par la syncristallisation des orthopyroxènes et des clinopyroxènes, suivi par celle des plagioclases en quantité plus réduite.

Les oxydes opaques accompagnés de quelques microlites de plagioclase, de clinopyroxène et d'orthopyroxène apparaissent dans la mésostase avant le refroidissement total du magma.

*e. Conclusion :*

Les laves miocènes de la moyenne Tafna possèdent les caractères suivants : une texture variée ; elle est microlitique porphyrique à tendance fluidale et à phénocristaux de clinopyroxène et olivine des basaltes de Hadjra El Kahla (Moyenne Tafna Rive Droite)

et doléritique dans les basaltes

Dans les dacites la texture montre une tendance aphanitique (les roches de la rive droite de la Moyenne Tafna).

Les phénocristaux sont représentés par le plagioclase, l'augite et l'olivine dans les basaltes et par l'hypersthène, l'augite et le plagioclase dans les dacites ou ils forment généralement des agrégats polycristallins. Ces minéraux sont souvent zonés et parfois corrodés.

La présence d'ortho pyroxène (Hypersthène) dans les roches de la rive droite de la Moyenne Tafna laisse penser à un caractère transitionnel (laves miocènes). La présence de l'olivine et du clinopyroxène dans les coulées plio quaternaires confirme le caractère alcalin de ces roches.

## ***CHAPITRE IV***

---

### ***Dynamisme***

### 1. Introduction :

L'étude du volcanisme mio-plio-quaternaire de la moyenne Tafna nécessite une observation particulière des différents produits éruptifs émis dans chacune des rives.

L'observation sur le terrain de tous ces produits montre que l'ampleur des matériaux effusifs (flanc sud de Djebel Fillaoucène et produits de projections).

Le mécanisme de mise en place des divers produits pyroclastiques et permet d'établir une synthèse dynamique de la rive gauche et de la rive droite de la Moyenne Tafna.

### 2. Dynamisme du flanc sud du Djebel Fillaoucène :

		Type de dynamisme						
massifs éruptifs	Miocène		Volcanisme Plio-Quaternaire					
	Stromb	Effusif	stromb					
	Ages (Ma )							
	9.17-9.00	8.56-8.7	5,16-4,10	4,9-2,74	3,86-2,12	2,55-1,41	3.33-3.62	4.14.37
flanc Sud de Fillaoucène	—	Effusif	<i>Stromb</i>	—	Stromb	—	Stromb	stromb
Ain Romana	Stromb	—	—	—	—	—	—	—
HadjraEl Kahla	Stromb	Stromb	—	Stromb	—	Stromb	—	—

**Tab2.** :Tableau récapitulatif du Dynamisme et âges radiométriques du volcanisme mio-plio-quaternaire de la Moyenne Tafna (données de Bellon et Guardia, ,1980; Louni, 1995 et Coulon et al, 2002Bendoukha 2008).  
(*Stromb* : dynamisme strombolien).

L'étude géologique et pétrographique du massif Fillaoucène met en évidence deux grands épisodes volcaniques majeurs d'âge mio-plio-quadernaire.

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.

#### **A. 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

#### **B. 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>.

### **3. Dynamisme de la rive droite :**

La moyenne Tafna a connu deux grands épisodes volcaniques majeurs qui se sont déroulés pendant le miocène et au plio-quadernaire.

#### **A. Le premier épisode :**

**Le premier épisode** volcanique majeur de la moyenne Tafna s'est manifesté pendant le Miocène. Il est marqué par la mise en place de dacite et de dacite (Secteurs de Hadjra El kahla et Ain Romana).

Ces dernières se sont mises en place à la faveur d'une fracture qui a permis la montée du magma dacitique entre les assises marneuses du Miocène du 2<sup>ème</sup> cycle post-nappes.

La présence de produits pyroclastiques indique un **dynamisme strombolien** pour ce premier épisode volcanique.

La fin de cet épisode est marqué dans Hadjra El Kahla et Ain Romana par la mise en place de paléosol.

**B. Le deuxième épisode :**

*Le second épisode* volcanique majeur de la Moyenne Tafna de *type strombolien* s'est manifesté pendant le plio-quadernaire. Il est responsable de la mise en place de produits basaltiques et pyroclastiques (Secteurs de Hadjra El Kahla et Ain Romana).

**C. Conclusion :**

L'étude dynamique de la rive droite et la rive gauche de la Moyenne Tafna à permis de mettre en évidence un premier épisode volcanique majeur qui s'est manifesté pendant le Miocène.

Il a favorisé l'installation des basaltes Miocènes de flanc sud de *Djebel Fillaoucène (dynamisme effusif)* et les dacites (*dynamisme strombolien*) de secteurs de *Hadjra el Kahla et Ain Romana* (rive droite de la Moyenne Tafna).

Un dynamisme *strombolien* qui s'est manifesté pendant le *plio-quadernaire* à permis des produits basaltiques dans le flanc sud de *Djebel Fillaoucène, Hadjra El Kahla et Ain Romana*.

## ***CHAPITRE V***

---

### ***Géochimie***

## 1. Introduction :

L'étude des caractéristiques géochimiques des basaltes de la Moyenne Tafna a nécessité l'utilisation des données de roches totales de Megartsi (1985), de Bendoukha (1987), de Coulon et al. (2002) et de Louni (2002) complétées par de nouvelles analyses que nous avons obtenues auprès du Laboratoire de Pétrologie Magmatique de la Faculté St-Jérôme de Marseille, au C.R.P.G. ainsi qu'à l'Ecole des Mines de Saint-Étienne. (Bendoukha 2008).

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

Toutes les données analytiques (éléments majeurs et traces et les Terre rare) sont consignées dans les **Tableaux 3a, 3b, 4a, 4b, et 5a, 5b**.

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.

Pour chaque groupe pétrographique de chaque complexe éruptif, nous avons considéré un échantillon à la base et un autre au sommet afin de mieux contraindre l'évolution géochimique et minéralogique au niveau chaque massif.

## 2. Distribution des éléments majeurs :

Le traitement des compositions chimiques globales de l'ensemble des complexes éruptifs d'Oranie permet la distinction des variations des principaux éléments majeurs.

Ainsi, les teneurs en silice montrent de nettes différences entre les coulées miocènes du flanc sud du Djebel Fillaoucène (42,5 %  $<SiO_2 < 44,5$  %).

Les proportions d'alumine varient globalement, dans les basaltes plio-quadernaires, de 14 à 18,8 % dans les coulées du flanc sud du Djebel Fillaoucène.

Le magnésium présente également des différences de concentrations parmi les roches basaltiques plio-quadernaires. Les teneurs oscillent ainsi entre 5,9 et 13,5 % dans les laves du Djebel Fillaoucène.

Les teneurs en calcium varient entre 8 et 11,6 % dans les roches du flanc sud du Djebel Fillaoucène et entre 7,8 et 12,6 %.

