



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche
Scientifique



Université d'Oran 2
Faculté des Sciences de la Terre et de l'Univers
Département des Sciences de la Terre

MEMOIRE

Pour l'obtention du diplôme de Master
Option :
Géodynamique de la Lithosphère

LA RELATION ENTRE LE VOLCANISME ALCALIN, LA FRACTURATION ET LA SISMICITE DU MASSIF VOLCANIQUE DE LA BASSE TAFNA (ORANIE NORD OCCIDENTALE)

PRÉSENTÉ PAR :

Mlle. BELHOCINE DJIHED

Devant le jury composé de :

soutenu le : 27 /6/2024

M. BAAOUAGUE.A	Maître-assistant	Président	université d'Oran 2
M. BENDOUKHA .R	Maître conférences. A	Encadrant	université d'Oran 2
M. MAHMOUDI .M	Maître-assistant	Exminateur	université d'Oran 2

Année Universitaire 2024

REMERCIEMENTS

En guise d'avant-propos, il convient de remercier ici tous ceux et celles qui ont contribué à ce que ce travail aboutisse.

Je tiens en premier lieu à exprimer toute ma gratitude pour mon encadreur, Dr. BENDOUKHA RACHID qui a accepté de diriger mon travail et m'a accordé tout son attention et sa patience pour l'accomplir.

Mes remerciements s'adressent à M. BAAOUAGUE.A, qui a accepté de présider mon jury de mémoire .

Mes vifs remerciements et mes respects les plus distingués vont à M. MAHMOUDI .M pour avoir accepté d'examiner mon travail et faire partie du Jury.

Je tiens à exprimer mes très vifs remerciements à tous mes enseignants de la filière géologie de la Faculté des Sciences de la terre et de l'univers, auxquels je dois beaucoup pour ma formation en géologie.

Merci à mes collègues et camarades de promotion de post-graduation, qui ont su m'accorder une partie de leur temps précieux lors de la préparation de ce mémoire.

Par crainte d'avoir oublié quelqu'un, que tous ceux et toutes celles dont je suis redevable se voient ici vivement remerciés. Je suis redevable à mes parents, mon frère et sœur mes chats , mes amis, que chacun se sente ici vivement remercié pour son amour et son soutien.

À tu nom d'Allah le clément et le miséricordieux

Dédicace

Je dédie ce travail à :

*À ma famille (ma grand-mère, mes parents, **MON** frère
et ma soeur).*

*Mon encadreur, **Dr. BENDOUKHA***

À tous les neveux et nièces.

*À tous ceux-là dont les noms n'ont pas été cités ici mais
qui ont eu un rôle déterminant tant par leurs
encouragements, leur soutien moral et matériel surtout
dans les moments difficiles. Je exprime ma profonde
gratitude.*

À tous mes amis.

À mes collègues de la promotion.

À mes collègues de travail.

À tous ceux qui me sont cher(e)s.

À tous les universitaires.

Résumé

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

En intégrant l'ensemble des données géologiques, géochimiques et géophysiques rassemblées dans cette région, un modèle géodynamique est proposé à la fin du manuscrit, et ce en relation avec le déplacement de la plaque africaine. Afin de rendre compte de la mise en place du volcanisme néogène oranais, le modèle proposé repose sur la délamination lithosphérique et la présence d'un panache qui se serait développé pendant la période miocène.

Le Nord occidentale a été le site de importantes manifestations volcaniques de âge mio-Plio-quadernaire. Les dépôts pyroclastiques des Oranie d'Oranie dessinent des structures morphologiques variées : stromboliens, cônes ou anneaux de tufs de diamètre kilométrique ainsi que maars.

L'activité éruptive alcaline d'Oranie se caractérise par un changement de dynamisme. Les émissions volcaniques se sont effectuées à des âges variés à la faveur de trois types de dynamisme : effusif, strombolien et phréatomagmatique.

L'étude pétrographique de l'ensemble des coulées et produits pyroclastiques issues des divers appareils volcaniques de de la Basse Tafna a révélé 6 groupes (B1-B6). Englobant des dépôts volcano-sédimentaires et coulées basaltiques

La mise en surface des laves basaltiques et les produits pyroclastiques sont directement rattachées à un système de fracturation d'intensive (**carte hors texte**), la position et l'emplacement des volcans on permet de mettre en évidence deux directions principales de fractures responsables de la mise en place de tous les produits éruptifs de la Basse Tafna.

- 1^{er} direction de fracture oriente NE-SW
- 2^{em} direction de fracture oriente NW-SE

La fracturation de s'est fractures trouve son origine à la sismicité qui à toucher diront le moi Plio-quadernaire en effet la remontre magmatique associer on mouvement de conduction dans la chambre magmatique se la approuve une élévation dans le toit de la chambre magmatique énergie dégagée par la remontre de magma a favorisé le déroulement des séismes dans Basse Tafna.

Mots clés :

Coulées basaltiques, produits pyroclastiques, sismicité, fracturation, mio-Plio-quadernaire, dynamisme, effusif, strombolien, phréatomagmatique, maar, cône strombolien, dôme strombolien, déferlantes basales, spatter-cône, lapillis accréionnaires pisolites, balles de boue, figures d'anti dunes, Fort Belinsi

Abstract

North-western Oranie has been the site of major volcanic events of Mio-Plio-Quaternary age. In the case of Plio-Quaternary alkaline volcanism, pyroclastic deposits have produced a variety of morphological structures: strombolian cones, cones or rings of tuffs with diameters of kilometres, as well as pools.

By integrating all the geological, geochemical and geophysical data collected in this region, a geodynamic model is proposed at the end of the manuscript, in relation to the displacement of the African plate. In order to account for the development of Neogene volcanism in Oran, the proposed model is based on lithospheric delamination and the presence of a plume that developed during the Miocene period.

The north-west was the site of significant volcanic activity during the Miocene-Plio-Quaternary period. The pyroclastic deposits of the Oranie region have produced a variety of morphological structures: strombolites, cones or rings of kilometre-sized tuffs and maars.

The alkaline eruptive activity of Oranie is characterised by a change in dynamism. Volcanic emissions took place at various ages under three types of dynamic: effusive, strombolian and phreatomagmatic.

The petrographic study of all the flows and pyroclastic products from the various volcanic apparatuses of the Lower Tafna revealed 6 groups (B1-B6). Encompassing volcano-sedimentary deposits and basaltic flows

The surfacing of the basaltic lavas and pyroclastic products are directly linked to an intensive fracturing system (see map). The position and location of the volcanoes reveal two main fracture directions responsible for the emplacement of all the eruptive products of the Lower Tafna.

- 1st fracture direction oriented NE-SW

- 2nd fracture direction NW-SE

The fracturing of these fractures is due to the seismic activity that affected the Plio-quaternary period. The magmatic upwelling associated with the conduction movement in the magma chamber resulted in a rise in the roof of the magma chamber, and the energy released by the magma upwelling favoured the development of earthquakes in the Lower Tafna.

Key words :

Basaltic flows, pyroclastic products, seismicity, fracturing, mio-Plio-quaternary, dynamism, effusive, strombolian, phreatomagmatic, maar, strombolian cone, strombolian dome, basal surges, spatter-cone, accretionary lapillis pisolites, mud balls, anti-dune figures, Fort Belinsi

ملخص

كان شمال غرب وهران مقرًا للمظاهر البركانية المهمة في عصر ميو-بليو-الرباعي .بالنسبة للبراكين Plio-quadernary، ترسم الرواسب الحرارية هياكل مورفولوجية مختلفة: أقماع سترومبوليان أو مخاريط أو حلقات من الأقطار والبركالكيلومترية. من خلال دمج جميع البيانات الجيولوجية والجيوكيميائية والجيوفيزيائية التي تم جمعها في هذه المنطقة، يتم اقتراح نموذج جيوديناميكي في نهاية المخطوطة، فيما يتعلق بإزاحة الصفيحة الأفريقية .من أجل حساب تطور بركان وهران النيوجيني، يعتمد النموذج المقترح على ترسيم الغلاف الصخري ووجود عمود كان من الممكن أن يتطور خلال فترة الميوسين.

كان الشمال الغربي موقعًا لمظاهر بركانية مهمة في عصر ميو-بليو-الرباعي .ترسم الرواسب الحرارية في Oranie d' Oranie هياكل مورفولوجية مختلفة: حلقات السترومبولية أو المخاريط أو الحلقات ذات القطر الكيلومتری بالإضافة إلى المار.

يتميز النشاط الانفجاري القلوي لأورانيا بتغير في الديناميكية .حدثت الانبعاثات البركانية في أعمار مختلفة بفضل ثلاثة أنواع من الديناميكية: الانسكاب والسترومبولي والفراتوماغماتي.

كشفت الدراسة البتروغرافية لجميع التدفقات والمنتجات الحرارية من الأجهزة البركانية المختلفة في تفنا السفلى عن 6 مجموعات .(B1-B6) رابعا - الرواسب البركانية والرسوبية والتدفقات البازلتية يرتبط سطح الحمم البازلتية والمنتجات الحرارية ارتباطاً مباشراً بنظام تكسير مكثف (خريطة باستثناء النص)، وموقع وموقع البراكين التي يمكن تسليط الضوء على اتجاهين رئيسيين للكسور المسؤولة عن إنشاء جميع المنتجات الثورية في تفنا السفلى.

NE-SW

الأول

الاتجاهي

الكسر

● اتجاه

Table des matières

CHAPITRE I : Généralité

1. Introduction	18
I.2. Cadre géographique de la Basse de la Tafna :	19
Topographie	20
Hydrographie.....	20
Climat :	20
I.3. Cadre géologique et structural :	21
1. Cadre géologique :	21
2. Cadre structural :	23
a. La zon atlasique.....	23
b. La zontellienn.....	24
L'autochtone et le para-autochtone.....	24
L'allochtone métamorphique.	24
l'allochtone non métamorphique.....	24
I.4. Historique des recherches	26
I.5. but du travail :	29

CHAPITRE II : Volcanologie

II .1 Introduction	31
II .2 Le massif volcanique de la Basse Tafna	32
1 - les volcans de la rive gauche de la tafna :	33
1-1 Le volcan d'El Gloub (155 m) :	33
1-2 Le volcan de Ras Amara (264m) :	35

1-3 Le volcan de Sidi Aïssa (403m) :	36
1-4 Le volcan de sidi Rahmoun (347 m) :	37
1-5 Le volcan de Douar Ksabi (282 m) :	39
1-6 Le volcan de Tafardjoun (152 m) :	41
1-7 Le volcan de Douar Bouhamar (146 m) :.....	41
1-8 Le volcan de Sidi Laredj (191 m) :.....	41
1-9 Le volcan de Bouakil (282 m) :.....	41
1-10 Le volcan de Boukeltoum :	42
2. Les volcans de la rive droite de la tafna :.....	44
2-1 Le volcan de Kerkour El Aryas (222m) :.....	44
2-2 Le volcan de Gaadat El Ghouzlane (232 m).....	45
2-3 Le volcan de Bled Lamdadeha (261 m) :	47
2-4 le volcan de Sidi Abdallah (265 m) :	48
2-5 Le volcan d'El Bradj (172 m) :	48
2-6 Le volcan de Biramdane (100m) :	49
2-7 le volcan de Khoudam (100m) :	50
2-8 le volcan du cap d'accra (100 m) :	51
Le volcan le Fort Belinsi :	52
Conclusion II	53

CHAPITRE III : Pétrographie

III .1 Introduction	56
III .2 Pétrographie des laves de la Basse Tafna	56
Le groupe B1.....	56
Le groupe B2.....	56
Le groupe B3.....	58
Les produits du groupe B4.....	61

A - Analyse séquentielle	61
III .3 PETROGRAPHIE DES PRODUITS VOLCANO-SEDIMENTAIRES	65
Observation macroscopique des tufs à lapillis :.....	65
1-Etude des tufs a éléments grossiers	67
2-Etude des tufs à éléments moyen :	69
3-Etude des tufs à éléments fins :	71
Etude microscopique des tufs.....	72
Le groupe B5.....	74
Le groupe B6.....	76
Conclusion III	79

CHAPITRE IV : Dynamisme

IV .1 Introduction.....	82
1 -Classification des produits pyroclastiques.....	82
IV.2 Dynamisme du massif volcanique de la Basse Tafna.....	86
Introduction :.....	86
a. L'épisode effusif du Miocène.....	86
b- L'épisode inférieur de type strombolien.....	88
c- L'épisode phreatomagmatique.....	88
IV .3 Critères d'identification du phreatomagmatisme.....	90
Introduction.....	90
Description du volcan Le Fort Belinsi	92
Déroulement des éruptions volcaniques du Fort Belinsi.....	94
A.Coup du flanc sud.....	94
B- coupe du flan Nord voir coupe.....	95
C-Interprétation Dynamique et Mécanisme de mise en place des Produits Pyroclastiques.....	97
4. L'épisode supérieur de type strombolien	101

5. Le flanc ouest du centre éruptif du Fort Belinsi	102
6. Synthèse dynamique.....	104
Conclusion IV	106

CHAPITRE V : sismicité

V .1 . Introduction :	108
Définition d'un séisme :	109
les différents types de tremblement de terre :	110
V .2.La Description d'un séisme :	110
1. L'Epicentre	110
2. La Magnitude	111
3-L'intensité	112
4- Le Foyer (ou Hypocentre)	116
1-Amplitude	117
2- Les ondes de volume.....	118
Les ondes P ou ondes primaires.....	118
Les ondes S ou ondes secondaires :.....	118
V.4 Les différents types de mouvements des plaques lithosphériques.....	119
V.5 Zones de développement des séismes.....	122
V.6 Conséquence d'un séisme	124
Conclusion V	126
CHAPITRE VI : Fracturation.....	127
Conclusion générale	130
Annexe	134
Références bibliographiques	147

Liste des figures

Fig 1 : Situation géographique du bassin de la Tafna (in Tabliouna 1997)	19
Fig2 : Contexte géologique de l'Oranie nord occidentale (in Bendoukha, 2008)	22
Fig 3 : Contexte géologique de l'Oranie nord occidentale (in Megartsi, 1985)	23
Fig 4 : volcan El Gloub de forme conique rive gauche l'oued Tafna.....	31
Fig 5 : Répartition géographique des centres d'émission de la Basse Tafna	32
Fig 6 : Coupe de la Vallée de Tadmaya	34
Fig 7 : Coupe du versant Sud du Volcan de Ras Amara.....	35
Fig 8 : Coupe de versant de volcan de Sidi Aïssa.....	36
Fig 9 : Coupe du flan du nord du volcan de Sidi Rahmoun.....	38
Fig 10 : Coupe Del Fachkar	40
Fig 11 : Coupe de Stah Zenzila.....	43
Fig 12 : Coulée de Gaâdat el Ghouzlane	46
Fig 13 : Coupe du versant ouest du volcan de Bled Lamdadeha	47
Fig 14 : Coupe du flanc nord du volcan Del Bradj	48
Fig 15 : Coupe de Djebel Biramdane.....	49
Fig 16 : Coupe du Khoudam Ouest.....	50
Fig 17 : a et b coupes du Cap d Acra	51
Fig 18 : Coupe du flanc Nord du volcan Fort Belinsi.....	53
Fig 19 : Coulée inférieure du groupe B1.....	57
Fig 20 : Coulée supérieure du groupe B2	58
Fig 21 : Coulée inférieure du groupe B3.....	59
Fig 22 : Coulée inférieure à analcime du groupe B3	60

Fig 23 : Coulée moyenne du groupe B3	60
Fig 24 : le log stratigraphique de la formation volcano-sédimentaire du Fort Belinsi	64
Fig 25 : amphibole (xénocristaux) $\times 5/0.12$	65
Fig 26 : Tufs à lapillis du Fort Belinsi	73
Fig 27 : Phénocristal de pyroxène épigénisé du groupe B5	75
Fig 28 : Coulée microlitique porphyrique du groupe B5	75
Fig 29 : Coulée à xénocristaux d'amphibole du groupe B6.....	76
Fig 30 : Coulée à phénocristaux d'orthose du groupe B6.....	78
Fig 31 : Coulée sommitale du groupe B6	78
Fig 32 : Coulée prismée de la Basse Tafna	86
Fig 33 : 1 et 2 Coulée miocène (rive gauche de la Basse Tafna)	87
Fig 34 : les 3 épisodes volcaniques majeurs de la Basse Tafna.....	89
Fig 35 : Cartographie des produits éruptifs du volcan le Fort	92
Fig 36 : Coupe reliant le Djebel Lakhmag (Flanc sud du Fort Belinsi) au volcan du Cap D'Acra...	93
Fig 37 : Coupe du flanc sud du Fort Belins	95
Fig 38 : Coupe du flanc nord du Fort Belinsi	69
Fig 39 : Position stratigraphique des produits éruptifs de la Basse Tafna	97
Fig 40 : Déroulement des Eruptions Phreatomagmatique dans la Basse Tafna.....	98
Fig 41: Maar de Fort Belinsi (250 m de diamètre) (in Bendoukha 2008)	99
Fig 42 : Lahar.....	101
Fig 43 : Coupe de flanc ouest du volcan du Fort Belinsi.....	103
Fig 44 : Courbe Contrainte / Déformation Des Roches	109
Fig 45 : Axonométrie schématique d'une source sismique (Document Université de Laval Québec)	111
Fig 46 : Exemple d'enregistrement de séisme.....	116
Fig 47 : Bloc diagramme montrant le foyer d'un séisme.....	117
Fig 48 : Enregistrement sismique montrant les différents types d'ondes	117

Fig 49 : compression et dilatation laissées par La propagation des ondes P dans un plan tridimensionnelle.....	118
Fig 50 : Différents mouvement de compartiments de faille pouvant créer un séism.....	119
Fig 51 : Modèle illustrant la tectonique des plaques lithosphériques se déplaçant au-dessus de l'asthénosphère.....	120
Fig 52 : Schéma illustrant le mécanisme conduisant au séisme, à la suite d'un chargement (accumulation de déformation ol) dans la partie cassante de la lithosphère, autour d'une faille (cas d'un décrochement).	121
Fig 53 : Carte de la sismicité mondiale issue du catalogue v5.0 de l'ISC-GEM, pour la période 1904-2014 et pour les séismes de magnitude supérieure à 5,5. Les épicentres soulignent les limites de plaques lithosphériques se déplaçant les unes par rapport aux autres.....	123
Fig 54 : Situation géographique des volcans et leurs altitudes	128

LISTE DE TABLEAU

Tableau 1 : Tableau récapitulatif des principaux résultats obtenus dans le massif de la Basse Tafna.....	54
Tableau 2 : tableau récapitulatif des principales phases minérales des tufs de la Basse Tafna	66
Tableau 3 : Tufs à éléments grossiers	67
Tableau 4 : distributions des éléments constituant les tufs à lapillis à éléments grossiers du Fort Belinsi.....	68
Tableau 5 : Tufs à éléments moyen	69
Tableau 6 : distributions des éléments constituant les tufs à lapillis à éléments moyen du Fort Belinsi.....	70
Tableau 7 : Tufs à éléments fins	71
Tableau 8 : distributions des éléments constituant les tufs à lapillis à éléments fins du Fort Belinsi.....	71
Tableau 9 : Position stratigraphique des produits éruptifs de la Basse Tafna.....	80
Tableau 10 : Classification des roches composées de fragments volcaniques (D'après Fischer, 1964.)	83
Tableau 11 : classification granulométrie d'après Milesi (1976)	84
Tableau 12 : Classification des produits pyroclastiques et la nature des dépôts (d'après Schmidt, 1981).	84
Tableau 13 : Dynamisme et âges radiométriques du volcanisme alcalin Plio-quadernaire de l'Oranie (données de Bellon et Guardia, 1980 ; Abbad, 1993 ; Louni, 1995 et Coulon et al, 20..	85
Tableau 14 : Eléments sont provoqués par les déferlantes basales lors des explosions phréatomagmatique	91
Tableau 15 : Tableau récapitulatif du dynamisme de la basse Tafna	106
Tableau 16 : La puissance d'un tremblement de terre (ou magnitude) se mesure depuis avec l'échelle de Richter	112
Tableau 17 : L'échelle de Mercalli d'Intensité (1902), modifiée en (1952).....	113-114

Tableau 18 : Echelle européenne macroscopique d'intensité des séismes (EMS 92)	115
Tableau 19 : séismes en Algérie	125

Liste photo d'annexe

- Photo 1 : coulée prismée de la Basse Tafna
- Photo 2 : volcan fort Belinsi
- Photo 3 : coulée a infumable ou volcan de Gaadat el Ghouzlane
- Photo 4 : volcan Khouidam
- Photo 5 : Récupération de l'échantillon
- Photo 6 : Réalisation de sucre pour lame mince
- Photo 7 : Polissage du sucre avec l'abrasif grossier
- Photo 8 : Collage du sucre sur la lame de verre
- Photo 9 : Amener la lame mince à la bonne épaisseur grâce à la rectifieuse
- Photo 10 : Finalisation du polissage de la lame
- Photo 11 : Vérification de la netteté de la lame
- Photo 12 : Lame prête à être étudié
- Photo 13 : Alternance de tufs à lapillis, de tuffites et de cinérites avec figures d'anti-dunes (in Bendoukha 2008)
- Photo 14 : Maar de Fort Belinsi (250 m de diamètre) (in Bendoukha 2008)
- Photo 15 : Lahar (10 à 15 m d'épaisseur)
- Photo 16 : Des blocs fichés avec des ondulations dans les tufs
- Photo 17 : Bombe scoriacée en fuseau dans le niveau béchique
- Photo 18 : Volcan d'El Gloub
- Photo 19 : les tufs grossiers de Fort Belinsi
- Photo 20 : plagioclase (EN LP) GR
- Photo 21 : trace de retombée observée dans cristal d'olivine
- Photo 22 : Enclave de péridotite a spinelle de type Lherzolite

Photo 23 : les tufs à lapillis de la Basse Tafna (EN LP)

Photo 24 : Scories en globe de cendre volcanique

Photo 25 : Cinérite

CHAPITRE I GENERALITE

I. 1. Introduction :

Le Nord algérien est constitué d'ensembles structuraux sédimentaires et magmatiques portant l'empreinte de la tectonique alpine. Deux ceintures orogéniques se trouvent juxtaposées :

- l'Atlas tellien au Nord,
- l'Atlas saharien au Sud. Entre lesquels s'intercalent les Hauts Plateaux, plus au moins stables.

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 mettre évidence la relation entre le volcanisme la fracturation et la sismicité on se référant aux nombreux travaux précédents ayant porté sur différents complexes éruptifs d'Oranie nord occidentale.

I.2. Cadre géographique de la Basse de la Tafna :

La Basse de la Tafna, située dans le nord-ouest du pays, sur la marge méridionale de la Méditerranée (PERRODON, 1957) constitue un domaine complexe. Il symbolise un bassin, bien individualisé géographiquement et parcouru par l' Oued Tafna auquel il a emprunté son nom. Les massifs des Traras, qui représentent une barrière, le séparant de la mer méditerranée, forment sa limite Nord-Ouest.

Les monts des Traras et les Monts de Tlemcen le limitent respectivement à l'Ouest et au Sud. Dans sa partie centrale, les monts de Sebaa Chioukh se prolongent, plus à l'Est jusqu'aux monts des Tessala.

Le massif volcanique Basse de Tafna est délimité comme suit, par :

- Les communes Bâb el Assa, Djebel, Nedroma, Beni Khaled et Honaine au Nord-ouest :
- La mer Méditerranée au Nord,
- Le massif volcanique d'Ain Temouchent au Nord-est,
- Le massif volcanique de Souhalia au Nord-ouest,

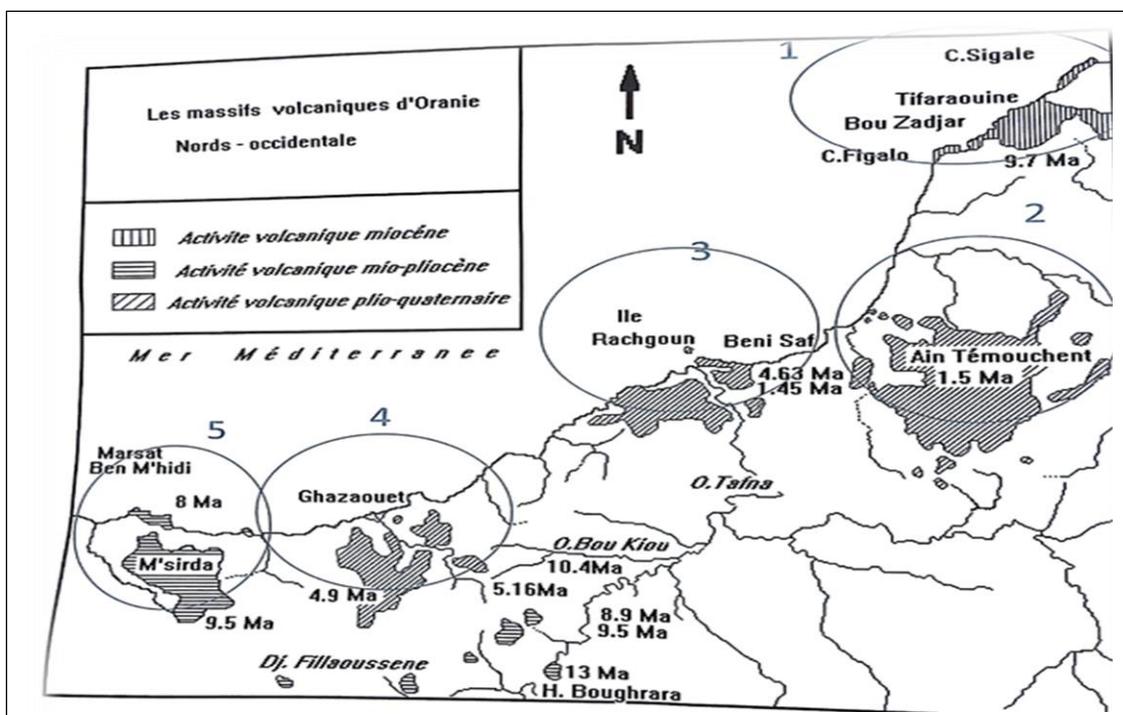


Fig 1 : Situation géographique du bassin de la Tafna (in Tabliouna 1997)

A. Topographie :

Les grands traits topographiques de cette partie de l'Oranie sont marqués par les alignements atlasiques SW-NE des reliefs, qui sont séparés par des dépressions de même sens. La plaine de Maghnia avec son prolongement méridional, la chaîne du Fillaoussène au Nord et les monts de Tlemcen au Sud (L'altitude de ces massifs montagneux dépassant souvent 1000 m). Elle s'allonge sur la bordure Nord du domaine des hauts plateaux avec une altitude qui n'excède pas les 500 m.

B. Hydrographie :

La formation du réseau hydrographique est fortement conditionnée par les facteurs caractéristiques des terrains sillonnés par les différents oueds.

Ainsi la lithologie intervient sur le degré de ramification des oueds : c'est le cas de l'oued Tafna qui traverse les calcaires des monts de Tlemcen et suit les directions sud -ouest, nord – est.

L'oued Tafna est un cours d'eau de 170 km qui prend naissance au sud de Sebdou, à 1500 m d'altitude, dans les monts de Tlemcen. Le cours est subdivisé en trois parties (la haute Tafna, La moyenne Tafna et la basse Tafna).

C. Climat :

Cette région soumise à l'étude est caractérisée par un climat méditerranéen semi-aride, avec des étés chauds et secs de longues durées ainsi que des hivers doux, froids et pluvieux à pluviométrie irrégulière et de fortes crues.

Les températures moyennes estivales et hivernales sont respectivement de 25 °C et de 11 °C. En été, le sirocco, (appelé localement le Chehili), souffle depuis le Sahara en direction du nord, selon office nationale de météo (O.N.M)

I.3. Cadre géologique et structural :

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 (212m).

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

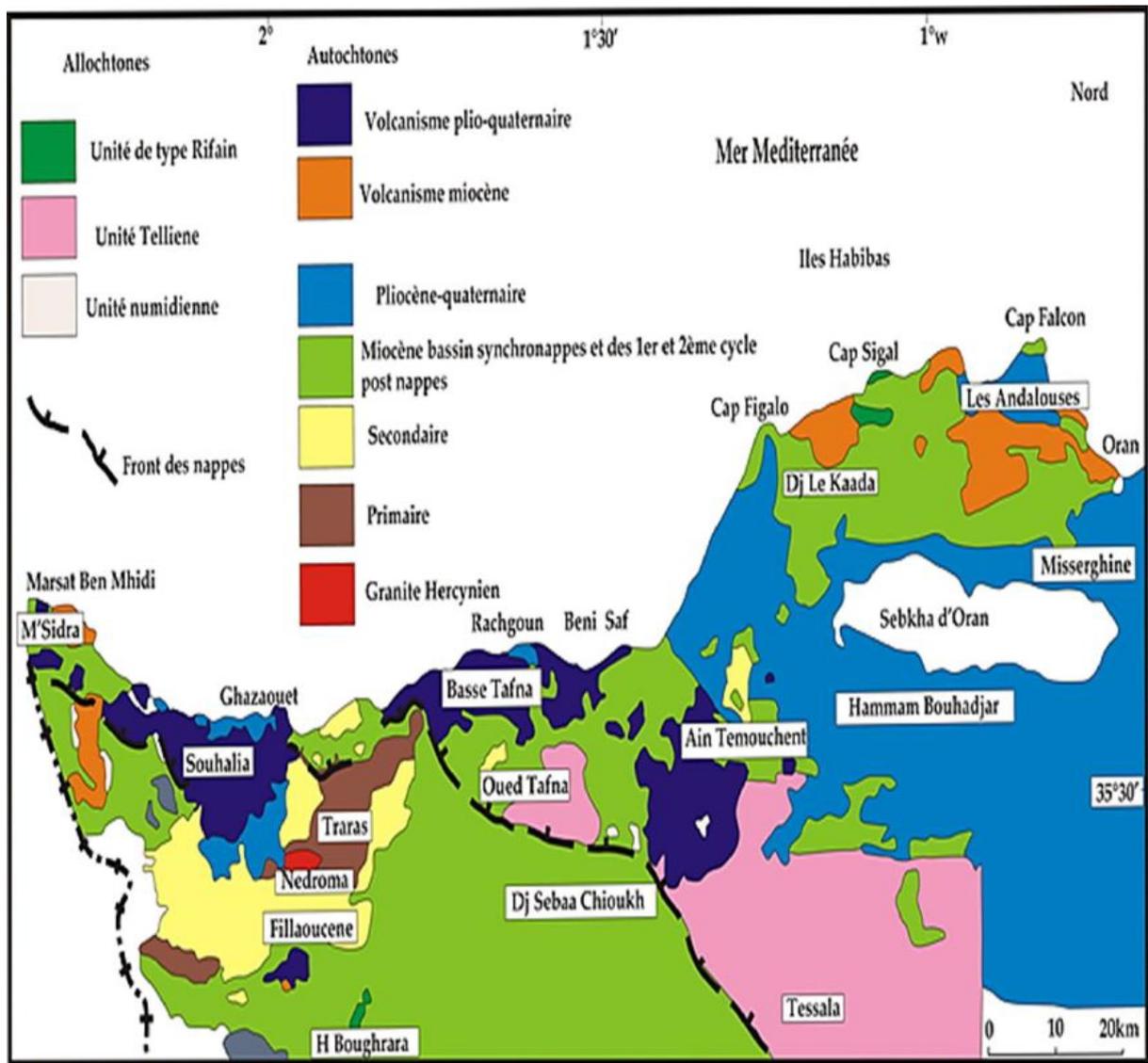


Fig2 : Contexte géologique de l'Oranie nord occidentale (in Bendoukha, 2008)

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 (**Fig3**).

