



REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE



**UNIVERSITE MOULOU MAMMERI DE  
TIZI OUZOU**

**Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques**

**DEPARTEMENT DE BIOLOGIE**

**DOMAINE DES SCIENCES DE LA TERRE ET DE L'UNIVERS**

Mémoire de fin d'études présenté en vue de l'obtention du diplôme de  
Master en Géologie

**Spécialité: Ressources Minérales et Environnement**

**THEME**



**Encadré par :**  
Mr. A. HAMIS

**Réalisé par:**  
Mlle. MAHROUG Dalila

**Soutenu le :**  
**Devant le jury composé de :**

**Mr.H. ZEGHOUANE**  
**Mr. A. HAMIS**  
**Mr. L. SAMI**

**Maître assistant FSBSA/UMMTO** **Président.**  
**Maître assistant FSBSA/UMMTO** **Rapporteur.**  
**Maître de Conférences FSBSA/UMMTO** **Examineur.**

**Promotion 2013/2014**

---

## Remerciements

*Je remercie infiniment mon promoteur : Mr Hamis. A, pour m'avoir encadrée, je tiens à lui exprimer ma profonde gratitude pour le précieux temps qu'il m'a consacré.*

*Mes profonds remerciements vont également à Mr Sami.L pour son aide précieuse tout le long de ce travail, et aussi pour avoir bien voulu être mon examinateur.*

*Mes remerciements vont à Mr. Zeghouane d'avoir accepté de corriger mon travail sérieusement et de présider mon jury.*

*Je tiens à saluer la peine et l'effort fournis par l'ensemble de nos professeurs afin d'assurer notre formation tout au long de notre cursus universitaire.*

*J'exprime mon infini remerciement à Mr Amrouche pour tout son aide et ses conseils.*

*Merci à Mr Aigoune pour le temps qu'il m'a consacré pour la correction de mon manuscrit.*

*J'adresse mes remerciements à mes très chers camarades. Merci à : Amira, Amirouche, Assia, Aziz, Fatima, Mohammed, Nacim, Ouiza, Samia et Zohra, sans oublier Nesrine et Salim.*

*Enfin, je remercie tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à réaliser ce modeste travail.*

---

## *Dédicaces*

*Je dédie ce modeste travail à mes chers parents qui m'ont soutenu et encouragé  
durant tout mon cycle d'étude.*

*A mes chères sœurs : Kheloudja, Yamina, Hakima, Louize, et Sonia.*

*A mes frères Youcef, Said, et Djamel.*

*A mes très chères grandes mères, et grands pères.*

*A mes oncles et tantes.*

*A tous mes cousins et cousines*

*A tous mes chers camarades et amis*

*A toute la promotion de géologie minière 2013-2014*

---

---

# ***SOMMAIRE***

## **CHAPITRE I: GENERALITES**

I-I Introduction.....	6
I-II Cadre Géographique.....	6
I-III. But et Méthodologie de de l'étude.....	6
I-IV. Historique des Travaux.....	9

## **CHAPITRE II: GEOLOGIE REGIONALE**

II-I. Introduction.....	11
II-II. Les Grands ensembles du Nord Algérien .....	11
II-III. La chaine des maghrébides .....	11
II-III-1). Le domaine interne ou le domaine septentrional .....	12
II-III-2). Le domaine des flyschs.....	14
II-III-3). Le domaine externe .....	14
II-IV. La géologie de Béni Saf.....	16
II-V. Le magmatisme de la région Oranaise ou de l'Ouest Algérien... ..	21
II-VI. Tectonique régionale.....	22

## **CHAPITRE III: GEOLOGIE DU SECTEUR D'ETUDE**

III-I.: Introduction.....	24
III-III: Géologie du secteur d'étude.....	25
III-III: 1 La lithostratigraphie.....	27
III-III.1.1 Le Jurassique inférieur (Lias) .....	27
III-III.1.2: Le Jurassique supérieur- Crétacé inférieur .....	30
III-III.1.3: Formation superficielles (Quaternaire).....	33

---

III.IV: Tectonique .....	35
III. V: Conclusion.....	40

## **CHAPITRE IV: GITOLOGIE**

IV-I. Introduction.....	41
IV-II. Etude de la Minéralisation.....	42
IV-II.1. Morphologie des corps minéralisés.....	42
IV-II.2. Etude des textures.....	44
IV-II.3. Etude minéralogique.....	47
IV-II.4. Associations paragenétiques .....	58
CONCLUSION GENERALE.....	61

## **BIBLIOGRAPHIE.**

---

## *Résumé*

La région de Sidi Safi fait partie du massif de Béni Saf qui lui-même fait partie du domaine des Traras de la chaîne Alpine nord africaine. Elle a été structurée durant les deux phases Hercynienne et Alpine. D'intenses activités volcaniques ont affecté ce massif, antérieurement au Miocène et au Plio-Quaternaire. Cette dernière reste la plus importante dans la région de Béni Saf.

Du point de vue lithologique les formations sont représentées essentiellement par des calcaires Jurassique (Lias) et les schistes d'âge Jurassique supérieur et Crétacé inférieur partiellement ou totalement épigénisés.

La minéralisation dans la région de Sidi Safi est essentiellement ferrifères, encaissée dans les calcaires et les schistes. Elle présente une morphologie de type filonienne, en amas et à remplissage de fissures.

La paragenèse est constituée par la sidérite, l'hématite, l'oligiste, la limonite, la barytine, la calcite, la dolomite, le quartz, la chlorite, l'albite, la séricite et la kaolinite.

Mots clés: Béni Saf, Sidi Safi, Traras, géologie, gîtologie, sidérite, hématite, oligiste, limonite et barytine.

---

# *Liste des figures*

## **Chapitre: I**

Fig. I-1 : Carte de situation géographique de Sidi Safi à partir de Google Earth.

Fig. I-2: Carte géologique simplifiée du Nord de l'Algérie. (CGMW/UNESCO 1990).

## **Chapitre: II**

Fig. II-1: Position des différentes unités géologiques des Maghrébides (Domzog et al, 2006).

Fig. II-2: Carte montrant les grands domaines géologiques de l'Algérie septentrionale. (Wildi, 1983).

Fig. II-3: Rapports structuraux théoriques des unités telliennes entre elles et avec les unités plus internes. (Durand Delga, 1969).

Fig. II- 4: Carte géologique à l'échelle 1/50 000 de la région de Béni Saf (P.Guardia et M.Chabi, 1995).

Fig. II-5: Log stratigraphique de la région de Béni Saf. (P. Guardia et M. Chabi, 1995).

Fig. II-6: Répartition des laves de l'Oranie Nord Occidentale. (A. Louni - Hacini, 2002).

## **Chapitre III:**

Fig. III-1: Carte géologique simplifiée du secteur de Sidi Safi (extraite de la carte géologique à 1/50.000 de Béni Saf, (Guardia et Chabi, 1995).

Fig. III-2: Coupe synthétique montrant les plissements et la position des schistes et des carbonates.

Fig. III-3: Calcaires reposant sur les séricitoschistes.

Fig. III-4: Séricitoschistes reposant sur les calcaires.

Fig. III-5: Calcaires marmorisés surmontés par des schistes.

Fig. III-6: Calcaires marmorisés, observons la forte recristallisation de la calcite.

Fig. III-7: Calcaires marmorisés présentant des plissements.

Fig. III-8: Baguettes de séricite et cristaux de calcite I dans les calcaires marmorisés, LM. LPA. Grx2,5.

Fig. III-9: Banc de calcaires laminés remplacé par de l'hématite.

Fig. III-10: Banc métrique de calcaire laminé.

Fig. III-11: Calcaire au contact avec les schistes, LM.LPA.

Fig. III-12: Photographie des séricitoschistes au niveau de la carrière de Sidi Safi.

- 
- Fig. III-13: Séricitoschistes intercalés de lentilles de roches carbonatées.
- Fig. III-14: Echantillon de chloritoschiste recoupé par des veinules d'hématite, calcite et d'oligiste tardives.
- Fig. III-15: Séricite, chlorite et quartz dans un séricitoschiste, LM.LPN.Gr x10.
- Fig. III-16: Chlorite et quartz dans un séricitoschiste, LM. LPA. Gr x10.
- Fig. III-18: Log stratigraphique de Sidi Safi.
- Fig. III-19: Schéma structural et position des corps minéralisés par rapport aux failles (quartier Sidi Safi). (DELAROCHE, 1960).
- Fig. III-20: Miroir de faille normale (Sidi Safi).
- Fig. III-21: Miroir de faille dans les calcaires, décrochement dextre.
- Fig. III-22: Miroir de faille dans les schistes, décrochement dextre.
- Fig. III-23: Fractures parallèles à remplissage de calcite (Sidi Safi).
- Fig. III-24: Fente de tension à remplissage de Barytine (N140), et calcite en échelons.
- Fig. III-25: Fente de tension à remplissage de calcite.
- Fig. III-26: Stylolites dans les calcaires (Sidi Safi).
- Fig. III-27: Rosace de direction des linéaments de Sidi Safi (Aouadi et Belkhou, 2010).
- Fig. III-28: Schistes et calcaires plissés (Sidi Safi).
- Fig. III-29: Pli dans les schistes.

#### **Chapitre IV**

- Fig. IV-1: Schéma de localisation géographique des corps minéralisés du gisement de fer de Sidi Safi.
- Fig. III-2. Photo satellitaire de la carrière de Sidi Safi.
- Fig. IV-3: Amas d'hématite (Sidi Safi).
- Fig. IV-4: Filon métrique d'hématite dans la carrière de Keloucha.
- Fig. IV-5: Filon de barytine exploité dans la galerie cimentée.
- Fig. IV-6: Texture massive dans l'hématite.
- Fig. IV-7: Veinule à remplissage de sidérite.
- Fig. IV-8: veinules à remplissage de calcite.

- 
- Fig. IV-09: Texture rubanée dans les calcaires.
- Fig. IV-10: Géodes de calcite.
- Fig. IV-11: Calcite drusique.
- Fig. IV-12: Texture bréchique.
- Fig. IV-13: Quartz I et Quartz II d'exsudation, LM. LPA. Gr x 2,5.
- Fig. IV-14: Quartz III à remplissage de fractures, recoupe le quartz II, LM. LPA. Gr x10.
- Fig. IV-15: Quartz I dans les schistes, LM. LPA. Gr x10.
- Fig. IV-16: Cristaux d'albite, LM. LPA. Gr x04.
- Fig. IV-17: Chlorite dans les calcaires, LM.LPA.Gr x10.
- Fig. IV-18: Chlorite et séricite dans les schistes, LM.LPA.Gr x10.
- Fig. IV-19: Séricite (I) dans un calcaire, LM.LPA.Gr x10.
- Fig. IV-20: Séricite (I) dans un schiste, LM.LPA.Gr x10.
- Fig. IV-21: Echantillon de barytine lamellaire associée avec de l'hématite.
- Fig. IV-22: Barytine traversée par la séricite et calcite fine, recoupant l'oligiste, LM.LPA. Gr x10.
- Fig. IV-23: Barytine en sections allongées, LM.LPA. Gr x04.
- Fig. IV-24: Affleurements de sidérite.
- Fig. IV-.25: Calcite II, LM. LPA. Gr x10.
- Fig. IV-26: Calcite III, remplissant les cavités, LM. LPA. Gr x10.
- Fig. IV-27: Dolomite, LM .LPA. Gr x10.
- Fig. IV-28: Dolomite zonée, LM. LPA. Gr x10.
- Fig. IV-29: Hématite massive avec des poches et veinules de calcite.
- Fig. IV-30: Hématite massive, SP. LPA. Gr x 05.
- Fig. IV-31: Oligiste en baguettes remplissant les fractures dans l'hématite.
- Fig. IV-32: Paillettes d'oligiste en placage.
- Fig. IV-33: Oligiste et barytine dans l'hématite.
- Fig. IV-34: Oligiste rayonnante, SP. LPA. Gr x 05.
- Fig. IV-35: Oligiste fibreuse, SP. LPA. Gr x10.

---

Fig. IV-36: Oligiste fissurale, SP. LPA. Gr x10.

Fig. IV-37: latte d'oligiste, SP. LPA. Gr x10.

Fig. IV-38: Limonite.

Fig. IV-39: brèche entre les schistes et les calcaires.

Fig. IV-40: kaolinite.

Fig. IV-41: Organigramme illustrant le modèle de la mise en place de la minéralisation ferrifère de Béni Saf (A. Boutaleb).

Tab. IV- 1: Tableau de la succession paragenétique probable de la minéralisation du secteur d'étude.

Tab I-1: La production du gisement ferrifère de Sidi Safi, (O. Aouadi et C. Belkhous, 2010).

---

## Chapitre I: Généralités

### I-I. Introduction

Le Nord algérien est constitué d'ensembles structuraux et sédimentaires portant l'empreinte de la tectonique alpine. Deux ceintures orogéniques se trouvent juxtaposées, l'**Atlustellien** au Nord, et l'**Atlas saharien** au Sud. Entre lesquels s'intercalent les Hauts Plateaux, plus au moins stables.(Fig. I -1).

L'Atlustellien est formé par:

-un domaine interne constitué du socle cristallin kabyle et de sa couverture sédimentaire ainsi que des niveaux carbonatés allant du Trias à l'Eocène.

-un domaine de flyschs: formé par un matériel crétacé et paléogène qui s'est déposé dans un sillon situé entre les zones internes et les zones externes.

-un domaine externe: avec les zones externes telliennes comportant de grandes nappes pelliculaires à matériel marneux d'âge Crétacé-Paléogène.

### I-II. Situation géographique de la région d'étude

La région de Béni Saf, est située à 100 km au Sud-ouest de la ville d'Oran et à 30 km à l'Ouest de Ain Témouchent chef lieu de wilaya. Elle est limitée au Nord par la mer méditerranée, au Sud par la commune d'Emir Abdelkader, à l'Est par la commune de Sidi Safiou se trouve le secteur d'étude et à l'Ouest par le petit village d'Oulhaça El Gheraba(Fig. I -2).

Ses coordonnées géographiques sont:

La latitude : 35°18' N

La longitude: 1°23' W

Notre étude s'est focalisée sur le gisement de fer de Sidi Safi qui se trouve à proximité de la ville de Béni Saf. D'une superficie d'environ 5 km<sup>2</sup>, le territoire du gisement est situé dans l'interfluve Tafna à l'ouest et Sidi Djelloul à l'est. La limite Sud du territoire passe par la montagne De Skouna et sa limite nord coïncide avec le rivage de la mer.

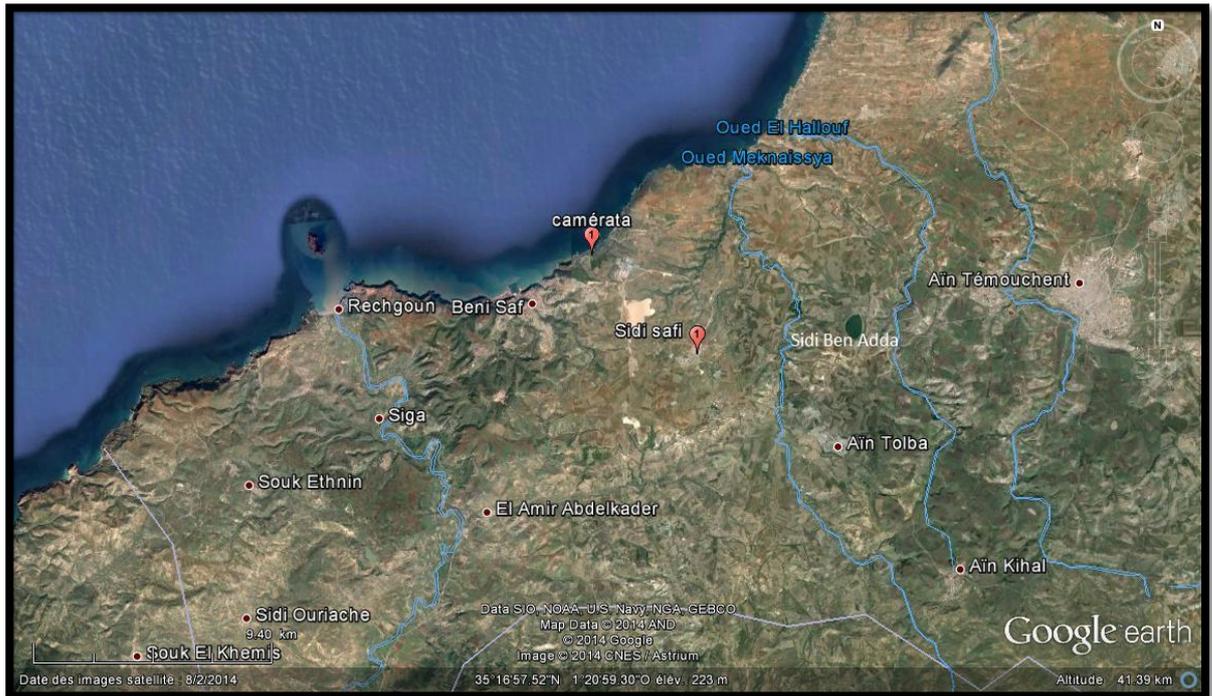


Fig. I-1: Carte de situation géographique de Sidi Safi à partir de Google Earth.

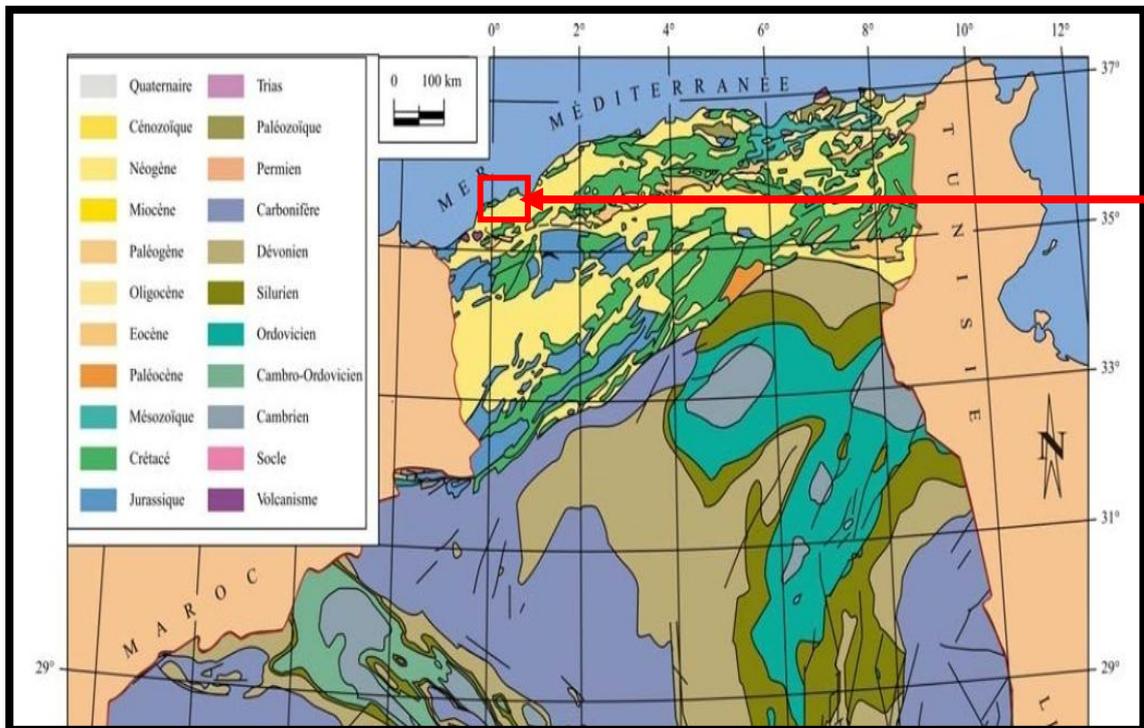


Fig. I-2 : Carte géologique simplifiée du Nord de l'Algérie. (CGMW/UNESCO, 1990).

### **I-III. But et méthodologie de l'étude:**

Ce travail a été proposé dans le cadre de la préparation du mémoire de fin d'études de (Master), Il s'agit d'une étude géologique et gîtologique des gites et indices minéralisés affleurant dans le secteur d'étude qui aboutira à proposer des guides géologiques et structuraux qui peuvent nous aider à une meilleure connaissance des facteurs contrôlant les minéralisations et donc de mieux les explorer.

La méthodologie adoptée pour mener à bien cette étude est axé sur trois grandes étapes suivantes:

#### **I-III.1.Travaux de bureau**

Ces travaux ont débuté au moment où nous avons pris connaissance du sujet de notre mémoire de fin d'études et portent sur une recherche bibliographique axée sur

- La géologie des Maghrébides en général et celle des zones externes en particulier.
- La géologie structurale des différentes phases ayant affecté la région d'étude.
- L'évolution géodynamique du Nord de l'Algérie.
- La gîtologie de la région et des différents gites et indices minéralisés répertoriés.

A cet effet de nombreuses cartes géologiques et topographiques à différentes échelles ont été également consultées.