Les proportions de fer total oscillent autour de 8 à 10% dans l'ensemble des coulées plio-quadernaires. Il dépasse légèrement 10 % dans les coulées miocènes.

Le titane varie entre 1.3 et 3.27% dans les roches du flanc sud du Djebel Fillaoucène,

Le potassium varie entre 0.6 et 2% dans les coulées du Djebel Fillaoucène.

Le manganèse varie de 0.06 à 0.2% dans les laves du Djebel Fillaoucène.

En définitive, la distribution des éléments majeurs dans ces roches volcaniques révèle une nette évolution de leur chimisme.

Ainsi au niveau de chaque massif nous avons constaté que les teneurs en MgO, CaO, FeO et TiO<sub>2</sub> décroissent progressivement depuis les coulées les plus anciennes aux plus récentes. Parallèlement, la silice, l'aluminium et le sodium augmentent dans les termes les plus différenciés.

Régions	Miocène					
	Rive droite					
	Hadjra El Kahla		Ain Romana		Fillaoucène	
SiO <sub>2</sub>	47	48,4	49	47,5	47,2	48,2
TiO <sub>2</sub>	1,48	1,37	2	1,91	1,45	1,43
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	15,5	17,1	17,3	16,8	16,6	17,2
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	9,55	9,1	10	9,45	9,55	9,51
MnO	0,13	0,14	0,15	0,12	0,14	0,14
MgO	8,95	6,8	6,1	4,3	7,8	7,16
CaO	9,27	9,98	8,6	9,6	9,9	9,42
Na <sub>2</sub> O	3,1	3,3	4,1	3,1	2,84	3,48
K <sub>2</sub> O	0,74	1,23	1,27	1,84	0,86	0,82
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,45	0,36	0,47	0,47	0,25	0,23
L.O.I	3,7	2,11	1,02	4,38	2,9	2,45
TOTAL	99,87	99,89	100,01	99,47	99,49	100,04
Q	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Or	4,59	7,50	7,66	11,55	5,31	5,01
Ab	24,04	26,01	30,51	27,08	25,07	28,85
An	27,44	29,05	25,49	28,06	31,30	29,82
Ne	1,87	1,49	2,61	0,39	0,00	0,84
Di	14,53	16,13	12,40	16,11	14,99	13,90
Hy	0,00	0,00	0,00	0,00	2,04	0,00
Ol	21,58	14,48	14,41	9,90	15,88	16,31
Mt	1,98	1,85	2,01	1,98	1,97	1,94
Il	2,95	2,68	3,87	3,85	2,88	2,81
Ap	1,03	0,81	1,05	1,09	0,57	0,52
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
DI	30,50	35,00	40,77	39,02	30,38	34,70
MGO/MGO+FEO	10,55	10,1	11	10,45	10,55	10,51

Tab 3 a : Distribution des éléments majeurs de la rive droite et gauche de la Moyenne Tafna (in Megartsi 1985 et Louni 2002)

Régions	Plio Quaternaire					
	Rive gauche					
	Fillouécène					
SiO <sub>2</sub>	45,88	47,17	46,18	45,04	48,23	48,45
TiO <sub>2</sub>	1,66	1,56	2,80	2,60	1,58	1,51
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	13,78	16,75	17,57	18,78	16,79	17,14
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,39	3,10	6,19	5,19	1,75	2,12
Fe <sub>0</sub>	6,93	5,84	4,97	4,68	6,72	6,68
MnO	0,15	0,14	0,13	0,11	0,14	0,15
MgO	13,48	6,98	5,20	6,39	6,34	6,81
CaO	8,39	9,85	9,16	8,76	9,4	9,97
Na <sub>2</sub> O	3,03	3,42	4,34	4,14	3,45	3,67
K <sub>2</sub> O	0,73	0,85	0,76	0,92	1,06	0,97
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,29	0,25	0,06	0,05	0,26	0,25
H <sub>2</sub> O+	3,01	3,39	0,00	0,00	0,00	0,00
H <sub>2</sub> O-	0,27	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00
L.O.I	0,00	0,00	1,67	2,12	2,56	2
TOTAL	99,99	99,50	99,03	98,78	98,28	99,72
Q	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Or	4,44	5,00	4,49	5,43	6,54	5,86
An	21,68	27,80	26,21	29,94	28,41	28,06
Ol	25,04	11,46	4,45	7,99	13,06	12,71
Ap	0,67	0,67	0,13	0,11	0,6	0,57
MGO/MGO+FEO	3,39	4,10	7,19	6,19	2,75	3,12

**Tab 3 b** : Distribution des éléments majeurs de la rive droite et gauche de la Moyenne Tafna (in Bendoukha, 2008).

**Au niveau des secteurs des HADJRA El Kahla et Ain Romana :**

- La silice varie de 47 à 48.4 % au niveau de Hadjra el Kahla et de 47.5 à 49 à Ain Romana.
- L'aluminium atteint 17.1 % Hadjra el Kahla et 17.3 % à Ain Romana.
- Le magnésium varie globalement de 4.3 à 8.95 % dans les deux secteurs.
- Le calcium fluctue entre 8.6 à 9.98 dans les deux massifs
- Le potassium varie entre 0.74 à 1.84 % à Hadjra El Kahla et à Ain Romana.
- Le sodium atteint environ 3.1 % à Hadjra El Kahla et fluctue entre 3.1 et 4.1 % à Ain Romana.

### 3. Distribution des éléments en traces :

Toutes les analyses des éléments en traces ont été réalisées au laboratoire de magmatisme de l'université Saint-Jérôme (Marseille), au CRPJ de Nancy, et au laboratoire de géochimie de l'université de Saint-Étienne (France) (Louni 2002 et Bendoukha 2008).

régions	Miocène					
	Rive droite					
	Hadjra El Kahla		Ain Romana		Fillaoucène	
<i>Rb</i>	16	22	42	19,4	28	27
<i>Sr</i>	802	555	760	720	470	644
<i>Ba</i>	637	570	650	675	290	250
<i>Sc</i>	25,5	28	21	22	31	30
<i>V</i>	193,5	185	210	224	184	176
<i>Cr</i>	303	115	110	130	230	180
<i>Co</i>	46	34	34	36	39	39
<i>Ni</i>	175	39	62	71	45	37
<i>Y</i>	20	22	25	24	22	22
<i>Zr</i>	143	142	172	176	118	117
<i>Nb</i>	21	15,6	32	31	11	11
<i>La</i>	25	19,5	30	28,5	14	14,2
<i>Th</i>	10,85	8,2	7,9	nd	3,6	3,38
<i>Ce</i>	54	46	66	61	33	32,5
<i>Nd</i>	31,5	26	33	30	19	18,5
<i>Eu</i>	1,67	1,45	1,9	1,75	1,35	1,35
<i>Dy</i>	3,75	3,9	4,5	4,3	3,8	3,75
<i>Er</i>	1,85	2	2,3	2,3	2,1	2
<i>Yb</i>	1,62	1,9	2,5	2	1,9	1,93
<i>Sm</i>	6,4	5,2	7	nd	4,2	4,4
<i>Gd</i>	5,1	4,8	5,7	nd	4,2	4,5
<i>La/Nb</i>	1,19	1,25	0,94	0,92	1,27	1,29
<i>Sr87/Sr86</i>	0,705856	0,7055117	0,00	0,00	0,00	0,706004
<i>Nd143/Nd144</i>	0,512567	0,512544	0,00	0,00	0,00	0,512671
<i>Age (Ma)</i>	9,37	7,16	0,00	0,00	0,00	8,7
<i>MGO/MGO+FEO</i>	10,55	10,1	11	10,45	10,55	10,51