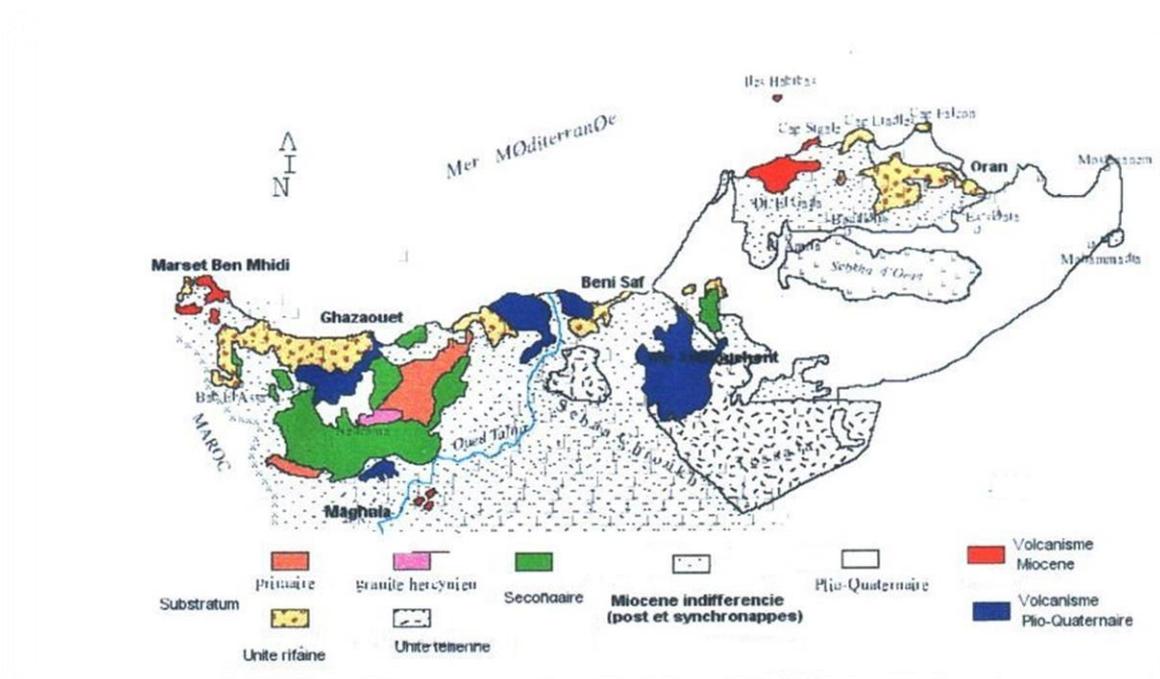


Fig 3 : Contexte géologique de l'Oranie nord occidentale (in Megartsi, 1985).

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. zone tellienne

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

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

- **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. 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 synchro nappe.

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

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

- Formation marine (marne bleue) des monts de Sebaa Chioukh.

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

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

Au-dessus de ces séries, trois cycles sédimentaires sont individualisés.

Cycle Miocène terminal pendant lequel deux bassins se sont individualisés.

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

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

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

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 XIXème 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 1927), dans plusieurs de ses ouvrages, a apporté des précisions sur la minéralogie et la chimie des laves de la région. De nombreux échantillons, remis par Velain et Gentil, ont été cités dans ses publications sur « la minéralogie de la France et de ses colonies » et sur « les enclaves des roches volcaniques ». Il fut le premier à qualifier les produits effusifs d'Aïn-Témouchent de basanitoïdes à analcime précisant ainsi, par la pétrographie, le caractère sous-saturé et alcalin de ce secteur.

Gentil (1903) présente une étude sommaire de quelques laves et rattache celles du plateau de Tadmaya à un basalte à olivine. D'autre part, il indique la présence de sanidine 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'Aïn 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-Temouchent.

Sadran (1958) a focalisé ses travaux sur le volcanisme récent de l'Oranie et publie une thèse comportant une cartographie schématique des différents centres d'émission et des produits émis. Il donne une chronologie relative du volcanisme et précise la nature pétrographique des différentes coulées. Entre outre, il signale également la présence d'enclaves de natures pétrographiques variées et montre que le substratum gréseux des coulées de la Basse Tafna est constitué de sable à hélix d'âge Miocène supérieur, probablement "le Messinien". Enfin, il publie des résultats d'analyses chimiques et relie la tectonique avec le volcanisme.

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

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

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

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

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

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

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

Abbad (1993) présente une étude volcanologique de la partie septentrionale du massif éruptif de la Souhalia. Il met en évidence une série alcaline sodique pour les laves de Souhalia et un seul épisode volcanique majeur de type strombolien.

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

Louni-Hacini et al (1995) proposent de nouvelles datations radiométriques (^{40}K - ^{40}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 de la lithosphère subductée en se référant aux travaux de Carminatti et al. (1998) qui ont abouti à une image du manteau sous-oranais jusqu'à une profondeur de 400Km.

Zerka (2004) présente les premières approches concernant l'étude détaillée des enclaves ultrabasiqes associées aux produits éruptifs d'Aïn Temouchent et de la Basse Tafna. Il conclut une origine mantellique pour certaines d'entre elles et montre que les hétérogénéités minéralogiques et texturales observées dans les enclaves mantelliques d'Oranie sont le résultat de cisaillements lithosphériques en contexte d'intensif accompagnant d'importants processus métasomatiques.

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

I.5. but du travail :

Les principaux objectifs de notre travail ont été :

- De mettre en évidence l'étendue des produits pyroclastique des deux massifs.
- De décrire l'ensemble de ces produits
- De présenter les analyses séquentielles adéquates a ces produits afin de comprendre et d'apprécier le déroulement des éruptions phreatomagmatique.
- De mettre en évidence la minéralogie susceptible d'être rejetée par les centres démission ayant contribué au dépôt phreatomagmatique.
- De mettre évidence l'influence du phreatomagmatisme sur l'environnement.
- De mettre en évidence la relation entre le volcanisme et la sismicité
- De préciser la fracturation et ayant contribué à la remontée de basaltes



CHAPITRE II : volcanologie

II.1. Introduction :

La Basse Tafna a connu un volcanisme mio-Plio quaternaire qui au cours de son activité l'installation d'un certain nombre de volcans qui ont gardé leur forme originelle. Ces centres d'émission sont repartis dans les deux rives de l'oued Tafna



Fig 4: volcan El Gloub de forme conique rive gauche l'oued Tafna (in Bendoukha)

II.2. Le massif volcanique de la Basse Tafna :

La cartographie ainsi que l'étude géologique du massif éruptif de la Basse Tafna ont mis en évidence 23 centres d'émission. La plupart ont gradé leur forme originelle de dôme, de cône scoriacé ou de maar (Fig 5)

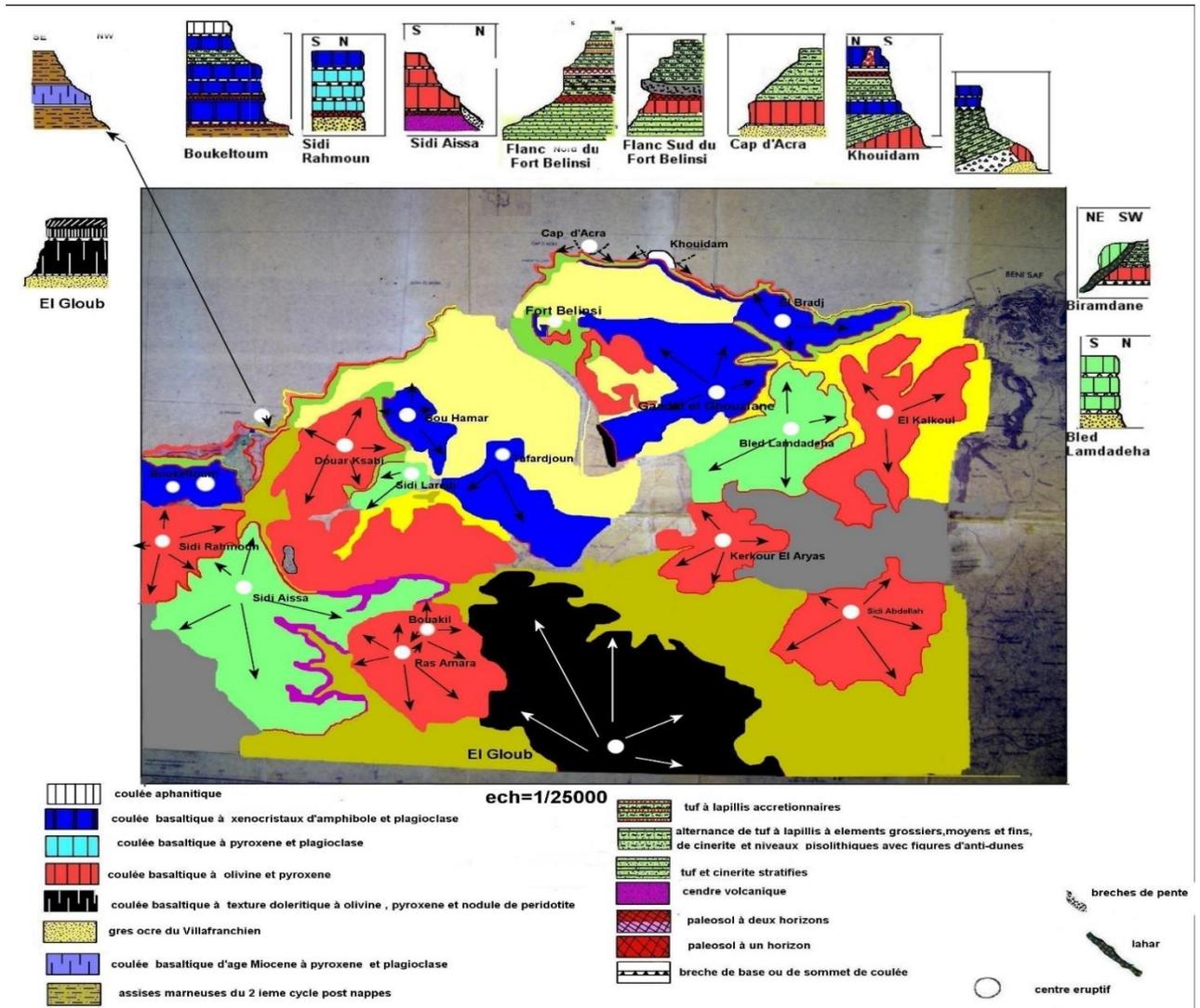


Fig 5 : Répartition géographique des centres d'émission de la Basse Tafna (in Bendoukha)

1 - LES VOLCANS DE LA RIVE GAUCHE DE LA TAFNA :

12 appareils volcaniques sont identifiés dans la rive gauche de la Basse Tafna (**Fig 5**) Un seul volcan situé en mer au nord-est du centre d'émission de Boukeltoum et dont le cratère serait situé en mer (**Fig5**) 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 Aïssa ont établi celui de Souk Etnine.

1-1 le volcan d'El Gloub (155 m) :

Le volcan d'El Gloub, situé au sud du massif (**Fig 5**), 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 35 cm de large et de 20 à 30 m de haut. Ceux de la coulée supérieure sont moins larges et changent très progressivement d'inclinaison, depuis la verticale, jusqu'à une position horizontal 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, renferment de nombreux phénocristaux d'olivine et de plagioclase de taille moyenne comprise entre 1 et 2,5 cm de long. La coulée supérieure renferme la même minéralogie, mais de taille plus petite.

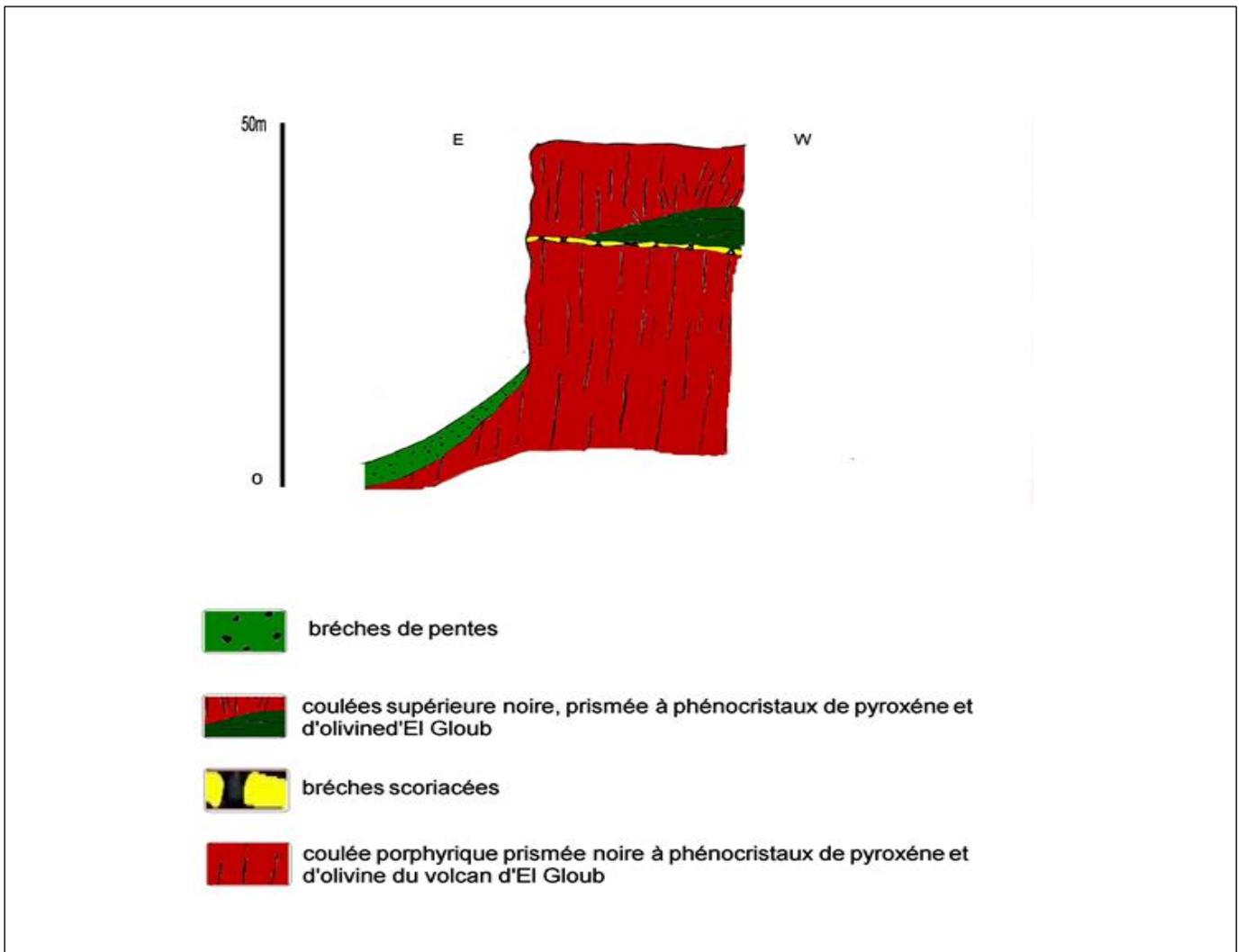


Fig 6 : Coupe de la Vallée de Tadmaya

1-2 Le volcan de Ras Amara (264m) :

Le centre éruptif de Ras Amara, situé à environ 3 km au Nord-Est d'El Gloub (Fig 5) 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 100 m d'épaisseur et qui se sont épanchées de façon centrifuge sur une faible distance. Elles ont une couleur gris-noire et renferment des phénocristaux de pyroxène, plagioclase et olivine altérée. Vers le Sud, a coulée inférieure de RasAmara repose (x = 639,5, y = 223,5) sur la coulée supérieure noire du volcan d'El Gloub (Fig 6) Ces deux laves sont séparées par un mince niveau plus ou moins argileux de couleur rouge brique, renfermant des fragments de lave noire à grise, peu vésiculées et de scorie de taille millimétrique.

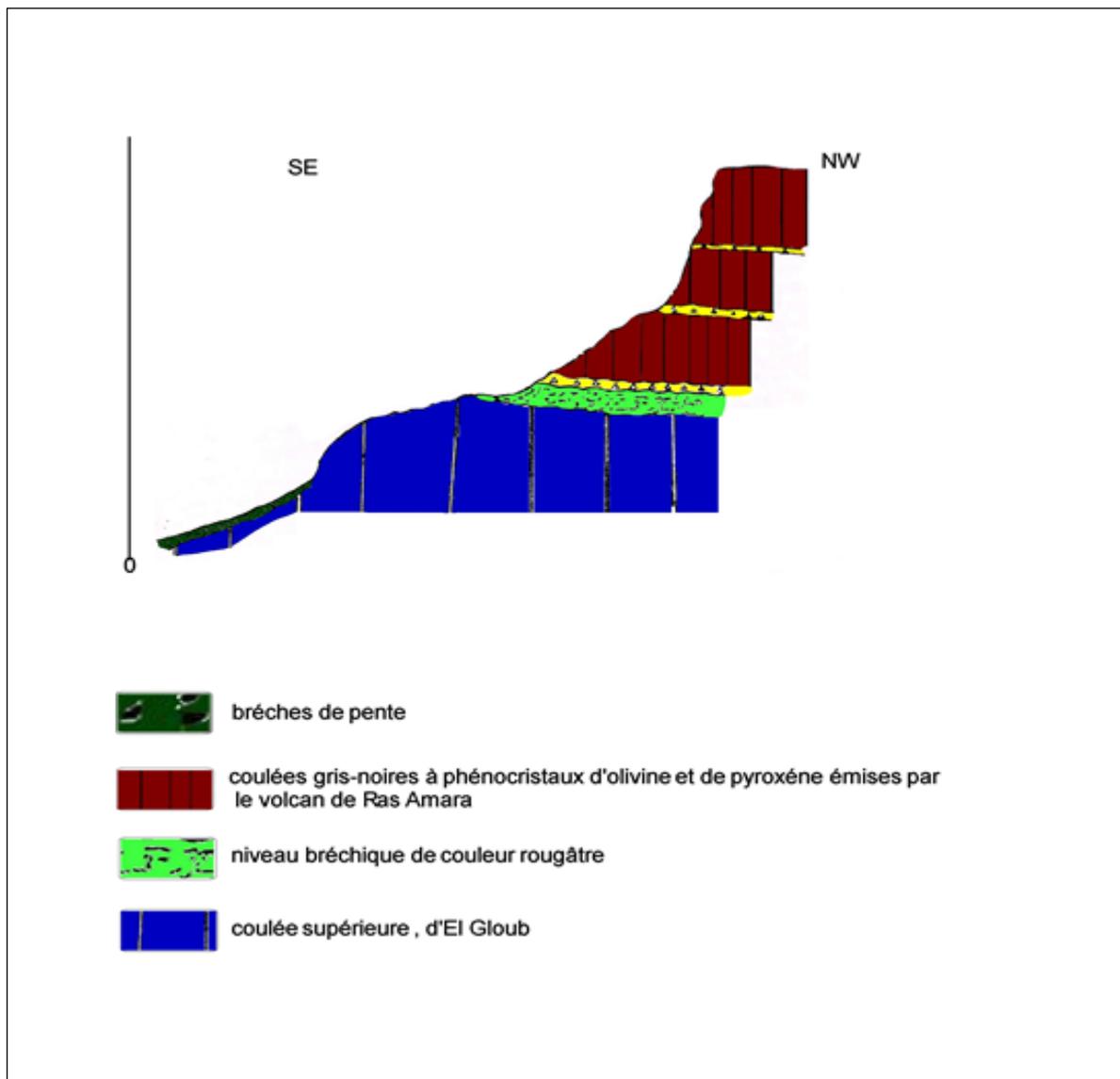
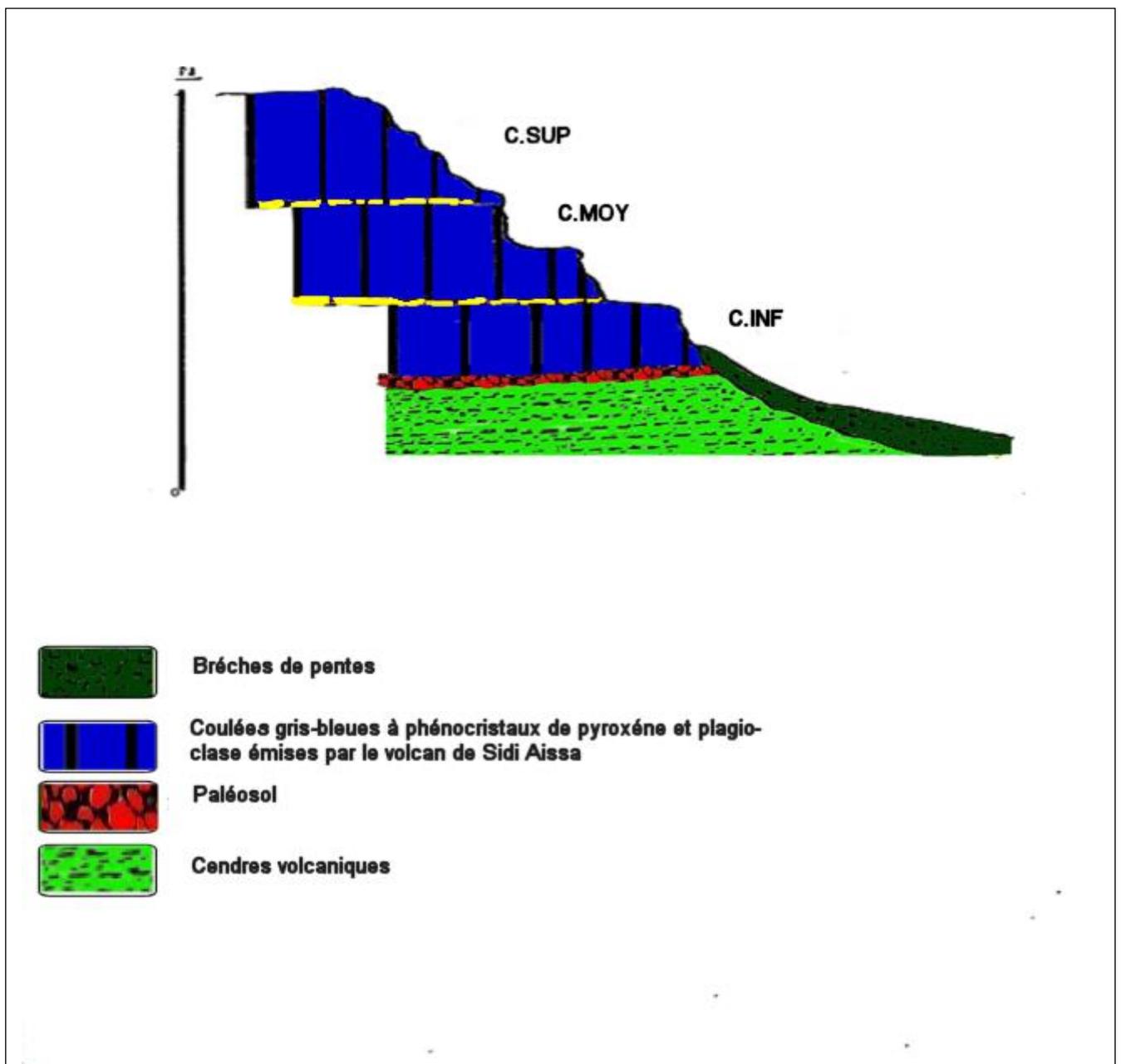


Fig 7 : Coupe du versant Sud du Volcan de Ras Amara

1.3. Le volcan de Sidi Aïssa (403m) :

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

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



1.4 Le volcan de sidi Rahmoun (347 m) :

Le centre éruptif de Sidi Rahmoun, situé à l'Ouest du massif(**Fig 5**), 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.

1.5 Le volcan de Douar Ksabi (282 m) :

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

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

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 béchique, stratifié de couleur gris-verdâtre, contenant des scories brunes et de cendres volcaniques.
- Une formation volcano-sédimentaire venue du volcan du Fort Belinsi, 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.

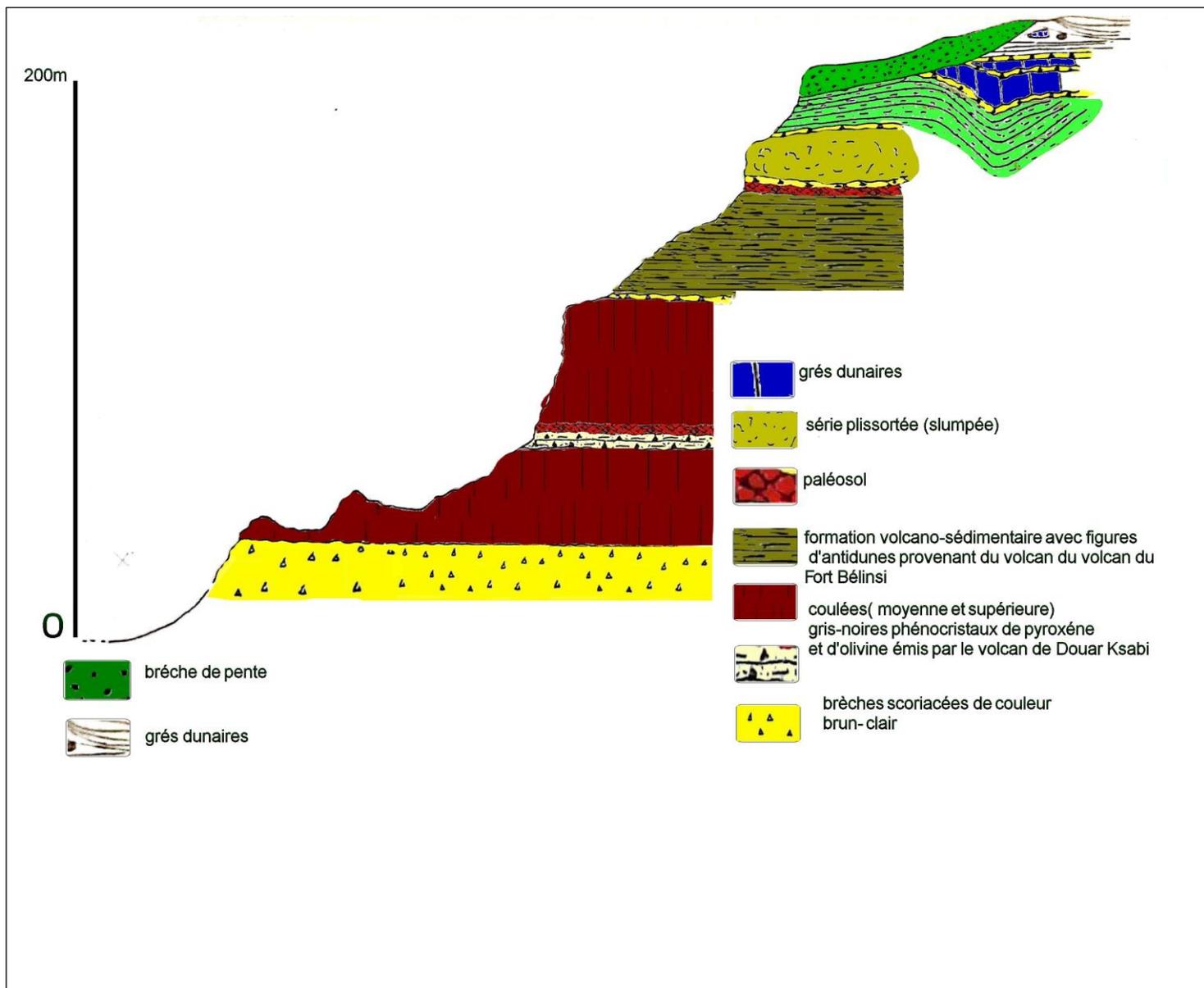


Fig 10 : Coupe Del Fachkar

1-6 Le volcan de Tafardjoun (152 m) :

Le centre éruptif de Tafardjoun est situé à 2 Km au Nord-Est de l'appareil de Ras Amara. Le cône est démantelé en grande partie sur le flanc Ouest mettant à jour une cheminée. Du sable dunaire brun le recouvre dans le quadrant Nord. Cet appareil a d'abord émis une grande quantité de cendres volcaniques gris-clair et de tufs à lapillis beige-verdâtre dessinant des lits réguliers. Ces produits pyroclastiques renferment de nombreux fragments d'amphibole de taille allant de 1 à 3 cm de long, des enclaves de roches sédimentaires (calcaire de couleur jaune-clair) et des galets arrachées au substratum. 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.

1-7 Le volcan de Douar Bouhamar (146 m) :

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.

1-8 Le volcan de Sidi Laredj (191 m) :

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 50 cm d'épaisseur, lui-même surmontant une formation volcano-sédimentaire constitué de tufs à lapillis bien stratifié.

1-9 Le volcan de Bouakil (282 m) :

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

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

1-10 Le volcan de Boukeltoum :

Le volcan de Boukeltoum (**Fig 5**), 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 25 cm) de diamètre de pyroxène ou d'amphibole jonchent le sol. Les produits éruptifs de Boukeltoum, reposent sur le matériel volcanique du centre de Sidi Rahmoun.