#### **I-III.2.Travaux de terrain**

Une sortie de terrain d'une durée de huit jours a été consacrée pour toutes les carrières de Béni Saf, et deux jours pour la carrière de Sidi Safi. Ce qui nous a permis de réaliser:

- Une reconnaissance et une description de l'ensemble des faciès de la zone d'étude.
- Des illustrations: photos, coupes schématiques.
- Echantillonnage: un nombre important d'échantillons a été prélevé, couvrant pratiquement tout le secteur d'étude. Ces échantillons ont servi à l'analyse macroscopique et à la confection de sections polies et de lames minces.
- De nombreuses mesures des éléments structuraux (pendages et directions des failles, plis, filons etc.).

#### **I-III.3.Travaux de laboratoire**

Le travail de laboratoire consiste en générale à l'étude des échantillons à l'œil nu et à la loupe binoculaire afin de déterminer la composition minéralogique, la structure et textures.

Après la découpe des échantillons, nous avons procédé à la confection de (15) lames minces et (10) sections polies pour l'étude de l'encaissant, de la minéralisation et leur relation mutuelle.

Le polissage a été réalisé en utilisant différents abrasifs.

L'étude des sections polies est réalisée sur le microscope à lumière réfléchi au laboratoire de de FSTGAT del'université USTHB.

L'étude des lames minces a été menée dans notre laboratoire de minéralogie à l'aide de microscopes polarisants.

#### **I-III.4.Historique des travaux**

La ville de Béni Saf doit son existence grâce à l'activité de ses mines. Elle a été pour très longtemps intéressante pour la population locale à cause de l'exploitation ferrifère. De ce fait, le massif de Béni Safa fait l'objet de nombreuses études:

Les premières recherches remontent à 1860. Leur mise en valeur s'est accentuée à partir de 1875 et depuis, elle s'est poursuivie sans arrêt. L'activité de la mine est à l'origine de la création du port et du centre même de Béni Saf.

Durant les années 1895- 1903 L. Gentil leva la région au 1/ 50 000.

L'exploitation des amas d'hématite dans la région de Sidi Safi avait commencé vers 1926, sous la direction de la société Mokta el Hadid.

Des études géophysiques sont entreprises par la compagnie. Schlumberger(1928- 1935).

En 1952 Betier, Glangeau et Dubourdieu ont fait une étude sur la possibilité de l'extension des gisements de fer de Béni Saf.

En 1960- 1961 Launey, Dussert et Betier ont procédé à des descriptions détaillés du gisement.

P. Guardia en 1975 donne une description structurale et géologique de la région de Béni Saf.

Après l'indépendance (1962), et la nationalisation des mines en 1966, différentes sociétés algériennes s'intéressent à ce gisement :

- La SONAREM (1965) qui a fait le point sur les travaux de recherches de la région de Béni Saf.
- Suivi d'autres travaux récents effectués par l'EREM (1968- 1972) et l'EN-FERPHOS (1993).

Le gisement de Béni Saf est présumé épuisé depuis 1993, et depuis peu de chercheurs s'intéressent à l'étude des minéralisations ferrifères de la région.

La production en fer de ce gisement est résumée dans le tableau suivant (Tab II-01):

Quartiers	Période	Minerai extrait (Tonnes)	
		Galerie	Ciel ouvert
<b>Sidi Safi</b> <b>Hamri I et II</b>	1912- 1921	//	309 767
	1925- 1927	//	25 901
<b>Keloucha</b>	1916- 1927	4 834	638 325
<b>Gueten</b>	1920- 1927	//	599 388
	1900- 1910	240 236	106 895
<b>Dar Rih</b>	1910- 1927	270 822	6 432

Tab I-1: La production du gisement ferrifère de Sidi Safi,  
(O. Aouadi et C. Belkhous,2010).

## Chapitre II : Géologie régionale

### II-I. Introduction

En introduction, nous allons évoquer les grands traits géologiques de notre région d'étude dans leur contexte géodynamique. Leur évolution s'inscrit dans celle de l'Afrique du Nord qui a subi de nombreux événements géologiques du Précambrien à l'actuel. Nous résumons ici, dans un premier temps les grands ensembles du nord algérien avant de détailler la géologie de notre secteur d'étude qui appartient du point de vue géographique, aux grands ensembles connus sous le nom de « Tell Oranais ».

### II-II. Les grands ensembles géologiques du Nord algérien

Le nord algérien est constitué d'ensembles structuraux et sédimentaires portant l'empreinte de la tectonique alpine. Deux ceintures orogéniques se trouvent juxtaposées, le domaine tellien au Nord (chaîne téthysienne) et l'Atlas saharien au Sud (chaîne intracontinentale). On peut donc distinguer du Nord vers le Sud, jusqu'à la flexure Sud-Atlasique, les ensembles géologiques suivants:

-La chaîne alpine d'Afrique du Nord ou chaîne des Maghrébides constituée d'unités allochtones charriées sur la marge africaine.

-La zone tabulaire des Hautes Plaines (Hauts Plateaux): constituée de terrains méso-cénozoïques tabulaires qui reposent sur un socle paléozoïque plissé et métamorphisé durant l'orogénèse hercynienne ;

-L'Atlas saharien: composé de faisceaux de plis allant du SW vers le NE, les Monts des Ksour, (Atlas saharien occidental), le Djebel Amour, les Monts des Ouled Nail (Atlas central), les Aurès et les Nementchas (Atlas saharien oriental).

### II-III. La chaîne des Maghrébides

La chaîne alpine d'Afrique du Nord ou chaîne des Maghrébides fait partie de l'orogène alpin périméditerranéen (Durand Delga, 1969) d'âge Tertiaire qui s'étend d'Ouest en Est sur 2000 km du Rif à la Sicile. Dans ce domaine sous forme d'anneau très aplati, on distingue classiquement les zones internes, situées à l'intérieur de l'anneau et représentées par différents massifs, dispersés le long de la côte méditerranéenne et les zones externes situées à sa périphérie.

Il est admis aujourd'hui que le domaine interne de la chaîne des Maghrébides faisait autrefois partie d'un microcontinent appelé AlKaPeCa (pour Alboran, Kabyles, Peloritain et Calabre) qui était situé beaucoup plus au nord et appartenait à la marge européenne. La Dorsale

Kabyle constituait la marge méridionale et le talus continental de ce bloc. Les flyschs se sont déposés dans le bassin océanique profond qui séparait la marge européenne (ou le bloc AlKaPeCa)

et la marge africaine. Les nappes telliennes correspondent à la couverture sédimentaire qui s'est déposée sur la marge nord de la plaque africaine (Durand-Delga, 1969) (Fig.II-1).

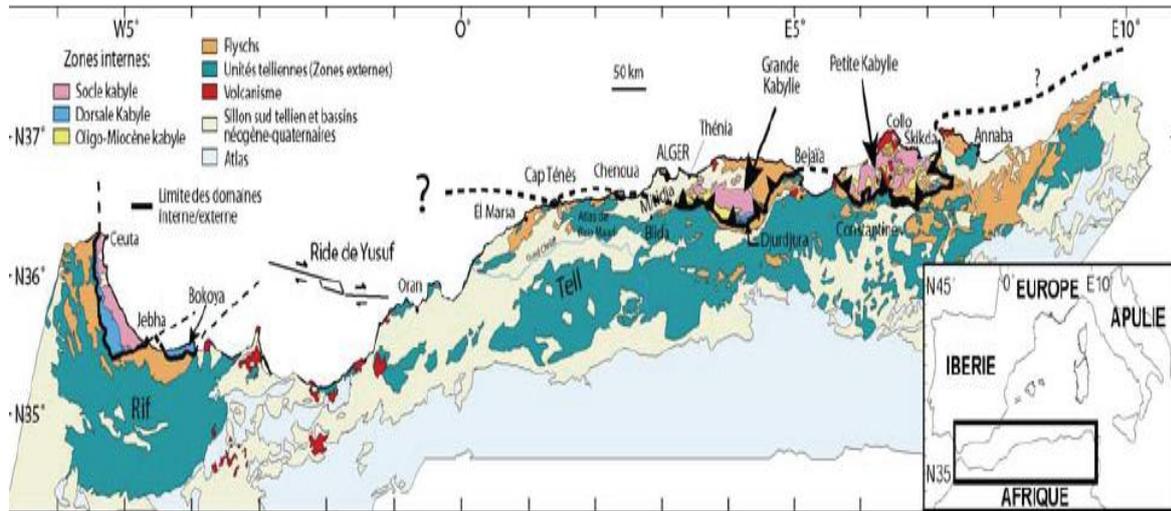


Fig. II-1: Position des différentes unités géologiques des Maghrébides (Domzog et al, 2006).

### II-III.1. Le domaine interne ou le domaine septentrional

Il est représenté en Algérie par les massifs de Grande et de Petite Kabylie, de Ténès, du Chenoua, d'Alger et peut être de l'Edough, qui est considéré comme interne (Saadallah,1992), ou externe (Bouillin et al,1984). Au Maroc, le domaine interne est représenté par le Rif marocain, et en Espagne par les Cordillères bétiques, et en Italie, il affleure en Sicile et en Calabre (domaine siculo-calabrais) (Fig. II-2).

Dans ce domaine interne, on distingue les ensembles suivants:

- Le socle cristallin.
- Le paléozoïque non métamorphique.
- La dorsale Kabyle ou chaîne calcaire.

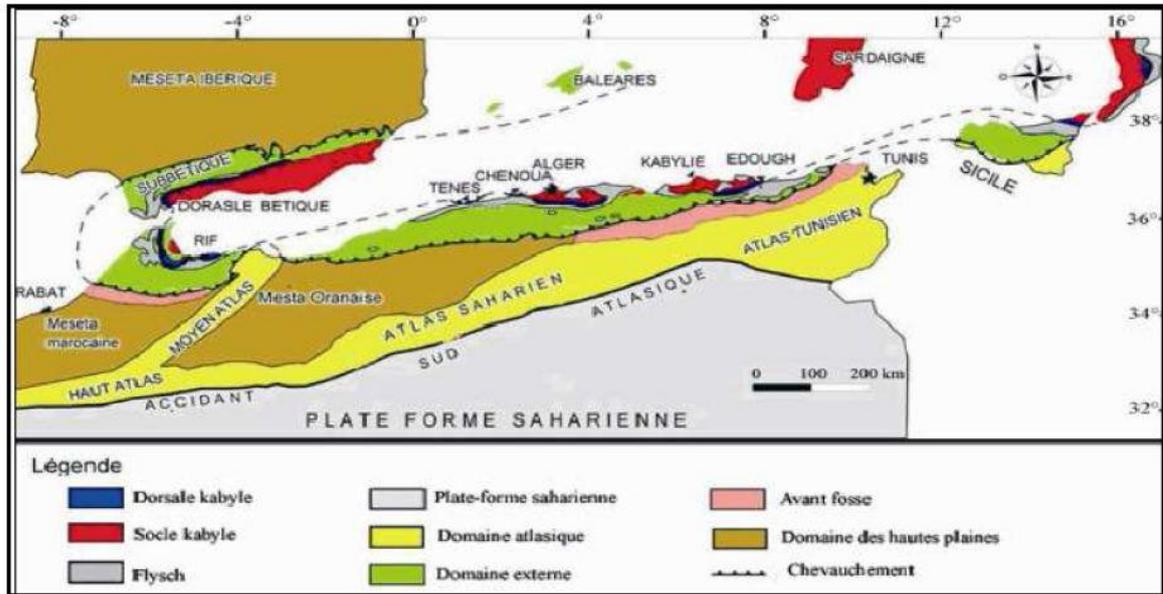


Fig. II-2: Carte montrant les grands domaines géologiques de l'Algérie septentrionale, (Wildi, 1983).

### II-III.1.1. Le socle cristallin.

Il est d'âge précambrien (J. Bossière, 1980). Il est constitué d'un empilement de terrains métamorphiques (gneiss, marbres, amphiboles, micaschistes) charriés sur les terrains mésozoïques de la Dorsale Kabyle (Durand Delga, 1969). Il affleure dans les massifs du Chenoua (à l'Ouest d'Alger), de Grande et de Petite Kabylie (entre Jijel et Skikda).

### II-III.1.2. Le Paléozoïque du domaine interne Kabyle

Le Paléozoïque Kabyle appartient aux zones internes de la chaîne alpine d'Afrique du Nord. Peu ou pas métamorphique, le Paléozoïque Kabyle débute au Cambrien supérieur (Baudelot et Géry, 1979) décrit dans le Djebel Aissa Mimoun en Grande Kabylie et atteint le Namurien (Carbonifère moyen) (Durand Delga, 1969 ; Bourrouilh et al, 1976). Cette série paléozoïque est complète en Grande Kabylie, par contre au Djebel Chenoua, seul le Dévono-Carbonifère est connu.

### II-III.1.3. La dorsale Kabyle

La dorsale Kabyle correspond à la couverture sédimentaire mésozoïque du socle. Elle constitue la bordure méridionale du socle. Elle se présente sous forme d'écaillés d'âge permotriasique à Éocène moyen (Lutétien). Ces formations comprennent des calcaires du Lias et de l'Éocène, des dolomies du Lias inférieur et des grès du Permo-Trias. Elle est subdivisée du nord au

sud en trois unités qui se différencient par le faciès et l'épaisseur des calcaires: dorsale interne, médiane et externe. Du côté sud, un contact anormal sépare la dorsale Kabyle du domaine des flyschs. Les formations du domaine interne chevauchent le domaine des flyschs et le domaine externe tellien (Durand Delga, 1969) (Fig. II-3).

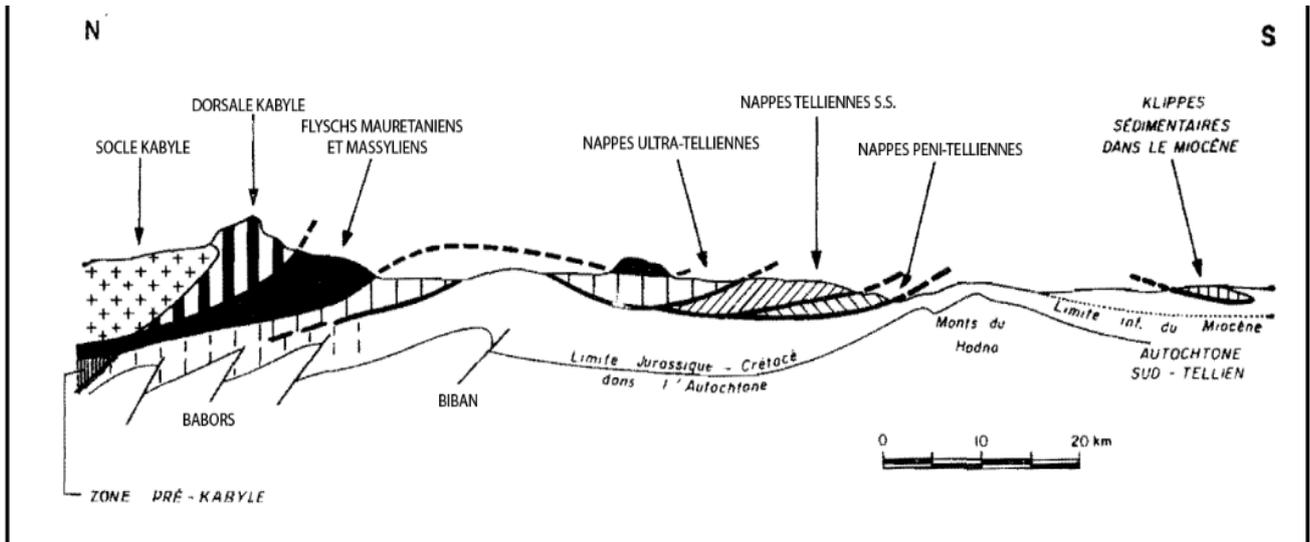


Fig. II-3: Rapports structuraux théoriques des unités telliennes entre elles et avec les unités plus internes, (Durand Delga, 1969).

### II-III.2. Le domaine des flyschs

Il est constitué par un matériel crétacé et paléogène qui s'est déposé dans un sillon qui se situait entre les zones internes et les zones externes. On distingue deux grands groupes de flyschs (Bouillin et al. 1970) : les flyschs mauritaniens et les flyschs massyliens respectivement les plus internes et les plus externes, auxquels s'ajoutent un troisième groupe de flyschs plus récent, les flyschs numidiens gréseux d'âge Oligocène supérieur-Burdigalien inférieur (Wesel, 1970; Thomas et al, 2010).

#### II-III.1. Les flyschs mauritaniens

Ils sont relativement épais et occupent une position interne dans le domaine des flyschs. Ils sont composés d'alternances de bancs argileux, calcaires et gréseux. La série débute par des radiolarites rouges du Dogger-Malm et se termine par des niveaux conglomératiques du Paléocène.

### **II-III.2.2. Les Flyschs massyliens**

Ils occupent une position externe dans le domaine des flyschs et comportent une série périto-quartzitique d'âge Crétacé inférieur surmontée par une série périto-micro-bréchique d'âge Crétacé supérieur.

### **II-III.2.3. Les flyschsnumidiens**

Ils sont d'âge Oligocène supérieur–Burdigalien inférieur (Wesel, 1970 ; Thomas et al. 2010). Ils reposent sur des argiles versicolores oligocènes. Ces flyschs ont été charriés sur les zones externes, pour une partie, ils ont été ramenés sur les zones internes par des glissements plus tardifs.

### **II-III.3. Le domaine externe ou le domaine méridional (domaine tellien)**

Il résulte du décollement pendant le Miocène de la couverture sédimentaire Mésozoïque-Paléogène, déposée sur la marge nord de la plaque africaine. En Algérie, les zones externes telliennes comportent de grandes nappes pelliculaires à matériel marneux du Crétacé-Paléogène.

#### **II-III.3.1. Les unités allochtones telliennes**

Il s'agit des nappes telliennes pour lesquelles une terminologie simplifiée a été adoptée. Du Nord au Sud on distingue :

- **Les nappes ultra - telliennes:** caractérisées par des marnes et calcaires clairs du Crétacé supérieur et par une composante détritique, à leur marge septentrionale, du Sénonien à l'Eocène.

- **Les nappes épi-telliennes:** comportent à la base un Trias gypsifère, un Crétacé inférieur marneux, un Crétacé supérieur marneux à « boules jaunes » très puissant et enfin un Eocène à marnes noires à « boules jaunes ».

- **Les nappes Sud telliennes:** formées de sédiments allant du Sénonien au Miocène avec un Crétacé argilo-marneux, un Eocène calcaire et marneux et un Oligocène marno-gréseux.

#### **II-III.3.2: L'autochtone relatif ou parautochtone tellien**

Le Parautochtone tellien des Babors est formé de terrains crétacés marneux et est percée par des anticlinaux, à noyau calcaire d'âge Jurassique, accompagné de lames du Trias gypsifère (Hassissene, 1989).

## II-IV. La géologie de la région de Béni Saf

La région d'étude correspond vraisemblablement à une mosaïque de petites unités qui appartiennent, du point de vue géographique, au grand ensemble connu sous le nom de « Tell Oranais », la régularité des unités structurales ne s'y trouve que particulièrement. C'est en effet dans cette zone que les caractères propres à l'Oranie tendent à disparaître et que les particularités géographiques du Maroc oriental commencent à se manifester (G. Sadran, 1958). Le massif de Béni Saf se compose de dépôts sédimentaires et effusifs qui du point de vue stratigraphique, vont du Paléozoïque au Quaternaire, (Fig. 4, 5).

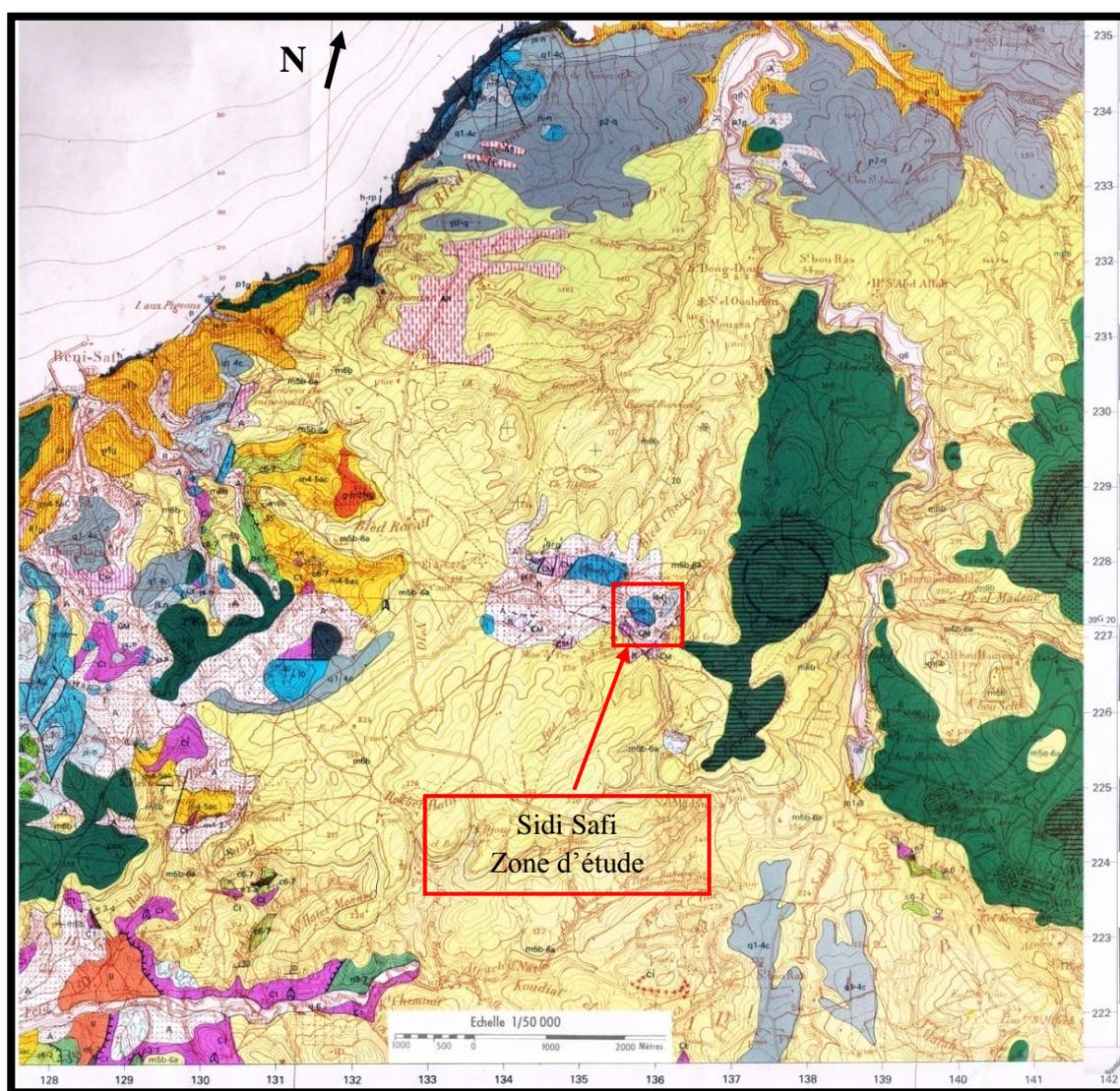


Fig. II- 04. : Carte géologique à l'échelle 1/50 000 de la région de Béni Saf ;  
(P. Guardia et M. Chabi, 1995).