**Tabl 4 a** : Distribution en traces de la rive droite et gauche de la Moyenne Tafna (in Megartsi 1985 et Louni, 2002; Bendoukha, 2008).

régions	Coulée plio-quadernaire					
	Rive gauche					
	Fillaoucène					
<i>Rb</i>	52	41	32	32	22	33
<i>Sr</i>	996	752	700	955	918	407
<i>Ba</i>	986	382	259	255	943	234
<i>V</i>	252	175	172	180	279	169
<i>Cr</i>	101	515	523	176	146	130
<i>Co</i>	49	51	51	38	106	76
<i>Ni</i>	68	280	290	50	123	33
<i>Zr</i>	104	75	75	72	0,00	0,00
<i>La</i>	51,40	28,40	41,80	77,00	72,30	67,80
<i>Ce</i>	90,40	51,10	76,00	140,00	128,00	115,00
<i>MGO/MGO+FEO</i>	3,39	4,1	7,19	6,19	2,75	3,12

**Tabl 4 b** : Distribution en traces de la rive droite et gauche de la Moyenne Tafna (in Bendoukha, 2008).

#### A. Les éléments de transition (V, Cr, Co, Ni) :

Le vanadium varie de 169 et 279 ppm dans les basaltes du flanc sud du Djebel Fillaoucène, entre 185 et 290 ppm et entre 185 et 193.5 ppm dans les roches de Hadjra El Kahla et il oscille entre 210 et 224ppm dans les basaltes d'Ain Romana.

Dans les basaltes miocènes du flanc sud du Djebel Fillaoucène, cet élément fluctue entre 176 et 184 ppm.

Le nickel varie entre 33 et 290 ppm dans les roches du flanc sud du Djebel Fillaoucène, entre 39 et 175 ppm dans celles de Hadjra El Kahla. Il passe de 62 à 71 ppm dans les coulées d'Ain Romana.

Il oscille entre 37 et 45 ppm dans les basaltes miocènes du volcan Benzomra (flanc sud du Djebel Fillaoucène).

Le chrome varie entre 97 et 523 ppm dans les coulées du Djebel Fillaoucène, entre 115 et 303 ppm dans celles de Hadjra El Kahla.

Par contre il débute à partir de 110 et atteint une teneur de 130 ppm à Ain Romana, il montre une teneur comprise entre 180 et 210 ppm dans les basaltes miocènes et du flanc sud du Djebel Fillaoucène.

Le cobalt oscille entre 38 et 106 ppm dans les laves du Djebel Fillaoucène, entre 34 et 46ppm dans celles de Hadjra El Kahla, et varie entre 34 et 36 ppm dans les laves d'Ain Romana.

***B. Les alcalino-terreux (Ba, Rb et Sr) :***

Les variations des teneurs en rubidium sont très restreintes dans les roches du Flanc sud du Djebel Fillaoucène (22 à 52 ppm). Cet élément varie de 16 à 22 ppm à Hadjra El Kahla. Il fluctue entre 19.4 et 42 ppm à Ain Romana.

Le Strontium montre des valeurs comprises entre 555 et 802ppm dans les roches de Hadjra El Kahla par contre il révèle des teneurs moins élevées 720 à 760ppm dans les laves d'Ain Romana.

Dans les coulées miocènes du flanc sud de Djebel Fillaoucène, il atteint une teneur de 552 ppm.

Le baryum présente des teneurs très variables. Il oscille entre 234 et 986 ppm dans les laves du Djebel Fillaoucène, entre 570 et 637 ppm dans celles de Hadjra El Kahla et entre 650 et 675 ppm dans les coulées d'Ain Romana.

L'augmentation des concentrations en baryum en fonction de la silice et plus importante dans les roches de Hadjra El Kahla.

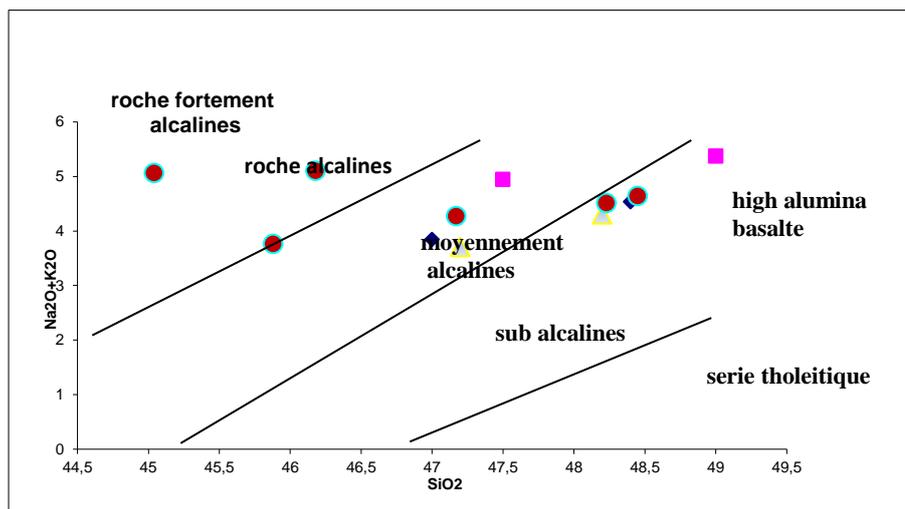
Cet élément se concentre essentiellement dans les feldspaths potassiques. Il tend à s'enrichir dans les laves de fin de cristallisation dans les basaltes.

#### 4. Classification des roches de la Moyenne Tafna :

La caractérisation des magmas de la Moyenne est basée sur les éléments majeurs. Pour cela nous avons utilisé les diagrammes de Kuno pour préciser leurs natures.

- **Le Diagramme de Kuno.**

Le diagramme de Kuno (1986) (**fig16.**) considère la somme (Na<sub>2</sub>O+K<sub>2</sub>O) comme paramètre discriminant entre les trois grandes séries magmatiques (série tholéitique, calco-alcalines et alcaline). Nous constatons que les laves du Flanc sud du Djebel Fillaoucène et celles du Hadjra El Kahla et Ain Romana sont des roches moyennement alcalines à sub alcalines alors que les roches plio-quaternaire sont moyennement alcalines à alcalines. Les fortes teneurs en alcalins sont portées par les coulées les plus récentes.