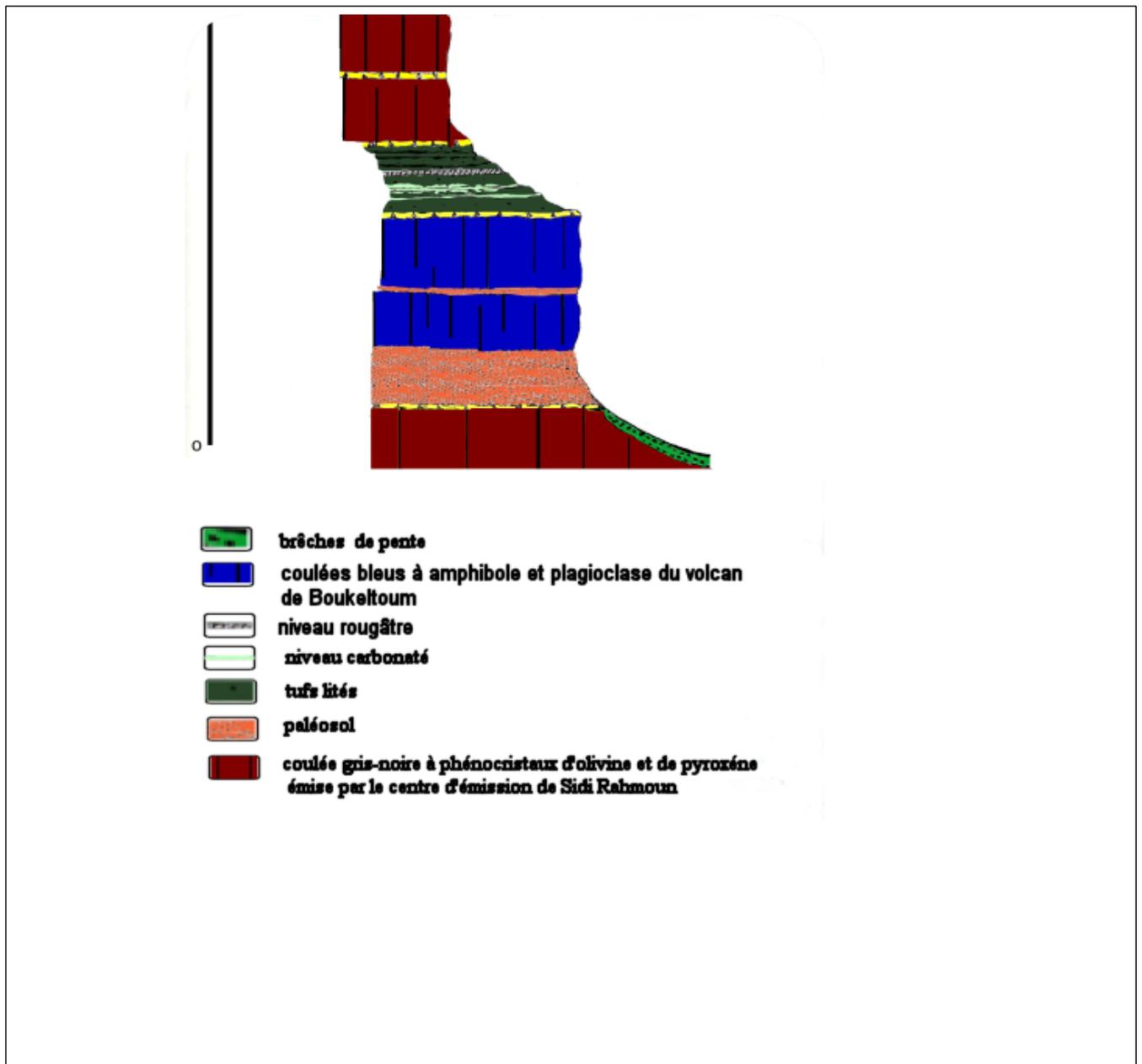


Fig 11 : Coupe de Stah Zenzila

2. 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.

2-1 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^{ème} cycle post-nappes.

Le volcan de Kerkour El Aryas (**Fig 5**), qui est distinct du petit centre éruptif précédent, atteint une altitude de 222 m 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^{ème} cycle post-nappes

2-2 Le volcan de Gaâdat El Ghouzlane (232 m)

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

Les trois coulées rattachées à cet appareil se sont épanchées, en grande quantité vers le nord. Elles ont une couleur bleue et une structure en dalles de taille comprise entre 30 cm et 1 mètre d'épaisseur. La coulée inférieure montre de gros cristaux d'amphibole de taille moyenne (2-5 cm) et de plagioclase de 1 à 2 cm de long

Au nord-ouest de ce volcan, 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.

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



Fig 12 : Coulée de Gaâdat el Ghouzlane (in Bendoukha)

2-3 Le volcan de Bled Lamdadeha (261 m) :

Le volcan de Bled Lamdadeha (Fig 5), de forme conique, a rejeté 3 coulées de couleur gris-clair, présentant le faciès "taches de soleil". Ces laves plus ou moins vésiculées refferment des cristaux de pyroxène dont la taille est comprise entre 1 et 2 cm 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

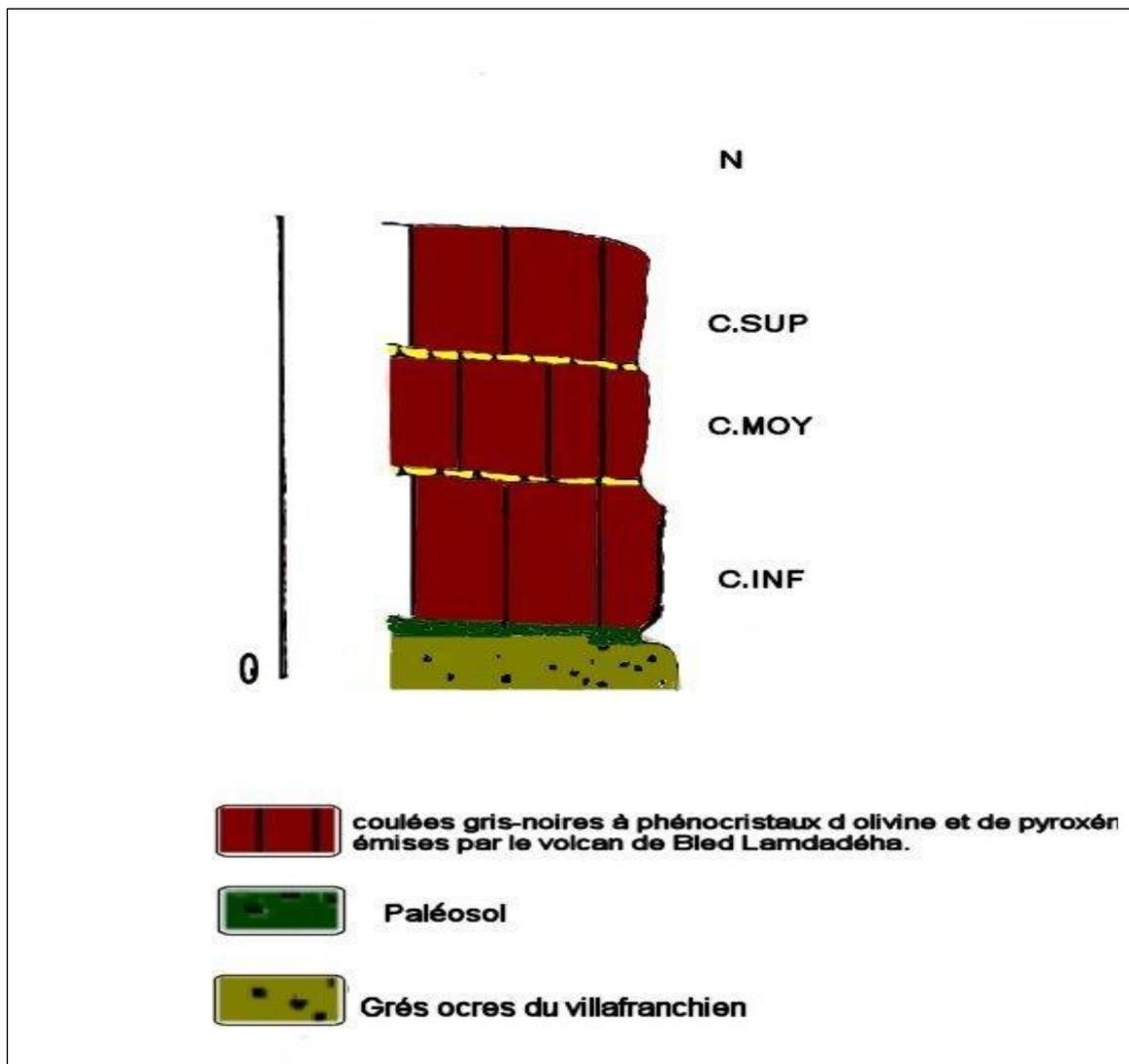


Fig 13 : Coupe du versant ouest du volcan de Bled Lamdadeha

2-4 le volcan de Sidi Abdallah (265 m) :

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

2-5 Le volcan d'El Bradj (172 m) :

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

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

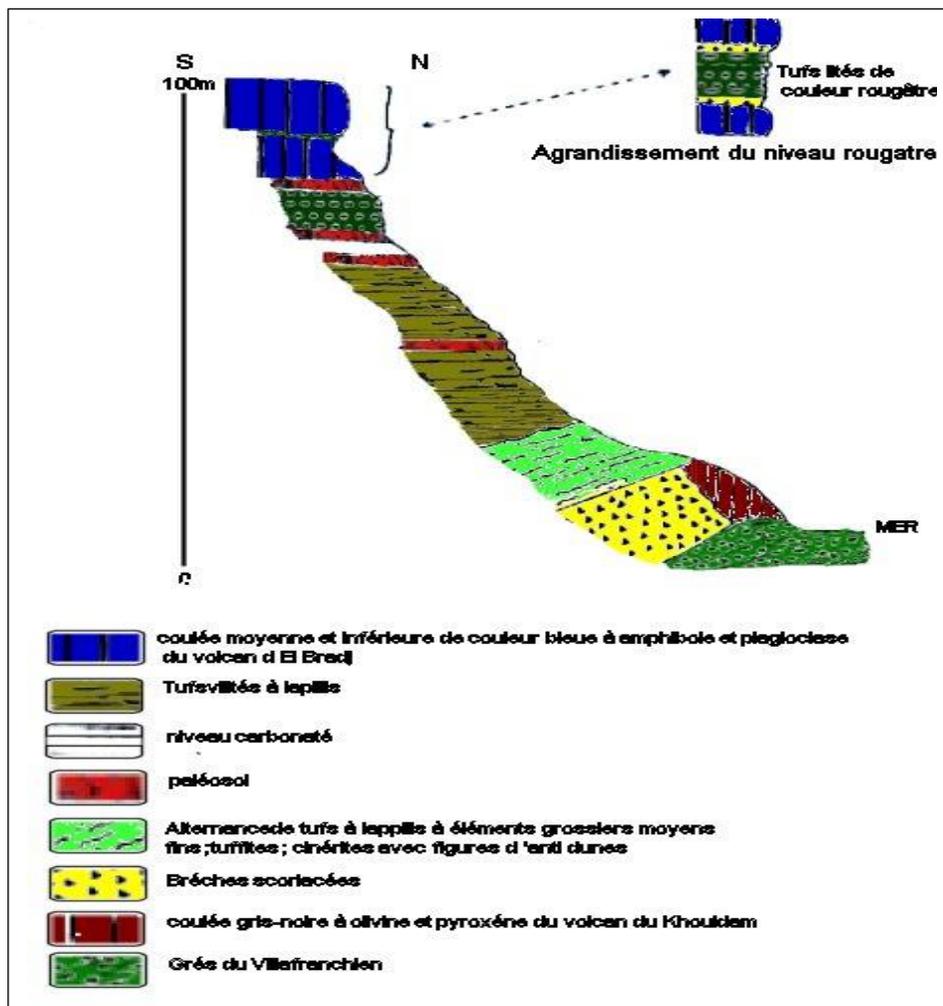


Fig 14 : Coupe du flanc nord du volcan Del Bradj

2-6 Le volcan de Biramdane (100m)

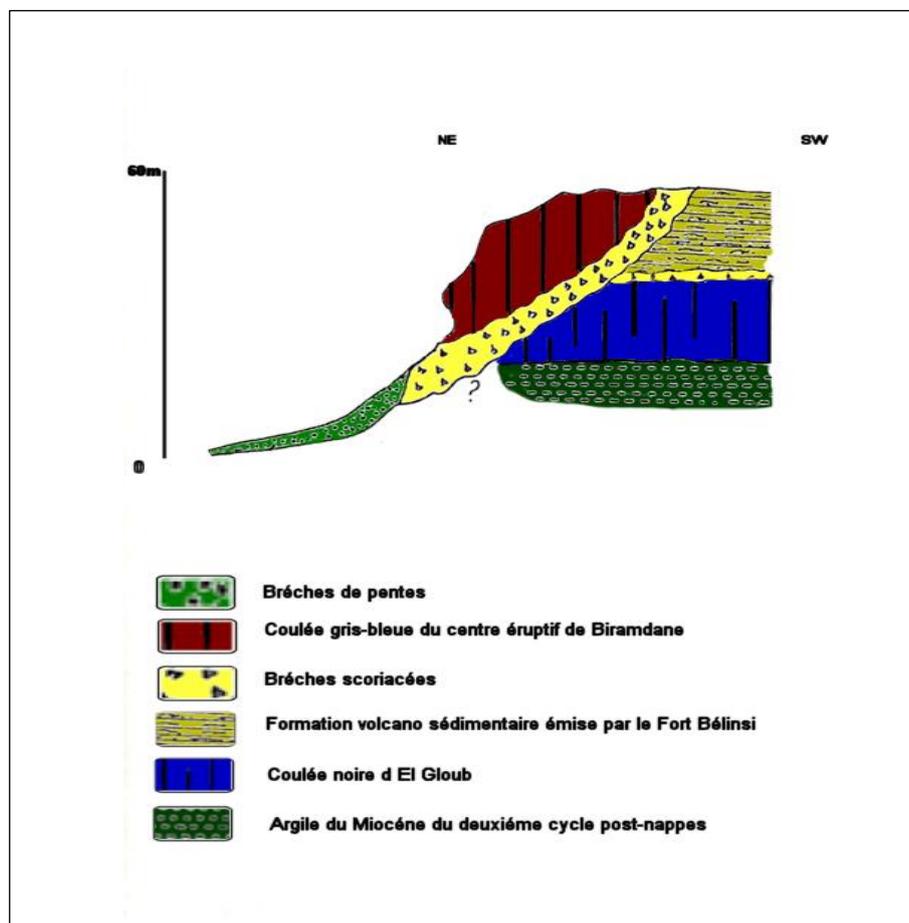
L'appareil volcanique de Biramdane, a été démantelé par l'érosion. Au cœur de la structure, des scories brunes de taille variable et bombes scoriacées en forme d'amygdale de taille décimétrique, de couleur gris-noirâtre indiquant sa présence.

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 béchique de 6 m d'épaisseur qui recouvre d'une part une formation volcano-sédimentaire de couleur jaune-verdâtre émise par le volcan le Fort Belinsi, 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^{ème} cycle post-nappes.



2-7 le volcan de Khoudam (100m) :

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

Une coulée noire massive, de 50 m d'épaisseur et affectée de filon de calcite sub orthogonaux, a été rejetée par cet appareil

La lave renferme des phénocristaux de pyroxène, de plagioclase ainsi que quelques nodules de péridotite altérée de 3 cm 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 .

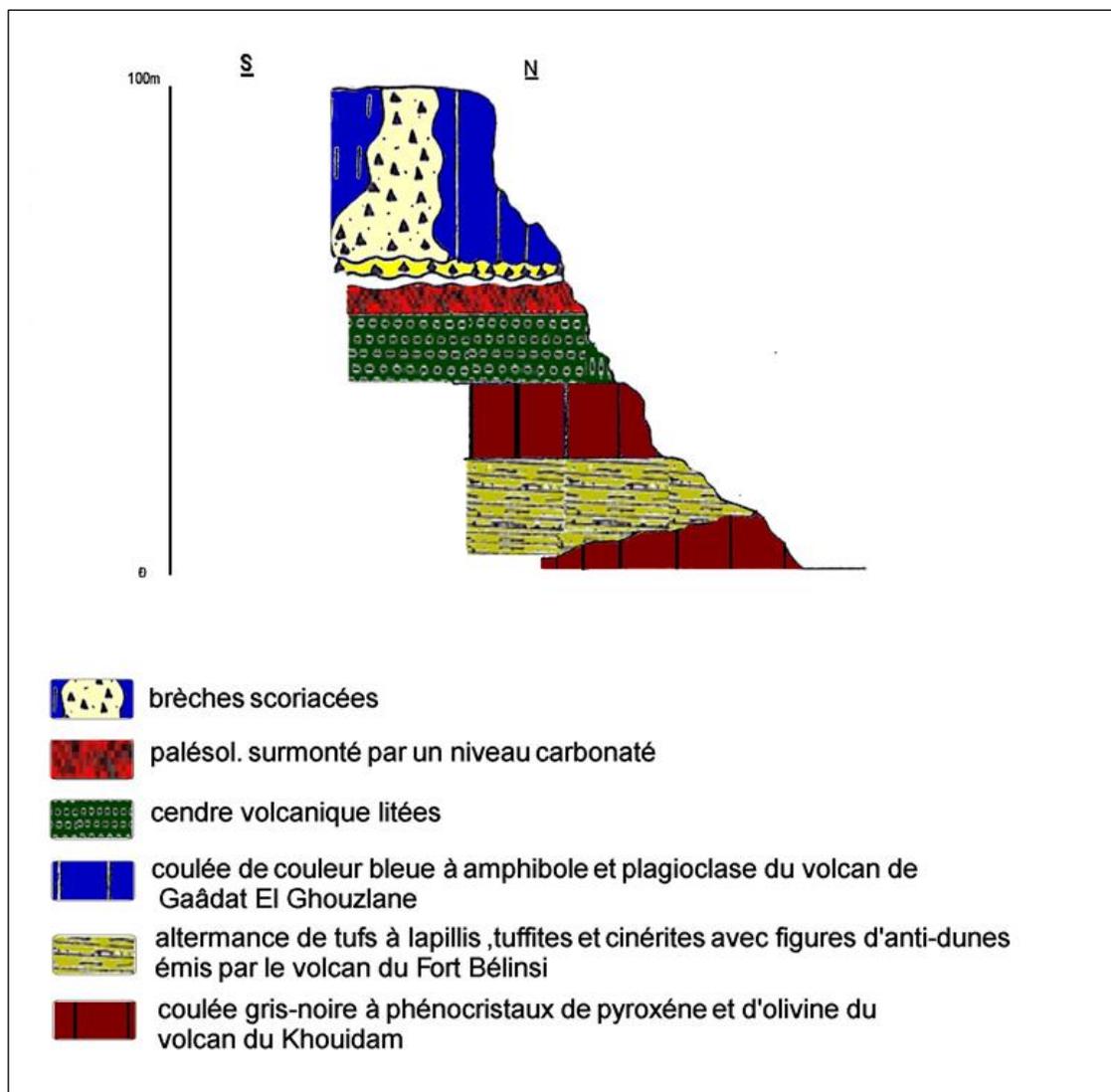


Fig 16 : Coupe du Khoudam Ouest

2-8 le volcan du cap d'accra (100 m) :

L'appareil volcanique du Cap d'Acra (**Fig 5**), 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 Gaïd (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 5 cm de diamètre) et des nodules de péridotite altérée dont la taille varie entre 2 et 5 cm de diamètre.

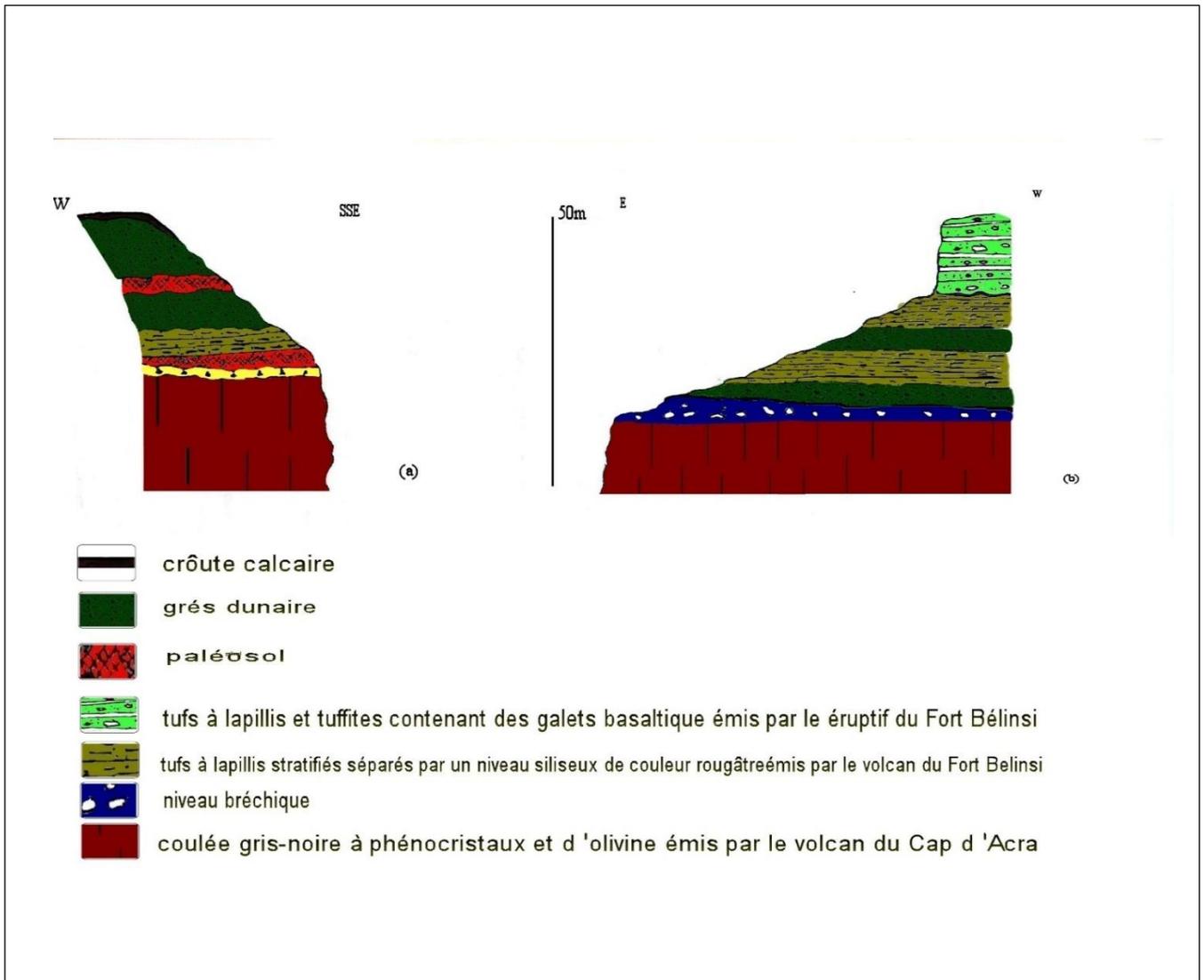


Fig 17 : a et b coupes du Cap d'Acra

2-9 Le volcan le Fort Belinsi :

Le centre d'émission du Fort Belinsi (**Fig 5**), situé à 1 Km au Sud du village de Rachgoun, présente un cratère de 250 m de diamètre qui occupe la vallée qui sépare le Djebel Lakhmag du Fort Belinsi.

Deux coupes effectuées sur les flancs Nord et Sud de cet appareil permettent de mieux apprécier la formation volcano-sédimentaire. La coupe du flanc Nord du centre éruptif du Fort Belinsi 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 (3-4 m 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 accrétionnaires brun rougeâtre de 30 cm d'épaisseur.

Ces alternances présentent des figures d'anti-dunes.

- Un paléosol à deux horizons (brun et beige) de 2 m 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.

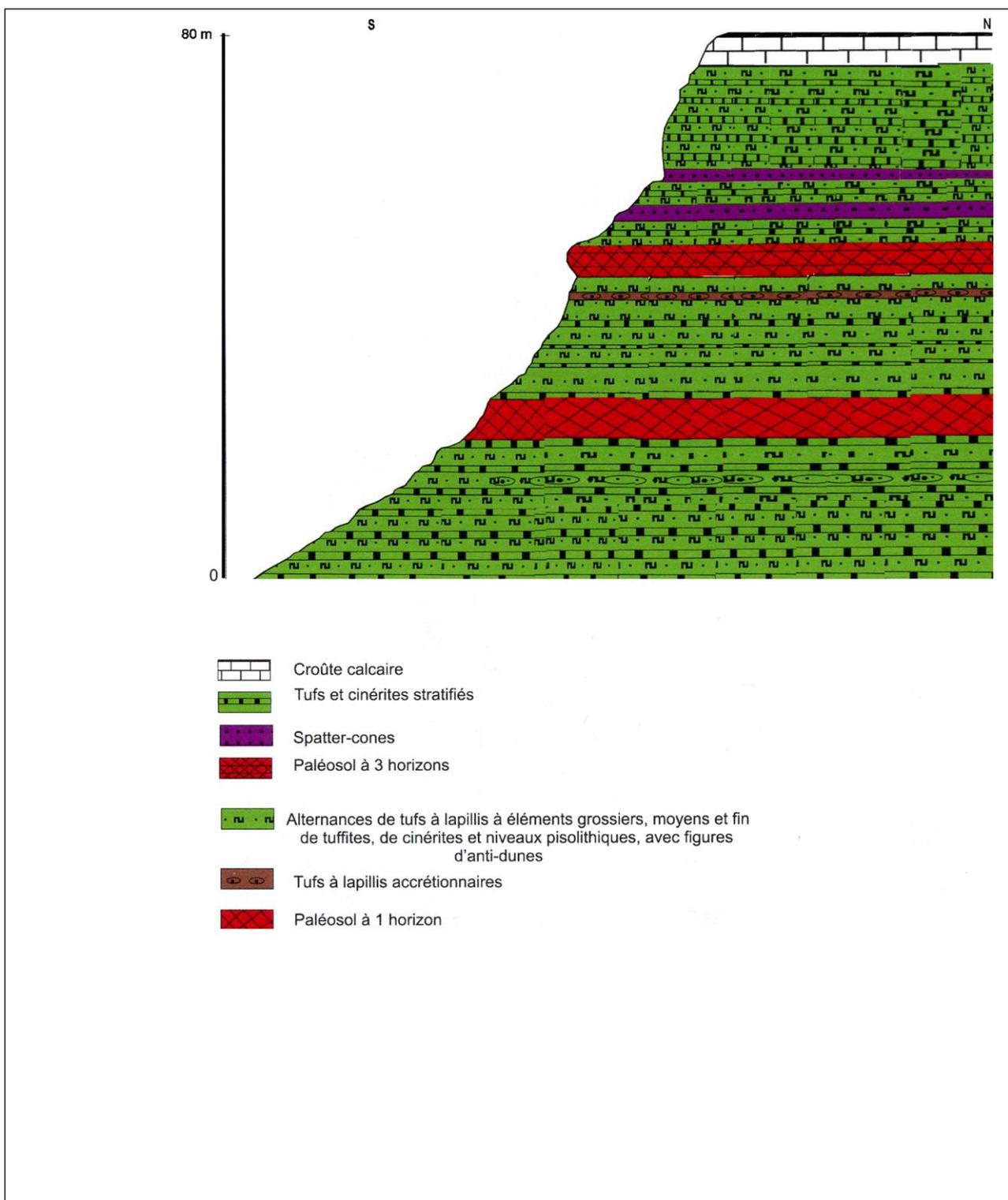


Fig 18 : Coupe du flanc Nord du volcan Fort Belinsi

I. Conclusion :

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

Tableau 1 : Tableau récapitulatif des principaux résultats obtenus dans le massif de la Basse Tafna (in Bendoukha)



CHAPITRE III : Pétrographie

III.1 Introduction :

Étude pétrographie l'ensemble des roches volcaniques de la basse Tafna a montré la cristallisation des phases minérale en forme de phénocristaux et microcristaux d'olivine cpx plagioclase.

Nous allons passer successivement leur l'impertinence dans les coulées auxquelles sont rattachée

- a) coulées à olivine : sont rejeter dans la rive droit par les volcans de coulées inferieur sont riche on phénocristaux d'olivine qui a parait soit fraiche (vert)

III .2 Pétrographie des laves de la Basse Tafna :

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

- **Le groupe B1**

Les produits basaltiques du groupe pétrographique B1 sont représentés par une seule coulée attribuée au Miocène (Bendoukha et al. 2008). La lave est primée et montre à la patine une couleur grisâtre.

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

- **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,

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 3 mm de long, sont automorphes, limpides et souvent affectées de craquelures. Certains individus contiennent de petites inclusions sub-carrées d'opaques. Les bordures des phénocristaux sont généralement iddingsitisées.

Les plagioclases, 1 et 3 mm 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 2 mm 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.