**LEGENDE**

FORMATIONS RECENTES

-  Terrains glissés ou éboulés
-  Remblais
-  Dépôts: colluvionx de non différenciés
-  Dunes vives côtières
-  Plages actuelles
-  Colluvions rubéfiées
-  Basse terrasses des oueds (Rarbien)
-  Terrasse récentes et glacis d'accumulation rubifiées
-  Terrasse ancienne encroutée (Satétien)
-  Croutes sur glacis d'abitation anciens polygénique
-  Dunes anciennes non encroutées
-  Dunnes anciennse encroutées

PLIOCENE

-  Pliocène inférieur gréseux
-  Pliocène inférieur marneux

MIOCENE

2<sup>ème</sup> cycle post-nappes

-  Messinien, calcaires à algues et polypiers
-  Miocène supérieur continental à saumâtre et marin

1<sup>er</sup> cycle post-nappes

-  Miocène moyen- supérieur continental (Serravalien-Toronien inférieur ?).

PARAUTOCHTONE ET ALLOCHTONE

METAMORPHIQUES

-  Crétacé inférieur (Albien) Grés mouchetés
-  Jurassique supérieur-Crétacé inférieur  
Pélite, grés fins, Schiste
-  Jurassique moyen, Calchistres rubanés, calcaires rubanés
-  Lias, Calcaires marmoréents faciés entièrement marmorisé
-  Carbonifère supérieur-permien Quartzites et poudingue à galéts de quartz rose
-  Carbonifère Schistes sombre et Flyche schisto-gréseux
-  Complexe mégabréchique minéralisé de Béni Saf

ALLOCHTONE TELLIEEN

UNITE NUMIDIENNE

-  Oligocène terminal à Burdigallien, Grés numidiens

UNITE OLIGO-MIOCENE

-  Miocène inférieur, Langhien, Marnes à lits gréseux roux et calcaires gréseux à Huitres

UNITE SENONIENNE

-  Eocène supérieur, Grés calcaires glauconieux
-  Yprésien, calcaires marneux à patine blanche et à silex
-  Sénonien supérieur, Marnes pélitiques grises et calcaires marneux

UNITE CHOUALA

-  Oligocène, Marnes vert clair
-  n6-7: Aptien supérieur, Albien
-  n3-7: Hauterivien à Albien

UNITE D'EL MOKRANE

-  Sénonanien, Marnes et pélites sombres

COMPLEXE "TRIASIQUE"

-  Complexe triasique, Complexe chaotique de type olistostrome

ROCHES ERUPTIVES

Plio-Quaternaire

-  Basaltes: produits pyroplastiques
-  Tufs volcano-sédimentaires
-  Basaltes: coulées

SIGNES CONVENTIONNELS

-  Limites stratigraphiques ou contact interne des unités glissés
-  Limites d'unité (barbelures dans l'unité supérieure)
-  Faille
-  Pendage des strates et valeurs en degrés
-  Pendage vertical
-  Pendage horizontal
-  Schistosité ( folition des calcaires)
-  Linéation d'intersection
-  Linéation 1 d'horizontale
-  Linéation 2 de crénulation
-  Linéation 2 horizontale
-  Gîte fossilifère
-  Centre d'émission volcanique
-  Gypse abondant
-  Point de datation K/Ar des basaltes

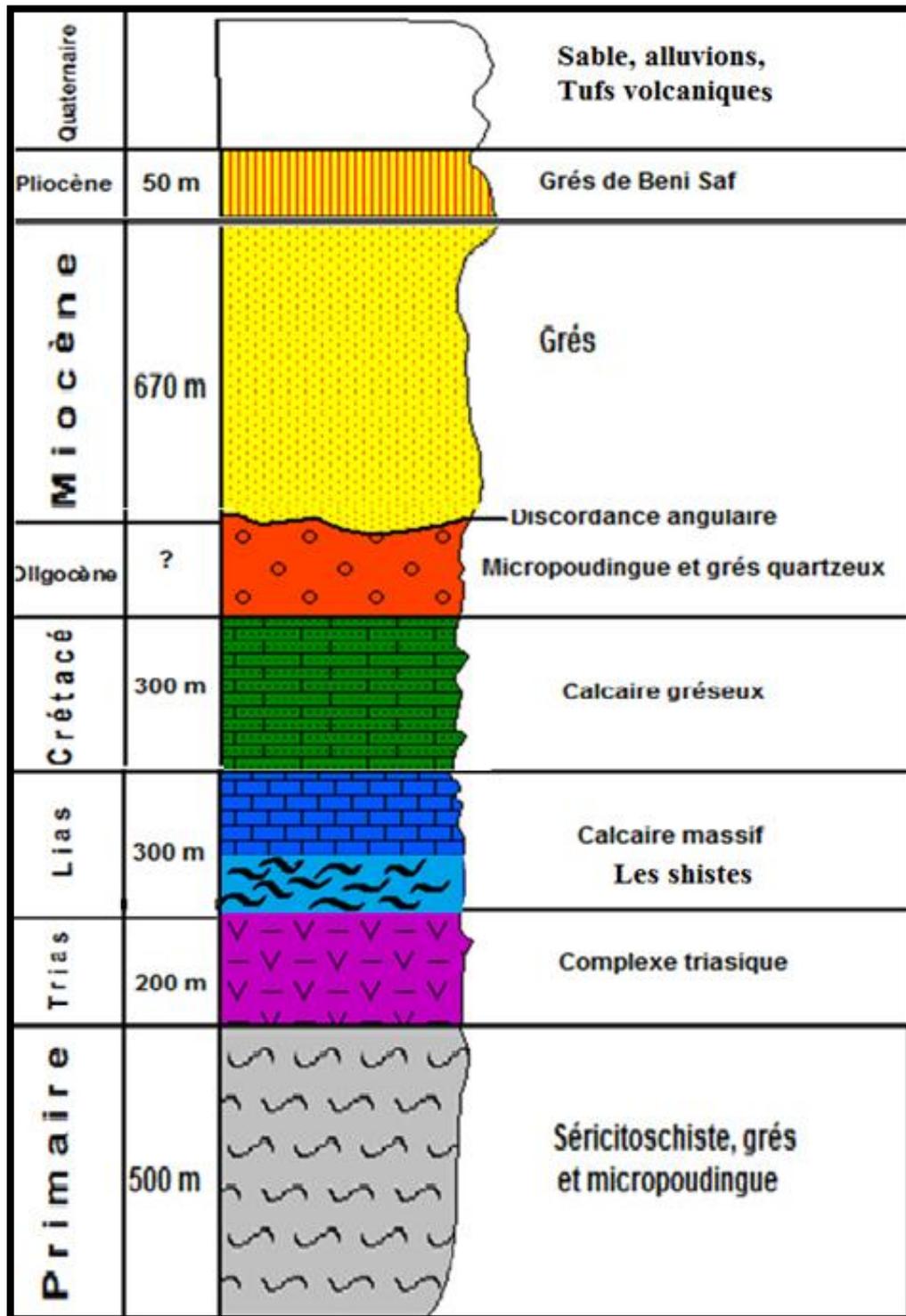


Fig. II-5. Log stratigraphique de la région de Béni Saf,  
(P. Guardia et M. Chabi, 1995)

## **A- La lithostratigraphie**

### **1- Le paléozoïque**

Il se compose de deux assises lithologiques différentes: l'assise inférieure et l'assise supérieure:

L'assise inférieure se développe le long du littoral de la région, au SE de Béni Saf et de la carrière de Ghar El Baroud. Sa base est constituée de séricitoschistes quartzeux et micaschistes graphiteux de teinte grise, intercalés par des roches carbonatées et de séricitoschistes chloriteux, gréseux et argilitiques. Le sommet de l'assise est représenté d'une alternance de couches de grés, conglomérats, micro-poudingues, avec des bancs de schistes talqueux et sériciteux.

L'assise supérieure est observée dans la région du Djebel Skouna. Elle est composée de séricitoschiste chloriteux de teinte verdâtre, intercalés de bancs de grés. Le sommet est composé des couches de calcaires bien cristallisés.

### **2-Le Mésozoïque**

Le contact entre les formations du Paléozoïque et du Mésozoïque est dans la plupart du temps faillé. Ce contact est parfois souligné par un niveau de roches kaolinitiques quartzieuses qui semblent être les vestiges d'anciens sols d'altération fossilisés.

#### **2-1.Le Trias**

Il est marqué par des argiles et des marnes de teinte verte ou grise, parfois à reflets violacés. La présence de filonnets de gypse est caractéristique de certains faisceaux. Il se présente sous divers aspects: saccharoïde de couleur blanc laiteux, sous forme massive de couleur crème, sous forme de paillettes, et aussi sous forme bréchique où le gypse constitue le ciment de brèches.

#### **2-2.Le Jurassique inférieur (Lias)**

Les terrains jurassiques présents dans toutes les parties du gisement reposent sur les schistes érodés du Paléozoïque. Ce sont des calcaires francs ou dolomités ainsi que des schistes qui sont attribués arbitrairement au Lias par analogie avec les roches mésozoïques similaires à celles du massif du Fillaoussène.

#### **2-3.Le Jurassique supérieur-Crétacé inférieur**

Ils est représenté par des pélites, des grés fins intercalés de petits lits de pélites et des schistes.

## 2-4. Le Crétacé

Les terrains crétacés forment un grand massif situé à 3 km au Sud-est de Béni Saf. Ils affleurent aussi dans les falaises qui s'étendent entre la ville et le chantier Camerata. L'assise des terrains crétacés est représentée par une alternance de roches caractéristiques du flysch typique:

- Argilites gris foncé.
- Grés quartzeux.
- Calcaires communs, parfois ferrugineux.
- Marnes.

## 3. Le Cénozoïque

### 3-1. L'Oligocène

Sur le territoire du gisement, il affleure dans deux endroits: à 3,5Km au SE de Béni Saf, dans le bassin de l'Oued Malah, et à 1,2 km au SE de la carrière Maden-Srir.

Il est composé de micro-poudingues et grés quartzeux grossiers, parfois graveleux, mal classés. Dans certaines couches de l'assise gréseuse, le ciment est riche en hydroxydes de fer.

### 3-2. Le Miocène

Il se développe essentiellement dans la partie Est de la région et le long de la côte. Sur le territoire du gisement, le Miocène est fortement discordant (discordance angulaire), le plus souvent, sur le Paléozoïque très disloqué ainsi que sur les terrains mésozoïques.

### 3-3. Le Pliocène (inférieur)

Les dépôts se développent sur le littoral où ils forment une bande étroite appelée "**Grés de Béni Saf**". Ces grés mal cimentés constituent une ancienne terrasse marine renfermant à la base des blocs et galets de roches préexistantes. Plus haut, des grés jaunâtres intercalés de bancs de micro-poudingues se manifestent.

### 3-4. Le Quaternaire

Les terrains quaternaires de la région présentent plusieurs types génétiques: sables éoliens, alluvions, éboulis de pente, sables de plages, et enfin des dépôts volcaniques représentés par des produits pyroclastiques (basaltes), et des tufs volcano-sédimentaires, et ainsi que des coulées basaltiques.

### -Le magmatisme

Après le paroxysme miocène et la mise en place des dépôts du premier cycle post nappes, la zone littorale oranaise a été le siège d'une importante activité magmatique. De nombreux massifs éruptifs y ont été mis en place (Fig. II-06).

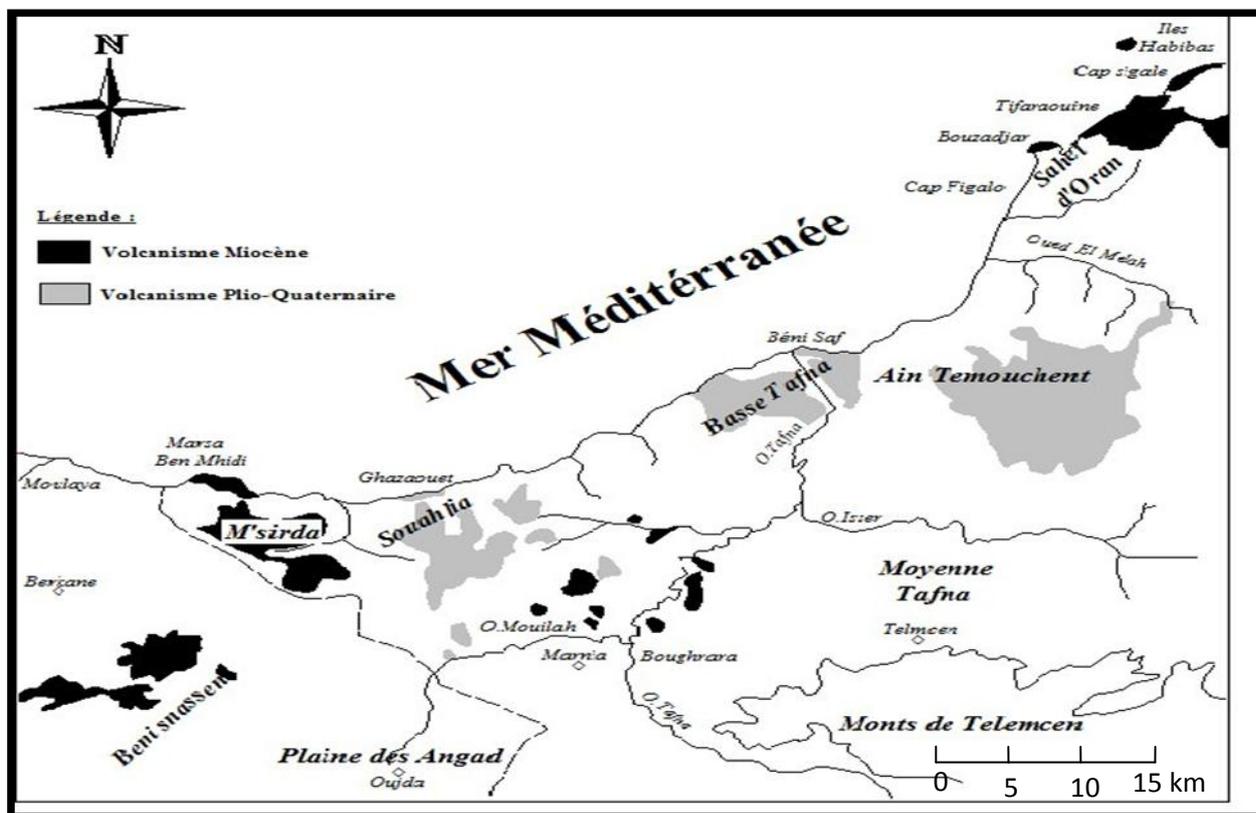


Fig. II- 6: Répartition des laves de l'Oranie Nord Occidental.

(A. Louni-hacini, 2002).

Sadran (1958) a défini des basaltes, des andésites, des dacites et des rhyolites. Les andésites sont prédominantes. Ces formations se présentent sous forme de coulées, de produits pyroclastiques et de corps subvolcaniques (dykes-necks) associés. Ces derniers se répartissent d'Ouest en Est sur six secteurs principaux : le secteur de M'sirda, de Souahlia, de la moyenne Tafna, de la basse Tafna, d'Ain Témouchent et du Sahel d'Oran.

Guardia (1975) a distingué deux épisodes volcaniques:

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

- Un deuxième épisode volcanique d'âge Plio-Quaternaire qui est à l'origine de la mise en place de basaltes alcalins. Ces derniers se sont épanchés sur une très grande surface que l'on retrouve dans les massifs de la basse Tafna, d'Ain Témouchent, du Fillaoussène et de Souahlia.

- **Le centre éruptif du Sahel d'Oran** comprend quatre ensembles distincts:
  - Le complexe volcanique de Tifraouine d'une superficie de 40km<sup>2</sup> environ.
  - Son extension au Sud-ouest au Cap Figalo.
  - Son extension au Nord-est au Cap Sigale.
  - Enfin, à 10 km au large, les îles de Habibas.

Les laves et brèches de ces ensembles constituent une lignée volcanique formée d'andésites, de dacites et de rhyolites.

- **Le groupe de la moyenne Tafna** comprend trois centres volcaniques principaux :
  - Autour de l'Oued Bou Kiou, des coulées couvrent une surface de 5km<sup>2</sup>.
  - Plus au Sud, près d'Ain Romana, sur la rive droite de la Tafna, des coulées couvrent une surface de 10km<sup>2</sup>.
  - Un ensemble de coulées s'est épanché en bordure de la chaîne du Fillaoussène.
- **Le centre de M'sirda comprend deux ensembles**
  - Le volcan de Sebabna, édifice d'une superficie de 40km<sup>2</sup>, constitué par des brèches et des laves en dôme et en coulées.
  - Au Nord, en bordure de côte affleurent autour de Cap Milonia sur 20km des brèches et des coulées.

## **B- La tectonique**

Le Tell oranais est un domaine fortement différencié par les phases tectoniques hercynienne et alpine (Cizak, 1993).

**1. Tectogenèse hercynienne:** elle est polyphasée et intense ; elle se manifeste par une tectonique souple évoluant en une tectonique cassante.

**1.a. Tectonique souple:** elle comprend deux phases majeures :

-Une première phase anté-viséenne accompagnée d'un métamorphisme dont l'intensité atteint l'isograde de la biotite.

-Une deuxième phase post-viséenne qui a induit le faciès à schistes verts.

Cette dernière phase est marquée par un déversement vers le Sud, observé sur les structures du massif des Traras et la chaîne du Fillaoussène à l'Ouest, le sahel d'Oran, les Sebaa Chioukh et le plateau d'Ain Témouchent dans la portion orientale de la même chaîne.

### **1.b. Tectonique cassante**

Elle est représentée par un réseau de grandes fractures de direction moyenne N20 et N50, difficilement mis en évidence à cause des rejeux post hercyniens. Ce réseau est attribué à la phase post visséenne supérieure.

### **2. Tectogenèse alpine**

Les structures issues des phases de l'orogénèse hercynienne ont été affectées par une troisième phase souple au Campanien supérieur. Il s'agit d'un plissement isoclinal de grande amplitude accompagné d'une schistosité de fracture et d'une schistosité de flux N60. Cette phase est sans doute responsable de l'allure anticlinale du massif de Madagh dans le Sahel d'Oran.

Dans la zone Atlasique, la tectogenèse alpine se manifeste par une tectonique souple à l'origine de la formation de plis orientés N60-90 (l'anticlinal du Fillaoussène). Cette tectonique a évolué en une tectonique cassante et se manifeste par la présence de failles qui recoupent ces plis et qui présentent des directions de N20 et N50. Le rejeu de ces failles est à l'origine de la formation des horsts, des grabbens et des décrochements.