- ◆ Coulé miocène du Hadjra El Kahla.
- Coulé miocène de l'Ain Romana.
- ▲ Coulé miocène du Fillaoucène.
- Coulé plio-quaternaire du sud Djebel Fillaoucène.

**Fig16** : distribution de Na<sub>2</sub>O+K<sub>2</sub>O/SiO<sub>2</sub> des laves mio plio quaternaires de la Moyenne Tafna(Kuno1986)

### 5. Comportement des éléments majeurs en fonction $MgO/MgO+FeO$ :

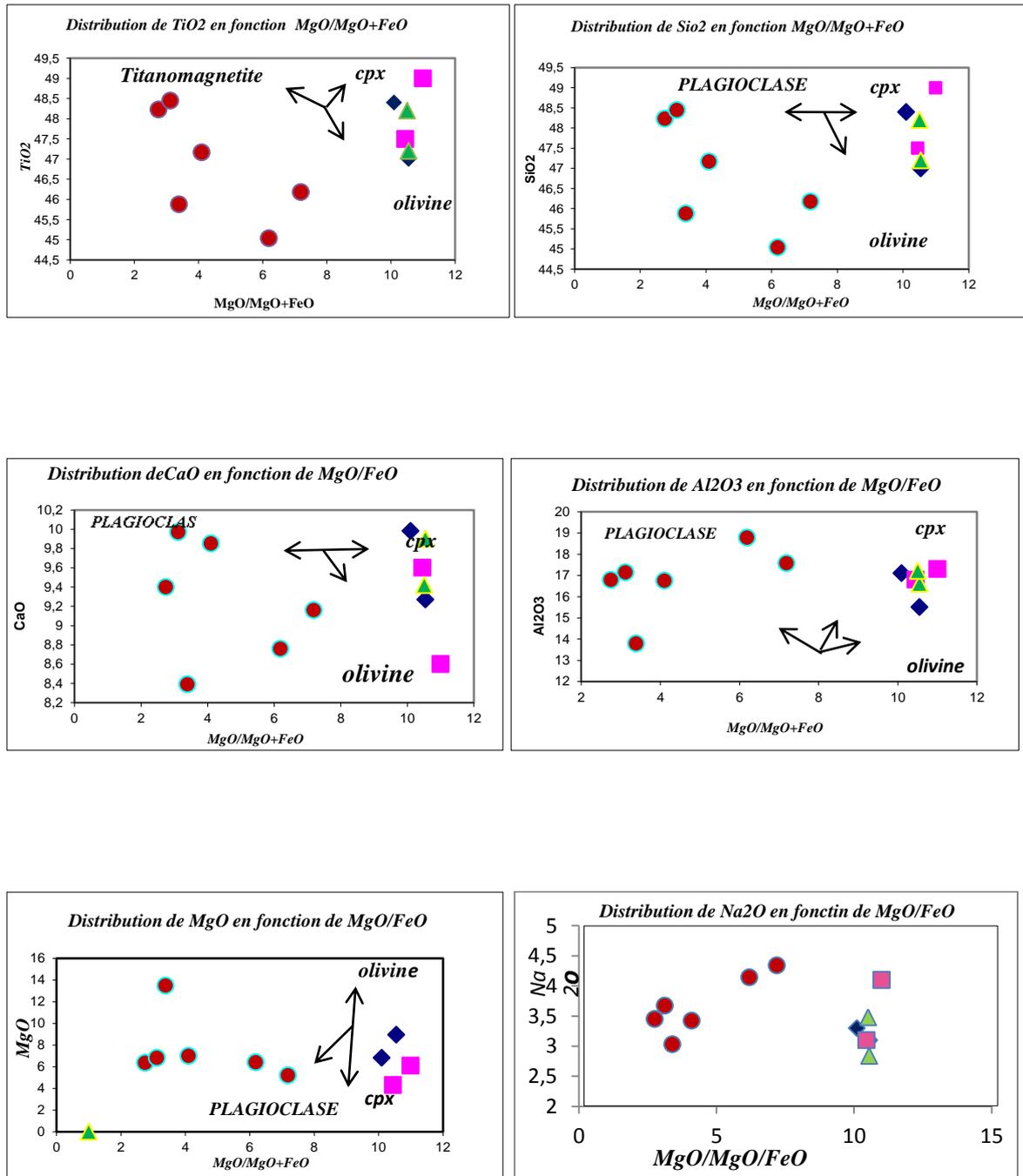
Les diagrammes indiquant le comportement des éléments majeurs en fonction du rapport  $MgO/MgO+FeO$  sont portés dans la (fig17.)

La silice atteint des teneurs élevées dans les coulées plio-quaternaires les plus évoluées de la Basse Tafna. En revanche au sein de ce même massif la coulée miocène montre un rapport élevé et une concentration faible en silice.

La chute du magnésium en fonction du rapport  $MgO/MgO+FeO$  est marquée par la cristallisation de l'olivine, celle du calcium par le fractionnement des minéraux ferromagnésiens, plus particulièrement le clinopyroxène.

Les fortes teneurs en  $TiO_2$  sont portées par les grains d'oxydes que nous retrouvons le plus souvent en interstices ou en inclusions dans les minéraux et qui témoigne leur précipitation.

Le sodium et l'aluminium, augmentent régulièrement depuis la coulée la plus ancienne jusqu'à la plus récente et ce dans l'ensemble des massifs. Ils sont guidés par la grande quantité de plagioclases présents en microlites ou en phénocristaux dans toutes les coulées.



- ◆ Coulé miocène du Hadjra El Kahla.
- Coulé miocène de l'Ain Romana.
- ▲ Coulé miocène du Fillaoucène.
- Coulé plio-quadernaire du sud Djebel Fillaoucène.