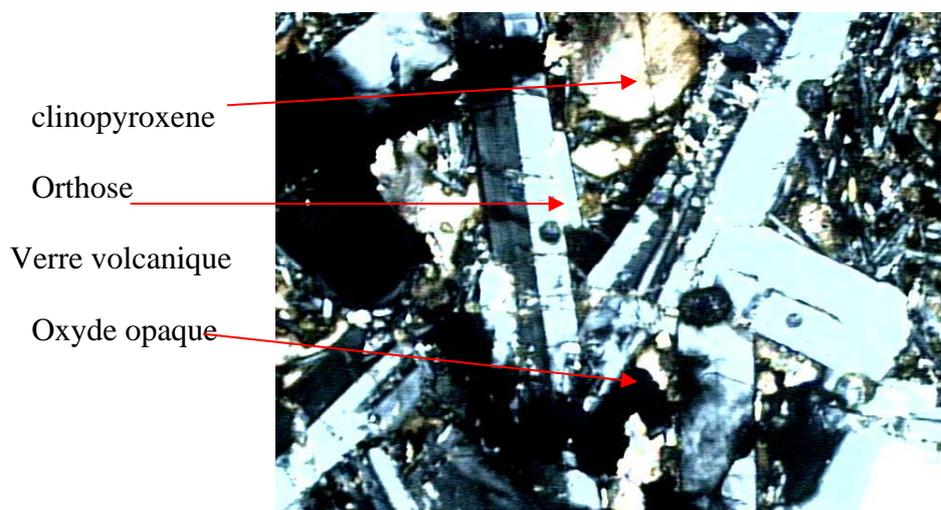


Fig 19 : Coulée inférieure du groupe B1 (in Bendoukha)

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 (**Fig 20**)

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

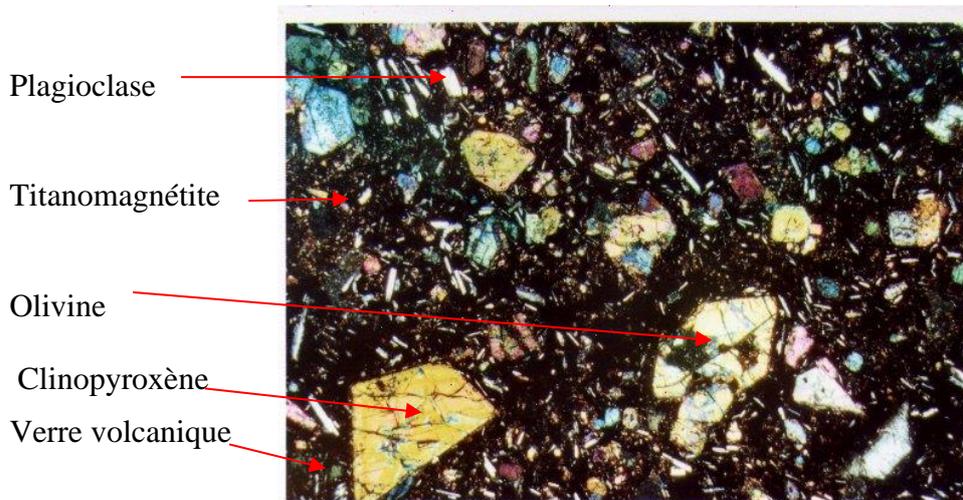


Fig 20 : Coulée supérieure du groupe B2 (in Bendoukha)

- **Le groupe B3**

Ce groupe pétrographique peut comprendre jusqu'à trois coulées provenant de plusieurs centres volcaniques tels ceux du Cap d'Acra du Fort Belinsi, du Khoudam, de Kerkour El Aryas, 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 taches de couleur rouille de 1 à 2 mm de diamètre.

Dans les coulées du volcan de Bled Lamdadeha, 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 clinopyroxènes (15%) baignent dans une mésostase (75%) composée des mêmes minéraux (**Fig 21**)

L'olivine, de 0,5 mm de long en moyenne, est automorphe à subautomorphe. Son cœur est limpide et contient parfois quelques inclusions de spinelle ou de titanomagnétite. 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 clinopyroxènes 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'opacités 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.

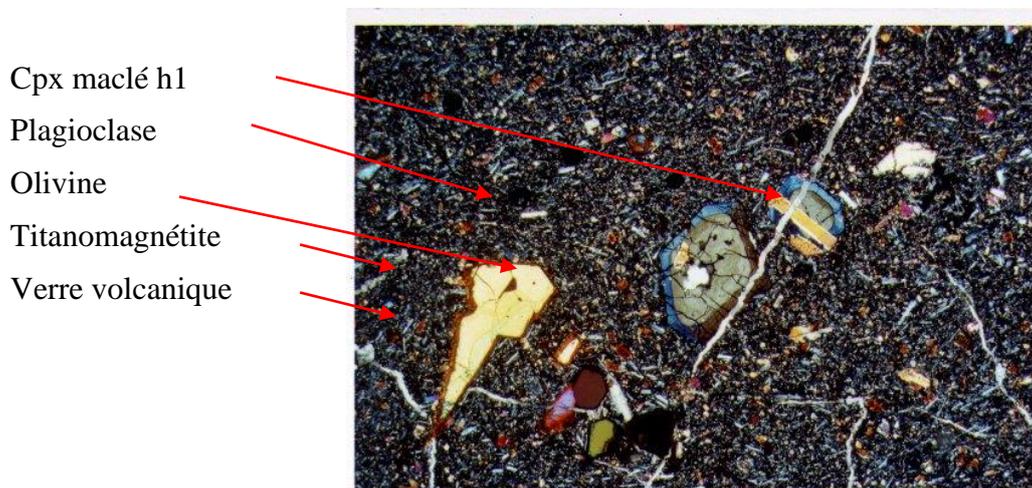


Fig 21 : Coulée inférieure du groupe B3 (in Bendoukha)

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 Belinsi et de Sidi Rahmoun, nous avons pu distinguer des microcristaux automorphes de néphéline (2%) (**Fig 22**) Les microlites de clinopyroxènes (15%), d'olivine (5 à 10%), de plagioclase (25%) et d'opagues (20%) constituent, avec du verre volcanique, le reste de la roche des coulées inférieures de ce groupe pétrographique.

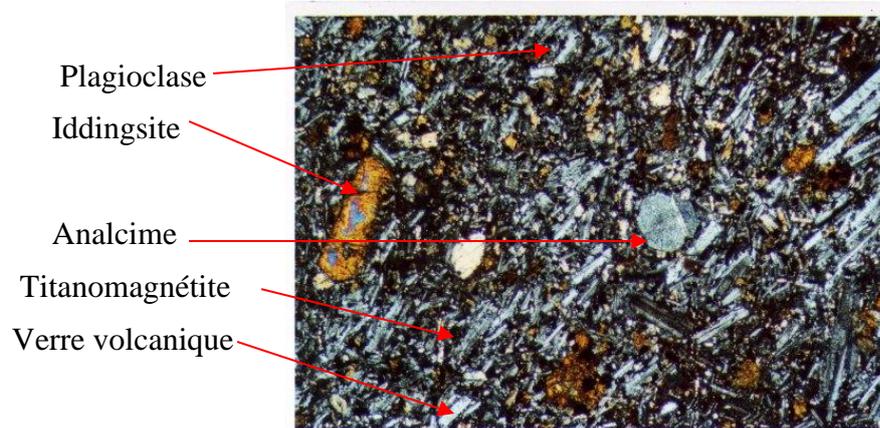


Fig 22 : Coulée inférieure à analcime du groupe B3 (in Bendoukha)

La coulée moyenne du groupe B3 renferme près de 20% de phénocristaux représentés par l'olivine (5 à 8%), le clinopyroxènes (10 à 15%) et le plagioclase (2%) (**Fig 23**). La mésostase représente 80% du volume total de la roche et comprend des microlites de même nature minéralogique que les phénocristaux ainsi que des opaques. Un verre incolore à gris sombre lie l'ensemble de ces phases minérales.

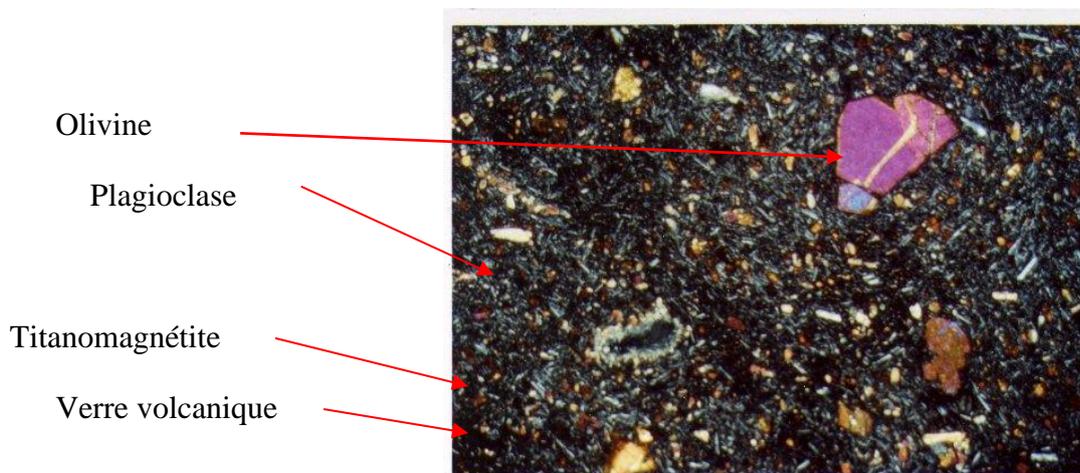


Fig 23 : Coulée moyenne du groupe B3 (in Bendoukha)

La coulée supérieure du groupe B3 est microlitique porphyrique et comprend environ 10 % de phénocristaux dont 5% d'olivine et 5% de clinopyroxènes. La mésostase est très dominante dans la roche et est également constituée de microlites d'olivine et de clinopyroxènes associés à des microlites de plagioclase ainsi qu'une grande abondance de grains d'opacités. Le reste de la lave est occupé par un verre volcanique de couleur gris sombre.

1. Les produits du groupe B4

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

A) Analyse séquentielle :

La coupe levée le long du flanc Sud du centre d'émission du Fort Belinsi, révèle deux méga séquences.

La méga séquence 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 cinétique ondulé ;
- un banc bien stratifié (30 cm) composé de tufs gris vert à granulométrie moyenne et fine, se terminant par une figure de teepee indiquant une émergence ;
- une alternance de niveaux de tufs grossiers et fins atteignant 1 m 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 2 cm de diamètre) et de tufs à grains moyens (0,5-0,8 cm). Sa partie sommitale présente des figures de teepee ;
- un horizon, de 110 cm 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 3 cm de diamètre) et de fragments de basalte gris noir légèrement aplatis. Les niveaux à éléments de taille moyenne (0,5 cm) 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 10 cm d'amplitude et de 1 m de longueur d'onde. Ils se terminent par un banc de cinérite ondulée ;

- un niveau (30 cm) 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 2 mm et de quelques scories (1 à 2 cm) ;
- un banc (40 cm), 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 (75 cm 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 (150 cm) 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 accréionnaires lui-même recouvert par un paléosol de 50 cm d'épaisseur.

La méga séquence 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 accréionnaires (1 m) 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 cinéritiques surmontés par un banc calcaire de 40 cm d'épaisseur.

En définitive, l'étude pétrographique, associée à l'analyse séquentielle des dépôts volcano-sédimentaires du volcan du Fort Belinsi, permet de dégager deux mégaséquences 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.

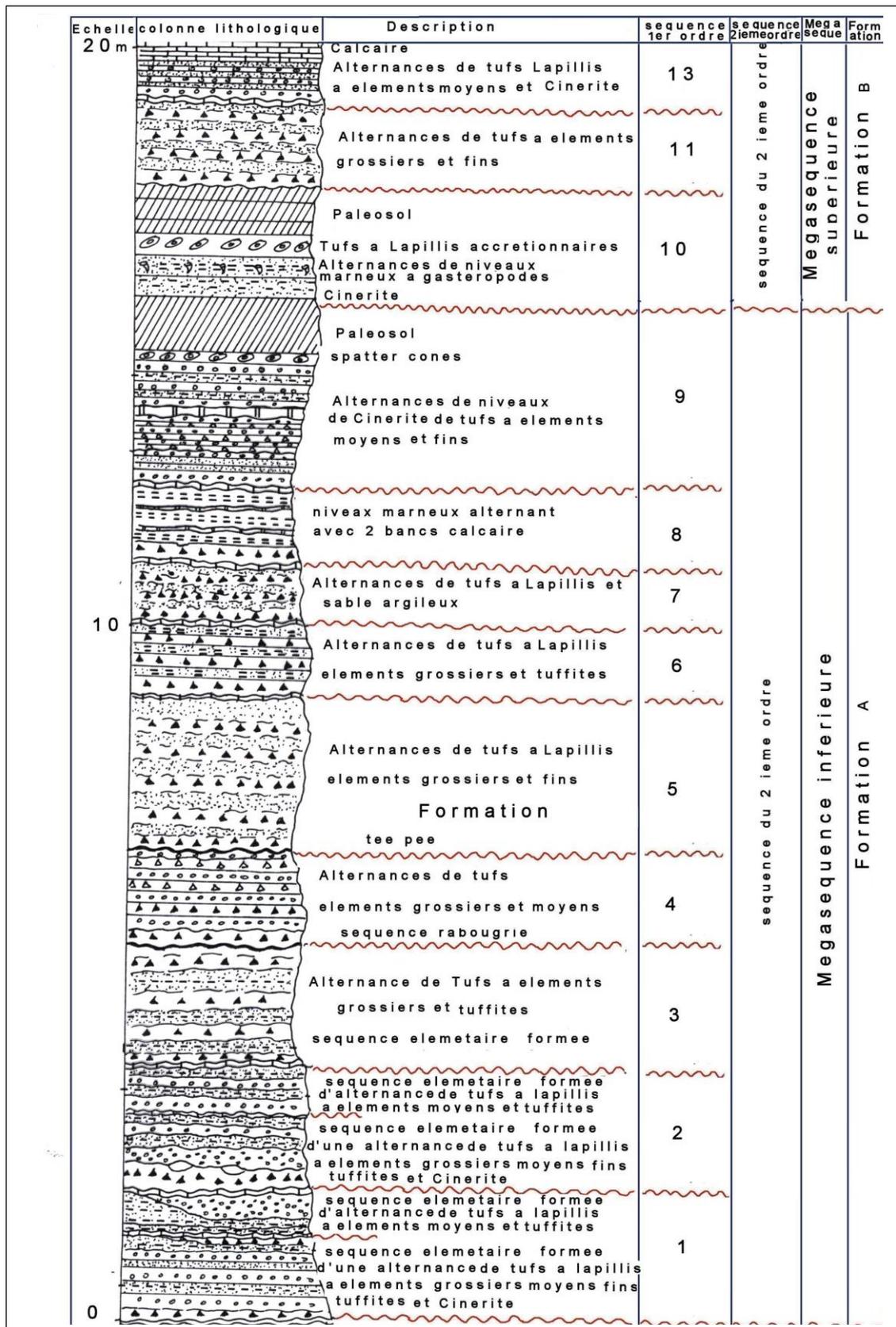


Fig 24 : le log stratigraphique de la formation volcano-sédimentaire du Fort Belinsi

(in Bendoukha)

III. 3 PETROGRAPHIE DES PRODUITS VOLCANO-SEDIMENTAIRES

Afin de mieux comprendre le déroulement des éruptions volcaniques responsables de la mise en place des produits pyroclastiques dans le massif du Maar le Fort Belinsi il nous a été indispensable d'observer ces produits à la loupe binoculaire et au microscope polarisant

A-Observation macroscopique des tufs à lapillis :

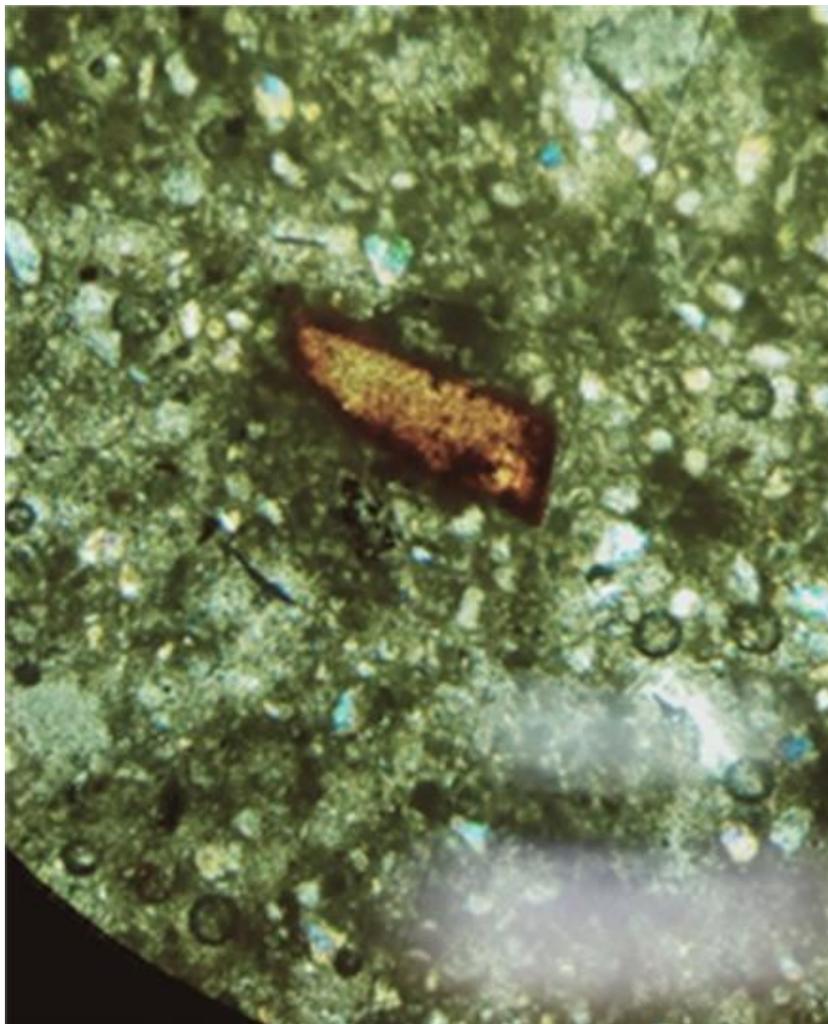


Fig 25 : amphibole (xénocristaux) $\times 5/0.12$

Observation des tufs à lapillis de la Basse Tafna à la loupe binoculaire a peu de mettre en évidence la présence de :

- Fragment de basalte
- Grain de quartz anguleux
- Cendre volcanique
- Scorie noire
- Fragment de calcaire

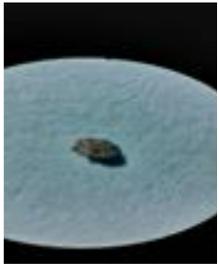
Eléments	Fragment de basalte	Grain de quartz anguleux	Cendre volcanique	Scorie noire	Fragment de calcaire
photos					

Tableau 2 : tableau récapitulatif des principales phases minérales des tufs de la Basse Tafna

1-Etude des tufs a éléments grossiers

Pourcentages des éléments	100µm	80µm	63µm
Photos			

Tableau 3 : Tufs à éléments grossiers

L'observation macroscopique des tufs à éléments grossiers révèle la présence d'une paragenèse minéralogique composée par des éléments volcaniques et non volcaniques arrachés au substratum du massif de la Basse Tafna.

Ces tufs à lapillis à éléments grossiers moyens et fins dessinent sur le terrain un grano classement positif.

La distribution de ces éléments est réalisée après un lavage dans des tamis de différentes mailles (100 Um - 80 Um et 63 Um) (**Tableau 4**).

-Les éléments de quartz sont anguleux ils atteignent 25-30% dans les mailles 100um.leur pourcentage devient élevé dans la maille 80 um. Enfin ils oscillent entre 30 et 35%. Dans la maille 63 um

-les ferromagnésiens (clinopyroxène et olivine) oscillent entre 10 et 20% dans la maille 100 um... Ils chutent jusqu' a 5-10% dans la maille 63 um.

- Les fragments de basaltes atteignent 10% dans les mailles 80 um. Et 63 um. ...

La cendre volcanique qui peut être considérée comme cendre fine et cendre ultra fine (Milesi 1976 et Schmidt 1999) est absente dans l'ensemble des mailles. Cela s'explique par les très violentes éruptions volcaniques de type phreatomagmatique.

En effet, les petits fragments se sont vus élevés très haut par le panache et tombés par la suite loin du maar le Fort Belinsi.

Les fragments de calcaire fluctuent en général entre 35 et 40%. Par contre les fragments de scorie oscillent entre 5 et 30%

Nature des éléments	Pourcentages des éléments		
	100µm	80µm	63µm
Quartz	25 -30	40-45	30-35
Ferromagnésien	10 - 20	10-15	5-10
Cendre volcanique	1 - 5	0	0
Calcaire	35 -45	20-25	35-40
Scorie	5 -25	5-25	5-130
Fragment de basalte	1 -5	5-10	5-30

Tableau 4 : distributions des éléments constituant les tufs à lapillis à éléments grossiers du Fort Belins

2-Etude des tufs a éléments moyen :

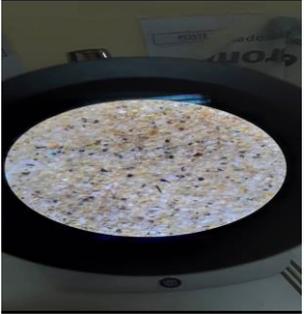
Pourcentages des éléments	100µm	80µm	63µm
Photos			

Tableau 5 : Tufs à éléments moyen

L'observation macroscopique des tufs à éléments moyens révèle la présence d'une paragenèse minéralogique composée par des éléments volcaniques et non volcaniques arrachés au substratum du massif de la Basse Tafna.

Le quartz atteint 35 à 40% dans la maille 63 µm. nous remarquons que les fragments de basalte atteignent 1 %... Cela parait normal car les gros fragments sont retrouvés aux alentours du cratère.

Les ferromagnésiens fluctuent entre entre 5 et 20%.Quant à la cendre volcanique elle absente dans toutes les mailles.

Nature des éléments	Pourcentages des éléments		
	100µm	80µm	63µm
Quartz	5-10	40-45	35-40
Ferromagnésien	5-10	10-15	15-20
Cendre volcanique	0	0	0
Calcaire	15-20	25-30	20-25
Scorie	15-20	5-9	10-14
Fragment de basalte	35-40	0-1	0-1

Tableau 6 : distributions des éléments constituant les tufs à lapillis à éléments moyen du Fort Belinsi

3- Etude des tufs a éléments fins :

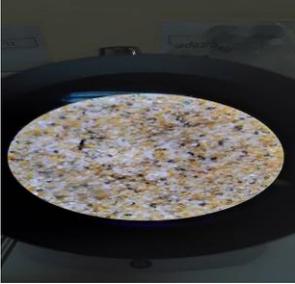
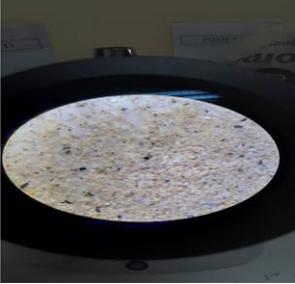
Pourcentages des éléments	100µm	80µm	63µm
Photos			

Tableau 7 : Tufs à éléments fins

L'étude des niveaux de tufs a éléments fins rejetés par le Maar du Fort Belinsi révèle un pourcentage compris entre 20 et 25% pour les scories uniquement dans la maille 100µm et ne sont pas représentés dans les mailles plus fines (80 µm et 63 µm). Les ferromagnésiens atteignent 40% dans la maille 63 µm .les fragments de calcaire ne varie pratiquement pas (5 à 15%).la cendre volcanique est inexistante dans les 3 mailles utilisées.

Nature des éléments	Pourcentages des éléments		
	100µm	80µm	63µm
Quartz	15-20	35-40	20-25
Ferromagnésien	10-15	20-25	35-40
Cendre volcanique	0	0	0
Calcaire	5-10	5-10	10-15
Scorie	20-25	0	0
Fragment de basalte	25-30	20-25	15-20

Tableau 8 : distributions des éléments constituant les tufs à lapillis à éléments fins du Fort Belinsi

Les niveaux des lapillis accréionnaires, de spatter cônes et des niveaux de pisolites sont retrouvées dans le flanc nord du Fort Belinsi. Leur accès a été difficile, néanmoins d'après l'étude détaillée par Bendoukha (1987 et 2008) révèle des pourcentages ne dépassant pas les 25%.

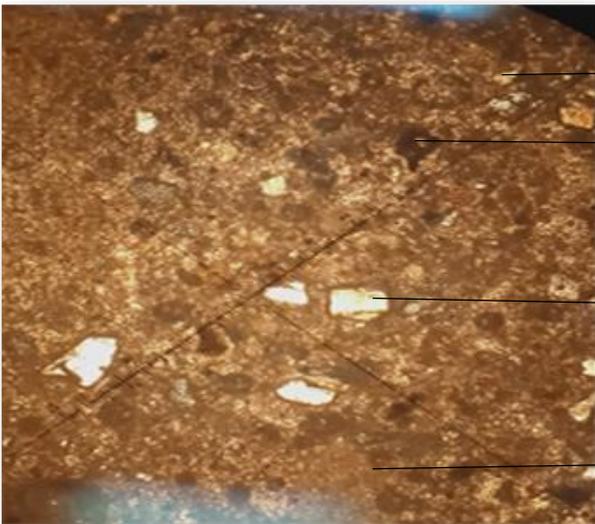
B) Etude microscopique des tufs

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 Belinsi 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 (**Fig 26**)



Grain de Quartz

Fragment de basalte

Olivine

Cendre volcanique

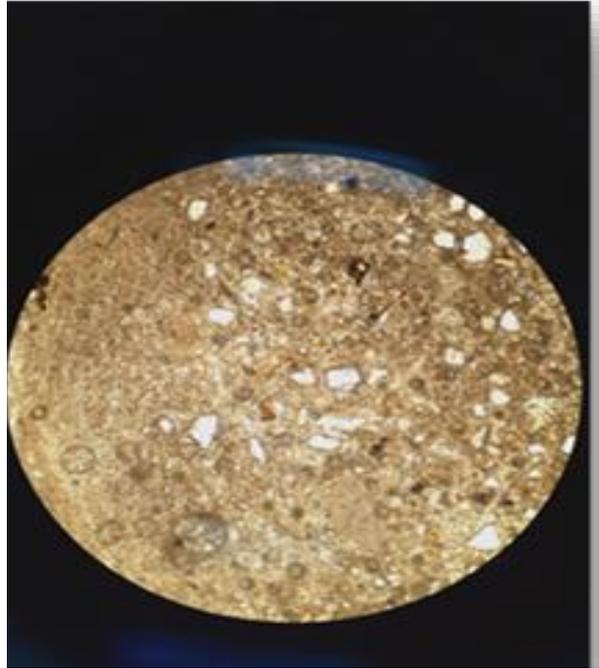


Fig 26 : Tufs à lapillis du Fort Belinsi

- **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 nues 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 clinopyroxènes (1 à 1,5 mm de long) présentent un cœur légèrement coloré en brun-clair et sont automorphes.

Certains individus, en forme de baguettes, sont riches en inclusions d'opaques (**Fig 27**) 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 clinopyroxènes 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.

Iddingsite

Plagioclase

Titanomagnétite

Clinopyroxène épigénisé

Verre volcanique

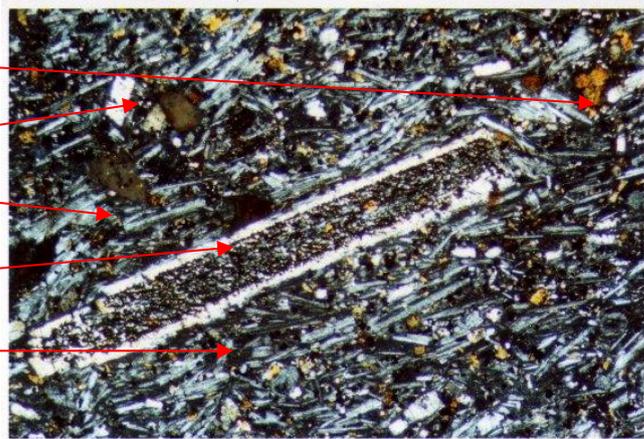


Fig 27 : Phénocrystal de pyroxène épigénisé du groupe B5 (in Bendoukha)

La coulée moyenne montre une texture microlitique légèrement porphyrique. Les phénocristaux sont représentés par du plagioclase (5%) et du clinopyroxènes (5%) épigénisé (**Fig 28**) La mésostase représente près de 90% du volume total de la roche. Elle renferme des microlites de plagioclase, de clinopyroxènes et d'olivine iddingsitisées ainsi que de nombreux grains d'opaques. Un verre légèrement coloré en gris sombre occupe le reste de la roche.

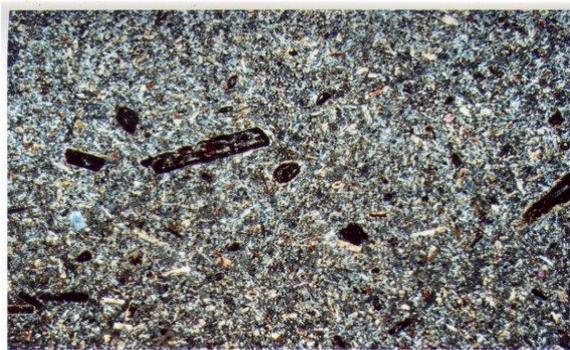


Fig 28 : Coulée microlitique porphyrique du groupe B5 (in Bendoukha)

La coulée supérieure du groupe B5 montre une texture microlitique. Les microlites sont représentés par des microcristaux automorphes de clinopyroxènes (15%). Certains individus sont altérés. Les plagioclases (20%) sont plus abondants et se présentent en lattes, de 0,1 à 0,3 mm de long, plus ou moins orientés suivant la direction de la fluidité de la roche. L'olivine (10%) est totalement iddingsitisées. Les grains d'opacés (25%) sont interstitiels et nombreux. Un verre incolore à gris sombre lie les cristaux.

- **Le groupe B6**

Quatre coulées basaltiques peuvent constituer ce groupe pétrographique. Elles ont été rejetées principalement par les centres éruptifs de Boukeltoum, de Tafardjoun et de Bouhamar en rive gauche de la Tafna, et par ceux du Fort Belinsi, de Gaâdat El Ghouzlane et d'El Bradj situés en rive droite. Ces laves sont massives, plus ou moins vésiculées, montrent assez souvent une structure en dalles et roches. Les coulées basales renferment de nombreux xénocristaux d'amphibole de 1 à 4 cm de long (**Fig 29**) et des phénocristaux de plagioclase (1 à 2 cm de long). Les laves les plus récentes sont aphanitiques.

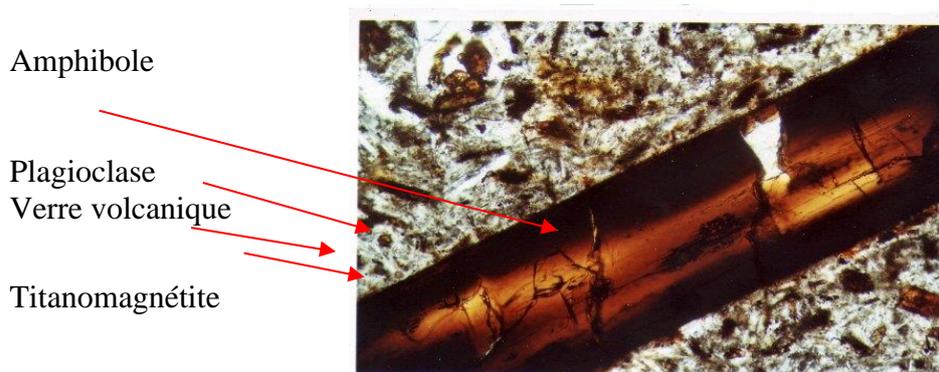


Fig 29 : Coulée à xénocristaux d'amphibole du groupe B6 (in Bendoukha)

En lames minces, la coulée inférieure montre une texture microlitique porphyrique. Les phénocristaux sont constitués d'orthose (5 à 10%), de clinopyroxènes (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 clinopyroxènes sont subautomorphes. 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 subautomorphes, 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 iddingsitisées, apparaît également mais en très faible quantité. Le clinopyroxènes, 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 clinopyroxènes (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 (**Fig 30**)

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 iddingsitisées associés à des grains d'opagues. L'ensemble des constituants de la roche baigne dans un verre gris clair.