Chapitre III : Géologie du secteur d'étude

III-I. Introduction

Le secteur d'étude (Sidi Safi) est situé à cinq kilomètres au Sud Est de la ville de Béni Saf. Il appartient au grand ensemble connu sous le nom de Tell Oranais, qui lui-même appartient au Tell méridional des Maghrébides. Il est formé par une succession de niveau schisteux et de calcaires d'âge Jurassique (Guardia et Chabi, 1995)

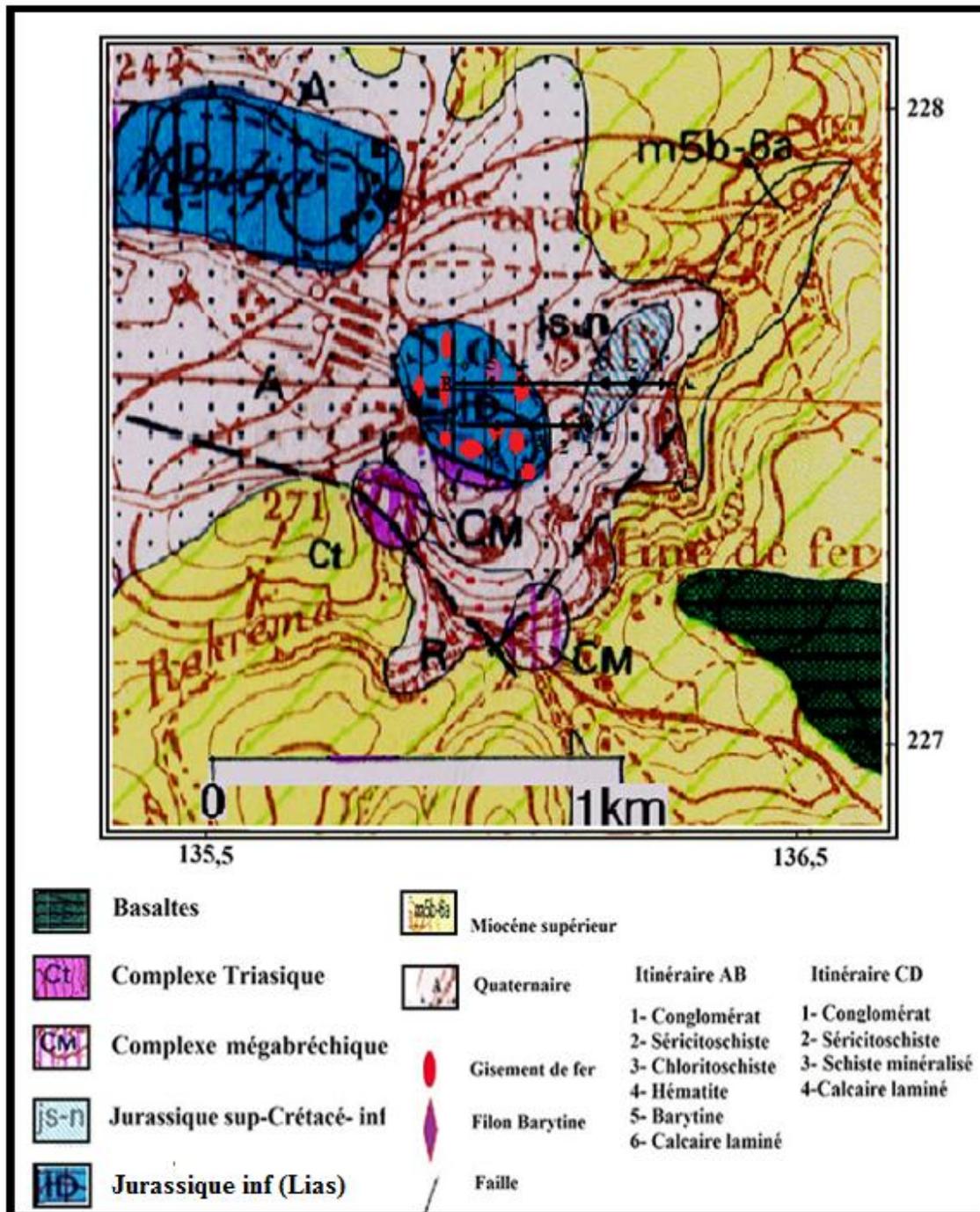


Fig.III-1: Carte géologique simplifiée du secteur de Sidi Safi (extraite de la carte géologique à 1/50.000 de Béni Saf., Guardia et Chabi 1995).

### II-III. Géologie du secteur d'étude

Le secteur de Sidi Safi est l'un des nombreux gîtes de fer que connaît la région de Béni Safaujourd'hui épuisé, et qui a fait pendant fort longtemps sa renommée. Du point de vue stratigraphique, dans ce secteur affleure une succession de formations constituées par des schistes et des carbonates déformés, dont la position et l'âge sont controversés (**FigIII-2**).

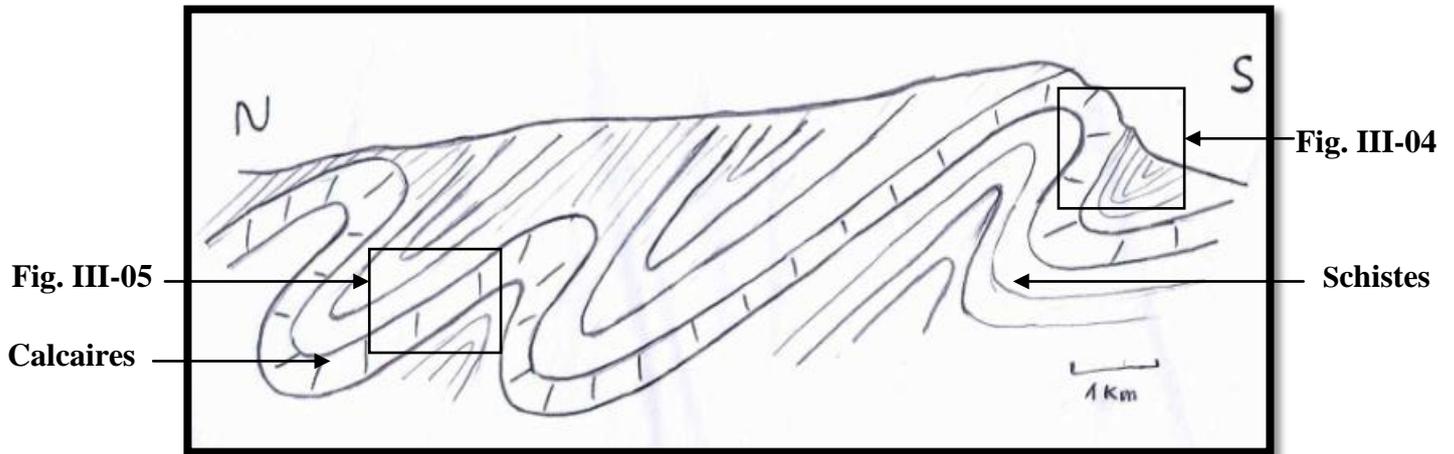


Fig. III-2: Coupe synthétique montrant les plissements et la position des schistes et des carbonates.

En effet, la position des schistes pose problème: sont-ils à la base ou au sommet des calcaires ? Ou bien s'agit-il d'une alternance de schistes-calcaires? L'absence de fossiles dans la région, car les carbonates sont métamorphisés et ferruginisés, fait que la datation de ces formations pose problème.

Dussert (1932), considère que les schistes sont à la base des calcaires et serait anciens.

Sadran(1958), propose le schéma inverse, les calcaires à la base des schistes et un âge Jurassique pour ces formations. Sur la carte géologique à 1/50 000 de Béni Saf, Guardia et Chabi, (1995), ont reporté les calcaires au Jurassique inférieur (Lias) et les schistes au Jurassique supérieur-Crétacé inférieur (notons l'absence de la notice explicative de cette carte).

D'après nos observations de terrains, nous considérons que les schistes seraient plus anciens que les calcaires pour les raisons suivantes:

- Discordance visible sur le terrain (fig III-05) .

Les calcaires reposent nettement sur les schistes qui présentent une schistosité séquente par rapport à la stratification des carbonates.

- Les schistes sont traversés par des filons d'aprites que l'on ne retrouve pas dans les calcaires.

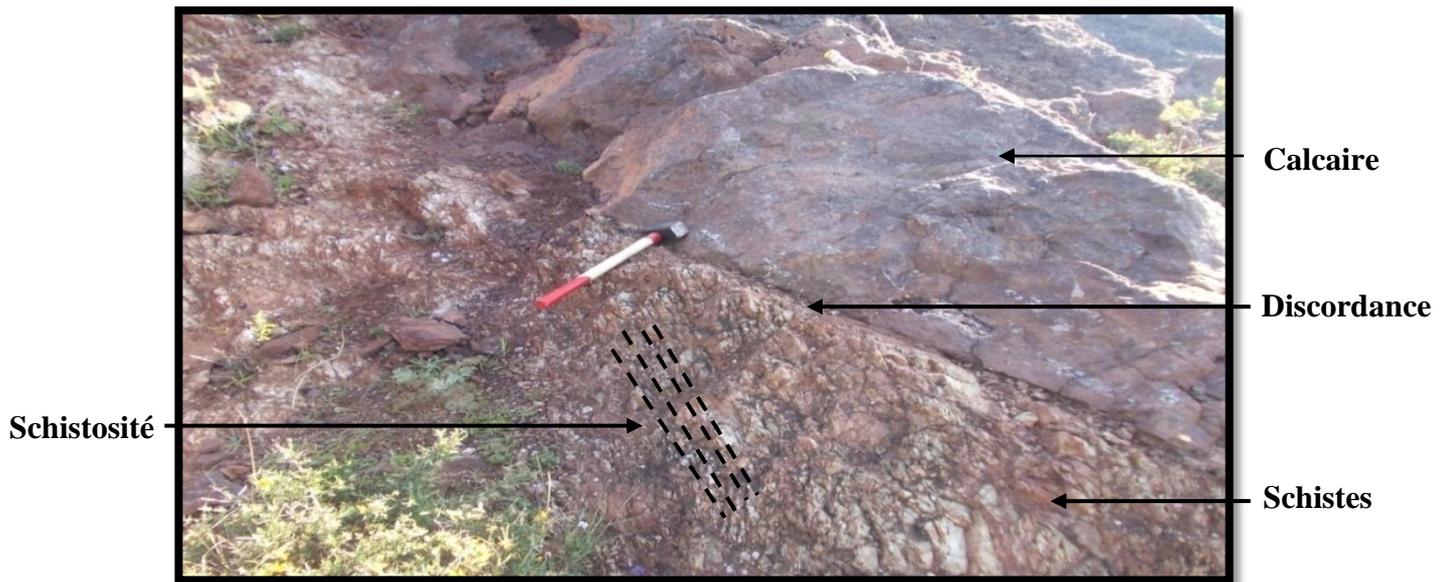


Fig. III-3: Calcaires reposant sur les séricitoschistes.

On observe la schistosité séquente aux bancs de calcaires.



Fig. III-4: Séricitoschistes reposant sur les calcaires.

### III-III.1. La lithostratigraphie

#### III-III.1.1 Le Jurassique inférieur (Lias)

Les terrains reportés au Lias (Guardia et Chabi 1995) sont des formations carbonatées, représentées par les calcaires marmorisés et les calcaires laminés. Ces formations sont plissées et faiblement métamorphisées.

##### ➤ Les calcaires marmorisés

Le terme marmorisé est utilisé pour désigner un calcaire ou dolomie qui a l'aspect d'un marbre ou transformé en marbre (calcaire cristallin).

Les calcaires marmorisés résulteraient d'un faible métamorphisme des calcaires laminés, caractérisés entre autre par l'apparition des minéraux suivants : chlorite, séricite et albite. Ils forment des bancs métriques et présentent des structures plissées. Ces calcaires présentent une couleur à patine marron et blanc laiteux à la cassure (Fig. III-5).

Les calcaires marmorisés sont fortement minéralisés, par endroit, ils sont complètement remplacés par du minerai d'hématite, et seules quelques restites centimétriques à métriques persistent. D'autre part, ces calcaires sont très diaclasés et fracturés. Ces fractures sont remplies par de la calcite, et /ou de l'oligiste.

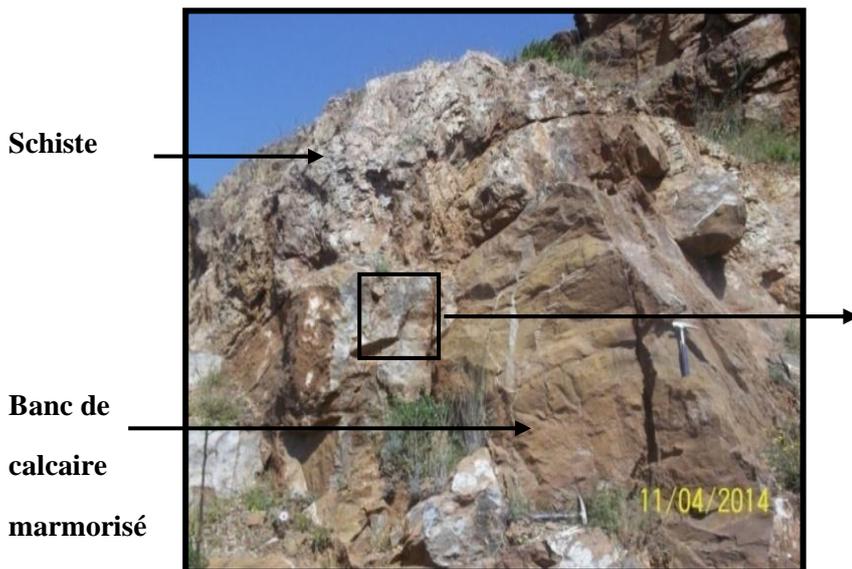


Fig. III-5: calcaires marmorisés surmontés par des schistes.



Fig. III-6: calcaires marmorisés, observons la forte recristallisation de la calcite.



Fig. III-7: Calcaires marmorisés présentant des plissements.

Au microscope, ils sont formés de cristaux fins de calcite, de chlorite, séricite et d'albite qui montrent un début d'orientation, et des oxydes de fer (Fig. III-8).

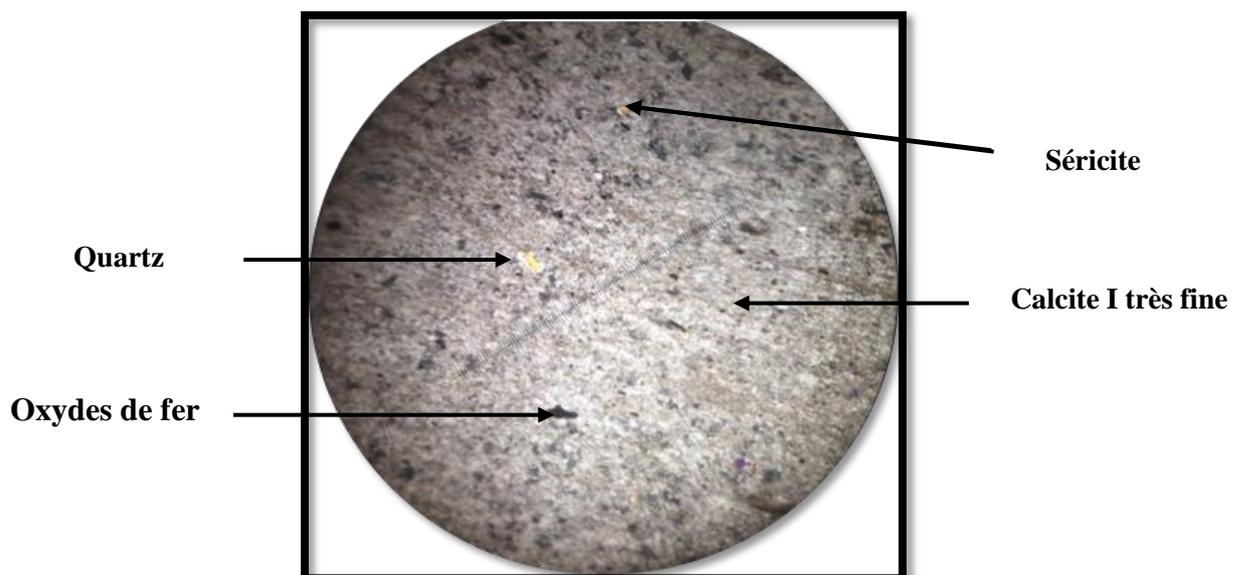


Fig. III-8: Baguettes de séricite et cristaux de calcite I dans les calcaires marmorisés.  
LM, LPA, Gr x 2,5

➤ **Les calcaires laminés**

Les calcaires laminés sont en grande partie minéralisés et transformés en hématite par le phénomène de métasomatose (Fig.III-9), on y observe encore les laminites minéralisées en filon et leur continuité dans les calcaires non minéralisés.

Les calcaires non minéralisés sont massifs et présentent des laminites. Ils sont de couleur marron à la patine et brunâtre à la cassure, d'une puissance de 20m environ (Fig. III-10).



Fig. III-9: Banc de calcaires laminés remplacés par de l'hématite, (Sidi Safi).

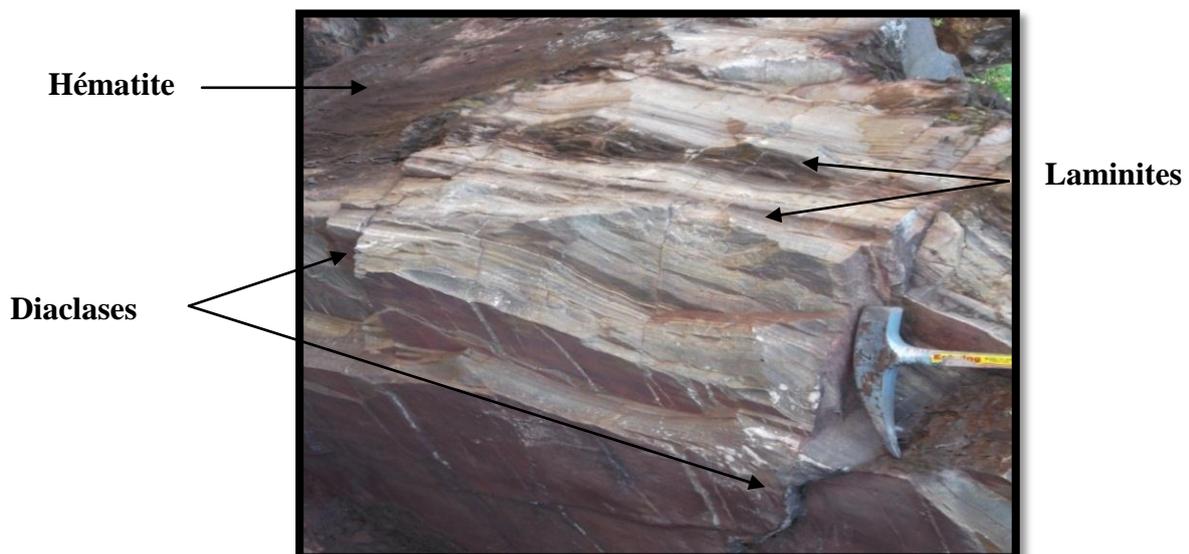


Fig. III-10: Banc métrique de calcaires laminés, (Sidi Safi).

Au microscope, ils sont constitués de calcite, de quartz, et de chlorite (Fig. III-11).

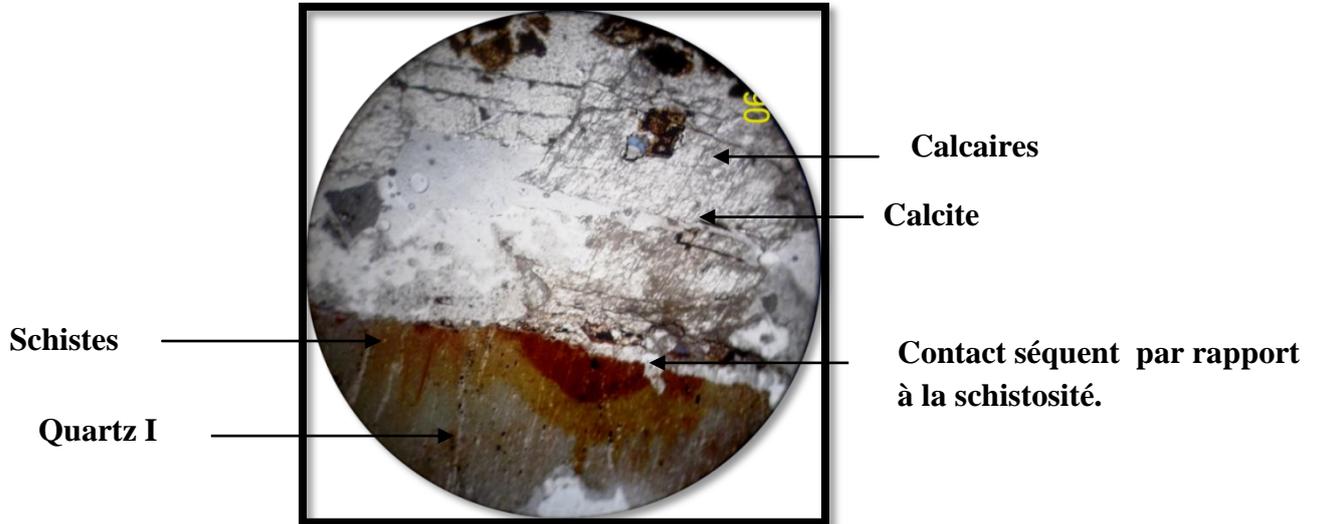


Fig. III-11: Calcaires au contact avec les schistes

LM.LPA, Gr x10.

### III-III.1.2 Jurassique supérieur - Crétacé inférieur

Les schistes sont d'âge Jurassique supérieur- Crétacé inférieur (P.Guardia, et M.Chabi, 1995). Ils sont représentés par une série qui comprend: des séricitoschistes quartzeux intercalés de roches carbonatées, des chloritoschistes de teinte verdâtre et des schistes sombres graphiteux de teinte grise.

