



REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR  
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE  
UNIVERSITE MOULOUD MAMMERI TIZI OUZOU



# Mémoire

Présenté en vue de l'obtention du diplôme de master en géologie  
Option : ressources minérales géométriques et environnement

## Thème

Etude géologique et géochimique de la minéralisation  
à magnétite de la région de Beni Amrane

**Présenté par :**

M<sup>elle</sup> MEDDAH Nadia

M<sup>elle</sup> SAIB Fatma

**Encadré par :**

Mr : A. Hamis

Soutenu le : 06/01/2021

Devant le jury composé de :

M<sup>r</sup> : A. MAKHLOUF

M<sup>r</sup> : A. HAMIS

M<sup>r</sup> : H. ZAGHOUANE

MCB

MAA

MCB

Président

Rapporteur

Examineur

**Promotion 2019/2020**

**Remerciements :**

**N**ous tenons tout d'abord à remercier DIEU le tout puissant et miséricordieux, qui nous a donné la force et la patience d'accomplir ce modeste travail.

**N**ous remercions profondément nos familles qui nous ont soutenu durant tout le cursus.

**N**ous tenons à exprimer notre gratitude à Monsieur : A. Hamis, enseignant à l'université Mouloud Mammeri et promoteur de ce mémoire, pour nous avoir guidé tout au long de ce travail. Nous le remercions vivement pour ses conseils avisés et son aide précieuse pour la rédaction de ce mémoire.

**N**os remerciements sont adressés également aux enseignants du département des sciences géologiques de géologie qui ont contribué à notre formation.

**N**ous remercions les membres du jury qui ont fait l'honneur d'examiner et de critiquer ce travail .

**N**os remerciements enfin vont aussi à toute personne ayant participé de près ou de loin pour la réalisation de ce modeste travail .

## Dédicaces

*Je dédie ce travail :*

*Au l'âme de ma chère maman qui nous a quitté le 15/08/2020 puisse Dieu l'accueillir dans son infini miséricorde pour son soutien précieux de tous les instants.*

*Et mon très cher père*

*A mon frère Hamid et ma sœur Karima*

*A ma belle-sœur Dihia et son mari said et mes neveux Rabah et Rayane*

*A mon fiancé ainsi que a toute sa famille*

*A tous mes amis (es) et surtout Tinhinane*

*A tous mes enseignants depuis le primaire*

*A tous ceux qui me sont chers*

*A tous qui vont lire ce mémoire*

*A tous ceux qui mont aide de près ou de loin à réaliser ce modeste travail*

**NADIA**

## Dédicaces

*Je dédie ce travail. :*

***A** mes très chers parents qui ont été toujours avec moi, leurs précieux conseils et leurs soutiens tout au long de mon cursus scolaire et universitaire.*

***Je** dédie également ce mémoire à mes deux frères Ouali et Youcef ainsi que tous les membres de ma grande famille pour leurs soutiens et leurs encouragements.*

***Et** enfin je dédie ce modeste travail à toutes personnes ayant contribuées de près ou de loin à sa réalisation*

**FATMA**

## **Résumé :**

Le massif de Beni Amrane se situe à 50Km environ à l'Est d'Alger, il fait partie du socle métamorphique de grande Kabylie. L'étude de ce petit massif renferme plusieurs minéralisations dont le type qui nous intéresse est la minéralisation à magnétite qui est encaissée dans les schistes.

D'après les études géologiques et géologiques effectuées par nos prédécesseurs le massif de Beni Amrane est constitué de trois formations principales :

- 1) Formation basal des granitogneiss recoupée par du quartz et de tourmaline et parfois à schistosité fruste bréchifié et déformée.
- 2) Formation médiane des schistes, chloritoschistes, et des quartzites qui porte la minéralisation ferrifère post et syn cinématique.
- 3) Formation sommitale des séricitoschistes qui est constitué essentiellement par des schistes fins à sericite, très plissé, et quelques intercalations de calcaire cristallins.

La minéralisation à magnétite est de type ferrifère se trouve au Nord du secteur, elle apparaît sous forme de banc (6-8m) encaissé dans les schistes.

Le minerai est massif et dur et montre des textures disséminées et massives.

Au microscope, la magnétite est présentée en cristaux automorphe elle est parfois altérées en martite et limonite et parfois elle est associée à de l'hématite qui souligne la schistosité et d'autres cas en remplissage des vides inter granulaire entre les grains de quartz.

# **Sommaire :**

## **Chapitre 01 :**

### 1. Introduction générale

1.1	But du travail .....	01
1.2	Méthode de travail.....	01
	• Travaux du bureau.....	01
	• Travaux de terrain .....	01
	• Travaux de laboratoire.....	01
1.3	Aperçu géographique .....	02
1.3.1	La faune.....	05
1.3.2	La flore.....	05
1.3.3	Le climat.....	05

## **Chapitre 02 :**

### **Géologie régionale :**

2.1	les zones internes.....	09
2.1.1	le socle kabyle.....	09
2.1.2	la dorsale kabyle.....	09
2.2	le domaine des flyschs.....	10
2.2.1	les flyschs mauritaniens.....	11
2.2.2	les flyschs massyliens.....	11
2.2.3	les flyschs numidiens.....	11
2.3	les zones externes.....	11
2.3.1	les séries ultra-telliennes.....	11
2.3.2	les séries telliennes.....	11
2.3.3	Les séries péni-telliens.....	11
	Conclusion.....	12
2.4	le socle de la grande Kabylie.....	13

2.4.1	Introduction.....	13
2.4.2	La lithologie.....	13
2.4.2.1	la série gneissique.....	13
2.4.2.1.1	les quartzites à biotite.....	14
2.4.2.1.2	les gneiss œillés .....	14
2.4.2.1.3	les gneiss fins.....	14
2.4.2.2	la série schisteuse.....	14
2.4.2.2.1	la zone à chlorite.....	14
2.4.2.2.2	la zone à biotite et les marbre.....	15
	-La zone à biotite.....	15
	-Les marbres.....	15
2.4.2.2.3	Les schistes ordoviciens de Djebel Aissa Mimoune.....	15
2.4.3	Les roches acides .....	16
2.4.4	Les roches basiques .....	16
2.4.5	La bande blastomylonitique.....	17
2.4.6	Age de métamorphisme.....	17
2.4.7	La tectonique.....	17

## **Chapitre 03 :**

### **Géologie locale :**

3-1-	Introduction .....	20
3-2-	lithostratigraphie .....	20
3-2-1-	Les granitogneiss .....	21
o	Description macroscopique .....	21
o	Description microscopique .....	22
3-2-2-	La formation schisteuse .....	23
	Les quartzites.....	23
o	Description macroscopique.....	23
o	Description microscopique .....	23

Les quartzites chloriteux et chloritoschistes .....	24
○ Description macroscopique.....	24
○ Description microscopique .....	24
3-2-3-Les schistes sériciteux : .....	26
○ Description macroscopique .....	26
○ Description macroscopique.....	26
3-3-Cadre structural .....	29
3-4-Conclusion.....	30

## Chapitre 04 :

### **Gisements de fer en Algérie et dans le monde**

4-1 les gisements de fer dans le monde.....	32
4-2 les gisements de fer en Algérie.....	34

## Chapitre 05 :

### **Gitologie**

5-1-Introduction.....	41
Situation des secteurs minéralisés.....	41
5-2-Etude de la minéralisation.....	42
Etude des lames minces.....	45
Etudes des sections polis.....	46
5-3-Conclusion.....	49

## Chapitre 06 :

<b>Conclusion générale .....</b>	<b>52</b>
----------------------------------	-----------

**Références bibliographique**

## Liste des figures :

### Chapitre 01 :

**Figure 01 .01 :** localisation de la commune de Beni Amrane sur la carte de la wilaya de Boumerdes, (découpage administratif de 1985)

**Figure01 .02 :** localisation de la région d'étude sur la photo satellite, Google Earth

**Figure 01.03 :** situation de la région d'étude sur la carte du Nord de l'Algérie au 1/500 000 ,1)

**Figure 01.04 :** vue générale montrant l'Olivier de la région

**Figure 01.05 :** Diagramme ombrothermique de Beni Amrane

**Figure 01.06 :** Courbe de température de la région de Beni Amrane

### Chapitre 02 :

**Figure 02.01 :** L'orogène alpin péri-méditerranéen (Durand-Delga,1969)

**Figure 02.02 :** Rapports structuraux entre des différentes unités de la chaîne des maghrébides (modifiées d'après Durand-Delga, 1969),

**Figure 02.03 :** Position des nappes de flyche par rapport aux unités de la chaîne des maghrébides

**Figure 02.04 :** Socle de la grande Kabylie(Boussiere,1980)

### Chapitre 03 :

**Figure 03.01 :** Echantillon d'un granito-gneiss très bréchifié et déformé (Y.Ait Aldjet et S.Sadat)

**Figure 03.02 :** Echantillon d'un granito-gneiss recoupe par des veinules de tourmaline( Y.Ait Aldjet et S.Sadat)

**Figure 03.03 :** Granito-gneiss œillés fortement écrasé recoupe par des veines centimétriques de quartz et de tourmaline

**Figure 03.04 :** Echantillon d'un granitogneiss présentant une foliation fruste (Y.Ait Aldjet et S.Sadat)

**Figure 03.05 :** Vue microscopique d'un granito-gneiss avec des clastes de plagioclases et une schistosité à sericite LPA\*4 (Y.Ait Aldjet et S.Sadat)

**Figure 03.06 :** Vue microscopique d'un granito-gneiss avec des feldspaths potassiques altérés en sericite/quartz LPA\*10

**Figure 03.07 :** Granitogneiss moins altérés présentant une foliation(LPA\*10)

**Figure 03.08 :** Granitogneiss à microcline avec quartz à structure de recuit (LPA\*10) (Y.Ait Aldjet et S.Sadat)

**Figure 03.09 : Affleurement de quartzites dans le secteur d'Ain Oudrer avec des structure entrecroisées (Y.Ait Aldjet et S.Sadat)**

**Figure 03.10 :** Echantillon montrant un quartzite très ferrugineux

**Figure03. 11 :** Quartzite présentant un granoclassement

**Figure03.12 :** Quartzite présentant des cristaux de quartz boudinés (LPAx10)

**Figure03.13 :** Chloritoschiste, la minéralisation souligne la schistosité (LPA x10)

**Figure03 .14 :** Chloritoschiste montrant des lits quartzeux alternant avec des lits chloriteux (LPA x10)

**Figure03.15 :** Quartzite chloriteux minéralisé montrant une plage de chlorite tardive (LPA x10)

**Figure03.16 :** Quartzite chloriteux minéralisé montrant une fissure remplie par des oxydes de fer tardifs (LPA x10)

**Figure03.17 :** Vue microscopique d'une structure en crénelation montrant deux schistosités (S1et S2)

**Figure03.18 :** Banc métrique d'un séricitoschiste

**Figure 03.19 :** Echantillon d'un séricitoschiste montrant deux schistosité S1 et S2

**Figure03.20 :** Schiste satiné à dominance quartz –sericite LPA\*4

**Figure03.21 :** Schiste sériciteux montrant la séricite fine ainsi que les hydroxydes de fer qui soulignent la schistosité LPAx4 (**Ait Aldjet. Y et Sid Ali. S, 2018**)

**Figure03.22 :** Lame montrant une dolomite (D2) fissurale remplacée par des oxydes LPAx10

**Figure03.23 :** Schiste sériciteux montrant des cristaux de tourmaline de couleur brune verdâtre LNx10 (Y.Ait Aldjet et S.Sadat)

**Figure.03.24 :** Log montrant les différentes formations de la région d'étude (Y.Ait Aldjet et S.Sadat)

**Figure03.25 :** Faille décrochante dextre dans les grando-gneïss montrant un plan de faille, direction : N180° pendage : 65°SW. (Y.Ait Aldjet et S.Sadat)

**Figure03.26 :** Plissements dans les schistes

**Figure03. 27 :** Extrait de la carte minute géologique de la feuille Palestro 1/50 000 (O.R.G.M 2010).

## **Chapitre 04**

**Figure 04.01 : Répartition géographique des gisements de fer rubane dans le monde (BIF) d'après Beukes et al,2008.**

**Figure04 .02 : Catre de situation des différents gisements de fer en Algérie.**

## Chapitre 05 :

**Figure05.01 : Photographie montrant l'entrée de la galerie**

**Figure05.02 :** Situation des secteurs minéralisés sur photo-satellite

Ain Oudrar, 2- Souk El Had et 3- Caroubier) Google Earth 2017

**Figure05.03 :** Minerai plissé et altéré en hématite /limonite (Y.Ait Aldjet et S.Sadat)

**Figure05.04 :** Minerai massif dans les quartzites

**Figure05.05 :** Photographie montrant l'empilement des couches de minerai sur un pilier dans une des galeries d'exploitation

**Figure05.06 : Texture disséminé sur les bordures et massive au centre de l'échantillon**  
(Y.Ait Aldjet et S.Sadat)

**Figure05.07 : Texture massive de la magnétite en voie d'altération en limonite**

**Figure05 .08 : Texture rubane (alternance minerai et quartzite)( Y.Ait Aldjet et S.Sadat)**

**Figure 05.09 : Gros grains de magnétite disséminé dans la roche ( Y.Ait Aldjet et S.Sadat)**

**Figure05.10 :** Quartzite montrant une schistosité soulignée par de la magnétite de différentes formes et des oxydes LPA x10

**Figure05 .11 :** Magnétite polymorphes dans un quartzite montrant une schistosité soulignée par le chlorite et les oxydes LAP x10

**Figure05.12 :** Magnétites polymorphe dans un quartzite, recoupées par des veinules tardives remplies d'oxydes. LPA x10

**Figure05.13 :** Quartzite montrant deux fissures tardives : F1 quartz soulignés par des oxydes et F2 à Hématite –limonite–quartz LPA x10

**Figure 05.14 :** Quartzite minéralisé recoupé par une veine tardive de calcite LAP x10 ( Y.Ait Aldjet et S.Sadat)

**Figure05.15 :** Chloritoschistes montrant la minéralisation suivant les plans de schistosité, l'ensemble est recoupé par une fissure tardive de calcite. LPAx10

**Figure05.16 :** Sections polies montrant des grains de magnétite visibles à l'œil nu (a) et de l'hématite soulignant la schistosité (b).

**Figure05.17 :** Section polie montrant l'hématite en lattes plissée Sp : LNx10

**Figure05.18 :** Section polie montrant 3 générations d'hématite LNx10

**Figure05.19 :** Pyrite remplissant un vide dans la magnétite en voie de martitisation. Sp : LNx10

**Figure05.20 : Vue microscopique d'un agrégat de pyrite tardive recoupant la magnétite LN X20**

**Figure05.21** : Magnétite fracturée partiellement

**Figure05. 22** : Hématite en baguettes et agrégats de magnétite en voie de martitisation Sp. LNx10 martitisée. Sp : LNx10

## **Liste des tableaux :**

### **Chapitre 01 :**

**Tableau 1 :** Les Précipitations annuelles de la région de Beni Amerane

### **Chapitre04 :**

**Tableau 1 :** Principaux gisements ortho magmatiques (in Jébrak, 2004)

### **Chapitre 05 :**

**Tableau. 1 :** Productions annuelles du minerai de fer dans la région d'étude (

**Tableau 2 :** Tableau de succession paragenitique

## **Liste des abréviations :**

MEB : Microscope Electronique à Balayage

LPA : Lumière Polarisée Analyisée

LN : Lumière Naturelle

SP : Section poli

LM : lame mince

\*4 : Grossissement (4 fois)

\*10 : Grossissement (10 fois)

N : Nord

S : Sud

E : Est

W : Ouest

Qz : Quartz

Mag : Magnétite

Hem : Hématite

Fe : Fer

Ser : Sericite

Chl : Chlorite

Plg : Plagioclase

Oxy : Oxydes

Al : Aluminium

S : Soufre

Si : Silicium

P : Phosphore

BRGM : Bureau de Recherches Géologiques et Minières

ORGM : Office National de Recherche Géologique et Minière

- **INTRODUCTION GENERALE :**

**1.1 BUT DU TRAVAIL :**

Ce mémoire a pour objectif une étude caractéristique des minéralisations ferrifères de la région de Beni Amerane. Ce travail portera sur l'étude géologique et géochimique en se focalisant sur l'encaissant immédiat des minéralisations, avec une description détaillée des processus minéralogiques.

**1.2 METHODES DE TRAVAIL :**

La réalisation de ce mémoire a nécessité des travaux de bureau, de terrain, de laboratoire et en fin de rédaction.

- **Les travaux de bureaux :**

Dans cette partie nous avons essayé de constituer un fond documentaire qui traite de la région d'étude à savoir : les thèses, mémoires, articles, revues et ouvrages de bases spécialisées en géologie, les différents rapports inédits sur les travaux antérieurs, les cartes géologiques, les photos aériennes et satellitaires, les cartes topographiques.

- **Les travaux de terrain :**

(Ne nous l'avons pas fait à cause du covid 19) mais nous avons suivi et analysé les études que les anciens auteurs ont réalisés sur la région qui sont :

- Reconnaissances géologiques, rétablissements des coupes géologiques, description des faciès minéralisés, description de la morphologie des corps minéralisés ;
- \*Cartographie et échantillonnage par marteau des différents faciès rencontrés ;

**Les travaux de laboratoire :**

- Confection des lames minces et sections polies ;
- Etude pétrographique à partir d'échantillons prélevés dans les séries métamorphiques du socle
- Analyse minéralogique : diffractométrie des rayons X, MEB (microscope électronique à balayage) (si le moyen analytique le permettant) ;
- Traitement des données ;
- Rédaction du mémoire.

### **1.3 APERCU GEOGRAPHIQUE :**

Béni Amerane est une commune dépendant de la daïra de Thenia dans la wilaya de Boumerdes. Avant le découpage administratif de l'Algérie en 1984, Béni Amerane relevait de la Wilaya de Bouira. Elle se trouve à mi-chemin d'Alger, de Tizi Ouzou et de Bouira, à 60km de distance. Elle est limitée au nord par Tidjelabine, Thénia et Souk Elhad ; à l'est par Isser et Chabet el amer au sud par Ammal et à l'ouest par Bouzegza-Keddara (**Fig.01**).

Beni Amerane est traversée à l'est par l'oued Isser, la RN5 et la voie ferrée qui dessert les principales villes de l'Est, Bouira, Bejaia, Sétif, Constantine, Batna.

Le terrain d'étude est situé à environ 2Km au Nord-Ouest du chef-lieu de Béni Amerane. Il est compris entre les coordonnées géographiques suivantes :

La latitude : 36.6685, la longitude 3.5922.

36° 40' 07'' Nord, 3° 35' 32'' Est en degrés, minutes, secondes.

L'altitude moyenne de la région de Béni Amerane est de 300m. Excepté la petite plaine traversée par l'oued Isser, Béni Amerane est une région montagneuse très accidentée. Le plus haut sommet culmine à 630mètres d'altitude (**Fig.2**).

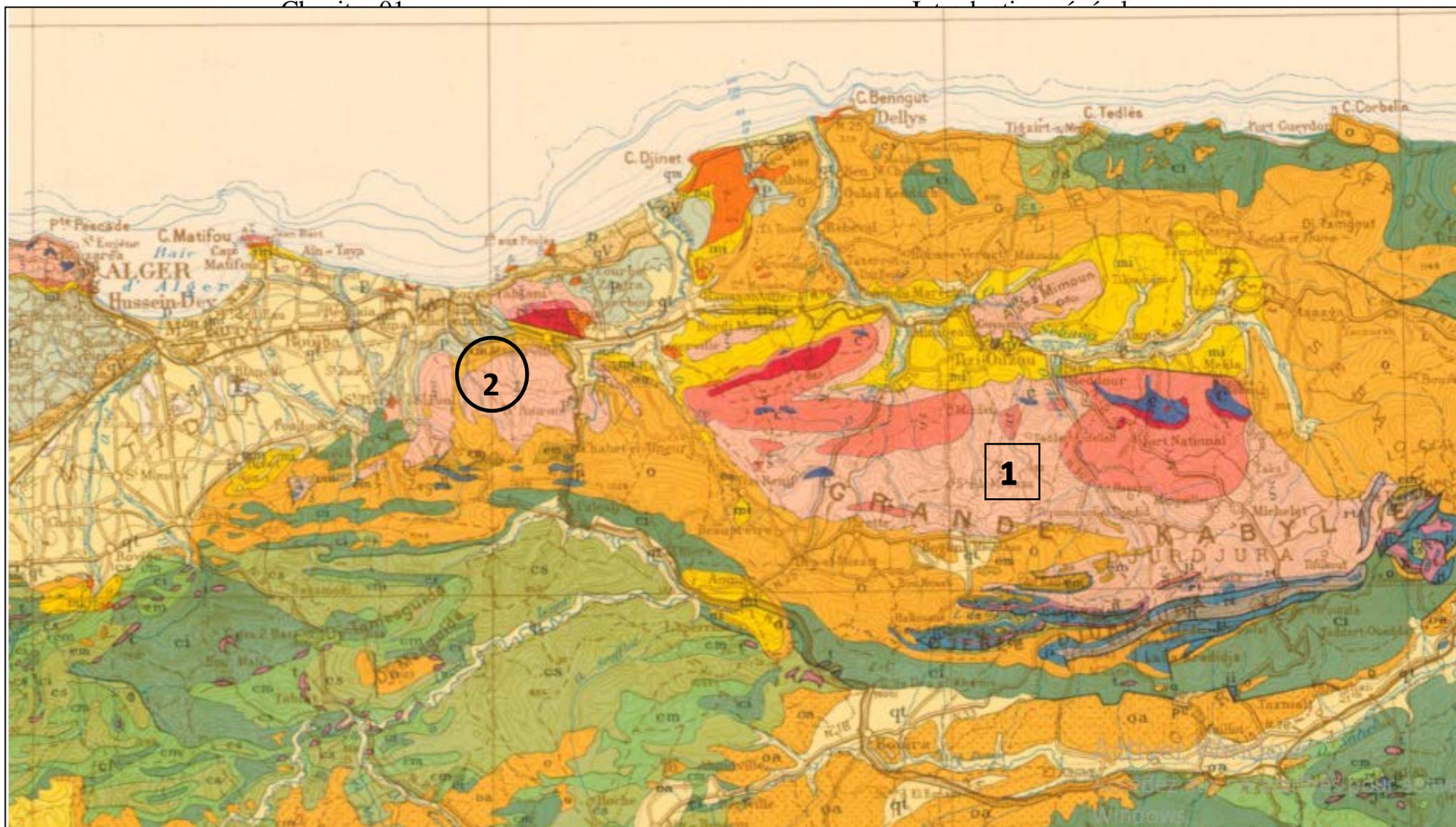
Le massif de Béni Amerane est la continuité naturelle du massif cristallophyllien de Grande Kabylie dans sa partie occidentale (**Fig.3**).



**Figure 01 :** Localisation de la commune de Béni Amerane sur la carte de la wilaya de Boumerdes, Découpage administratif de 1985



Figure 02 : Localisation de la région d'étude sur la photo satellite, Google Earth



**Figure 03** – Situation de la région d'étude sur la carte du nord de l'Algérie au 1/500 000,  
 1- Massif de grande Kabylie (oriental), 2 – massif de Béni Amrane-Thénia (occidental)

### **1.3.1 LA FLORE :**

La végétation de type méditerranéen chaud, est caractérisée par l'olivier sauvage, le genet (dont l'appellation de Tizi Ouzou : col des genets), le laurier rose (dans les lits d'oueds), le caroubier, le lentisque, le frêne (utilisé comme bois de chauffage et ses feuilles comme fourrage) et le chêne.

