

N° d'ordre :

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université d'Oran 2 Mohamed Ben Ahmed

Faculté des Sciences de la Terre et de l'univers

Département des Sciences de la Terre



## Mémoire:

Présenté pour l'Obtention du grade

De Master II en Science de la Terre

**Option : MGTL (Magmatisme, Géodynamique et Transfert Lithosphérique).**

### Thème :

**Mise en évidence de cheminée adventive et niveau de spatter cône dans la rive droite de la Basse Tafna (Oranie Nord Occidentale).**

Présenté par :

**GHELLAL Mohamed & AMMARI Rahmani**

Soutenu le 20/06/2016, devant la commission d'examen :

Mm Lagraa.K.....Maître de conférences (A).....Présidente

Mr Bendoukha.R ..... Maître de conférences (A).....Rapporteur

Mr Mahmoudi.M .....Maître-assistant.....Examineur

Oran, 2017

### **Remerciement:**

*Il est d'usage, au début de tout mémoire de remercier tous ce qui, de près ou de loin, ont contribué à sa réalisation.*

*Ce travail n'aurait pas été possible sans l'aide et la collaboration de nombreuses personnes. Qu'elles trouvent ici l'expression de toute ma gratitude.*

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

*Je remercie vivement madame **Mm. LAGRAA K**, maitre conférence à l'université d'Oran, de présider le jury d'examinations.*

*Mes sincères remerciements vont également à **Mr. MAHMOUDI M**, maitre-assistant à l'Université d'Oran qui a accepté d'examiner et juger ce mémoire. Sa participation me fait un grand honneur.*

*Par cette occasion je voudrais rendre hommage à tous les enseignants du Département des Sciences de la Terre.*

Merci

# Dédicace

Avant tout nous tenons à remercier **ALLAH** le tout puissant, le tout miséricordieux qui nous a guidé et nous a donné la force et la patience pour réalisé ce présent travail.

Je dédie ce modeste travail avec tous mes respects à :

A mes chers parents, que m'ont soutenu et encouragé dans les moments les plus difficiles et que dieu les protèges.

A ma grand-mère.

Mes très chers frères.

Mes chères sœurs.

A mes amis et collègues : Bachiri, Ghannes, Faradj, Dahmani, Ammari, Kradia, Mahbobi, Chadad, Belkhir, Allik, Dilem, Amara, Charef, Bouagada, Chachour, pour l'aide constante qu'ils m'ont apporté pour la réalisation de ce mémoire.

Tous les membres de la famille : GHELLAL & ACHICHE.

Je n'oublierai pas l'énorme contribution de mes amis de notre promotion MGTL, PGBS, pour leurs soutiens morales tout le long de cette période et enfin à toutes qui m'ont connu de prés ou de loin.

*Ghella.M*

## Dédicace

D'abord je remercie ALLAH sur l'achèvement de ce travail,

Je **dédie** cette obtention du diplôme **à** tous ma famille

Du petit **au** grand, **à** ma maman, papa, grand-père, mon grand-mère

**À** tous mes frères, **à** tous mes amis, si la parents ou les amis de l'Université

Pour La fille de ma tante R MMZ, **à** tous les membres de la famille : AMMARI, **à** mon collègue au travail, et merci

AMMARI RAHMANI

## Résumé

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 Mio-Plio-Quaternaire.

La région de la Basse Tafna est caractérisée par un nombre important de volcans avec une ampleur assez violente des éruptions. Dans ce travail on s'intéresse à la rive droite et notamment le volcan de Fort Bélinsi.

L'étude des produits volcano-sédimentaire associée à L'étude dynamique et pétrographique de ce volcan nécessite plusieurs classifications et permettent de mieux expliquer le mécanisme de mise en place des divers produits pyroclastiques et enfin d'établir une synthèse dynamique de l'ensemble des massifs.

Notre étude indique que le volcan étudié est caractérisé par la présence de bancs de Spatter-cône (scories soudées de couleur noire), trois épisodes majeurs d'activité volcanique, des différentes laves basaltiques et une évolution minéralogique nettement marquée depuis la coulée basale jusqu'à la coulée sommitale.

**Mot clés :** Basse Tafna, Volcano-sédimentaire, Fort Bélinsi, Produits pyroclastiques, spatter-cône.

## **Abstract**

The North-West “Oranie”, located at the junction of Algerian Tell and the Moroccan Middle Atlas, was the site of a major volcanic Mio-Plio-Quaternary activity.

The Lower Tafna region is characterized by a large number of volcanoes with a rather violent extent of eruptions. In this work we are interested in the right bank and in particular the volcano of Fort Bélinsi.

The volcano-sedimentary products study associated with the dynamic and petrographic study of this volcano requires several classifications and help to better explain the mechanism of implementation of the various pyroclastic products and finally to establish a dynamic synthesis of all the massive.

Our study indicates that the volcano studied is characterized by the presence of spatter-cone beds (black-colored slag), three major episodes of volcanic activity, basaltic lavas and a marked mineralogical evolution from basal casting, to summit casting.

**Keywords:** The lower Tafna, Volcano-sedimentary, Fort Bélinsi, Pyroclastic products, Spatter-cone.

## ملخص

النطاق الوهراني الشمالي الغربي يقع عند تقاطع التل الجزائري والأطلس المتوسط المغربي مقر النشاط البركاني للعصر "ميوبليوكواترنر".

وتتميز منطقة التافنة السفلية بعدد كبير من البراكين ذات ثوران عنيف. في هذا العمل نركز على

الضفة اليمنى بصفة خاصة البركان "فور بلينسي" Fort Bélinsi.

إن دراسة النواتج الرسوبية البركانية المرتبطة بدراسة ديناميكية وصخرية للبركان تتطلب عدة تصنيفات و

تفسر آلية تشكل مختلف النواتج البركانية وأخيرا إلى تأسيس توليفة ديناميكية لمجموعة النجود.

تشير دراستنا إلى أن البركان المدروس يتميز بوجود مقاعد "سباتركون" spatter-cône، ثلاث حلقات

رئيسية من النشاط البركاني، الحمم البازلتية المختلفة وتطور معدني واضح من الصب القاعدي حتى الصب العلوي.

**الكلمات المفتاحية:** التافنة المنخفضة، الرسوبية البركانية، "فور بلينسي"، النواتج البركانية، "سباتركون".

## Liste des figures

<b>Figure N°01: fond topographique de la Basse Tafna.....</b>	<b>2</b>
<b>Figure N°02: Situation des massifs volcaniques de l'Oranie nord-occidentale.....</b>	<b>4</b>
<b>Figure N°03: Contexte géologique de l'Oranie Nord occidentale.....</b>	<b>5</b>
<b>Figure N°04 : Répartition géographique des centres d'émission de la Basse Tafna...</b>	<b>13</b>
<b>Figure N°05 : Figures d'anti-dunes observées dans la formation volcano-sédimentaire du Fort Bélinsi.....</b>	<b>30</b>
<b>Figure N°06 : Cartographie des produits éruptifs du volcan le Fort Bélinsi.....</b>	<b>32</b>
<b>Figure N°07 : La coupe du flanc Nord du Fort Bélinsi.....</b>	<b>34</b>
<b>Figure N°08 : La coupe du flanc sud du Fort Bélinsi.....</b>	<b>36</b>
<b>Figure N°09 : La coupe du flanc Ouest du volcan le Fort Bélinsi.....</b>	<b>37</b>
<b>Figure N°10 : Tufs à lapillis accréionnaires du Fort Bélinsi.....</b>	<b>38</b>
<b>Figure N°11 : Analyse séquentielle de la formation volcano-sédimentaire du volcan le Fort Bélinsi.....</b>	<b>41</b>
<b>Figure N°12 : Déroulement des éruptions Phréatomagmatique dans la BasseTafna..</b>	<b>45</b>
<b>Figure N°13 : Coupe reliant le Flanc sud du Fort Bélinsi au volcan du Cap d'Acra...</b>	<b>47</b>
<b>Figure N°14 : Position stratigraphique des produits éruptifs du Fort Bélinsi et leur corrélation.....</b>	<b>49</b>
<b>Ph N°15 : Coulée inférieure du groupe B1.....</b>	<b>52</b>
<b>Ph N°16 : Coulée supérieure du groupe B2.....</b>	<b>53</b>
<b>Ph N°17 : Coulée inférieure du groupe B3.....</b>	<b>54</b>
<b>Ph N°18 : Coulée inférieure à analcime du groupe B3.....</b>	<b>55</b>
<b>Ph N°19 : Coulée moyenne du groupe B3.....</b>	<b>55</b>
<b>Ph N°20 : Accréionnaires du Tufs à lapillis de Fort Bélinsi.....</b>	<b>56</b>
<b>Ph N°21 : Phénocrystal de pyroxène épigénisé du groupe B5.....</b>	<b>58</b>
<b>Ph N°22 : Coulée microlitique porphyrique du groupe B5.....</b>	<b>58</b>
<b>Ph N°23 : Coulée à xénocristaux d'amphibole du groupe B6.....</b>	<b>59</b>
<b>Ph N°24 : Coulée à phénocristaux d'orthose du groupe B6.....</b>	<b>61</b>
<b>Figure N°25 : Coulée sommitale du groupe B6.....</b>	<b>61</b>
<b>Figure N°26 : Position stratigraphique des produits éruptifs de la Basse Tafna.....</b>	<b>63</b>

## Liste des Tableaux

<b>Tableau N°01: Tableau récapitulatif des principaux résultats obtenus dans le massif de la Basse Tafna.....</b>	<b>24</b>
<b>Tableau N°02: Classification des roches composées de fragments volcaniques .....</b>	<b>27</b>
<b>Tableau N°03: classification granulométrie (d'après Milesi 1976) .....</b>	<b>28</b>
<b>Tableau N°04: Classification des produits pyroclastiques et la nature des dépôts (d'après Schmidt, 1981).....</b>	<b>29</b>

## **Sommaire**

### **Chapitre I**

#### **Généralité**

I.1. Introduction .....	1
I.2. Cadre géographique .....	2
I.3. Cadre géologique et structural .....	4
I.3.1. Cadre géologique .....	4
I.3.2. Cadre structural .....	5
a) La zone atlasique .....	6
b) La zone tellienne .....	6
• L'autochtone et le para- autochtone .....	6
• L'allochtone métamorphique .....	6
• L'allochtone non métamorphique .....	7
I.4. Historique des recherches .....	8
I.5. But du travail .....	11

### **Chapitre II**

#### **Etude volcanologique des produits éruptifs de la Basse Tafna**

II.1. Introduction .....	12
II.2. Datation du volcanisme alcalin d'Oranie .....	12
II.3. Les volcans de la rive gauche de la Tafna .....	14
a- Le volcan d'El Gloub .....	15
b- Le volcan de Ras Amara .....	15

c-	Le volcan de Bouakil .....	16
d-	Le volcan de Sidi Aissa .....	16
e-	Le volcan de sidi Rahmoun .....	16
f-	Le volcan de Douar Ksabi .....	17
g-	Le volcan de Tafardjoun .....	18
h-	Le volcan de Douar Bouhamar .....	18
i-	Le volcan de Sidi Laredj .....	18
j-	Le volcan de Boukeltoum .....	19
II.4. Les volcans de la rive droite de la Tafna .....		19
a-	Le volcan de kerkour el aryas .....	19
b-	Le volcan de Gaadat El Ghouzlane .....	20
c-	Le volcan de Bled Lamdadeha .....	20
d-	Le volcan de Sidi Abdallah .....	21
e-	Le volcan d'El Bradj .....	21
f-	Le volcan de Biramdane .....	21
g-	Le volcan de Khoudam .....	22
h-	Le volcan du Cap d'Acra .....	22
i-	Le volcan le Fort Bélinsi .....	23
II.5. Conclusion .....		24

## **Chapitre III**

### **Dynamisme du volcan Le Fort Bélinsi**

III.1.	Introduction .....	26
III.2.	Classification des produits pyroclastiques .....	26
III.3.	Les épisodes volcaniques majeurs du volcan du Fort Bélinsi .....	31
3.1.	Le premier épisode volcanique de type strombolien .....	31
3.2.	Le deuxième épisode volcanique de type phreatomagmatique .....	31

3.2.1. Etude volcanologique du volcan le Fort Bélinsi .....	32
3.2.2. Etude microscopique des tufs .....	39
3.2.3. Analyse séquentielle .....	39
3.2.4. Interprétation dynamique et mécanisme de mise en place des produits pyroclastiques .....	43
3.3. Le troisième épisode volcanique majeur de type strombolien.....	48
III.4. Conclusion .....	49

## **Chapitre IV**

### **Pétrographie des laves de la Basse Tafna**

IV.1. Introduction .....	51
IV.2. Pétrographie des laves de la Basse Tafna .....	51
IV.2.1. Le groupe B1 .....	51
IV.2.2. Le groupe B2 .....	51
IV.2.3. Le groupe B3 .....	53
IV.2.4. Les produits du groupe B4 .....	56
IV.2.5. Le groupe B5 .....	57
IV.2.6. Le groupe B6 .....	59
IV.3. Conclusion .....	62
Conclusion générale .....	64
Bibliographie .....	67

## I.1. Introduction

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

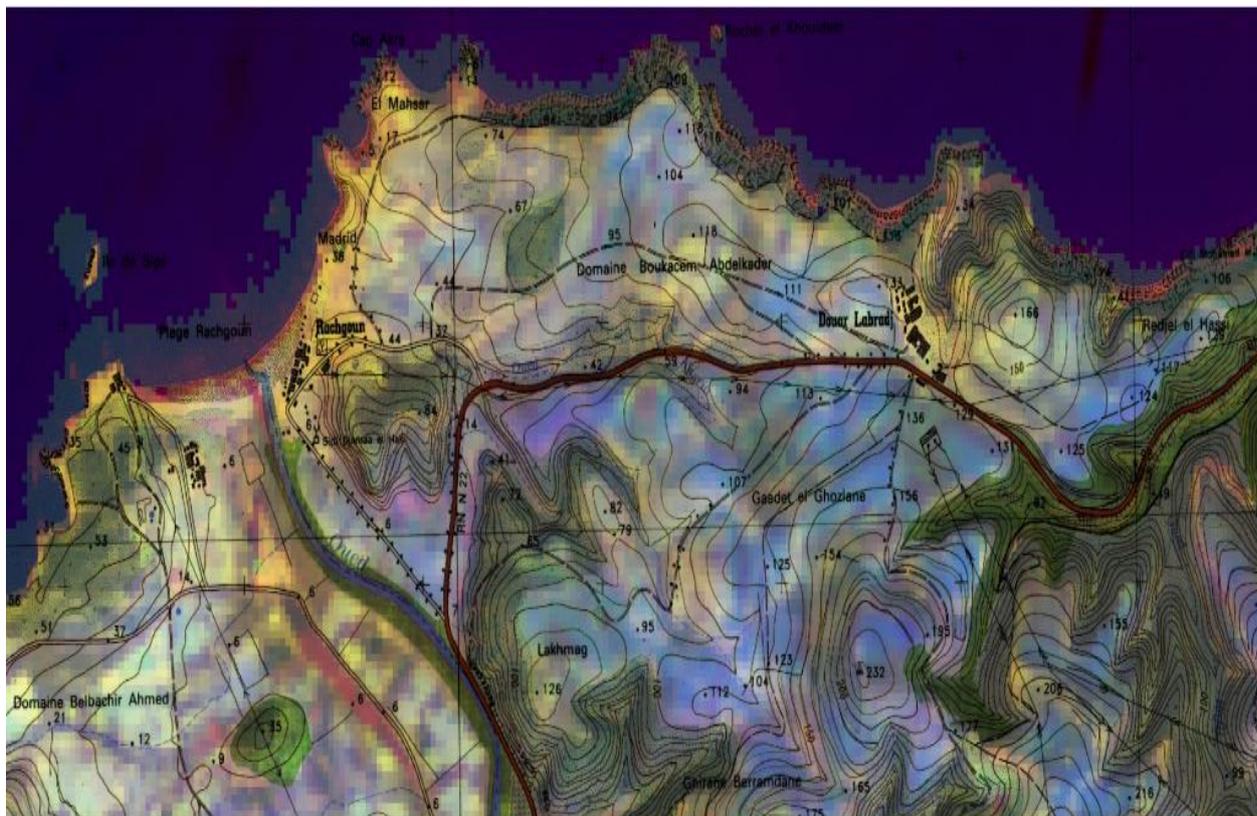
Cette évolution, qui apparaît généralisée à l'ensemble du pourtour de la Méditerranée occidentale, est attribuée :

- soit à un contexte particulier de subduction de la plaque Alboran sous la plaque Afrique et dont l'activité aurait été stoppée au Pliocène inférieur (Guardia, 1975 ; Bellon, 1976 ; Louni-Hacini et al. 1995 ; El-Azzouzi et al, 1999 ; Maury et al, 2000) ;
- soit à un contexte d'amincissement lithosphérique lié à la réactivation d'un vaste cisaillement parallèle à la marge nord-africaine (Hernandez et al, 1987 ; Piqué et al, 1998) ;
- soit à une combinaison complexe, dans l'espace et dans le temps, des deux processus (Zerka, 2004).

Notre étude a pour objectif de compléter les nombreux travaux précédents ayant porté sur différents complexes éruptifs d'Oranie nord occidentale.

Elle s'attachera aussi en évidence l'origine et la dynamique de mise en place en surface des basaltes alcalins plio-quaternaires.

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



**Fig.01: Fond topographique de la Basse Tafna**

(En bleu : les coulées de basalte).

## I.2. Cadre Géographique

Les formations éruptives d'âge Mio-Plio-Quaternaire de l'Oranie nord-occidentale se répartissent le long du littoral entre la frontière algéro-marocaine et le méridien d'Ain-Témouchent (**Fig.02**). 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.

Les massifs de la Basse Tafna et d'Ain Témouchent, situés respectivement à environ 70 et 80 km au sud-ouest d'Oran occupent des dépressions aménagées au Nord des Monts des Traras et des Sebâa Chioukh et se caractérisent par des reliefs d'altitude modérée (points culminants : 507 m à Ain Témouchent et 641 m dans la Basse Tafna).

Quelques plateaux basaltiques apparaissent dans la topographie comme ceux de Tadmaya et de Souk Et-Nine (rive gauche de Basse Tafna) et celui du volcan de Benghana (AinTémouchent).

Le massif de Souhalia, situé plus à l'Ouest de celui de la Basse Tafna, présente des reliefs plus ou moins élevés en forme de cône, de dôme ou de daya, comme celle de Tigraou, bien visibles dans le paysage.

La rive droite de ce massif montre un plateau basaltique. Des falaises entaillées par l'Oued Marsa laissent apparaître une succession de cinq coulées.

Le Djebel Fillaoucène, situé au Sud Ouest du massif de Souhalia constitue la terminaison orientale des Traras, présente dans son flanc sud des épanchements volcaniques formés par un nombre restreint de centres éruptifs.

En revanche, il montre par rapport aux autres massifs une structure typique au volcanisme telle que le dyke de Boutrack.

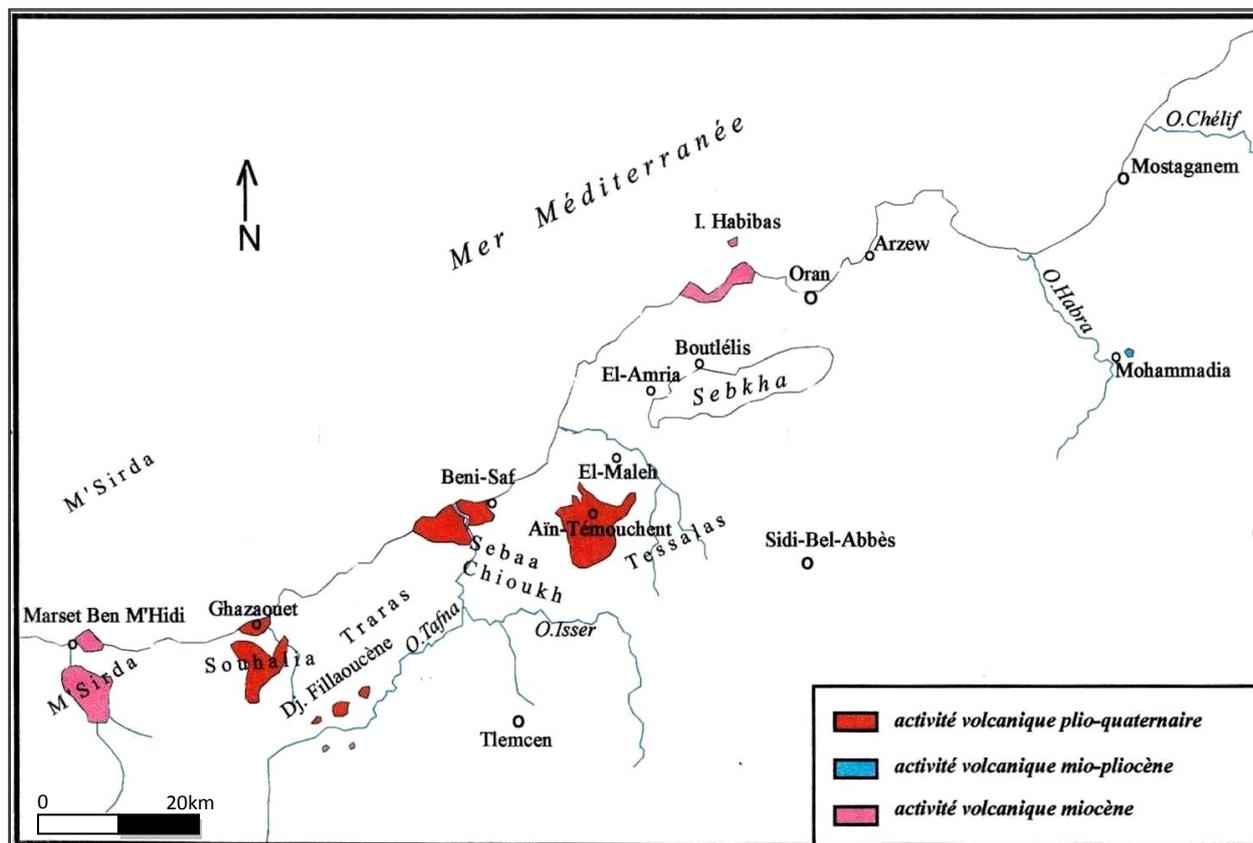
Les coulées rejetées par ces volcans dessinent des plateaux basaltiques. L'épanchement des laves s'est fait en direction du sud est et du sud ouest.