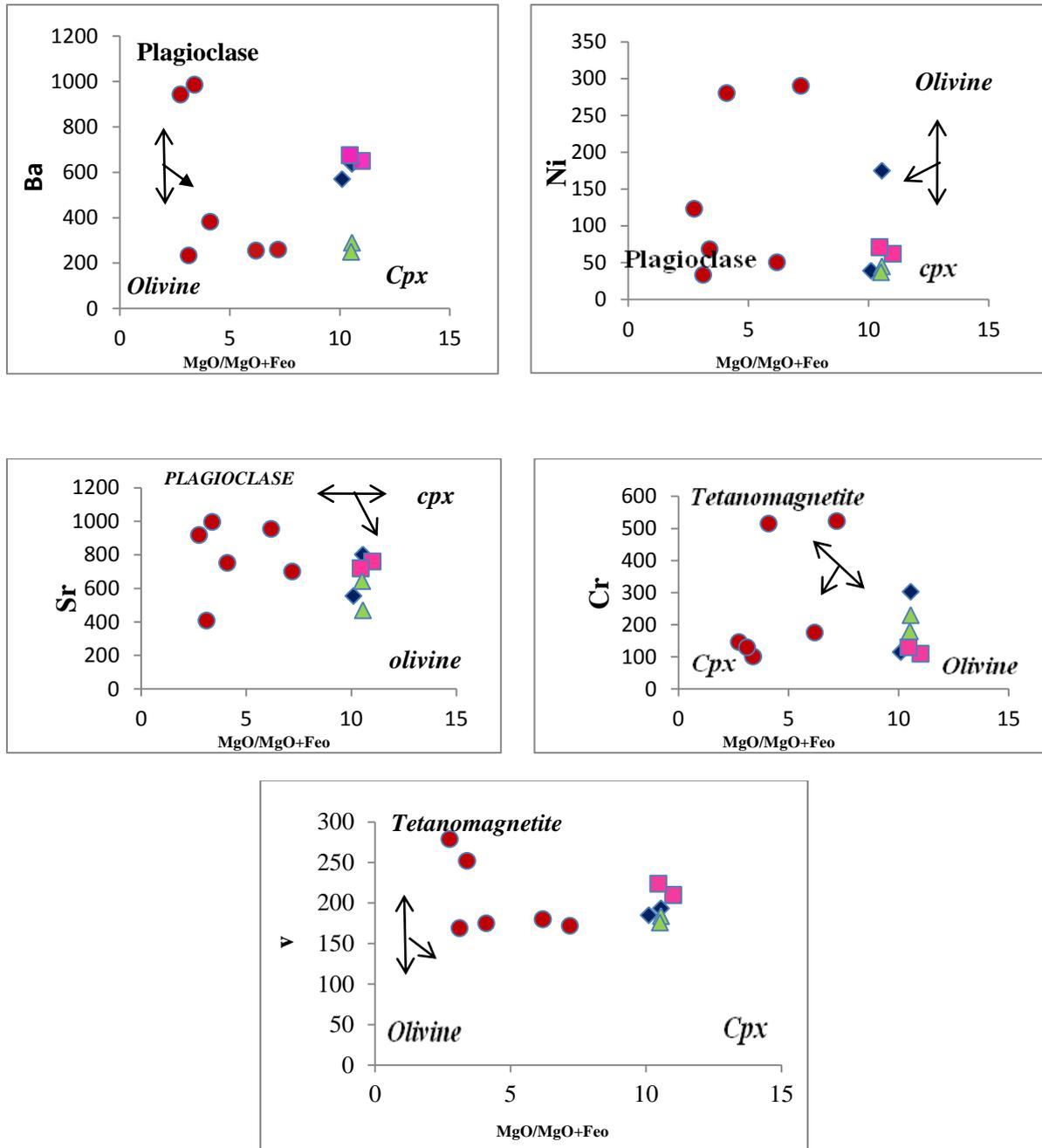
Fig.17 : Comportement des éléments majeurs en fonction de MgO/MgO+FeO des laves mio-plio-quadernaires de la Moyenne Tafna (rive droite et la rive gauche). (Megartsi, 1985, Louni, 2002 et Bendoukha, 2008)

### 6. Comportement des éléments en traces en fonction $MgO/MgO+FeO$ :

Le nickel diminue très nettement dans les coulées les plus différenciées (*fig.18*). Il confirme la cristallisation de l'olivine. Les fortes teneurs sont portées par l'olivine des coulées les moins différenciées plus particulièrement celles rejetées par les centres d'émission du flanc sud du Djebel Fillaoucène, de Hadjra El Kahla et Ain Romana.

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.

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 la non précipitation des plagioclases.



- ◆ Coulé miocène du Hadjra El Kahla.
- Coulé miocène de l'Ain Romana.
- ▲ Coulé miocène du Fillaoucène.
- Coulé plio-quaternaire du sud Djebel Fillaoucène.

**Fig.18 :** Comportement des éléments en traces en fonction de MgO/MgO+FeO des laves mio-plio-quaternaires de la Moyenne Tafna (rive droite et la rive gauche). (Megartsi, 1985, Louni, 2002 et Bendoukha, 2008)

### 7. Comportement les terres rares :

Les données de terres rares utilisées dans cette étude proviennent d'une sélection d'analyses des travaux de Bendoukha (2008), Coulon et al. (2002) pour la plupart des basaltes mio-plio-quaternaires de la Moyenne Tafna. Elles vont nous permettre une meilleure caractérisation des propriétés géochimiques des laves néogènes de la Moyenne Tafna

Parmi ces éléments dosés, nous discuterons principalement le comportement des éléments incompatibles (terres rares, LILE et HFSE). Globalement, les roches volcaniques des massifs étudiés sont enrichies en terres rares. tableau 3a et 3b.

régions	Miocène					
	Rive droite					
	Hadjra El Kahla		Ain Romana		Fillaoucene	
<i>Y</i>	20	22	25	24	22	22
<i>Zr</i>	143	142	172	176	118	117
<i>Nb</i>	21	15,6	32	31	11	11
<i>La</i>	25	19,5	30	28,5	14	14,2
<i>Th</i>	10,85	8,2	7,9	nd	3,6	3,38
<i>Ce</i>	54	46	66	61	33	32,5
<i>Nd</i>	31,5	26	33	30	19	18,5
<i>Eu</i>	1,67	1,45	1,9	1,75	1,35	1,35
<i>Dy</i>	3,75	3,9	4,5	4,3	3,8	3,75
<i>Er</i>	1,85	2	2,3	2,3	2,1	2
<i>Yb</i>	1,62	1,9	2,5	2	1,9	1,93
<i>Sm</i>	6,4	5,2	7	nd	4,2	4,4
<i>Gd</i>	5,1	4,8	5,7	nd	4,2	4,5
<i>La/Nb</i>	1,19	1,25	0,94	0,92	1,27	1,29

**Tab 5 a** : Distribution en traces de la rive droite et gauche de la Moyenne Tafna (in Megartsi1985 et Louni, 2002Bendoukha, 2008).

régions	<i>Coulée plio-quadernaire</i>						
	<i>Rive gauche</i>						
	<i>Fillaoucène</i>						
<i>La</i>	31,2	51,4	28,4	41,8	77	72,3	67,8
<i>Ce</i>	58,2	90,4	51,1	76	140	128	115
<i>Nd</i>	26,7	40,8	24,4	31,1	58,2	50,5	49,4
<i>Sm</i>	5,68	8,34	5,03	6,63	9,56	9,12	8,46
<i>Eu</i>	1,64	2,49	1,55	1,78	2,34	2,17	2,33
<i>Gd</i>	4,52	6,09	4,07	5,13	7,07	6,63	7,06
<i>Dy</i>	3,64	4,81	3,51	0,65	0,87	0,79	0,91
<i>Er</i>	0	0	0	0	0	0	0
<i>Yb</i>	1,65	2,03	1,62	1,84	2,42	2,34	2,25

**Tab 5 b:** Teneurs en RRE des basaltes plio-quadernaires du flanc sud de Djebel Fillaoucène (Bendoukha, 2008).

Les courbes multiéléments normalisés au manteau primitif (Sun et Mc Donough, 1989) (*fig. 18a, 18b*)

mettent en évidence les effets dus au fractionnement de certains minéraux sur la distribution de ces éléments.