A ceci s'ajoutent les végétaux introduits par l'homme, tel le figuier, l'olivier, le cerisier, la vigne, les agrumes, le figuier de barbarie, l'eucalyptus, etc.... Profondément endommagé par les incendies pendant la guerre de libération, ce patrimoine végétal n'est pas à l'abri du feu, en particulier pendant l'été. (**Fig. . 04**)



**Figure 04 :**Vue generale montraant des oliviers de la region de beni amerane

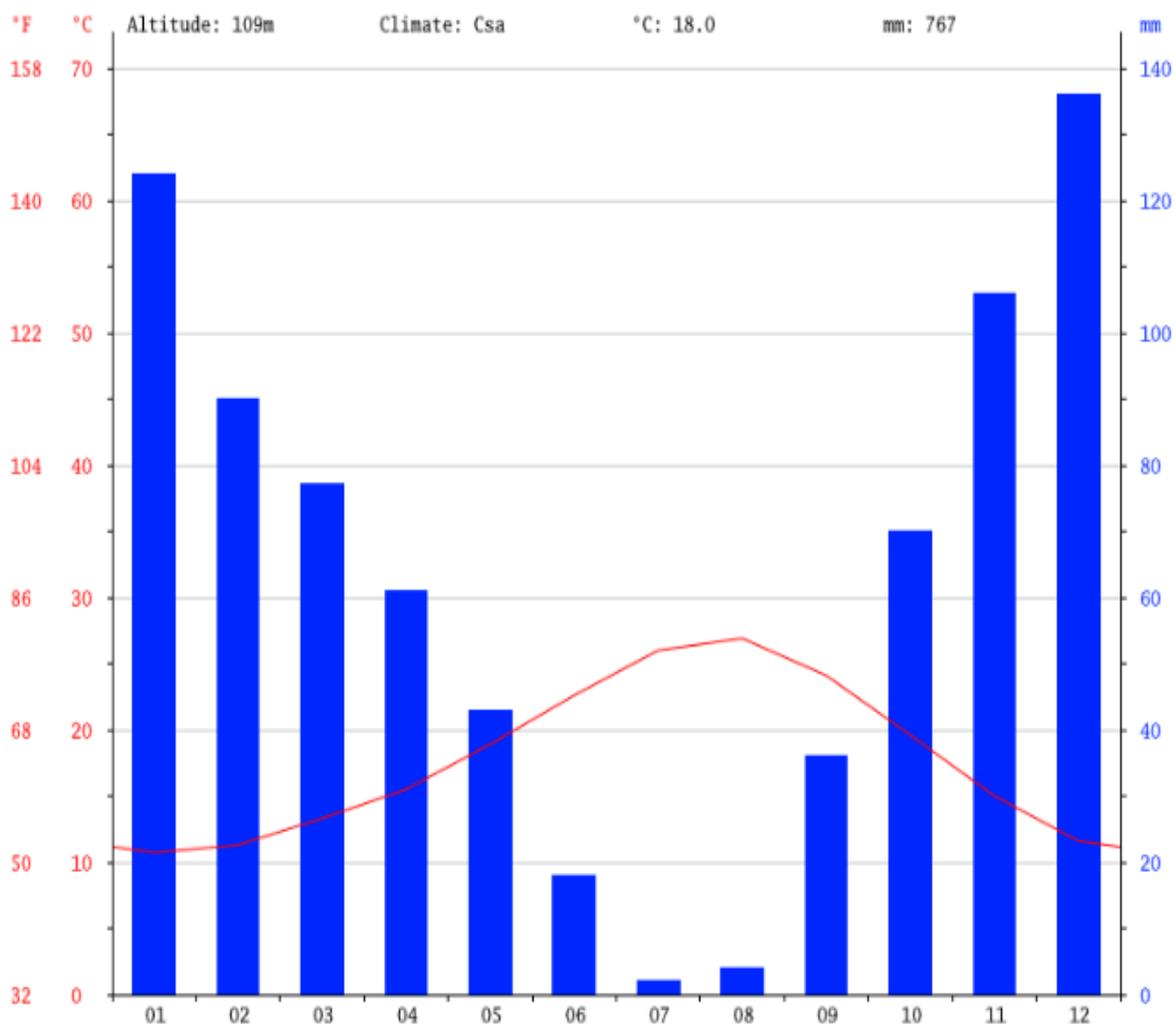
### 1.3.2 LA FAUNE :

Les espèces qui de loin pullulent dans la région, sont incontestablement le sanglier et le chacal. Le porc-épic et le renard, par contre se font rares de nos jours ; craintive mais présente pour celui qui aura l'observer sans bruit, la belette rôde au voisinage des villages, le long des fossés bordés de ronces. Le hérisson, le lézard vert, la couleuvre, le scorpion bien qu'il ne se montre que rarement et une variété d'oiseaux (perdrix, tourterelles, étourneaux, etc....) y sont également présents.

### 1.3.3 LE CLIMAT :

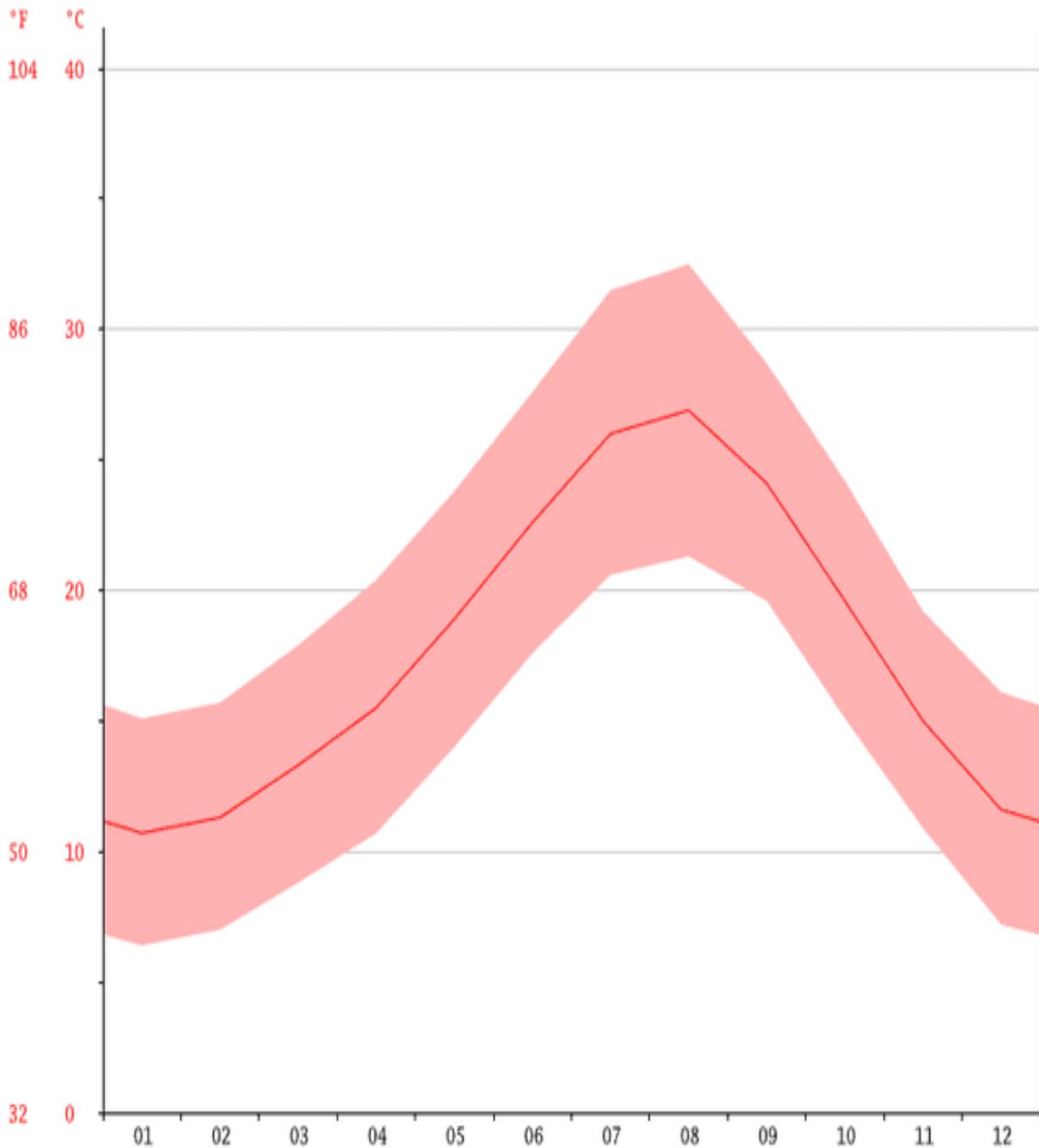
Le climat est chaud et tempéré. En hiver, les pluies sont bien plus importantes à Beni Amerane qu'elles ne sont en été. La classification de Koppen-Geiger est de type Csa. Beni Amerane affiche une température moyenne de 18°C.

Les précipitations annuelles sont en moyenne de 767mm. Le mois le plus sec est celui de juillet avec seulement 2mm. Les précipitations record sont enregistrées en décembre. Elles sont de 136 mm en moyenne (**Fig.05**).



**Figure 05** : Diagramme ombrothermique de Beni Amerane

Au mois d'Aout, la température moyenne est de 26,9°C. Aout est de ce fait le mois le plus chaud de l'année. Le mois le plus froid de l'année est celui de janvier avec une température moyenne de 10,7°C (**Figure.06**).



les précipitations varient de 134mm entre le plus sec et le plus humide des mois. Entre la température la plus basse et la plus élevée de l'année, la différence est de 16.2°C (Figure.07).

	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
Température moyenne (°C)	10.7	11.3	13.3	15.5	18.9	22.6	26	26.9	24.1	19.8	15	11.6
Température minimale moyenne (°C)	6.4	7	8.8	10.7	14	17.6	20.6	21.3	19.6	15.1	10.9	7.2
Température maximale (°C)	15.1	15.7	17.9	20.4	23.8	27.6	31.5	32.5	28.7	24.2	19.2	16.1
Précipitations (mm)	124	90	77	61	43	18	2	4	36	70	106	136

**Tableau 1** : Les précipitations annuelles de la région de Beni Amerane

## **INTRODUCTION :**

Le socle de la grande Kabylie est constitué par les zones internes et les zones externes dont les zones internes sont constituées par le socle kabyle la dorsale kabyle et les flyschs mauritanien et massylien qui sont situées au nord et plus au sud apparaissent les zones externes qui sont définies comme étant des séries épaisses a dominante marneuse issues des sillons tellien qui sont constitués par les nappes ultra tellien, tellien ; péni tellien.

### **2.1 LES ZONES INTERNES :**

Appelées aussi Kabylide, comportent d'est en ouest les massifs du Chenoua, d'Alger, de Grande Kabylie et de petite Kabylie. Ces massifs cristallophylliens sont bordés au sud par une couverture sédimentaire qu'est la dorsale kabyle ou "chaîne calcaire" (Fig. 1, 2).

#### **2.1.1 LE SOCLE KABYLE :**

Le socle de Grande Kabylie est composé de formations cristallophylliennes métamorphiques (gneiss, marbres, amphibolites, micaschistes et schistes) et d'un ensemble sédimentaire paléozoïque (ordovicien à carbonifère) très peu métamorphique. Ce socle affleure d'ouest en est dans les massifs de Chenoua (à l'ouest d'Alger), d'Alger, de Grande Kabylie et de petite Kabylie (entre Jijel et Skikda). Ce dernier, avec 120km de long et 30km de large, constitue le plus large affleurement du socle Kabyle en Algérie. Le socle est par endroits recouverts en discordance par des dépôts détritiques (principalement des molasses conglomératiques) d'âge Oligocène supérieur-Miocène inférieur, appelés (O.M.K), Oligo-Miocène-Kabyle. (Saadallah 1988, Gani1988)

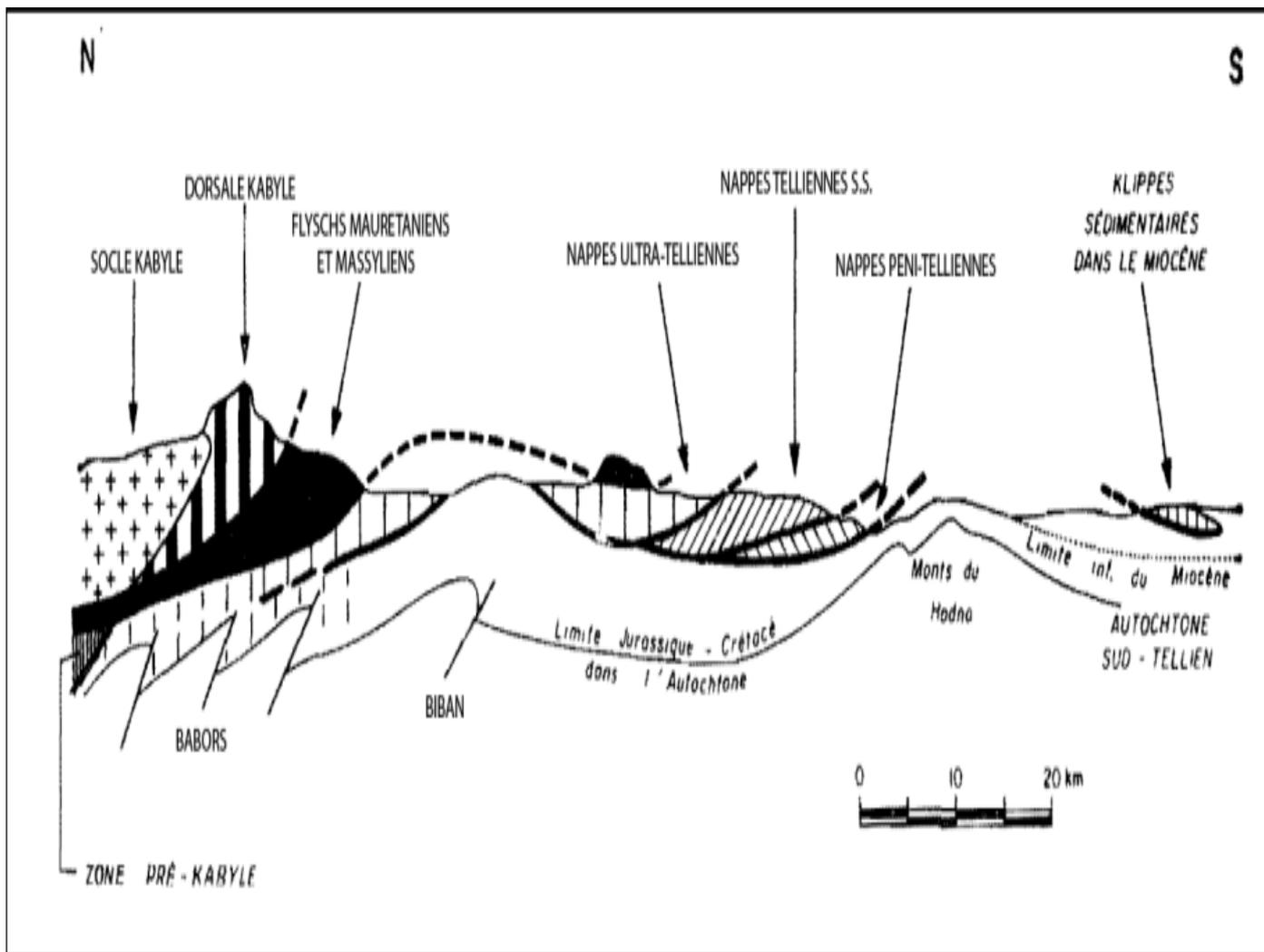
#### **2.1.2 LA DORSALE KABYLE :**

Appelée parfois « chaîne calcaire » à cause de l'importance du jurassique inférieur calcaire. Elle se situe au Sud du socle kabyle formant leur couverture. Elle est caractérisée par des formations surtout carbonatées dont l'âge allant du Permo-Trias au Lutétien (Bouillin, 1977) et recouvert par des terrains gréséo-micacés d'âge Priabonien à Oligocène supérieur.

Ce domaine est exceptionnellement étroit et ne dépasse jamais quelques km de largeur. Le premier affleurement de la dorsale kabyle en Algérie est situé au Cap Ténès. On la retrouve ensuite dans le massif de Chenoua puis au sud-est d'Alger où elle constitue d'importants reliefs sur plus de 125km de long (massifs de Larba, du Bou Zegza et du Djurdjura). Elle apparaît ensuite au Nord de Constantine (Dj. Sidi Dris) et on la suit sur 90km jusqu'au sud d'Annaba. (Gélard 1969).

La dorsale kabyle a été subdivisée du nord au sud en trois unités qui se différencient par le faciès et l'épaisseur des calcaires : dorsale interne, médiane et externe.



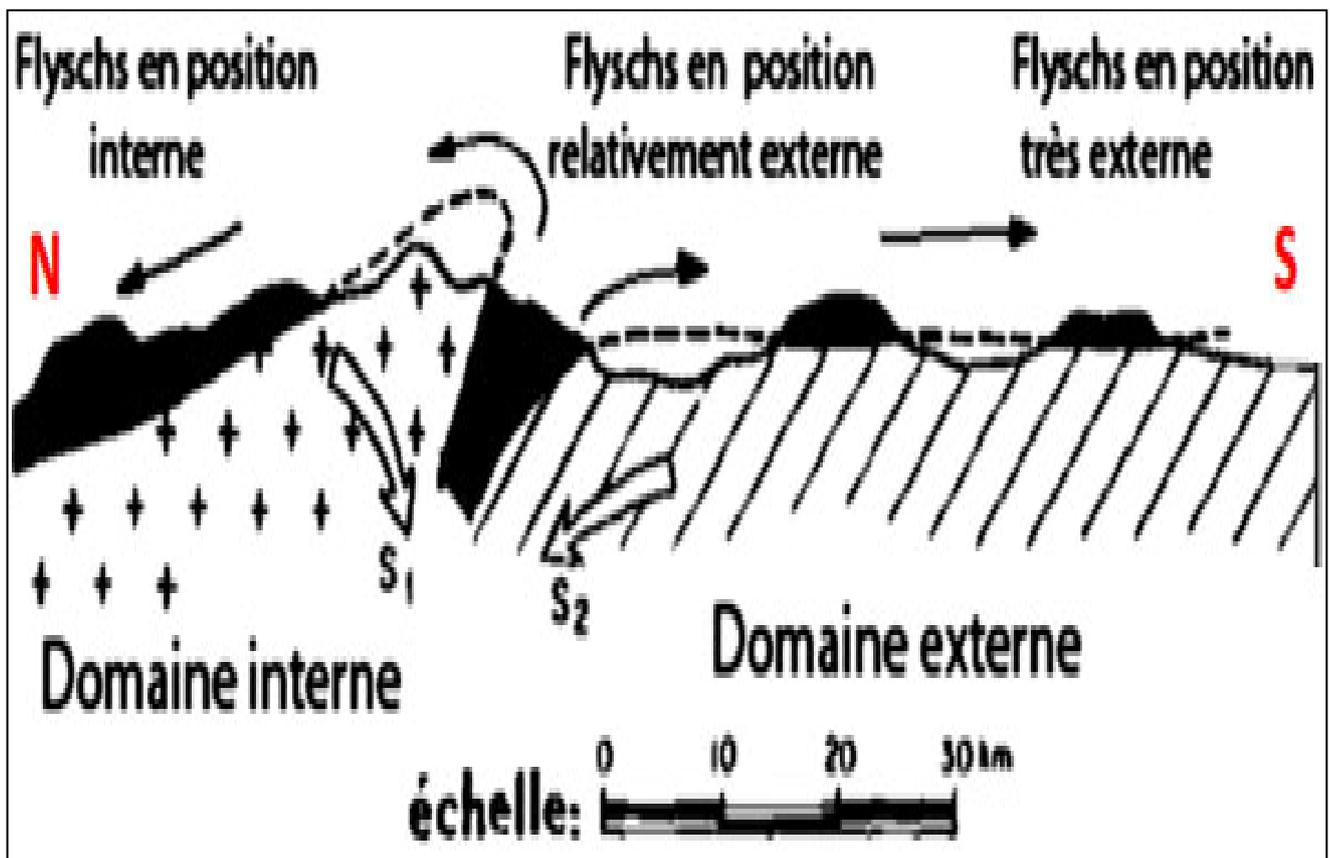


**Figure.02** : rapports structuraux entre les différentes unités de la chaîne des maghrébides (modifiés d'après Durand-Delga, 1969), les Bibans et les Babors qui étaient considérés comme étant de l'autochtone font également partie des nappes telliennes.

## 2.2 LE DOMAINE DES FLYSCHS :

Est constitué par des nappes de flyschs crétacé-paléogènes qui affleurent dans les zones littorales sur 800km de long, entre Mostaganem et Bizerte (Tunisie), il s'agit essentiellement de dépôts de mer profonde mis en place par des courants de turbidités. Ces flyschs se présentent de trois manières (**Fig.3**) : (Raoult 1969 ; Bouillin et Al 1970)

- 1) - en position interne, superposés aux massifs kabyles c'est à dire rétrochariés sur les zones internes, et appelés flyschs nord-kabyles ;
- 2) - en position relativement externe a la bordure sud de la dorsale kabyle (flyschs sud-kabyle)
- 3)- et enfin en position très externe sous forme de masse isolées flottant sur le Tell charriés jusqu'à une centaine de kilomètre au sud.



**Figure .03** : position des nappes de flyschs par rapport aux unités de la chaîne des Maghrébides

On distingue du nord au sud deux grands groupes de flyschs, les flyschs mauritaniens et les flyschs massyliens auxquels s'ajoutent un troisième groupe de flyschs plus récent, les flyschs Numidiens d'âge Oligocène supérieur-Burdigalien inférieur.

### 2.2.1 LES FLYSCHS MAURETANIENS :

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 de radiolarites rouges du Dogger-Malm et se termine par des niveaux conglomératiques du Paléocène.

### **2.2.2 LES FLYSCHS MASSYLIENS :**

Occupent une position externe dans le domaine des flyschs et composent une série péli-to-quartzique d'âge Crétacé inférieur surmontée par une série péli-to-micro-bréchi-que d'âge Crétacé supérieur.

### **2.2.3 LES FLYSCHS NUMIDIENS :**

D'âge Oligocène supérieur à Miocène inférieur, les flyschs Numidiens occupent une position structurale élevée (Wildi, 1983). Il comporte de bas en haut :

- Les argiles « sous-numidiennes » vertes, rouges ou violacées, à rares bancs gréseux et à Tubotomaculum (Oligocène moyen-supérieur) ;
- Grès numidiens en bancs épais, à quartz roulés hétérogènes (Aquitani- en-Burdigalien inférieur) ;
- Des argiles et des marnes claires à silexite « supra-numidienne » (Burdigalien inférieur).

Ces flyschs reposent anormalement à la fois sur les zones externes et sur les zones internes

## **2.3 LES ZONES EXTERNES :**

Ce sont les formations définies par Vila (1980) comme étant des séries épaisses à dominante marneuse issues du sillon tellien.

### **2.3.1 LES SERIES ULTRA-TELLIENNES :**

Elles comportent un crétacé marneux et micritique clair, sur lesquels se dépose l'éocène à trois termes : marnes sombres à boules jaunes, calcaires à silex noirs et des marnes sombres

### **2.3.2 LES SERIES TELLIENNES :**

Elles comportent globalement, un jurassique essentiellement carbonaté, suivi par des marnes pelitiques gréseuses d'âge crétacé inférieur, qui, deviennent exclusivement marneuses et marno-calcaires jusqu'à l'éocène supérieur.

### **2.3.3 LES SERIES PENI-TELLIENNES :**

Le terme péni-tellienne a été créé pour désigner une série allochtone du versant nord du versant nord du Djebel Zouaoui, dans le massif du Chettaba, près de Constantine (Vila, 1980). Les séries du lias au Sénonien supérieur, présentent des alternances de faciès telliens typiques et des faciès rappelant ceux des domaines néritiques Sétifiens ou Constantinois (Wildi, 1983).