Les appareils volcaniques de l'ensemble des massifs dessinent soit des cônes stromboliens, soit des dômes érodés.

Cependant, nous notons dans la rive droite de la Basse Tafna une structure de maar et des anneaux de tufs et des cônes de tufs dans celui d'Ain Témouchent.

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

Les laves recouvrent tout sauf dans la Basse Tafna et Souhalia, où des sédiments très récents d'âge Quaternaire peuvent être intercalés.



**Fig.02: Situation des massifs volcaniques de l'Oranie Nord-Occidentale**  
(Louni et al. 1995).

### I.3. Cadre géologique et structural

#### I.3.1. Cadre géologique

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

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'Ain 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.

### I.3.2. Cadre structural

Les gisements volcaniques d'âge plio-quaternaire de l'Oranie nord-occidentale se placent dans le domaine externe de la chaîne alpine dans lequel Guardia (1975) a pu distinguer : une zone atlasique et une zone tellienne (Fig.03).

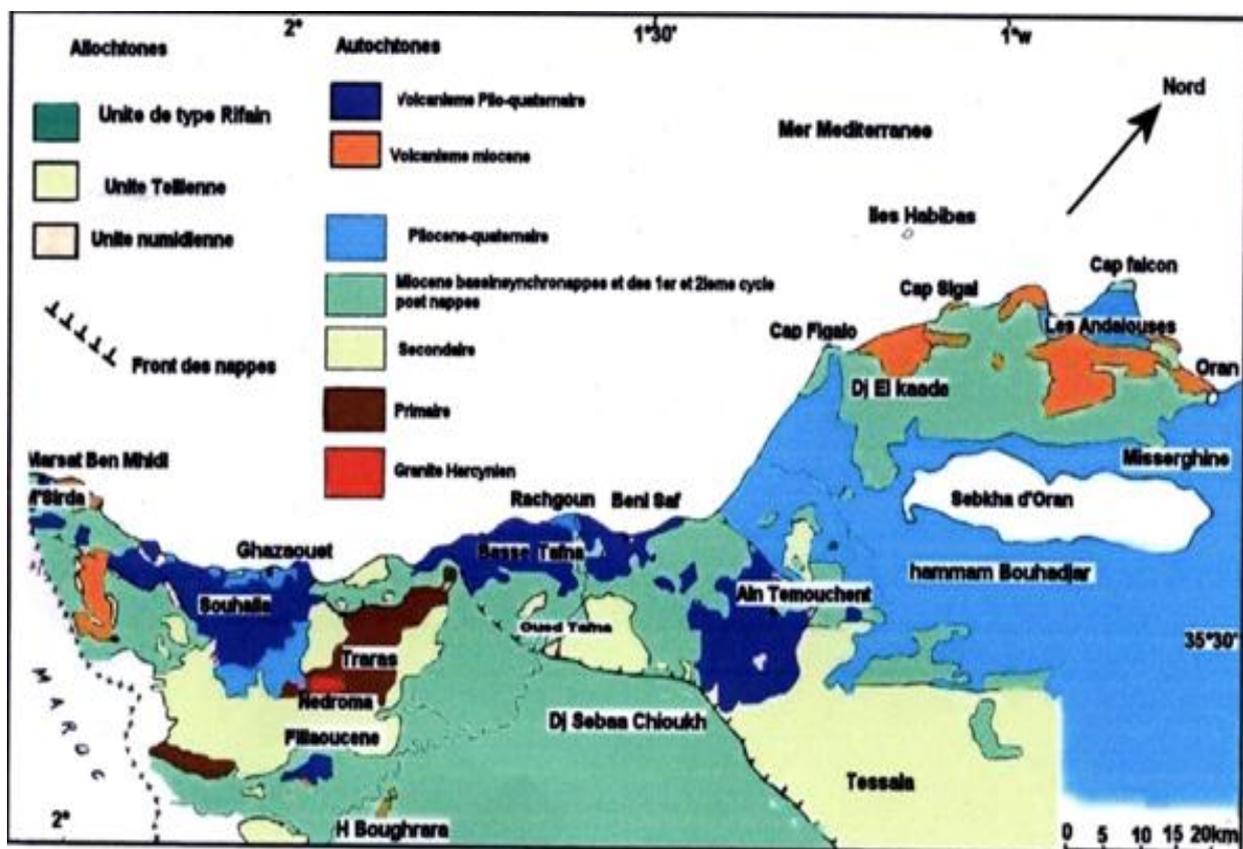


Fig.03 : Contexte géologique de l'Oranie Nord-Occidentale (Megartsi, 1985).

### 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).

### b) 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'Ain 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 Zendal (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'Ain 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 grès et poudingues sont compris 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 représentée dans la moyenne Tafna et atteint les contreforts du Fillaoucène.

#### I.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 riches volcaniques des îles Habibas et signale entre autre une néphéline à mélilite dans l'île de Rachgoun.

Lacroix (de 1893 à 1924), 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'Ain-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 autre, il signale également la présence d'enclaves de natures pétrographiques variées et montre que le substratum gréseux des coulées de la Basse Tafna est constitué de sable à hélix d'âge Miocène supérieur, probablement "le Messinien". Enfin, il publie des résultats d'analyses chimiques et relie la tectonique avec le volcanisme.

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

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

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

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

Megartsi (1985) présente une synthèse géologique, pétrologique et géodynamique de tout le volcanisme mio-plio-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'Ain-Témouchent).

Bendoukha (1987, 2008 et 2009), entame une étude dynamique, pétrographique et géochimique du volcanisme de la Basse Tafna. Il met en évidence trois grands épisodes volcaniques majeurs (strombolien à la base puis phréatomagmatique enfin strombolien au sommet). Il précise la nature alcaline et les faciès différenciés de ce massif. Il apporte de nouvelles données sur les caractères dynamiques et géochimiques du volcanisme mio-plio-quadernaire de l'Oranie Nord-Occidentale. Il discute les sources profondes ayant donné naissance aux laves ainsi que la dynamique de remontée du magma basaltique

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'AinTémouchent et détaille la pétrographie et la minéralogie des basaltes émis.

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

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

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

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

Hassenne Daouadji (2010) donne une comparaison pétrographique et dynamique des laves basaltiques moi-plioquadernaire du massif de Mohammadia et ce de la rive gauche de la Basse Tafna et du flanc sud du Djebel Fillaoucenne.

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

Les principaux objectifs de notre travail ont été: but du travail :

- d'établir une chronologie des coulées de laves émises par les centres éruptifs du massif de la Basse Tafna.
- de mettre en évidence les grands épisodes volcaniques majeurs de la Basse Tafna.
- de présenter un log stratigraphique de l'ensemble de la formation volcano sédimentaire du volcan émise par le volcan du Fort Bélinsi
- de présenter des coupes géologiques levées au niveau du flanc sud du Fort Bélinsi.
- de décrire l'observation des tufs a lapillis au microscope afin d'expliquer la mise en place des produits volcano sédimentaires.
- de corréler les produits éruptifs rejetés par le volcan du Fort Bélinsi avec ceux des autres volcans de la Basse Tafna.
- de présenter une coupe longitudinale du volcan le Fort Bélinsi met en évidence la cheminée adventive.
- de définir le Spatter cône aussi que sa position stratigraphique.

## II.1. Introduction

Dans le cadre de notre étude, nous nous sommes inspirés des levés des cartes géologiques à l'échelle de 1/25000 du massif de la Basse Tafna (Bendoukha,2008) (**Fig.04**), et de la carte géologique du volcan le Fort Bélinsi (Bendoukha et Sellaf, 2009), dans lesquelles ont été reportés les contours des formations volcaniques et sédimentaires.

Dans le massif de la Basse Tafna, deux points culminent de loin dans le paysage. Il s'agit des volcans en forme conique d'El Gloub, situé dans la partie méridionale de la rive gauche de la Tafna et de Sidi Aissa, qui se trouve à quelques km au Nord-Ouest de celui-ci.

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

Avant d'entamer notre étude volcanologique, nous présenterons les datations du volcanisme alcalin 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 à caractère alcalin a débuté en Oranie d'abord dans le flanc Sud du Djebel Fillaoucène (Moyenne Tafna) vers -5,16 Ma (**Tab.01**).

Dans la rive gauche du massif volcanique de la Basse Tafna plus exactement à Douar Gsabi , notre étude de terrain a permis de mettre en évidence un lambeau de coulée basaltique dont le centre d'émission serait dans la mer (**Ph.11 annexe**).

Cette dernière est intercalée dans la formation marneuse du Miocene. 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'Ain Témouchent (-1.75Ma).Les manifestations éruptives se sont achevées en montrant également une évolution d'Ouest en Est.

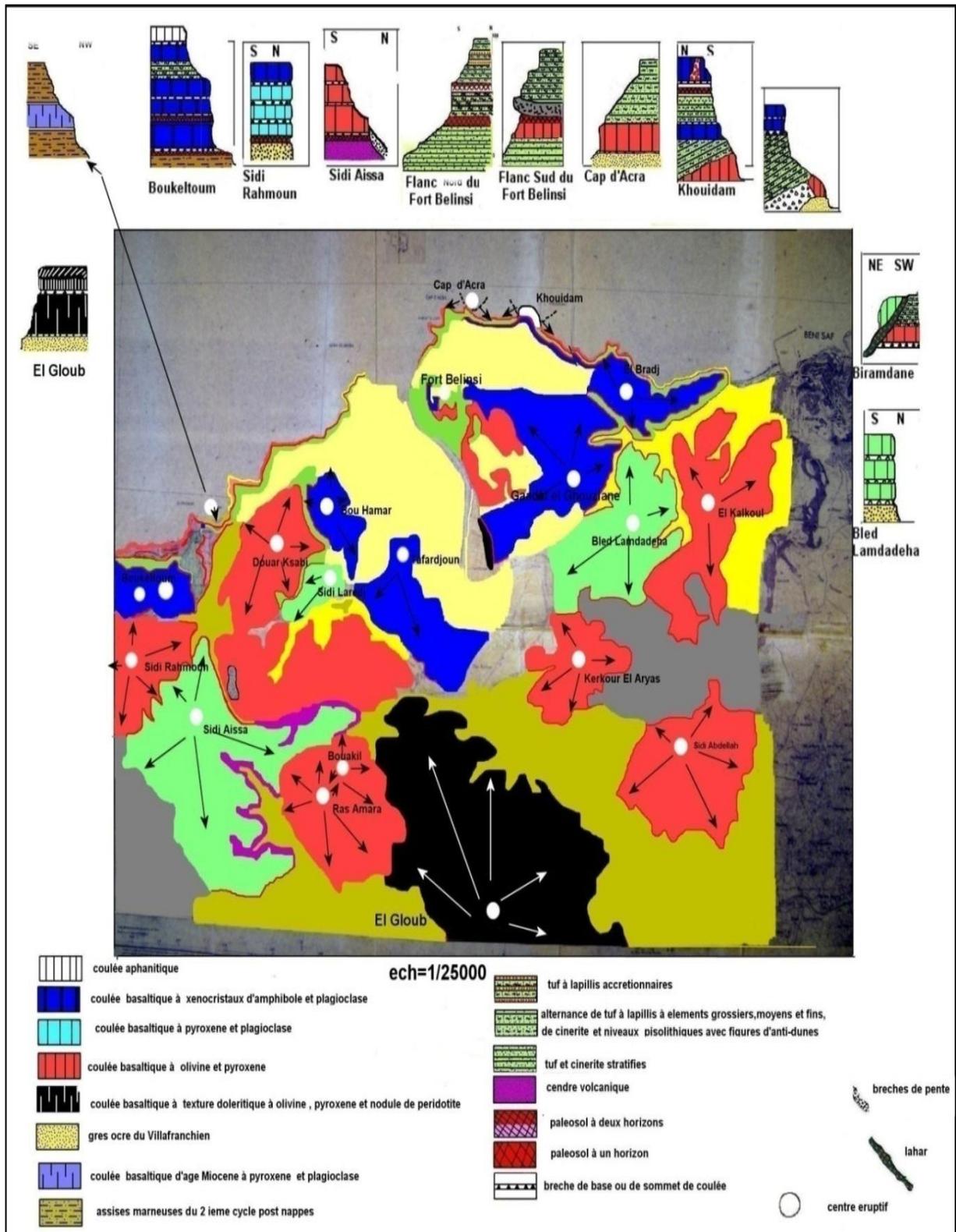


Fig.04: Répartition géographique des centres d'émission de la Basse Tafna (Bendoukha, 2008).

En effet, les derniers témoins de l'activité volcanique sont enregistrées dans le flanc Sud du Djebel Fillaoucene (-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'Ain Témouchent vers - 0,82 Ma.

Dans le complexe d'Ain Témouchent, les âges calculés (0,82 -1,28 Ma ; Louni et al. 1995) révèlent une période d'activité très restreinte et très récente. Cependant et d'après nos propres observations de terrain, ces âges ne paraissent représentatifs que des toutes dernières manifestations stromboliennes de ce massif.

Les éruptions plus précoces de nature phréatomagmatique et responsables de l'édification d'importants anneaux de tufs, n'ont pas été datées. Elles seraient d'un âge antérieur à 1,28 Ma.

Leur position stratigraphique et leur comparaison avec les produits de la Basse Tafna pourraient leur attribuer un âge de 2,74 à - 2,55Ma. Par ailleurs, à certains endroits du secteur d'Ain Témouchent, les anneaux de tufs recouvrent des formations lacustres qui renferment des fossiles de vertébrés probablement de type Hipparion, (Mahboubi et Tabeliouna comm.ora), et qui indiqueraient un âge au moins Miocène.

### II.3. Les volcans de la rive gauche de la Tafna

12 appareils volcaniques sont identifiés dans la rive gauche de la Basse Tafna (**Fig.04**). Un seul volcan situé en mer au nord est du centre d'émission de Boukeltoum et dont le cratère serait situé en mer (**Fig.04**) a vu son activité se développer pendant le Miocène.

La seule coulée prismée qui lui est rattachée renferme des cristaux de pyroxène, d'iddingsite et de plagioclase.

Le reste des centres d'émission ont fonctionné pendant le Plio-Quaternaire et ont émis une deux trois ou 4 coulées basaltiques qui pour la plus part d'entre elles se sont épanchées de façon centrifuge.

Les coulées rejetées par le volcan d'El Gloub ont dessiné le plateau de Tadmaya alors que celles provenant du volcan de Sidi Aissa ont établi celui de Souk Etnine.

### **a- Le volcan d'El Gloub (155 m)**

Le volcan d'El Gloub, situé au sud du massif (**fig.04**), a gardé sa forme conique originelle. Le haut du dôme est marqué par la présence de scories brunes et de bombes scoriacées de taille variable, de couleur rouille.

Il a émis 2 coulées basaltiques noires, qui se sont épanchées sur plusieurs Km vers le Nord-Ouest et le Nord-est. Elles se sont accumulées sur une épaisseur de l'ordre de 150m et forment le plateau basaltique de Tadmaya. La coulée inférieure de cet appareil a parcouru une grande distance.

Elle est retrouvée au-delà de l'oued Tafna, jusqu'en rive droite. Au Sud-est du village de Tadmaya, une falaise de 50m, montre la superposition de 2 coulées prismées formant des orgues verticaux de 30 à 35cm de large et de 20 à 30m de haut.

Ceux de la coulée supérieure sont moins larges et changent très progressivement d'inclinaison, depuis la verticale, jusqu'à une position horizontale.

Ces 2 laves sont séparées par un niveau de brèches scoriacées de couleur rouille. La coulée inférieure, de couleur noire à la patine et à la cassure, renferme de nombreux phénocristaux d'olivine et de plagioclase de taille moyenne comprise entre 1 et 2,5cm de long. La coulée supérieure renferme la même minéralogie, mais de taille plus petite.

### **b- Le volcan de Ras Amara (264m)**

Le centre éruptif de Ras Amara, situé à environ 3 Km au Nord-est d'El Gloub, possède un cône qui a subi une intense érosion. Il n'est reconnu que par la présence de scories brunes de taille centimétrique.

Il a émis 3 coulées basaltiques atteignant 100m d'épaisseur et qui se sont épanchées de façon centrifuge, sur une faible distance. Elles ont une couleur gris-noir et renferment des phénocristaux de pyroxène, plagioclase et olivine altérée.

Vers le Sud, la coulée inférieure rejetée par ce centre éruptif de Ras Amara repose sur la coulée supérieure noire émise par le centre d'émission d'El Gloub (**Fig.04**).

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

### c- Le volcan de Bouakil

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

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

### d- Le volcan de Sidi Aïssa (403m)

Le volcan de Sidi Aïssa est l'un des plus importants appareils de la rive gauche de la Tafna. Il a émis une grande quantité de lave basaltique de couleur gris-bleutée répartie en 3 coulées constituant le plateau de Souk Etnine.

Il a gardé sa forme conique. Des scories de couleur rouille et bombes scoriacées marquent le haut de l'édifice. Dans sa partie Nord-est, les 3 coulées ont comblé la vallée d'oued Zouanif entaillée dans les grès.

Là, elles se sont accumulées sur une épaisseur de plus de 50m et reposent sur un paléosol. Sur le flanc Est du volcan, les laves renferment des enclaves de pyroxénite dont la taille est comprise entre 1 et 5cm de diamètre.

### e- Le volcan de Sidi Rahmoun (347m)

Le centre éruptif de Sidi Rahmoun, situé à l'Ouest du massif (**Fig.04**), à 3 Km au Nord-Ouest du volcan de Sidi Aïssa, a une forme conique bien conservée, visible de loin dans le paysage. Ses flancs ont une pente d'environ 30°.

Le haut du cône est marqué par des scories brunes de taille centimétrique. Trois coulées basaltiques de couleur brune, à structure en plaquettes lui sont attachées. Elles montrent le faciès de "brûlures de soleil" et renferment de grands cristaux de pyroxène et de plagioclase.

Au Nord du volcan, ces laves se sont accumulées sur une grande épaisseur (200m). La coulée inférieure, repose sur un paléosol de couleur rougeâtre qui surmonte des grès ocre du **Villafranchien**.

L'ensemble est recouvert par une coulée bleue provenant du volcan de Boukeltoum situé plus au Nord.

#### **f- Le volcan de Douar Ksabi (282m)**

Le volcan de Douar Ksabi, en forme de dôme, est situé à environ 2Km à l'Est du centre éruptif de Boukeltoum. Son flanc Nord est recouvert par du sable dunaire brun, alors que des brèches rouge-brunes occupent le haut du dôme.

Dans le quadrant Sud-ouest, il est affecté par un réseau de fractures orientées Nord-est sud-ouest et montre une succession de 3 coulées basaltiques gris-noires peu vésiculées, à structure en dalles qui montrent de petits lits soulignant la fluidalité de la roche.

La coulée inférieure repose sur un substratum gréseux, d'âge Villafranchien. Cette dernière s'est épanchée en grande quantité vers le Sud-ouest dans le quadrant Nord-ouest de l'appareil de douar Ksabi, plus exactement dans la falaise en bordure de la mer, montre de bas en haut).

- Une brèche scoriacée de couleur brun-clair, appartenant au volcan de Douar Ksabi.
- Deux coulées (moyenne et supérieure) gris-noires, prismées renfermant de gros cristaux de pyroxène et olivine, entre lesquelles sont intercalés un mince paléosol et un niveau bréchique, stratifié de couleur gris-verdâtre, contenant des scories brunes et de cendres volcaniques.
- Une formation volcano-sédimentaire venue du volcan du Fort Bélinsi, constituée par une alternance de tufs à lapillis à éléments grossiers, moyens et fins, tuffites et cinérites avec figures
- D'anti-dunes ces dépôts sont surmontés par un paléosol formé d'un seul horizon, une série plissotée (slumpée) de couleur grise, ainsi que des tufs lités.
- Deux coulées basaltiques (inférieure et moyenne) bleues à amphibole et plagioclase, émises par le volcan de Boukeltoum.
- Des grès dunaires, stratifiés de couleur brunâtre.

### **g- Le volcan de Tafardjoun (152m)**

Le centre éruptif de Tafardjoun est situé à 2Km au Nord-est de l'appareil de Ras Amara. Le cône est démantelé en grande partie sur le flanc Ouest mettant à jour une cheminée.

Du sable dunaire brun le recouvre dans le quadrant Nord. Cet appareil a d'abord émis une grande quantité de cendres volcaniques gris-clair et de tufs à lapillis beige-verdâtre dessinant des lits réguliers.

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

Ces produits pyroclastiques reposent sur des grès ocre du Villafranchien et sont recouverts par 2 coulées bleues qui se sont épanchées vers le Nord et l'Est.

La coulée inférieure renferme de gros cristaux d'amphibole et de plagioclase, tandis que la coulée supérieure montre des grains fins.

### **h- Le volcan de Douar Bouhamar (146m)**

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

### **i- Le volcan de Sidi Laredj (191m)**

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

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

### **j- Le volcan de Boukeltoum**

Le volcan de Boukeltoum (**Fig.04**), est constitué de 2 cônes emboîtés atteignant respectivement l'altitude de 367 et 337m. A Stah Zenzila, une falaise de 200m, montre la succession de 4 coulées basaltiques séparées soit par un paléosol soit par des brèches scoriacées de couleur brun-rougeâtre ou par des dépôts lités formés par une alternance de tufs à lapillis à éléments grossiers et moyens, de niveaux carbonatés et grès dunaires.

Sur le flanc Sud du piton 367m, de grosses boules (20 à 25cm) de diamètre de pyroxène ou d'amphibole jonchent le sol.