Ces schistes occupent une grande partie du terrain, et affleurent à la périphérie, d'épaisseur environ (20 à 30m), présentent un aspect schistosé et plissé.

- **Séricitoschistes:** roches de faible métamorphisme. Elles montrent un aspect satiné causé par l'abondance de séricite. Elles sont intercalées de lentilles de calcaires, et plus souvent sont recoupées par des filons d'hématite. Elles présentent une épaisseur d'environ 10 à 20m (Fig. III. 12,13).
- **Chloritoschistes:** roches de faible métamorphisme de teinte verdâtre. Elles sont formées essentiellement par de la chlorite et traversées par des filons d'hématite, veinules d'oligiste et de calcite. Leur épaisseur est de 20 à 30m (Fig. III. 14).



Fig. III- 12: Photographie des séricitoschistes au niveau de la carrière de Sidi Safi.



Fig. III. 13- Séricitoschistes intercalés de lentilles de roches carbonatées.

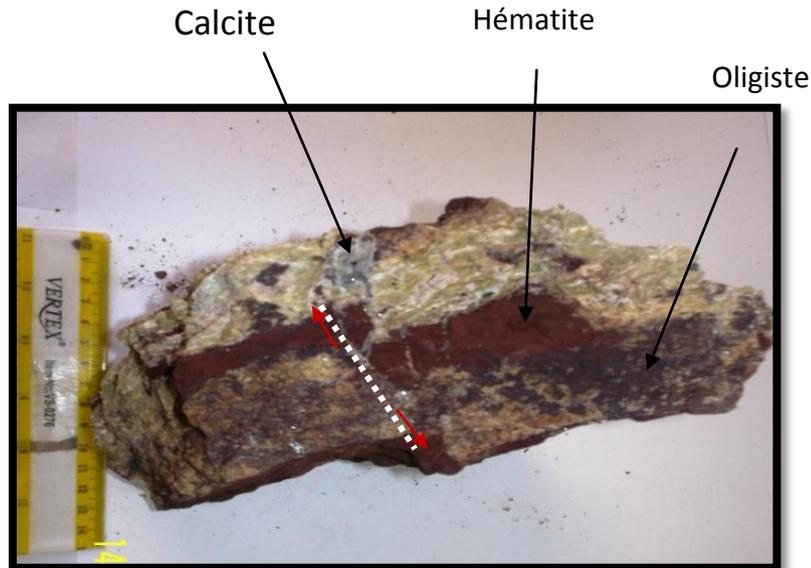


Fig. III-14: Echantillon d'un chloritoschiste recoupé par des veinules d'hématite, de calcite et d'oligiste tardives.

Au microscope, le séricitoschiste est formé essentiellement par de la séricite et peu de chlorite, associées à du quartz, et de la calcite. Le chloritoschiste est constitué principalement de chlorite et peu de séricite, de la calcite en petits cristaux du quartz, et de l'albite. La schistosité est marquée par l'orientation de ces minéraux (Fig. III-15,16).

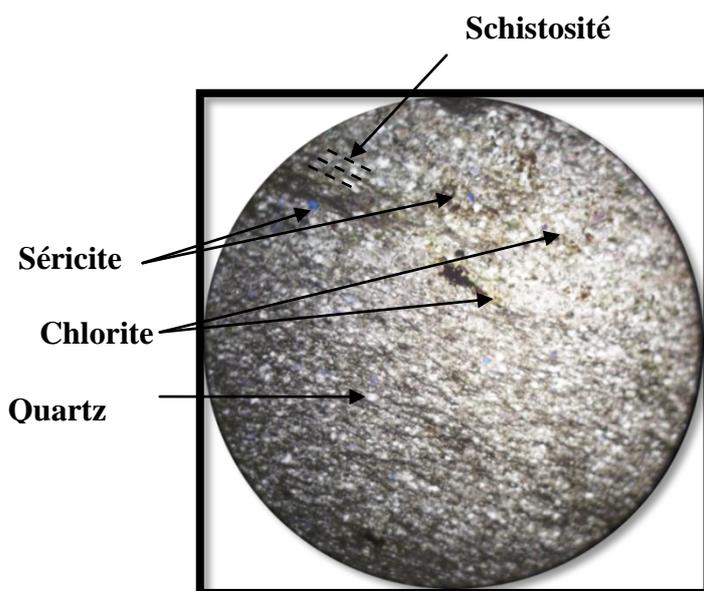


Fig. III-15: Séricite, chlorite et quartz dans un séricitoschiste. LM.LPN.Gr x10.

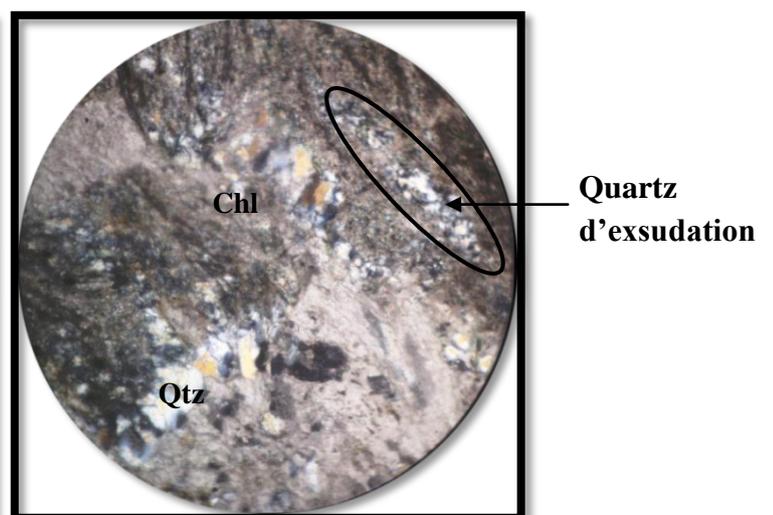


Fig. III-16: Chlorite et quartz dans un séricitoschiste. LM, LPA, Gr x10.

### III-III.3 Formations superficielles (Quaternaire)

Elles représentent le quaternaire qui est constitué par des conglomérats épais et grossiers à éléments, de schiste et à ciment carbonaté et d'hématite. Il contient aussi des blocs de calcaires laminés. (Fig.III-17).



Fig. III-17: Conglomérat (micro- poudingue),(Sidi Safi).

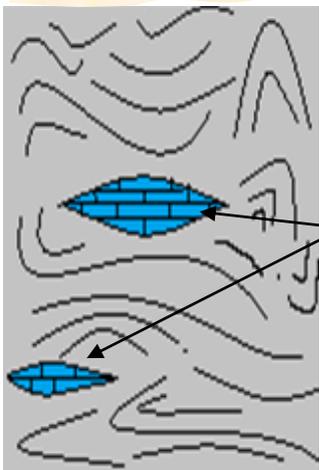
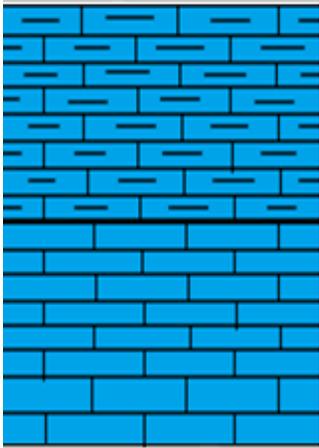
Age	E	log	Description
<b>Plio-quaternaire</b>			<b>Conglomérat, sable éolien+les dépôts récents</b>
<b>Jurassique supérieur-Crétacé inférieur</b>	50m		<b>Schistes</b> <b>Lentilles de calcaires marmorisés</b>
<b>Jurassique inférieur (Lias)</b>	30m		<b>Calcaires laminés</b> <b>Calcaires marmoréens</b>

Fig. III-18: Log stratigraphique de Sidi Safi d'après la carte géologique de Béni Saf à 1/50 000 (Guardia et Chabi, 1995).

### III-IV. Tectonique

La tectonique de la région de Sidi Safi est fortement complexe, elle est marquée par:une tectonique souple et cassante.

#### A- La tectonique cassante:

Elle se manifeste par un ensemble de failles de rejeux et directions différentes, dont les principales sont: (Fig.):

- La faille NW-SE dans le gîte principal de Keloucha.
- La grande faille N-S à Blad Hag.
- La N-Ede Hamri II et Gueten.
- LaE-W du horst de Gueten.

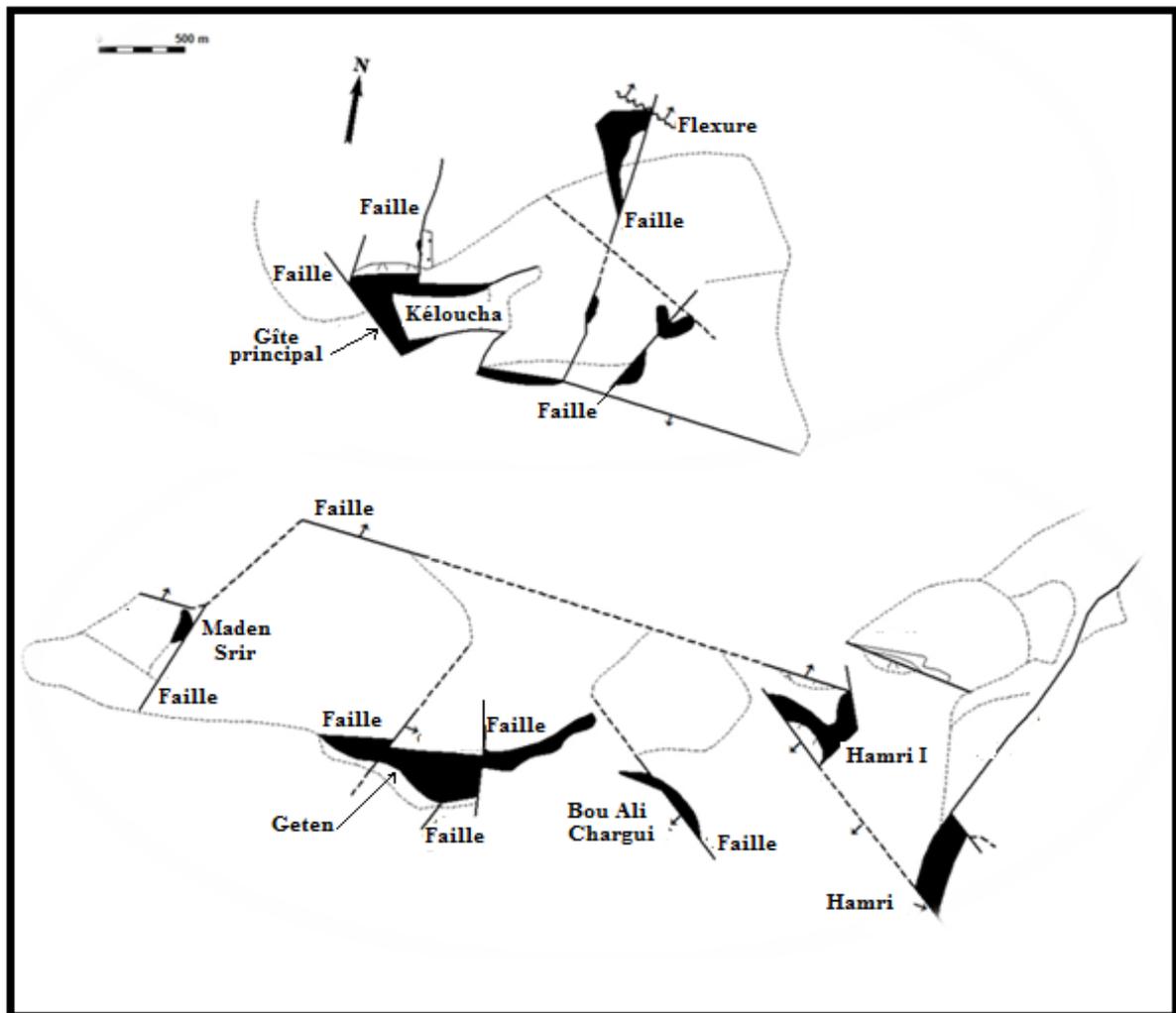


Fig. III-19:Schéma structural et position des corps minéralisés par rapport aux failles (quartier Sidi Safi). (Delaroche, 1960).

Les observations de terrains, nous ont permis de distinguer de nombreuses failles qui ont affecté les différentes formations. Il s'agit de failles normales, failles décrochantes, diaclases, fentes de tensions et différentes stylolites.

✓ **Failles normales**

Elles affectent les formations carbonatées et schisteuses. Elles sont en général de direction N 100 et leurs pendages varient de 70° à 80° vers l'Est (Fig. III-20).

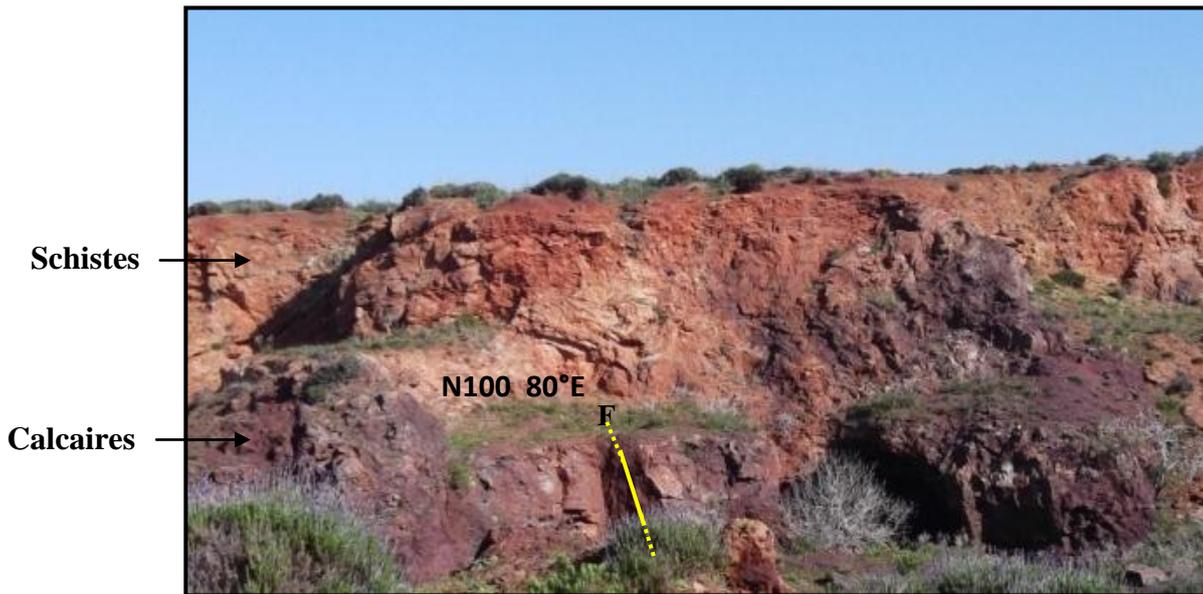


Fig. III-20: Miroir de faille normale (Sidi Safi).

✓ **Décrochement**

Ils affectent toutes les formations du Jurassique- crétacé. Il s'agit souvent de décrochements dextres, de direction N100 à N105 et de pendage variant de 50° à 70° vers l'Est (Fig. III-21,22).



Fig. III-21: Miroir de faille dans les calcaires, montrant un décrochement

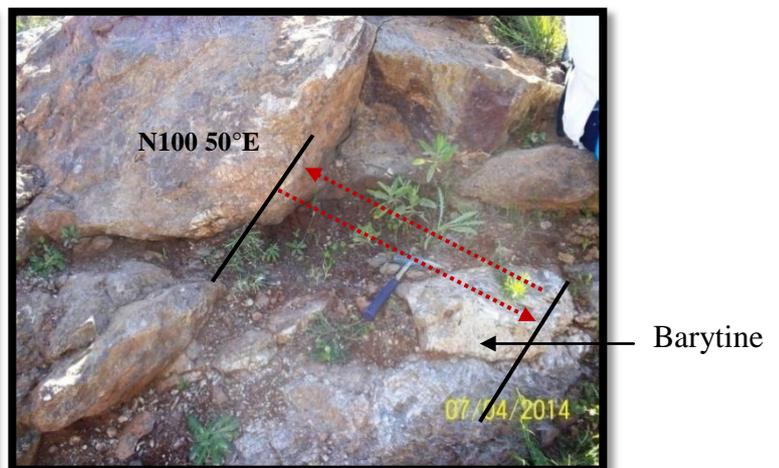


Fig. III-22: Miroir de faille dans les schistes, montrant un décrochement

✓ **Diaclases**

Ce sont de petites fractures ouvertes sans déplacement des bancs, à remplissage de calcite, d'oligiste ou d'hématite (Fig. III-23).



Fig. III-23: Fractures parallèles à remplissage de calcite (Sidi Safi).

✓ **Fentes de tension**

Ce sont également des fractures ouvertes par distension, d'épaisseur variable allant de quelques millimètres à plusieurs mètres, elles sont à remplissage de barytine et de calcite, (Fig. III-24,25).

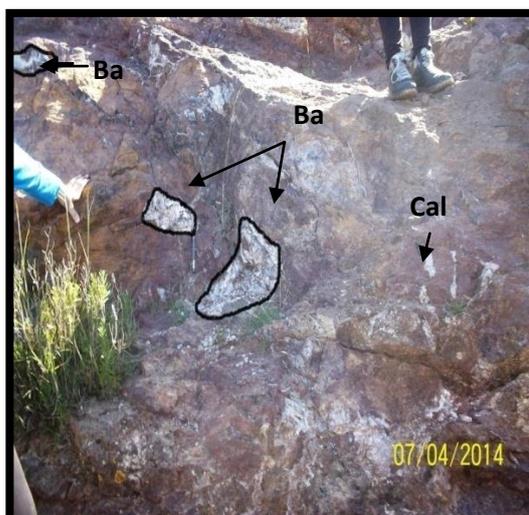


Fig. III-24: Fente de tension à remplissage de Barytine (N140), et calcite en échelons.

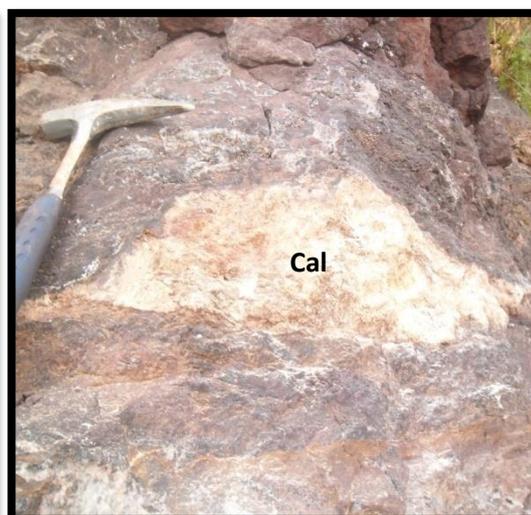


Fig. III-25: Fente de tension à remplissage de calcite.

#### ✓ Stylolites:

Ce sont des structures tectoniques observées dans les carbonates (calcaires laminés et marmorisés). Ces structures sont souvent soulignées par des produits argilo-charbonneux ou ferrugineux. Ces figures correspondent à des surfaces de dissolution sous pression (contraintes compressives). (Fig. III-26).



Fig. III-26: Stylolites dans les calcaires (Sidi Safi)

Les principales directions relevées sur le terrain ont été trouvées sur la rosace (Fig. III-27), elles concordent parfaitement avec celles notées par (Aouadi. O et Belkhous. C 2010) et peuvent être résumées comme suit: NW-SE, NE-SW et E-W.

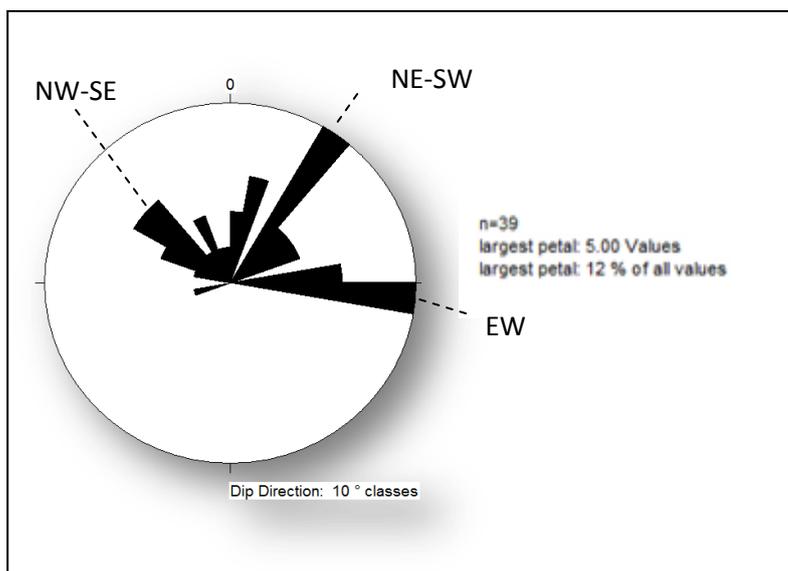


Fig. II-27: Rosace de direction des linéaments de Sidi Safi (Aouadi et Belkhous, 2010).

**B- La tectonique souple:**

Elle affecte toutes les formations de Sidi Safi, cependant, c'est dans les schistes qu'on enregistre un plissement intense contrairement aux carbonates.