## **CONCLUSION :**

La chaîne des maghrébides constitue un tronçon de la chaîne alpine d'Afrique du nord elle s'est différenciée en plusieurs domaines paléogéographiques qui sont actuellement en partie superposés.

Du nord vers le sud, se situe :

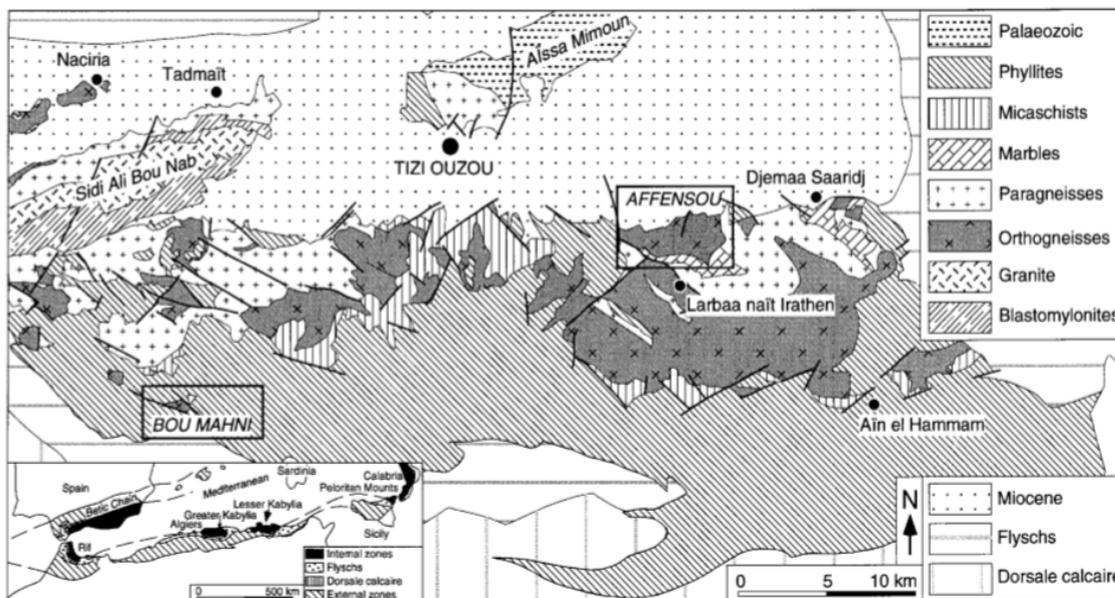
- Les zones internes formes de terrains cristallophylliens constituent le socle kabyle (élément le plus ancien de la chaîne) et des terrains essentiellement carbonatés apparaissent sous forme d'affleurements rectilignes et discontinus, dite chaîne calcaire ou encore dorsale kabyle et forme la couverture sédimentaire du socle.
- Le domaine des flyschs, constitué par différents types de flyschs, occupant une position allochtone et reposent en différents modes sur les zones externes.
- Plus au Sud, se situent les zones externes, elles sont définies comme étant des séries épaisses à dominante marneuse issues du sillon tellien.

## **2.4 LE SOCLE DE GRANDE KABYLIE :**

### **2.4.1 INTRODUCTION :**

Le massif cristallophyllien de Grande Kabylie est composé principalement de trois ensembles principaux différents sur le plan lithologique et structural (Bossière : 1971,1974) : un noyau gneissique avec sa couverture schisteuse très métamorphique (antécambrien) recouvert en discordance non observée par des terrains très peu métamorphiques d'âge paléozoïque (Bossière et Raymond : 1972, 1974).

Le noyau gneissique est traversé par des roches acides et basiques. (Fig.11)



**Figure.04:** - Socle de Grande kabylie (Bossière, 1980)

### **2.4.2 LA LITHOLOGIE :**

#### **2.4.2.1 LA SERIE GNEISSIQUE :**

Les affleurements de la série gneissique, ne représentent environ qu'un 1/3 de la surface occupée par la série schisteuse. Ils se concentrent essentiellement selon deux grandes étendues au nord du massif.

L'une est localisée dans la partie Ouest, au Sud de Draa Ben Khedda et de Sidi-Ali-Bounab, l'autre est dans la partie Est et forme le petit massif de l'Arbaa-N- Ait-Irathène.

Les gneiss forment l'unité structurale la plus profonde, de haut en bas, Boussière distingue :

- Les quartzites à biotite
- Les gneiss œillés
- Les gneiss fins

#### **2.4.2.1.1 LES QUARTZITES A BIOTITE :**

Les quartzites à biotite, comme leur nom l'indique sont composés essentiellement de quartz et de biotite. On note aussi la présence de zircon, d'un peu d'apatite et compte tenu de sa composition minéralogique, cette roche dérive probablement du grès de type psamite.

#### **2.4.2.1.2 LES GNEISS OEILLES :**

Il s'agit d'une roche dont la foliation est très nette, les lits sont formés d'une alternance de lamelles de micas, de cristaux de quartz et de feldspaths.

Les yeux formés de feldspaths, sont ovoïdes de couleur blanche ou rose pale, allongés dans le sens de la schistosité et leurs dimensions dépassent rarement 2cm.

Le fond granolépido-blaaïque est constitué de quartz, d'albite, des micas, d'apatite, du zircon, du sphène et d'hématite (J. Thiebaut ; 1951).

A l'échelle de l'affleurement, les gneiss contiennent des séptas de micaschistes.

#### **2.4.2.1.3 LES GNEISS FINS :**

Les gneiss fins sont essentiellement plagioclstiques, ils sont situés à la partie inférieure du socle gneissique et ils occupent une surface nettement inférieure à celle des gneiss œuillés. Ces gneiss ont été subdivisés en trois catégories (G. Bossière 1980).

- Gneiss fins intacts non déformés ni mobilisés :
- Gneiss fins mobilisés
- Gneiss fins déformés

La composition minéralogique des gneiss fins laisse supposer qu'ils dérivent par métamorphisme d'une série détrico-pélite.

#### **2.4.2.2 SERIE SCHISTEUSE :**

Cette série est composée essentiellement de séricitoschistes appelés schistes satinés qui représentent près de deux tiers de la superficie totale, et des schistes ordoviciens.

La présence ou non tardive par rapport à la dernière formation permet de subdiviser les schistes satinés en deux sous-ensembles :

##### **2.4.2.2.1 ZONE A CHLORITE :**

Elle est représentée par les schistes satinés qui sont de couleur bleu-fumé, brillant au soleil et contiennent d'assez nombreux filonnets et amandes de quartz d'exsudation laiteux.

Ils sont formés de petits grains de quartz étirés suivant la foliation de la roche et emballés dans une masse phyliteuse dont l'ondulation est fréquemment soulignée par des lits charbonneux.

Les séricitoschistes présentent des passes à caractère franchement détritique.

Ce caractère détritique est attesté par la présence de grains de quartz isodiamétrique de taille variable ; localement peuvent apparaître de véritables venues micro conglomératiques. Des cristaux de biotite à tonnelet, le plus souvent entièrement chloritisés, en sont une composante fréquente.

Les paragenèses observées dans ces roches sont uniformes :

- Muscovite (séricite) + albite + quartz + chlorite ;
- Muscovite + paragonite + albite + quartz ;
- Muscovite + paragonite + pyrophyllite + quartz ;

La monotonie de cette série est localement rompue par la présence d'amphibolites, de porphyroïdes et de tufs plagioclasiques.

#### **2.4.2.2.2 LA ZONE A BIOTITE ET LES MARBRES :**

##### ○ **LA ZONE A BIOTITE :**

Est définie par l'apparition de biotite post-cinématique par rapport à la deuxième phase de schistogénèse. Cette cristallisation se produit à proximité du socle rappelant en cela un « effet de socle » (Fontelle et Guitard, 1968 ; Guitard, 1970).

La base de la série est caractérisée par la présence d'une triade composée de micaschistes alumineux, marbres et de quartzites.

##### ○ **LES MARBRES :**

Ils sont généralement localisés dans la zone à biotite et le plus souvent en contact anormal. Ils sont blancs bleutés, fétides à la cassure et sont constitués presque uniquement de cristaux équi-granulaires de calcite, et renferment en faible quantité, des minéraux opaques, du quartz, de la muscovite, du chlorite, de l'actinote et parfois de la phyllogopite.

L'épaisseur des marbres n'est pas précisément estimée mais dans les affleurements visibles, elle va de 5 cm à 15 mètres (Bossière, 1980).

#### **2.4.2.2.3 LES SCHISTES ORDOVICIENS DU DJEBEL AISSA MIMOUNE :**

Ce sont les moins métamorphisés, ils renferment des gisements fossilifères qui ont fourni une faune abondante datant de l'ordovicien (Barbier et Termier, 1948) mais dont la base vient d'être datée du cambrien supérieur (Baudelot et Gery, 1970).

Cet ensemble de schistes est discordant sur les deux autres et constitue une unité à part (Bossière et Raymand, 1972) et renferme :

Des schistes bruns verdâtres, friables, d'aspect silteux ou argileux, à schistosité de fracture souvent très imparfaite et oblique à la stratification lorsqu'elle est visible.

Des tufs rhyolitiques remaniant des débris de roches métamorphiques (quartzites, micaschistes à biotite ou à biotite et quartz en alternance, et schistes graphiteux) avec des passées de schistes « troués » fossilifères.

#### **2.4.3 LES ROCHES ACIDES :**

Les roches acides sont représentées en grande Kabylie par :

Les granites qui s'observent généralement en intrusion dans la série gneissique.

Les aplites qui se présentent en filons de puissance réduite recoupant les gneiss.

Les pegmatites qui se mettent en place au contact : ensemble schisteux-ensemble gneissique.

- **LES GRANITES**

Ils se sont mis en place sous forme de petits massifs : Taboudrist, Taskenfourt, Tighsert, et Sidi-Ali –Bounab.

Les caractères chimiques et pétrographiques du granite de Sidi-Ali-Bounab, affleurant à l'intérieur de la zone blasto- mylonitique, indiquent une origine anatectique profonds.

Ce granite marquerait le dernier épisode tectonométamorphique du massif de Grande-Kabylie (G. Bossière, 1980).

- **LES APLITES :**

Les filons d'aplites sont de directions variées (les directions NS et EW sont dominantes), de puissances réduites dépassant rarement le mètre, recoupent les gneiss et les granites.

Les aplites sont caractérisées par une couleur blanche à rosâtre et un matériel très fin composé de petits grains de quartz baignant dans une pâte feldspathique.

- **LES PEGMATITES :**

Les pegmatites sont rencontrées le plus souvent au contact "gneiss-schistes", (Bossière et Gromov, 1972), ils distinguent deux générations de pegmatites caractérisées par leurs paragenèses.

- Première génération : plagioclase + biotite + quartz.
- Deuxième génération : microcline + muscovite + tourmaline + quartz + grenat.

#### **2.4.4 LES ROCHES BASIQUES :**

Les roches basiques forment des petits bancs ou des filons-couches inter stratifiés dans les gneiss et dans les micaschistes. J. Thiebaut (1951) a décrit trois ensembles de ce type de roches :

Les épi diorites, les diallagites et les amphibolites ; ces dernières sont les plus abondantes.

Dans les gneiss, ces amphibolites sont massives de couleur noire à vert foncé ou claire et présentent une foliation mal marquée et une texture granonématoblastique. Dans les schistes, les amphibolites présentent deux facies (Bossière, 1980) :

- 1) Les amphiboloshistes
- 2) Les amphibolites à magnétite

#### **2.4.5 LA BANDE BLASTOMYLONITIQUE :**

Sur la montée de Sidi-Ali-Bounab, située au Nord-Ouest du massif de grande Kabylie, affleurent des roches profondément déformées et recristallisées ; elles ont l'apparence de micaschistes qu'il n'est pas toujours possible de rapporter à la série schisteuse ou à la série gneissique d'où ils dérivent. Cette bande s'étale sur 4km de large et 18km de long.

#### **2.4.6 AGE DU METAMORPHISME :**

Dans le socle kabyle (Bossière, 1973) a mis en évidence l'existence d'un métamorphisme de basse pression-haute température dont les effets ont été observés dans la série schisteuse, mais s'appliquent nécessairement aux gneiss sous-jacents.

Ce métamorphisme régional est antérieur au permo-trias, en effet les dépôts Permo-Triasiques ainsi que les termes carbonatés sous-jacents dans la Dorsal kabyle, ne montrent aucune trace du métamorphisme.

Les schistes fossilifères de Djebel Aissa-Mimoune datés du Cambrien-Ordovicien paraissent moins métamorphiques que les schistes sous-jacents auxquels ils se succèdent sans termes de transition (Gélard, 1979).

Ils remanient des muscovites détritiques présentant les mêmes caractères minéralogiques que celles contenues dans les schistes satinés et qui proviendraient vraisemblablement de leurs érosions.

Ainsi le métamorphisme régional de basse pression-haute température est antérieur au Cambrien supérieur, il est d'âge Cadomien probable (Bossière, 1980)

Dans la zone blasto-mylonitique, un métamorphisme de haute pression et haute température a été mis en évidence Bossière (1980).

Ce métamorphisme a affecté les gneiss et les schistes le long de la zone blasto-mylonitique du Djebel Sidi-Ali-Bounab.

Des roches affectées par le métamorphisme lié à la zone blasto-mylonitique, sont enlevées par le granite de Sidi-Ali-Bounab qui montre un âge tardi-hercynien. L'âge de ce métamorphisme est donc compris entre le Cadomien ; âge du métamorphisme des schistes et l'âge tardi-hercynien.

#### **2.4.7 LA TECTONIQUE :**

A la lumière des travaux réalisés sur le socle, il apparaît que celui-ci est structuré par des événements tectoniques et tectonométamorphiques variés décrite par divers auteurs dont on peut citer :

G. Bossière (1980) a mis en évidence plusieurs phases de plissement dans les gneiss et dans les schistes.

Les gneiss présentent des plis dont les axes sont de directions Est-Ouest qui n'existe pas dans les schistes. Ces plis sont repris par le plissement des schistes sous-jacents.

Les schistes ont subi deux phases de plissement, une phase se traduit sous forme de plis Syn-Schisteux dont les axes sont de directions N140 et une autre phase de directions N160.

Ces plis sont de type isoclinal plus ou moins ouverts, échelle centimétrique à pluri-métrique et sont déversés vers le sud.

A. Saad Allah et Al, (1984) mettent en évidence cinq phases de déformations à structures différentes d'âge éoalpin, datées par la géochronologie :  $^{39}\text{Ar}/^{40}\text{Ar}$  (Monié. P, 1984).

- 1) Des chevauchements froids cata clastiques.
- 2) Des chevauchements ductiles froids avec un métamorphisme rétrograde des mylonites à chlorite.
- 3) Des accidents (chevauchements pour certains) ductiles de haute pression et haute température syn-métamorphiques plus ou moins associés à des blastomylonites.
- 4) Une phase plicative syn-métamorphique ancienne.
- 5) Une phase Miocène qui a engendré une grande faille d'effondrement Est-Ouest qui met en contact le Miocène du bassin de Tizi Ouzou avec le socle ; cette faille normale d'échelle plurikilométrique est décalée par de nombreuses failles de directions Nord.Est-Sud.Ouest ; Nord.Ouest-Sud.Est et Nord-Sud.

### **3-1- Introduction :**

Le secteur d'étude est une partie intégrante de la région de Beni Amrane constitué par les formations cristallophylliennes du socle kabyle recouvertes en discordance par les formations sédimentaires Oligo-Miocènes. Cette région a fait l'objet de peu de travaux dont on peut citer : Ficheur E (1885) qui a donné un aperçu général des affleurements de la région. Ritter L et Duparc E (1898) ont fait une brève description pétrographique des terrains métamorphiques. Récemment, O. Koli (2007) et ses étudiants (S. Sadat et Y. Ait Aldjet (2018), .....ont étudié les minéralisations polymétalliques (Fe, Cu, Ba) de la région.

### **3-2-Lithostratigraphie :**

La géologie du secteur étudié peut être résumée aux formations métamorphiques affleurant dans la région de Beni Amrane. Elle débute par un noyau granito-gneissique recoupé par de nombreux filons de quartz à tourmaline, d'aprites et rares pegmatites. Cette formation granito-gneissique est surmontée par une couverture schisteuse métamorphisée dans le faciès schiste vert. Le contact entre ces formations est tectonique, souvent il est caché par le quaternaire et/ou la végétation.

Dans la formation schisteuse, on observe des intercalations de niveaux quartzitiques, des quartzites chloriteux et des niveaux de barytine suivant ou recoupant la schistosité dans les chloritoschistes. Les niveaux quartziteux et chloriteux renferment l'essentiel de la minéralisation en magnétite-hématite.

Cette formation se termine par une puissante assise de schistes sériciteux (type satinés) renfermant de nombreux filons de quartz d'exsudation et par endroit de rares intercalations de calcaires cristallins.

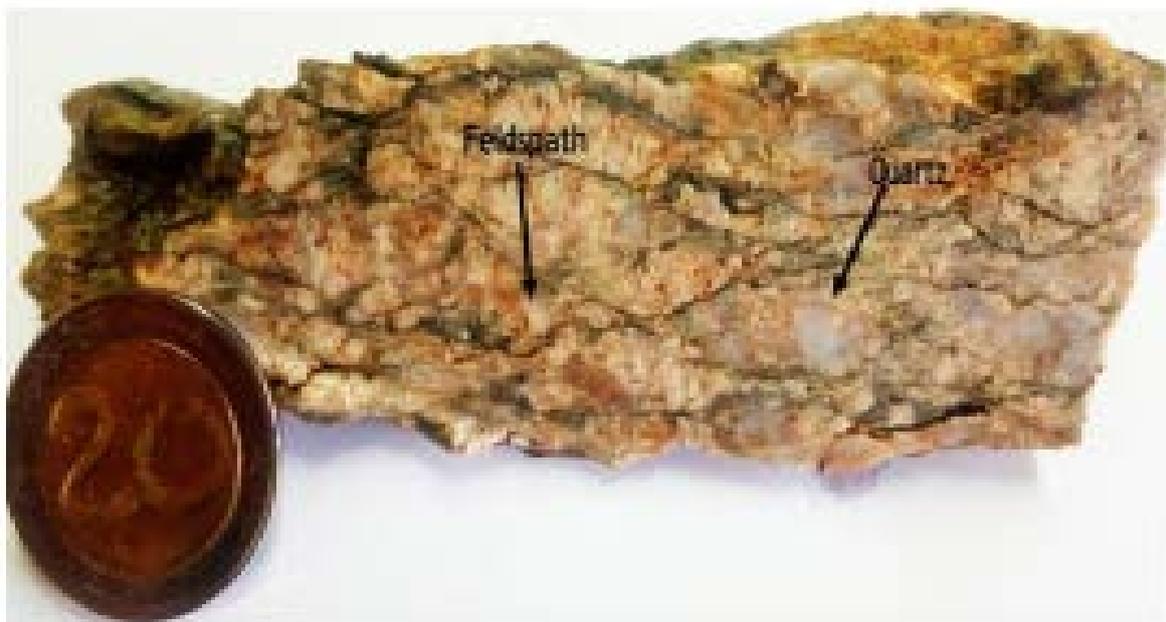
Les principales formations qui affleurent sur le terrain d'étude sont :

- Les granito-gneiss ;
- Les quartzites minéralisés en fer ;
- Les schistes chloriteux minéralisés en fer ;
- Les schistes sériciteux.

#### **3-2-1-Les granito-gneiss :**

##### **○ Description macroscopique :**

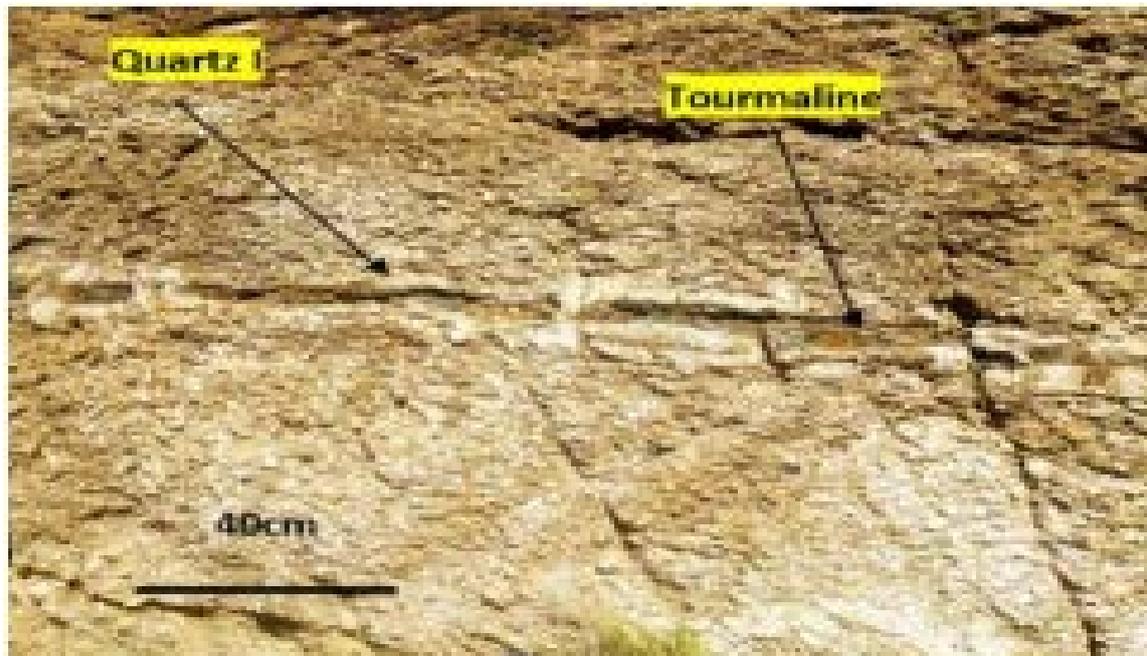
Les granito-gneiss constituent l'unité de base de la série métamorphique de la région d'étude, son épaisseur peut être estimée à plus de 130m. Les granito-gneiss sont très foliés sur les bordures et présentent l'air de gneiss oeillés (**Fig. 1**) avec des phénocristaux de quartz et de feldspaths déformés très étirés. A l'intérieur du massif ces granito-gneiss conservent plus ou moins leur texture originelle granitique. La composition minéralogique est essentiellement à quartz, feldspaths potassiques et tourmalines. On note la présence de nombreux filonnets de quartz seuls ou associés à de la tourmaline (**Fig.2**). Les tourmalines soulignent parfois la foliation des granito-gneiss. Certaines veines de quartz sont tardives et recoupent celles à tourmalines. Au niveau des zones de failles, les granito-gneiss sont très bréchifiés, déformés et présente par endroit un aspect d'un quartzite très dur.