Les produits éruptifs de Boukeltoum, reposent sur le matériel volcanique du centre de Sidi Rahmoun.

## **II.4. Les volcans de la rive droite de la Tafna**

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

### **a- Le volcan de kerkour el aryas (222m)**

Le long de la route nationale N°22, qui longe l'oued Tafna, entre Sidi Mehdi et Sidi Ben Hadjal, se trouve un petit centre éruptif dont le flanc Ouest est complètement démantelé par l'érosion. Sa cheminée est marquée par la présence de scories brunes de taille variable et de bombes scoriacées.

La coulée émise par cet appareil est une roche gris-noire à "taches de soleil" et affectée par quelques filons de calcite.

La lave renferme des phénocristaux de pyroxène de périclase pulvérulents. Le flanc Sud de cet appareil, repose sur les assises du Miocène du 2<sup>ème</sup> cycle post-nappes.

Le volcan de Kerkour El Aryas (**Fig.04**), qui est distinct du petit centre éruptif précédent, atteint une altitude de 222m et présente une structure en dôme très aplati, occupée par des scories de couleur rouille et noire, de taille variable. Son flanc Sud-est, est affecté de fractures sinusoïdales remplies de calcite.

Cet appareil a émis 3 coulées basaltiques de couleur gris-noir, renfermant de grands cristaux de pyroxène. Ces laves reposent sur les assises tantôt marneuses, tantôt calcaire du Miocène du 2<sup>ème</sup> cycle post-nappes.

### **b- Levolcan de Gaadat El Ghouzlane (232m)**

Le centre éruptif de Gaadat El Ghouzlane, enforme de dôme, monte un sommet marqué par des scories brunes de taille variable, des bombes scoriacées et une brèche scoriacée recouverte par endroit par une mince croûte calcaire.

Les trois coulées rattachées à cet appareil se sont épanchées, en grande quantité vers le nord. Elles ont une couleur bleue et une structure en dalles de taille comprise entre 30cm et 1mètre d'épaisseur.

La coulée inférieure montre de gros cristaux d'amphibole de taille moyenne (2-5cm) et de plagioclase de 1 à 2cm de long.

Au nord-ouest de ce volcan, la coulée supérieure repose sur un paléosol qui couvre une coulée renfermant des cristaux de pyroxène et olivine émise par le centre éruptif le cap d'Acra.

A l'est de oued El Mellah, ces coulées bleues reposent sur une formation volcano-sédimentaire et des grès du Villafranchien. Au sud-ouest, les coulées supérieures et moyennes reposent sur la coulée gris-bleutée à pyroxène et plagioclase émise par l'appareil volcanique de Biramdane.

Prés de Rachgoun existe un tore (**ph.05 annexe**) de 10m de diamètre. Il est formé par un assemblage de lave à structure en plaquette de 10 à 30cm d'épaisseur, disposées concentriquement. Le cœur de ce torr est occupé par une brèche scoriacée et des amygdales de lave.

### **c- Le volcan de Bled Lamdadeha (261m)**

Le volcan de Bled Lamdadeha (**Fig.04**), de forme conique, a rejeté 3 coulées de couleur gris-clair, présentant le faciès "taches de soleil". Ces laves plus ou moins vésiculées referment des cristaux de pyroxène dont la taille est comprise ente 1 et 2cm de long et montrent des litages soulignant la fluidalité.

La coulée inférieure repose sur un substratum formé de grès ocre du villafranchien par l'intermédiaire de paléosol et de brèche scoriacée de couleur brun-rougeâtre.

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

#### **d- Le volcan de Sidi Abdallah (265m)**

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

#### **e- Le volcan d'El Bradj (172m)**

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

Ces dernières renferment des phénocristaux de plagioclase et des cristaux d'amphibole visibles à l'œil nu et reposent sur une formation volcano-sédimentaire émise par le centre éruptif le Fort Bélinsi.

Elles surmontent un substratum gréseux constitué" de sable ocre à hélix d'âge Villafranchien.

#### **f- Le volcan de Biramdane (100m)**

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

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

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

Au Sud du centre éruptif de Biramdane, la coulée repose sur un niveau bréchiq ue de 6 m d'épaisseur qui recouvre d'une part une formation volcano-sédimentaire de couleur jaune-

verdâtre émise par le volcan le Fort Bélinsi, et d'autre part le lambeau de la coulée venue du centre éruptif d'El Gloub.

Ces formations volcaniques, reposent sur les argiles et calcaires du Miocène du 2<sup>ème</sup> cycle post-nappes.

### **g- Le volcan de Khoudam (100m)**

Le volcan du Khoudam est représenté par une petite île volcanique de forme conique situé à 1,5 Km à l'Ouest du centre éruptif d'El Bradj (**Fig.04**).

Le cône est marqué par des bombes scoriacées de couleur brune, de taille décimétrique à métrique, présentant de vésicules de forme ovale de 1 à 3cm de diamètre et de scories centimétriques.

Une coulée noire massive, de 50 m d'épaisseur et affectée de filon de calcite suborthogonaux, a été rejetée par cet appareil. La lave renferme des phénocristaux de pyroxène, de plagioclase ainsi que quelques nodules de péridotite altérée de 3cm de diamètre et s'est épanchées en grande quantité vers l'Est.

La cheminée de ce centre et son flanc oriental sont traversés par un dyke basaltique constitué par une lave basaltique de même composition minéralogique que la coulée émise par le volcan.

### **h- Le volcan du cap d'acra (100 m)**

L'appareil volcanique du Cap d'Acra (**Fig.04**), est caractérisé par un petit cône souligné par la présence de bombes scoriacées et de scories brunes.

La coulée gris-noire qui lui est attachée montre une variation d'épaisseur entre Marset El Gäïd (30m) et Rachgoun (3m). La lave est recouverte par du sable dunaire brun-clair bien stratifié de plus elle met en évidence une prismation assez nette et est affectée de films de calcite.

La roche renferme des phénocristaux d'olivine, de pyroxène ainsi que des enclaves de roches sédimentaires ou des roches métamorphiques (en moyenne de 5cm de diamètre) et des nodules de péridotite altérée dont la taille varie entre 2 et 5cm de diamètre.

### i- Le volcan le Fort Bélinsi (150m)

Le centre d'émission du Fort Bélinsi (**Fig.04**), situé à 1Km au Sud du village de Rachgoun, présente un cratère de 250m de diamètre qui occupe la vallée qui sépare le Djebel Lakhmag du Fort Bélinsi.

Deux coupes effectuées sur les flancs Nord et Sud de cet appareil permettent de mieux apprécier la formation volcano-sédimentaire. La coupe du flanc Nord du centre éruptif du Fort Bélinsi montre de bas en haut:

- Des bancs centimétriques, constitués par une alternance de tufs à lapillis et de tuffites dessinant un litage horizontal et présentant un granoclassement positif (3-4m d'épaisseur).
- Un paléosol à un seul horizon rougeâtre (1m).
- Des alternances de bancs de tufs à lapillis à éléments grossiers, moyens et fins entre lesquels s'est intercalé dans la partie sommitale un niveau de tufs à lapillis accréionnaires brun rougeâtre de 30cm d'épaisseur. Ces alternances présentent des figures d'anti-dunes.
- Un paléosol à deux horizons (brun et beige) de 2m d'épaisseur. Il est surmonté par une dizaine de mètres de tufs à lapillis et cinérites dans lesquels apparaissent des figures d'anti-dunes.
- Deux niveaux de scories soudées (spatter-cône) de 2m d'épaisseur, séparés par un banc métrique de tufs à éléments grossiers gris-verts.
- Plusieurs bancs de tufs à éléments grossiers alternant avec des niveaux fins et cinérites, couronnés par une croûte calcaire.

## II.5. Conclusion

Rive Gauche	Nombre de coulée	Rive Droite	Nombre de coulée
Boukeltoum	4	El Bradj	2
Tafardjoun	2	Gaadat El Ghouzlane	3
Bouhamar	1	Biramdane	1
Sidi Aissa	3	El Kalkoul	3
Sidi Laredj	3	Fort Belinsi	2
Bouakil	3	Kerkour El Aryas	3
Gdid Chouk	3	Khoudam	1
Douar Gsabi	2	Cap d'Acra	1
Ras Amara	3	Sidi Abdellah	1
El Gloub	2	Lamdadeha	3

**Tab.01 : Tableau récapitulatif des principaux résultats obtenus dans le massif de la Basse Tafna (Bendoukha, 2008).**

### III.1. Introduction

L'étude des produits éruptifs rejetés par le volcan du Fort Bélinsi nécessite une attention particulière.

L'observation sur le terrain de tous ces produits montre une ampleur assez violente des éruptions volcaniques qui se sont déroulées au niveau de la rive droite de la Basse Tafna.

Ainsi nous remarquons que les produits pyroclastiques plus particulièrement les tufs à lapillis désignent les flancs du Maar de 200 m de diamètre (**ph.13 annexe**). Ils atteignent en rive droite les falaises jusqu'à l'entrée de la ville de Béni Saf et en rive gauche le volcan de Boukeltoum (**Fig.06**).

L'étude de ces produits volcano-sédimentaire nécessite plusieurs classifications. Celles-ci permettent de comprendre et d'interpréter le changement du dynamisme au cours de l'activité volcanique du centre éruptif le Fort Bélinsi.

Ces classifications permettent aussi d'expliquer le mécanisme de mise en place des divers produits pyroclastiques et enfin d'établir une synthèse dynamique de l'ensemble des massifs.

### III.2. Classification des produits pyroclastiques

Les plus anciennes classifications relatives aux produits pyroclastiques remontent à (Wenworth 1932) et Williams et (Blythe 1940). Les unités utilisées sont la nature du matériel et sa couleur.

(Shatalov et Blokhina 1937) donnent une classification portant sur des mélanges de roches et leurs pourcentages en éléments volcaniques.

- Roches pyroclastiques

100% de fragments pyroclastiques.

- Tuffites.

Pyroclastiques >50%, sédimentaires (épiclastiques) <50%

- Roches tuffogènes

Pyroclastiques < 50%, sédimentaires >50%.

Fischer (1964) modifie cette classification et la complète en y associant la taille des grains. **Le tableau (02)** regroupe leurs principales subdivisions.

Prédominant Corain size (mm)	Autoclastic	Pyroclastic	Epiclastic	Equivalent non génétictérms
256	Flow Breccia	Pyroclastic Breccia	Epiclastic volcanic Breccia	Volcanic Breccia
64	Autobreccia intrusion Breccia	Agglomerale  Lapillistone	Epiclastic volcanic  Conglomerale	Volcanic conglomerale
2		Coarse  Tuff	Epiclastic volcanic  Sandstone	Volcanic sandston
1/16	tuffisite	Fine	Epiclastic volcanic Sittstone	Volcanic claystone
1/256			Epiclastic volcanic claystone	

**Tab.02: Classification des roches composées de fragments volcaniques**

**(D'après Fischer, 1964.)**

Milesi (1976), propose une autre classification granulométrique qui figure dans le **tableau(03)**.

**Schmidt et al (1981)**, présentent une nouvelle terminologie en fonction de la nature du dépôt, de sa genèse et de la granulométrie des éléments (**Tableau.04**).

Une définition précise des différents produits pyroclastiques y est développée. Les définitions du matériel pyroclastique utilisé dans notre travail proviennent des classifications de **Milesi et al (1976)** et de **Fischer(1974)** complémentaires.

Taille des éléments de la phase dominante (mm)	Dépôts indurés (phase dominante)
2000 à 200	Brèche (à gros blocs)
200 à 20	Brèche (à petits blocs)
20 à 2	Tuf graveleux (lapillis) Largeur d'une mine à crayon
2 à 0,2	Sable ou tufs sableux (granules) Limite du pouvoir séparateur de l'œil
0,2 à 0,02	Cendres grossières (poussières)
0,02 à 0,002	Cendres fines (poussières)
0,002	Cendres ultra-fines (poussières)

**Tab.03 : Classification granulométrie (d'après Milesi 1976).**

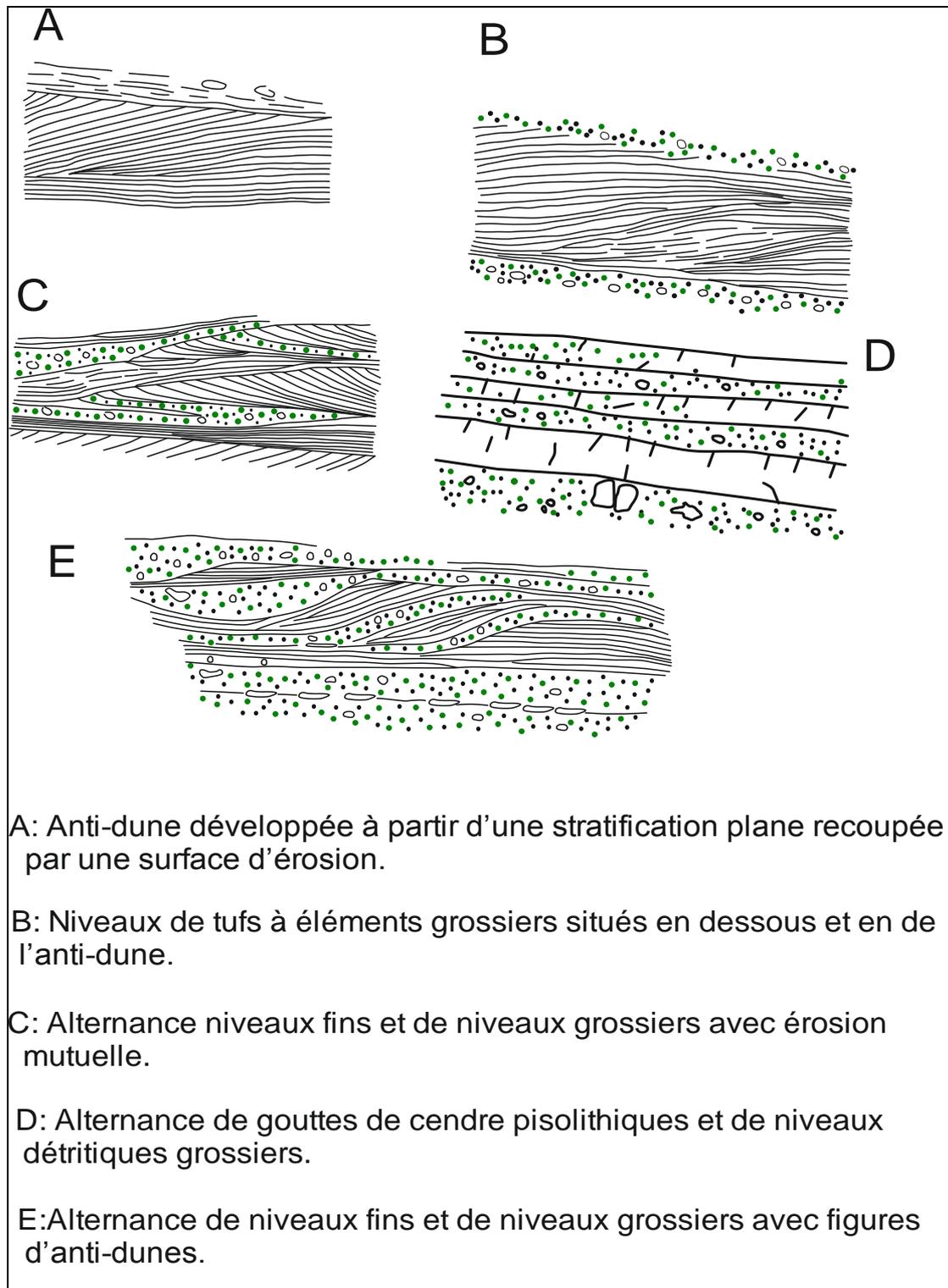
Clast size	pyroclastic déposit	
	Mainly consolidated : tephra	Mainly unconsolidated: pyroclastic rock
Bomb, block.	Agglomerate bed of blocks or bombs, block tephra	
64 mm layer, bed of lapillis or lapilli	tephra	lapillituff.
2 mm lapilis		
coarse ash grain	coarse (ash) tuff.	
	Fine Ash (dust)	fine (Ash) tuff
1/16 mm fine ash grain (dust grain)		

**Tableau.04 : Classification des produits pyroclastiques et la nature des dépôts (d'après Schmidt et al, 1981).**

Les critères d'identification de ce type de dynamisme ont été décrits par de nombreux auteurs (Fisher, 1964, Moore, 1967, Boivin et Gouraud, 1979, Camus, 1981, Boudon et al, 1982, Bendoukha, 2008) et correspondent, au niveau du volcan, à la présence :

- De blocs fichés.
- De figures d'anti-dunes.
- De lapillis accréionnaires.
- De gouttes de cendres pisolithiques.
- De traces d'impacts.
- De balles de boue.
- De tufs à lapillis.
- De cinérites.
- De "Spatter cônes".
- D'édifice de type maar.
- De cône de tufs.
- D'anneaux de tufs.
- Des fragments de scories noires dans les niveaux de tufs et de tuffites.

Tous ces éléments sont provoqués par les **déferlantes basales** lors des explosions **phréatomagmatiques** (voir définition en annexe).



**Fig.05: Figures d'Anti dunes observées dans la formation volcano sédimentaire du Fort Bélinsi (Bendoukha 2008).**

### III.3. les épisodes volcaniques majeurs du volcan du fort Bélinsi

#### 3.1. Le premier épisode volcanique de type strombolien

Le premier épisode volcanique majeur s'est déroulé entre - 4.53 et -3.54 Ma. Ce type de dynamisme correspond à une activité volcanique, explosive qui peut être identifiée grâce à l'émission de pyroclastiques et de coulées.

Les projections, fines à très grossières, sont classées en fonction de leur granulométrie (Fischer, 1964, Milesi, 1976, Schmidt, 1981).

Les plus fines correspondent à des cendres (<63 $\mu$ ) ou à des cinérites (63 $\mu$  à 2mm) alors que les plus grosses forment des scories, des bombes et des blocs (tailles >64mm).

La coulée à olivine et pyroxène rejetée par le volcan du Fort Bélinsi s'est épanchée pas loin du **Maar (ph.13 et définition en annexe)**.

Cet épisode volcanique est marqué par la mise en place de produits de projection, et par l'épanchement de coulée gris noire. Il est de type strombolien.

Cette période est terminée par une importante phase de repos soulignée par la présence de paléosols.

#### 3.2. Le deuxième épisode volcanique de type phréatomagmatique

Le deuxième épisode volcanique majeur de type phréatomagmatique s'est déroulé entre -3.54 et -2.55 Ma. Ce type d'activité volcanique est défini comme étant un mode très particulier de mise en place des pyroclastites. Il reflète des interactions intervenant entre un magma ascendant et un aquifère ou un substrat gorgé d'eau (**Ph.01 annexe**).

##### 3.2.1. Etude volcanologique du volcan le Fort Bélinsi

Le centre d'émission du Fort Bélinsi (**Fig.06**), situé à 1Km au Sud du village de Rachgoun, présente un cratère de 250m de diamètre qui occupe la vallée qui sépare le Djebel Lakhmag du Fort Bélinsi.

Et une cheminée adventive d'environ 80m occupe le flanc nord de Fort Bélinsi. Nous aborderons l'étude détaillée des flancs nord et sud du Fort Bélinsi.

Les produits rejetés par ce centre d'émission reposent directement par l'intermédiaire de paléosol sur un substratum gréseux, constitué de sable ocre à hélix attribué au Villafranchien (Guardia 1975).

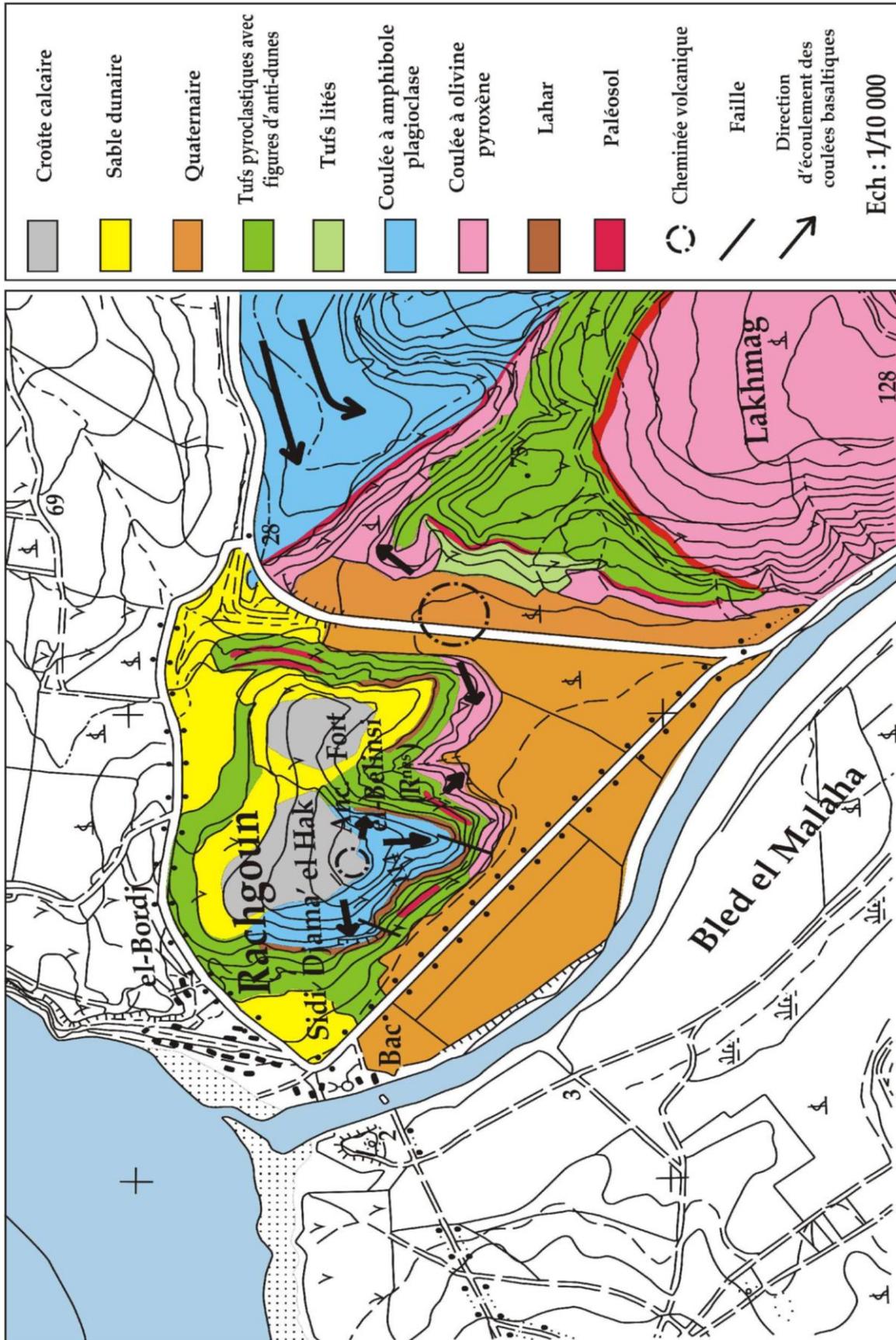


Fig.06 : Cartographie des produits éruptifs du volcan le Fort Bélini (Sellaf, 2009).