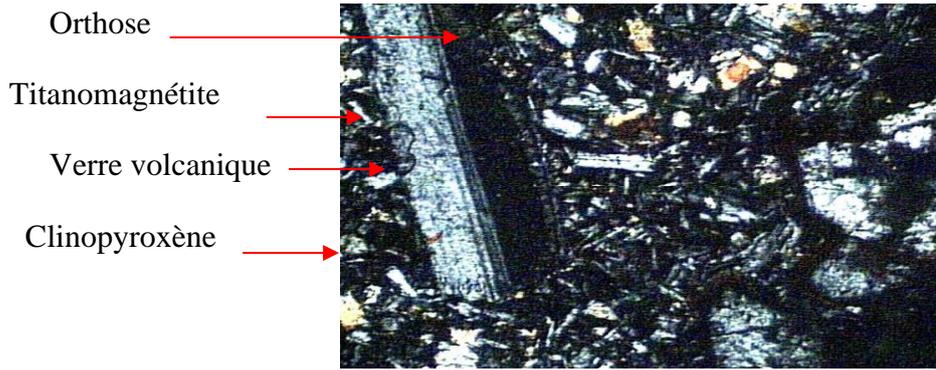


Fig 30 : Coulée à phénocristaux d'orthose du groupe B6 (in Bendoukha)

La coulée supérieure du groupe pétrographique B6 représente l'ultime émission basaltique dans la Basse Tafna. Elle montre une texture aphyrique (**Fig 31**). La roche contient une très forte proportion de microcristaux de plagioclase (70%) associés à une très faible quantité de clinopyroxène 1%, des grains d'opacques ainsi que du verre volcanique de couleur gris clair.

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

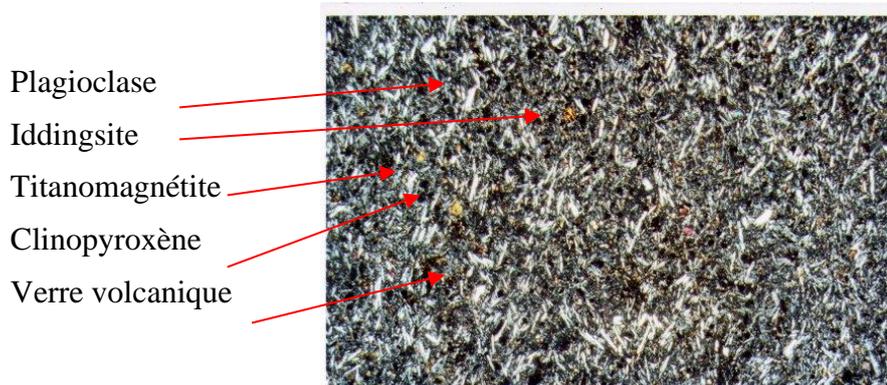


Fig 31 : Coulée sommitale du groupe B6 (in Bendoukha)

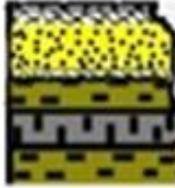
Conclusion

L'étude pétrographique des différentes laves basaltiques (**Tableau 9**) de la Basse Tafna a mis en évidence :

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

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

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

Basse Tafna		Rive gauche	Rive droite	Description pétrographique	Dynamisme	Photo
B6		Boukeltoum	Gaâdat Ghouzlane	Coulée bleue en plaquette aphanitique	S t r o m b o l i e n	
		Boukeltoum	Fort Belinsi	Coulée bleue en plaquettes <u>Macroscopiquement</u> : cristaux de feldspath-xeno amphibole <u>Microscopiquement</u> : pheno : f k-xénocristaux d'amphibole <u>Mésostase</u> : pl-cpx-oxyde verre		
		Tafardjoun Bouhamar	El Bradj Gaâdat Ghouzlane			
B5		Sidi Aïssa	Biramdane	Coulée gris noire <u>Macroscopiquement</u> : cristaux de cpx <u>Microscopiquement</u> : pheno cpx (15%) – ol (5%) <u>Mésostase</u> : pl-cpx- ol-oxyde verre	Phreato magnatique	
		Sidi Laredj	El Kalkoul			
B4		—	Fort Belinsi Fort Belinsi	Formation volcano-sédimentaire avec figures d'anti-dunes		
B3		Ras Amara Bouakil Gdid Chouk Douar ksabi Si Rahmoun	Al Aryas Khouidam Cap dacra Abdellah Lamdadeha	Coulée gris claire à <taches de soleil> <u>Macroscopiquement</u> : cristaux d'olivine <u>Microscopiquement</u> : pheno Olivine (20%)-cpx (5-10%) <u>Mésostase</u> : pl-il-cpx-feldspathoïde-oxyde verre	S t r o m b o l i e n	
			El Gloub			
B2		—	El Gloub	Coulées noire prismée <u>Macroscopiquement</u> : cristaux d'olivine-cpx-pl <u>Microscopiquement</u> : pheno Olivine (20%)-cpx (5-10%) -pl (5-10%) <u>Mésostase</u> : ol-cpx-plagio-oxyde verre		
B1		Grès ocre du villafranchien			S t r o m b o l i e n	
		Marne				
		Coulée gris prismée à cristaux pl-cpx-ol				
		Marne				

- | | | | |
|---|---|---|--|
|  | coulée aphanitique |  | coulée doléritique noire à phénocristaux d'olivine -cpx et plagioclase |
|  | coulée à phénocristaux de plagioclase et xénocristaux d'amphibole |  | paléosol |
|  | coulée à phénocristaux de cpx et microcristaux d'olivine |  | gres du Villafranchien |
|  | coulée à phénocristaux de d'olivine et pyroxène |  | marne miocène |

Tableau 9 : Position stratigraphique des produits éruptifs de la Basse Tafna

CHAPITRE IV : Dynamisme

I.INTRODUCTION

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

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

Ainsi nous remarquons que les produits pyroclastiques recouvrent une grande superficie dans le massif d'Aïn Témouchent, alors qu'ils sont totalement absents dans le flanc sud du Djebel Fillaoucène.

L'étude de ces produits volcano-sédimentaires nécessite plusieurs classifications. Celles-ci permettent de comprendre et d'interpréter le changement du dynamisme au cours d'une activité volcanique et ce d'un massif à un autre ou au sein du même massif. 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.

1 -Classification des produits pyroclastiques.

Les plus anciennes classifications relatives aux produits pyroclastiques remontent à 1932 (Wenworth et Williams) et 1940 (Blythe.)

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 (épi clastiques) <50%

- Roches tuffogènes

Pyroclastiques < 50%, sédimentaires >50%.

Fischer (1964) modifie cette classification et la complète en y associant la taille des grains.

Le tableau (10) regroupe leurs principales subdivisions.

Melesi (1976), propose une autre classification granulométrique qui figure dans **le tableau (11)**.

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 12**).

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

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

Tableau 10 : Classification des roches composées de fragments volcaniques (D'après Fischer, 1964.)

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 ultrafines (poussières)

Tableau 11 : classification granulométrie d'après Milesi (1976)

Clast size	pyroclaste	Mainly consolidated :	pyroclastic déposit
uncosolidatec:		tephra	Manly pyroclastic rock
	Bomb, Block.	Agglomerate. bed of blocks or bombs, block tephra layer, bed of lapillis or Lapilli tephra	Agglomerate pyroclaste breccia
64 mm			lapilli tuff.
2 mm	lapillis		
	Coarse ashgrain	coarse (ash) tuff. Fine Ash (dust)	Coarse (ash) tuff. fine(Ash) tuff
1/16 mm	fine ashgrain (dust grain)		

Tableau 12 : Classification des produits pyroclastiques et la nature des dépôts (d'après Schmidt, 1981)

Type de dynamisme									
massifs éruptifs	Volcanisme Miocène	Volcanisme Plio-Quaternaire							
	Effusif	Strombolien			Phreato	Stromb	Phreato	Stromb	
	Ages (Ma)								
	8,7	5,16-4,10	4,9-2,74	3,86 -2,12	2,55-1,41	2,74-2,55	1,7-1,5	1,5-1,28	1,28-0,82
flanc sud djbel Fillaoucè	Effusif	Stromb	—	Stromb	—	—	—	—	—
Souhalia	—	—	Stromb	Stromb	—	—	—	—	—
Basse Tafna	Effusif	—	Stromb	—	Stromb	Phreato	Stromb	—	—
Ain Temouchent	—	—	—	—	—	Phreato	Stromb	Phreato	Stromb

Phreato : dynamisme phréatomagmatique

Stromb : dynamisme strombolien

**Tableau 13 : Dynamisme et âges radiométriques du volcanisme alcalin Plio-
quaternaire de l'Oranie (données de Bellon et Guardia, 1980 ; Abbad, 1993 ; Louni,
1995 et Coulon et al, 2002)**

II. Dynamisme du massif volcanique de la Basse Tafna

Introduction :

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

a. L'épisode effusif du Miocène.

Le premier épisode volcanique majeur, s'est manifesté pendant le miocène dans la rive gauche de la Basse Tafna. Il est marqué par la mise en place de la coulée prismée à cristaux de pyroxènes et d'olivine (coulée du groupe basaltique B1).

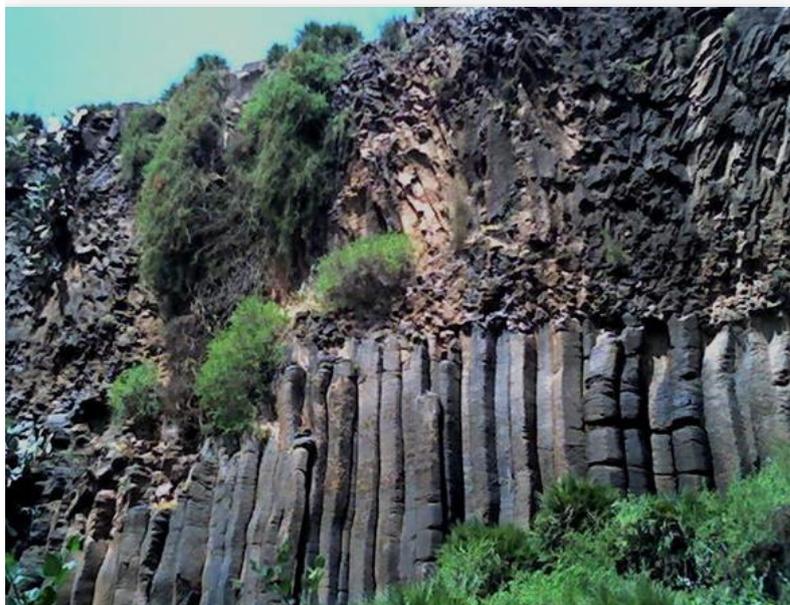


Fig 32 : Coulée prismée de la Basse Tafna (in Bendoukha)

Ce premier épisode de type effusif (**Tableau VI.5**) ne se retrouve nulle part dans la Basse Tafna. La bouche d'émission responsable de la mise en place de la coulée de ce type de basalte serait en mer.

Cet épisode volcanique majeur de type effusif s'est mise en place à la faveur d'une fracture qui a permis

La montée du magma basaltique vers la surface et son installation entre les assises marneuse du Miocène supérieur du 2^{ème} cycle post-nappes. L'absence de produit de projection confirme le Dynamisme effusif pendant le miocène terminal dans la rive gauche de la Basse Tafna



**Fig 33 : 1 et 2 Coulée miocène (rive gauche de la Basse Tafna)
(in Bendoukha)**

b- L'épisode inférieur de type strombolien.

Le premier épisode volcanique majeur s'est déroulé entre -2.74 et -2.55 Ma et s'est manifesté en rive gauche dans les volcans de Ras Amara, d'El Gloub, de Bouakil, de Douar Ksabi, de Gdid Chouk, de Sidi Rahmoun et en rive droite par ceux du Khoudam, du Cap d'Acra, du Fort Belinsi, de Kerkour El Aryas et de Sidi Abdallah.

Cet épisode volcanique est marqué par la mise en place de produits de projection (bombes et scories brunes) et par l'épanchement des coulées sombres des groupes pétrographiques B2 et B3 (**Tableau VI.5**). Il est en général de type strombolien.

Le volcan d'El Gloub se différencie par rapport aux autres par la prépondérance des produits effusifs (**photo annexe**). Cet épisode se termine par une importante phase de repos soulignée par la présence de paléosols.

c. L'épisode phreatomagmatique.

Le deuxième épisode volcanique majeur est de type phreatomagmatique. S'est manifeste au niveau du volcan de fort Belinsi (**Fig 34**) situé dans la rive droite de la Tafna Il correspond à la mise en place des produits pyroclastiques de l'ensemble B4 et ce entre $- 2.74$ et $- 2.55$ Ma



Fig 34 : les 3 épisodes volcaniques majeurs de la Basse Tafna (in Bendoukha)

III. Critères d'identification du phreatomagmatisme.

1- Introduction

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

Moore (1967), entame une étude dynamique et décrit une déferlante basale en le comparant aux figures observées lors d'une explosion nucléaire.

Michael et Sheridan (1971), étudient en détail les cendres volcaniques et donnent une classification des produits pyroclastiques en fonction de la granulométrie des lapillis accréionnaires.

Boucarut et Crèvola (1971), décrivent les dépôts de tufs, figures d'anti-dunes, gouttes de cendres pisolithiques et balles de boue.

Camus et al (1974), présentent une étude de détail de deux volcans à dynamisme phréatomagmatique ; l'un situe dans la chaîne du Puys, l'autre dans le massif central français.

Ils proposent une nouvelle interprétation dynamique de leur origine.

Kieffer (1979), décrit l'explosion phréatomagmatique qui s'est manifestée le 12 septembre 1979 dans le volcan de Bocca- Nuova-Etna, afin de voir le rôle joué par l'eau et la durée de chaque éruption.

Boivin et Gourgand (1979), présentent le synchronisme et dynamisme de type maar provenant de l'activité phréatomagmatique.

Camus (1981), décrit et compare les explosions volcaniques à dynamisme phréatomagmatique observées dans le massif central français ; à l'Etna et aux Philippines (volcan du Taal).

Boudon et al (1982) ; présentent un modèle dynamique d'une coulée lavique à écoulement pyroclastique observé dans le Cantal (Massif Central français).

En définitive, selon tous ces auteurs, les principaux caractères qui permettent de définir une activité phréatomagmatique sont la présence au niveau du volcan (**planche 1 en annexe**).

 <p>Forme en dôme</p>	 <p>D'anti - dunes</p>
 <p>Spatter cone</p>	 <p>Blocs fichés</p>
 <p>Série slumpée</p>	 <p>Maar</p>
 <p>Tufs</p>	 <p>Tufs à lapillis</p>

Tableau 14 : Eléments sont provoqués par les déferlantes basales lors des explosions phréatomagmatique

2- description du volcan Le Fort Belinsi

Le centre d'émission Le Fort Belinsi est situé dans la rive droite plus précisément proche de l'embouchure de l'oued Tafna présente une structure volcanique particulière.

En effet ce centre éruptif montre 2 flans nord et sud révélant un pendage d'environ 35° et un **fond plat**.

Le pendage de ses flanc et le fond plat la présence de volcan de type Maar de 200m de diamètre.

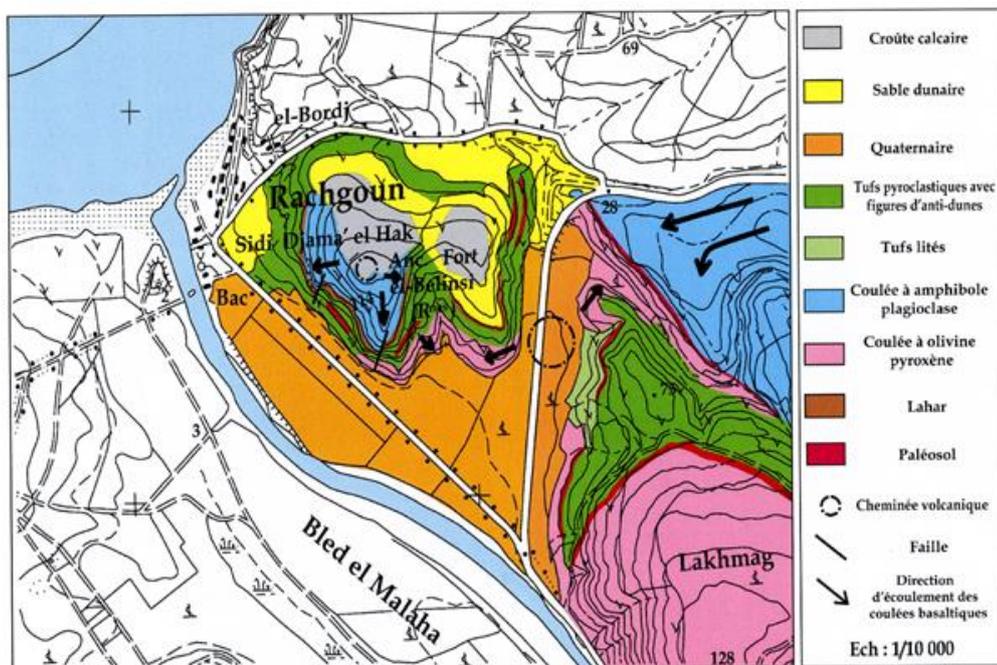


Fig35 : Cartographie des produits éruptifs du volcan le Fort Belinsi

(In Bendoukha)

L'observation minutieuse de l'ensemble des produits volcaniques rejetés par ce centre révèle 2 cheminées volcaniques (Bendoukha 2008, Bendoukha et al 2009).

La cheminée principale celle qui a mis en évidence la coulée à olivine(B3) et les dépôts volcano- sédimentaires se situe entre le flan nord et sud. Elle forme le maar du Fort Belinsi.

En revanche la seconde cheminée responsable de l'émission des laves à amphibole (B5) trouve sa place dans la partie occidentale du volcan Le Fort Belinsi (**Fig 36**)

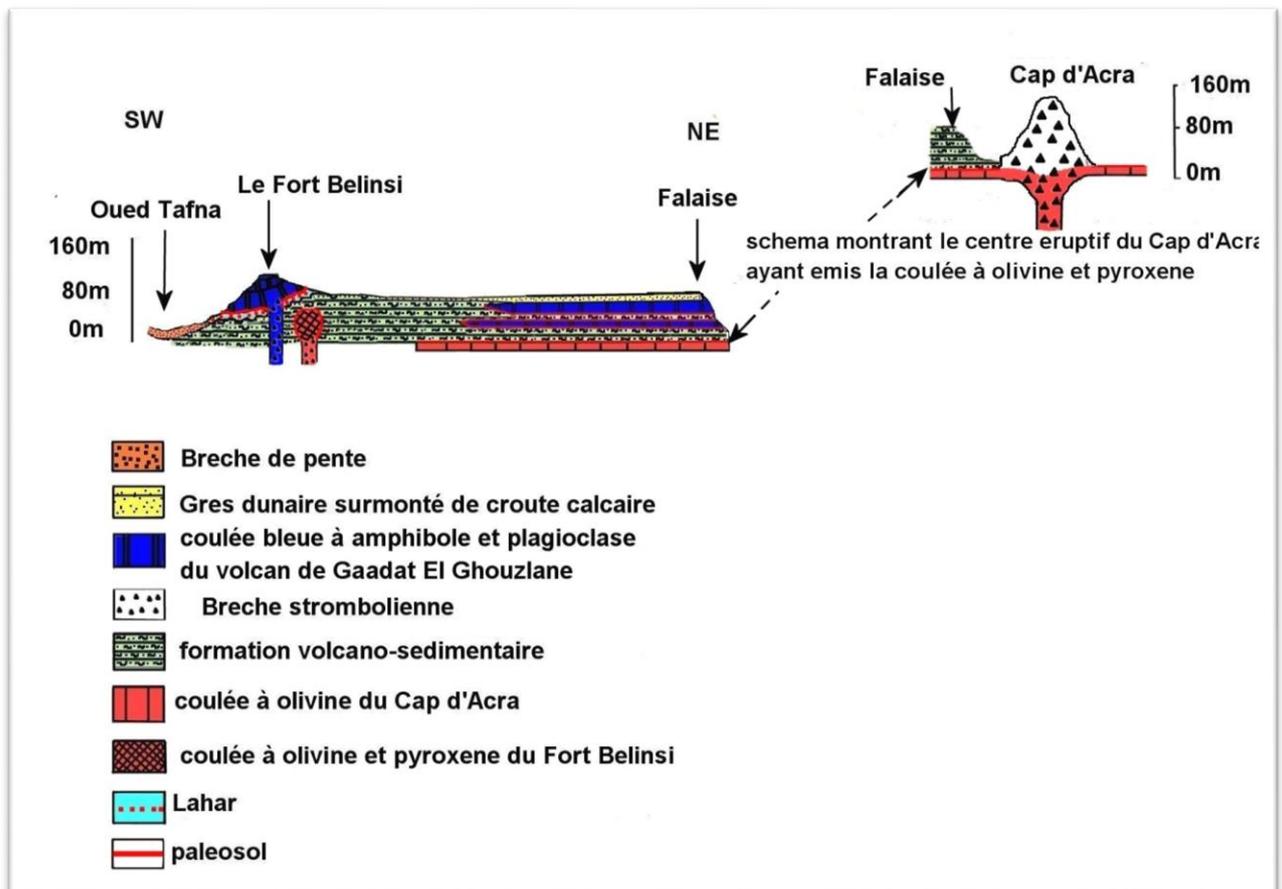


Fig 36 : Coupe reliant le Djebel Lakhmag (Flanc sud du Fort Belinsi) au volcan du Cap D'Acra (in Bendoukha)

3-Déroulement des éruptions volcaniques du Fort Belinsi

L'étude de terrain nous a permis de lever des coupes géologiques au niveau des flancs du Maar le Fort Belinsi. Celles-ci vont nous permettre de comprendre le déroulement de ses éruptions et de pouvoir donner par la suite une interprétation sur le changement de son dynamisme.

A-COUCPE DU FLANC SUD

La réalisée dans le flanc La coupe réalisée dans le flanc sud de Fort Belinsi (**Fig 37**) montre de bas au haut :

Un banc de tufs à lapillis stratifié, gris-vert, de 5m d'épaisseur qui refferme une grande abondance de

Fragment lithiques (calcaire, grés à ciment calcaire, quartzite), ainsi que des morceaux de lave gris noir.

- Un lambeau de coulée gris-noirâtre, peu vésicule et affectée de quelque filons de calcite.
- Un paléosol de 2.5 m d'épaisseur formé par un seul horizon de couleur brun foncé ravine les dépôts sous-jacents.

Une série plissotée (slumpée) de 3m d'épaisseur, constituée de marne bleue, de cinérites grisâtres et de tufs à lapillis.

Un ensemble de 10 m 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'impact et des figures d'anti dune (**photo en annexe**)

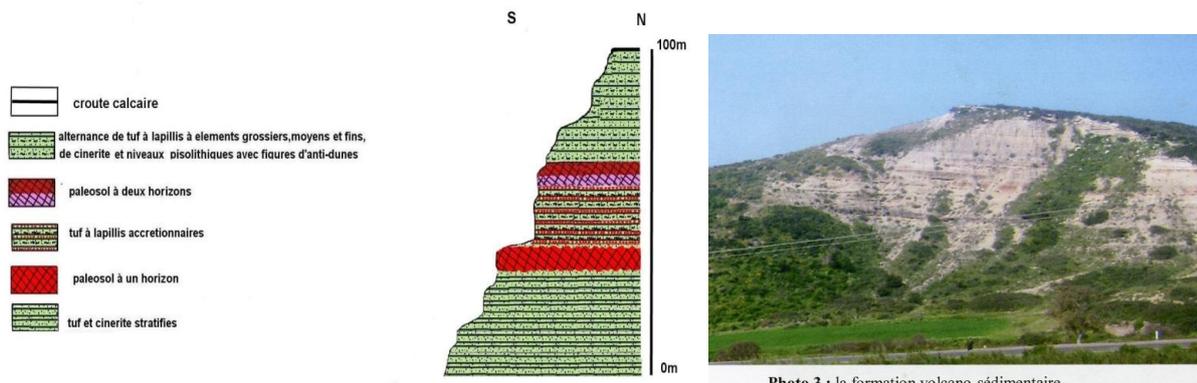


Fig 37 : Coupe du flanc sud du Fort Belinsi (in Bendoukha)

B- COUPE DU FLANC NORD

La coupe de flanc du centre éruptif du fort Belinsi (Fig) montre de bas en haut :

- Des bancs centimétrique, constitués par une alternance de tufs à lapillis et de tuffites dessinant un litage horizontal qui présentant un granoclassement positif (3-4 m) .
- un paléosol à un seul horizon rougeâtre (1 m)
- 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 lapillis accrétionnaires de couleur brun-rougeâtre, d'anti dunes.
- un paléosol à deux horizons (brune et beige) de 2 m 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-cônes) de 2 m d'épaisseur sont 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 de cinérites couronnés par une croûte calcaire.

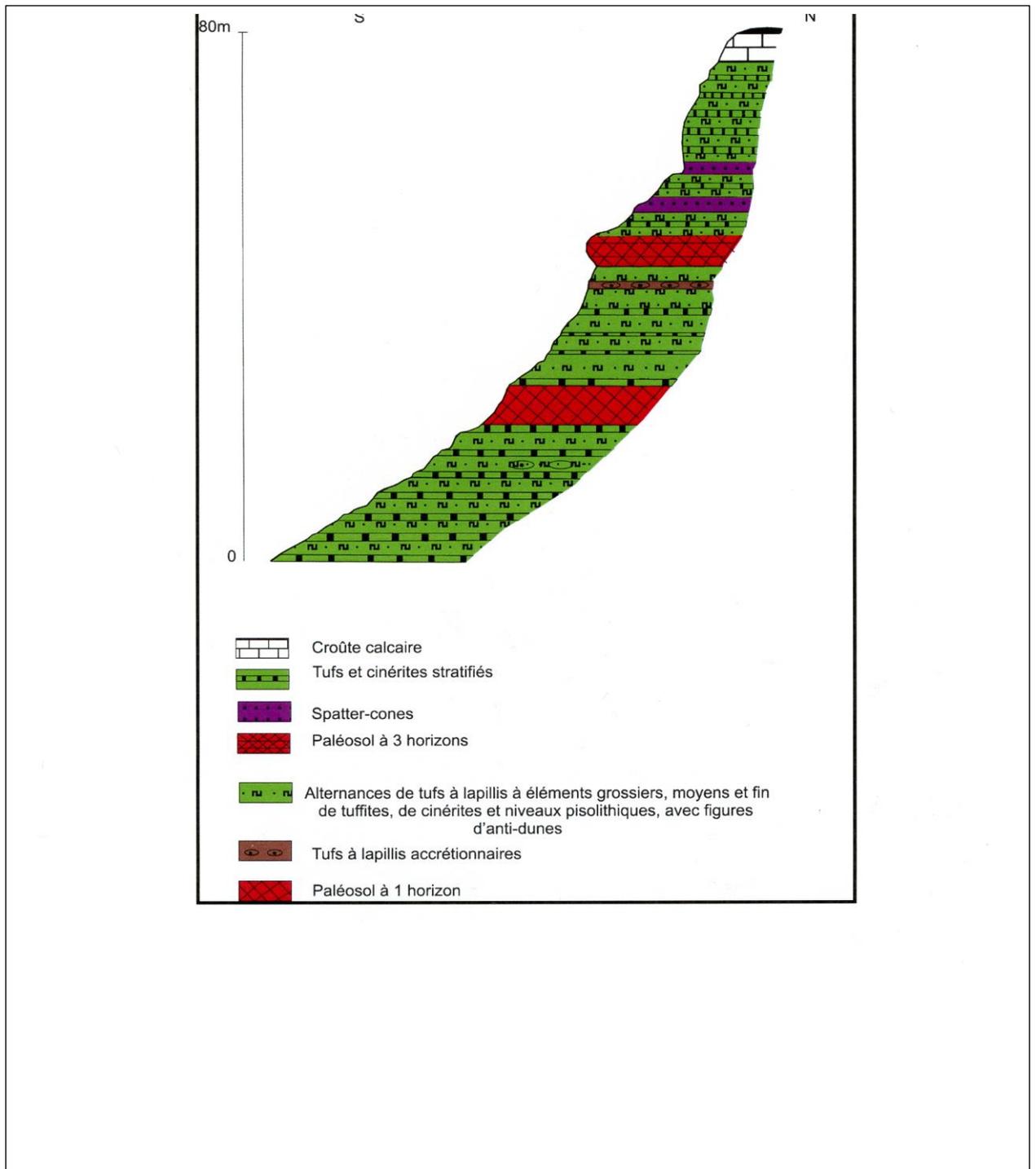


Fig 38 : Coupe du flanc nord du Fort Belinsi (in Bendoukha)

C-Interprétation Dynamique et Mécanisme de mise en place des Produits Pyroclastiques

Les dépôts volcano-sédimentaires du massif de la Basse Tafna sont ceux émis par le centre éruptif du Fort Belinsi. Les observations macroscopiques et microscopiques de ces produits pyroclastiques ainsi que leur analyse séquentielle montrent que cet épisode volcanique majeur est de type phréatomagmatique. Il est en effet caractérisé par un volcanisme à dynamisme très explosif, dans lequel l'eau a joué un rôle important. Ainsi, les manifestations volcaniques qui sont à l'origine de ces dépôts que l'on retrouve en grande quantité au niveau du maar du Fort Belinsi, ont pu se succéder de la manière suivante (**Fig 39**) :