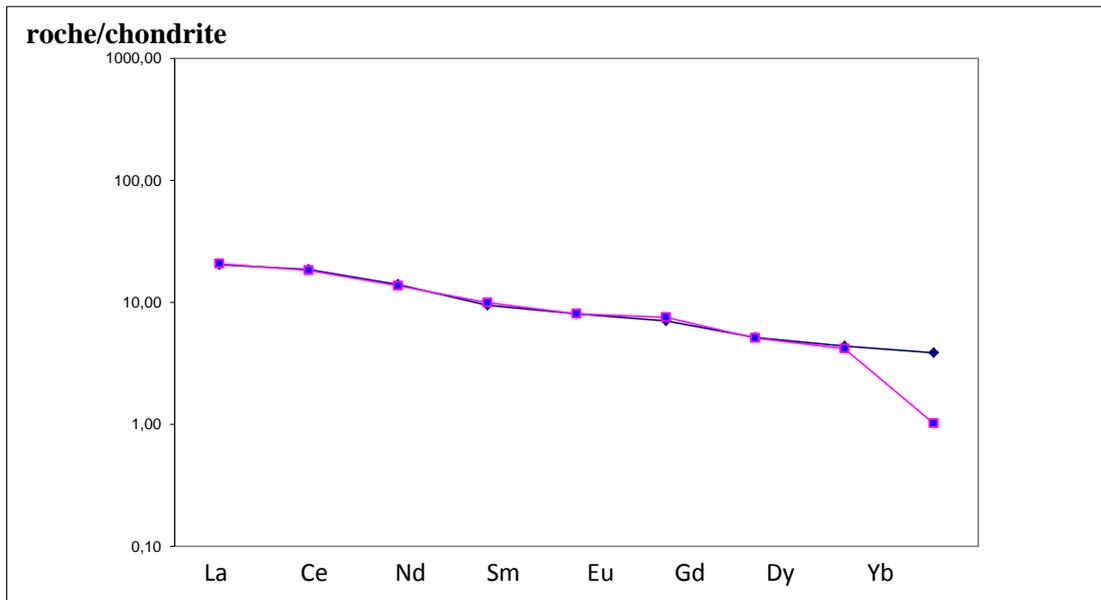
Les éléments étant classés par ordre de degré d'incompatibilité croissant de gauche à droite, le fractionnant est plus important au niveau des éléments les plus incompatibles.

Les concentrations en terres rares légères sont en effet de 21 à 120 fois supérieures à celles du Manteau Primitif (Mc Donough et Sun, 1995 pour les roches plio-quadernaires du Djebel Fillaoucène.

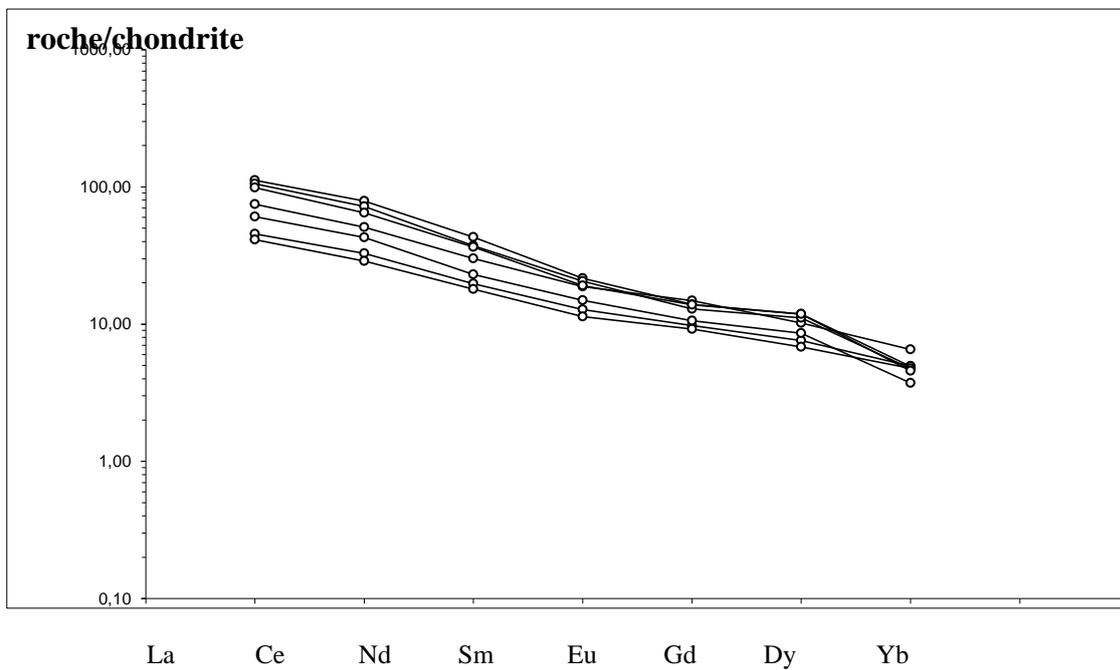
D'une manière générale, les spectres de terres rares des laves de la Moyenne Tafna sont de type 'enrichis en LREE'. Ils sont caractérisés par un net enrichissement en terres rares légères par rapport aux terres rares moyennes et aux terres rares lourdes ( $La/Sm_N : 2 - 7,46$ ); ( $La/Yb_N : 5,36 - 70,26$ ) et ( $Sm/Yb_N : 2,57 - 13,47$ ) (Bendoukha, 2008).

La distribution des terre rares révèle des teneurs faibles du djebel Fillaoucène. Par contre elles deviennent plus élevée dans le secteur de Ain Romana et atteignent des concentrations moyennement élevé à Hadjra El Kahla.

L'interprétation de l'allure de ces spectres ne permet pas de distinguer clairement une différence entre les laves basaltiques miocène des secteurs de la Moyenne Tafna.



**Fig. 19a** : Spectres de terres rares des laves miocènes de la Moyenne Tafna



**Fig 19b** : Spectres de terres rares des laves plio-quaternaire de la Moyenne Tafna.

## 8. Conclusion :

Dans la Moyenne Tafna, 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-quadernaires de la Moyenne Tafna révèle dans le diagramme Kuno(1986), une série sodique différenciée

. Cette différenciation résulte en grande partie de processus de cristallisation fractionnée d'une série alcaline sodique des laves plio-quadernaires.