Le volcan est constitué par une structure particulière de type maar dont les flancs sont constitués par une formation volcano-sédimentaire représentée par une alternance de tufs à lapillis, de tuffites et de cinérites avec figures d'anti-dune (Bendoukha,2008) (**Ph.03 annexe**) à pendage léger vers l'Est, recouvert par des sables dunaires actuels.

La façade occidentale du volcan le Fort Bélinsi montre un lambeau de coulée de 5 à 10m d'épaisseur plus ou moins prismée.

Le flanc Nord-ouest de ce centre révèle deux coulées prismées dont les orgues atteignent jusqu'à 2 à 5m de haut et 50cm à 1 mètre de large, et se sont déposées tout proche de la cheminée adventive (**Fig.06**).

Au dessus, des tufs pyroclastiques, une coulée provenant du Rokbet El Haci a été entaillée pour permettre le passage de la nouvelle route. Elle a mis à jour un Torr (**Ph.05 annexe**) dont le diamètre dépasse dix mètres.

Il est formé par un assemblage de lave à structure en plaquette de 10 à 30cm d'épaisseur, disposées concentriquement. Le cœur de ce Torr est occupé par une brèche scoriacée et des amygdales de lave.

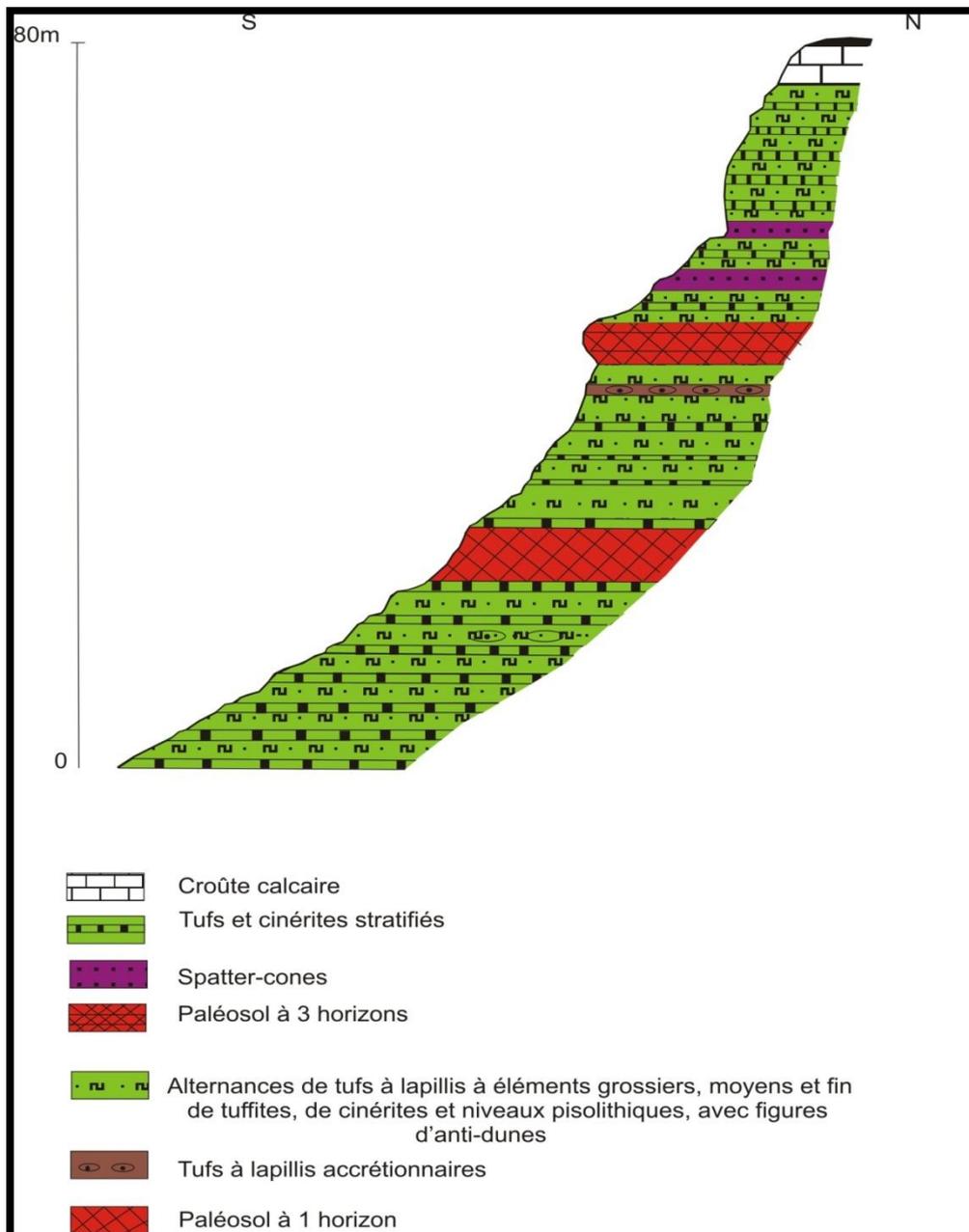
Afin de comprendre le déroulement des éruptions de ce centre il nous a paru nécessaire et important de présenter trois coupes levées successivement sur le flanc nord, le flanc sud et ouest de cet appareil afin de mieux apprécier la formation volcano sédimentaire.

#### ✓ La coupe du flanc Nord du Fort Bélinsi

La coupe levée dans le flanc nord ouest du volcan le Fort Bélinsi (**Fig.07**) montre de bas en haut:

- Des bancs centimétriques, constitués par une alternance de tufs à lapillis et de tuffites dessinant un litage horizontal et présentant un granoclassement positif de 3 à 4m d'épaisseur (**Ph.03 annexe**).
- Un paléosol à un seul horizon rougeâtre (1m).
- Des alternances de bancs de tufs à lapillis à éléments grossiers, moyens et fins entre lesquels s'est intercalé dans la partie sommitale un niveau de tufs à lapillis accréionnaires brun rougeâtre de 30cm d'épaisseur. Ces alternances présentent des figures d'anti-dunes.

- Un paléosol à trois horizons (brun et beige) de 2m d'épaisseur. Il est surmonté par une dizaine de mètres de tufs à lapillis et cinérites dans lesquels apparaissent des figures d'anti-dunes.
- Deux niveaux de scories soudées (Spatter cône) de 2m d'épaisseur, séparés par un banc métrique de tufs à éléments grossiers gris-vert.
- Plusieurs bancs de tufs à éléments grossiers alternant avec des niveaux fins et cinérites, couronnés par une croûte calcaire.



**Fig.07 : La coupe du flanc Nord du fort Bélinsi ( Sellaf, 2009).**

### ✓ La coupe du Flanc sud du Fort Bélinsi

La coupe réalisée dans le flanc Sud du volcan du Fort Bélinsi (**Fig.08**) montre de bas en haut :

- Un banc de tufs à lapillis stratifié, gris-vert, de 5m d'épaisseur qui renferme une grande abondance de fragments lithiques (calcaire, grès à ciment calcaire, quartzite), ainsi que des morceaux de lave gris noir.
- Un lambeau de coulée gris-noirâtre, peu vésiculé et affectée de quelques filons de calcite.
- Un paléosol de 2.5m d'épaisseur formé par un seul horizon de couleur brun foncé ravine les dépôts sous-jacents (**ph.07 annexe**).
- Une série plissotée (slumpée) de 3m d'épaisseur, constituée de marnes bleues, de cinérites grisâtres et de tufs à lapillis.
- Un ensemble de 10m d'épaisseur, composé par une alternance de niveaux de tufs à éléments grossiers et de tuffites, entre lesquels sont intercalés deux bancs centimétriques de tufs à lapillis accréionnaires rougeâtres. Cet ensemble présente des blocs fichés, des traces d'impacts et des figures d'anti-dunes.
- Une alternance de niveaux de tufs à lapillis à éléments grossiers et tufs à grains fins bien stratifiés.

### ✓ La coupe du Flanc Ouest du centre éruptif le Fort Bélinsi

La coupe réalisée dans le flanc ouest du volcan du Fort Bélinsi (**Fig.09**) montre de bas en haut :

- une formation volcano-sédimentaire constituée par une alternance de niveaux de tufs à lapillis, de tuffites à figures sédimentaires
- Cette coupe indique la position stratigraphique qui occupe le Lahar (10 à 15m d'épaisseur) par rapport aux coulées et aux produits pyroclastiques. Ce dernier est constitué de 30 éléments grossiers, 60 éléments fins et 10 de ciment. Et qui ravine la formation volcano-sédimentaire du second épisode (**Ph.01 annexe**).
- deux coulées bleues prismées à xénocristaux amphibole et plagioclase, entre lesquelles s'est intercalé un paléosol de 50cm d'épaisseur. La coulée supérieure et dont l'épaisseur est de 25m renferme une poche bréchique (**Ph.12 annexe**) constituée par des scories brunes et noires et quelques bombes scoriacées.

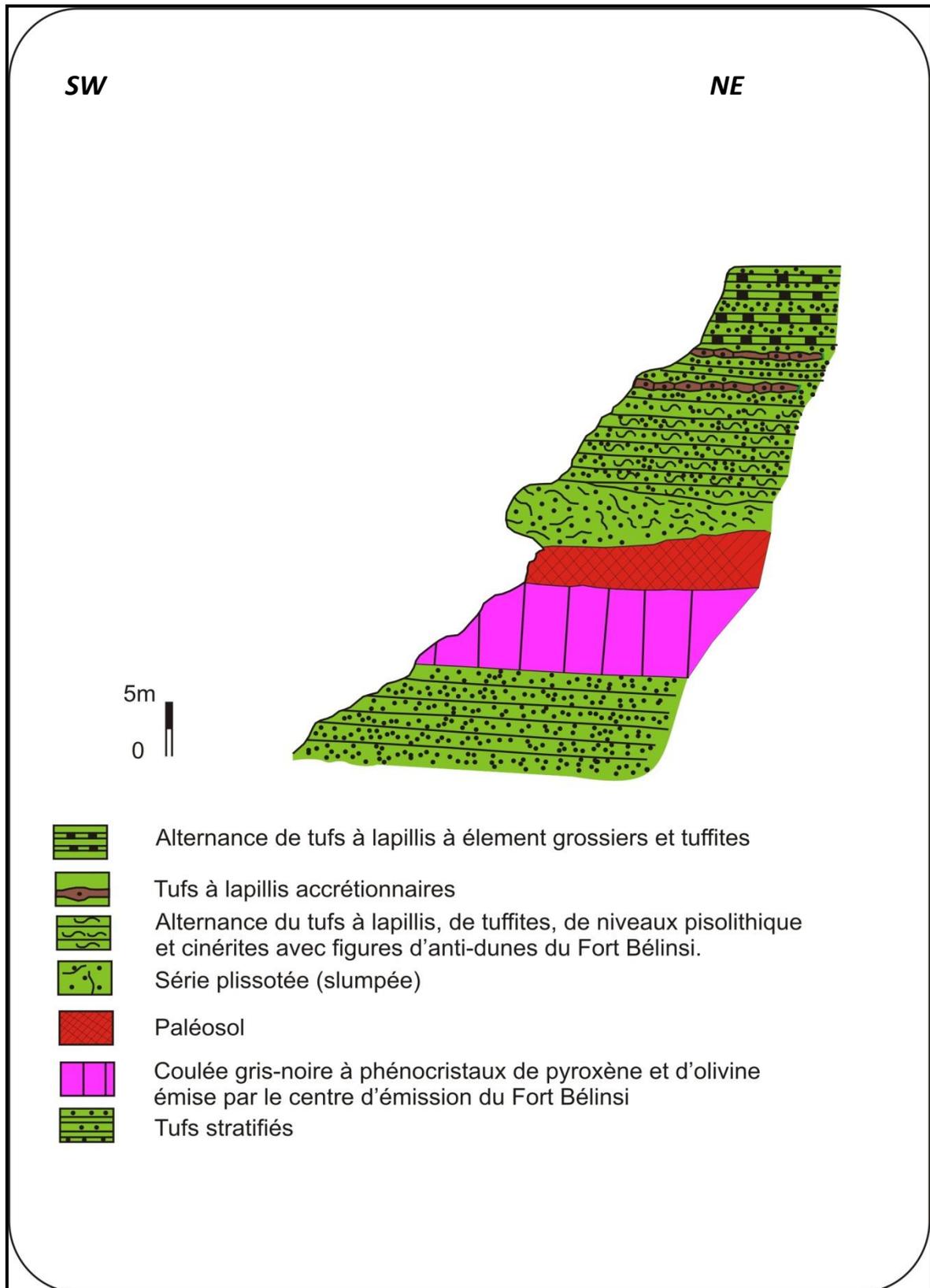


Fig.08 : La coupe du flanc Sud du Fort Bélinsi (Sellaf, 2009).

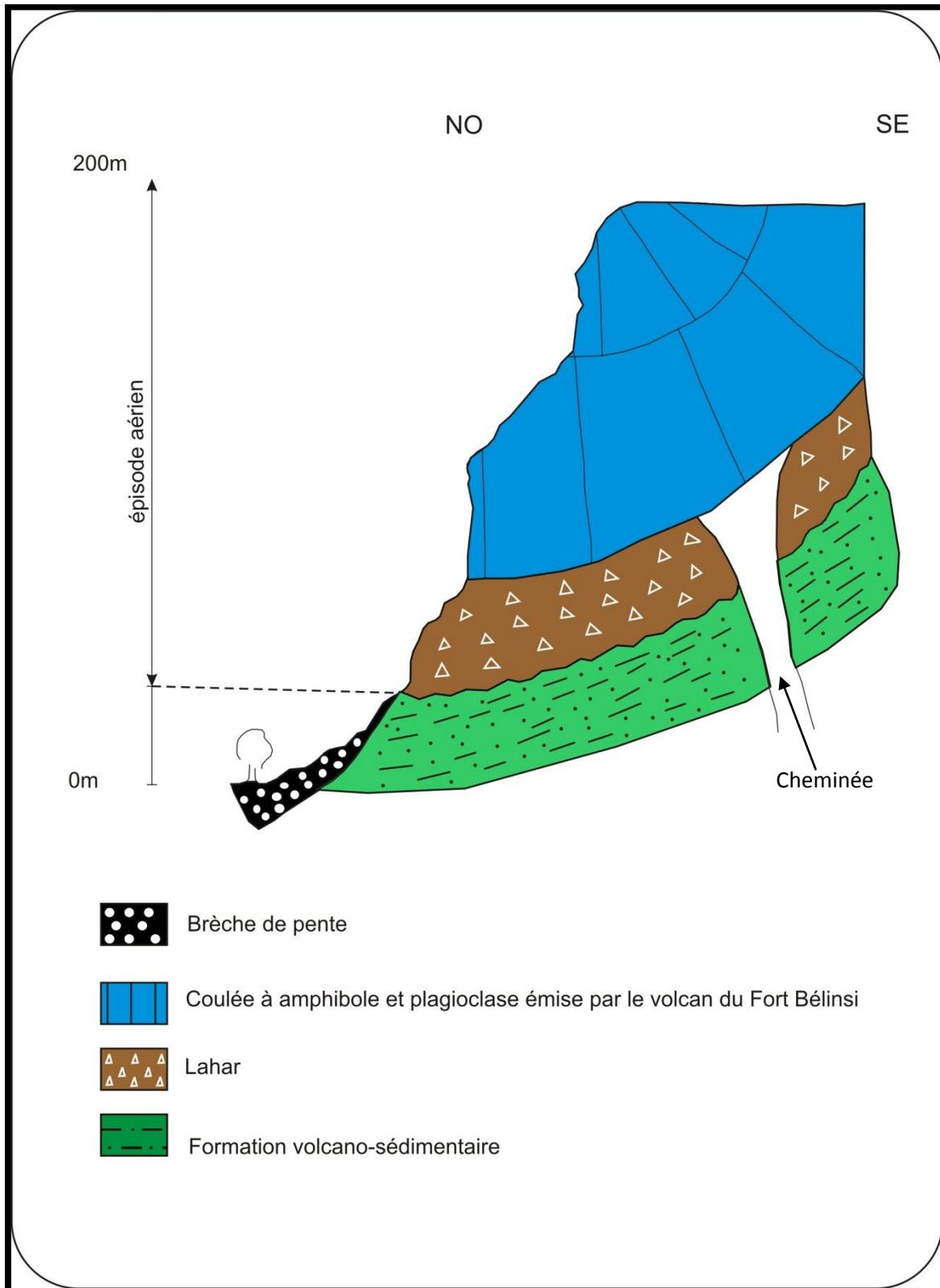
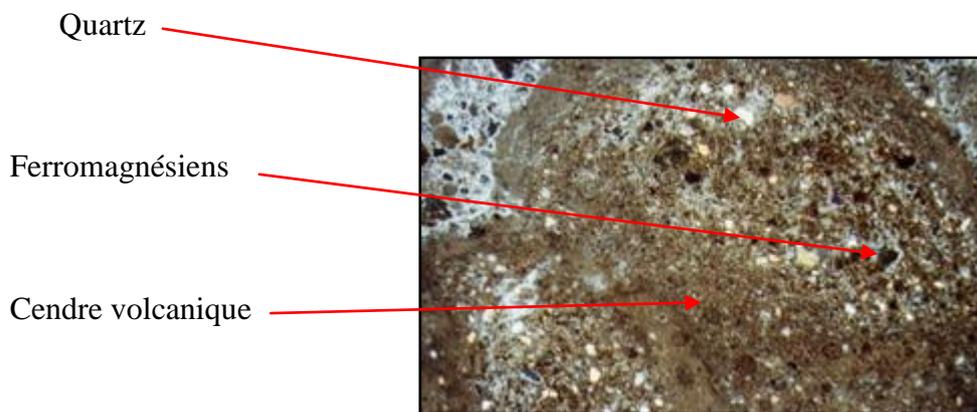


Fig.09 : La coupe du flanc Ouest du volcan de Fort Bélinsi (Sellaf, 2009).

### 3.2.2. Etude microscopique des tufs

L'objectif de l'étude en lames minces des dépôts pyroclastiques est de connaître le mécanisme de formation des pisolithes et des tufs à lapillis accréionnaires. Elle permet également de déduire un modèle qui expliquerait et retracerait l'histoire de mise en place des produits pyroclastiques qui sera étudié ultérieurement.

Les lames minces réalisées dans les niveaux de tufs à lapillis accréionnaires du flanc Nord du Fort Bélinsi montrent la présence de grains de quartz à bordures plus ou moins corrodées et surtout déformées, ainsi que des ferromagnésiens (pyroxène, amphibole) entourés par une fine couche de cendre volcanique de couleur brunâtre. Les microcristaux de quartz sont parfois intersticiels et se trouvent isolés comme le montre la (Fig.10).



**Fig. 10 : Tufs à lapillis accréionnaires du Fort Bélinsi (Bendoukha, 2008).**

### 3.2.3. Analyse séquentielle

La coupe levée le long du flanc Sud du centre d'émission du Fort Bélinsi, révèle deux mégaséquence (Fig.11).

✓ **La mégaséquence de base comprend du bas vers le haut**

- un banc de tufs à lapillis (25 cm d'épaisseur) constitué par une alternance de minces niveaux gris vert formés de tufs à éléments grossiers représentés essentiellement de fragments de basalte gris noir, de calcaires, de quartzites et de scories ainsi que des tufs à éléments moyens et fins. Ce banc s'achève par un niveau cinéritique ondulé,

- un banc bien stratifié (30cm) composé de tufs gris vert à granulométrie moyenne et fine, se terminant par une figure de tee pee indiquant une émerision.
- une alternance de niveaux de tufs grossiers et fins atteignant 1m d'épaisseur. Le sommet de cette alternance est caractérisé par une séquence rabougrie.
- un banc (30 cm) formé de tufs à lapillis à élément grossiers (1 à 2cm de diamètre) et de tufs à grains moyens (0,5-0,8cm). Sa partie sommitale présente des figures de tee pee.
- un horizon, de 110cm d'épaisseur et de couleur jaune beige, constitué par une alternance de bancs centimétriques formés de tufs à lapillis grossiers, montrant des éléments lithiques presque arrondis (1 à 3cm de diamètre) et de fragments de basalte gris noir légèrement aplatis. Les niveaux à éléments de taille moyenne (0,5cm) renferment des fragments de pyroxène, de scorie, d'amphibole ainsi que des morceaux de basalte sombre. Les bancs à grains fins occupent le haut des séquences élémentaires de cet horizon. Ces dépôts dessinent des figures d'anti-dunes de 10cm d'amplitude et de 1 m de longueur d'onde. Ils se terminent par un banc de cinérite ondulée.
- un niveau (30cm) composé de tufs à lapillis à éléments grossiers et de sable argileux gris vert et contenant une grande abondance d'éléments détritiques terrigènes de taille inférieure à 2mm et de quelques scories (1 à 2cm).
- un banc (40cm), représenté par une répétition de minces niveaux de tufs à lapillis à gros grains, de tufs de couleur gris vert et à grains fins. Ces dépôts dessinent des surfaces obliques séparées par une surface plane marquée par des tufs à éléments grossiers et contenant des blocs basaltiques fichés de 25 à 30 cm de diamètre.
- un ensemble (75cm d'épaisseur) formé par une alternance de marnes vertes renfermant quelques fragments millimétriques de lave basaltique gris noir et de scories brunes ainsi que des fragments de calcaires, de quartzites et de tufs à granulométrie moyenne. Le milieu de cet ensemble est occupé par deux minces niveaux carbonatés de couleur jaune clair, de 3 cm d'épaisseur. Le sommet de cet ensemble est souligné par un banc de cinérite ondulé.
- un horizon (150cm) constitué d'une répétition de bancs centimétriques de tufs à éléments grossiers, moyens, fins et de tuffites, de couleur gris vert, à ciment argilo-

sableux. Son milieu est occupé par un niveau de pisolithes surmonté par un autre à lapillis accrétionnaires lui-même recouvert par un paléosol de 50cm d'épaisseur.