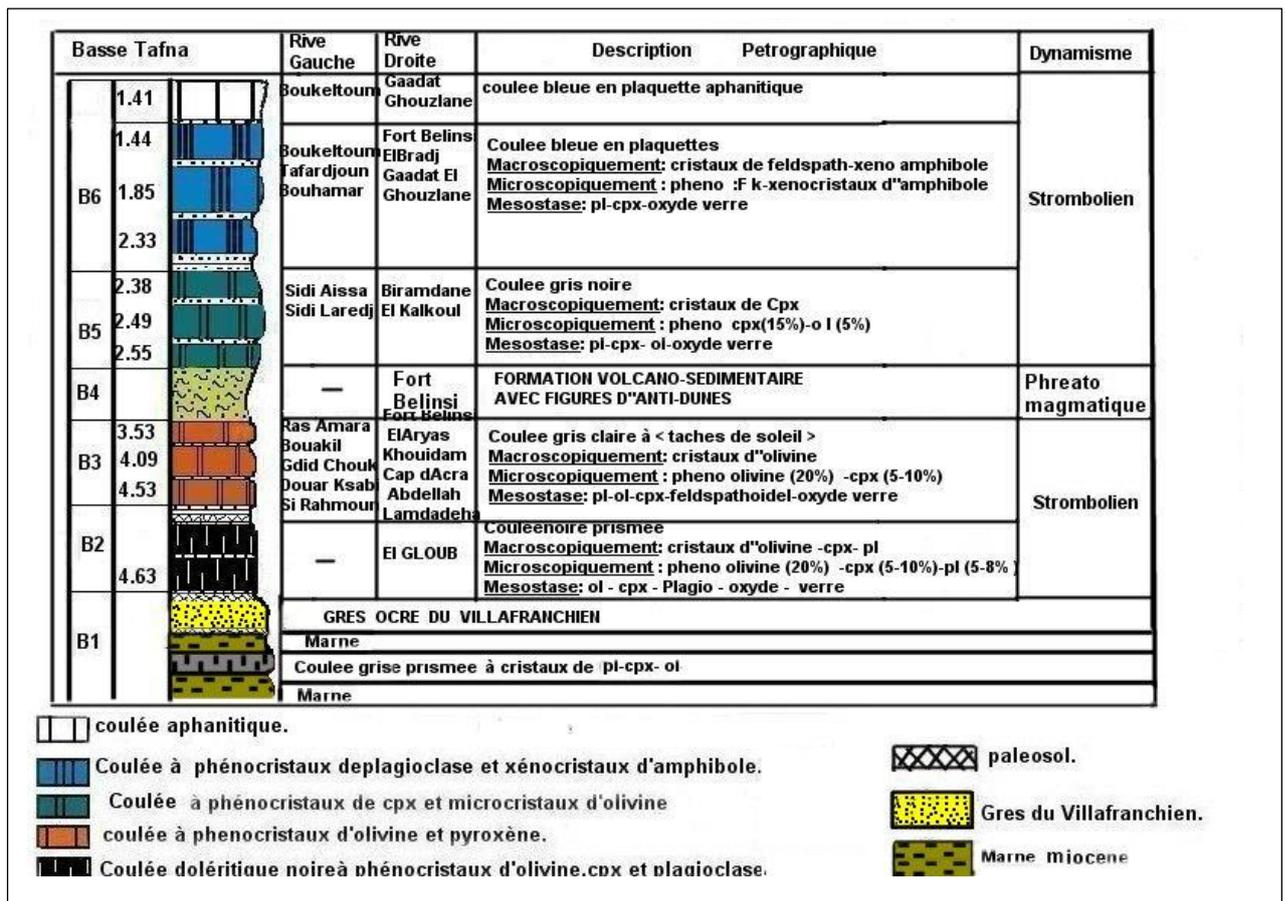


Fig 39 : Position stratigraphique des produits éruptifs de la Basse Tafna

(in Bendoukha)

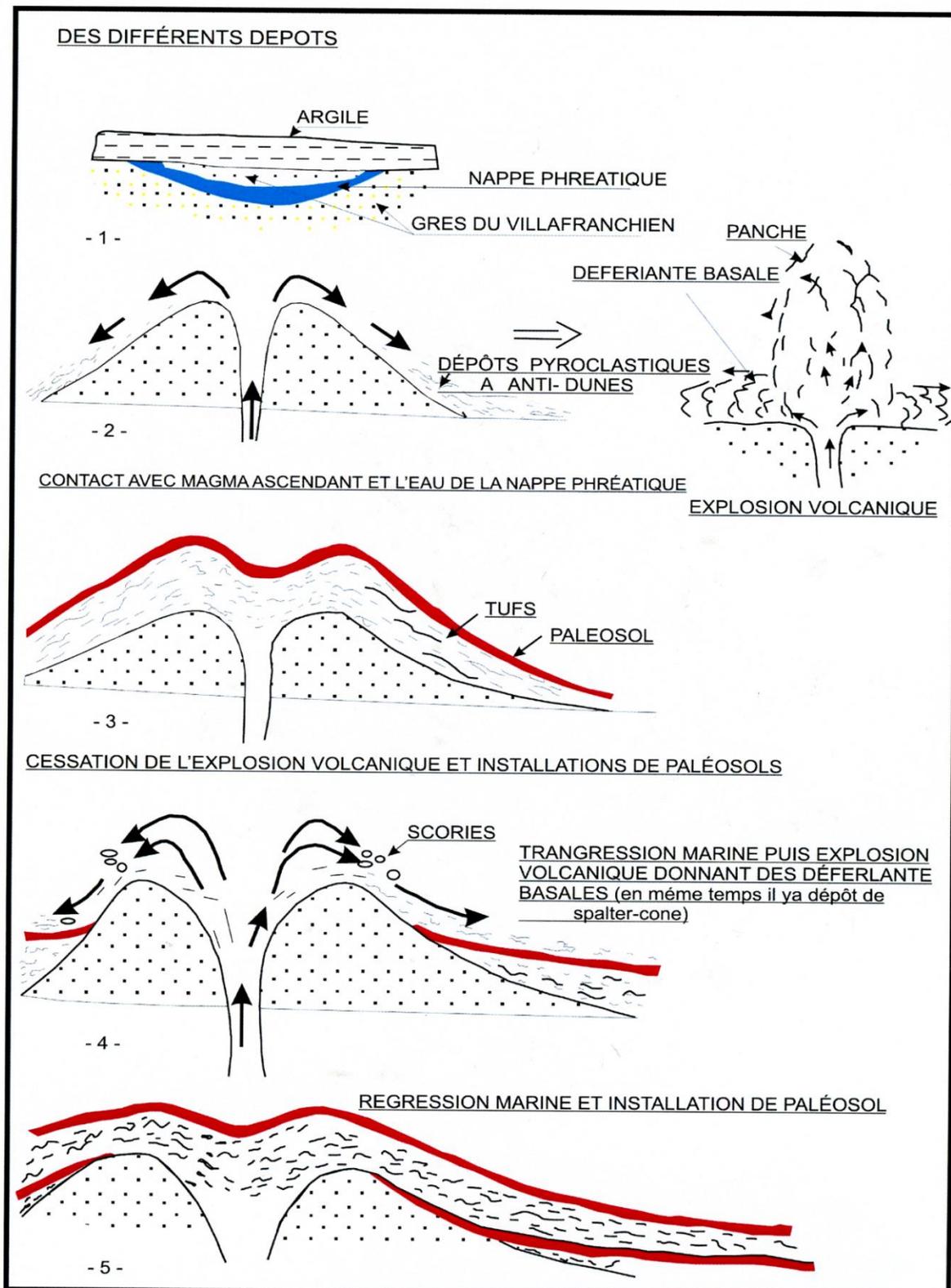


Fig 40 : Déroulement des éruptions phreatomagmatique dans la basse Tafna (in Bendoukha)

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



Fig 41: Maar de Fort Belinsi (250 m de diamètre) (in Bendoukha 2008)

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Une transgression marine va ensuite provoquer de nouveau la reprise de l'activité volcanique. La lave va entrer en contact avec l'eau de mer. La formation volcano-sédimentaires va ainsi se mettre en place la présence de bancs de Spatter cône (scories soudées) de 1 m d'épaisseur vers le haut de ce second ensemble qui indique une violente explosion pendant cette éruption (**Fig 40**) .

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

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

4. L'épisode supérieur de type strombolien

Le quatrième épisode volcanique majeur, auquel sont rattachés les produits effusifs et pyroclastiques des groupes pétrographiques B4, B5 et B6 a débuté de – 2.33 et s'est achevé à – 1.41 ma. Il s'est manifesté en rive droite de la Tafna dans les centres d'émission du Fort Belinsi, d'El Bradj, d'El Kalkoul, de Biramdane, de Gaadat El Ghouzlane et en rive gauche de la Tafna dans celui de Boukeltoum et de Tafardjoun.

Il est caractérisé par des coulées gris bleutées et coulées bleues à structure en dalles des ensembles B4 et B5, ainsi que par des produits de projection (bombes scoriacées en forme d'amygdale, de taille décimétrique et scorie de couleur brun rougeâtre)

Au volcan du Fort Belinsi, il est aussi caractérisé par un Lahar de 10 à 15 cm d'épaisseur, Ce dernier est constitué de 30% d'éléments grossiers, 60% d'éléments fins et 10% de ciment. La coupe réalisée dans le flanc sud du volcan du Fort Belinsi (**Fig 37**).

Au volcan du Fort Belinsi, il est aussi caractérisé par un Lahar de 10 à 15 cm d'épaisseur, Ce dernier est constitué de 30% d'éléments grossiers, 60% d'éléments fins et 10% de ciment. La coupe réalisée dans le flanc ouest du volcan du Fort Belinsi (**Fig 43**) montre le changement du dynamisme de ce même appareil. Il est devenu strombolien, très explosif.



Fig 42 : Lahar (in Bendoukha)

5. Le flanc ouest du centre éruptif du Fort Belinsi

La coupe réalisée dans le flanc ouest du volcan du Fort Belinsi (**Fig 43**) montre de bas en haut :

- Une formation volcano-sédimentaire constitué par une alternance de niveaux de tufs

Lapillis, de tuffites à figures sédimentaires

- Cette coupe indique la position stratigraphique qui occupe le Lahar (10 à 15 m d'épaisseur)

Par rapport aux coulées et aux produits pyroclastiques. Ce dernier constitué de 30 éléments grossiers, 60 éléments fins et 10 de ciment. Et qui ravine la formation volcano-sédimentaire du second épisode (**photo en annexe**)

- Deux coulées bleues prismées à xénocristaux amphibole et plagioclase, entre lesquelles

S'est intercalé un paléosol de 50 m d'épaisseur. La coulée supérieure et dont l'épaisseur est de 25 m renferme une poche béchique (**photo en annexe**) constituée par des scories brunes et noires et quelques bombes

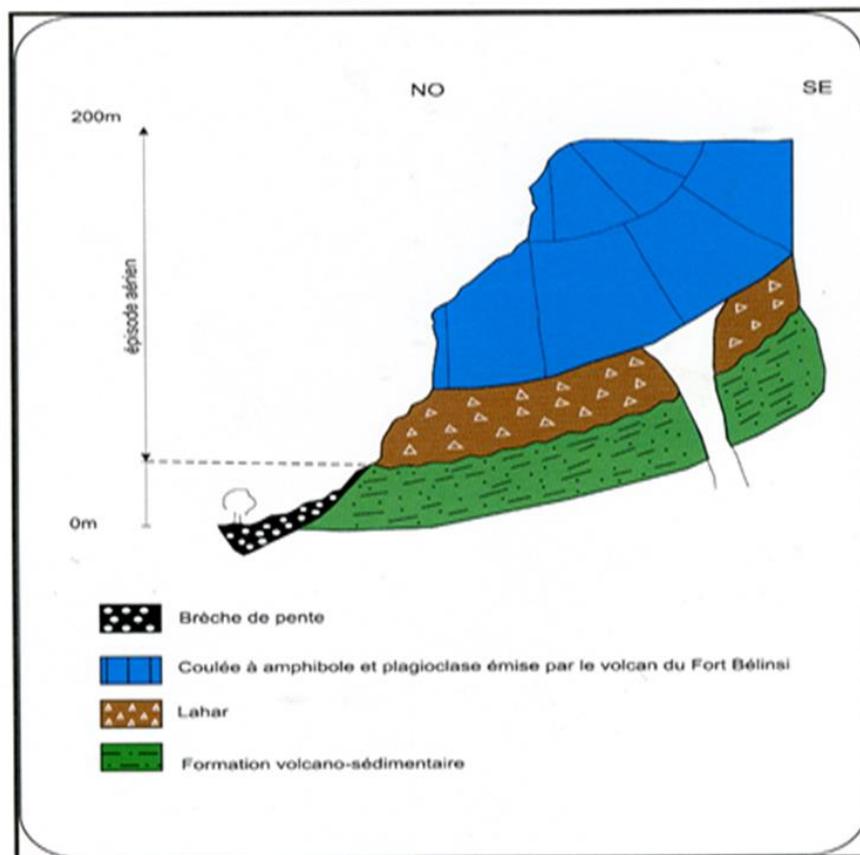


Fig 43 : Coupe de flanc ouest du volcan du Fort Belinsi

La coupe indique aussi la position stratigraphique qu'occupe le Lahar par rapport aux coulées et aux produits pyroclastiques. Ce dernier, ravine la formation volcano-sédimentaire du second épisode, ainsi que le mince niveau de paléosol. En fin, il est recouvert par deux coulées bleues, peu prismée

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

En définitive, le quatrième épisode volcanique majeur de type strombolien, s'est manifesté dans plusieurs volcans de la Basse Tafna.

Celui-ci est caractérisé par des produits de projection (scories brunes, bombes, cendres volcaniques, Lahar) et effusifs. Le Lahar et les tufs lités du volcan du Fort Belinsi et de Biramdane montrent révèlent le dépôt des produits de projection dans un milieu aquatique représenté probablement par un bras de mer.

Le dynamisme du centre éruptif de Boukeltoum et de Sidi Aïssa, vu la grande quantité de lave basaltique rejetée par ces centres et qui recouvre une grande superficie est de type plutôt effusif

6. Synthèse dynamique.

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

Les corrélations établies entre les diverses coulées basaltiques à l'intérieur de chaque massif éruptif ainsi que celles établies entre les laves d'un massif à un autre ont permis d'expliquer la mise en place de ces produits ainsi que le changement du dynamisme.

L'installation de toutes les formations volcaniques de l'ensemble des massifs a été établie en 9 épisodes correspondant chacun à un type de dynamisme

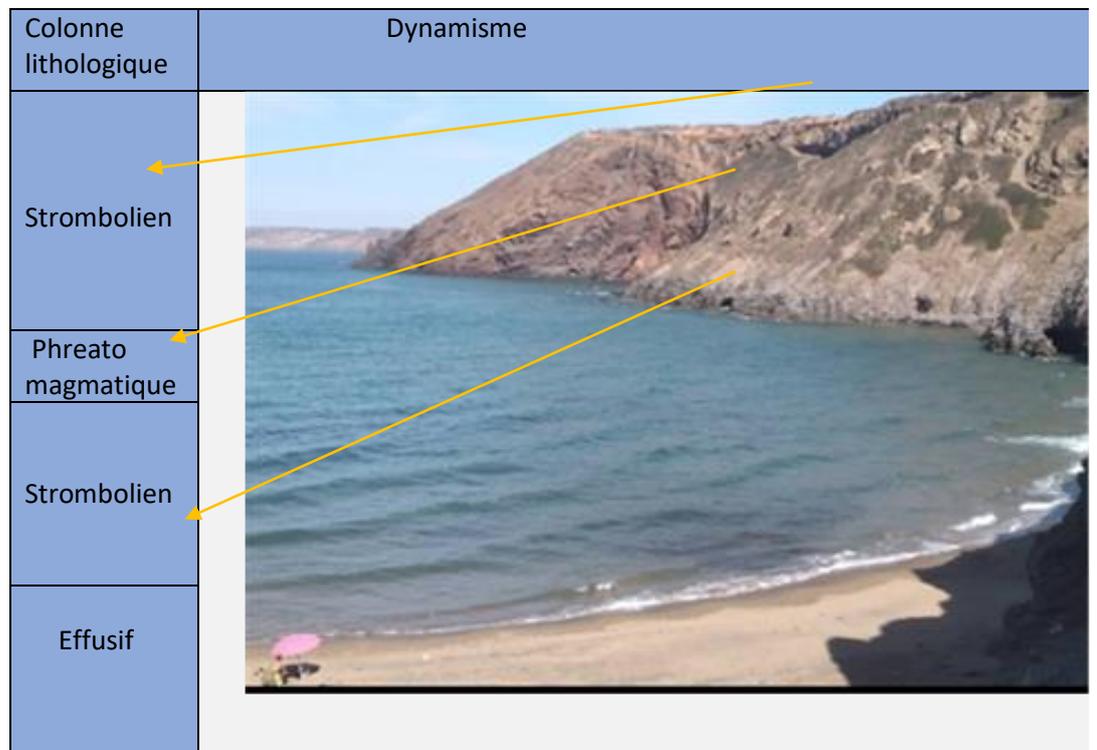
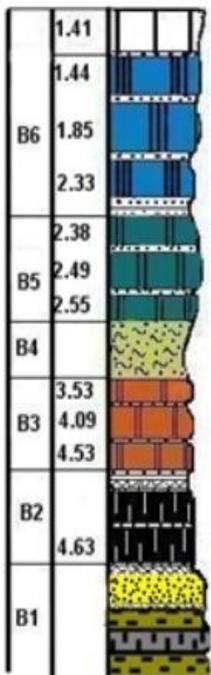
Afin de mieux éclaircir et d'expliquer le changement du dynamisme qui s'est produit au cours de l'histoire géologique du volcanisme alcalin Plio-Quaternaire de l'Oranie, nous avons tenu compte des âges radiométriques au K/Ar de Belon et Guardia (1980) ainsi que les

résultats de l'étude pétrographique de tous les produits éruptifs de l'ensemble des massifs (Tableau15)

- Le premier épisode volcanique majeur qui s'est développé dans le massif volcanique de la Basse Tafna a débuté au miocène supérieur est caractérisé par l'émission de la coulée noirâtre à pyroxène, olivine et plagioclase. Le dynamisme de cet épisode est de type effusif.
- Après une accalmie au miocène terminal, cet épisode est suivi par des éruptions volcaniques ayant rejeté des laves basaltiques à olivine et produit de projection qui témoigneraient d'un dynamisme strombolien
- l'arrêt de l'activité volcanique Pliocène est marqué dans ces massifs par l'installation de paléosol.
- Après une transgression marine qui a affecté vers (-2.74Ma) le massif de la Basse Tafna. L'activité volcanique s'est poursuivie dans la rive droite de la Tafna. Un dynamisme de type phreatomagmatique s'est développé. Il est caractérisé par des centres d'émission en forme de maar ; de cône ou d'anneau de tufs. Les produits rejetés sont des dépôts volcano-sédimentaires représentés par des tufs, des tuffites, des cinérites, des pisolithes et des lapillis accréionnaires. Ces dépôts montrent des figures d'anti- dune témoignant de violentes explosions volcaniques avec des déferlantes basales.
- L'arrêt de l'activité volcanique dans le massif de la Basse Tafna accompagnée d'une régression marine, suivie d'un réajustement isostatique, a favorisé l'installation de paléosol qui ravine le niveau sous-jacent.
- Un autre épisode de type strombolien représenté par un ensemble de centres d'émission de forme conique ou de dôme scoriacé a affecté le massif de la Basse Tana. Cet épisode a permis la mise en place des coulées à pyroxène et plagioclase et ou amphibole dans la rive droite et gauche de la Basse Tafna.
- . en définitive le massif de la Basse Tafna a connu quatre grands épisodes volcaniques majeurs
- Effusif au miocène.
- Strombolien puis phreatomagmatique et de nouveau strombolien. La dernière activité volcanique du massif volcanique de la Basse Tafna s'est achevée vers -1.44Ma (Coulon, 20
-

Conclusion

Basse Tafna





CHAPITRE V : sismicité

Introduction :

Un tremblement de terre (ou séisme) est un phénomène géologique qui provoque des vibrations de la surface de la Terre. Ces secousses sont brutales, plus ou moins violentes, imprévisibles et toujours localisées en un lieu donné.

Les tremblements de terre se composent toujours d'une secousse principale (de quelques secondes) et de secousses secondaires (appelées répliques) durant les heures ou les jours qui suivent. La sismologie est la science qui étudie les tremblements de terre.

Les tremblements de terre se produisent à des endroits très localisés et bien connus à la surface de la planète.

Ces zones, plus sismiques que d'autres, sont liées au phénomène de la tectonique des plaques, qui explique les mouvements des continents à la surface du globe.

Ces zones sismiques se situent :

-au milieu des océans, le long des montagnes sous-marines (les dorsales océaniques), où les séismes sont peu profonds mais très fréquents ;

-en bordure des continents, où les plaques tectoniques convergent (elles entrent en collision) et donnent naissance aux longues chaînes de montagnes (les Andes, les Rocheuses) ;

-au milieu des continents, au niveau des grandes chaînes de montagnes (les Alpes, l'Himalaya).

L'animation des mouvements lents mais permanents **de l'asthénosphère** vers la **lithosphère** dégage un flux **de chaleur interne**, qui en s'évacuant, induit des mouvements visqueux dans ses profondeurs, en particulier dans ce qui est appelé l'asthénosphère (entre 700 km et 100 à 200 km de profondeur).

Ceux-ci provoquent à leur tour le mouvement des plaques rigides lithosphériques situées à la surface du globe (entre 100 à 200 km de profondeur et la surface) : c'est ce qui est communément appelé la tectonique des plaques.

Ce sont ces **mouvements** entre plaques **lithosphériques** qui sont la principale force à l'origine des séismes.

- **Définition d'un séisme :**

Un **séisme** est un mouvement de plaque Continentale ou océanique causé par dégagement d'une quantité importante d'énergie qui favorise l'arrivée **d'ondes élastiques** issues d'une **même source**.

Il est la conséquence de la **rupture fragile** de **la roche** au-delà du seuil de **contrainte** admissible.

On distingue la déformation élastique, potentiellement réversible de la déformation plastique (rupture ductile) qui est irréversible (**Fig 45**). On ne peut contrôler l'occurrence de la rupture fragile (séisme), Et On ne peut en réduire l'importance.

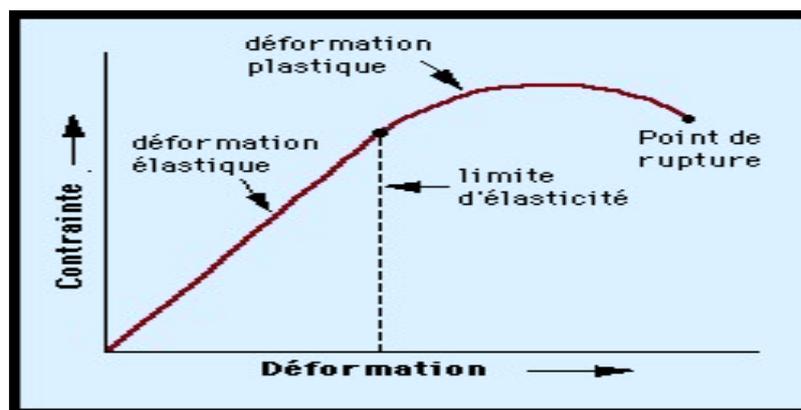


Fig 44 : Courbe Contrainte / Déformation Des Roches.

- **les différents types de tremblement de terre :**

Les différentes catégories de tremblements de terre sont définies en fonction de leur profondeur

Il y a :

-les tremblements de terre superficiels, qui se produisent à une faible profondeur) à l'endroit où les plaques tectoniques s'éloignent les unes des autres.

-les tremblements de terre intermédiaires et profonds, qui se produisent plus en profondeur, uniquement à l'endroit où les plaques tectoniques se rencontrent.

-enfin, des tremblements de terre se produisent souvent juste avant et pendant une éruption volcanique. Ces tremblements de terre sont dus au magma qui, en remontant vers la surface, fracture la croûte terrestre.

I- La Description d'un séisme :

La description d'un séisme nécessite deux facteurs descriptifs importants qui peuvent être :

- L'épicentre
- la magnitude
- L'intensité
- Le Foyer (ou Hypocentre)

1. L'Épicentre :

Lors d'un tremblement de terre, le point le plus proche à la surface du foyer s'appelle **l'épicentre**

A l'épicentre la force d'un séisme est maximale et au fur et à mesure que l'on s'éloigne de celui-ci elle diminue d'intensité. (**Fig 45**)

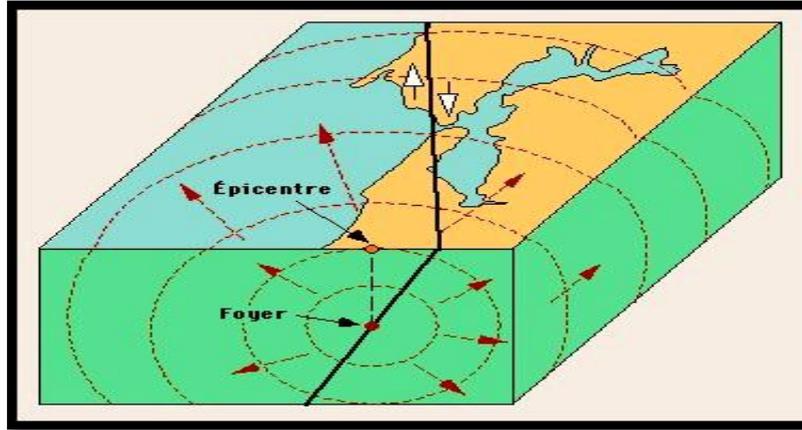


Fig 45 : Axonométrie schématique d'une source sismique
 (Document Université de Laval Québec)

2. La Magnitude :

La **Magnitude** représente la quantité totale d'énergie libérée par le séisme.

La violence du séisme trouve sa place à la source où la croûte terrestre a rompu au niveau d'une faille.

Plus la dimension de la rupture est grande, plus la **Magnitude est élevée**. Ainsi,

Lors d'un séisme **70 à 80%** de l'énergie est libérée de chaleur et **20 à 30%** sous forme d'ondes sismiques.

La **magnitude** est une échelle logarithmique => Un séisme de magnitude **5** libère **10 fois** plus d'énergie qu'un séisme de Magnitude **4** et **100 fois** plus important qu'un séisme de magnitude **3**, lequel correspond sensiblement à l'énergie dissipée par la bombe nucléaire d'Hiroshima.

L'énergie dissipée lors d'un séisme est liée à la magnitude selon la relation.

$$\text{Log } E = 1,5M + 4,8$$

E : énergie libéré en joules

M : magnitude.

- La **magnitude** est **indépendante** du lieu d'observation, des dégâts produits, elle peut être **positive** ou **négative** et n'a pas de limite.
- Elle cherche à **quantifier l'énergie** émise lors du séisme.

3-L'intensité

Elle représente les mesures des effets d'un séisme, Elle quantifie les dégâts provoqués par un séisme, l'intensité dépend donc du lieu d'observation et des témoignages des populations (TAB 16 . Tab 17 et Tab 18)

Magnitude	Effets ressentis
I	Secousse imperceptible
II	Secousse ressentie uniquement par de gens au repos
III	Seuil à partir duquel la secousse devient sensible pour la plupart des gens
IV	Secousse sensible, mais pas de dégâts
V	Tremblement fortement senti, dommages mineurs près de l'épicentre
VI	Dégâts à l'épicentre dont l'ampleur dépend de la qualité des constructions
VII	Importants dégâts à l'épicentre, secousse ressentie à plusieurs centaines de km
VIII	Dégâts majeurs à l'épicentre, et sur plusieurs centaines de km
IX	Destruction totale à l'épicentre, et possible sur plusieurs milliers de km

Tableau 16 : La puissance d'un tremblement de terre (ou magnitude) se mesure depuis 1935 avec l'échelle de Richter

Intensité de l'échelle de Mercalli	Effets ressentis
I	Aucun mouvement n'est perçu, sauf par des appareils sensibles.
II	Quelques personnes peuvent sentir un mouvement si elles sont au repos et/ou dans les étages élevés de grands immeubles.
III	A l'intérieur de bâtisses, beaucoup de gens sentent un léger mouvement. Les objets suspendus bougent. En revanche, à l'extérieur, rien n'est ressenti.
IV	A l'intérieur, la plupart des gens ressentent un mouvement. Les objets suspendus bougent, mais aussi les fenêtres, plats, assiettes, loquets de porte.
V	La plupart des gens ressentent le mouvement. Les personnes sommeillant sont réveillées. Les portes claquent, la vaisselle se casse, les tableaux bougent, les petits objets se déplacent, les arbres oscillent, les liquides peuvent déborder de récipients ouverts.
VI	Tout le monde sent le tremblement de terre. Les gens ont la marche troublée, les objets, tableaux, tombent, le plâtre des murs peut se fendre, les arbres et les buissons sont secoués. Des dommages légers peuvent se produire dans des bâtiments mal construits, mais aucun dommage structural.
VII	Les gens ont du mal à tenir debout. Les conducteurs sentent leur voiture secouée. Quelques meubles peuvent se briser. Des briques peuvent tomber des immeubles. Les dommages sont modérés dans les bâtiments bien construits, mais peuvent être considérable dans les autres.
VIII	Les chauffeurs ont du mal à conduire. Les maisons avec de faibles fondations bougent. De grandes structures telles que des cheminées ou des immeubles, peuvent se tordent et se briser. Les bâtiments bien construits subissent de légers dommages, contrairement aux autres qui en subissent de sévères. Les branches des arbres se cassent. Les collines peuvent se fissurer si la terre est humide. Le niveau de l'eau dans les puits peut changer.
IX	Tous les immeubles subissent de gros dommages. Les maisons sans fondations se déplacent. Quelques conduits souterrains se brisent. La terre se fissure.

X	La plupart des bâtiments et leurs fondations sont détruites. Il en est de même pour quelques ponts. Des barrages sont sérieusement endommagés. Des éboulements se produisent. L'eau est détournée de son lit. De larges fissures apparaissent sur le sol. Les rails de chemin de fer se courbent.
XI	La plupart des constructions s'effondrent. Des ponts sont détruits. Les conduits souterrains sont détruits.
XII	Presque tout est détruit. Le sol bouge en ondulant. De grands pans de roches peuvent se déplacer.