**Fig. 01 : Granito-gneiss très bréchifié et déformé (Ait Aldjet. Y et Sidali. S, 2018)**



**Fig02 : Granito-gneiss recoupé par des veinules de tourmaline**



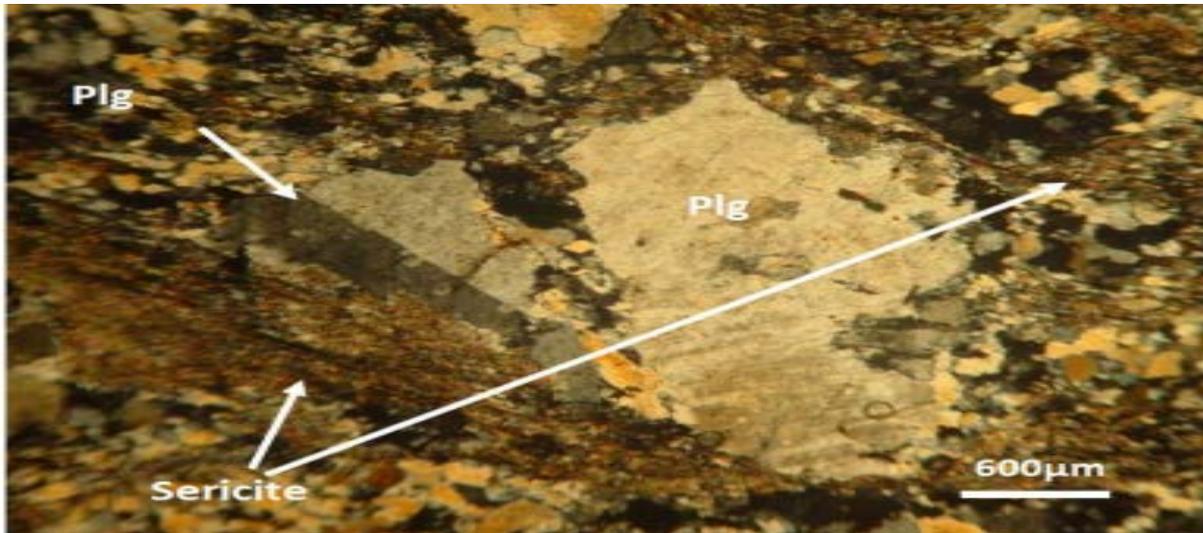
**Fig03 :** Granito-gneiss œillés fortement écrasé recoupés par des veines centimétriques de quartz et de tourmaline (Ait Aldjet. Y et Sidali. S, 2018)



**Fig.04 :** Granito-gneiss présentant une foliation fruste (Ait Aldjet. Y et Sidali. S, 2018)

○ **Description microscopique :**

L'étude des lames minces révèle la présence de grandes plages de quartz avec une extinction ondulante, des feldspaths potassiques : orthose, microcline et des plagioclases. Les feldspaths potassiques et les plagioclases sont souvent altérés en séricite. La matrice est constituée de fins grains équigranulaires de quartz et de la séricite. Cette dernière entoure les grandes plages et suit la foliation. Des veinules de quartz tardif associé parfois à de grandes plages de tourmalines sont observées



**Fig.05** Granito-gneiss avec des clastes de plagioclases et une schistosité à séricite LPA\*4(A. Yanis et S. Sid Ali)



**Fig.06** Granito-gneiss montrant des feldspaths potassiques altérés en quartz-séricites (LP Ax10)



**Fig.07** : Granito-gneiss moins altérés présentant une foliation (LPAX10)



**Fig.08** Granito-gneiss à microcline avec quartz à structure de recuit LPAX4 (Ait Aldjet. Y et Sidali. S, 2018)

### **3-2-2-La formation schisteuses**

La formation schisteuse surmonte les granito-gneiss par des contacts tectoniques souvent cachés. Cette formation occupe les hauteurs et sommet des monts de Beni Amrane jusqu'à la limite du territoire de Souk El Had. Elle est très plissée, son épaisseur est estimée à plus de 50m. L'âge probable de cette formation serait paléozoïque selon nos prédécesseurs. Nous décrirons dans cette formation : les quartzites, les quartzites chloriteux, les chloritoschistes, et les schistes sériciteux.

### **3-2-1 les quartzitiques :**

#### **o Description macroscopique :**

Les quartzites seraient d'anciennes roches détritiques (grès, microconglomérats) ayant subi un métamorphisme dans le faciès schiste vert. Ils affleurent sous formes de petits paquets en bancs décimétriques voir métriques et peuvent atteindre environ six mètres d'épaisseur (Figure. 09). Les quartzites sont des roches très dures, elles se trouvent souvent intercalés dans les schistes chloriteux et présentent une couleur ocre, rouillée due à la présence d'oxydes de fer. Les quartzites représentent les niveaux les plus minéralisés en fer (Figure.10).



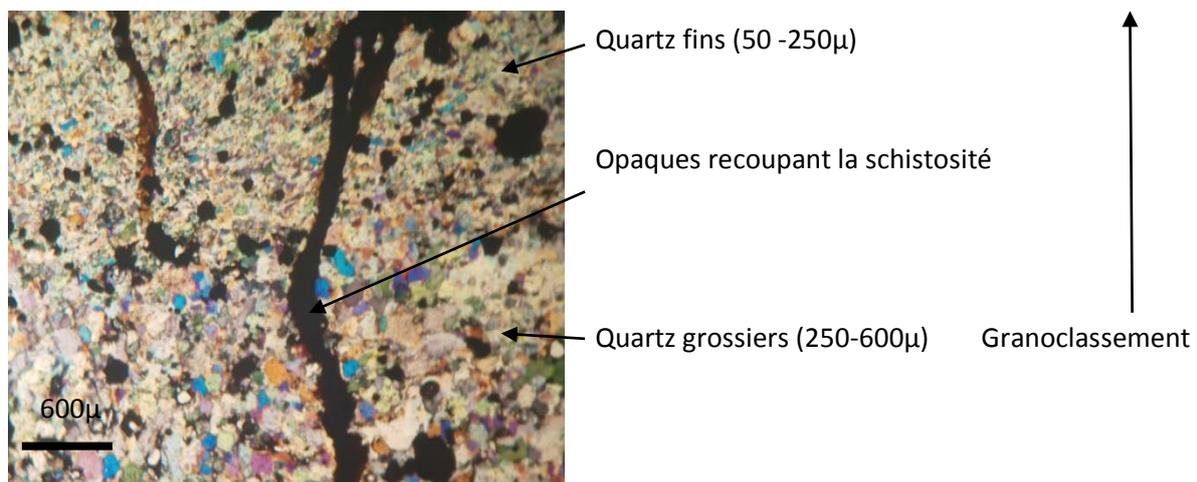
**Fig.09 : Affleurement de quartzites dans le secteur d'Ain Oudrer avec des structures entrecroisées (Ait Aldjet. Y et Sid Ali. S, 2018)**



**Fig. 10 :** échantillon montrant un quartzite très ferrugineux

○ **Description microscopique :**

Les observations des lames minces montrent que les quartzites sont constitués essentiellement de minéraux de quartz homogènes et présentent parfois un granoclassement. Des minéraux opaques soulignent souvent la schistosité mais parfois, ils la recoupe nettement (Figure. 11). Dans certaines lames de quartzites prélevés dans des zones tectoniques, on observe des minéraux de quartz boudinés formant des sigmoïdes. Ces minéraux de quartz sont soulignés par de la séricite et la minéralisation (Figure.12).



**Figure. 11 :** Quartzite présentant un granoclassement



**Fig.12 :** Quartzite présentant des cristaux de quartz boudinés (LPAx10)

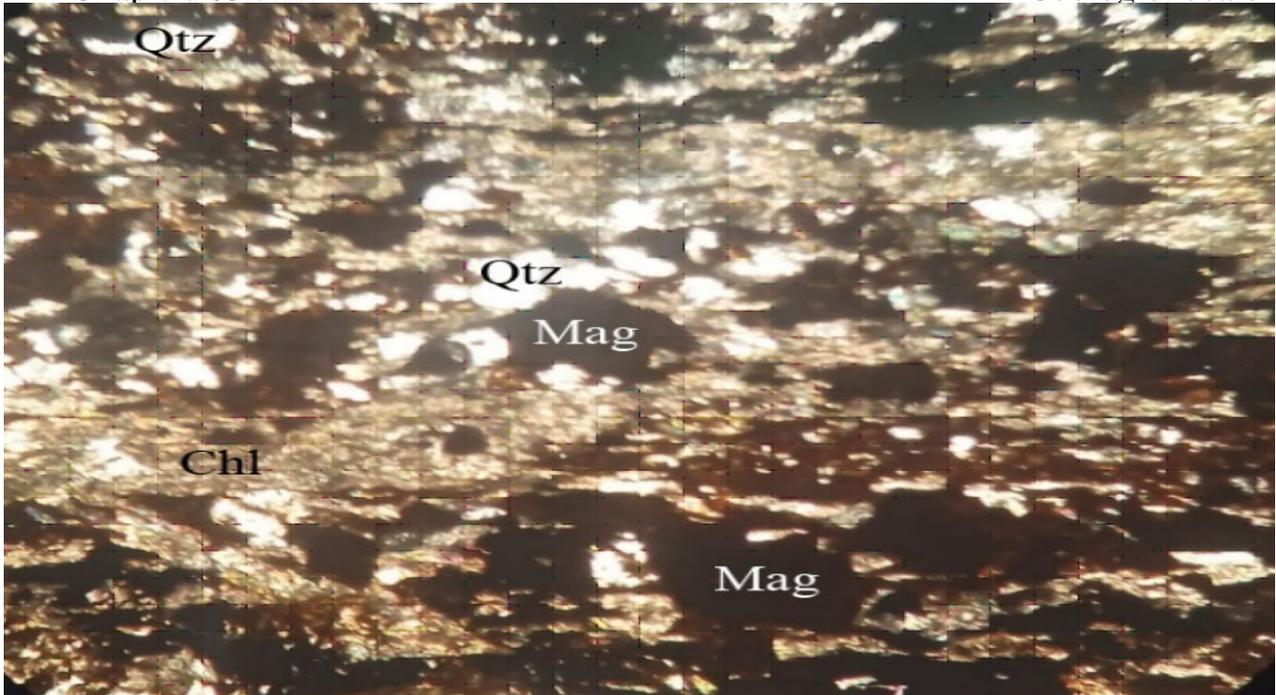
### **3.2.2. Les quartzites chloriteux et chloritoschistes :**

#### **○ Description macroscopique :**

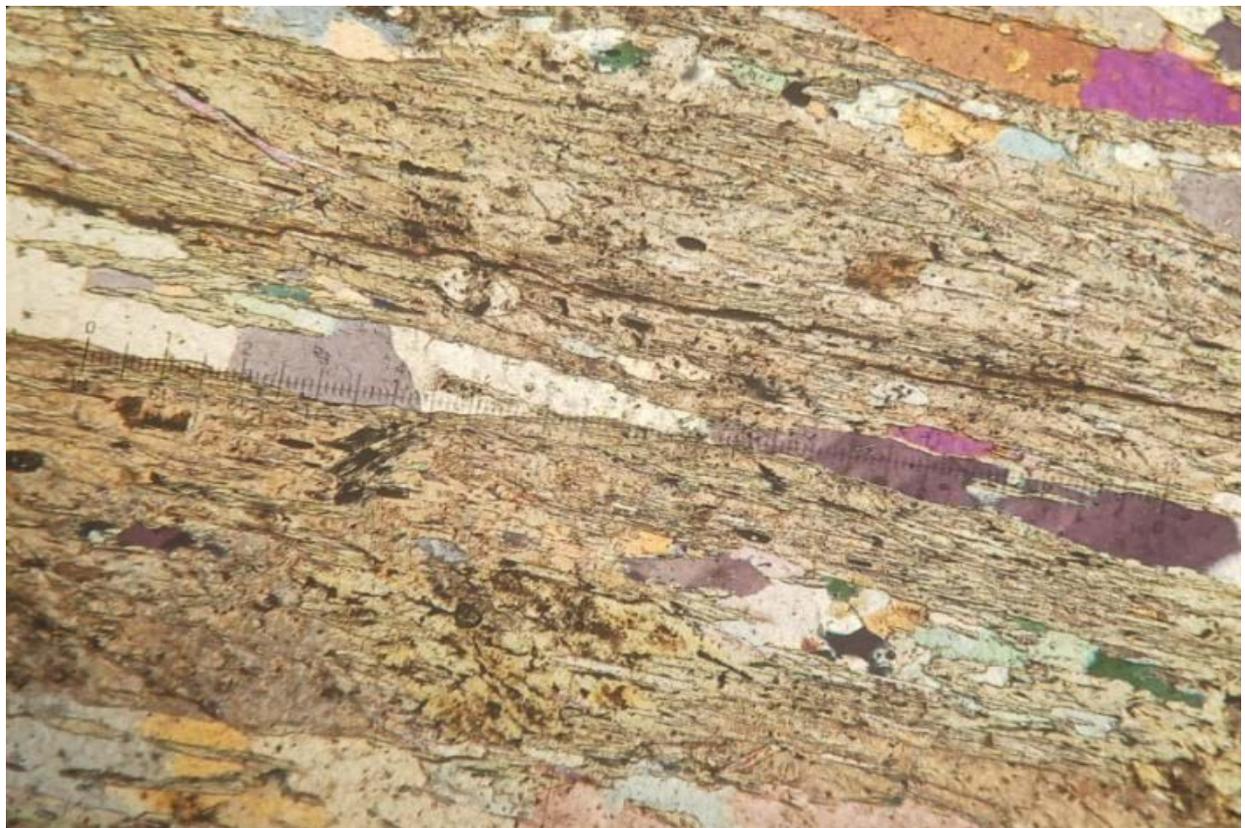
Sur le terrain, les quartzites chloriteux présentent les mêmes caractéristiques que les quartzites dures et massives. Les chloritoschistes par contre, sont moins dures et présentent une nette schistosité, ils seraient d'anciennes roches détritiques fines (silts-argiles). Leur couleur verte à gris verdâtre est souvent occultée par la présence d'oxydes de fer qui lui octroie une couleur ocre. Les chloritoschistes affleurent sous formes de petits bancs décimétriques alternant avec les quartzites. Ce faciès est également minéralisé.

#### **○ Description microscopique :**

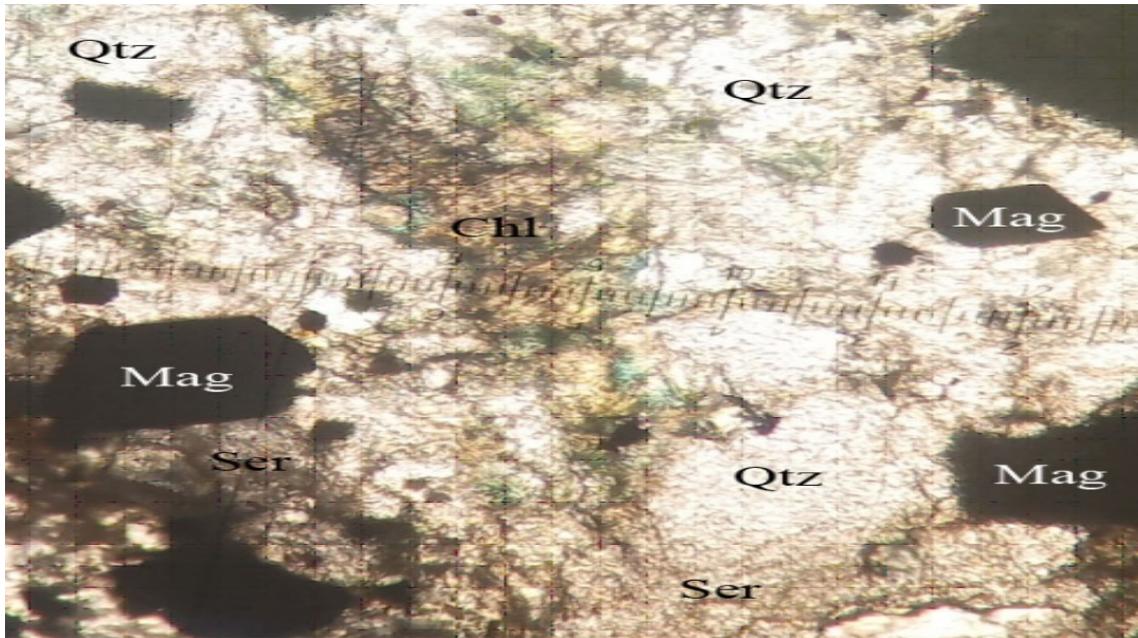
Les observations microscopiques montrent contrairement aux quartzites, une nette schistosité montrant des minéraux bien orientés (Figures.13 et 14). Dans les quartzites chloriteux, on note les grandes proportions de quartz par rapport aux chlorites-séricites. La composition minéralogique est à quartz, chlorite, séricite et opaques. Certaines lames montrent deux schistosités bien nettes (figure.17) et de l'andalousite syn-cinématique a été signalée et souligne la schistosité S2.



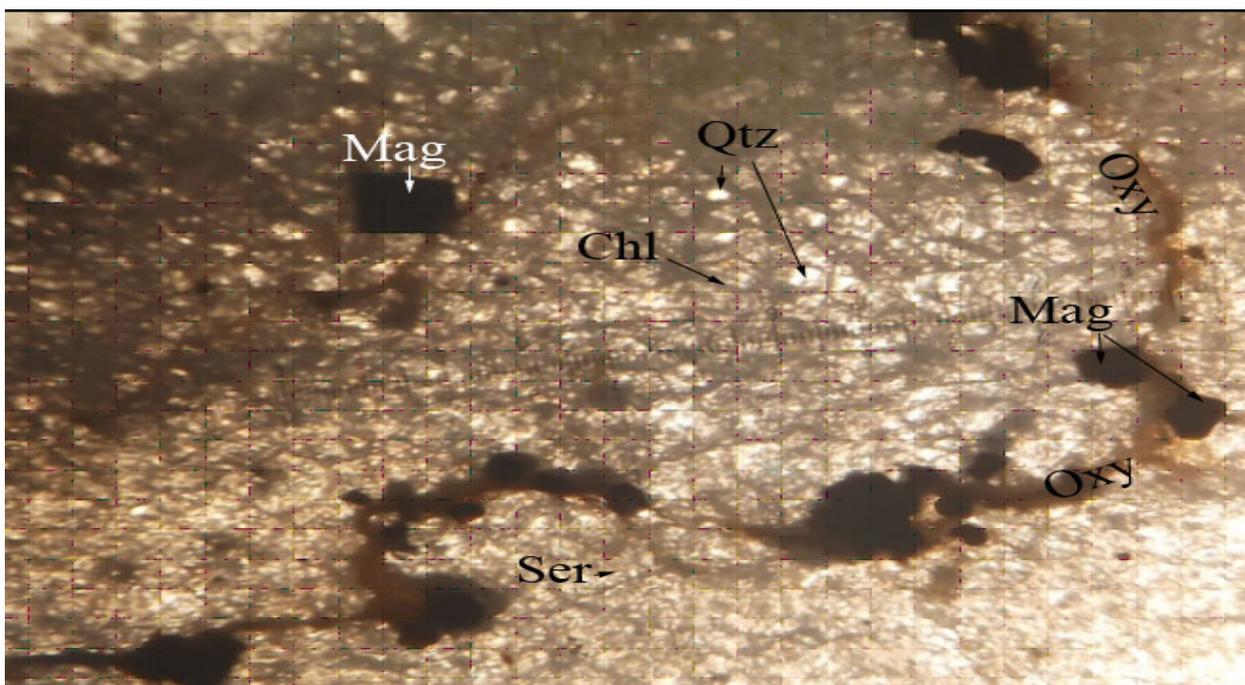
**Fig.13** : Chloritoschiste, la minéralisation souligne la schistosité (LPA x10)



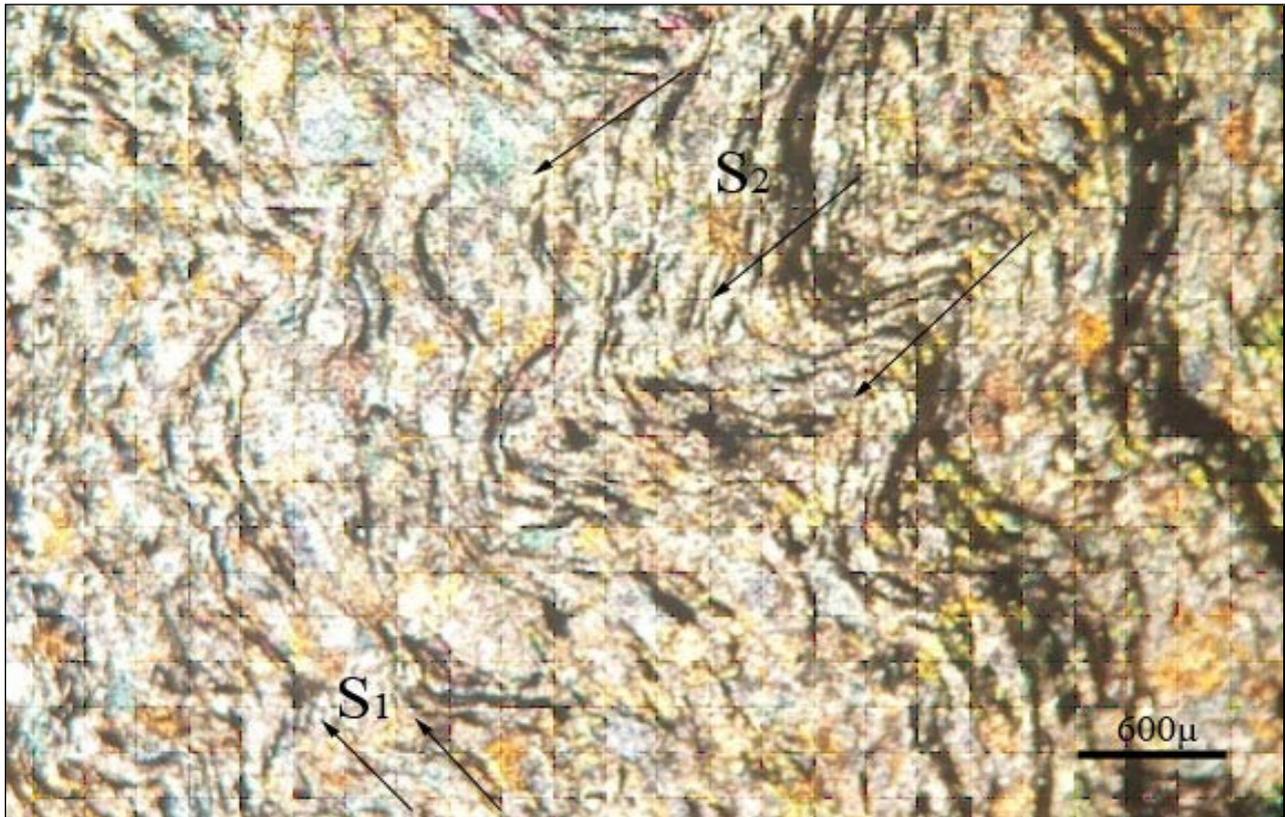
**Fig .14** : Chloritoschiste montrant des lits quartzeux alternant avec des lits chloriteux (LPA x10)



**Figure.15 :** Quartzite chloriteux minéralisé montrant une plage de chlorite tardive (LPA x10)



**Figure. 16 :** Quartzite chloriteux minéralisé montrant une fissure remplie par des oxydes de fer tardifs (LPA x10)



**Fig.17** : Vue microscopique d'une structure en crénulation montrant deux schistosités (S1et S2)

### **3.2.3 Les schistes sériciteux (schistes satinés)**

#### **o Description macroscopique :**

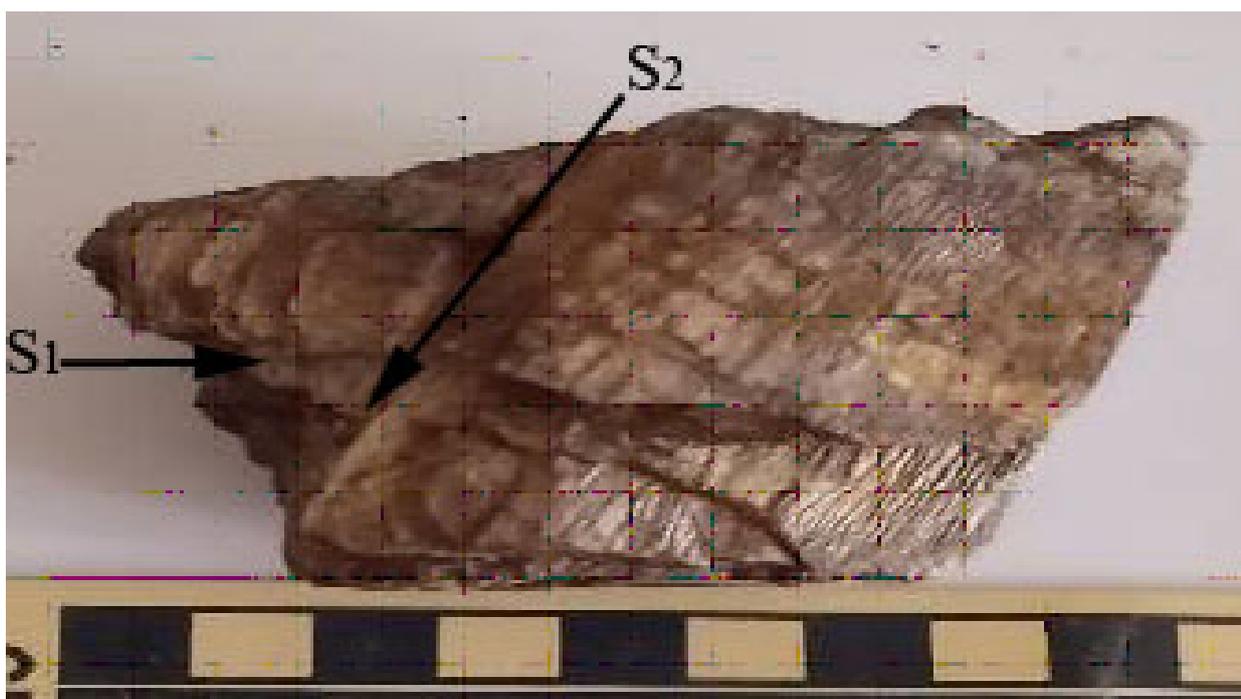
La formation des schistes sériciteux comme partout dans le socle Kabyle, se trouve en position supérieure et sur-coiffe toutes les autres unités métamorphiques. Dans la région de Beni Amrane, son épaisseur est d'environ 70mètres. Elle constitue une série monotone présentant une forte schistosité soulignée par des exsudations de quartz blanc lenticulaire. Ces dernières forment parfois des filonnets séquents à la schistosité.