La mégaséquence supérieure montre elle aussi de bas en haut :

- un banc de tuffites bien stratifié de couleur vert brun surmonté par un dépôt de marnes vertes à gastéropodes et à fines particules volcaniques, lui-même recouvert par des tufs à lapillis accrétionnaires (1m) et d'un paléosol à 3 horizons (2,5 m).
- une alternance de bancs centimétriques formés de tufs à lapillis jaune vert à grains moyens et fins dessinant des stratifications obliques séparées par une surface plane. Une figure de tee-pee termine cette séquence.
- un horizon (70 cm) représentant dans sa partie basale une alternance de tufs à lapillis à éléments grossiers à moyens et des tuffites. Sa partie sommitale comprend des bancs cinéritique surmontés par un banc calcaire de 40 cm d'épaisseur.

En définitive, l'étude pétrographique, associée à l'analyse séquentielle des dépôts volcano-sédimentaire du volcan du Fort Bélinsi, permet de dégager deux mégaséquence constituées par une alternance de niveaux de tufs à lapillis à éléments grossiers, moyens et fins, de tuffites et de cinérites. Ainsi, douze éruptions volcaniques, responsables de la formation de ces dépôts pyroclastiques, peuvent être reconnues.

La taille des blocs fichés indique une forte intensité des explosions volcaniques. Le mécanisme de formation des tufs à lapillis accrétionnaires et pisolithes sera décrit ultérieurement.

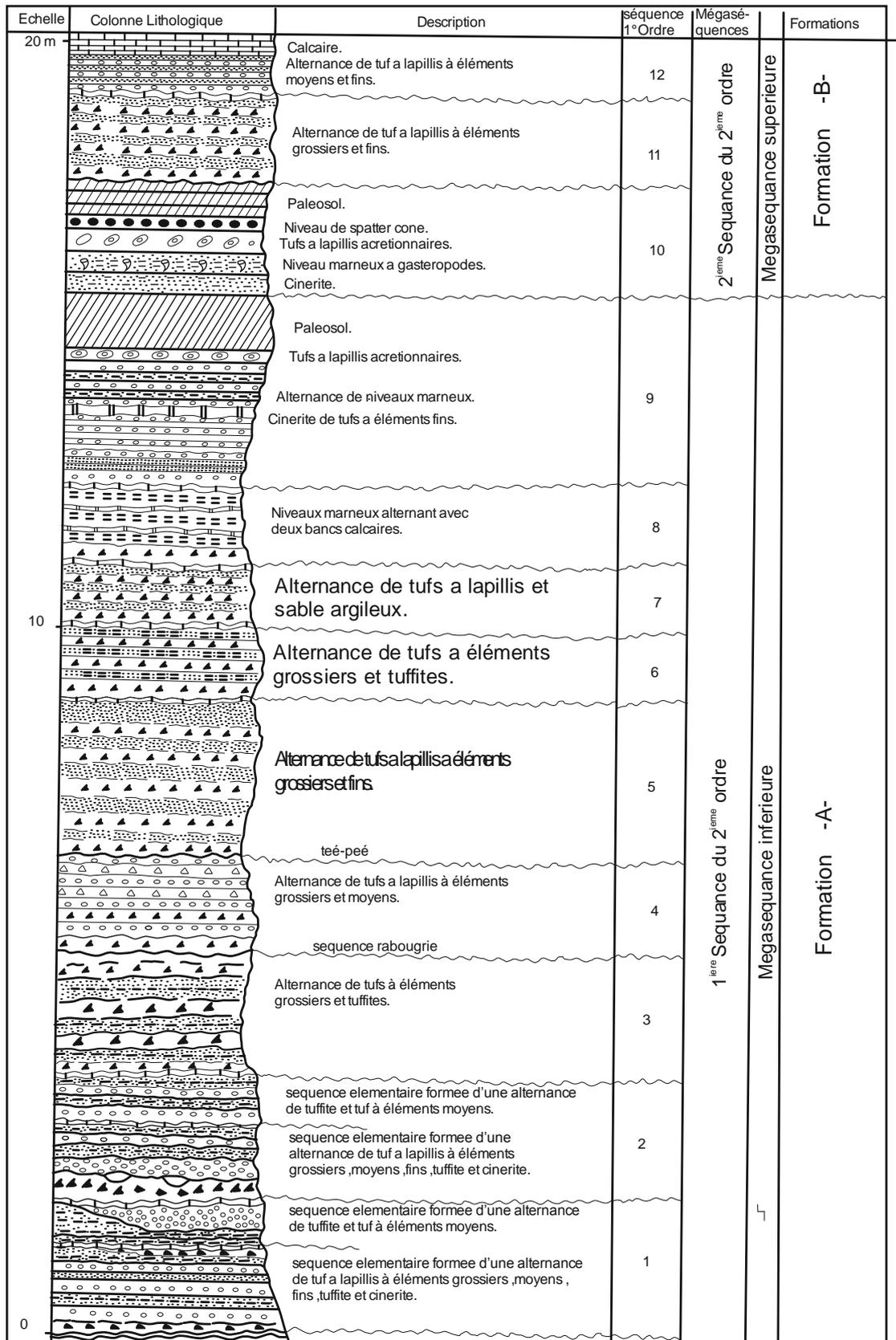


Fig.11 : Analyse séquentielle de la formation volcano-sédimentaire du volcan le Fort Bélinsi (Bendoukha, 1987).

### 3.2.4. Interprétation dynamique et mécanisme de mise en place des produits pyroclastiques

Les dépôts volcano-sédimentaire du massif de la Basse Tafna sont ceux émis par le centre éruptif du Fort Bélinsi. Les observations macroscopiques et microscopiques de ces produits pyroclastiques ainsi que leur analyse séquentielle montrent que cet épisode volcanique majeur est de type phréatomagmatique.

Il est en effet caractérisé par un volcanisme à dynamisme très explosif, dans lequel l'eau a joué un rôle important. Ainsi, les manifestations volcaniques qui sont à l'origine de ces dépôts que l'on retrouve en grande quantité au niveau du maar du Fort Bélinsi, ont pu se succéder de la manière suivante :

Le magma, lors de son ascension vers la surface, va rencontrer une nappe phréatique qui occupait probablement les grés du Villafranchien. La pression de vapeur d'eau qui va alors se développer, provoquera à un certain moment la phase d'explosion.

Les roches sont alors pulvérisées et projetées vers le haut. En même temps qu'un panache chargé de fines particules, de blocs centimétriques à décimétriques et de vapeur d'eau s'élève vers le ciel. L'éruption volcanique se poursuit.

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

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

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

Les explosions se poursuivent, d'autres déferlantes basales se forment. Elles ont déposé un matériel volcano sédimentaire constitué de tufs à lapillis à grano-classement

positif. Ces dépôts montrent des figures d'anti-dunes marquées par la présence des surfaces obliques séparées par des surfaces planes, blocs fichés et des traces d'impacts.

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

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

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

Une transgression marine va ensuite provoquer de nouveau la reprise de l'activité volcanique. La lave va entrer en contact avec l'eau de mer.

La formation volcano-sédimentaire va ainsi se mettre en place la présence de bancs de **Spatter-cône** (scories soudées de couleur noire), de 1m d'épaisseur vers le haut de ce second ensemble qui indique une violente explosion pendant cette éruption.

Le niveau de spatter-cône atteint 50 cm d'épaisseur bien visible dans la partie sommitales des produits volcano-sédimentaire du flanc nord du volcan Le Fort Bélinsi (**ph.04 annexe**).

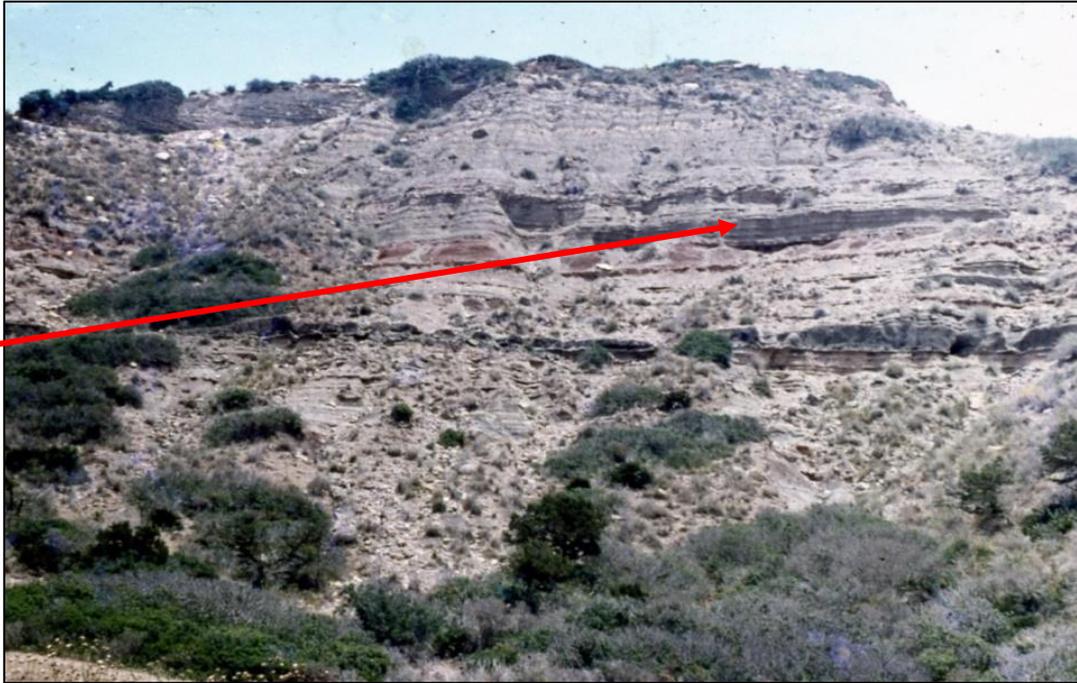
Une deuxième période de calme va se produire avec une régression marine et installation d'un paléosol à trois horizons.

L'éruption volcanique va reprendre de nouveau après une transgression de la mer et donner lieu à la formation du troisième ensemble de la formation volcano-sédimentaire.

En définitive, les éruptions volcaniques du centre éruptif du Fort Bélinsi, étaient violentes. Les dépôts pyroclastiques se sont épanchés sur une grande étendue.

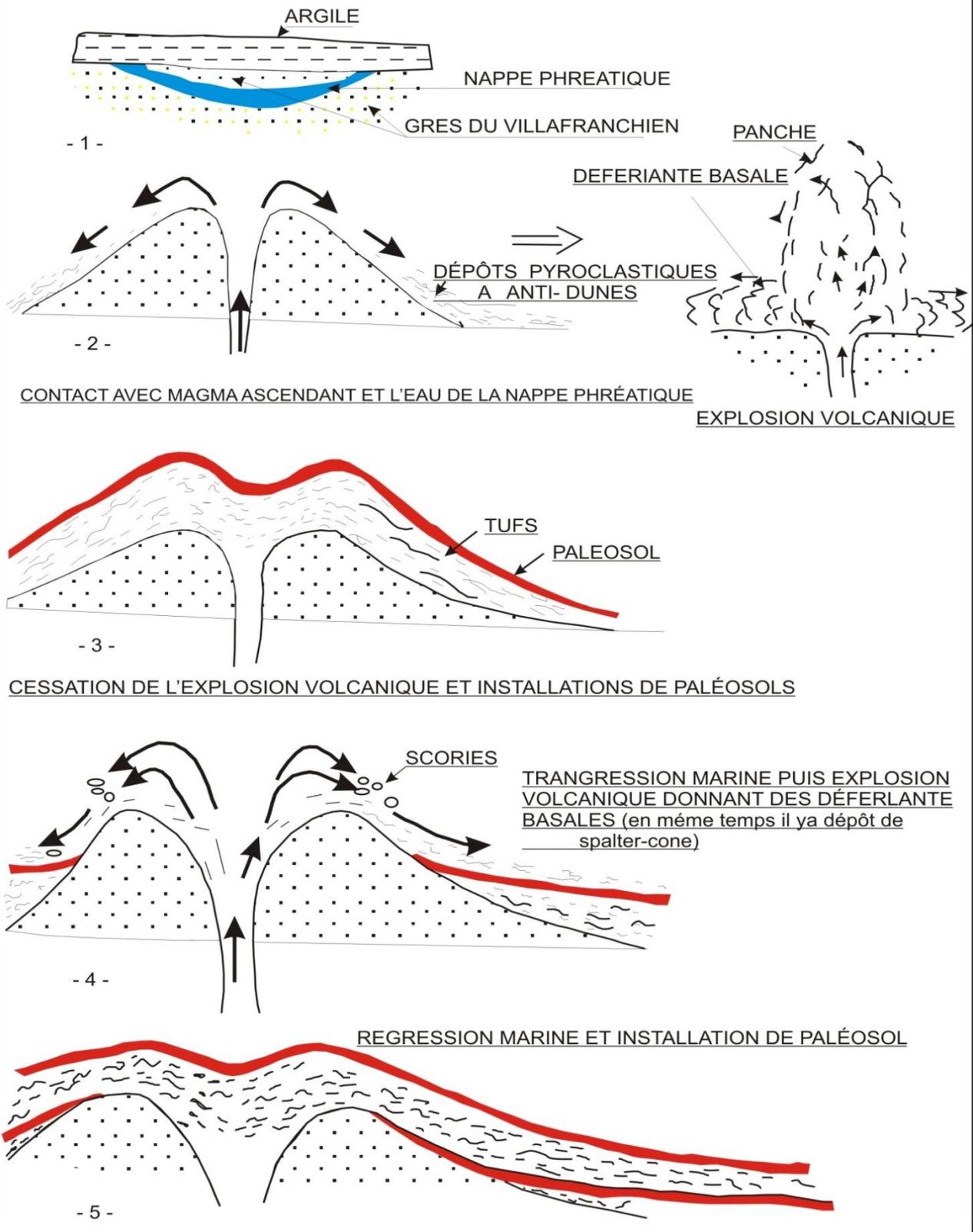
Ils sont constitués de tufs à lapillis, de tuffites, de niveaux pisolithiques, de tufs à lapillis accréionnaires, de cinérites et de Spatter cônes. Ces dépôts dessinent dans l'espace la structure d'un Maar.

Niveau de Spatter-cône



**Photo : Formation volcano-sédimentaire du flanc Nord du volcan Le Fort Belinsi  
(Bendoukha, 1987).**

DES DIFFÉRENTS DEPOTS



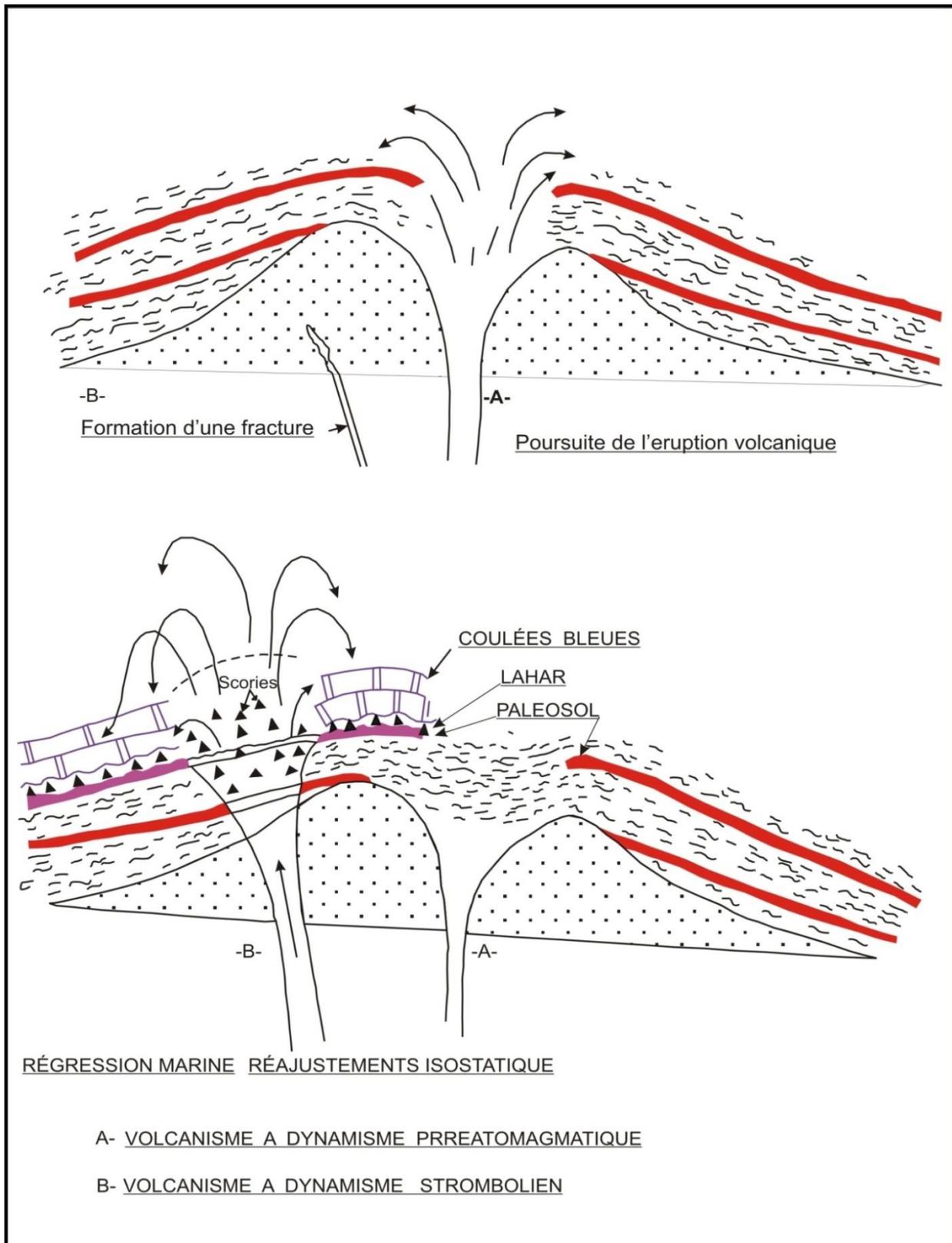


Fig.12 : Déroulement des éruptions Phréatomagmatique dans la Basse Tafna (d'après Bendoukha & Sellaf, 2009).

### 3.3. Le troisième épisode volcanique majeur de type strombolien

Le troisième épisode volcanique majeur de type strombolien, auquel se rattachent les produits effusifs et pyroclastiques, est déroulé entre  $-2.33$  et  $-1.41$  Ma.

Il est caractérisé par des coulées bleues xénocristaux d'amphibole à structure en dalles, ainsi que par des produits de projection (bombes scoriacées en forme d'amygdale, de taille décimétrique et scorie de couleur brun rougeâtre, Lahar).

Le **Lahar** (ph.02 annexe) et les tufs lités du volcan du Fort Bélinsi montrent révèlent le dépôt des produits de projection dans un milieu aquatique représenté probablement par un bras de mer.

La Coupe reliant le Flanc Sud du Fort Bélinsi au volcan du Cap D'Acra (Fig.14) montre le changement de la dynamique. Il est devenue strombolien très explosif.