La chute du magnésium est marquée par la cristallisation de l'olivine, celle du calcium par le fractionnement des minéraux ferromagnésiens, notamment le clinopyroxène.

La courbe indiquée par le titane ainsi que la corrélation négative révélée par le fer, suggèrent la précipitation des opaques.

Dans les coulées plio-quadernaires, le sodium et l'aluminium et le potassium, augmentent régulièrement depuis la coulée la plus ancienne jusqu'à la plus récente et ce dans l'ensemble des secteurs de la Moyenne Tafna.

Ces trois éléments sont guidés par la grande quantité de plagioclases présents en microlites ou en phénocristaux dans toutes les laves basaltiques des deux rives de la Moyenne Tafna.

La distribution des éléments en traces dans les roches basaltiques la Moyenne révèle une nette évolution de leur chimisme.

Le nickel diminue très nettement dans les coulées sommitales et révèle la cristallisation de l'olivine.

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

La diminution du vanadium et du cuivre, dans les termes les plus évolués indique la précipitation des minéraux opaques.

Enfin les corrélatons positives indiquées par le baryum et le strontium montrent la non précipitation des plagioclases dans toutes les laves.

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 la non précipitation du plagioclase.

En revanche les coulées miocènes ne semblent pas montrer une évolution de ces deux éléments en raison de leur des faibles quantités de plagioclase qu'elles renferment. Le rubidium, ne semble pas montrer de corrélation même au sein d'un même massif et n'indique aucun trend d'évolution.

En définitive, au niveau de chaque massif nous avons constaté que les teneurs en Nickel, Vanadium, Chrome décroissent progressivement depuis les coulées les plus anciennes aux plus récentes. Parallèlement, le baryum, et le strontium augmentent nettement dans les termes les plus différenciés du Plio-Quaternaire du flanc Sud de Djebel Fillaoucène.

En revanche les coulées miocènes du flanc sud du Djebel Fillaoucène et de la rive droite de la Moyenne Tafna renferment peu de baryum et de strontium ce qui confirme leur pauvreté en plagioclase et une richesse en chrome qui se traduit par leur richesse en pyroxène.

Le comportement des éléments majeurs et traces dans les laves basaltiques de la la Moyenne Tafna. En fonction du rapport  $MgO/MgO+FeO$  révèle une série sodique différenciée.

La différenciation de cette série pourrait être en grande partie guidée par un processus de cristallisation fractionnée. Globalement, les roches volcaniques étudiées sont enrichies en terres rares. Leurs concentrations en terres rares légères sont en effet de 21 à 120 fois supérieures à celles du Manteau Primitif (Mc Donough et Sun, 1995).

D'une manière générale, les spectres de terres rares des laves la Moyenne Tafna. 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

Les concentrations en terre rares ainsi que la forme des spectres révèlent en revanche un caractère transitionnel pour les basaltes miocènes provenant de la rive droite de la Moyenne Tafna et du flanc sud du Djebel Fillaoucène.

Le parallélisme des spectres des terres rares obtenu dans les coulées plio-quaternaires montre un cogénitisme entre l'ensemble des laves alcalines de flanc sud du Djebel Fillaoucène.

## ***Conclusion Générale***

---

### *Conclusion Générale*

Les formations éruptives d'âge Mio-Plio-Quaternaire de la Moyenne Tafna se répartissent en rive droite à Hadjra El Kahla et à Ain Romana et en rive gauche dans le flanc sud du *Djebel Fillaoucène*.

Les appareils volcaniques de la *Moyenne Tafna* sont peu nombreux et dessinent soit des cônes stromboliens, soit des dômes érodés

Les produits éruptifs caractérisent un volcanisme alcalin, alimenté par ces centres d'émission ayant rejetés une quantité importante de basalte et de produits pyroclastiques

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 a débuté d'abord dans la rive droite de la Tafna plus exactement dans le secteur de Hadjra Kahla et Ain Romana et s'est poursuivie jusqu'à -3.33Ma dans le flanc sud du *Djebel Fillaoucène*.

Le flanc sud du *Djebel Fillaoucène* a donné naissance à des épanchements volcaniques qui recouvrent une surface assez importante. Le peu d'appareils volcaniques rencontrés dans cette région ont émis une, deux voire cinq coulées basaltiques qui se sont épanchées en grande quantité vers le SE et le SW.

À *Ain Romana* deux coulées basaltiques et une coulée dacitique qui sont associées à une masse importante de scories, de tufs pyroclastiques et de bombes de laves.

*Dans le secteur de Hadjra El-Kahla* on distingue deux coulées émises

-La première coulée est de type dacitique, se repose sur le miocène synchronape.

-La deuxième coulée est de type basaltique, elle surmonte la coulée précédente.

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.

-La coulée du groupe F1 est riche en phénocristaux de pyroxène et d'olivine.

-Le groupe pétrographique F2 comprend trois coulées. Les roches de ce groupe révèlent pour la coulée inférieure une texture porphyrique et une texture microlitique pour les coulées supérieures. Elles renferment surtout des microcristaux de clinopyroxène

- Le groupe pétrographique F3 comprend trois coulées de couleur gris-bleu à la patine. Celle de base se débite en plaquette et est véhiculée 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. Les phénocristaux de clinopyroxène baignent dans une mésostase renfermant la même association minéralogique.

-Les basaltes du groupe F4 sont caractérisés par une seule coulée basaltique, massive et de couleur sombre, localisée au sud-ouest du centre éruptif de *Boutrack*

En lames minces, la lave montre une texture microlitique porphyrique, dans laquelle des phénocristaux de plagioclase disposés en lattes et présentant tous la macle polysynthétique.

Le clinopyroxène est le plus souvent zoné et montre parfois la macle en sablier.

L'orthose de 1 à 1,5 mm de long, est automorphe et présente la macle de Carlsbad.

Elle renferme en plus des cristaux de zéolites de couleur grise,

L'étude pétrographique des roches de la Moyenne Tafna a fait ressortir une série d'épanchements de nature principalement basaltique localisée dans le secteur de *Hadjra El Kahla* et *Ain Romana* où l'ensemble basaltique surmonte une coulée dacitique, et en rive gauche (coulées du flanc sud du *Fillaoucène*).

Les laves émises sont généralement massives à fluidalité plus ou moins marquée, de couleur noire ou brun noir à rouille, dans laquelle les cristaux sont rarement visibles à l'œil nu.

Elles montrent par endroits des vacuoles de taille centimétriques remplies secondairement par des zéolites. (Louni 2002). Bien que situés dans des régions volcaniques éloignées les unes des autres, ces basaltes miocènes montrent de nombreuses similitudes pétrographiques.

Ainsi, la texture de ces basaltes est en général porphyrique à tendance fluidale ou doléritique.