Les séricitoschistes sont de couleur gris bleuté à la patine et présente un aspect satiné ; à la cassure, ils sont de couleur grise (Figure. 18). Dans les zones de failles et leur altération donne à la roche un aspect béchique très friable. Cette formation est souvent plissée et parfois, on y observe de schistosités (Figure.19).

Des niveaux carbonatés dolomitiques, métriques de couleur beige à grise ont été signalés vers le sommet de cette formation.



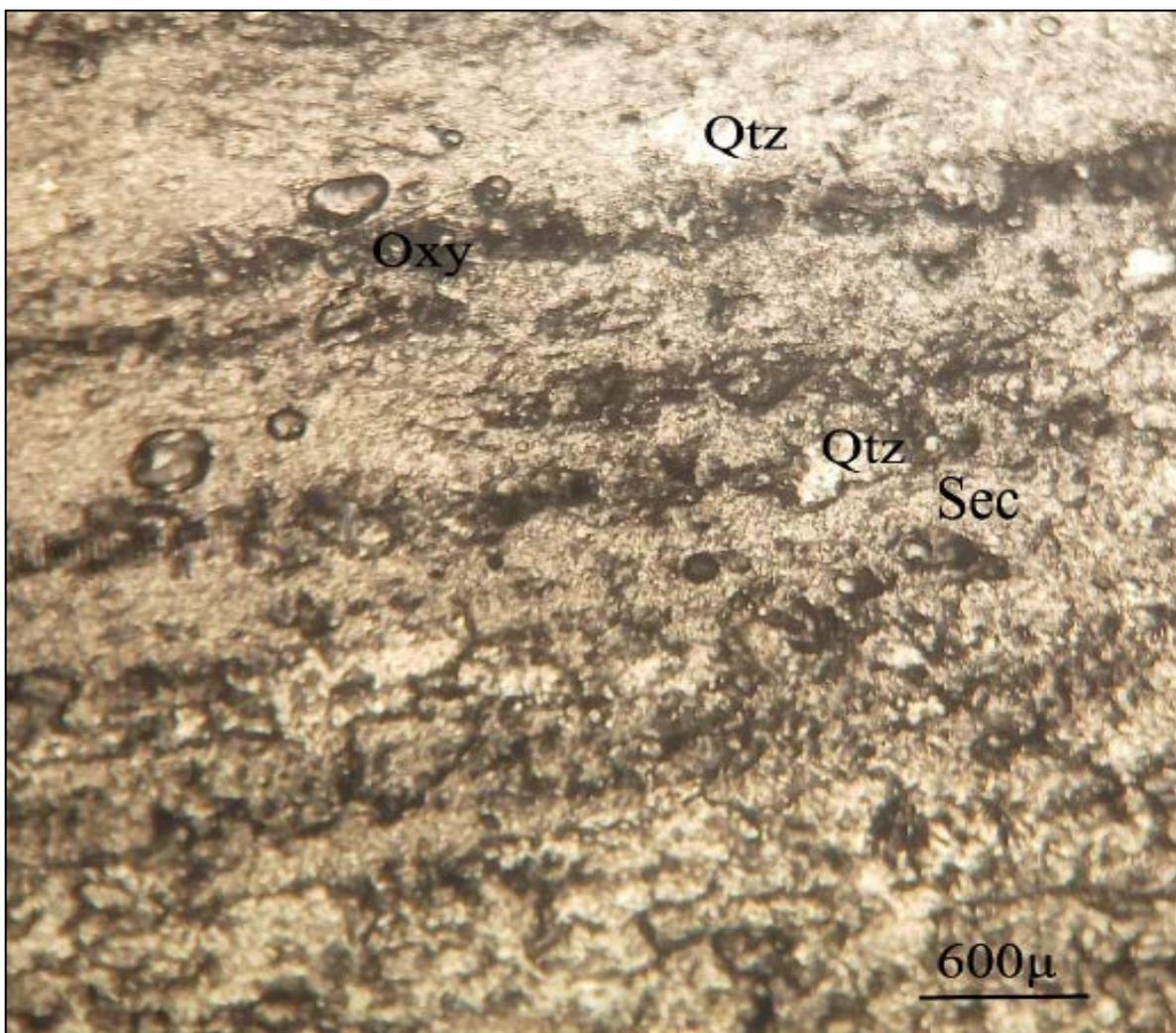
**Figure. 18 :** Banc métrique d'un séricitoschiste



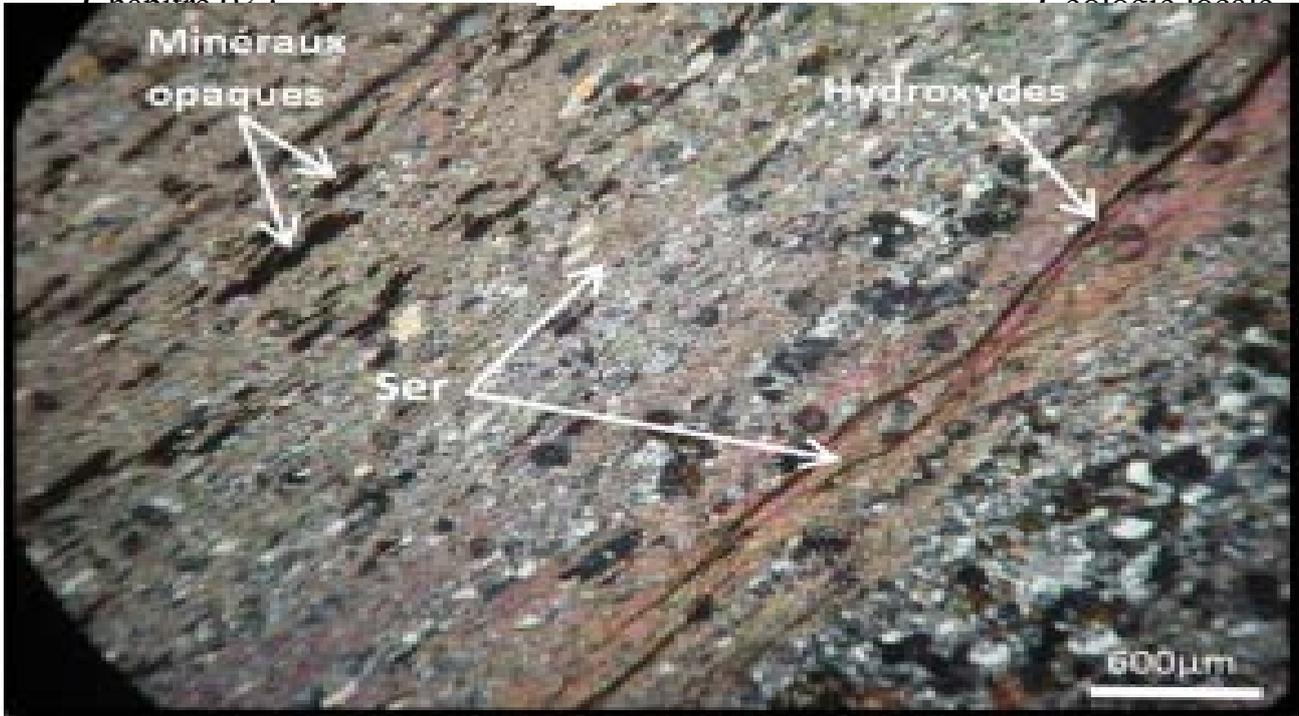
**Figure. 19 :** Echantillon d'un séricitoschiste montrant deux schistosité S1 et S2

○ **Description microscopique :**

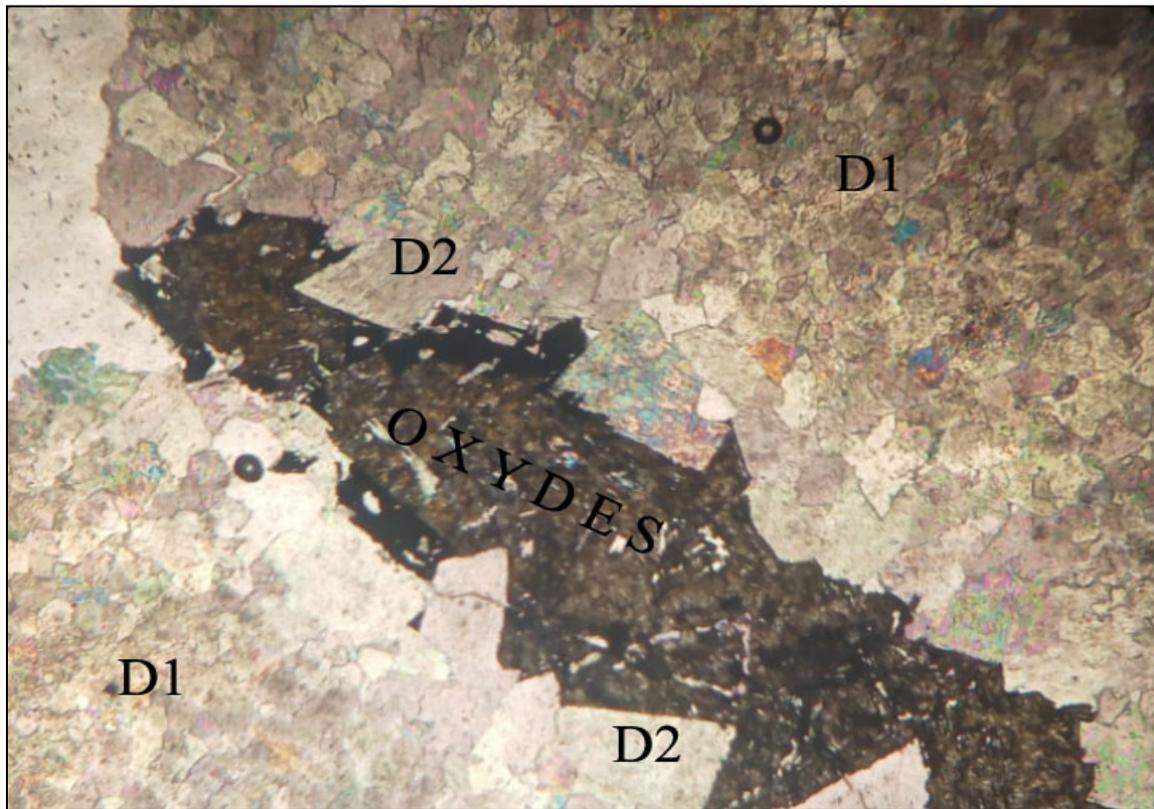
L'observation microscopique des séricitoschistes montre une roche présentant une schistosité bien orientée, soulignée par des petits minéraux micacés (séricites) et par des lits de minéraux oxydés, le quartz et plus ou moins étiré (Figures. 20, 21) La roche est constituée principalement de fins minéraux de quartz 20 à 30  $\mu$ , de la séricite en fines baguettes avec beaucoup de ressemblance avec de la muscovite dans les tons bleu-jaunâtre, parfois verdâtre. Dans certaines lames du quartz tardif d'exsudation recoupe la schistosité. Certaines lames montrent des passées carbonatés (dolomies) en petits cristaux de dolomites chagrinés (D1), montrant des fissures remplies par de la dolomite en grands cristaux (D2) et des oxydes de fer tardifs remplaçant la dolomite (D2) Figure. 22. La tourmaline en cristaux de 40 à 50  $\mu$  de couleur brune verdâtre (Figure. 23) a été signalée dans les travaux de Ait Aldjet. Y et Sid Ali. S, 2018.



**Fig. 20 :** Schiste satiné à dominance  
Quartz-séricite LPA x4



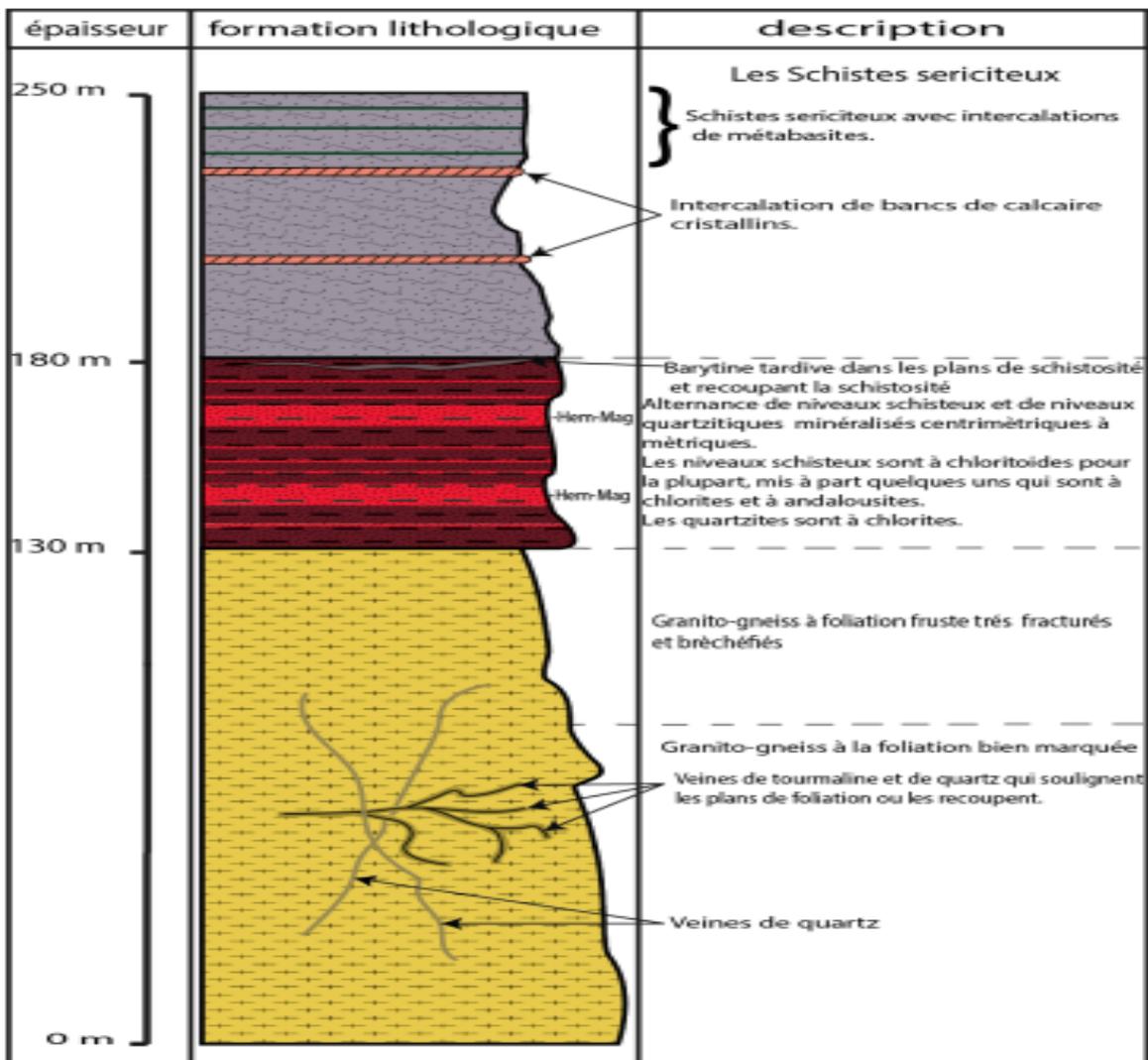
**Fig. 21** : Schiste sériciteux montrant la séricite fine ainsi que les hydroxydes de fer qui soulignent la schistosité LPAx4 (Ait Aldjet. Y et Sid Ali. S, 2018)



**Fig. 22** : Lame montrant une dolomite (D2) fissurale remplacée par des oxydes LPAx10



**Fig.23** : Schiste sériciteux montrant des cristaux de tourmaline de couleur brune verdâtre LN<sub>x10</sub> (Ait Aldjet. Y et Sadat.S, 2018)



**Fig.24** : Log montrant les différentes formations de la région d'étude (In Sadat S.I et Ait Aldjet Y, 2018)

### **3-3- Cadre structural :**

La région de Beni Amrane a connu les effets d'au moins deux orogénèses : hercynienne et alpine. Dans le secteur d'étude, ces effets sont traduits par un métamorphisme dans le faciès schiste vert, la foliation des granitoïdes, deux schistosités nettes dans les schistes (Figures.26) et des linéations d'étirement des minéraux. La tectonique cassante est ressentie différemment dans les différentes formations : les granitogneiss rigides montrent des zones cataclasées et les rejets de failles ne sont pas très importants (Figure. 25). Les directions des failles sont principalement N-S et NW-SE.

Les plissements n'ont pas été observés dans cette formation granito-gneïssique.

L'unité des schistes (quartzites, chloritoschistes et séricitoschistes) enregistre différemment les déformations, elle est très plissée, les quartzites montrent un grand rayon de courbure. La tectonique cassante se manifeste par différentes cassures : diaclases, failles normales, inverses, décrochantes et failles conjuguées. Les directions principales sont N110° et N125° (Figure. 27).



**Figure. 25 :** Faille décrochante dextre dans les granito-gneïss montrant un plan de faille, direction : 180° pendage : 65°SW.

(Ait Aldjet. Y et Sid Ali. S, 2018)



**Figure.26 :** Plissements dans les schistes

### **Conclusion**

La géologie du secteur d'étude est caractérisée par des granito-gneïss qui constitue un substratum de l'unité des schistes. Le contact entre ces deux formations est de nature tectonique comme toute ailleurs en Grande Kabylie. Ces granito-gneïss présentent une composition minéralogique banale : Orthose, microcline, plagioclases, quartz et tourmalines. Ils présentent une foliation qui est plus prononcée vers les bordures du massif. L'unité schisteuse sus-jacente est constituée de quartzites, de chloritoschistes et de séricitoschistes qui soulignent la schistosité. Cette formation métamorphisée dans le faciès schiste vert, montre une composition essentiellement à quartz chlorite et séricite. Vers le sommet, des intercalations de quelques bancs dolomitiques terminent la série. Les schistes enregistrent deux schistosités (S1) et (S2) qui témoignent de deux orogénèses hercynienne et alpine. Les niveaux quartzitiques et de chloritoschistes sont minéralisés en fer (magnétite –hématite).

Sur le plan tectonique, on note un fort plissement des schistes et deux familles de failles de directions N-S et NW-SE.

## Introduction

Le fer est l'un des éléments les plus répandus dans la nature, il est aussi un des plus anciens métaux utilisés dans l'industrie : dès 15000 A.C. Il apparaît dans la métallurgie, et fait partie des groupes d'éléments à l'origine des métaux de transition. Il montre des analogies caractéristiques avec le ruthénium, l'osmium, le cobalt et le nickel.

La majeure partie du fer dans la croûte est combiné avec l'oxygène, formant des minerais d'oxyde de fer, tel que l'hématite ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ), la magnétite ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ) et la limonite ( $\text{Fe}_2\text{O}_3\cdot\text{NH}_2\text{O}$ ).

### 1-les types de gisements de fer dans le monde :

#### 1-1-gites dans des roches sédimentaires sans volcanisme ni magmatisme intrusif associés :

- ❖ **Placer marin, actuel ou récent** (exemple de la Nouvelle Zélande) :  
Ces gites n'ont qu'un intérêt économique limité et n'ont souvent de valeur que lorsqu'il s'accompagne d'autres minéraux utiles : chromite, cassitérite, rutile, etc.
- ❖ **Fer dans des roches détritiques** anciennes : ce type appelé parfois oolithique, sont des gisements très répandus, ils constituent fréquemment les approvisionnements locaux des anciennes sidérurgies. Ces gisements sont d'importance variable, certains sont énormes. On en trouve de tous les âges depuis le Protérozoïque, mais ils sont surtout développés à certaines époques favorables : Ordovicien, Lias et Crétacé.

#### Exemple :

Gisement de fer oolithique de Lorraine (France), Gothlandien de Clinton (USA) et Tertiaire de Tunisie (Djebel AN k).

Ces trois gisements se situent dans des conditions paléogéographiques et sédimentologiques analogues : plateforme continentale et domaine marin, non loin d'une ligne de rivage.

- ❖ **Amas ferrifères dans les roches carbonatées :**

**Exemple :** Gisements de Canigou (France) et de Bilbao (Espagne)

Ces gisements ont eu une grande importance économique jusqu'au début du 20<sup>ème</sup> siècle par leur richesse en manganèse.

Ces amas, dits de substitution appartiennent au domaine géosynclinal et se trouvent dans des formations d'âge divers : Cambrien au Canigou, Albien en Espagne. La roche encaissante est toujours carbonatée (calcaire plus ou moins dolomitisée).

Les associations minérales sont assez complexes et passent à des sulfures et à de la fluorite-barytine. Au Canigou, au minerai sidéritique-ankéritique, sont associés : pyrite, pyrrotite, arsénopyrite, chalcopryrite, galène, cinabre, barytine et fluorite.

A Bilbao, l'hématite et la limonite passent en profondeur à de la sidérite, sulfures de cuivre, barytine et fluorite.

#### 1-2- Gisements associés à des séries volcano-sédimentaires :

- ❖ **Gisements associés à un volcanisme plus ou moins discret :**

Ils représentent actuellement les concentrations ferrifères dont la cote économique est la plus élevée, ces gisements sont désignés par les termes de : gaspilites, quartzites ferrugineux "Banded Iron formations" (BIF) ou formations ferrifères rubanées. Ces gisements représentent la plus importante ressource en fer de la planète puisqu'ils constituent 80% des réserves de ce métal dont la demande et ne fait que croître ces dernières années ; la teneur en fer est généralement élevée et peut atteindre 65%.

Les cinq gisements suivants se partagent 90% des réserves mondiales de fer rubanée :

Hammersley (Australie).....	19,2109	tonnes de fer		
Quadrilatero ferrifero (Brésil) .....	17,5109	"	"	
Transvaal (Afrique du sud) .....	1,7109	"	"	
Krivoyrog (Ukraine).....	2,8109	"	"	
Labrador (Canada).....	1,1109	"	"	

❖ **Gisements à volcanisme dominant :**

**Exemple :** Gisement de Kiruna (suède).

Cette catégorie de gisement comprend plusieurs sous types, selon la nature du volcanisme acide ou plus basique. Le gisement-type le plus représentatif est : magnétite-apatite associées au volcanisme acide à Kiruna.