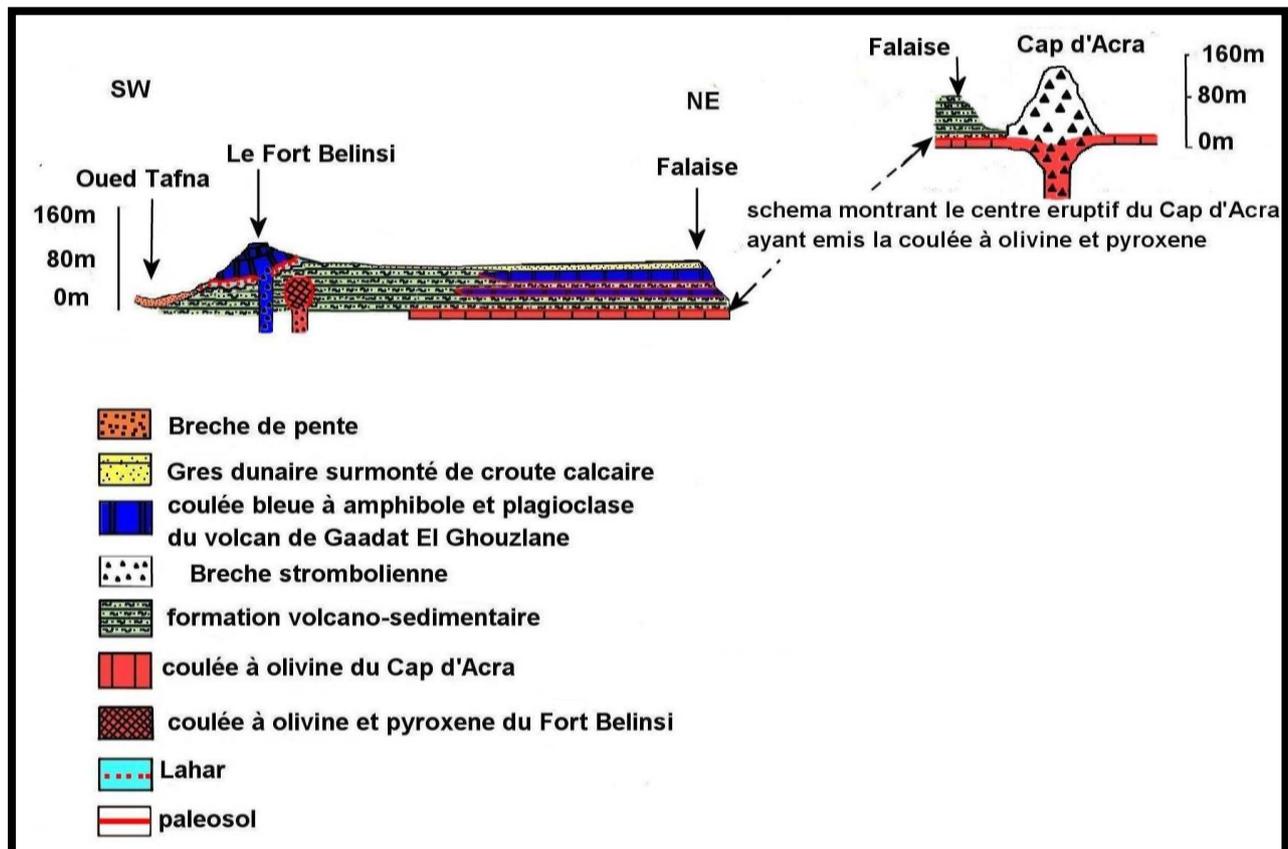


Fig.13 : Coupe reliant de flanc sud du fort Bélinsi au volcan du Cap d'Acra

(Bendoukha, 2008).

L'appareil volcanique du Cap d'Acra 100m (**Fig.13**), est caractérisé par un petit cône souligné par la présence de bombes scoriacées et de scories brunes. (**Bendoukha 1987,2008 et 2009**).

La coulée gris-noire qui lui est attachée montre une variation d'épaisseur entre Maset El Gaïd (30m) et Rachgoun (3m).

La lave est recouverte par du sable dunaire brun-clair bien stratifié, de plus elle met en évidence une prismatique assez nette et est affectée de films de calcite.

La roche renferme des phénocristaux d'olivine, de pyroxène ainsi que des enclaves de roches sédimentaires ou des roches métamorphiques (en moyenne de 5cm de diamètre) et des nodules de péridotites altérées dont la taille varie entre 2 et 5cm de diamètre.

#### **III.4. Conclusion:**

Le volcan de Fort Bélinsi a connu trois grands épisodes volcaniques majeurs :

- Un épisode inférieur de type strombolien marqué par les produits de projection tels que (scories, bombes scoriacées) et coulée basaltique à olivine (**Fig.14**).
- Un épisode moyen de type Phréatomagmatique marqué par une formation volcano sédimentaire présentant des figures d'anti dunes. Cet épisode est constitué de tufs à lapillis à éléments grossiers, moyens et fins, de tuffites, de cinérites, de pisolithes et gouttes de cendre pisolitique et de blocs fichés.
- Un épisode supérieur de type strombolien marqué par les produits de projection tels que (scories, bombes scoriacées) et coulée basaltique à xénocristaux d'amphibole. Ce changement de dynamisme est dû aux fluctuations du niveau de la mer entre la fin du Pliocène et le Quaternaire ancien.

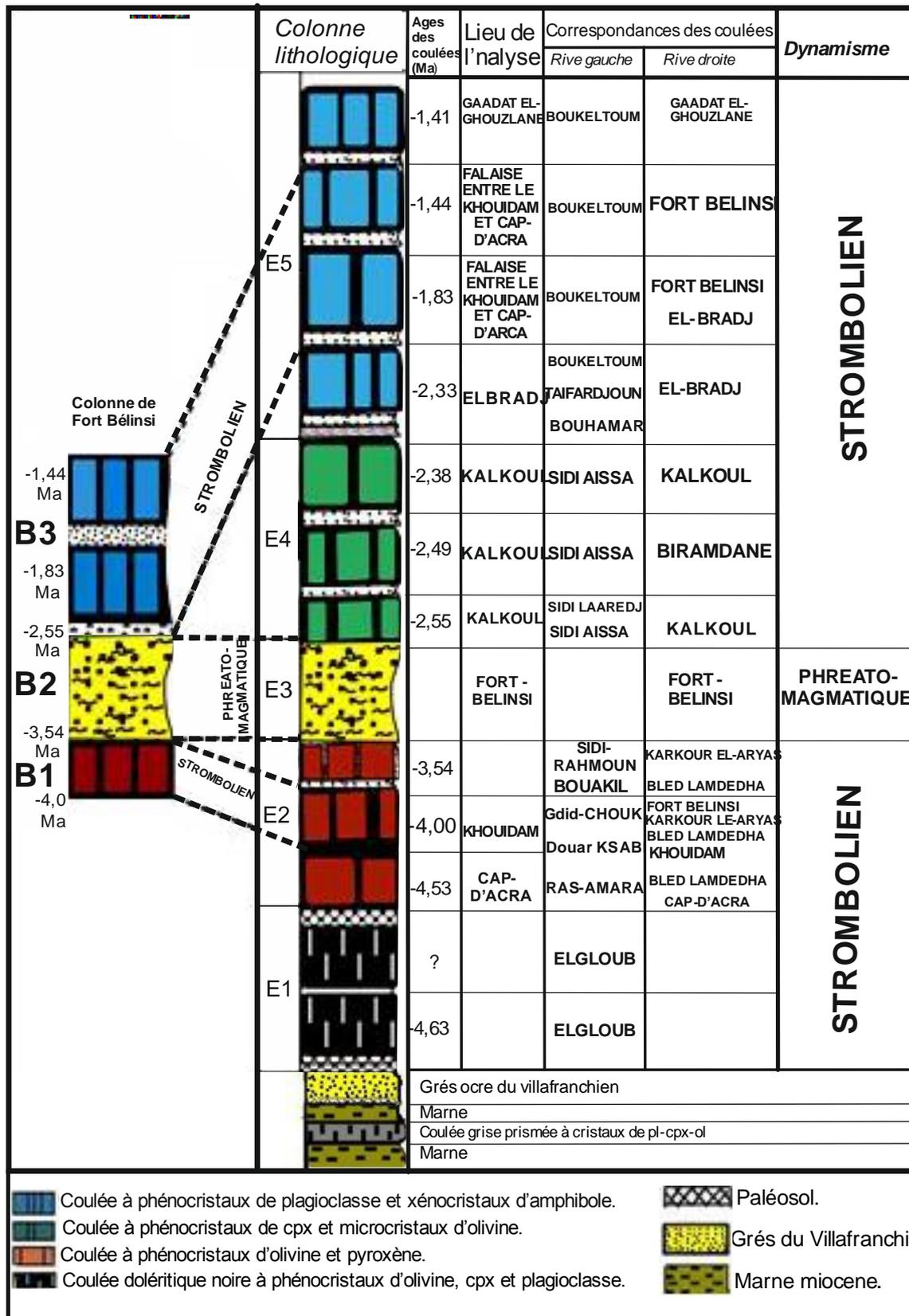


Fig.14 : Position stratigraphique des produits éruptifs du Fort Bélinsi et leur corrélation (d'après Bendoukha & Sellaf, 2009).

## IV.1.Introduction

La cartographie réalisée par Bendoukha 1987 et 2008 a permis de subdiviser l'ensemble des coulées et des produits volcan sédimentaire en groupes pétrographiques notés B1 à B6 que nous allons passer successivement en revue.

L'étude pétrographique des divers produits volcaniques de la Basse Tafna a permis d'établir d'une part une corrélation entre les différentes émissions et d'autre part leur chronologie de mise en place.

## IV.2. Pétrographie des laves de la Basse Tafna

### IV.2.1.Le groupe B1

Les produits basaltiques du groupe pétrographique B1 sont représentés par une seule coulée attribuée au Miocène (Bendoukha et al. 2008) trouvant sa place uniquement en bordure de la mer dans la rive gauche. La lave est prismée et montre à la patine une couleur grisâtre.

Microscopiquement, la coulée est de texture microlitique porphyrique. Les microlites sont représentés par du pyroxène, de l'iddingsite et quelques cristaux de plagioclase. La mésostase renferme en plus des opaques et du verre volcanique.

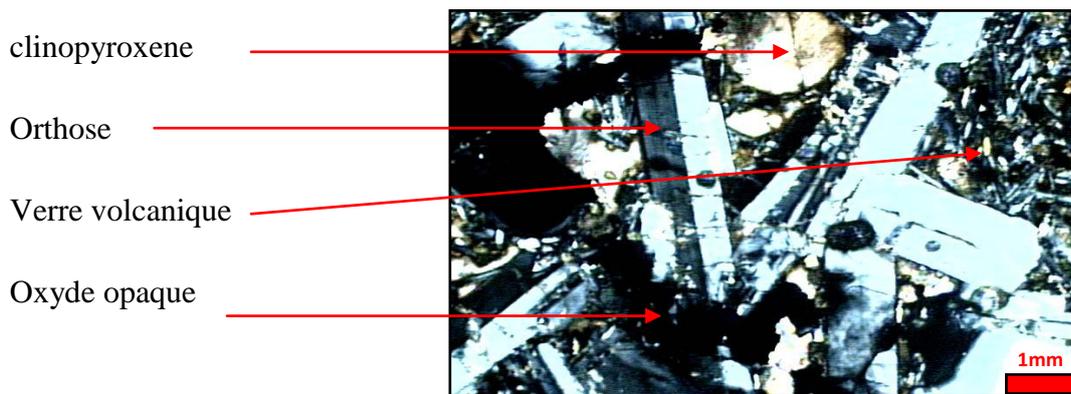
### IV.2.2. Le groupe B2

Il regroupe deux coulées sombres émises par le volcan d'El Gloub. A l'œil nu, ces laves montrent de gros cristaux d'olivine vert et rouille plus ou moins vitreuse de 1 à 3 mm de long, de rares cristaux trapus de pyroxène et quelques plagioclases. En lames minces, la coulée inférieure montre une texture doléritique, **(Ph.15)**.

Les phénocristaux d'olivine (20%), de pyroxène (15%) et de plagioclase (5%) baignent dans une mésostase qui comprend la même association minéralogique en microcristaux. Les olivines, 1 à 3mm de long, sont automorphes, limpides et souvent affectées de craquelures.

Certains individus contiennent de petites inclusions sub-carrées d'opacités. Les bordures des phénocristaux sont généralement iddingsitisées. Les plagioclases, 1 et 3mm de long, sont également subautomorphes, limpides et à bordures plus ou moins corrodées.

Les macles et les zonages sont assez fréquents. Les cristaux de plagioclase se regroupent parfois en amas polycristallins. Les clinopyroxènes se présentent en individus automorphes de 2mm de long. Ils sont généralement colorés en brun clair et montrent parfois la macle en sablier ou un zonage. La mésostase est constituée par des microcristaux d'olivine, de diopside, de plagioclase et d'opacités baignant dans un verre gris sombre.



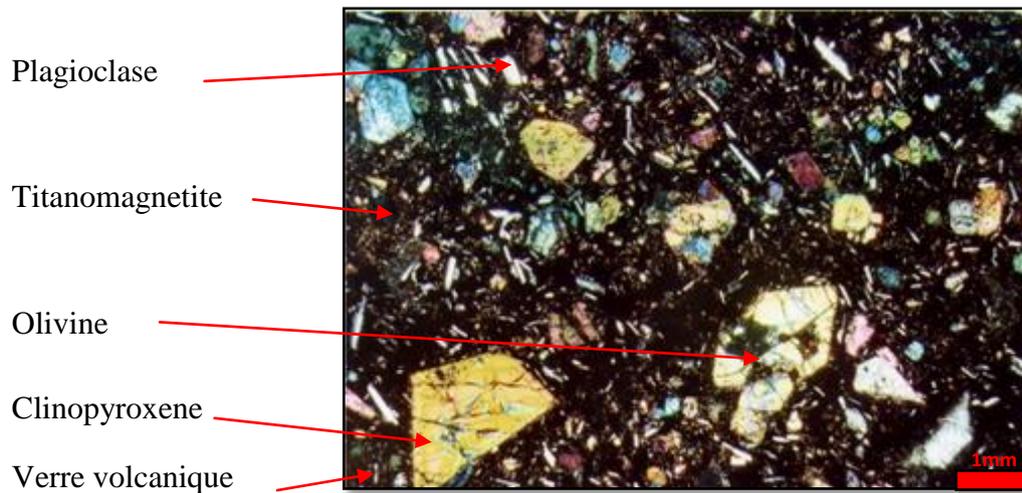
**Ph.15 : Coulée inférieure du groupe B1.**

La coulée supérieure du groupe B2 présente une texture microlitique porphyrique. Les phénocristaux d'olivine (15%), de pyroxène (10%) et de plagioclase (2-5%) baignent.

Dans une mésostase microcristalline qui renferme également la même association minéralogique. Les phénocristaux d'olivine, 0,5 à 0,8 mm de long, présentent des bords corrodés et iddingsitisés.

Les plagioclases, maclés albite ou sont représentés par des fines lattes de 1 mm de long. Ils sont maclés, à macles polysynthétiques ou à macle albite, sont orientés suivant la direction de fluidalité de la roche (**Ph.16**).

Les pyroxènes s'amassent parfois en agrégats polycristallins. La mésostase montre la même association minéralogique que la coulée précédente.



**Ph. 16 : Coulée supérieure du groupe B2.**

#### IV.2.3. Le groupe B3

Ce groupe pétrographique peut comprendre jusqu'à trois coulées provenant de plusieurs centres volcaniques tels ceux du Cap d'Acra du Fort Bélinsi, du Khouidam, de Kerkour El Aryas, de Bled Lamdadeha et de Sidi Abdallah, situés en rive droite de la Tafna, et ceux de Ras Amara, de Bouakil, de Sidi Rahmoun, de Douar Ksabi et de Gdid Chouk se trouvant en rive gauche.

Les laves rejetées par ces appareils volcaniques sont des roches gris noir et renferment des cristaux d'olivine ainsi que des nodules de péridotite de 2 à 5 cm de diamètre.

L'olivine apparaît sous forme de petites tâches de couleur rouille de 1 à 2 mm de diamètre.

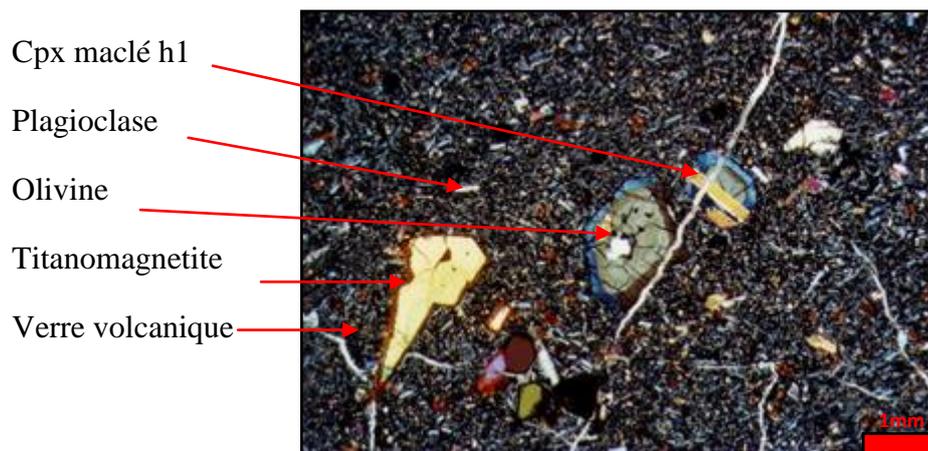
Dans les coulées du volcan de Bled Lamdadèha, elle apparaît en phénocristaux de plus grande taille (1 à 2 cm). Les coulées inférieures sont plus ou moins prismées et vésiculées. Les vésicules sont parfois remplies par des zéolites ou par de la calcite.

La coulée inférieure, montre une texture microlitique porphyrique. Les phénocristaux d'olivine (10%) et de clinopyroxène (15%) baignent dans une mésostase (75%) composée des mêmes minéraux (Ph.17). L'olivine, de 0,5 mm de long en moyenne, est automorphe à sub-automorphe. Son cœur est limpide et contient parfois quelques inclusions de spinelle ou de titan magnétite. Certains individus sont fracturés et montrent des

bordures corrodées et iddingsitisées. Les pyroxènes, de 1 et 1,5 mm de long, sont le plus souvent légèrement colorés en brun-clair.

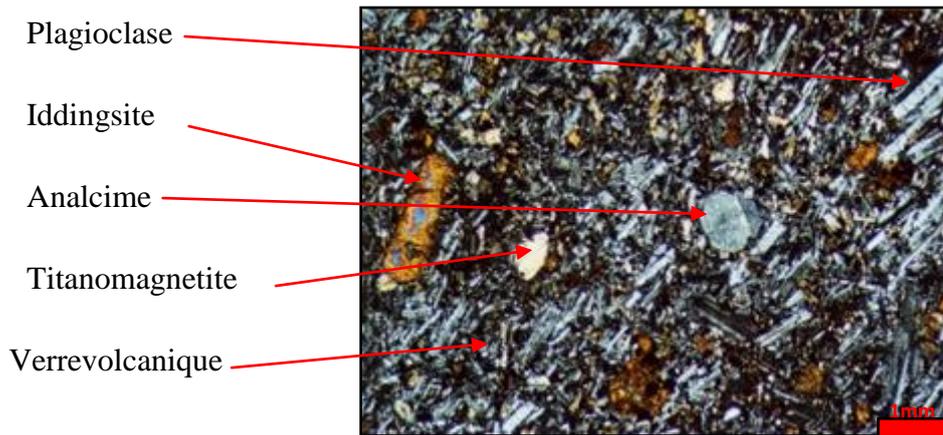
La coulée inférieure émise par le centre d'émission de Kerkour El Aryas, montre des microlites de clinopyroxène altérés qui avaient été considérés par Sadran (1958) comme étant des amphiboles épigénisées. Il s'agit de cristaux de pyroxène en forme de fuseau, de taille comprise entre 0,5 et 0,7 mm de long. La partie centrale est occupée par de nombreux grains d'opacques de taille millimétrique et entourée par une fine couronne de couleur jaune clair. Les phénocristaux de plagioclase, de 1 mm de long, constituent des lattes plus ou moins orientées. Certains individus sont zonés.

La mésostase de laves basaltiques, rejetées par le volcan de Ras Amara et de Bouakil, présente des microcristaux de calcite colmatant les cavités provoquées par le dégazage lors de l'écoulement de la lave. L'analcime (2%), en microcristaux sub-arrondi de 0,1 mm de diamètre, montre dans son cœur, de petites impuretés en forme de baguettes.



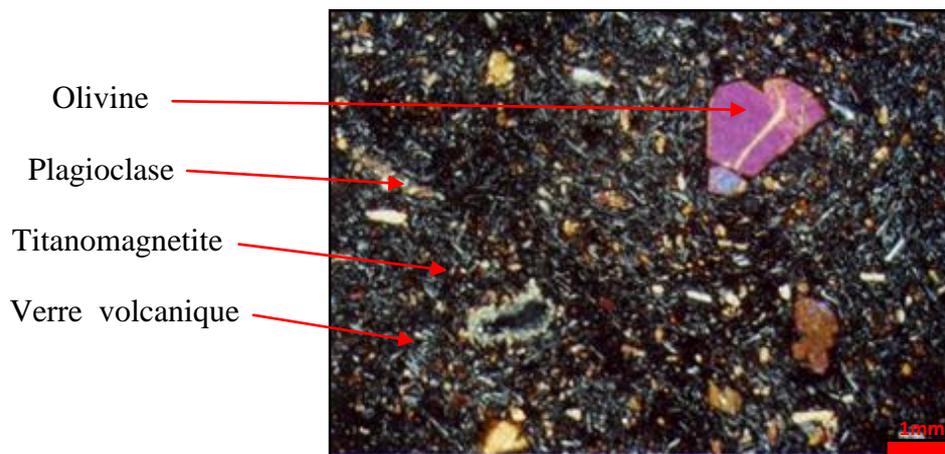
**Ph. 17: Coulée inférieure du groupe B3.**

La coulée émise par le centre éruptif de Kerkour El Aryas renferme dans sa mésostase des microcristaux rectangulaires d'apatite (1%). Enfin, dans les coulées rattachées aux volcans du Fort Bélinsi et de Sidi Rahmoun, nous avons pu distinguer des microcristaux automorphes de néphéline (2%) (**Ph. 18**). Les microlites de clinopyroxène (15%), d'olivine (5 à 10%), de plagioclase (25%) et d'opacques (20%) constituent, avec du verre volcanique, le reste de la roche des coulées inférieures de ce groupe pétrographique.



**Ph. 18 : Coulée inférieure à analcime du groupe B3.**

La coulée moyenne du groupe B3 renferme près de 20% de phénocristaux représentés par l'olivine (5 à 8%), le clinopyroxène (10 à 15%) et le plagioclase (2%) (**Ph.19**). La mésostase représente 80% du volume total de la roche et comprend des microlites de même nature minéralogique que les phénocristaux ainsi que des opaques. Un verre incolore à gris sombre lie l'ensemble de ces phases minérales.



**Ph. 19 : Coulée moyenne du groupe B3.**

La coulée supérieure du groupe B3 est microlitique porphyrique et comprend environ 10 % de phénocristaux dont 5% d'olivine et 5% de clinopyroxène.

La mésostase est très dominante dans la roche et est également constituée de microlites d'olivine et de clinopyroxène associés à des microlites de plagioclase ainsi qu'une grande abondance de grains d'opaques.

Le reste de la lave est occupé par un verre volcanique de couleur gris sombre.