Les différentes directions relevées sur le terrain sont principalement NW-SE : N110 40°E, N130 40°S, N110 75°W et N160 30°S. Les directions NE-SW sont rares: N10 40°W (Fig. III- 28,29).



Fig. III-28: Schistes et calcaires plissés. (Sidi Safi).



Fig. III -29: Pli couché dans les schistes.

### III.5. Conclusion

Dans le secteur étudié affleurent quatre formations épimétamorphiques bien distinctes: les séricitoschistes, les chloritoschistes, les calcaires marmorisés et les calcaires laminés recouvertes par des terrains plio-quaternaires récents. Ces formations attribuées au Jurassique sont affectées par une tectonique cassante caractérisée par des failles de directions principales (NW-SE, E-W et NE-SW) et une tectonique souple qui se manifeste par des plissements intenses dont la direction principale est NW-SE.

## Chapitre IV: Gîtologie

## IV-I: Introduction

Le gisement de fer de Béni Saf est constitué de trois gîtes: Camerata, Bou-Hamidi et Sidi Safi. Ce dernier est constitué essentiellement par de l'hématite, et très peu d'oligiste contrairement à Camerata. La sidérite est rencontrée dans certaines anciennes galeries, La limonite constitue l'altération supergène la plus développée du minerai surtout dans les fractures, accompagnée par de la goethite qui est relativement rare. La barytine tardive, se rencontre dans les filons remplissant les fentes de tensions de quelques centimètres.

La minéralisation est encaissée dans les calcaires laminés, les calcaires marmorés et les schistes (séricitoschistes et chloritoschistes). L'âge des terrains encaissant la minéralisation est supposé être Jurassique, par Dussert (1932), Sadran (1958) et Guardia (1995).

Le gisement de fer de Sidi Safi est constitué de plusieurs gîtes : Keloucha constitue le gîte principal, auquel s'ajoutent ceux de, Maden –Srir, Gueten, Bou-Ali-Chargui, BladHag, et Hamri I et II (Fig. IV-01).

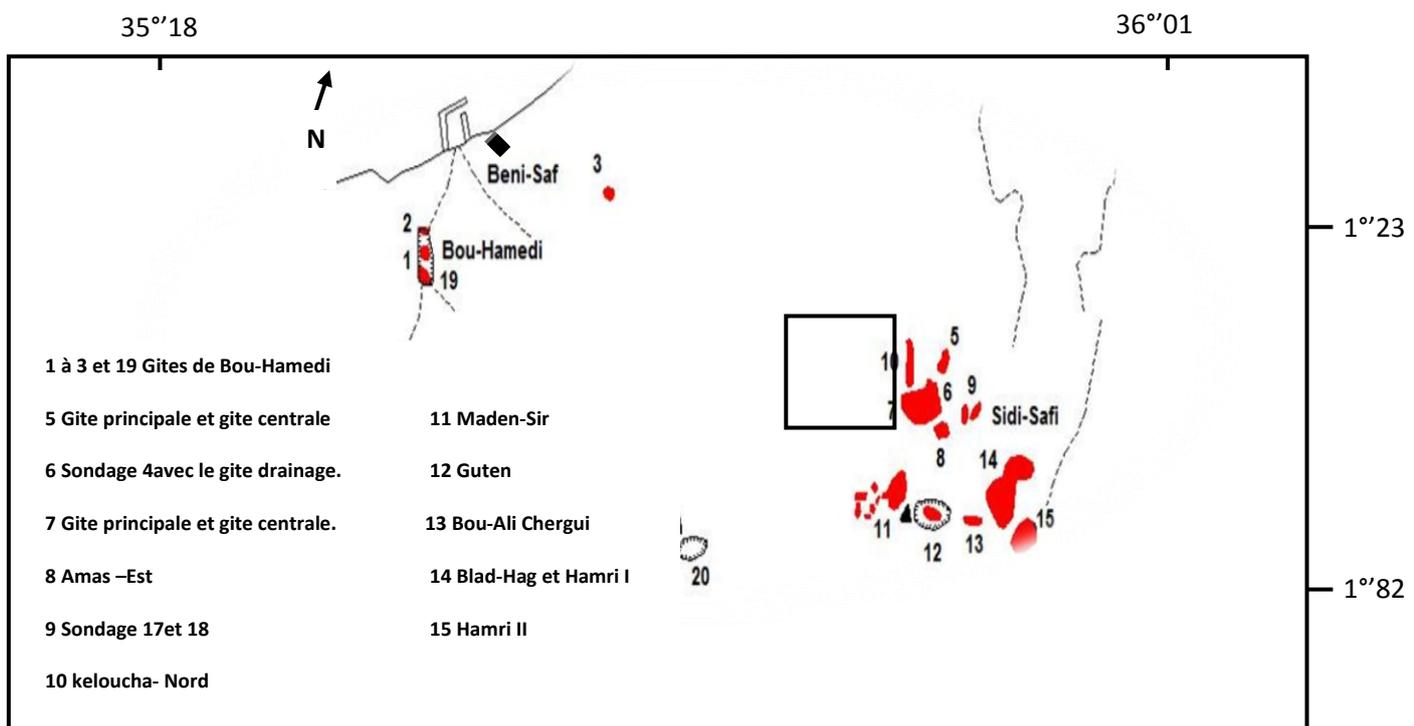


Fig. IV-1 : Schéma de localisation géologique des corps minéralisés du gisement de fer de Sidi Safi, (P. Delaroche 1960).



Fig.III-2. Photo satellitaire de la carrière de Sidi Safi.

## IV-II. Etude de la minéralisation

### IV-II.1. Morphologie des corps minéralisés

La minéralisation de Sidi Safi est constituée d'oxydes et hydroxydes de fer, elle se présente sous forme d'amas et filons encaissés dans les calcaires et les schistes.

**IV-II.1.a En amas:** la plupart de la minéralisation d'hématite se présente sous forme d'amas (Fig. IV-3).

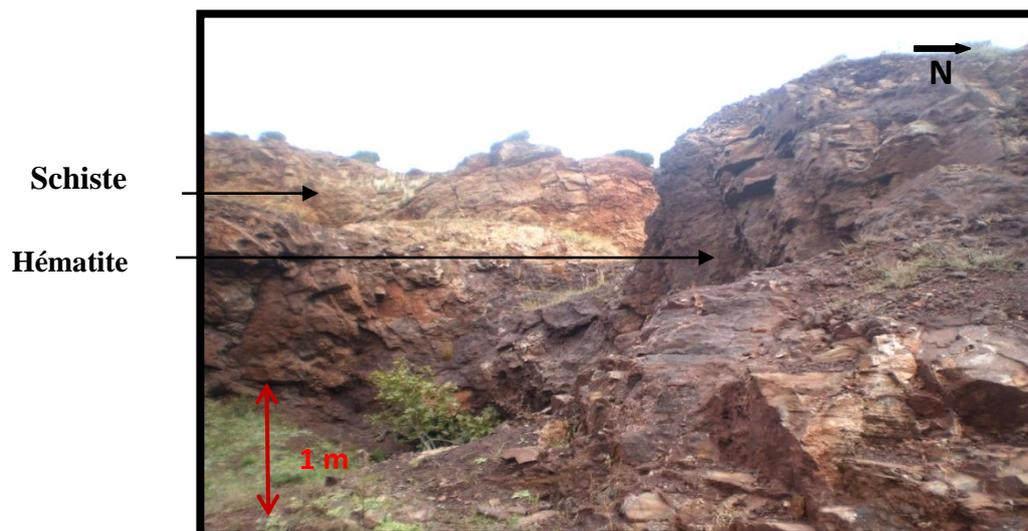


Fig. IV-3: Amas d'hématite (Sidi Safi).

**IV-II.1.b. Les filons**

On les trouve en masses compactes ou vacuolaires, sans aucune trace de stratification, très pures, remplies de minerai de fer massif, suite au passage des fluides minéralisants, contrôlés par les failles, recoupant les calcaires et les schistes. Un seul filon à remplissage de barytine a été observé. L'épaisseur des filons varie de quelques dizaines de centimètres à plusieurs mètres. La métasomatose et les altérations superficielles rendent difficiles l'estimation des épaisseurs et des pendages de ces filons(Fig. IV- 4,5).

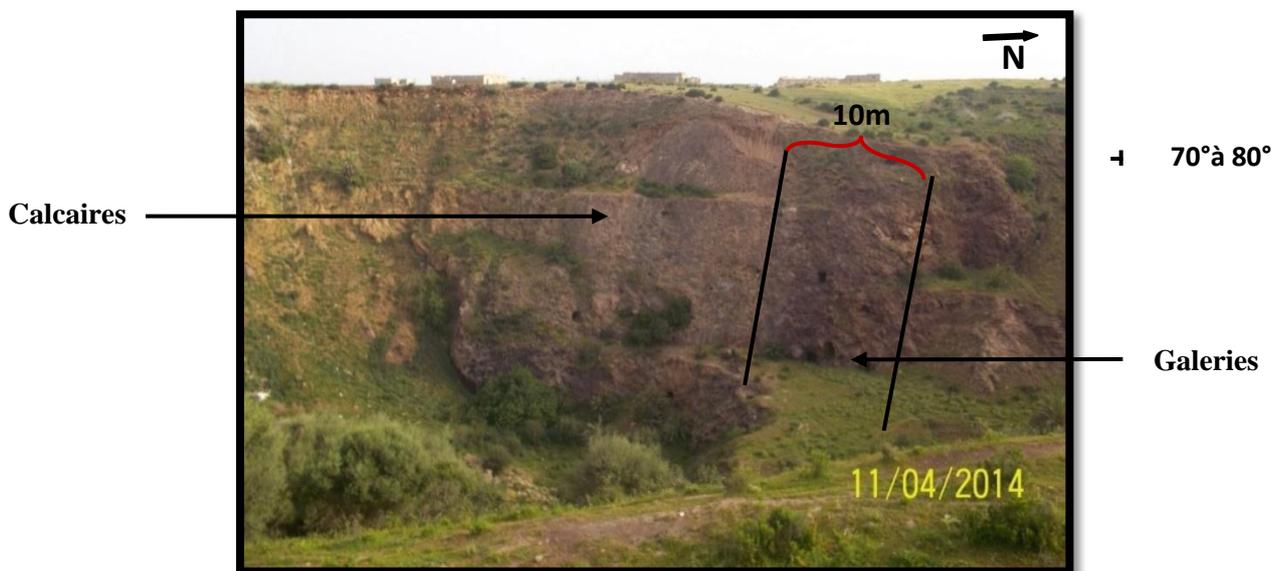


Fig. IV-4: Filon métrique d'hématite dans la carrière de Keloucha.

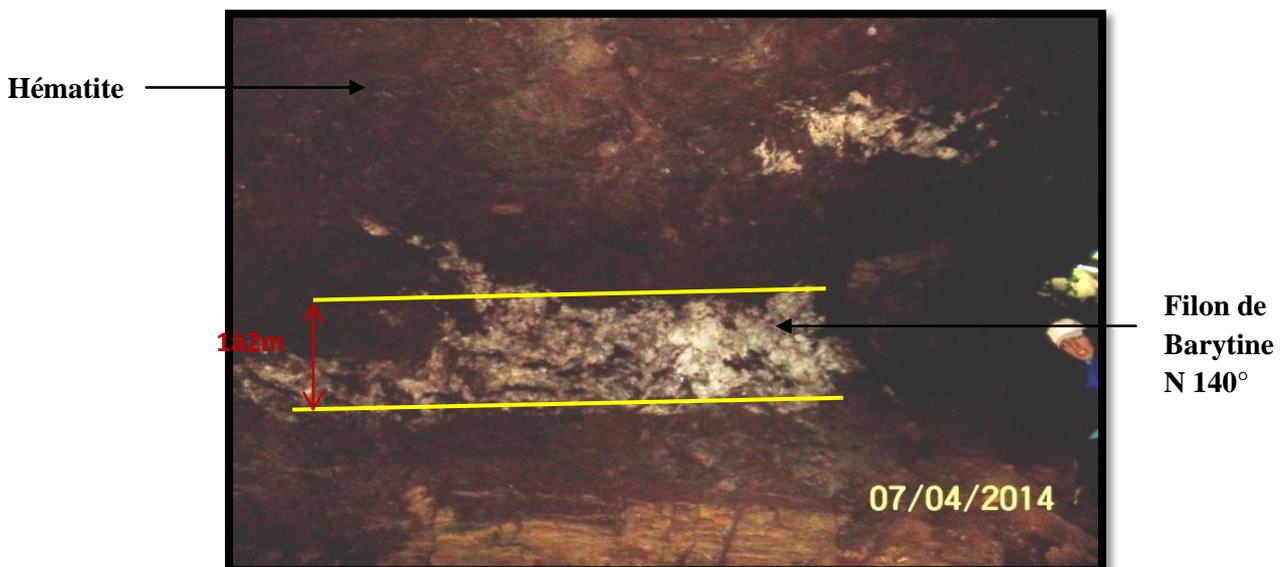


Fig. IV-5: Filon de barytine exploité dans la galerie cimentée.

### IV-II.2. Etude des textures des minerais

L'étude macroscopique de la minéralisation a montré plusieurs textures: massive, veinulée, rubanée, géodique, drusique et bréchique.

#### IV-II.2.a. Texture massive

C'est la plus répandue, elle renferme la minéralisation ferrifère, bien développée dans l'hématite (Fig. IV-6)



Fig. IV-6: Texture massive dans l'hématite.

#### IV-II.2.b. Texture veinulée

Il s'agit d'un remplissage de fractures de différentes directions par des fluides formant des veinules de calcite, d'oligiste, et de quartz (Fig. IV-7,8).



Fig. IV-7: Veinules à remplissage de sidérite

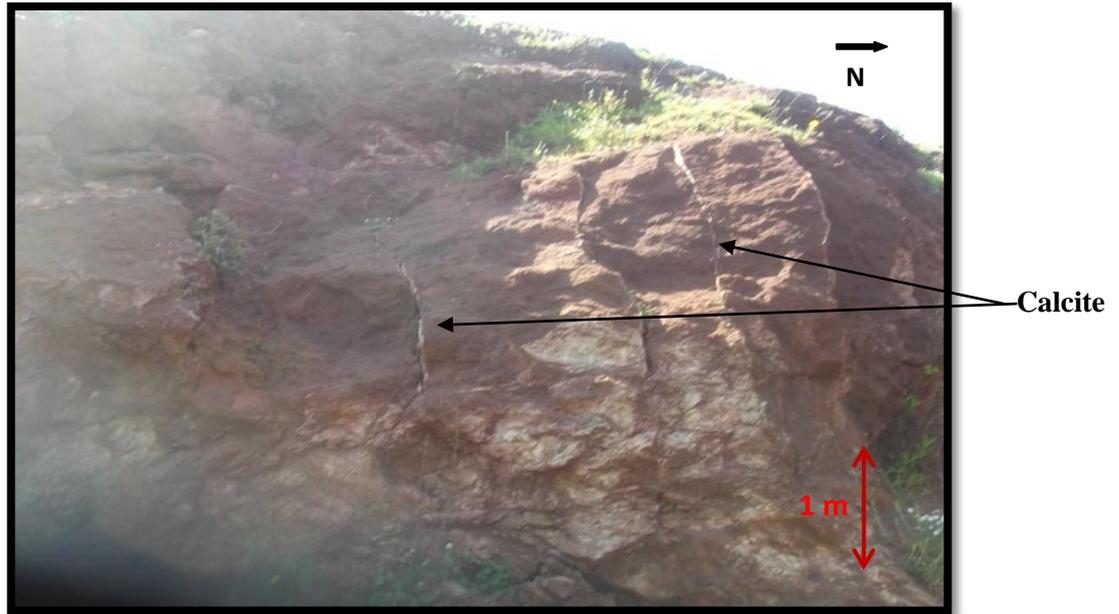


Fig. IV-8: Veinules à remplissage de calcite.

#### IV-III.1.c. Texture rubanée

Elle se caractérise par une alternance de lattes millimétriques à centimétriques de deux ou plusieurs formations différentes d'oxydes de fer et de carbonates (Fig. IV-9).



Fig. IV-9: Texture rubanée dans les calcaires.

**IV.III.1.d. Texture géodique**

Il s'agit d'un remplissage des vides par la calcite ou du quartz (Fig. IV-10).



Fig. IV-10: Géodes de calcite.

**IV.III.1.e. Texture drusique:**

C'est une texture qui se caractérise par un remplissage tardif des vides, par la calcite sous forme de dents centimétriques, de couleur blanche (Fig. IV-11).



Fig. IV-11: Calcite drusique.

#### IV.III.1.f. Texture brechique:

Elle est observée dans des zones fortement tectonisées et broyées, constituées d'hématite, d'argiles et de bancs de calcaire (Fig. IV-12).

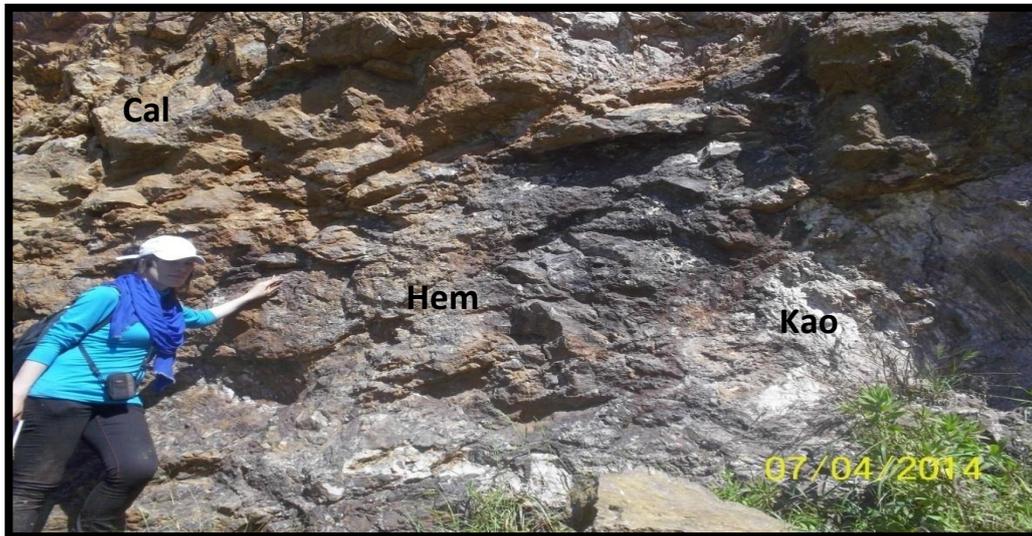


Fig. IV-12: Texture brechique.

#### IV- IV.1: Etude minéralogique

L'étude macroscopique et microscopique des échantillons prélevés sur le terrain d'étude a permis de distinguer un assemblage minéralogique, constitué de minéraux silicatés, sulfatés, de carbonates et d'oxydes-hydroxydes.

##### ✓ Les silicates: quartz ( $\text{SiO}_2$ )

Il est soit incolore, gris ou jaune, de taille et de forme très variées il est généralement automorphes.

Dans la plus par des cas il est observé dans des calcaires laminés ou dans les schistes et séricitoschistes. Selon l'abondance et la morphologie des cristaux, on distingue trois générations de quartz:

- Quartz (I) diagénetique, rencontré dans les schistes et les carbonates (Fig. IV-13).
- Quartz (II) d'exsudation, il se forme durant une phase épimétamorphique (en forme de lentille)(Fig. IV-14).
- Quartz (III) recoupe le quartz (I) et le quartz (II)(Fig. IV.15).

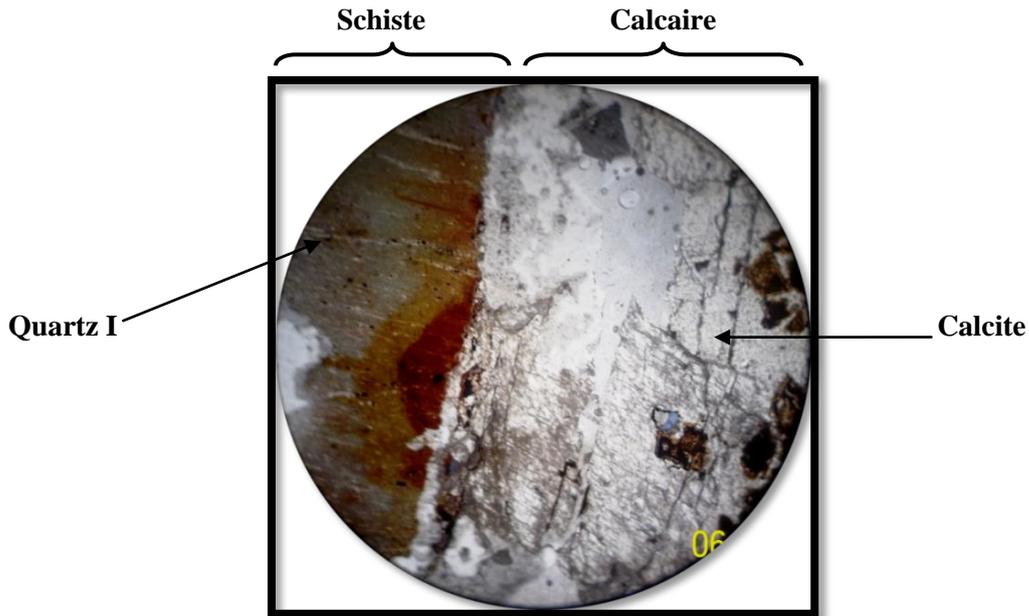


Fig. IV-13: Quartz (I) suivant la schistosité (S1) dans les schistes, LM, LPA, Gr x10.