Tableau 17 : L'échelle de Mercalli d'Intensité (1902), modifiée en (1952)

Degrés	Secousse	Observation
I	Imperceptible	La secousse n'est pas perçue par les personnes, même dans l'environnement le plus favorable.
II	A peine ressentie	Les vibrations ne sont ressenties que par quelques individus au repos dans leurs habitations, plus particulièrement dans les étages supérieurs des bâtiments.
III	Faible	L'intensité de la secousse est faible et n'est ressentie que par quelques personnes à l'intérieur des constructions.
IV	Ressentie par beaucoup	Le séisme est senti à l'intérieur des constructions par quelques personnes, mais très peu le perçoivent à l'extérieur.
V	Forte	Le séisme est senti à l'intérieur des constructions par de nombreuses personnes et par quelques personnes à l'extérieur. Les constructions sont agitées d'un tremblement général.
VI	Légers dommages	Le séisme est senti par la plupart des personnes, aussi bien à l'intérieur qu'à l'extérieur : fissuration des murs, chutes d'objets, etc.
VII	Dommages significatifs	Beaucoup de bâtiments ordinaires sont modérément endommagés.
VIII	Dommages importants	Les constructions subissent des dommages, lézardes larges et profondes dans les murs, effondrements partiels éventuels.
IX	Destructive	Beaucoup de bâtiments s'effondrent en partie, quelques-uns entièrement.
X	Très destructive	Beaucoup de constructions s'effondrent.
XI	Dévastatrice	La plupart des constructions s'effondrent
XII	Catastrophique	Pratiquement toutes les structures au-dessus et au-dessous du sol sont gravement endommagées ou détruites.

Tableau 18 : Echelle européenne macroscopique d'intensité des séismes (EMS 92)

4- Le Foyer (ou Hypocentre)

Le lieu origine d'un tremblement de terre s'appelle le **foyer** sismique ou l'**hypocentre** sismique (Fig 47)

Le **foyer** d'un séisme n'est pas un point mais peut être considéré comme étant un certain **volume**. Les foyers sont donc le siège d'excitation des ondes longitudinales (**Ou ondes P**) et transversales (**ou onde S**) qui se propagent dans toutes les directions.

Il existe un lien étroit qui lie la Tectonique aux séismes : c'est ce qu'on appelle le **mécanisme au Foyer**.

II- Les ondes sismiques

Ce sont des ondes élastiques qui se propagent dans toutes les directions. On distingue **les ondes de volume** qui traversent la terre et **les ondes de surface** qui se propagent parallèlement à la surface. Ces différents types d'ondes se succèdent sur des sismogrammes (Fig 46)

La **vitesse de propagation** et l'**amplitude** de ces ondes sont modifiées par **structures géologiques** traversées.

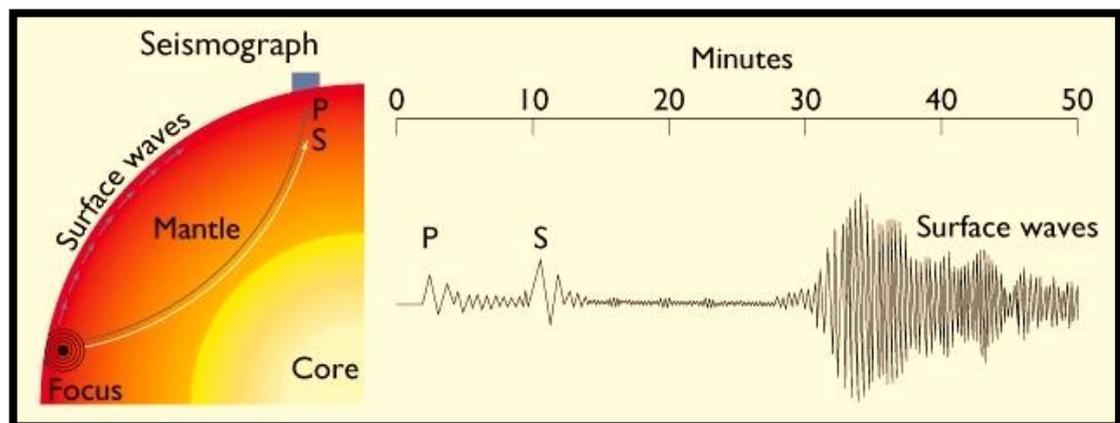


Fig 46 : Exemple d'enregistrement de séisme

1-Amplitude

L'arrivée des ondes sismiques est marquée par des vibrations d'ondes. L'importance du séisme est caractérisée par l'amplitude de ces ondes sismiques (Fig 48)

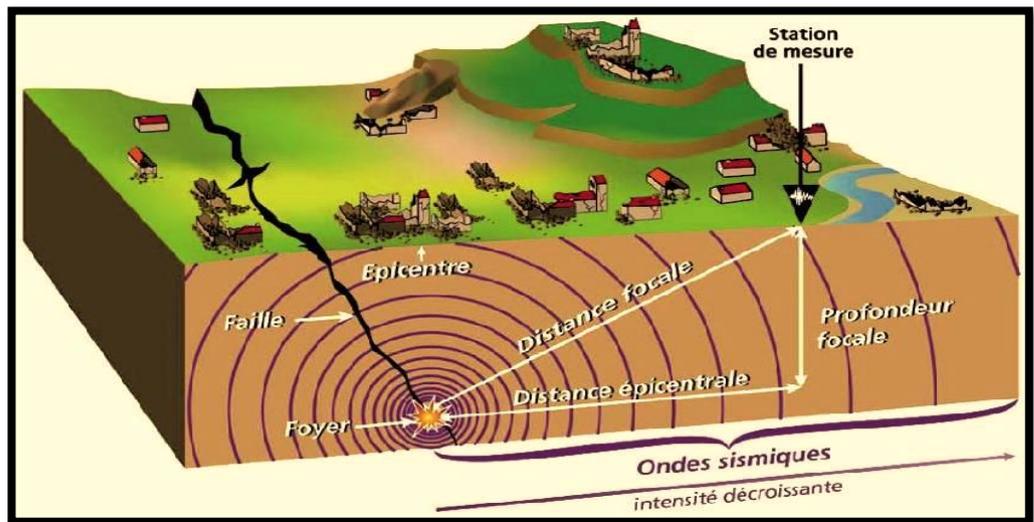


Fig 47 : Bloc diagramme montrant le foyer d'un séisme
(BELDJOUDI. H. 2011)

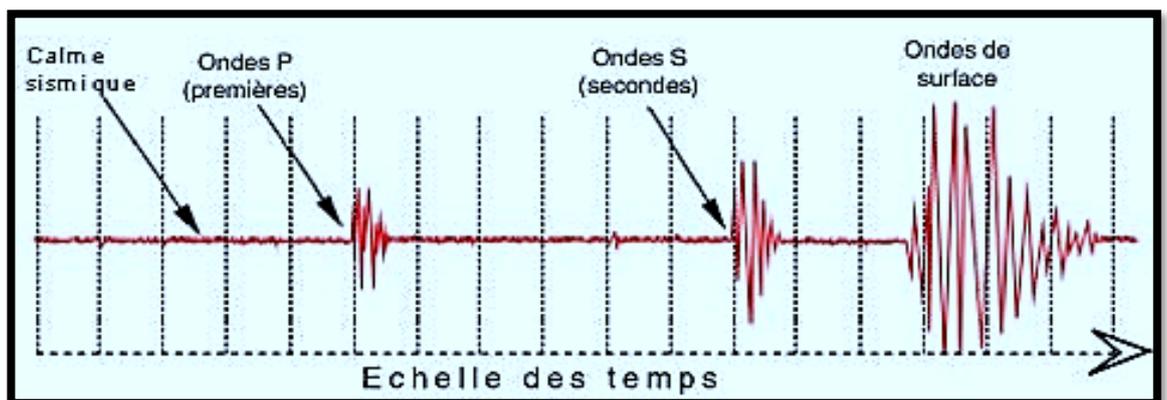


Fig 48 : Enregistrement sismique montrant les différents types d'ondes
(BELDJOUDI. H. 2011)

2- Les ondes de volume

Elles appartiennent à 2 catégories d'ondes :

2.1. Les ondes P ou ondes primaires :

Ce sont des ondes de **compression** ou ondes **longitudinales** qui se propagent dans **tous les milieux**. Les particules se déplacent selon des mouvements de dilatation et de compression avant arrière dans la direction de propagation de l'onde (**Fig 49**)

Ce sont les ondes sismiques les plus rapides (**6 Km/s** près de la surface), responsables des tous 1ers grondements sourds perçus au début d'un séisme. Elles sont particulièrement bien enregistrées sur la composante verticale des sismomètres.

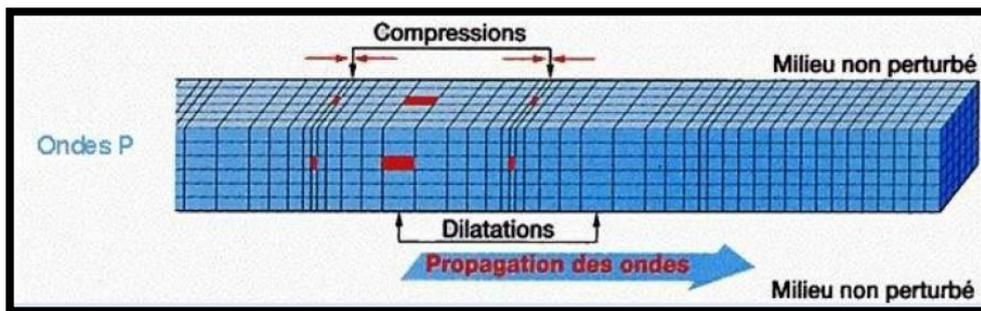


Fig 49 : compression et dilatation laissées par La propagation des ondes P dans un plan tridimensionnelle

2.2 Les ondes S ou ondes secondaires :

Ce sont des ondes de **cisaillement** ou ondes **transversales** ; elles ne se propagent que dans les solides.

Le mouvement des particules s'effectue dans un plan vertical, perpendiculairement au sens de propagation de l'onde (**Fig 50**)

Moins rapides que les ondes P (**1 à 7**fois moins rapides approximativement), elles sont enregistrées après celles-ci sur Les sismogrammes, principalement sur les Composantes horizontales du sismomètre.

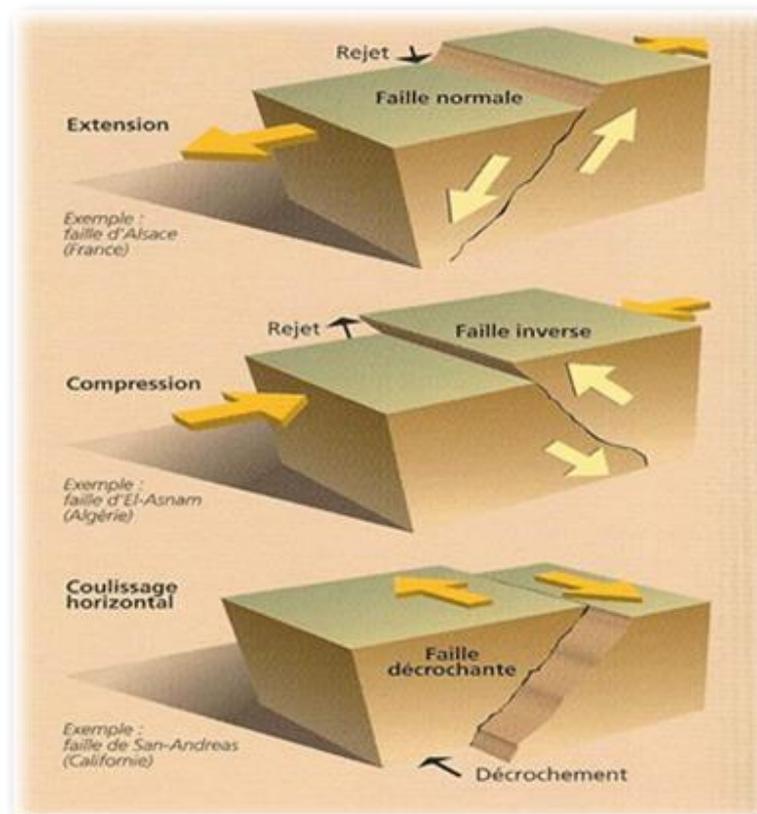


Fig 50 : Différents mouvement de compartiments de faille pouvant créer un séisme

(BELDJOUDI. H. 2011)

III-Les différents types de mouvements des plaques lithosphériques

Les mouvements relatifs entre les grandes plaques lithosphériques sont de 3 types principaux :

- **de l'étirement**, là où se crée les plaques océaniques au niveau des rifts et des grandes dorsales médio-océaniques (**Fig 51**)
- **du raccourcissement**, dans les zones de chevauchement de plaques : on parle de subduction lorsqu'une plaque océanique passe sous une autre plaque (par exemple la ceinture du Pacifique au Chili, Alaska, Japon) ou de collision lorsque deux plaques continentales sont impliquées (par exemple les chaînes himalayenne ou alpine) ;

- **du coulissage latéral** (ou décrochement), comme au niveau des failles transformâtes ou des célèbres failles de San Andreas (Californie, Etats-Unis) ou nord-anatolienne (Turquie).

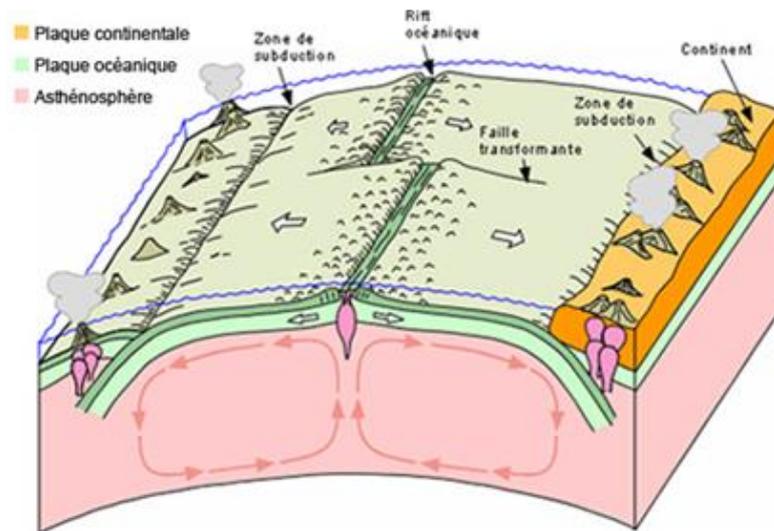


Fig 51 : Modèle illustrant la tectonique des plaques lithosphériques se déplaçant au-dessus de l'asthénosphère. (BELDJOUDI. H. 2011)

La surface de la Terre se déforme donc lentement sous l'effet du déplacement relatif des plaques tectoniques.

Toutefois ce déplacement ne se fait pas sans heurts car, dans les zones de contact, les roches s'opposent aux forces auxquelles elles sont soumises (frottements).

En résistant à cette sollicitation, les roches se comportent comme un ressort que l'on comprime, elles se déforment : de l'énergie élastique s'accumule.

Néanmoins, les roches ne peuvent pas encaisser indéfiniment cette déformation. Lorsque les forces en présence excèdent le seuil de résistance des roches, celles-ci cèdent brutalement permettant aux plaques tectoniques de glisser l'une contre l'autre de part et d'autre d'une faille.

Au cours de ce glissement, l'énergie qui s'est accumulée au cours du temps est libérée en quelques secondes (le ressort se décomprime soudainement) sous forme de chaleur (phénomène de friction au niveau de la zone de contact) et de vibrations (ondes sismiques).

Ces vibrations se propagent alors de proche en proche jusqu'à la surface : la Terre tremble.

A la suite du séisme, la zone de contact est à nouveau bloquée, l'accumulation d'énergie recommence pour démarrer un nouveau cycle.

Ce mécanisme se produit dans la partie la plus superficielle de la croûte terrestre (dans les 25 premiers kilomètres dans le contexte de la France métropolitaine).

Plus en profondeur, du fait de leur température plus élevée, les roches ont un autre comportement mécanique : elles sont ductiles, c'est-à-dire qu'elles accommodent la déformation de façon régulière par glissement continu, sans produire de séismes

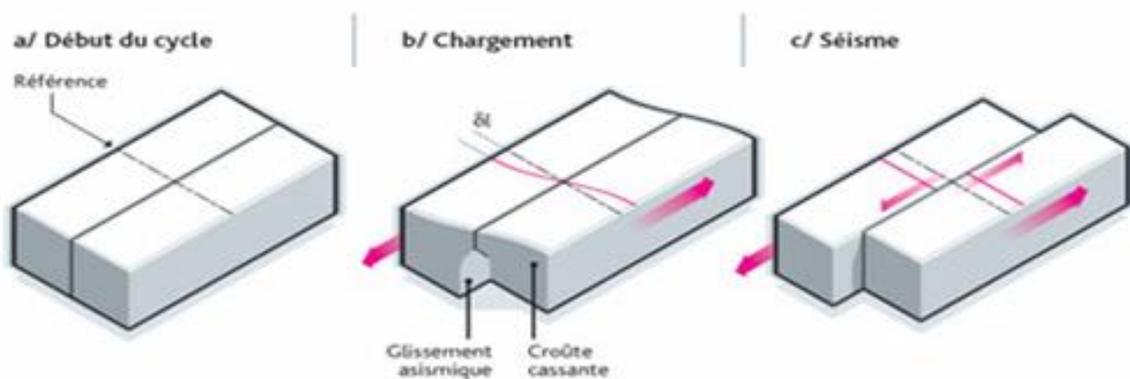


Fig 52 : Schéma illustrant le mécanisme conduisant au séisme, à la suite d'un chargement (accumulation de déformation ϵ_l) dans la partie cassante de la lithosphère, autour d'une faille (cas d'un décrochement).

IV-Zones de développement des séismes

Les séismes se produisent sur des failles, qui sont des zones de plus faible résistance mécanique et qui sont donc plus propices à accommoder la déformation imposée par le mouvement relatif des plaques tectoniques.

La sismicité se concentre pour l'essentiel le long des frontières des grandes plaques tectoniques, là où les mouvements relatifs sont les plus importants.

C'est notamment le cas tout autour de l'océan Pacifique (grands séismes d'Amérique du Sud, d'Alaska, du Kamchatka ou du Japon) ou à la périphérie de l'océan Indien (grands séismes indonésiens ou himalayens), là où plusieurs centimètres par an de déplacement relatif sont absorbés.

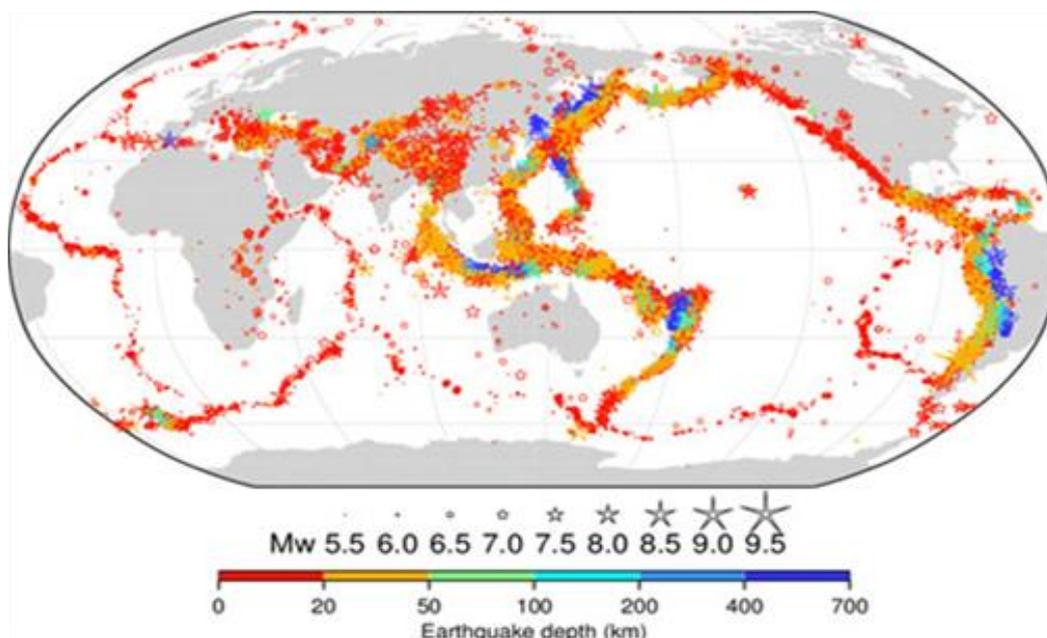


Fig 53 : Carte de la sismicité mondiale issue du catalogue v5.0 de l'ISC-GEM, pour la période 1904-2014 et pour les séismes de magnitude supérieure à 5,5. Les épices soulignent les limites de plaques lithosphériques se déplaçant les unes par rapport aux autres

Cependant, les plaques rigides sont capables de transmettre à distance les forces qu'elles subissent au niveau des zones de contact.

C'est ainsi qu'on observe également des séismes loin des limites de plaques, comme par exemple dans le Centre-Est des Etats-Unis, en Australie ou en France Métropolitaine.

En outre, d'autres phénomènes naturels à la surface de la Terre peuvent également être à l'origine de séismes. La fonte des glaciers et l'érosion modifient la force verticale s'exerçant sur la croûte terrestre, ce qui peut générer des séismes.

Certains accroissements de la sismicité ont été aussi observés à la suite d'événements exceptionnellement pluvieux (mise en charge hydraulique de réseaux de failles).

Enfin, les activités industrielles humaines peuvent aussi modifier les forces dans la croûte terrestre générant de la sismicité dite « induite », en particulier dans le cas de l'exploitation ou du stockage en profondeur de ressources souterraines (gaz, eau).

La mise en eau de barrages peut également déclencher des séismes. Cette activité sismique induite modifie l'aléa sismique de la région concernée (exemples : Koina en Inde, Bâle en Suisse, Groningen aux Pays-Bas, Oklahoma aux Etats-Unis).

Il existe une base de données mondiale des séismes induits par les activités humaines.

V. CONSEQUANCE D UN SEISME

L'intensité des dégâts est d'autant plus importante que le foyer est peu profond.

Lorsque le foyer est situé **sous un continent**, le séisme peut détruire les habitations, les routes, les ponts et les barrages ce qui entraîne généralement de nombreux blessés et mor dégât

Quand le foyer est situé **sous un océan**, le séisme peut provoquer des vagues de plusieurs dizaines de mètres de hauteur : on parle alors de raz-de-marée ou tsunami.

Un raz-de-marée est une énorme vague (jusqu'à 30 mètres de hauteur) qui avance à une vitesse de 500 à 800 km/h.

Cette vague est extrêmement dangereuse car elle arrive sur les côtes quelques heures seulement après le séisme.

Dans séismes la forte intensité ont touché le nord de l ' Algérie en causant d'importants dégâts ; Les dates et les lieux sont portés dans le tableau.

date	Intensité de séisme	lieu	conséquence	Photo
21 mai 2003 à 19h44	6.8	Willaya de Boumerdés	2266 morts 10261 blessés 200 000 sans-abri recensés	
1 ^{er} aout 2014	5.6	Willaya d'Alger	6 morts 400 blessés	
29 octobre 1999	5.8	Willaya d'Ain Témouchent	28 morts 175 blessés	
10 octobre 1980 à 12h25min23s	7.3	Willaya de Chef	2633 morts Et plusieurs milliers de Blessés	
09 septembre 1954	6.8	Willaya de Chef	1250 morts 3000 blessés	

Tableau 19 : séismes en Algérie

Conclusion :

Un séisme ou tremblement de terre est une secousse du sol résultant de la libération brusque d'énergie accumulée par les contraintes exercées sur les roches.

Cette libération d'énergie se fait par rupture le long d'une faille, généralement préexistante. Plus rares sont les séismes dus à l'activité volcanique ou d'origine artificielle (explosions par exemple).

Le lieu de la rupture des roches en profondeur se nomme le foyer ; la projection du foyer à la surface est l'épicentre du séisme.

L'arrivée des ondes sismiques est marquée par des vibrations d'ondes. L'importance du séisme est caractérisée par l'amplitude de ces ondes sismiques.

La sismicité se concentre pour l'essentiel le long des frontières des grandes plaques tectoniques, là où les mouvements relatifs sont les plus importants.

Le mouvement des roches près du foyer engendre des vibrations élastiques qui se propagent, sous la forme de paquets d'ondes sismiques, autour et au travers du globe terrestre.

Ces vibrations se propagent alors de proche en proche jusqu'à la surface

Il produit aussi un dégagement de chaleur par frottement, au point de parfois fondre les roches le long de la faille (pseudotachylites).

Au cours de ce glissement, l'énergie qui s'est accumulée au cours du temps est libérée en quelques secondes.



CHAPITRE VI : Fracturation

Ces fractures peuvent être associées à un évènement tectonique local, ou régional (Achour Karima, 2008).

Selon l'orientation, la distribution et la morphologie des fractures ; différents objets microtectoniques accompagnent les systèmes fracturés.

L'étude de terrain réalisée par Bendoukha (2008), et Megartsi (1985) dans les deux rives de Basse Tafna, ainsi que la cartographie de l'ensemble de produit volcanique ont mis en évidence 23 centres éruptifs dans le massif de Basse Tafna.

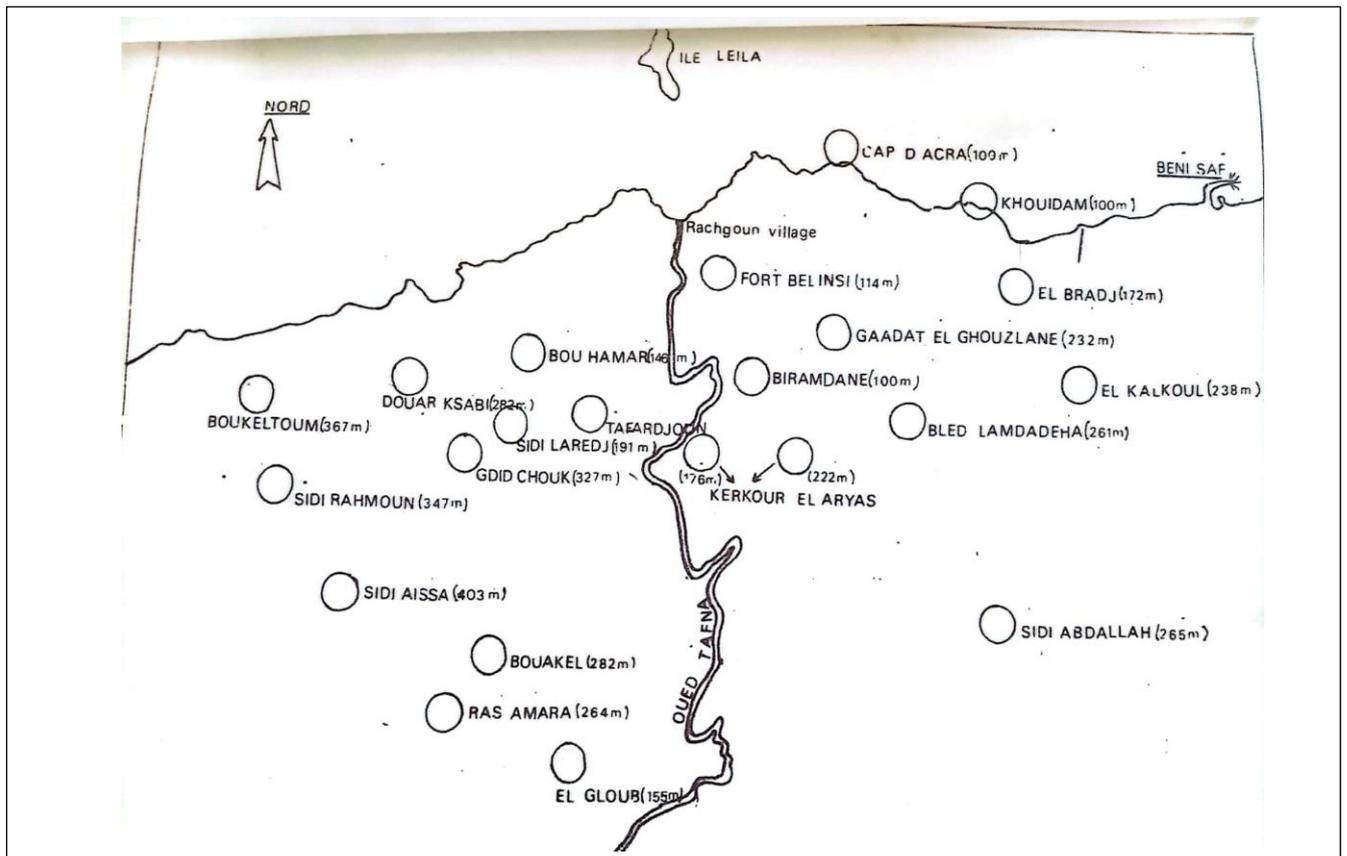


Fig 54 : Situation géographique des volcans rive gauche et rive droite et leurs altitudes (In Bendoukha)

La mise en surface des laves basaltiques et les produits pyroclastiques sont directement rattachées à un système de fracturation d'intensive (**carte hors texte**), la position et l'emplacement des volcans on permet de mettre en évidence deux directions principales de fractures responsables de la mise en place de tous les produits éruptifs de la Basse Tafna.

- 1^{er} direction de fracture oriente NE-SW
- 2^{em} direction de fracture oriente NW-SE

La fracturation de s'est fractures trouve son origine à la sismicité qui à toucher diront le moi Plio-quadernaire en effet la remontre magmatique associer on mouvement de conduction dans la chambre magmatique se la approuve une élévation dans le toit de la chambre magmatique énergie dégagée par la remontre de magma à favorisé le déroulement des séismes dans Basse Tafna.

Conclusion générale

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

L'activité éruptive alcaline d'Oranie se caractérise par un changement de type de dynamisme. Les émissions volcaniques se sont effectuées à des âges variés à la faveur de trois types de dynamisme : effusif, strombolien et phréatomagmatique.

Les éruptions effusives datées du Miocène se sont produites uniquement à l'Ouest de l'Oranie plus particulièrement dans la rive gauche de la Basse Tafna.