La roche encaissante est représentée par des laves acides à neutres : rhyolitiques, syénitiques, ou andésitiques, avec des rhyolites au toit et microsénites au mur.

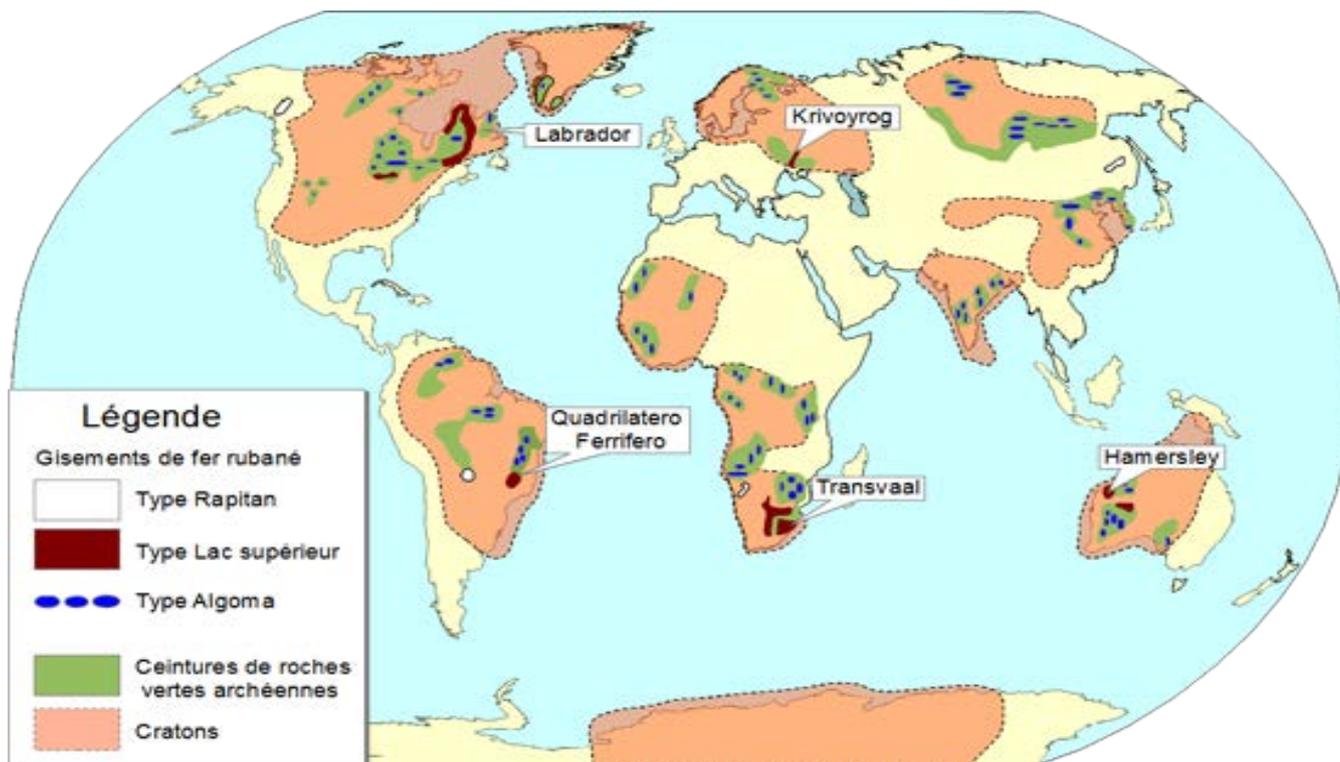
Les principaux métalotectes pour ce type de gisement sont : le géosynclinal, la lave acide à neutre, la silicification et la séricitisation.

**1-3-types associés à des intrusions : skarns à magnétite (Oural), U.R.S.S :**

Ces gisements situés dans le géosynclinale hercynien et associés à un plutonisme granitique avec syénites, monzonites et diorites.

Les principaux métalotectes de ces types sont : les géosynclinaux, les intrusions et le volcanisme intrusif.

- ❖ **Type associé à des roches basiques et ultrabasiques :** Taberg (Suède) et lac Allard (Canada)
- ❖ **Type d'altération météorique :** Konakry (Guinée)



**Figure. 1**– Répartition géographique des gisements de fer rubané (BIF) d'après Beukes et al., 2008.

**Gisements ortho magmatiques** : Les principaux gisements ortho magmatiques mondiaux sont donnés par le tableau suivant. :

Nom	Pays	Substance principale	Teneur %	Tonnage TV Mt	Autre substance	Age encaissant
Bushweld	RAS	EGP	3	62	~	Archéen
Bushweld	RAS	Cr	~	1400	~	Archéen
Duluth	USA	Ni	0.2	4000	0.66 % Cu	~
Jinchuan	Chine	Ni	1.06	515	~	~
Norisl'sk	Russie	EGP	3.8	1640	1.5 % Ni	Trias
Stillwater	USA	EGP	22.3	49	Au	~
Sudbury	Canada	EGP	0.9	310	1.5%Ni	~
Kambalda	Australie	Ni	3.2	34	~	Archéen

**Tableau 1** : Principaux gisements ortho magmatiques (in Jébrak, 2004)

## **2-les gisements de fer en Algérie :**

### **2-1-Aperçu géographique de fer en Algérie :**

Les gisements de fer en Algérie sont représentés sur la carte internationale des gisements de fer de l'Europe et les régions voisines d'après (Popov. A.)

Pour les types génétiques nous avons cherchés à établir une classification simple et rationnelle valable pour la presque totalité des gites de fer en Algérie en évitant à présenter trop de subdivisions qui sont :

**a) Gisements ségrégation associés aux roches volcaniques acides :**

Dans ce type sont rangés quelques petits amas de magnétite et pyrite de fer incluses dans les rhyolites.

**b) Gisements de type Skarn à magnétite dans des terrains métamorphiques :**

Dans le socle cristallin des massifs Kabyles, il existe quelques gisements de magnétite non-titanée qui présente des traits communs.

**c) Gisements hydrothermaux filoniens (type filon à sidérite) :**

Les filons de sidérite se rencontrent dans la région littorale entre Ténès et Alger

**d) Gisements de substitution dans des roches carbonatées :**

Ce type de gisement bien connu en Afrique du nord et très répondu en Algérie du nord.

**e) Gisements sédimentaires oolithiques :**

Ce sont des couches de fer oolithiques interstratifiées dans des séries détritiques marines ordinairement au voisinage de l'ancien rivage du continent.

**f) Gisements de remaniements, résiduels, ou dus aux eaux d'infiltrations non terminales :**

Parfois au voisinage des gisements de substitution dans des calcaires, on trouve des grottes, des cavités, ou des fractures remplies de goéthite et de l'hématite.

Les gisements sont distribués dans les principaux domaines suivants : La plateforme saharienne, la région plissée par l'orogénèse alpine (domaine présaharienne, domaine tellien et le domaine du massif primaire Kabyle).

## **2-2-Les provinces ferrifères de l'Algérie :**

**La plateforme saharienne :** Définitivement consolidée à l'époque hercynienne composée par le bouclier ante cambrien de la dorsale Reguibate et une couverture paléozoïque légèrement plissée dans sa partie occidentale. Elle se caractérise par des gisements sédimentaires oolithiques.

### **La région plissée par l'orogénèse alpine :**

**Domaine présaharienne :** La plateforme épicontinentale renferme des gisements stratiformes de substitution inclus dans les calcaires récifaux et aussi des gisements sédimentaires de formation côtière.

**Domaine tellien :** Ce domaine couvre le sillon miogéosynclinale tellien et une partie de la plateforme épicontinentale, la zone tellienne présente une forte concentration de gisements de fer de type amas de substitution dans les calcaires (téléthermaux) et des filons irréguliers (épithermaux).

**Domaine du massif primaire Kabyle (la Grande et la Petite Kabylie) :** Les gisements de fer ne se rencontrent que rarement isolés. Ils forment de véritables zones minéralisées ferrugineuses qui se caractérisent par l'uniformité de type morphologique et génétique de gisement et par des paragenèses très proches.

## **2-3--Les différents gisements de fer en algérie :**

### **Gisement de Camérata :**

Le massif de Camérata fait partie intégrante de la région de Beni Saf, il est situé à 7km au Nord-Est de Beni Saf. Camérata est située dans la partie ouest de l'Atlas tellien appartenant à un domaine à structure synclinale. Elle forme un ensemble de terrain allant du paléozoïque au quaternaire, les principaux affleurements seraient d'âge paléozoïque et plio-quaternaire.

La minéralisation de cette région est de type amas karstique et filonien. Elle s'exprime sous forme d'hématite et d'oligiste. L'essentiel de la minéralisation est encaissé dans les calcaires et les schistes d'âge paléozoïque. Aknouche. A et Belkessa. O (2014) .

### **Gisement de l'Ouenza :**

Le massif de l'Ouenza situé dans le Nord-Est Algérien. Il se trouve à 160 km au sud de la ville d'Annaba, dans l'Atlas saharien oriental près des frontières Algéro-Tunisiennes.

La minéralisation de la région de l'Ouenza se trouve essentiellement dans des formations carbonatées d'âge aptien localisée à proximité des appareils diapiriques.

Cette minéralisation est principalement ferrifère ou bien accessoirement polymétalliques, la première minéralisation est essentiellement hématique avec la présence d'autres oxydes et hydroxydes de fer.

Le premier permis de recherche de fer du djebel l'Ouenza a été octroyé en 1878. Il s'en est suivi l'obtention par le prospecteur \*F. R pascal\* d'une concession minière en 1901. ce n'est qu'aux environs de 1913 que la société de l'Ouenza fut créée, elle a débuté l'exploitation de la mine au début des vingt (1921). Le début de la modernisation de la mine remonte en 1939 avec l'électrification de la voie ferrée. Après l'indépendance, il a connu une mutation très importante, plusieurs événements se succèdent : En 1966, il y avait la nationalisation des

mines, en 1967, c'est le début d'aménagement d'installation, en 1983, c'était la restructuration de la SONAREM et la création de l'entreprise de recherche.

### **Gisement de Boukhadra :**

Le gisement de Boukhadra est situé à 47Km de la mine de l'Ouenza. Son importance réside dans le gisement de fer qui est considéré comme la deuxième source de minerai de fer en Algérie, après celle de la mine de l'Ouenza. Le gisement de fer de Boukhadra est à relief montagneux de type amas et filons. Globalement le gisement de Boukhadra est composé de quatre (04) corps minéralisés principaux avec des petites veines de moindre importance : (Corps principal, corps nord, corps médian et corps sud).

Le minerai exploité est constitué principalement d'hématite qui est le constituant majeur du Minerai avec de la goethite et autres ocres limonitiques. Il est issu de l'oxydation de la sidérose située au-dessous du niveau hydrostatique. Tout le minerai de fer du gîte du Boukhadra est en effet encaissé dans des calcaires d'âge Albo-aptien.

### **Gisement de Rouina :**

Le gisement de fer de Rouina est situé dans la Commune de Rouina, dans la Wilaya d'Ain Defla. Le gisement de fer de Rouina, fait partie du massif rocheux de Rouina. Ce massif a pris naissance après l'orogénèse Alpine aux frontières du méga géosynclinal. La majorité des réserves est représentée par la goethite au sein de laquelle il y a des accumulations de forme irrégulière d'hématite. Au contact de la zone de métasomatites, les calcaires encaissants ont subi le processus de marmorisation.

### **Gisement de Gara Djebilet et Mecheri Abdelaziz :**

Les gisements de fer oolithique de Gara Djebilet et Mecheri Abdelaziz sont situés au sud-est de Tindouf dans les formations sédimentaires du Dévonien supérieur.

### **Gisement de Gara Djebilet :**

Le gisement affleure à ciel ouvert avec trois grandes zones de minerai : Gara Ouest, Gara Centre et Gara Est. Le corps de minerai s'enfonce en pente douce et régulière (2%) en direction Nord. Les roches encaissantes sont de nature sédimentaire (argiles, grès argileux et microconglomérats) attribuées au Dévonien (entre 400 et 350 Millions d'années).

Elles constituent une série monoclinale faiblement inclinée vers le Nord (2 à 5°) du flanc sud du synclinal de Tindouf.

**Minéraux ferrifères :** Hématite, Magnétite, Chlorites, Goethite, Sidérite, Hydroxydes de fer.

**Minéraux non-ferrifères :** Quartz, Calcite, Apatite, Illite, Minéraux lourds et sulfures (en traces).

### **Gisement de Mecheri Abdelaziz :**

Gisement situé à 100km à l'Est du gisement Gara Djebilet. La minéralisation est encaissée dans les roches du dévonien supérieur, de nature sédimentaire (conglomérats, grès, quartzites, argiles et siltites). La minéralisation est complexe et comprend trois paragenèses principales ; maghémite-magnétite, bavalite-hématite, bavalite-magnétite et quatre faciès types : faciès micro-conglomératique (FMC), faciès à oolithes dispersées dans une matrice détritique (FOD), faciès à oolithes dispersées dans une matrice non détritique (FOND) et faciès à oolithes jointives, cimentées (FOC). Sur l'ensemble du gisement, les teneurs moyennes sont les suivantes : Fe total : 43,49% ; SiO<sub>2</sub>=13,66% ; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>=2,31% ; CaO=5,35%.

### **Gisement de Beni Haoua :**

Les gisements ferrifères de Beni Akil et de Breira sont connus dès la fin du 21<sup>ème</sup> siècle. Leur exploitation ne commença que vers 1910- 1911 et ce fut par la méthode d'exploitation souterraine. Le secteur de Beni-Akil se trouve à 160 km à l'Ouest d'Alger, plus précisément à 7km au sud-est de Beni Haoua. Dans sa partie sud, le secteur de Beni Akil est limité par la région de Breira. Ce massif renferme essentiellement des gîtes métallifères de type filonien et/ou en amas et de dissémination. Il apparaît très riche en petits gîtes et indices à Fe, Ba plus ou moins Cu. Les gîtes ferrifères ont été déjà exploités dans le passé pendant la colonisation française. La minéralisation est probablement d'âge miocène ; elle est encaissée dans des formations crétacées et miocènes.

#### **Gisement d'Anini (Sétif) :**

Le gisement de fer de « Djebel Anini » se trouve dans la partie septentrionale de l'Algérie à environ 30 km dans la partie Nord-Ouest de la wilaya de Sétif. La minéralisation ferrifère du gisement de Djebel Anini, qui est encaissée dans les calcaires massifs d'âge Cénomaniens-Turonien se localise principalement dans la partie sud-ouest de ce dernier. L'étude minéralogique, montre des associations minérales simples à savoir des hydroxydes et oxydes de fer « goëthite, hydrogoëthite, hématite », calcite et quartz.

#### **Gisement de Timezrit :**

La commune de Timezrit est située au Sud-Ouest de Bejaia dont elle est distante de 50km, elle est véritable carrefour des villages voisins et son chef-lieu.

La mine est située au pied du village Amsiouen, sur la partie est territoire de la tribu des Ath-Yimmel (Timezrit) elle est délimitée au nord-est par Iaachouren, au Nord-Ouest par Tala Ighnimen, au sud –est par Djimaa et au sud-ouest par Amsiouen

A Timezrit dans des terrains du lias, le minerai y a été incontestablement produit par l'oxydation des sidérites qui se sont substituées aux calcaires. La zone ferrifère s'étend sur un kilomètre de longueur et 50m de largeur.

Le minerai, hématite, ou spathique carbonaté en boules, tient 56,20 à 57,98 de fer 0,97 à 1,20 de manganèse, 3,60 environ de silice 1 à 1,2 de chaux, 0,001 à 0,009 de phosphore.

#### **Gisement de fer du Zaccar :**

Le gisement du Zaccar est situé à trois kilomètres au nord de Miliana, avec 1550 d'altitude, le point culminant de la Dahra en Algérie.

Les travaux souterrains exploitent un filon d'hématite à faible teneur de fer (50%) dont les réserves récupérables sont très limitées, grands amas stratiformes provenant de la métensomatose des calcaires liasiques, a attiré les prospecteurs dès l'année 1870.

#### **Les indices de la minéralisation du Hoggar :**

Parmi les indices de fer qui sont extrêmement répandus dans le Hoggar, mais se révèlent dans l'ensemble négligeables, il convient de retenir les concentrations principales :

- **Itabirites du N.O de Timg'ouine**

Sont interstratifiées entre les amphiboles pharusiennes, leurs affleurements forment une bande minéralisée longue de 1500 m et large de 750 m.

Les Itabirites ont une centaine de mètres de puissance, la roche est composée d'une alternance de petits lits de quartzites et de minerai de fer-oligiste ou magnétite, de 0,5 à 8 cm d'épaisseur chacun. Les teneurs de l'ensemble, estimées à l'œil nu, paraissent voisines de 25 à 30% de Fe et à moins 50% de SiO<sub>2</sub>, mais l'analyse d'un échantillon relativement riche a donné 43% de Fe.

○ **Lentille d'Asseksem :**

La lentille d'Asseksem est une ségrégation oxydée dans le massif portant le même nom. Le massif est un complexe basique hétérogène, à allure synclinale, d'une douzaine de kilomètres de long et trois de large. Il est formé surtout de diorites diverses et, en moindre part, de gabbros et de péridotites serpentinisées. Le minerai de fer est un banc de magnétite interstratifié. Les réserves en minerai possible doivent être à une centaine de milliers de tonnes.

○ **Fer de l'Ounane :**

Les niveaux ferrugineux de l'Ounane apparaissent dans le pharisien peu métamorphique (quartzites et cipolins dominants, schiste), occupant les crêtes du Djebel Ounane. Les formations minéralisées sont associées aux cipolins et surtout aux quartzites.

Les teneurs du minerai en fer atteint 40%, mais leur moyen reste entre 30 et 35%, le minerai est très siliceux (jusqu'à 58% de  $\text{SiO}_2$ ).

○ **Fer d'Ihedane-Adjedjedou :**

Les affleurements de minerai de fer sont localisés entre les collines d'Ihedane et Adjedjedou, dans du suggarien migmatitiques (gneiss œillés, amphibolites, quartzites). Les filons de microgranites recoupent l'ensemble de ces formations.

Le minerai est de la magnétite, la gangue est siliceuse. Les teneurs trouvés dans le minerai sont de l'ordre de 35 et 50% de fer et de 30 à 40% de silice. On doit avoir 3000 000 de tonnes de ce minerai au mètre d'enfoncement.

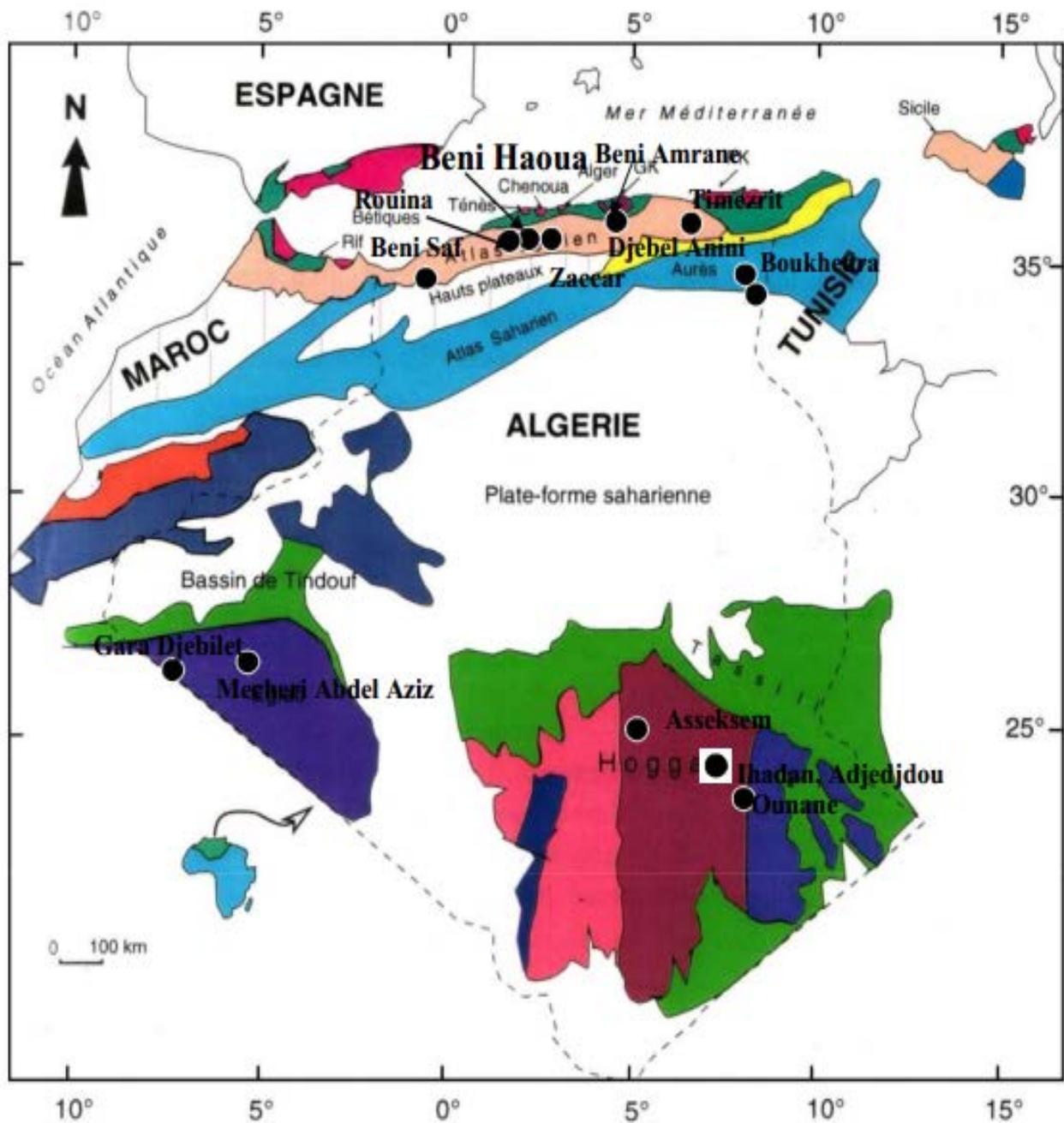


Figure 02 :carte de situatuion des differents gisements de fer en Algerie

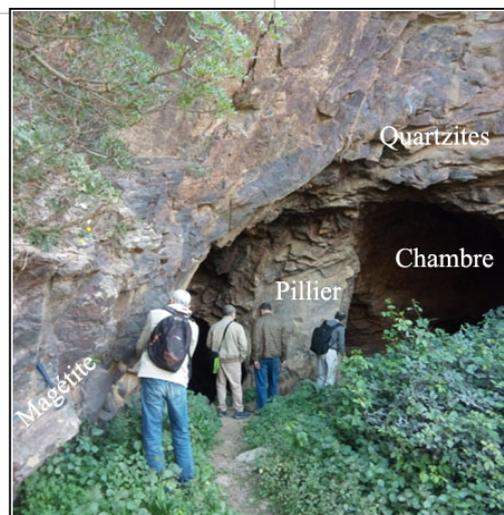
### **5-1-INTRODUCTION :**

Les minéralisations ferrifères (magnétite-hématite) de Beni Amrane encaissées dans les quartzites et schistes métamorphiques du socle Kabyle sont classées dans les gisements de type métamorphique d'âge probable paléozoïque (Hercynien). Leur découverte remonte à loin dans l'histoire, mais c'est en 1867 qu'elles furent signalées pour la première fois par M. Ville.