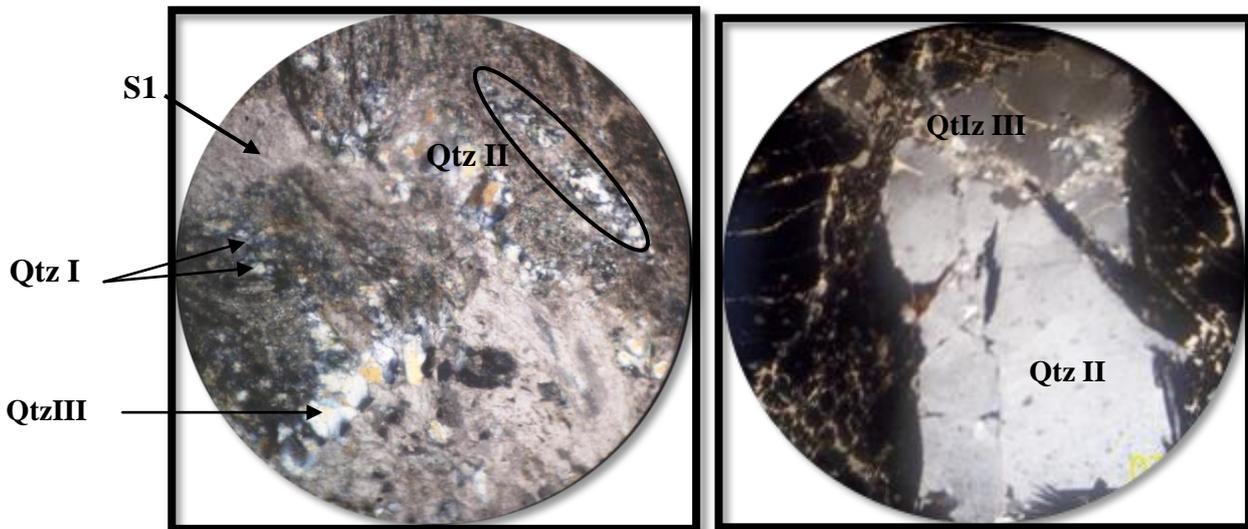


Fig. IV-14: Quartz (I) et quartz (II) d'exsudation suivant la schistosité (S1), le quartz (III) est séquent. LM, LPA, Gr x2,5.

Fig. IV.15: Quartz (III) à remplissage de fracture recoupe le quartz (II). LM, LPA, Gr x10.

✓ **Les minéraux du métamorphisme**

**1-Les plagioclases (feldspaths):**

Ils sont représentés essentiellement par des plagioclases sodiques (albite). Ce sont des cristaux automorphes à macles polysynthétiques caractéristiques de l'albite avec un angle d'extinction faible.

Ces cristaux d'albite ont été rencontrés dans les schistes et les calcaires et sont le produit d'un faible métamorphisme (Fig. IV-16).

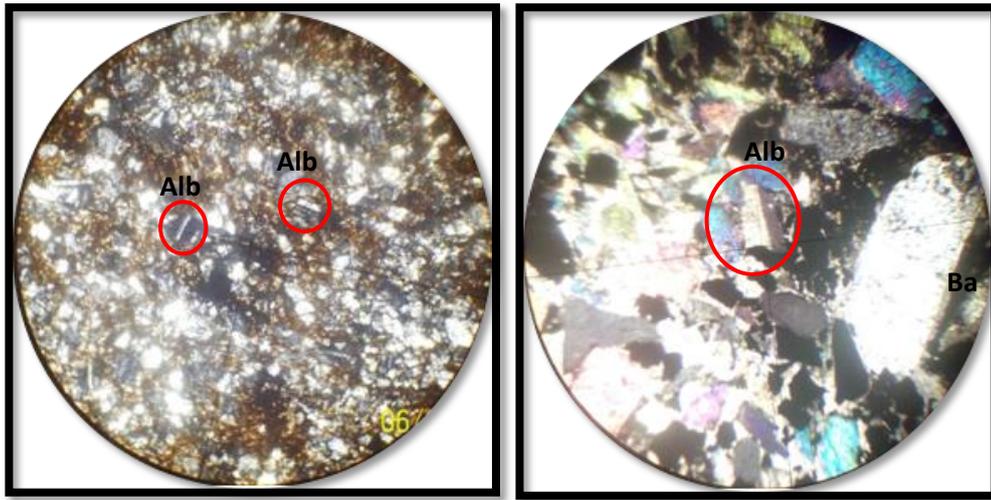


Fig. IV-16: Cristaux d'albite, LM.LPA. Gr x04

## 2- La chlorite:

C'est le produit du métamorphisme de l'encaissant, au microscope, elle présente un aspect fibreux. Par fois elle montre des cristaux bien développés et souvent xénomorphes

(Fig. IV-17,18)



Fig. IV-17: Chlorite dans les calcaires  
LM.LPA.Gr. x10.

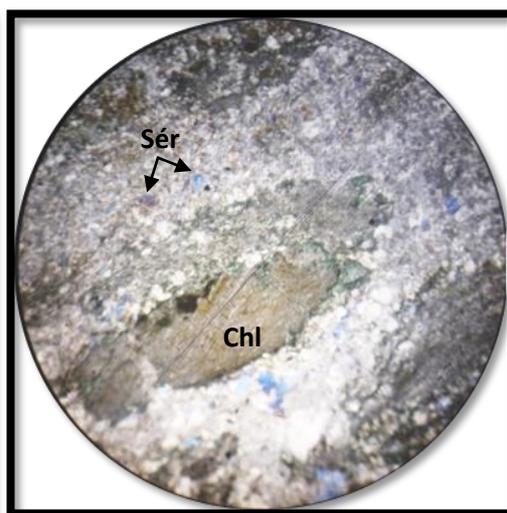


Fig. IV-18: Chlorite et séricite dans les schistes  
LM.LPA.Gr. x10.

### 3- Séricites

Ce sont de très petits cristaux de micas blancs, se présentant en paillettes ou en petites aiguilles et donnent un aspect satiné à la roche.

Au microscope, elle est observée sous forme de petits grains et/ou baguettes très fines de couleur bleue, rose, ou verte dans les schistes et plus ou moins dans les carbonates.

Deux générations de séricites ont été observées.

-Une séricite (I) suivant la schistosité due aux métamorphisme(Fig. IV-19,20).

-Une séricite (II) dans les fissures post métamorphiques. En effet, la barytine a subi de nombreuses fissuresremplies parde la séricite, sachant que la barytine recoupe les schistes, Fig (IV- 22).

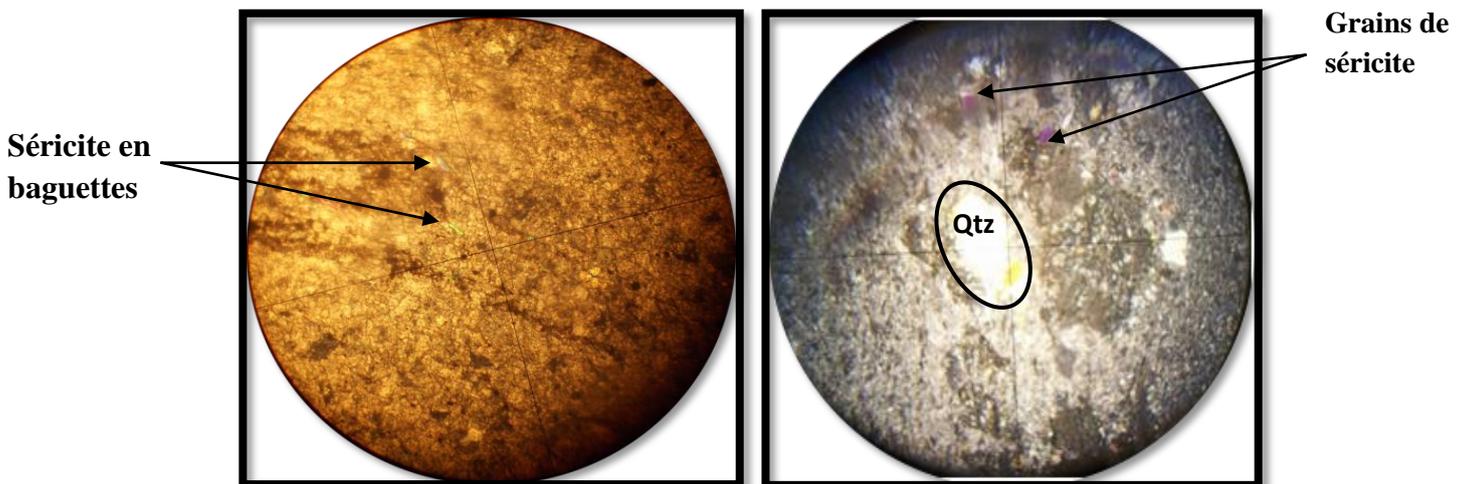


Fig. IV-19: Séricite (I) dans un calcaire, LM.LPA.Gr. x10.

Fig. IV-20: Séricite (I) dans un schiste LM.LPA.Gr. x10.

#### ✓ Les sulfates

##### La barytine ( $Ba SO_4$ )

Peu abondante dans le sécteur d'étude, elle est observée sous trois aspects différents:

- Barytine massive, de couleur blanche sous forme d'un filon de 40cm d'épaisseur, traversant les schistes au NW de la carrière (Fig. III- 23).

-Barytine lamellaire, blanche à translucide, sous forme d'un filon de 1 à 2m d'épaisseur environ.Cette barytine est observée à l'intérieur d'une galerie, dans les calcaires marmorisés, suivant une faille de direction NW-SE(Fig. IV-21).

-Barytine cristalline, blanche, remplissant les fentes de tention de quelques centimètres (Fig. III-26).

D'après, Aouadiet Belkhous (2010), la barytine serait d'origine hydrothermale, car l'étude des inclusions fluides ont donné des températures d'homogénéisation supérieures à 50°C.

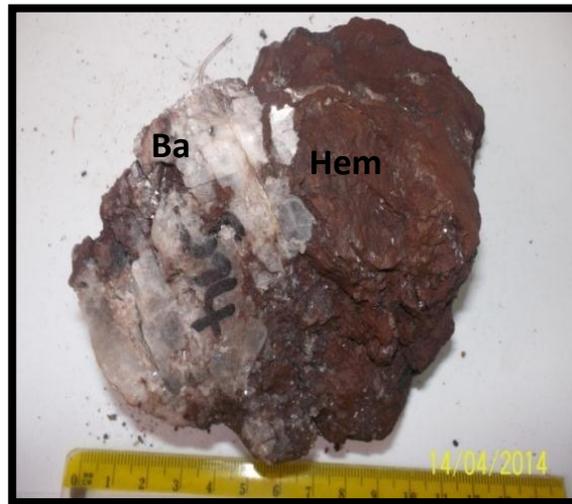


Fig. IV-21 : Echantillon de barytine lamellaire associée à de l'hématite.

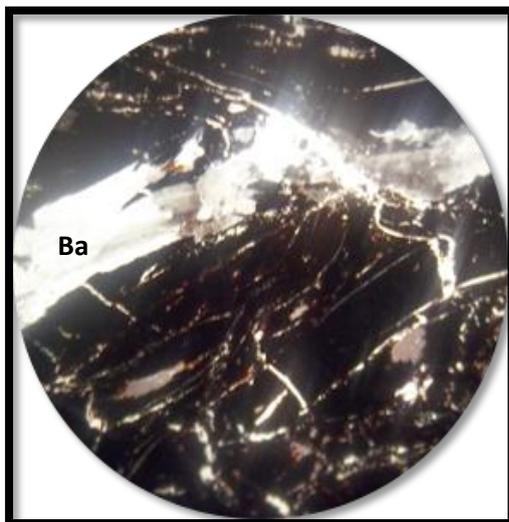


Fig. IV.22 : Barytine traversée par la séricite et calcite fine, recoupant l'oligiste.  
LM.LPA. Gr x10

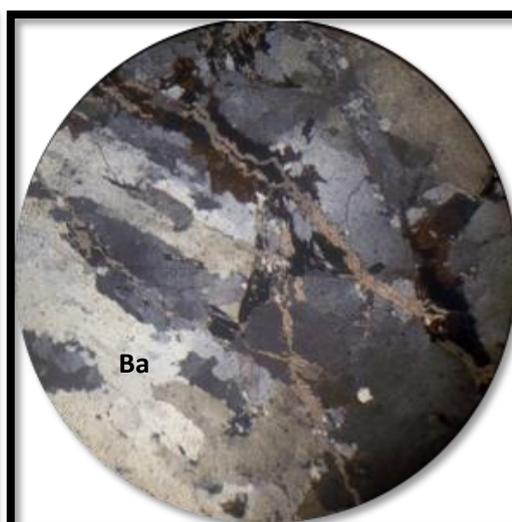


Fig. IV.23 : Barytine en sections allongées .LM.LPA. Gr x04

✓ **Les Minéraux carbonatés**

1. **La sidérite ( $\text{FeCO}_3$ )**

Elle est très rare à l’affleurement, par contre, elle a été signalée dans les travaux de Delaroche (1960) et l’EREM (1970). Ils supposent qu’elle aurait été rencontrée à des profondeurs de 200m en dessous du niveau piézométrique. La sidérite résulterait de la transformation des calcaires en carbonates de fer par circulation des fluides minéralisant (Fig. IV-24).



Fig. IV-24: affleurements de sidérite

2- **La calcite ( $\text{CaCO}_3$ )**

Elle est très abondante, surtout dans les carbonates. Elle est de couleur blanche à légèrement teintée par la présence de fer. La calcite est souvent observée dans les fissures, les géodes et/ou sous forme de placages dans les miroirs de failles (Fig. III- 22).

L'étude microscopique révèle trois générations de calcite:

- Calcite (I): diagénétique, rare, en petits cristaux dans les carbonates ( Fig IV-25).
- Calcite (II): fissurale, en grands cristaux recoupant la calcite (I) et la dolomite (I) (Fig.IV-25).
- Calcite (III): tardive, remplissant les cavités (Fig. IV-26).



Fig. IV-25: Calcite II LM.  
LPA. Gr x10.

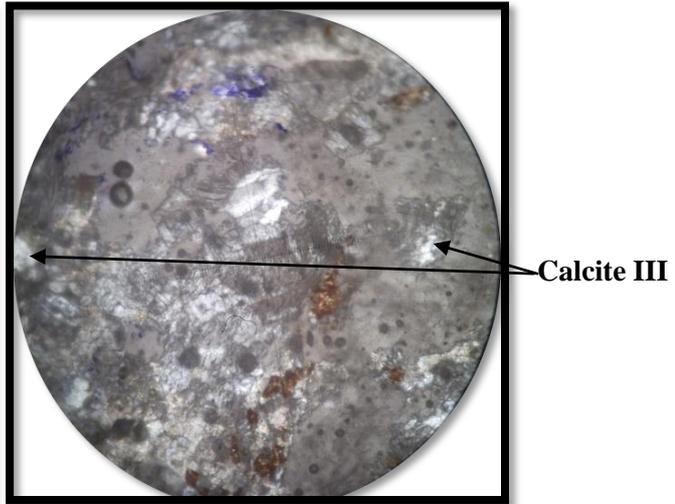


Fig. IV-26: Calcite III remplissant  
les cavités LM. LPA. Gr x10.

### 3- La dolomite $\text{CaMg}(\text{CO}_3)$

L'étude des lames minces, montre deux générations de dolomite : Une dolomite (I) diagénétique, en petits cristaux . Une dolomite (II) en grands cristaux à remplissage de veinules, elle montre parfois, une zonalité soulignée par des oxydes de fer(Fig. IV-.27, 28).

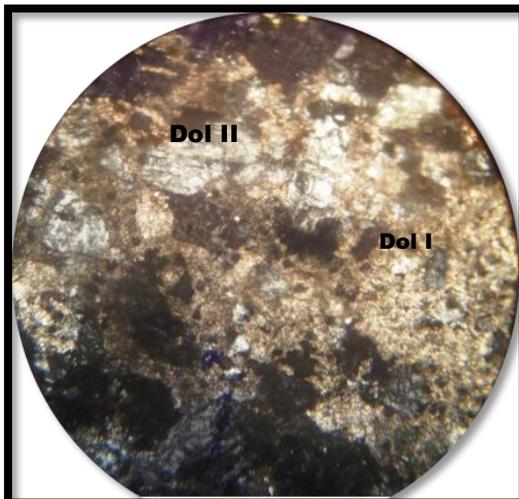


Fig. IV-.27: Dolomite LM  
LPA.Gr x10.

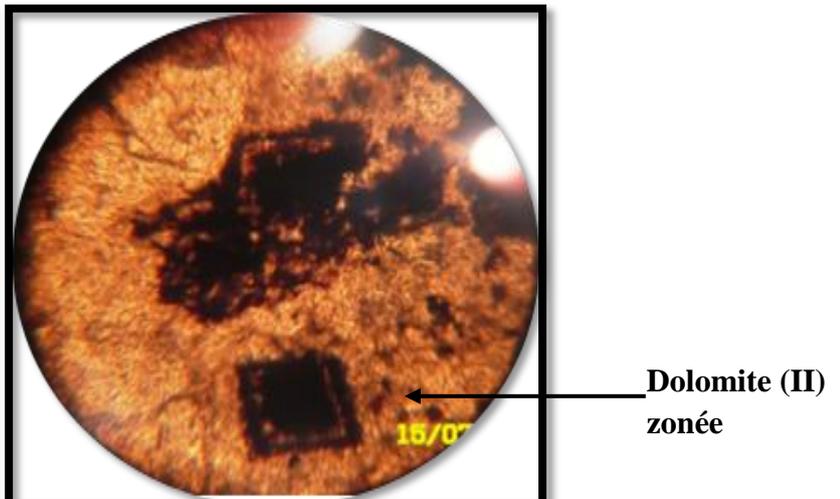


Fig. IV-28: Dolomite zonée LM.  
LPA. Gr x10.

✓ Les oxydes de fer:

L'hématite( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ )

C'est le minéral le plus dominant du minerai. Elle constitue un minerai riche, peut se présenter en masse sans cristaux visiblement apparents, ou sous forme d'un minerai compact homogène. Elle est de couleur rouge brunâtre ou terreuse et parfois de couleur noire (Fig.IV-29).

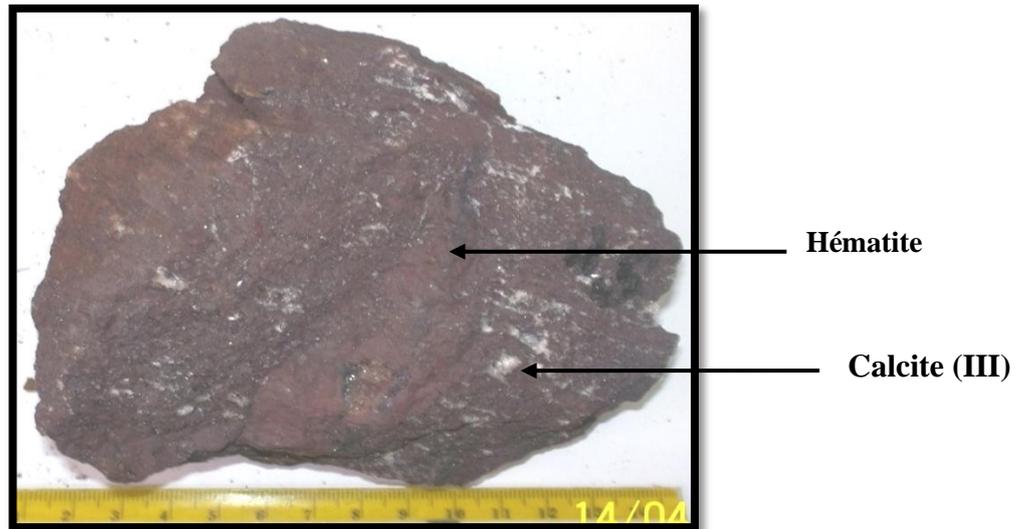


Fig.IV-29: Hématite massive avec des poches et veinules de calcite.

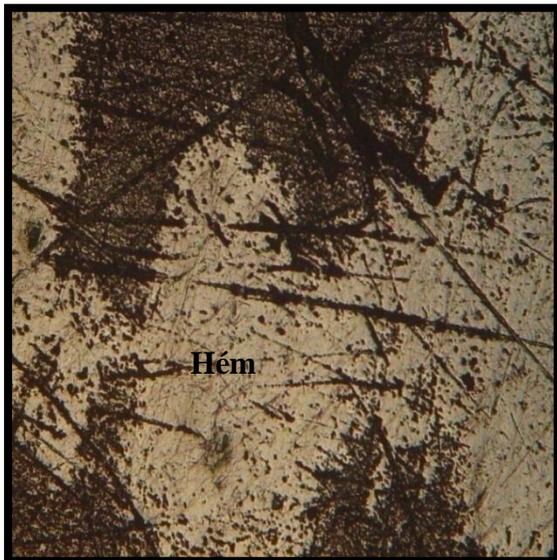


Fig. IV.30: Hématite massive.  
SP, LPA, Gr x05.