L'étude pétrographique de l'ensemble des coulées issues des divers appareils volcaniques de la basse Tafna a fait ressortir :

Dans le complexe volcanique de la Basse Tafna six groupes de coulées différentes par leur composition minéralogique et de produits volcano-sédimentaires ont été mis en évidence :

- le groupe basaltique B1 comporte une seule coulée basaltique prismée, attribuée au Miocène (Bendoukha, 2008), renfermant des phénocristaux de clinopyroxène, d'iddingsite et des cristaux de plagioclase ;
- le groupe B2 correspond à deux coulées, noires et prismées, présentant une texture doléritique et une abondance de phénocristaux d'olivine fraîche, de clinopyroxène et de plagioclase ;
- le groupe B3 englobe trois coulées grisâtres à "taches de soleil" montrant des phénocristaux d'olivine et de clinopyroxène ainsi que des microcristaux d'iddingsite, de titanomagnétite et de l'analcime ;
- le groupe B4 renferme uniquement les produits pyroclastiques : des tufs à lapillis, des tuffites, des cinérites, des pisolithes, des tufs à lapillis accréionnaires et des blocs basaltiques fichés. Les produits de ce groupe montrent des figures d'anti dunes et des blocs fichés de taille variable.
- le groupe basaltique B5 correspond à trois coulées gris-bleu à phénocristaux de clinopyroxène frais ou altérés, de plagioclase et quelques olivines plus ou moins iddingsitisées ;

• le groupe basaltique B6 englobe des coulées bleues à xénocristaux d'amphibole et des phénocristaux de feldspath ainsi que des microcristaux de plagioclase et de minéraux Ferro titanés. La coulée sommitale de ce groupe est aphyrique.

L'ordre de cristallisation des minéraux dans la basse Tafna est le suivant :

Les oxydes Ferro titanés □ l'olivine □ le clinopyroxène □ l'amphibole □ puis les feldspaths □ les feldspathoïdes.

L'étude dynamique du volcanisme mio-Plio-quadernaire révèle un changement de dynamisme dans la basse Tafna :

Le complexe volcanique de la Basse Tafna, met en évidence quatre grands épisodes volcaniques majeurs :

Le premier épisode volcanique majeur, s'est manifesté pendant le miocène dans la rive gauche de la Basse Tafna. Il est marqué par la mise en place de la coulée prismée du groupe B1. La bouche d'émission responsable du développement de cet épisode effusif serait en mer.

Le second épisode volcanique majeur est marqué par la mise en place de produits de projection (bombes et scories brunes) et par l'épanchement des coulées noires et gris noires des ensembles B2 et B3. Il est en général de type strombolien. Le volcan d'El Gloub se différencie par rapport aux autres par la prépondérance des produits effusifs. Cet épisode se termine par une importante phase de repos soulignée par la présence de paléosols.

Le troisième épisode volcanique majeur est de type phréatomagmatique. Il a connu son développement au niveau du maar du Fort Belinsi. Il est caractérisé par les dépôts volcano-sédimentaires constituées de tufs à lapillis, de cinérites, de cône de tufs, d'anneaux de tufs, de fragments de scories noires dans les niveaux de tufs et de tuffites, de gouttes de cendres pisolithiques, de balles de boue, de traces d'impact et figures d'anti-dunes. Tous ces éléments sont provoqués par les déferlantes basales lors des explosions phréatomagmatique.

Le quatrième épisode volcanique majeur est de type stromboliens. Il est caractérisé par des coulées des groupes pétrographiques B5 et B6 et des produits de projection (bombes scoriacées en forme d'amygdale, de taille décimétrique et scorie de couleur brun rougeâtre). Au volcan du Fort Belinsi, il est aussi caractérisé par un Lahar de 10 à 15 cm d'épaisseur.

Le troisième épisode volcanique majeur est de type phréatomagmatique. Il est mis en évidence par le maar du Fort Belinsi. Il a mis en évidence des produits pyroclastiques avec déferlante basale (tuf à lapillis, cinérite, Tuffites ,pisolite, lapillis accréionnaires)

Le quatrième épisode volcanique majeur est de type strombolien. Les laves rattachées à cet épisode sont de couleur gris-claire. Les coulées inférieures referment des cristaux de pyroxène de plagioclase, alors que celles du sommet sont aphanitiques. Les produits pyroclastiques qui le caractérisent sont des coulées (groupe T4) et des bombes volcaniques et des brèches scoriacées de couleur brun rougeâtre.

Parmi les facteurs physiques ou chimiques susceptibles de contrôler le dynamisme du volcanisme basaltique figurent en premier lieu la température et la viscosité du magma au moment de l'éruption.

La mise en surface des laves basaltiques et les produits pyroclastiques sont directement rattachées à un système de fracturation d'intensive, la position et l'emplacement des volcans on permet de mettre en évidence deux directions principales de fractures responsables de la mise en place de tous les produits éruptifs de la Basse Tafna.

- 1^{er} direction de fracture oriente NE-SW
- 2^{em} direction de fracture oriente NW-SE

La néotectonique régionale post-collisionnelle associée à des environnements paléogéographiques particuliers, au cours du mio-Plio-quaternaire, semble avoir joué un rôle essentiel dans les conditions de mise en place des émissions volcaniques d'Oranie.

ANNEXE

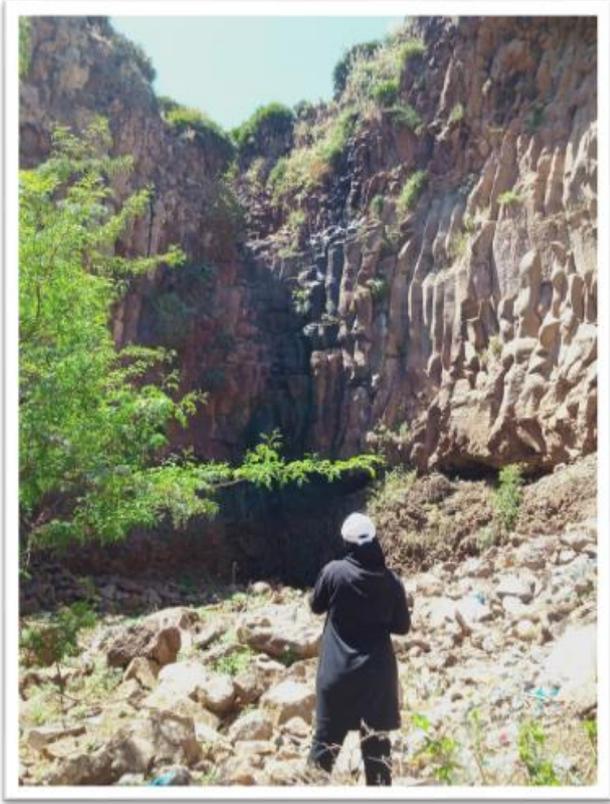


Photo 1 : coulée prismée de la Basse Tafna

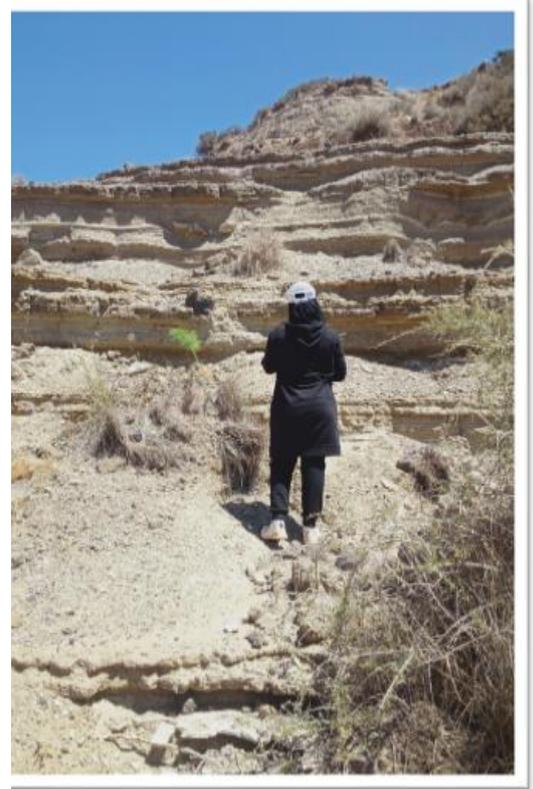


Photo 2 : volcan fort Belinsi



Photo 3 : coulée a infumable ou volcan de Gaadat el Ghouzlane

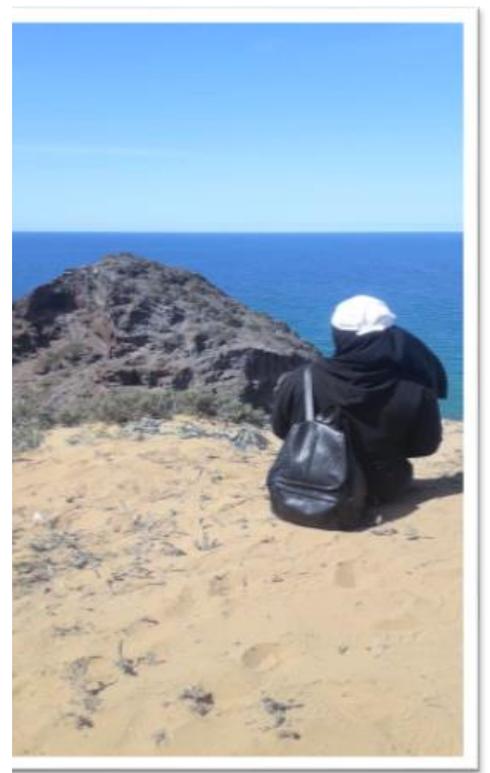


Photo 4 : volcan Khoudam



Fig 5 : Récupération de l'échantillon



Fig 6 : Réalisation de sucre pour lame mince



Fig 7 : Polissage du sucre avec l'abrasif grossier



Fig 8 : Collage du sucre sur la lame de verre



Fig 9 : Amener la lame mince à la bonne épaisseur grâce à la rectifieuse



Fig 10 : Finalisation du polissage de la lame



Fig 11 :Vérification de la netteté de la lame



Fig 12 : Lame prête à être étudié

Nomenclature des termes utilisés en dynamisme phréatomagmatique

Anti- dune : Les antis 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, pentes vers l'amont ou vers l'aval

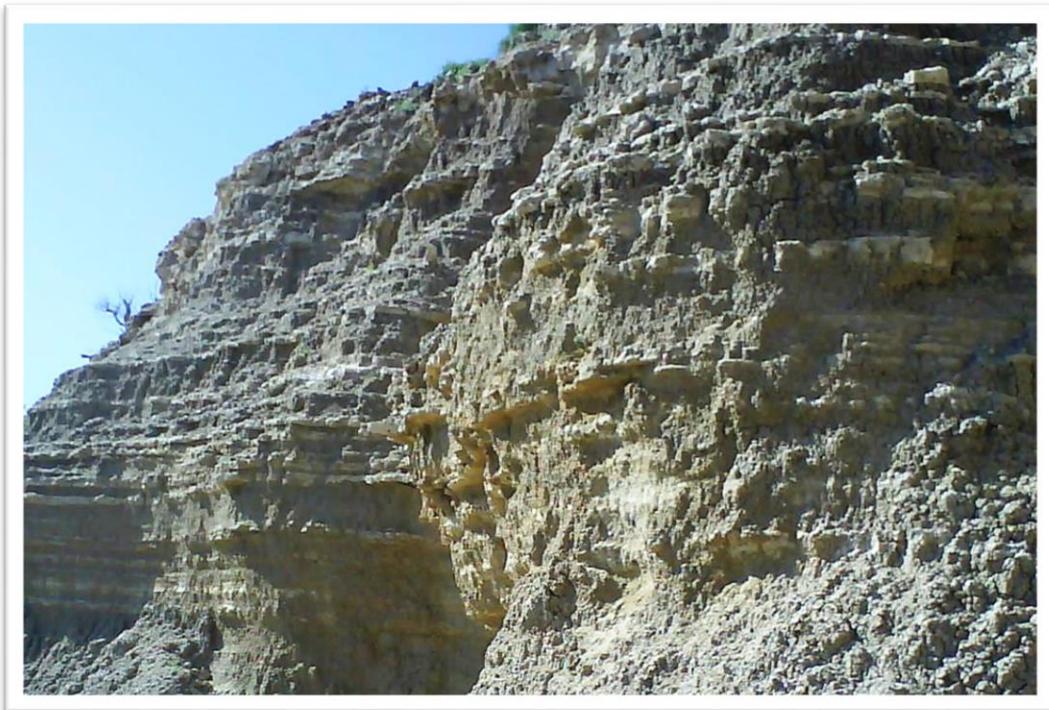


Photo 13 : Alternance de tufs à lapillis, de tuffites et de cinérites avec figures d'anti - dunes (in Bendoukha 2008)

Cône volcanique : Relief conique plus ou moins important se formant autour de la cheminée d'un volcan par l'accumulation de projections et de coulées.

Les cônes : Structure concrétionnée se rencontrant dans des marnes, des grès argileux, des minerais de fer, des charbons, etc. et se caractérisant par une succession de cônes imbriqués les uns dans les autres.

Dans les marnes, ex : la calcite « cône-in-cône » se présente en cônes imbriqués par leurs sommets et dont les bases correspondent aux épontes d'une lame épaisse de un à quelques centimètres.

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 pareil 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 phréatomagmatique.



Photo 14 : Maar de Fort Belinsi (250 m de diamètre) (in Bendoukha 2008)

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.



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

Spatter cone : 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.

Tuf : sorte de pierre friable ; Terme utilisé dans deux sens différents .



Photo 16 : Des blocs fichés avec des ondulations dans les tufs

Tuf volcanique : roche formée par accumulation de projections volcaniques en fragments de quelques millimètres (roche pyroclastique à lapillis dominants), pouvant contenir des blocs ou des cendres, et consolidée sous l'action de l'eau. Les tufs, en niveaux souvent bien stratifiés, peuvent montrer un granoclasement vertical et horizontal : base des bancs plus grossière que le sommet (celui-ci étant plus riche en cendres), tufs devenant de plus en plus fins lorsqu'on s'éloigne du cratère. Ils alternent avec des niveaux à blocs et des lits de cendres et, selon les lieux de dépôt, avec des horizons pédologiques ou des couches sédimentaires marines ou lacustres.

Tuf soudé : accumulation de débris de lave encore incandescents et plastiques (ignimbrite).
Tufacé, (qui a l'aspect d'un tuf) ; **tufeux**, (qui se rapporte aux tufs calcaires et aux eaux les produisant).



Photo 17 : Bombe scoriacée en fuseau dans le niveau béchique

Cendres volcaniques : Fragments de roche effusive (éléments pyroclastiques) projetés par les volcans, de taille < 2 mm (cendres grossières de 2 à 0,6 mm, cendres fines $< 0,6$ mm).

Ces fragments sont constitués de magma pulvérisé (cendres vitreuses) et ou de roches broyées provenant en particulier des parois de la cheminée. Elles peuvent être dispersées sur de grandes étendues et leur dépôt donne des roches meubles ou consolidées (cinérite, tuf volcanique). Souvent blanchâtres à grises quand elles sont fraîches, elles brunissent rapidement par altération, et donnent des sols fertiles (lapilli, tuf).



Photo 18 : Volcan d'El Gloub

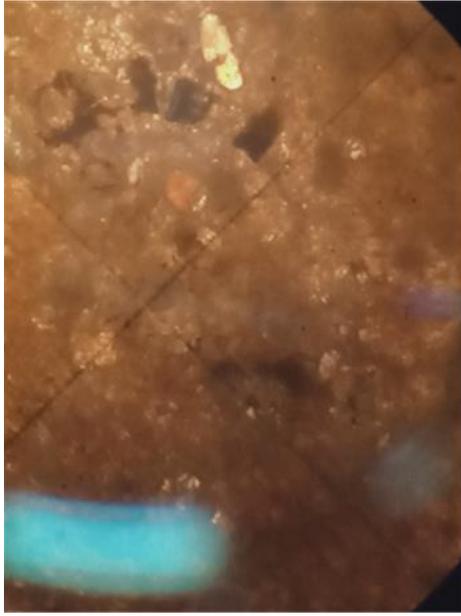


Photo 19 : les tufs grossiers de Fort Belinsi
(EN LP) GR × 10/ 0.25



Photo 20 : plagioclase (EN LP)
GR × 10/ 0.25

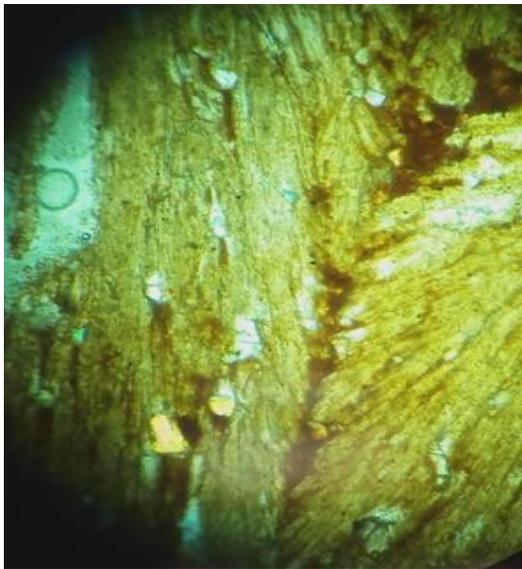


Photo 21 : trace de retombée
Observée dans cristal d'olivine
GR × 5 /0.12 (EN LP)

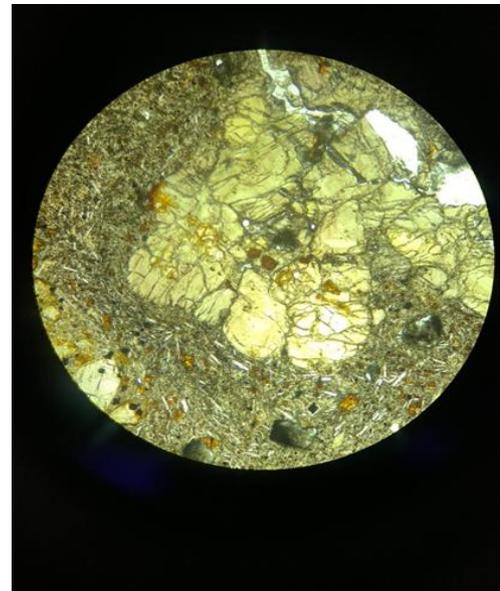


Photo 22 : Enclave de péridotite a spinelle
de type Lherzolite

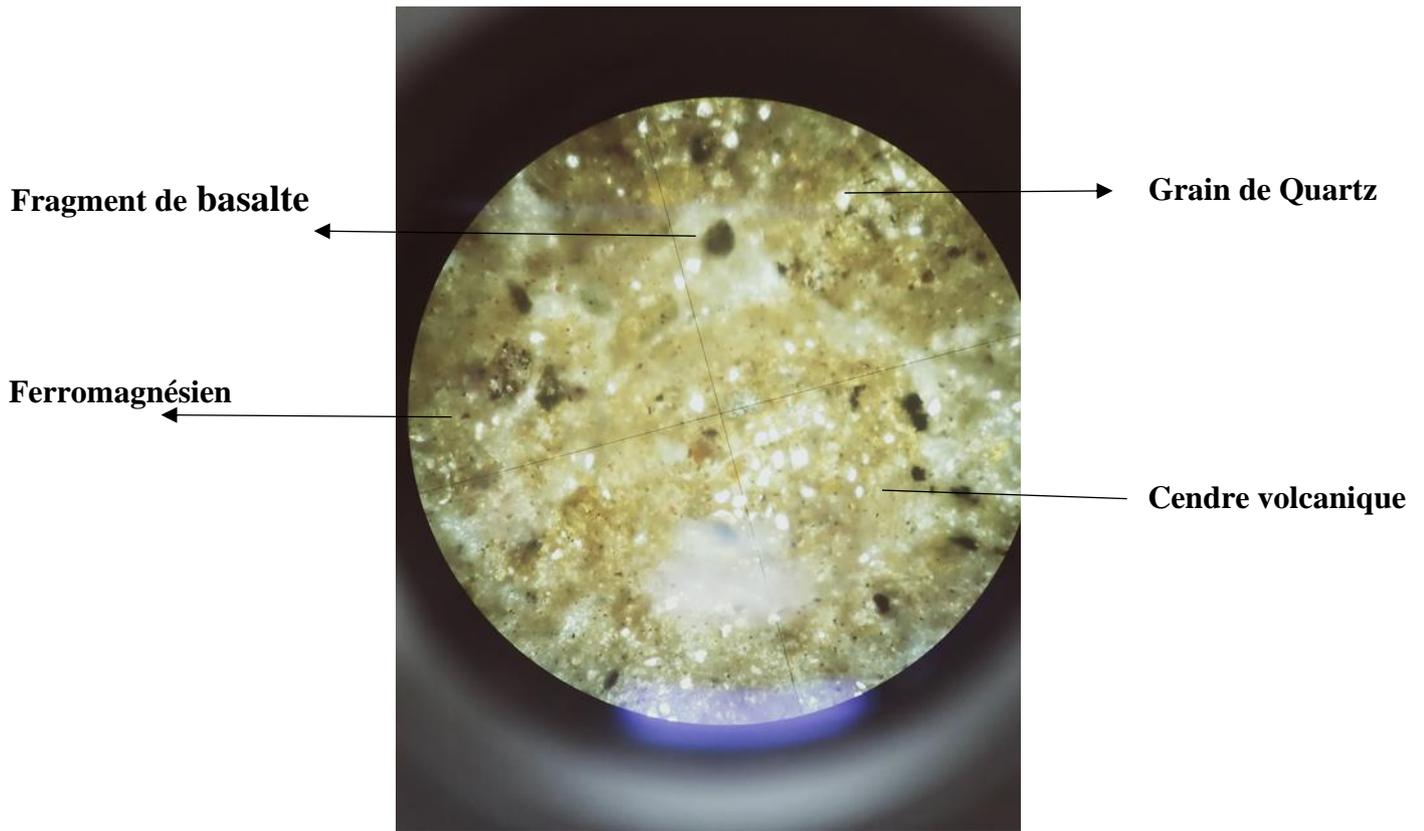


Photo 23 : les tufs a lapillis de la Basse Tafna (EN LP)

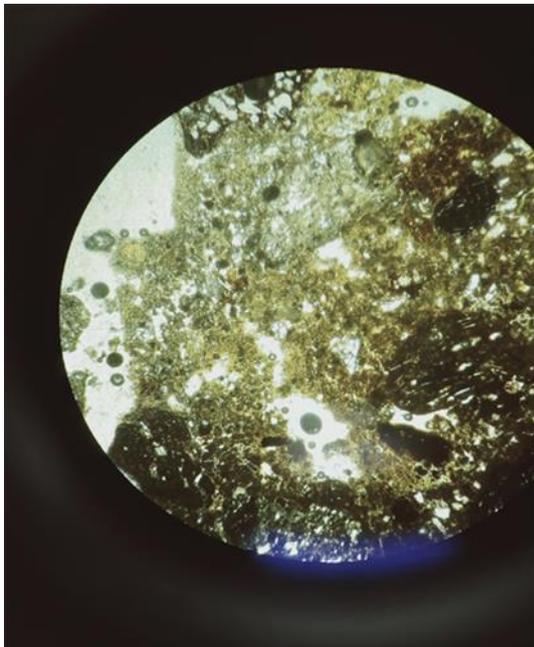


Photo 24 : Scories en globe de cendre volcanique
(En LP) GR × 5 /0.12

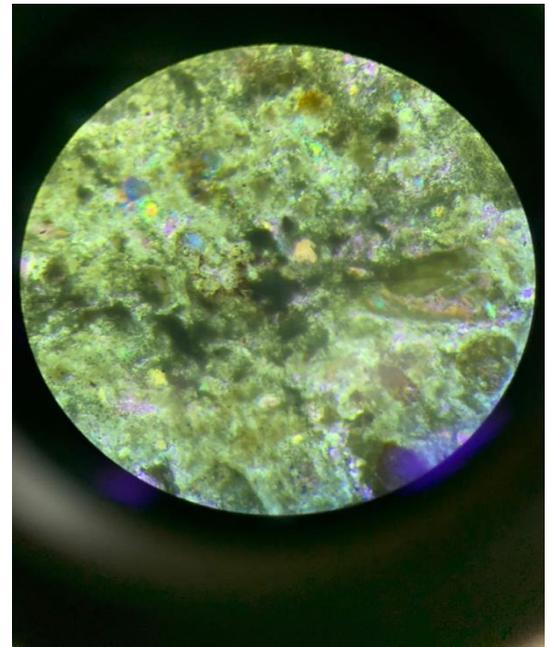


Photo 25 : Cinérite

Bibliographie

- **Abed, Z., 1993.** Etude volcanologique et pétrologique des laves quaternaires de la région de Ghazaouet (Oranie), Thèse Magister, USTHB (Alger).
- **Ameur, M., 1988.** Etude stratigraphique et sédimentologique du Jurassique inférieur et moyen de la partie orientale de la chaîne du Fillaoussène. Thèse Doctorat d'Etat, Univ, Oran, 192 p.
- **Aouadi. O, Belkhou. C, 2010 :** Contribution à l'étude géologique des minéralisations ferrifères de Béni Saf. *Mémoire de Master2, 83p.*
- **Ayadi, A., Ousadou, A.F., Bourouis, S. ET Benhallou, H., 2002,** Seismotectonics and Seismicquietness of the Oranie region (western Algeria); the Mascara earthquake of August 18 1994, Mw = 5.7, Ms = 6.0. *Journal of Seismology, 6, 13-23*
- **Beaudoin, G., 2006.** Géologie et métallogénie, Manuel de cours 36p, Univ, Laval (Québec).
- **Benzina. M, 2012 :** Evolution tectono-sédimentaire du bassin de la Tafna (Tlemcen, Algérie nord occidental). *Mémoire de Magistère. Tlemcen.66p.*
- **BELDJOUDI. H. 2011 :** Etude de la sismicité du Nord Algérien. Thèse de Doctorat en sciences ; Universitaire de Tlemcen, 148P.
- **Belhai. D, 1996 :** Evolution tectonique de la zone ouest algéroise (Ténès – Chenaoua). *Thèse de doctorat. USTHB (Alger). p 151.*
- **Belhadi, A., Nakanishi, T., Watanabe, K., Izawa, E., 2002.** Gold mineralization and occurrence of Sinter in the Hoshino area, Fukuoka prefecture, Japan, *Resource Geology, vol. 52, no.4, 371-380.*

- **Bellon, H.** (1981), Chronologie radiométrique (K-Ar) des manifestations magmatiques autour de la Méditerranée occidentale entre 33 et 1 Ma, in *Sedimentary Basins of Mediterranean Margins*, edited by F.C. Wezel, Tecnoprint, Bologna.
- **Bellon .h, Gardia .p** les associations volcanique de miocènes supérieur de la région oranaise.
- **Belmouhoub, A., 2004.** Les minéralisations sulfurées à Cu (Au), Pb-Zn associées aux roches volcaniques miocène de Tifaraouine (Sahel oranais) : pétrographie, géochimie et prospection minière, Thèse Magister, USTHB (Alger).
- **Bellon, H., 1976.** Séries magmatiques néogènes
- **Boudiaf A (1996)** Etude sismotectonique de la région d'Alger et de la Kabylie (Algérie) utilisation des modèles numériques de terrains (MNT) et de la télédétection pour la reconnaissance des structures tectoniques actives : contribution à l'évaluation de l'aléa sismique. Thèse de doctorat en Géologie et paléontologie. Univ Montpellier 2.
- **Boukhedimi, M A., 2017.** La néotectonique du nord-ouest algérien et ses conséquences sur la répartition spatiale de la sismicité et du volcanisme et l'hydrothermalisme récents de l'Oranie. Thèse de Doctorat en Sciences de la Terre.
Theses.usthb.dz/document/TH10/2017-D/S.T.161p.
- **Curie, J., Flamand, G., 1889.** Carte géologique de l'Algérie (description stratigraphique générale de l'Algérie suivie d'étude succincte sur les roches éruptives de cette région), Association ouvrière Fontana et Cie, Alger, 219p.
- **Frizon de Lamotte, D., Saint Bezar, B., Bracène, R., and Mercier, E.** (2000), the two main steps of the Atlas building and geodynamics of the western Mediterranean, *Tectonics*, 19,740-761.
- **Gautier, E.F., 1922.** Structure de l'Algérie, Société d'éditions géographiques et scientifique France, 248p.

- **Gentil .M.L** étude géologique de la base de Tafna -1903

- **Gentil, L., 1903.** Etude géologique du bassin de la Tafna. Publ. Serv. Carte géol.Algérie,(2), n°4, 425p.

- **Grod et al.** les roches volcanique .pétrologie et cadre structurel .1978
lefevre c .cocusse p, étude pétrographique et minéralogique des laves du massive volcanique de *Guadeloupe*.

- **Helkein g.h** .morphology and petrography of volcanic ashes geological.1972.

- **KIRECHE. O. 1977 :** Etude géologique et structurale des massifs à schistosité du Chélif (Tell Centro-Occidental).Thèse Doctorat. 3ème cycle, Université. Alger. 147 p.

- **Louni-HaciniA., 2002.** La transition du magmatisme calco alcalin au magmatisme alcalin dans l’Oranie, Thèse Doctorat d’Etat, USTHB (Alger),198p.

- **Louni-Hacini, A., Bellon, H., Maury, R.C., Coulon, C., Semroud, B., Cotten, J., et Coutelle, A., 1995.** Datation K40-Ar40 de la transition du volcanisme calco alcalin en Oranie au Miocène supérieur.R.Acad. Sci. Paris, Série II a, pp 975-982

- **Megartsi. M. 1985 :** Le volcanisme mio-plio-quaternaire de l’Oranis nord occidentale (géologie, pétrologie, géodynamique).*Thèse de doctorat (pétrologie structurologie).* USTHB. (Alger).295p

- **Megartsi, M., 1985.** Le volcanisme Mio-Plio-Quaternaire de l’Oranie nord – occidentale. Géologie, pétrologie et géodynamique, Thèse Doctorat d’Etat, USTHB (Alger), 296p.

- **Miyoushi, Y., Ishibashi, J., Faure, K., Maeto, K., Matsukura, S., Omura, A., Shimada, K., Sato, H., Sakamoto, T., Uehara, S., Chiba, H., and Yamanaka, T., 2013.** Mg-rich clay mineral formation associated with marine shallow-water hydrothermal activity in an arc volcanic caldera setting, *Chemical Geology*, 355, 28-44.
- **Mosser-Ruck, R., Devineau, K., Charpentier, D., Cathelineau, M., 2005.** Effects of ethylene glycol saturation protocols on XRD patterns: a critical review and discussion. *Clay Clay Miner.* 53, 631–638.
- ***Rachid Bendoukha*** étude dynamique d'un complexe volcanique de la base de Tafna - 1987.
- ***Rachid Bendoukha*** étude pétrographique d'un complexe volcanique de la base de Tafna -1987
- ***Rachid Bendoukha*** étude géochimique d'un complexe volcanique de la base de Tafna -1987
- **Sadran. G, 1958 :** Les formations volcaniques tertiaires et quaternaires du tell oranais. *Pub. ser.geol.algerie.Bull n°18.*