#### IV. 2.4. Les produits du groupe B4

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

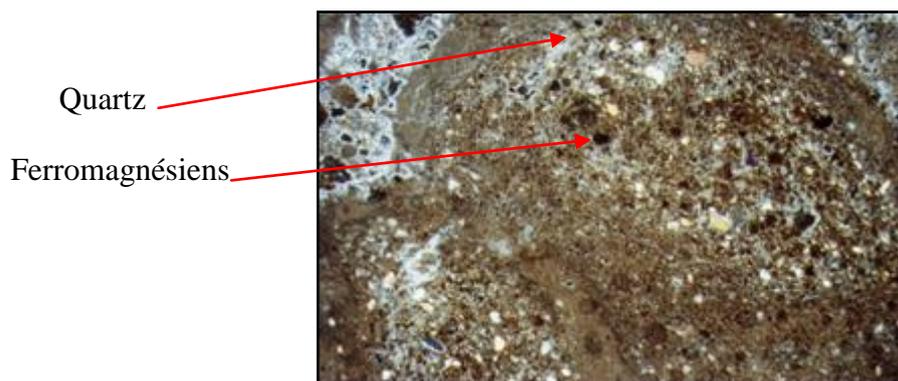
L'étude pétrographique et l'analyse séquentielle des produits de cet ensemble montrent qu'ils sont constitués, de bas en haut, par une alternance de matériaux présentant un granoclassement positif.

- **Etude microscopique des tufs**

L'objectif de l'étude en lames minces des dépôts pyroclastiques est de connaître le mécanisme de formation des pisolithes et des tufs à lapillis accréionnaires.

Elle permet également de déduire un modèle qui expliquerait et retracerait l'histoire de mise en place des produits pyroclastiques qui sera étudié ultérieurement.

Les lames minces réalisées dans les niveaux de tufs à lapillis accréionnaires du flanc Nord du Fort Bélinsi montrent la présence de grains de quartz à bordures plus ou moins corrodées et surtout déformées, ainsi que des ferromagnésiens (pyroxène, amphibole) entourés par une fine couche de cendre volcanique de couleur brunâtre. Les microcristaux de quartz sont parfois intersticiels et se trouvent isolés comme le montre la (Ph.20).



**Ph. 20 : Accréionnaires du Tufs à lapillis de Fort Bélinsi.**

#### IV.2.5. Le groupe B5

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

Les laves, à structure en dalles, sont gris-bleutées. Elles montrent à l'œil nu des mégacristaux de plagioclase à aspect vitreux de 2,5 cm de long et des cristaux trapus de pyroxène de 1,5 à 2 cm de diamètre. Ces roches sont peu ou pas vésiculées et sont parcourues de filons de calcite.

La coulée inférieure, montre une texture microlitique-porphyrique dans laquelle les phénocristaux de pyroxène (10 à 15%) et de plagioclase (5 à 10%) baignent dans une mésostase (75 à 85%) composée de la même association minéralogique. Les phénocristaux de clinopyroxène (1 à 1,5 mm de long) présentent un cœur légèrement coloré en brun-clair et sont automorphes.

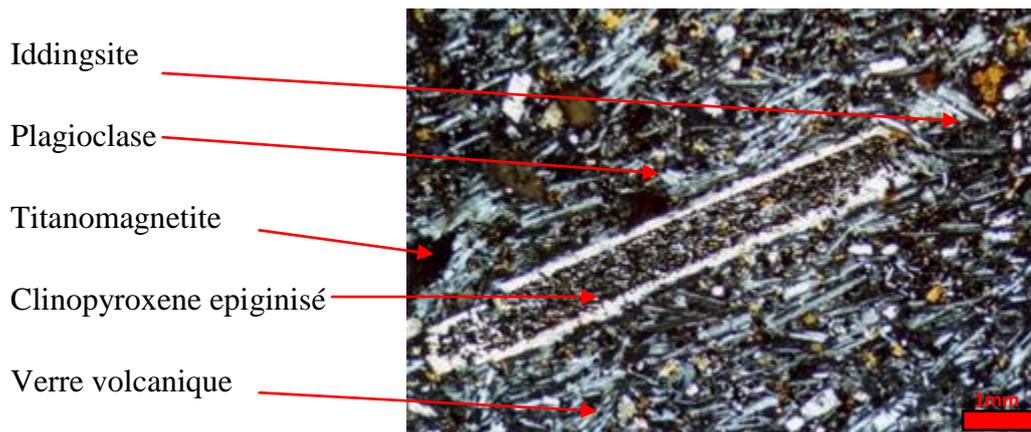
Certains individus, en forme de baguettes, sont riches en inclusions d'opaques (**Ph.21**). Quelques cristaux sont zonés, d'autres maclés (macle en sablier).

Les phénocristaux de plagioclases, en tablettes allongées et de taille moyenne, montrent généralement des bordures plus ou moins corrodées. Ils renferment parfois quelques inclusions d'opaques.

La mésostase est composée de microlites de clinopyroxène automorphes à subautomorphes de 0,1 à 0,3 mm de long.

Les plagioclases, très abondants, sont limpides et orientés suivant la direction de fluidalité de la roche.

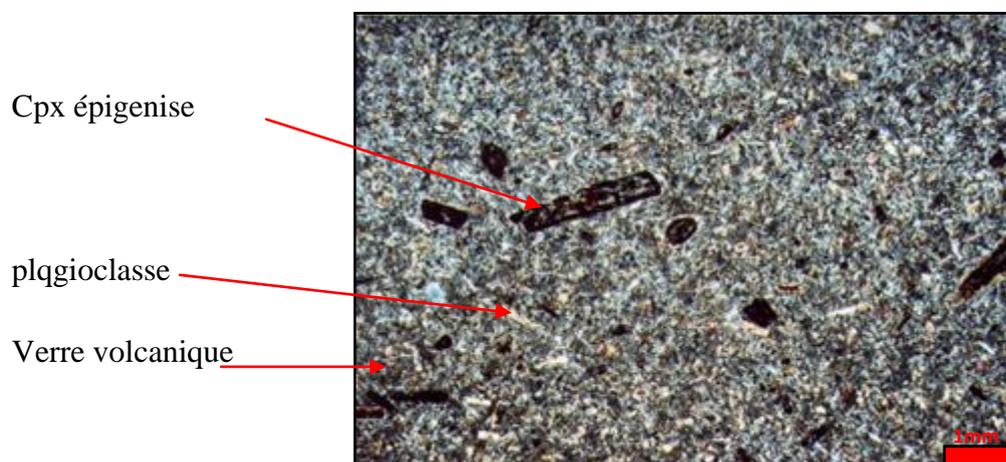
L'analcime apparaît en petits cristaux globulaires de 0,1 mm de diamètre atteint une proportion de 1 à 2%. Le fond de la roche est occupé par une multitude de grains d'opaques. Un verre incolore à gris sombre lie l'ensemble des phases minérales.



**Ph.21 : Phénocrystal de pyroxène épigénisé du groupe B5.**

La coulée moyenne montre une texture microlitique légèrement porphyrique. Les phénocristaux sont représentés par du plagioclase (5%) et du clinopyroxène (5%) épigénisé (Ph. 22). La mésostase représente près de 90% du volume total de la roche.

Elle renferme des microlites de plagioclase, de clinopyroxène et d'olivine iddingsitisée ainsi que de nombreux grains d'opaques. Un verre légèrement coloré en gris sombre occupe le reste de la roche.



**Ph. 22 : Coulée microlitique porphyrique du groupe B5.**

La coulée supérieure du groupe B5 montre une texture microlitique. Les microlites sont représentés par des microcristaux automorphes de clinopyroxène (15%). Certains individus sont altérés.

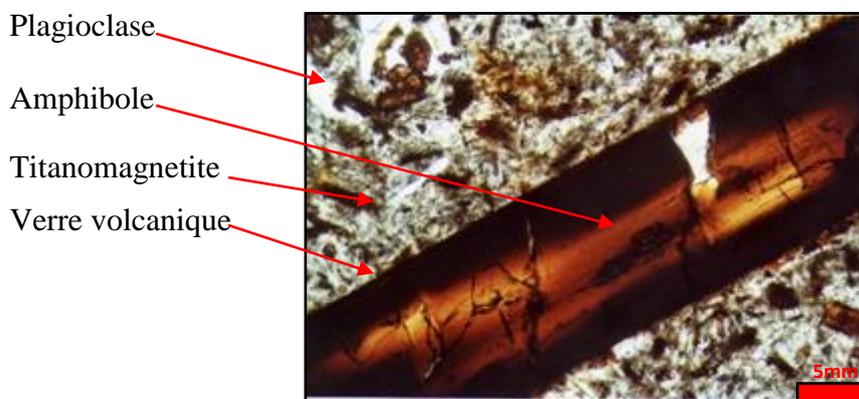
Les plagioclases (20%) sont plus abondants et se présentent en lattes, de 0,1 à 0,3mm de long, plus ou moins orientés suivant la direction de la fluidalité de la roche.

L'olivine (10%) est totalement iddingsitisée. Les grains d'opacités (25%) sont interstitiels et nombreux. Un verre incolore à gris sombre lie les cristaux.

#### IV.2.6. Le groupe B6

Quatre coulées basaltiques peuvent constituer ce groupe pétrographique. Elles ont été rejetées principalement par les centres éruptifs de Boukeltoum, de Tafardjoun et de Bouhamar en rive gauche de la Tafna, et par ceux du Fort BÉlinsi, de Gaâdat El Ghouzlane et d'El Bradj situés en rive droite. Ces laves sont massives, plus ou moins vésicules, montrent assez souvent une structure en dalles et roches.

Les coulées basales renferment de nombreux xénocristaux d'amphibole de 1 à 4 cm de long (**Ph. 23**) et des phénocristaux de plagioclase (1 à 2cm de long). Les laves les plus récentes sont aphanitiques.



**Ph.23 : Coulée à xénocristaux d'amphibole du groupe B6.**

En lames minces, la coulée inférieure montre une texture microlitique porphyrique. Les phénocristaux sont constitués d'orthose (5 à 10%), de clinopyroxène (3 à 5%) et d'olivine (2%) qui baignent dans une mésostase renfermant des microlites de même nature que les phénocristaux.

Des xénocristaux d'amphibole (10 à 15%), de taille moyenne comprise entre 1 et 3 mm, sont présents dans la roche. Les phénocristaux de clinopyroxène sont sub automorphes. Leur taille moyenne varie de 0,5 à 1 mm de long.

Certains individus montrent un zonage net marqué en lumière naturelle par un cœur vert, très pléochroïque, entouré par une couronne brune. L'orthose est représentée par des cristaux sub automorphes, de 1 à 2 mm, limpides et à bordures plus ou moins corrodées.

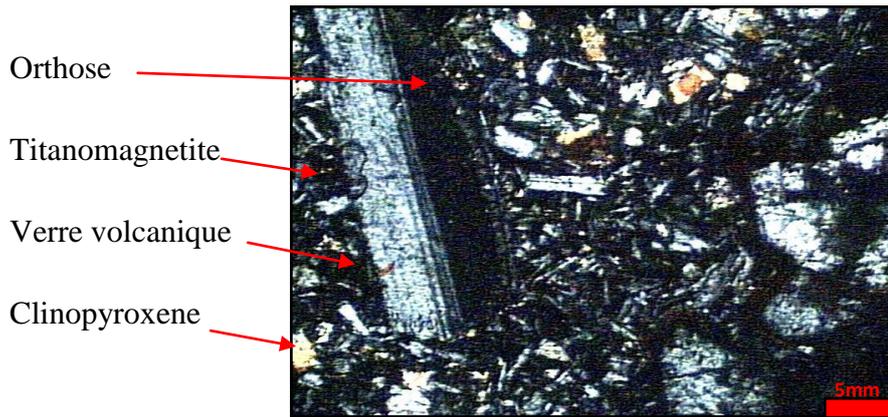
La mésostase est constituée par une grande abondance de fines lattes de plagioclase (15 à 20%) alors que les microcristaux d'orthose atteignent une proportion de 5%. L'olivine, totalement iddingsitisée, apparaît également mais en très faible quantité. Le clinopyroxène, légèrement coloré en brun-clair, montre une taille moyenne de près de 0,3 mm de long. Les grains d'opagues sont nombreux (15 à 20%) et interstitiels. La mésostase est aussi caractérisée par la présence d'un verre incolore à gris sombre.

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

Les xénocristaux d'amphibole existent toujours dans la roche. Les phénocristaux d'olivine sont craquelés, à bordures corrodées, automorphes et totalement iddingsitisés. Les phénocristaux d'orthose (0,3-0,5 mm) sont automorphes et très légèrement opacifiés (**Ph.24**). Le clinopyroxène est subautomorphe.

Sa taille moyenne est d'environ 0,5 mm de diamètre. Les xénocristaux d'amphibole montrent un habitus en baguette et sont totalement épigénisés. Certains individus montrent un cœur brun et des bordures corrodées.

La mésostase est constituée par une grande abondance des microlites de plagioclase plus ou moins orientés dans la direction de la fluidalité de la roche, de microcristaux de pyroxène et d'olivine iddingsitisée associés à des grains d'opagues. L'ensemble des constituants de la roche baigne dans un verre gris clair.

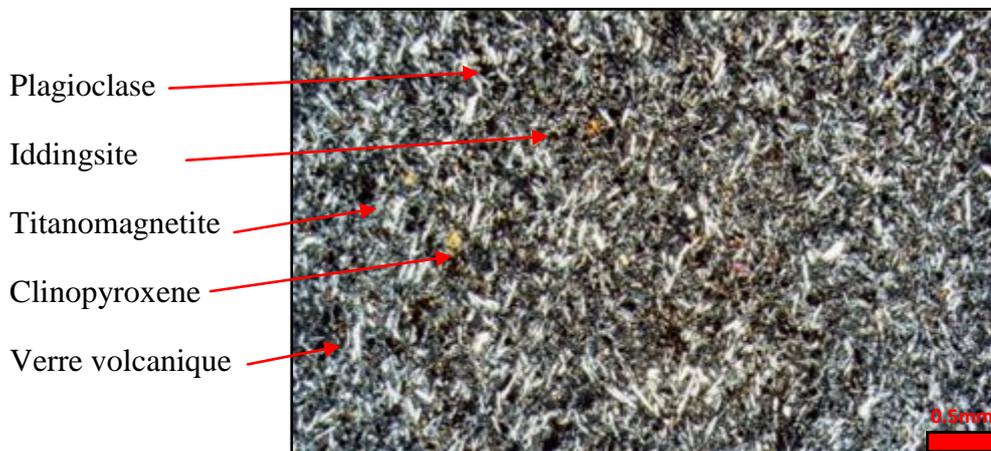


**Ph.24 : Coulée à phénocristaux d'orthose du groupe B6.**

La coulée supérieure du groupe pétrographique B6 représente l'ultime émission basaltique dans la Basse Tafna. Elle montre une texture aphyrique (**Fig.25**).

La roche contient une très forte proportion de microcristaux de plagioclase (70% ) associés à une très faible quantité de clinopyroxène 1%, des grains d'opaques ainsi que du verre volcanique de couleur gris clair.

La quatrième coulée du groupe B6, lorsqu'elle existe, est pétro graphiquement très comparable à cette dernière.



**Ph. 25 : Coulée sommitale du groupe B6.**

### IV.3. Conclusion

L'étude pétrographique des différentes laves basaltiques (**Fig.26**) de la Basse Tafna a mis en évidence :

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

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

Ainsi nous voyons progressivement le pourcentage et la taille des phénocristaux d'olivine et du clinopyroxène diminuer.

La roche devient plus claire et plus riche en microlites. Ce schéma pourrait correspondre à l'évolution d'une série volcanique dans le cadre d'une hypothèse de cristallisation fractionnée.

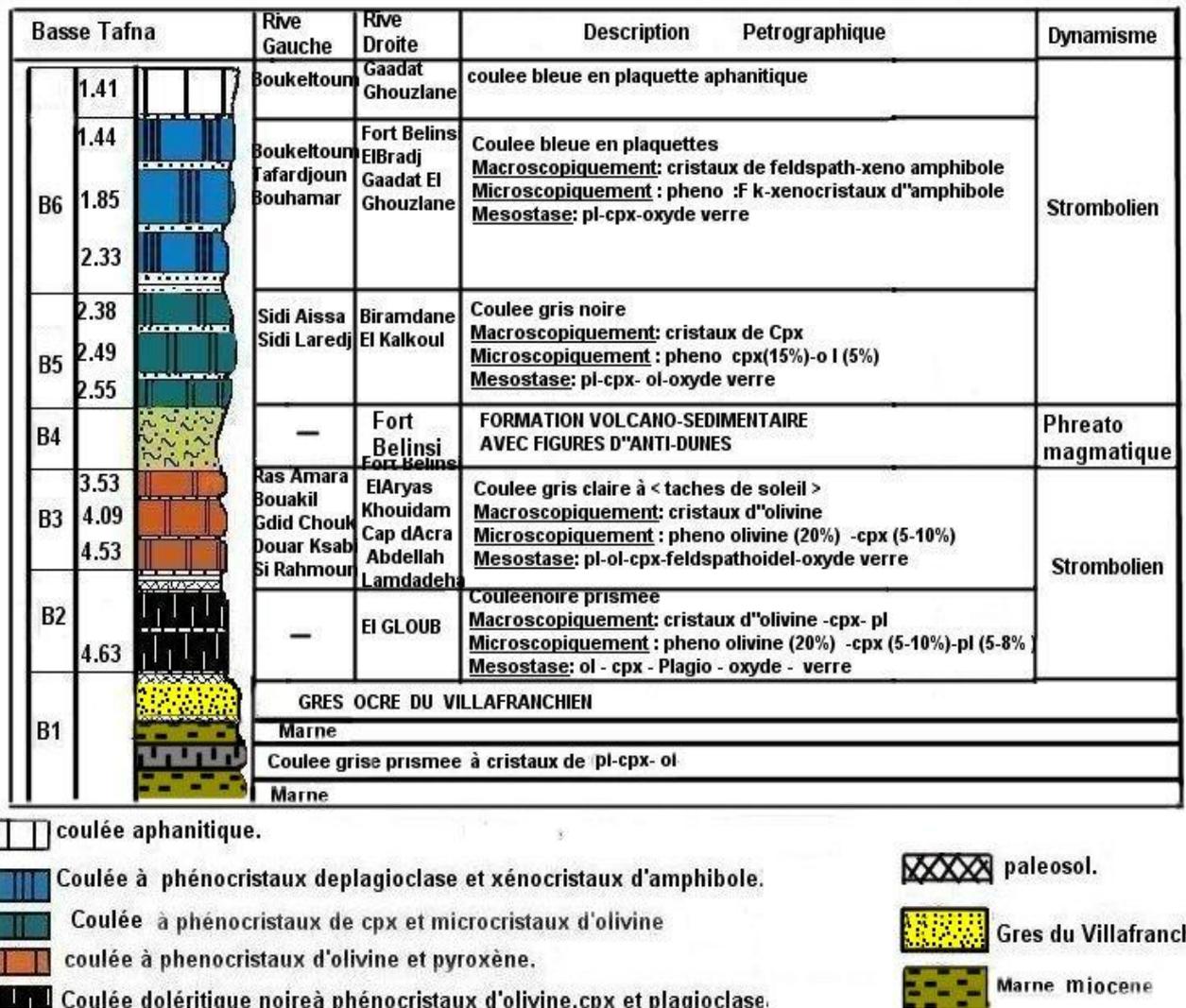


Fig. 26: Position stratigraphique des produits éruptifs de la Basse Tafna

(Bendoukha 2008).

## CONCLUSION GENERALE

---

### CONCLUSION GENERALE

La région de la Basse Tafna a été le siège d'un volcanisme qui s'est manifesté durant le Plio-quatenaire. Elle est caractérisée par un nombre important de volcans ayant rejeté une quantité de lave et de produits pyroclastiques qui recouvrent une superficie de 200km<sup>2</sup>.

Le centre d'émission du **Fort Bélinsi**, situé à 1Km au Sud du village de Rachgoun, présente un cratère de type **Maar** 250m de diamètre qui occupe la vallée qui sépare le Djebel Lakhmag du Fort Bélinsi. Une cheminée adventive d'environ 80m occupe le flanc Nord de Fort Bélinsi.

Ce volcan révèle un flanc Nord formé par une formation **volcano-sédimentaire** représentée par une alternance de tufs à lapillis, tuffites et cinérites avec figures d'**anti dunes**, à pendage léger vers l'Est, recouvert par des sables dunaires actuels.

Le flanc sud de ce centre présente une série slumpée et d'un **lambeau de coulée** gris noire à **olivine** et **pyroxène**. Quant à son flanc ouest, il met en évidence deux **coulées bleues à amphibole** et **plagioclase**, peu prismées, surmontant un **Lahar**.

L'étude **dynamique**, ainsi que les considérations cartographiques ont mis en évidence **trois épisodes majeurs** de l'activité volcanique.

- 1- Le **premier épisode** volcanique majeur de type **strombolien** qui s'est déroulé entre – 4.53 et –3.54 Ma. Cet épisode volcanique est marqué par la mise en place de produits de projection, et par l'épanchement de coulées gris noires.
- 2- Le **deuxième épisode** volcanique majeur de type **Phréatomagmatique** est déroulé entre –3.54 et –2.55 Ma. Ce type d'activité volcanique est défini comme étant un mode très particulier de mise en place des pyroclastites. Il reflète des interactions intervenant entre un magma ascendant et un aquifère ou un substratum gorgé d'eau.
- 3- Le **troisième épisode** volcanique majeur de type **strombolien** auquel se rattachent les produits effusifs et pyroclastiques, il est déroulé entre –2.33 et –1.41 Ma.

## CONCLUSION GENERALE

---

Il est caractérisé par des coulées bleues à structure en dalles, ainsi que par des produits de projection (bombes scoriacées en forme d'amygdale, de taille décimétrique et scorie de couleur brun rougeâtre **Lahar**).

Cette **évolution dynamique** est due aux **fluctuations du niveau de la mer** entre la fin du Pliocène et le Quaternaire ancien.