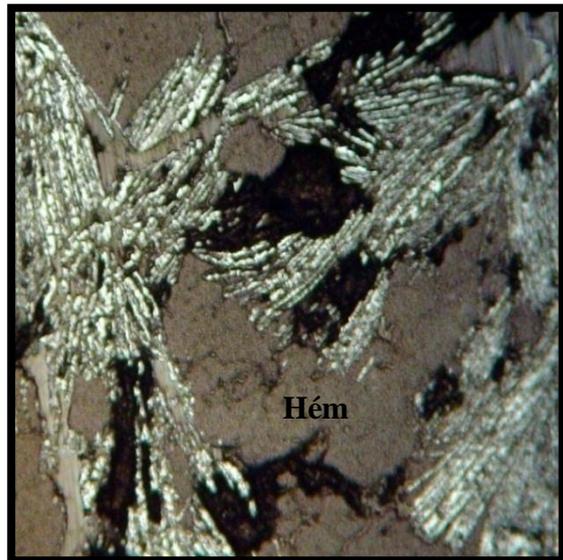


Fig. IV.31: Oligiste en baguettes remplissant les fractures dans l'hématite.SP, LPA, Gr x10.

**L'Oligiste ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ )**

Contrairement à Camérata, à Sidi Safi, l'oligiste est peu développée. Elle apparaît sous forme de paillettes de couleur grise à éclat métallique, remplissant les fractures, ou en placage sur les parois des ouvertures. Au toucher, les paillettes sont très friables et laissent une trainée de poudre brillante et une trace rouge (Fig. IV.32, 33).

Paillettes  
d'oligiste



Fig. IV.32: Paillettes d'oligiste en placage.

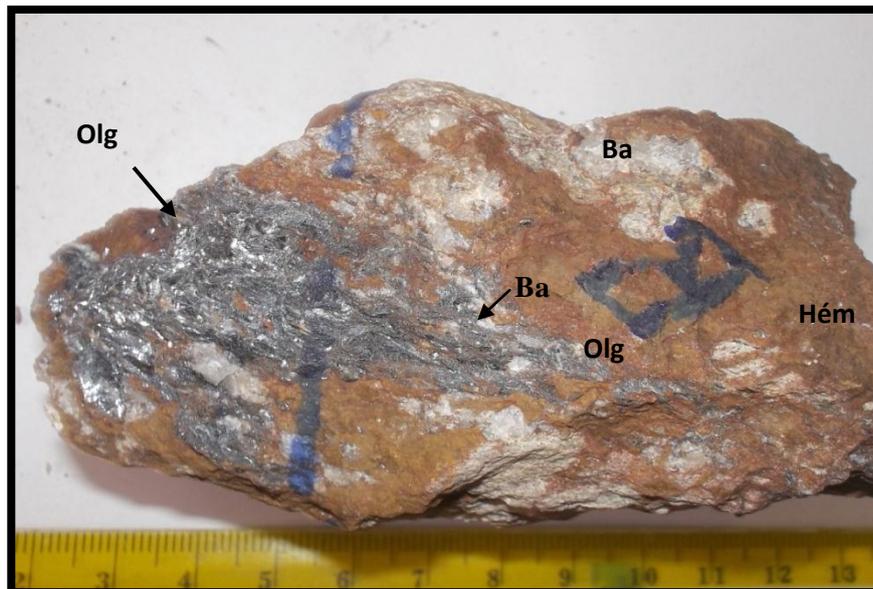


Fig. IV-33: Oligiste et barytine dans l'hématite.

L'étude microscopique des sections polies a montré deux structures différentes d'oligiste: rayonnante et fibreuse(Fig. IV.34, 35,36,37).

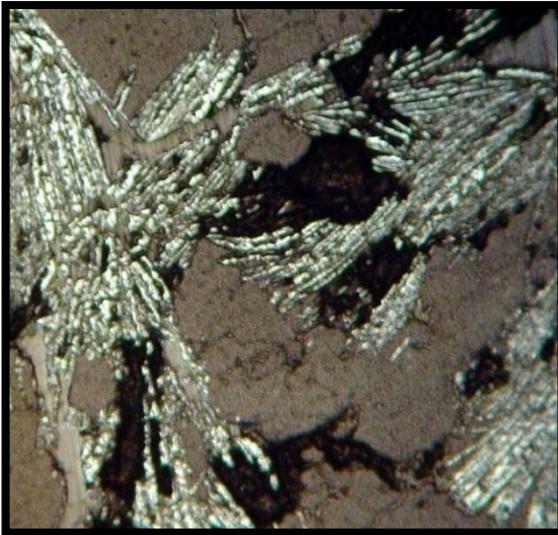


Fig. IV.34: Oligiste rayonnante  
SP, LPA, Gr x05.

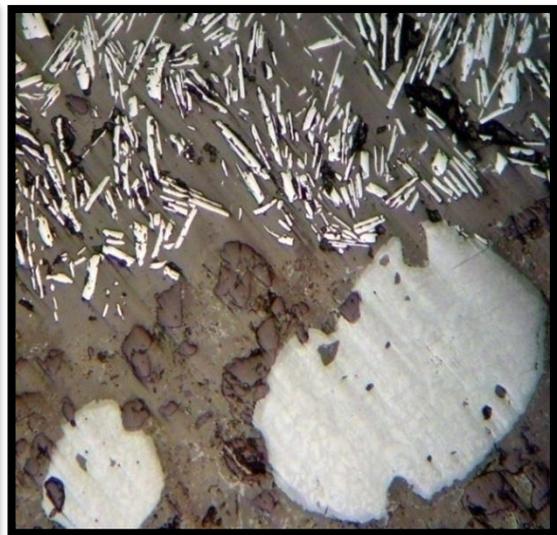


Fig. IV-35: Oligiste fibreuse  
SP, LPA, Gr x10.

On l'observe aussi sous forme fissurale et sous forme de lattes

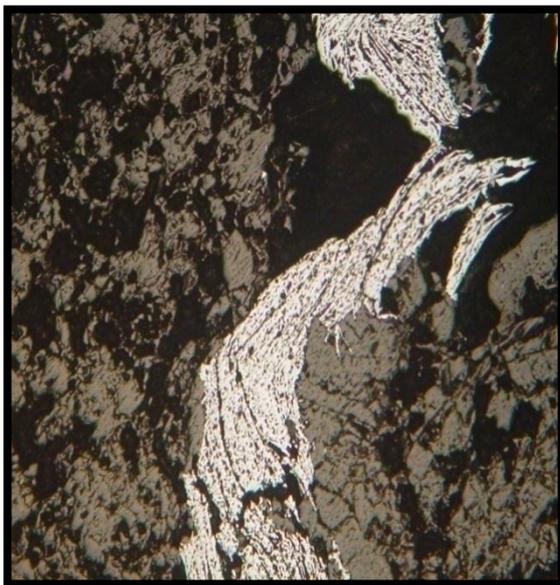


Fig. IV-36: Oligiste fissurale.  
SP, LPA, Gr x10.



Fig. IV-37: Lattes d'oligiste  
SP, LPA, Gr x10.

## Les minéraux d'altération superficielle

### 1- La Limonite ( $\text{Fe O (OH), nH}_2\text{O}$ )

Très peu observée, elle est peu abondante et même rare. Elle résulte de l'altération par hydratation des oxydes de fer, elle se trouve aux bordures des galeries. Sa couleur varie du jaune ocre à l'orangé (Fig. IV-38).



Fig. IV-38: Limonite.

### 2- La kaolinite

Elle est souvent rencontrée dans les zones bréchiques (Fig. IV-39), fortement altérées ou au niveau du contact schistes-calcaires, sous forme d'argiles friables, de couleur blanche. D'après les résultats d'analyse à la diffractométrie aux RX (Aouadi et Belkhou, 2010), ces argiles seraient de la kaolinite.

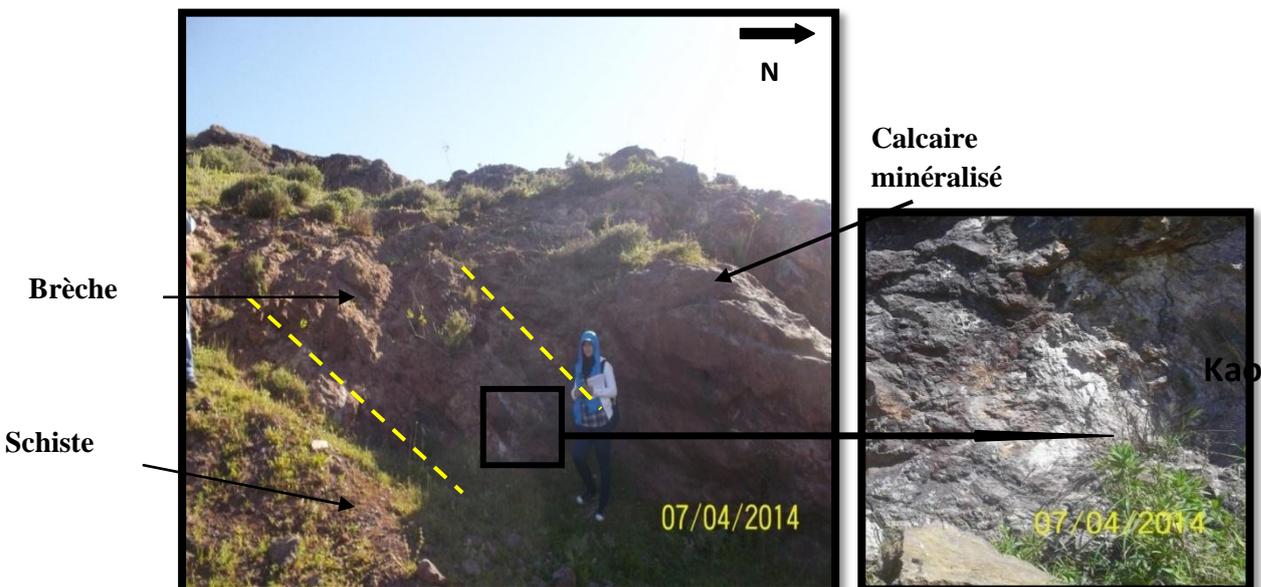


Fig. IV-39: Brèche entre les schistes et les calcaires

Fig. IV.40: Kaolinite.

#### 4-5-Les paragenèses minérales et phases de fracturation du minerai:

L'étude macroscopique et microscopique des échantillons prélevés dans notre secteur, nous a permis de distinguer quatre phases principales de dépôt: une phase diagénétique, une phase de métamorphisme, une phase épigénétique et une phase supergène.

- La phase diagénétique est responsable de la formation de la calcite I, dolomite I, et quartz I.
- La phase métamorphique a permis la formation de la chlorite, de la séricite I, de l'albite et du quartz II.
- La phase épigénétique:
  - 1<sup>er</sup> stade de fracturation, se déposerait la calcite II, la dolomite II et la sidérite.
  - 2<sup>ème</sup> stade de fracturation, serait responsable de la mise en place de la calcite III, de la séricite II, du quartz III, d'oligiste, et de la barytine.
- La phase supergène: Ce stade correspondrait à la formation des minéraux supergènes en relation avec l'altération météorique. Elle conduirait à l'apparition de l'hématite, de la limonite.

Minéraux	Phase diagénétique	Phase de métamorphisme	Phase épigénétique		Phase supergène
			Stad I	Stad II	
Calcite	<u>Cal I</u>		<u>Cal II</u>	<u>Cal III</u>	
Dolomite	<u>Dol I</u>		<u>Dol II</u>		
Chlorite		<u>Chl</u>	F		
Albite		<u>Alb</u>	a		
Séricite		<u>Sér I</u>	t	<u>Sér II</u>	
Quartz	<u>Otz I</u>	<u>Otz II</u>	r	<u>Otz III</u>	
Sidérite			a	<u>Sid</u>	
Hématite			t	<u>Hém</u>	-----
Oligiste			i	<u>Kao</u>	
Barytine			o	<u>Olg</u>	
Limonite				<u>Ba</u>	
					<u>Lim</u> -----

Tab. IV-1. Tableau de la succession paragénétique probable de la minéralisation du secteur d'étude.

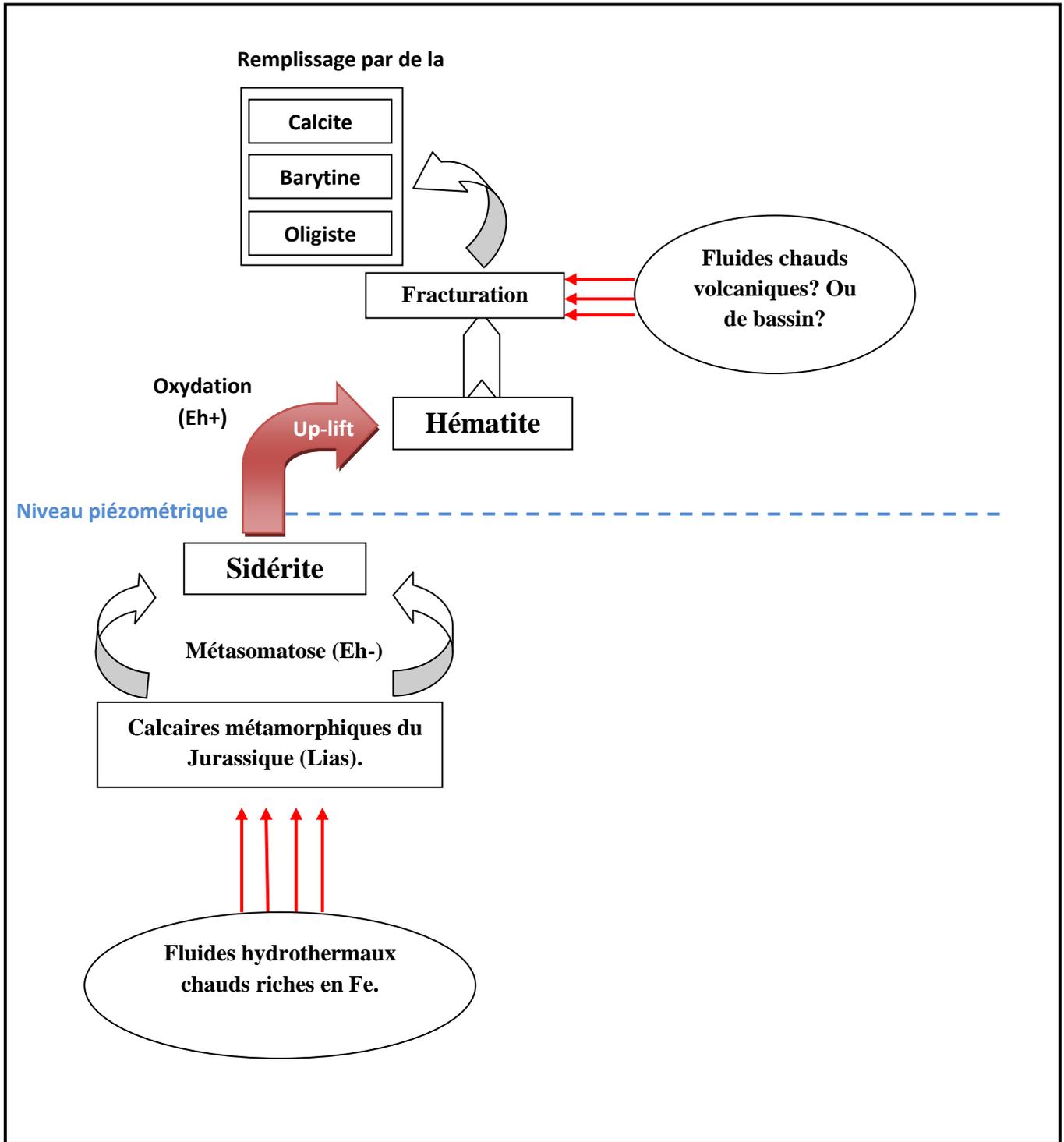


Fig. IV-42: Organigramme illustrant le modèle de la mise en place de la minéralisation ferrifère de Béni Saf (Aouadi. O, Belkhou. C, 2010) modifié.

---

## *Conclusion*

Le gisement de fer de Sidi Safi est le principal gîte exploité par la compagnie de Mocta El Hadid. Aujourd'hui, il est considéré épuisé, comme tous les gisements de fer de Béni Saf.

Il est situé à 5km au Sud Est de Béni Saf et fait partie du massif des Traras. Il a présenté un intérêt économique incontestable d'où son ancienne appellation «Capitale de fer».

Du point de vue lithologique, il est formé essentiellement des calcaires laminés, calcaires marmorisés et de schistes (séricitoschistes, chloritoschistes) d'âge Jurassique, encaissant la minéralisation.

Sur le plan tectonique, le terrain d'étude est affecté par une famille de failles de directions: NW -SE / N-S/ NE-SW et EW.

Du point de vue minéralogique, d'après l'étude macroscopique et microscopique, la minéralisation est composée de : sidérite, hématite, oligiste, et barytine. La morphologie est de types : filonienne, amas, et à remplissage de fissures et de fractures.

La succession paragéométrique probable serait:

- ✓ Une phase diagénétique au cours de laquelle se forment les minéraux de l'encaissant tel que la calcite I, la dolomite I, et le quartz I.
- ✓ Une phase de métamorphisme qui aboutit à la formation des minéraux métamorphiques tels que la chlorite, la séricite et l'albite.
- ✓ Une phase épigénétique caractérisée par deux épisodes :
  - Un premier épisode de fracturation qui est à l'origine de formation de la calcite II, la dolomite II, le quartz II, et la sidérite.
  - Un deuxième épisode de fracturation durant lequel se déposent la calcite III, la dolomite III, la séricite II, le quartz III, l'hématite, l'oligiste, et la barytine.
- ✓ Une phase supergène responsable du dépôt de la limonite, et de la kaolinite.

La minéralisation est le résultat d'un phénomène de "la métasomatose des calcaires", par l'ascension de fluides hydrothermaux chauds qui provoqueront une transformation de ces calcaires en sidérite. Après les soulèvements tectoniques, et par oxydation, la sidérite se transformerait en hématite.

---

## ***Bibliographie***

- Aouadi. O, Belkhou. C, 2010:** Contribution à l'étude gîtologique des minéralisations ferrifères de Béni Saf. *Mémoire de Master2*, 83p.
- Belhai. D, 1996:** Evolution tectonique de la zone ouest algéroise (Ténés – Chenaoua). *Thèse de doctorat. USTHB (Alger)*. p 151.
- Benzina. M, 2012:** Evolutin tectono-sédimentaire du bassin de la Tafna (Tlemcen, Algérie nord occidentale). *Mémoire de Magistaire. Tlemcen*.66p.
- Bossière. G, 1980:** Etude petrologique de la partie occidentale du massif de Grand Kabylie (Algerie), Unpubl.Doct. Etat.Thésse,Nantes Univ , 302 P.
- Bétier. G & Dussert. D, 1932:** Les mines et les carrières en Algérie.
- Bétier. G & Dussert. D, 1932:** Les mines et les carrières en Algérie.
- Domzig. A, 2006:** Déformation active et récente, et structurale tetono-sédimentaire de la marge africaine Thèse Doct. Etat, Univ de Bretagne occidentale 343p
- Ciszak. R. 1993:** Evolution géodynamique de la chaine tellienne en Oranie (Algérie occidentale) pendant le paléozoïque, Thèse Doct. Etat, Univ de Toulouse 513 p.
- Delaroche.P. 1960:** Gisement de fer de Béni Saf. p129-160.
- Durand-Delga. 1969:** Mise au point sur la structure de l'Algérie septentionale, *Bull.Serv. Carte Géol.Algérie*,83,36.
- Géry. B. 1973:**Géologie- Situation et age des formations allochtones du nord de la grande kabylie, CRAca. Sc. Paris 297p
- Guardia, P. 1975:** Géodynamique de la marge alpine du continent africain d'après l'étude de l'Oranais nord- occidentale. *Thèse de doctorat*. 216 p.
- Louni-Hacini. A. 2002:** La transition du magmatisme calco-alcalin dans l'Oranie. *Thèse doctorat d'état. USTHB (Alger)*. 198p.
- Megartsi. M. 1985:** Le volcanisme mio-plio-quadernaire de l'Oranais nord occidentale (géologie, pétrologie, géodynamique).*Thèse de doctorat (pétrologie structurologie)*. USTHB. (Alger).295p.
- Raach. K, 2010:** Contribution à l'étude géologique et gîtologique des minéralisations ferrifères du massif de Rouina (Bassin du Cheliff). *Mémoire d'ingénieur, USTHB (Alger.)* 83p.

---

**Saadallah. A, 1992:** Le cristallin de la Grande Kabylie (Algérie) : sa place dans la chaîne des maghrébides. *Thèse doctorat d'état. USTHB (Alger).260p.*

**Sadran. G, 1958:** Les formations volcaniques tertiaires et quaternaires du tell oranais. *Pub. ser.geol.algerie.Bull n°18.*

**Wildi. W, 1983:** La chaîne tello-rifaine (Algérie, Maroc, Tunisie): structure, stratigraphie et évolution du Trias au Miocène. *Rev. Géol. Dyn. Géogr. Phys.24.*