Le gisement de fer a été exploité pendant 17ans de 1895 jusqu' à 1912, date de fermeture de la mine. Des vestiges restent encore sur le terrain et certaines galeries sont très bien conservées. L'exploitation du minerai se faisait par la méthode chambres et piliers suivant la direction N-S. Les teneurs du minerai sont : Fe : 49 -51%, Si : 18-20%, Al : 5-7%, la chaux (CaO) : 0,50%, P : 0 ,05-0.07% et S : 0.03%. L'exploitation a débuté dès 1896 avec 25 000 tonnes environ et a duré jusqu' à la fermeture de la mine en 1912, quelques interruptions ont eu lieu de 1902 à 1903. La production totale était d'environ 200 000 tonnes (Tableau 1).

Tableau. 1 : Productions annuelles du minerai de fer dans la région d'étude

<b>Année</b>	<b>Production (tonnes)</b>
<b>1904</b>	<b>21.750</b>
<b>1906</b>	<b>14.848</b>
<b>1907</b>	<b>36.908</b>
<b>1908</b>	<b>43.954</b>
<b>1909</b>	<b>36.057</b>
<b>1910</b>	<b>20.200</b>
<b>1911</b>	<b>7.910</b>
<b>Total</b>	<b>181.000</b>



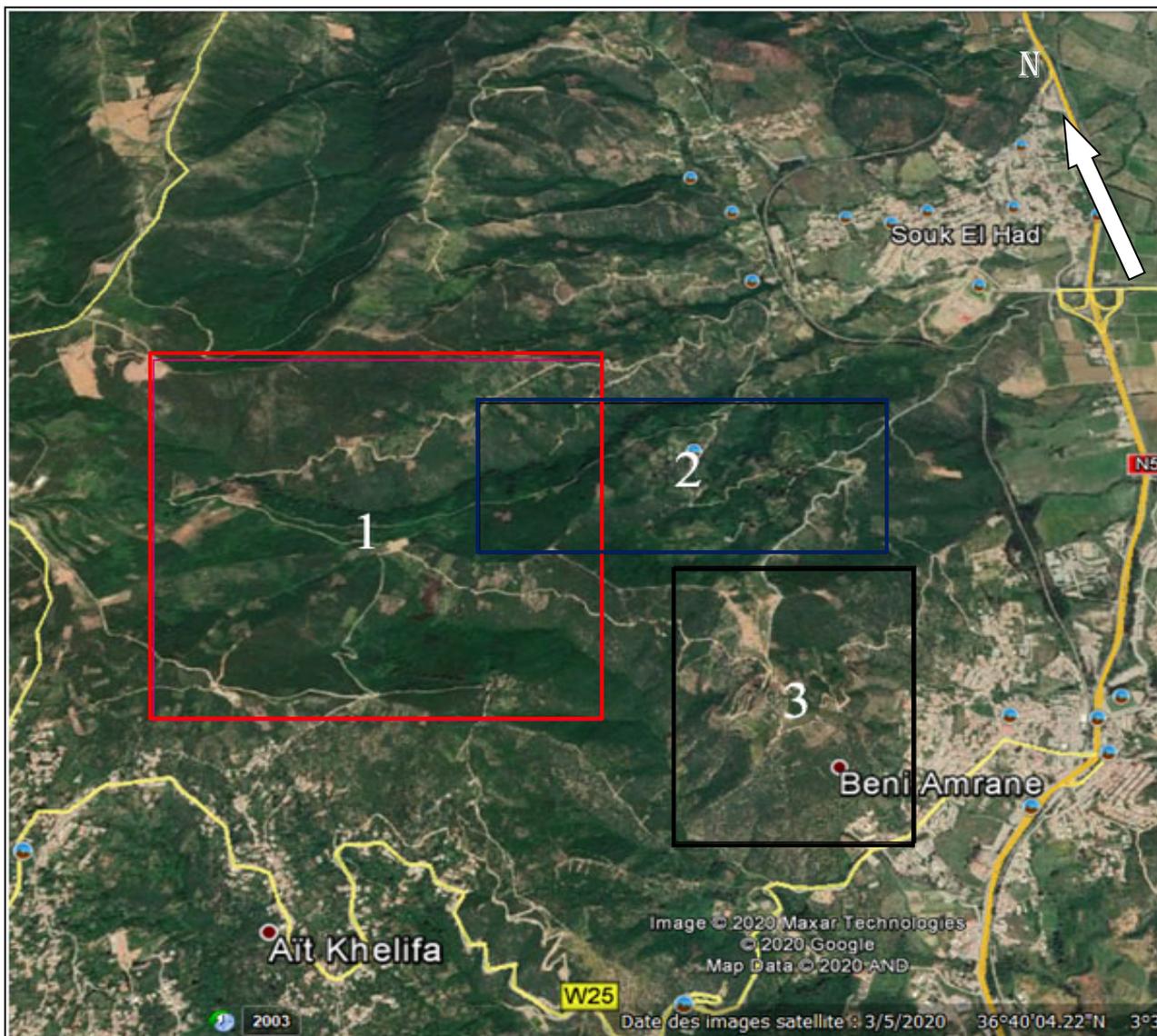
**Fig.01 : Photographie prise à l'entrée de la galerie**

### Situation des secteurs minéralisés :

Les zones minéralisées étudiées sont situées sur le flanc Nord- Ouest de la commune de Beni Amrane, elles occupent une aire d'environ trois hectares et sont reliées par de nombreuses pistes carrossables. L'accès peut se faire à partir du village d'Ait Khelifa, soit à partir du village de Souk El Had au sud. Cette aire est subdivisée en trois secteurs (Fig. 2) :

- Secteur d'Ain Oudrer
- Secteur de caroubier
- Secteur de Viney

Certaines galeries abandonnées sont aujourd'hui difficiles d'accès, elles sont envahies par le maquis.



**Fig.2 :** Situation des secteurs minéralisés sur photo-satellite  
(1- Ain Oudrar, 2- Souk El Had et 3- Caroubier) Google Earth 2017

### 5-2-Etude de la minéralisation :

La minéralisation de la région d'étude est encaissée dans les quartzites et les schistes. Elle s'exprime essentiellement sous forme de magnétite-hématite et leurs produits d'altération supergènes limonite-goethite (rare). On signale également une minéralisation à barytine dans les schistes sériciteux qui n'est pas l'objet de notre étude.

Suite aux interdictions de se déplacer entre wilaya durant cette période du COVID -19, nous n'avons pas pu réaliser les travaux de terrain. Notre étude s'est portée sur des échantillons, lames minces et sections polies appartenant aux collections de Mrs Koli. O, Sami L et Hamis.A.

▪ **Observations macroscopiques :**

A l'affleurement, à l'extérieur des galeries la minéralisation est observée en alternances dans les niveaux de quartzites très dures de couleur sombre (Figure.5). On la retrouve également dans les haldes (terrils) sous forme de débris d'échantillons. La minéralisation se présente sous forme disséminée (Figures. 7 et 9), rubanée (Figure. 8) ou massive (Figures. 4 et 6).

C'est dans les galeries que les niveaux minéralisés sont importants (Figure. 5), ils présentent des épaisseurs variant de 3 à 8m, la roche est très dure, massive et présente un magnétisme fort à moyen selon les endroits riches en magnétite. Ces niveaux minéralisés massifs sont une répétition de petits niveaux centimétriques à décimétriques. Ils présentent une schistosité de direction N50°E et un pendage de 20°ENE.

On remarque que les niveaux minéralisés sont toujours alternés avec des niveaux de quartzites et de schistes chloriteux et rarement avec des micaschistes à muscovite. Les niveaux quartzitiques sont d'anciens grès métamorphisés dans le faciès schistes verts. Ils montrent des grains grossiers dans de grosses dragées de quartz de quelques millimètres. Ces faciès grossiers montrent des passages fins qui seraient d'anciens silts.



**Fig.04 :** Minerai massif dans les quartzites



**Fig. 06:** Texture disséminé sur les bordures et massive au centre de l'échantillon (Ait Aldjet. Y et Sid Ali. S, 2018)



Fig.07 : Texture massive de la magnétite en voie d'altération en limonite

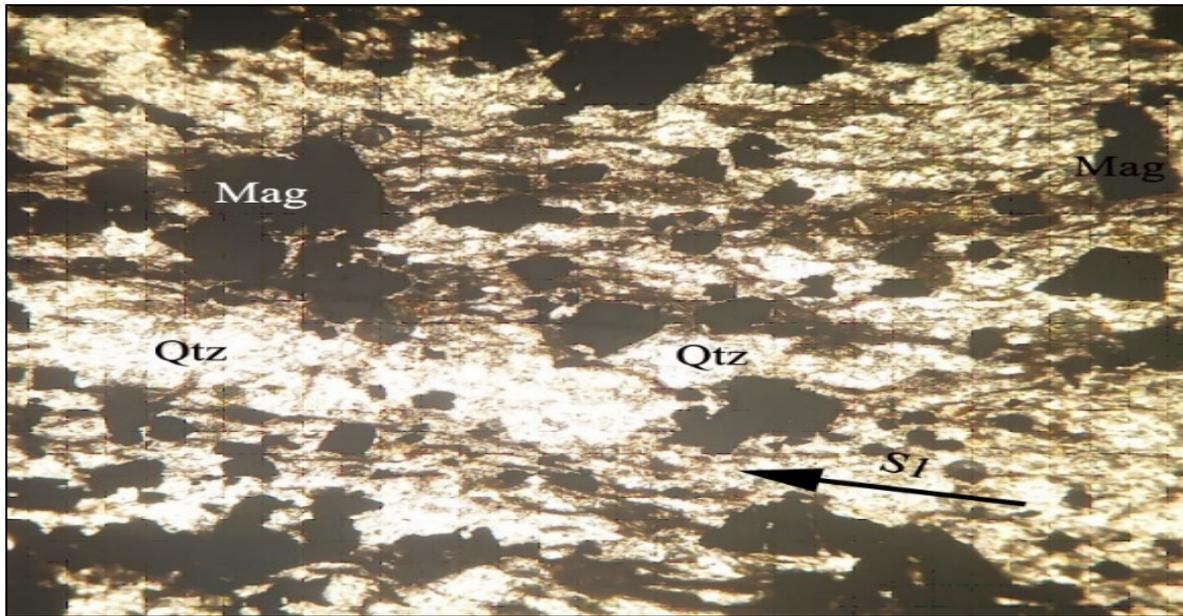
rel  
et  
étu

eurs  
gue  
nces  
hes,

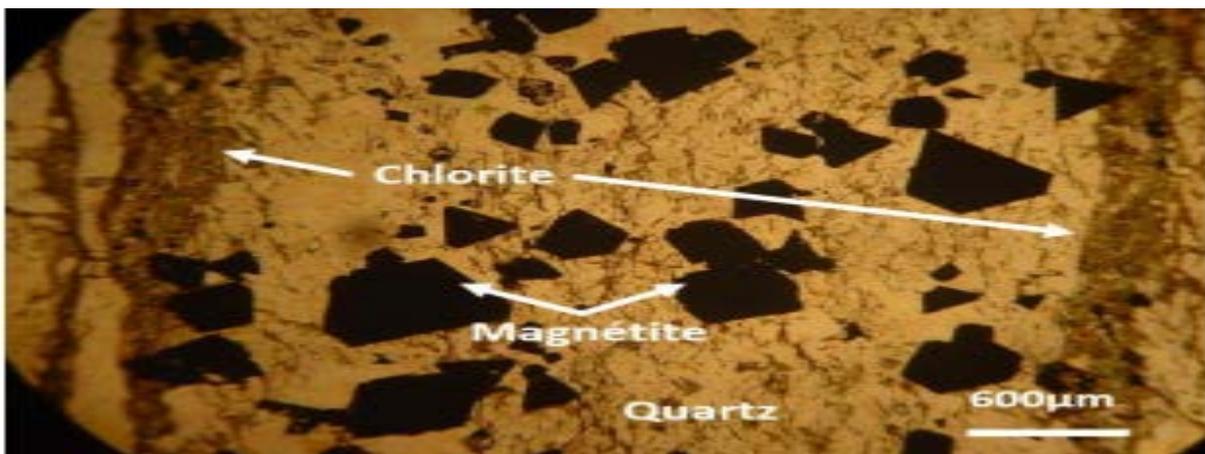
Fig.08. Texture rubanée (alternance minéral et quartzite) (Ait Aldjet. Y et Sadat. S, 2018)

sections carrées, rectangulaires, triangulaires, pentagonales ou en agrégats massifs (Figures 10 et 11). La magnétite apparaît également surimposée sur les autres minéraux (Figure. 11) et parfois, elle souligne avec les oxydes la schistosité primaire de la roche (Figure.10).

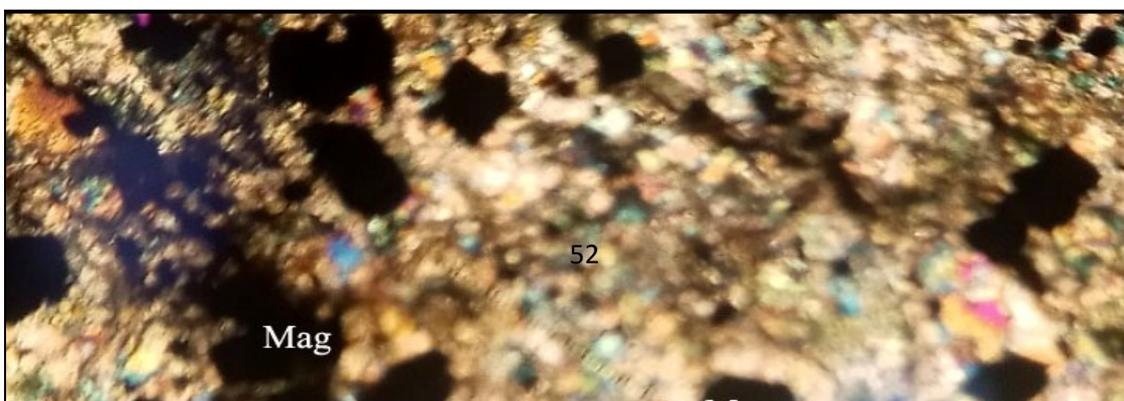
Dans certaines lames, des fissures tardives minéralisées (hématite – limonite) recouperont la schistosité (Figures.13). Certaines fissures sont remplies par de la calcite tardive.

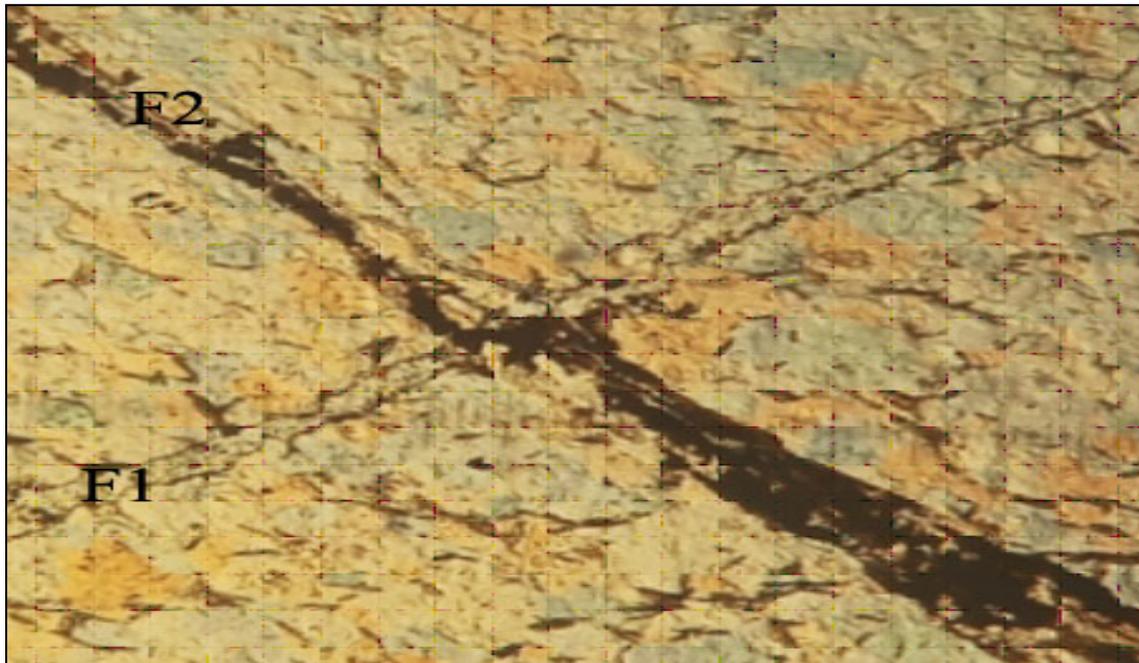


**Fig.10** : Quartzite montrant une schistosité soulignée par de la magnétite de différentes formes et des oxydes  
LPA x10

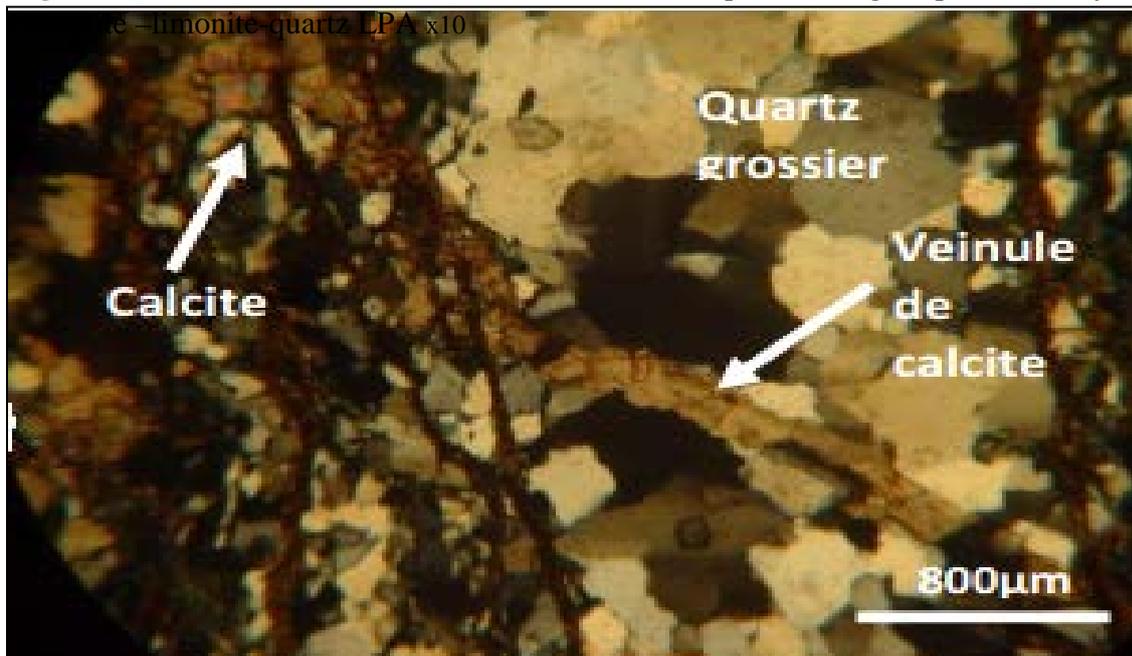


**Fig .11** : Magnétite polymorphes dans un quartzite montrant une schistosité soulignée par le chlorite et les oxydes LAP x10

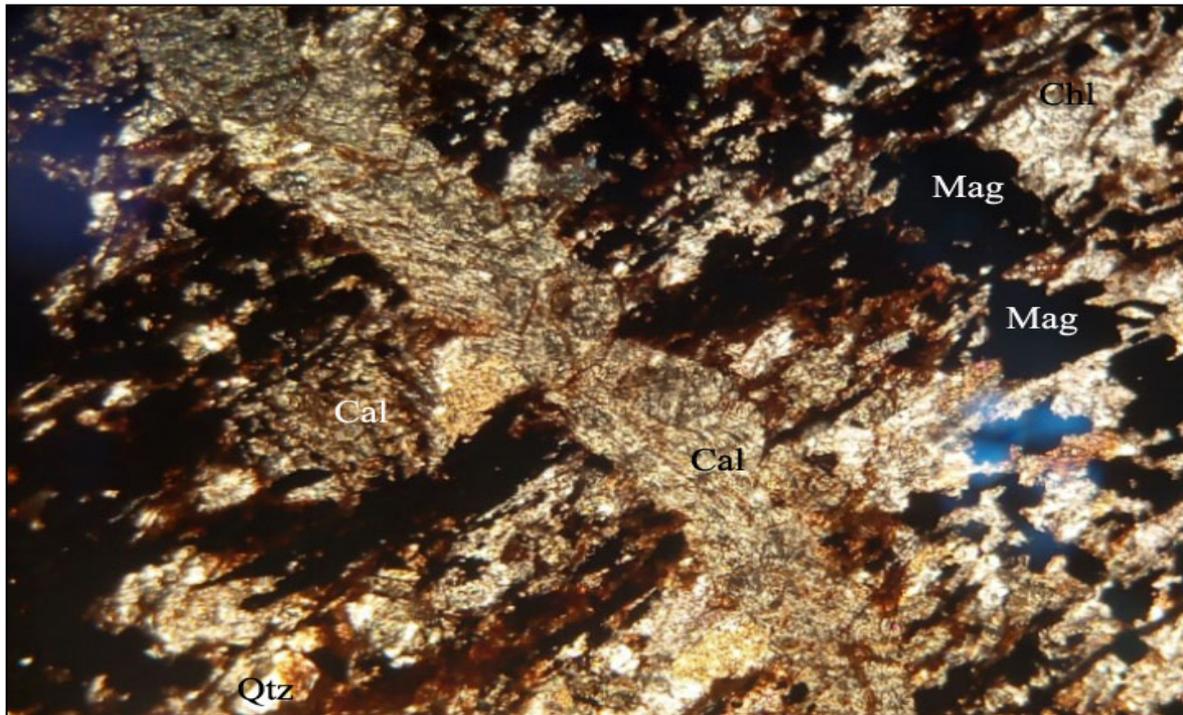




**Fig.13** : Quartzite montrant deux fissures tardives : F1 quartz souligné par des oxydes et F2 à limonite-quartz LAP x10



**Fig .14** : Quartzite minéralisé recoupé par une veine tardive de calcite LAP x10 (Aït Aldjet. Y et Sidali. S, 2018)

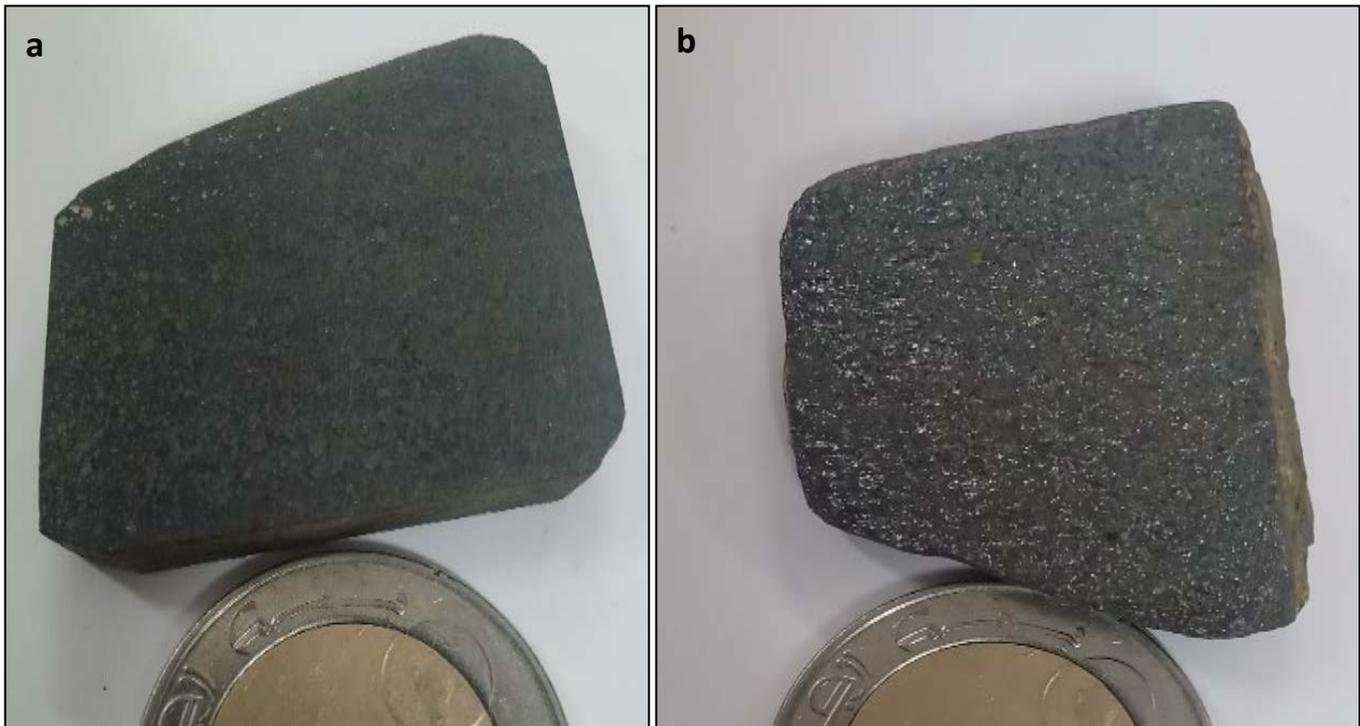


**Fig. 15 :** Chloritoschistes montrant la minéralisation suivant la schistosité, l'ensemble est recoupé par une fissure tardive de calcite. LPAx10

## **2)-Etude des sections polies :**

L'étude des sections polies montre une minéralisation simple à magnétite-hématite-pyrite (rare) et la martite qui est le résultat d'un pseudo morphisme de la magnétite en hématite.