L'étude pétrographique des divers produits volcaniques émis par le centre d'émission le Fort Bélinsi a mis en évidence **trois groupes pétrographiques** différents, présentant chacun ses propres caractères minéralogiques.

- Les produits éruptifs du **groupe B1** sont représentés par **un lambeau de coulée** gris noire renfermant des cristaux d'**olivine** et quelques **clinopyroxène**.
- Les produits pyroclastiques **du groupe B2** sont représentés par une formation **volcano-sédimentaire** gris-verdâtre, constituée par une alternance de niveaux de tufs à lapillis à éléments grossiers, moyens et fin, de tuffites, de cinérites, de niveaux de gouttes de cendre pisolithique et de lapillis accréionnaires de couleur brun-rougeâtre. Ces dépôts révèlent des figures d'anti-dunes d'environ 1 mètre d'amplitude.
- Les produits éruptifs du **groupe B3** sont représentés par **deux coulées** basaltiques plus ou moins vésicules, massives bleuâtres à **xénocristaux d'amphibole** et de **plagioclase**, à structure en plaquettes.

La cartographie, ainsi que l'étude pétrographique des produits éruptifs rejetés par le centre d'émission Le Fort Bélinsi ont permis d'établir d'une part une corrélation avec les divers produits volcaniques émis par l'ensemble des volcans de la Basse Tafna, d'autre part de présenter une chronologie relative des coulées de laves et de la formation volcano-sédimentaire du Fort Bélinsi.

- Le groupe basaltique du Fort Bélinsi B1 correspond à la coulée moyenne de l'ensemble E2 datée -4Ma.
- Les produits pyroclastiques du groupe B2 correspondent à l'ensemble E3. Datés entre -3,54 Ma et 2.55Ma (**Bendoukha, 2008**).
- La coulée inférieure du groupe basaltique B3 du Fort Bélinsi correspond à la coulée moyenne de l'ensemble E5 datée -1.85 Ma. Par contre la coulée sommitale du Fort Bélinsi est corrélée à celle datée de -1,44 Ma (**Bendoukha, 2008**).

## CONCLUSION GENERALE

---

Globalement dans le contexte géodynamique, la **remontée du magma** de la Basse Tafna vers la surface est étroitement liée à un **amincissement** de la **lithosphère**.

Doublas et al (1991), rattachent ce volcanisme à un grand **décrochement** de direction **NNE-SSW**, continue entre l'Afrique Nord occidentale et le bloc ibérique.

Le **complexe volcanique** de la **Basse Tafna**, est donc étroitement lié à l'**accident transverse d'orientation N20** (transversale Tafna- Mazouna).

Selon les travaux de **Bendoukha(2008)**, le magma alcalin de la Basse Tafna pourrait provenir d'une zone mantellique enrichie de type **diapir asthénosphérique intracontinental**.

## Références Bibliographiques

---

**Abbad Z (1993).** Etude volcanologique et pétrologique des laves quaternaires de la région de Gazaouet (Oranie). *These, 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.*

**Belanteur, O. , Louni-Hacini, A., Bellon, H., Cotten, J., Coutelle, A., Fourcade, S., Maury, R.C., Megartsi, M., Ouabadi, A., & Semroud, B., (1998).** Le volcanisme littoral d'Algérie : Nouvelles données chronologiques et géochimiques. *Rapp. 35<sup>ième</sup> Cong. CIESM, vol. 35, t. 1, 50-51.*

**Bellon, H (1976) :** Séries magmatiques néogènes et quaternaires du pourtour méditerranéen occidental, comparés dans leurs cadres géochronométriques. Implications géodynamiques. *Thèse d'Etat, Université Paris Orsay, 367 pp.*

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

**Bellon, H, Guardia (1980) :** « Le volcanisme alcalin Plio-quaternaire d'Algérie occidentale. Etude radiométrique et paléomagnétique », *Rev. De Geol.dynam. Et de géograph. Phys., 22, Fasc. 3, P. 213-222.*

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

## Références Bibliographiques

---

**Bellon, H., Letouzey, J., (1977).** Volcanism related to plate tectonics in the western and eastern Mediterranean, in: XXV Cong. Assoc. *CIESM, Split, Technip (Ed), Paris, pp. 165-184.*

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

**Bendoukha, R, (2008) :** Etude dynamique, pétrographique et géochimique du volcanisme alcalin mio-plio-quaternaire (Oranie Nord occidentale). *Thèse doctorat d'état, USTHB, Alger, 260 p.*

**Bendoukha, R.et al., (2009).**Nouvelles données sur les caractères dynamiques et géochimiques du volcanisme mio-Plio-quaternaire de l'Oranie (Algérie nord occidentale). *Vol. 20 .N3.*

**Boivin.P, Gourgaud. A., (1978),** «synchronisme des dynamismes de type « maar » et « strombolien » près de la Sauvetat (Sud-Dévès – Massif central français) », *C.R. Som. Soc. Géol. France, Fasc. 1, P. 24-27.*

**Camus.G.Vincent.G.P.M.(1983),**”Discusion of a new hypothesis for the Karakatan volcanic eruption in 1883”, *Volcanol. Geothermal. Res., 19, P. 167-173.*

**Carminati, E., Wortel, M.J.R., Spakman, W., and Sabadini, R, (1998).** The role of slab detachment processes in the opening of the western-central Mediterranean basins: some geological and geophysical evidence. *Earth Planet. Sci., Lett, 160, 651-665.*

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

## Références Bibliographiques

---

**Coulon., Maillet. P., Maury.R.C., (1979)**, « contribution à l'étude du volcanisme de l'arc des nouvelles Hébrides : données pétrologique sur les laves de l'Iles d'Efaté ».

**El Azzouzi M, Bernard-Griffiths J, Bellon H, Maury R C, Piqué A, Fourcade S, Cotten J, Hernandez J, (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-Maghrébines : Les monts djebel Téssala et les massifs du littoral oranais. *Thèse, Sci., Univ., Nice. P 301*.

**Fisher. (1964)**.Maximum size, medium diameter and sorting of tephra .J Géophysique; *Res, vol69, n2, pp.341-355*.

**Fisher.R.V. Waters.A.,(1970)**, “ Base surge bed forms in maar volcanoes”, *Amer. J. of sci.*, 268, P. 157-180.

**Gentil. M.L. (1896)**. “ Sur les minéraux d'un crater ancien d'Algérie”, *Assoc. Sci. France, P.293-300*.

**Gentil., M.L, (1903) :** » Etude géologique du bassin de la Tafna. *Publi. Série C.G., 2ème Série, N° 4, in-8, 425 P.*

**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.*

**Hassenne daouadji. H. (2010)**. Etude géologique, pétrographique et géochimique des basaltes de Mohammadia et leurs comparaison avec ceux de la Basse Tafna et Djebel Fillaoucène « Oranie Nord occidentale ». *Mem. Mag. Univ. Oran. 84p 44fig. 8 tabl.*

## Références Bibliographiques

---

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

**Hernandez, J. (1986),** « Le volcanisme tertiaire des monts Forez (Massif Central français) : basanites à analcime, à leucite et néphéline à militite », *Bull. Soc. Fr. de Minéral. Et de Cristallogr.* 96, P.303-312.

**Hernandez, J. & Lepvrier, C. (1976).** Pétrographie des laves liées aux bassins tertiaires de l'ouest algérois. Comparaison avec le volcanisme du Rif et de l'Oranais. 4<sup>ème</sup> réunion An., Sci., Terre, Paris, P., 222.

**Lacroix, A. (1893).** Les enclaves des roches volcaniques. *Mâcon, Protat. Fr. IMP, I. Vol, 710p.*

**Lacroix, A. (1924),** « Les caractéristiques chimico-minéralogiques des roches éruptives tertiaires de l'Algérie et des régions limitrophes ». *C.R. Sco.Geol.france*, 4, XXIV, P.207.

**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 Miocène Supérieur. *C.R. Acad. Sci. Paris*, 321, 975-982.

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

**Maury, R.C., Fourcade S., Coulon C., El-Azzouzi M., Bellon H., Coutelle A., Ouabadi A., Semroud B., Megartsi M., Belanteur O., Louni-Hacini Apique A., Capdevila R., Hernandez J. and Rehault J.P. (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.

## Références Bibliographiques

---

**Maury, R.C., (1993).** Les séries volcaniques. *Mem. Soc. Géol. France*, “pleins feux sur les volcans”, 163: 39-55.

**Megartsi (1985) :** apporte des compléments à l'étude des laves basaltiques de la Basse Tafna en les étudiant du point de vue pétrographique et chimique. *Thèse d'Etat. Université d'Alger*, 296 p.

**Milesi J.P.(1976).** Dynamique des écoulements pyroclastiques du centrale orientale, sur l'exemple de ceux de la vallée de l'Alagnon-massif centrale français, université de Grenoble. 197p.

**Moore, J. G., (1967),** “Base-surge in recent volcanic eruptions”, *Bull. Volcanol.* , XXX, P. 337-369.

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

**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.*

**Schmidt M.W. (1992).** Amphibole composition in tonalite as a fonction pressure: experimental calibration of Al-in-hornblende barometer. *Contrib., Mineral., Petrol.*, 110, 304-310.

**Sellaf. M. (2009).** Etude dynamique, pétrographique et geochimique des produits éruptive du volcan le Fort Bélinsi (Rive droite de la Basse Tafna). *Mem. Ing. Etat. Oran*, 67p, 24fig.5tabl.

## Références Bibliographiques

---

**Semroud, B. (1981).** Evolution pétrologique du complexe magmatique Néogène de la région de Bejaïa-Amizour. *Thèse Doc. D'état, USTHB, Alger, 267p.*

**Tabeliouna M. (1997).** Étude dynamique, pétrographique et géochimique des laves basaltiques plio-quadernaires 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 Tunisie. *C.R.Acad.Sci.Paris, t.128, p73.*

**Zerka M. (2004).** Le Manteau sous la Marge Maghrébine : relations « infiltrations-réactions-cristallisations » et cisaillements lithosphériques dans les enclaves ultramafiques du volcanisme alcalin Plio\*quadernaire d'Oranie, exemples des complexes d'Ain Témouchent et de la Basse-Tafna (Algérie nord occidentale). *Thèse Doct.Etat, Univ. Oran, 234+p annexes.*

## Annexe

---



**Photo 01 : la formation volcano-sédimentaire.**



**Photo 02 : Lahar (10 à 15m d'épaisseur).**



**Photo 03 : Alternance de tufs à lapillis, de tuffites et de cinérites avec figures d'anti - dunes.**



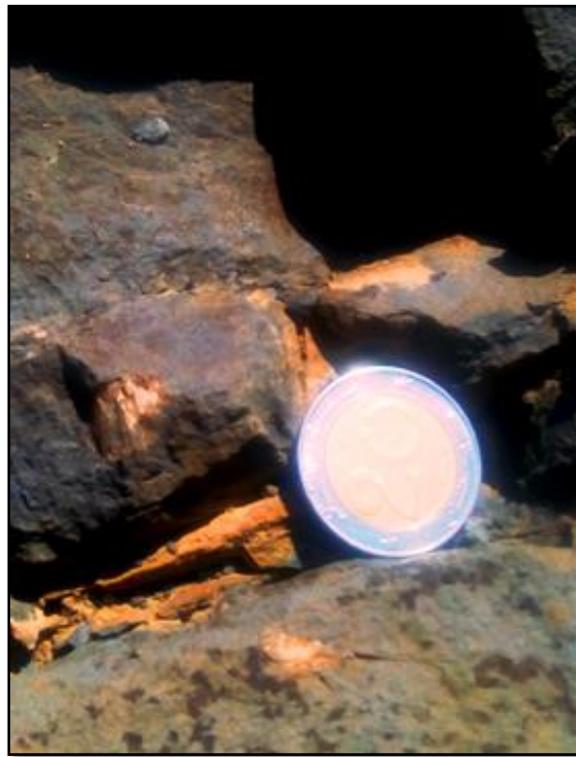
**Photo 04 : Spatter cône.**

## Annexe

---



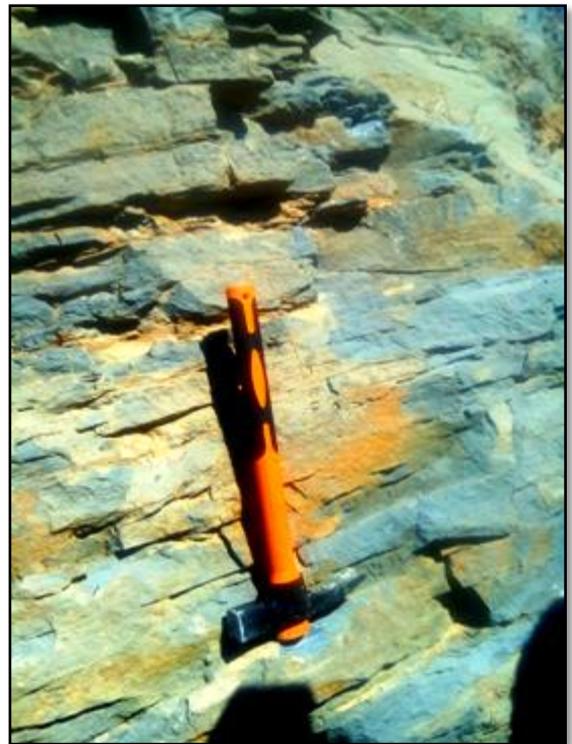
**Photo 05 : Le Torr.**



**Photo 06 : coulée basaltique a phénocristaux d'Amphibole et de Plagioclase a structure en plaquettes émise par le de Gaadaat El Ghouzlane.**



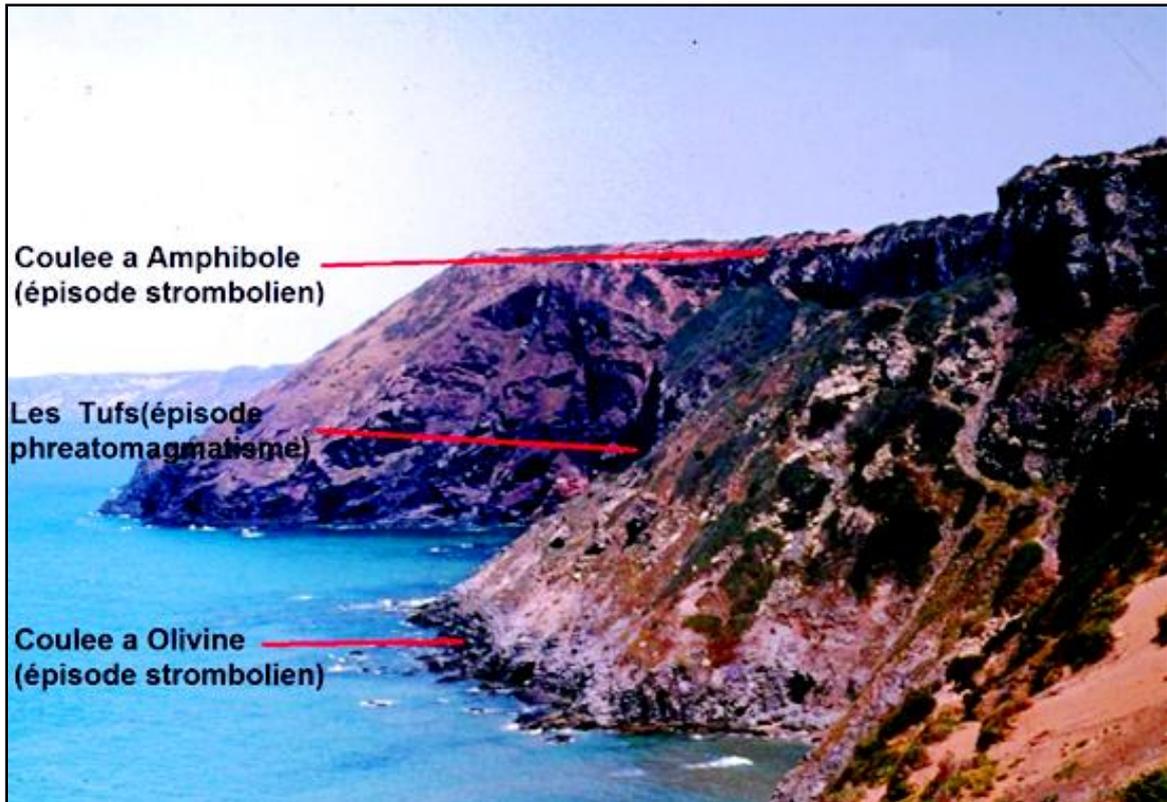
**Photo 07 : paléosol a un seul horizon.**



**Photo 08 : coulée prismée du volcan d'El Gloub et des plaquettes de basalte.**

## Annexe

---



**Photo 09 : Episode strombolien et phréatomagmatique de la Basse Tafna.**



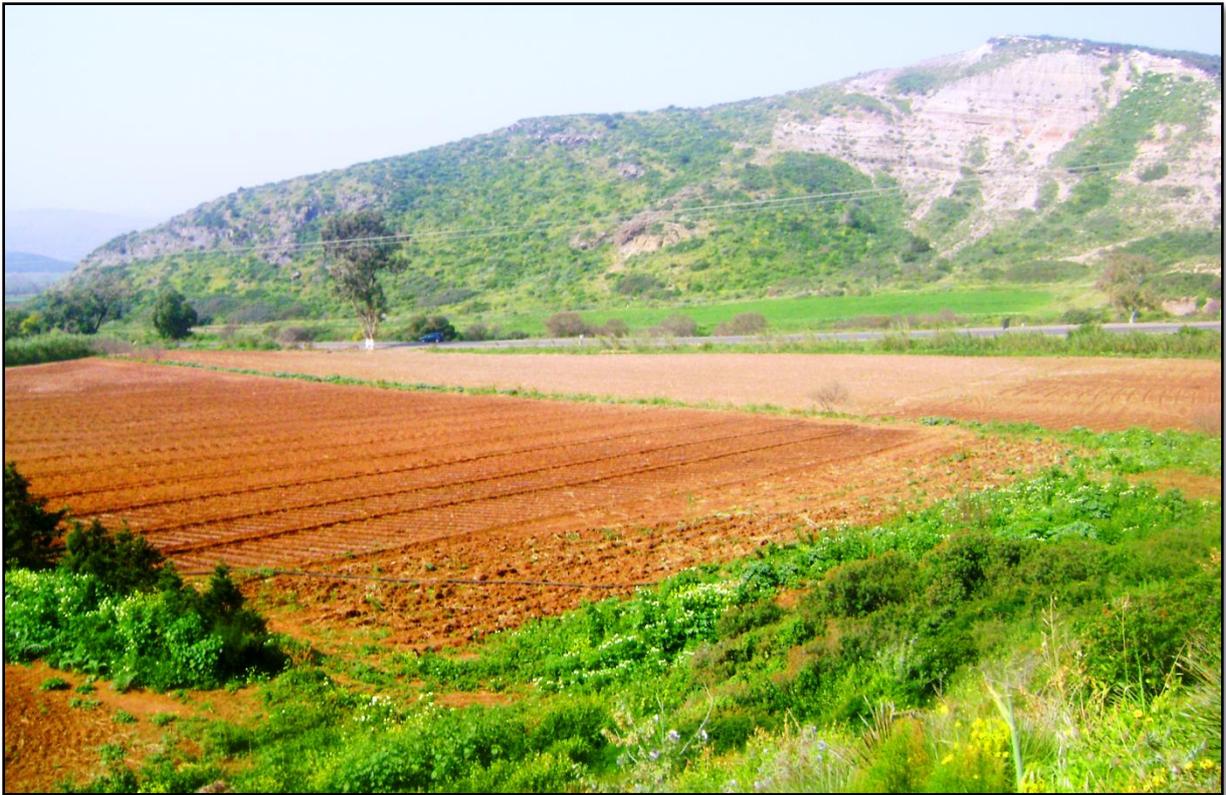
**Photo 10 : Coulée miocène (rive gauche de la Basse Tafna)**



**Photo 11 : Le centre d'émission du Fort Bélinsi.**



**Photo 12 : Bombe scoriacée en fuseau dans le niveau bréchique.**



**Photo 13 : Maar de Fort Bélinsi (250 m de diamètre).**

### Définitions

**Anti- dune :** Les anti dunes sont des structures sédimentaires que l'on trouve en générale dans les chéneaux ou la vitesse des courants est très élevée.

Ce type de figure, a été observé dans les dépôts de déferlante basale. Il s'agit de structure bidimensionnelles, de forme sinusoïdale, dont le rapport amplitude longueur d'onde est faible on pratique, les anti-dunes se distinguent des dunes par leurs stratifications internes peu inclinées, pentées vers l'amont ou vers l'aval.

**Le maar :** Un maar désigne un caractère d'explosion volcanique peu profond, à fond plat, dont les parois sont constituées partiellement ou totalement de fragments non soudés de la roche formant le socle et partiellement de produit volcanique.

Selon Lorenz 1973 et Bout 1975, un pariel cratère serait formé lors d'une explosion phréatique. Boivin p. et Gourgaud A (1975) ; De Geor De Herve (1981) attribuent les maars à des éruptions phréatomagmatiques.

**Lahar :** Le terme lahar signifie une coulée boueuse non stratifié dans laquelle on trouve des bombes, scories, fragments de lave et nodules calcaires arrachés au substratum.

**Spatter conne :** Il s'agit d'un dépôt constitué par des scories taille centimétrique, soudées entre- elles.

**Déferlante basale :** Les déferlantes basales sont des nuages de gaz et d'éjecta qui se développent dans les explosions artificielle et volcanique à la base de la colonne centrale d'explosion. Elles se déplacent à grande vitesses et transportent d'importantes quantités de matériaux.

Elles donnent naissance à des dépôts pyroclastiques particuliers, à faible pendage, a aspect détritiques et qui présentent des anti-dunes et des stratifications obliques. Elles sont caractérisées sur le terrain par la présence de tufs avec figures d'anti-dune, blocs fichés et des gouttes de cendres pisolithiques.