Il est à noter toutefois que la coulée inférieure d'Ain Romana est plus riche en phénocristaux que la coulée supérieure.

L'étude dynamique de la rive droite et la rive gauche de la *Moyenne Tafna* a permis de mettre en évidence un premier épisode volcanique majeur qui s'est manifesté pendant le Miocène. Il a favorisé l'installation des basaltes miocènes de flanc sud de *Djebel*

*Fillaoucène* (dynamisme effusif) et les dacites (dynamisme strombolien) de secteurs de *Hadjra el Kahla et Ain Romana* (rive droite de la Moyenne Tafna).

Un dynamisme strombolien s'est manifesté pendant le plio-quadernaire a permis des produits basaltiques dans le flanc sud de *Djebel Fillaoucène, Hadjra El Kahla et Ain Romana*.

Dans *la Moyenne Tafna*, la teneur en silice augmente nettement dans les coulées les plus différenciées.

La distribution des alcalins en fonction de SiO<sub>2</sub> de l'ensemble des laves mio-plio-quadernaires de *la Moyenne Tafna* révèle dans le diagramme Kuno(1986), une série sodique différenciée

. Cette différenciation résulte en grande partie de processus de cristallisation fractionnée d'une série alcaline sodique des laves plio-quadernaires.

La chute du magnésium est marquée par la cristallisation de l'olivine, celle du calcium par le fractionnement des minéraux ferromagnésiens, notamment le clinopyroxène.

La courbe indiquée par le titane ainsi que la corrélation négative révélée par le fer, suggèrent la précipitation des opaques.

Le sodium et l'aluminium et le potassium, augmentent régulièrement depuis la coulée la plus ancienne jusqu'à la plus récente et ce dans l'ensemble des secteurs

La distribution des éléments en traces dans les roches basaltiques la Moyenne révèle une nette évolution de leur chimisme.

Le nickel diminue très nettement dans les coulées sommitales et révèle la cristallisation de l'olivine.

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.

La diminution du vanadium et du cuivre, dans les termes les plus évolués indique la précipitation des minéraux opaques.

Le baryum et le strontium montrent la non précipitation des plagioclases dans toutes les laves par leur corrélation positive

Les teneurs en baryum et strontium révèlent une corrélation positive. Il présente le même comportement que l'aluminium et le sodium et précisent la non précipitation du plagioclase.

Le comportement des éléments majeurs et traces dans les laves basaltiques de la Moyenne Tafna en fonction du rapport MgO/MgO+FeO révèle une série sodique différenciée.

Globalement, les roches volcaniques étudiées sont enrichies en terres rares. Leurs concentrations en terres rares légères sont en effet de 21 à 120 fois supérieures à celles du Manteau Primitif (Mc Donough et Sun, 1995).

D'une manière générale, les spectres de terres rares des laves la *Moyenne Tafna*. 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

Les concentrations en terre rares ainsi que la forme des spectres révèlent en revanche un caractère transitionnel pour les basaltes miocènes provenant de la rive droite de *la Moyenne Tafna et du flanc sud du Djebel Fillaoucène*.

Le parallélisme des spectres des terres rares obtenu dans les coulées plio-quaternaires montre un cogénitisme entre l'ensemble des laves alcalines du flanc sud du *Djebel Fillaoucène*.

## *Références*

---

### *Bibliographiques*

**Abbad Z., (1993)-** Etude volcanologique et pétrologique des laves quaternaires de la région de Ghazaouet (Oranie). *Thèse, USTHB, Alger, 100 p.*

**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.*

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

**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., (1981)-** Chronologie radiométrique (K-Ar) des manifestations magmatiques autour de la méditerranée occidentale entre 33 et 1 Ma. In: Wezel, F.C., (Ed) *Sedimentary basins of Mediterranean margins, CNR Italian Project of Oceanography, Tecnoprint, Bologna, 341-360.*

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

**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. et al., (2008)-** Nouvelles données sur les caractères dynamiques et géochimiques et volcanique Plio-Quaternaire de l'Oranie (Algérie nord occidentale). Vol.20.N3.

**Boubatba Belmekki, N., (2017)-** Approche Volcanologique des structures Necke et Dyke de Flanc sud de Djebel Fillaoucène (Oranie Nord Occidentale), 28 p.

**Coulon, C. et al., (2002)-** The transition from calc-alkaline to alkaline volcanism during the neogene in Oranie (Algeria): Magmatic expression of a slab breakoff. (soumis).

**El Azzouzi, et al., (1999)-** Evolution des sources du volcanisme marocain au cours du néogène C.R., Acad. Sci Paris, 329, 95-102.

**Fenet, B., (1975)-** Recherche sur l'alpinisation de la bordure septentrionale du bouclier africain à partir de l'étude d'un élément de l'orogénèse Nord-Maghrebines : Les monts djebel Tessala et les massifs du littoral oranais. *Thèse, Sci., Univ., Nice. P 301.*

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

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

**Hassane Daouadji, H., (2015)**- Etude Pétrologique et Géochimique des basaltes de Mohammadia et leurs comparaisons avec ceux de la Basse Tafna et du Djebel Fillaoucène (Oranie Nord Occidentale) ,84 p.

**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 (Nord Occidentale) Thèse Doc.D'état, USTHB, Alger, 201 p.

**Maury, R.C. et al., (2000)**- Post collisionnal 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., (1985)**-Le volcanisme Moi-Plio-Quaternaire de l'Oranie nord –occidentale (Algérie).Thèse d'État. Université d'Alger, 296 p.

**Ouabadi, A., (1994)**- Pétrologie, géochimie, et origines des granitoïdes péralumineux à cordiérite (Cap Bouganroum, Beni-Touffout et Filfila). Algérie Nord Orientale. Thèse Université. Rennes. 257

**Piqué, A., et al. (1998)**- Le poinçon maghrebin : contraintes structurales et géochimiques. *C.R. Acad. Sci. Paris*. 326, 575-581.

**Teniet Rih, K., (2017)**- Etude Pétrographique des laves Moi-Plio-Quaternaire de la rive gauche de la Moyenne Tafna, 64 p.

**Sadran, G., (1958)**- Les formations volcaniques tertiaires et quaternaires du Tell oranais”, *Publi. Serv. Cartes. Géol. De l'Algérie, Nouvelle série. Bull .N°18*, 533P.

**Sun, S.S., and Mc Donough, W.F., (1989)-** Chemical and isotopic systematics of oceanic basalts: implications for mantle composition and processes. In Saunders, A.D., and Norry, M.J., (Eds), Magmatism in ocean basins. *Geol. Soc., London Spec. Pub. 42, 313-345.*

**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.*

**Velain c (1874)-** Constitution géologique des îles voisines du littoral de l'Afrique, du Maroc à la Tunisie. C.R.Acad.Sci., Paris, t.128p, p.73.

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

*Annexe*