A l'œil nu, les sections polies montrent de la magnétite en fins cristaux millimétriques disséminés dans la roche (Figure.16a) et de l'hématite en petits cristaux étirés suivant la schistosité (Figure.16b).



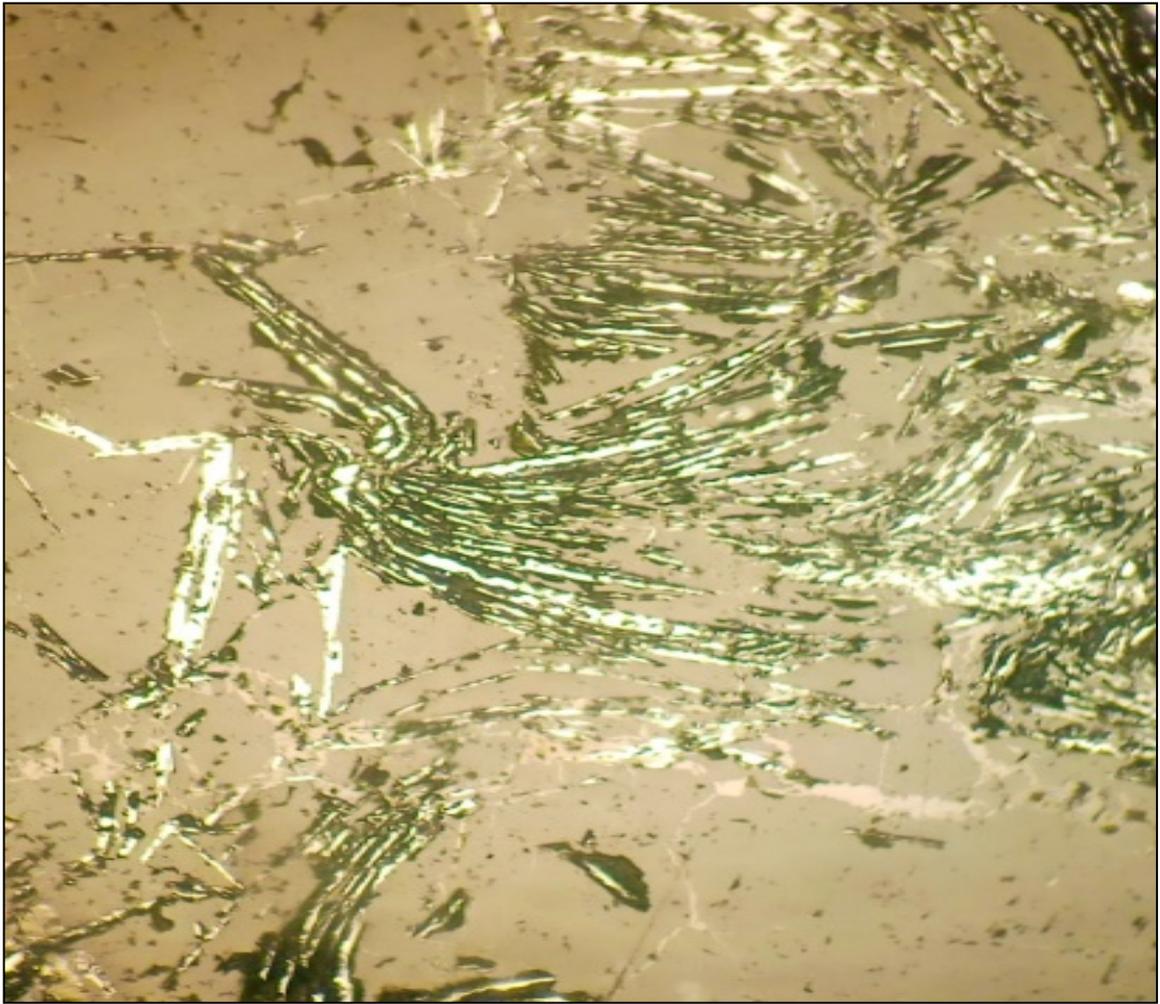
**Fig. 16** : Sections polies montrant des grains de magnétite visibles à l'œil nu (a) et de l'hématite soulignant la schistosité (b).

**La magnétite ( $\text{Fe Fe}_2\text{O}_4$ )** : au microscope, la magnétite est le minéral dominant, Elle présente une couleur grise avec un pouvoir réflecteur inférieur à celui de la pyrite et de l'hématite. Elle est souvent remplacée par de la martite le long des clivages et fissures (figure). Elle apparaît en grandes plages, également sous sa forme cristalline avec une tendance à l'automorphisme (Figure.).

Dans certaines sections la magnétite apparaît sous forme d'agrégats de quelques millimètres.

**L'hématite ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ )** : Elle est de couleur blanche, avec un pouvoir réflecteur supérieur à celui de la magnétite. Elle se présente soit sous forme de fins cristaux disséminés dans la roche, soit sous forme de bâtonnets, de lattes ou touffe de cheveux plissée. Dans certaines sections on a observé de l'hématite dans des fissures tardives, on peut déduire qu'il y a trois générations d'hématite (Figure.). La pseudomorphose de la magnétite donne de l'hématite qu'on appelle la martite.

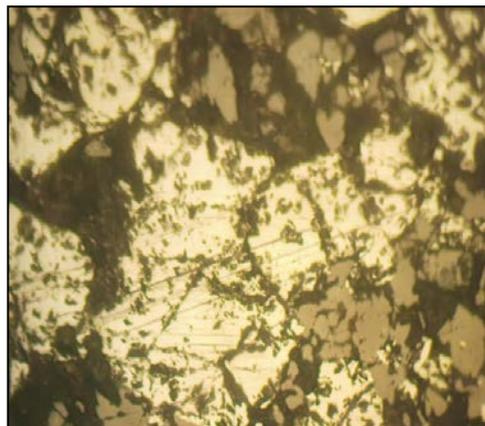
**La pyrite ( $\text{FeS}_2$ )** : la pyrite est très rare dans les sections polies, on la rencontre dans les vides et fissures tardives recoupant la magnétite (Figures.19 ,20)

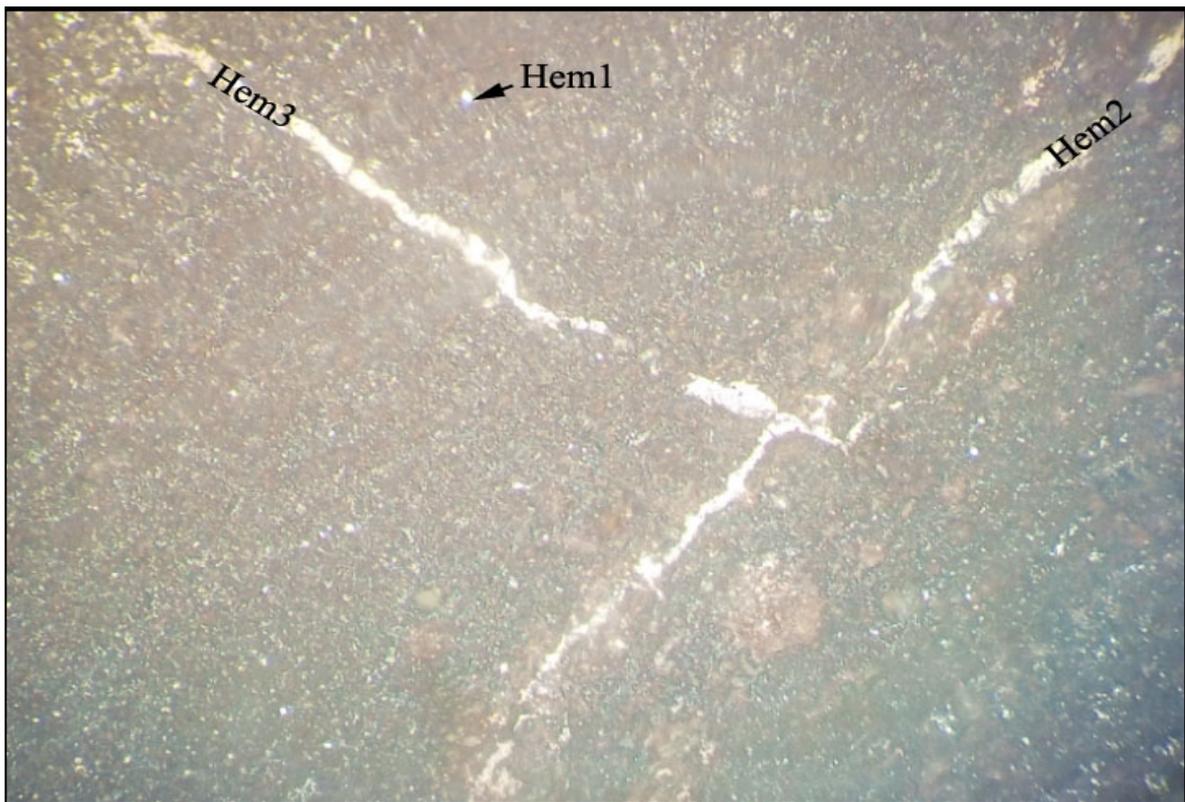


**Fig. 17:** Hématite en lattes plissé Sp : LNx10

800μ

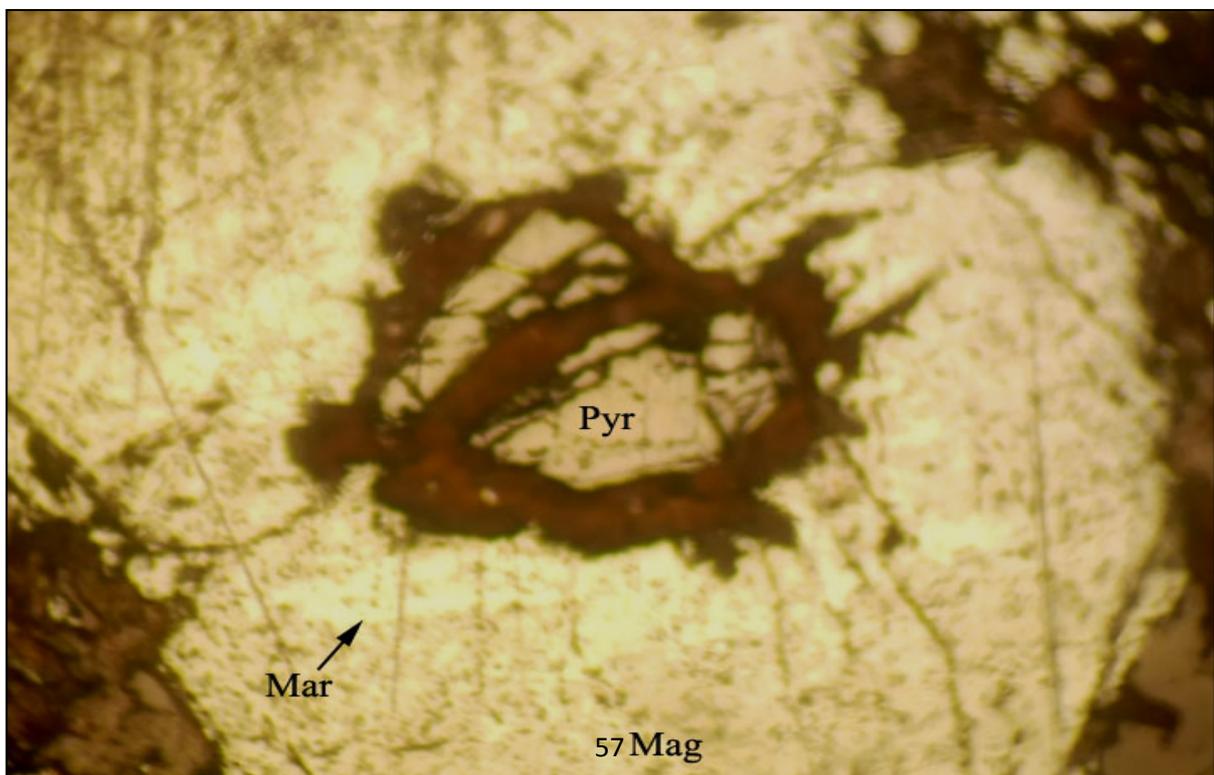
800μ





800 $\mu$

**Fig.18** : Section polie montrant 3 générations d'h matite  
LNx10



57Mag

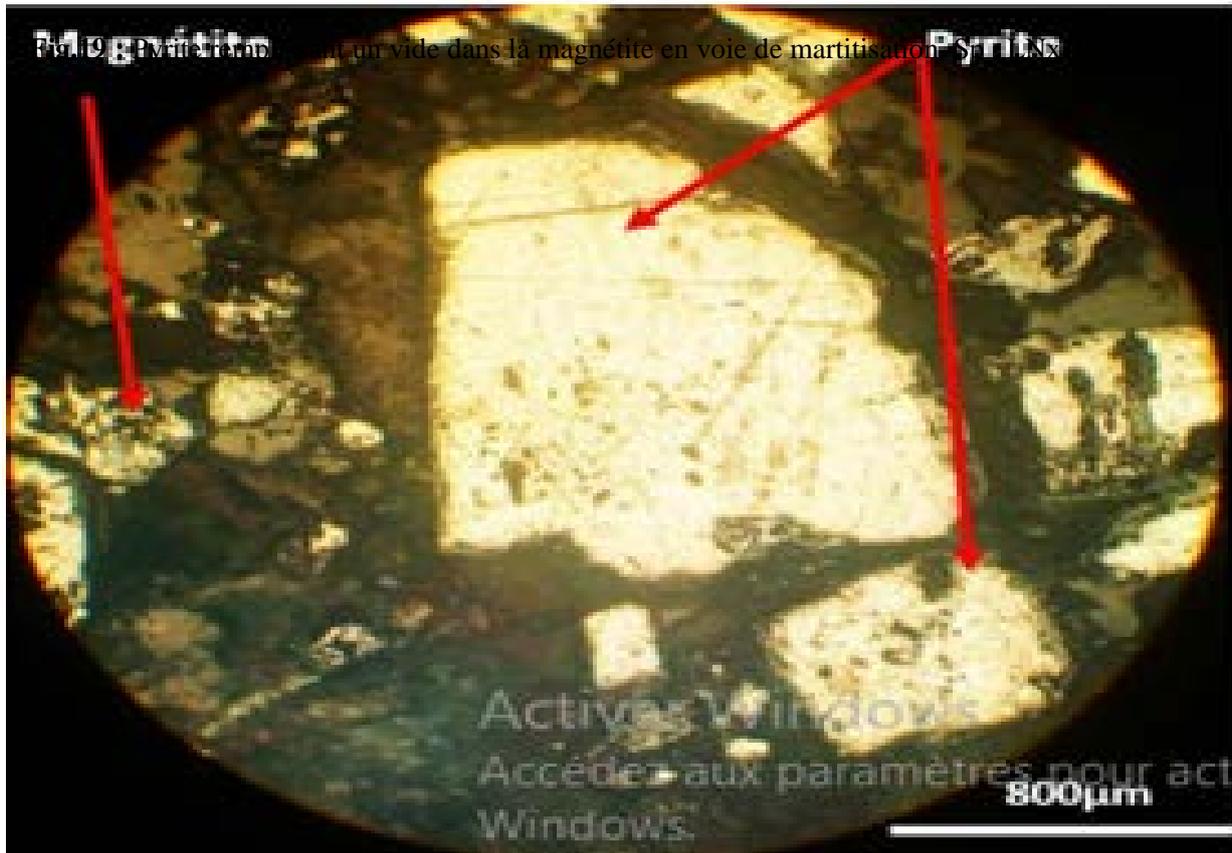
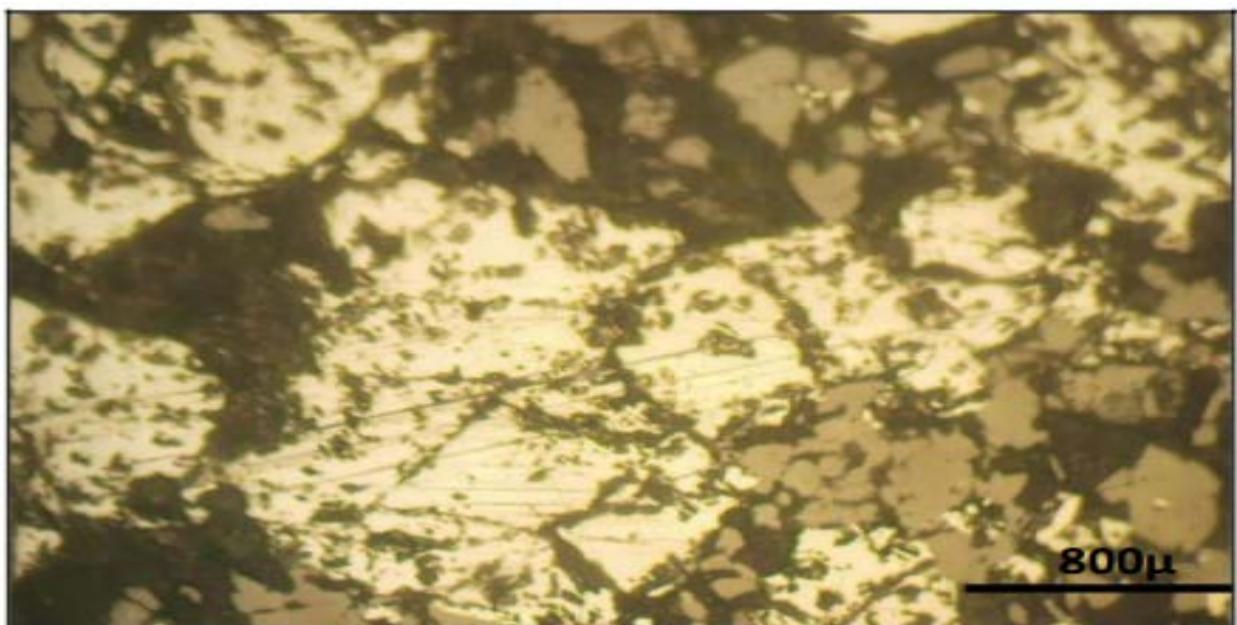
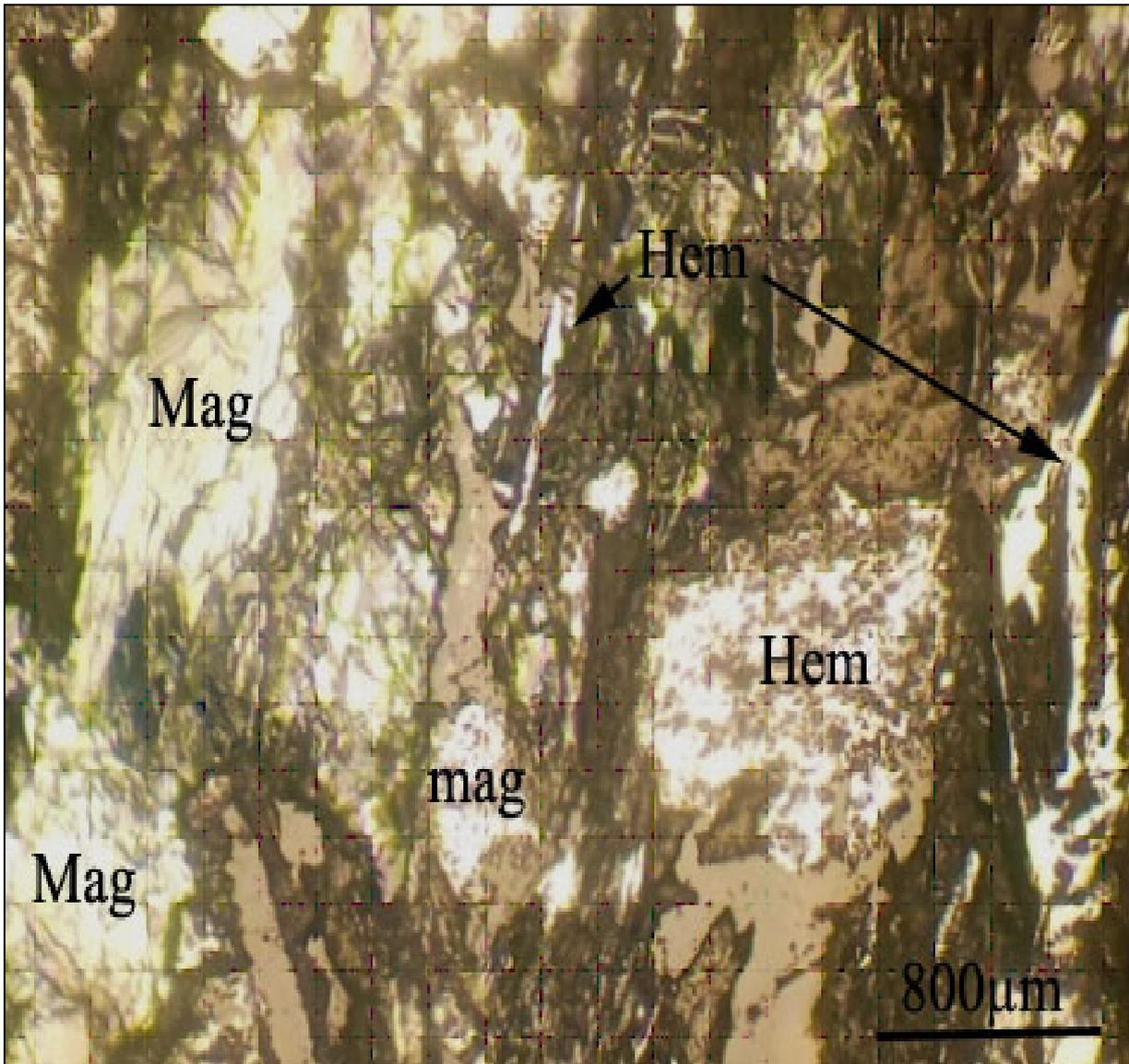


Fig .20 : Agrégats de pyrite tardive recoupant la magnétite (Ait Aldjet. Y et Sid



**Fig 21** : Magnétite fracturée partiellement martitisée**Fig.22** : Hématite en baguettes et agrégats de magnétite en voie de martitisation SP LN \*10

**Tableau .03 : tableau de succession paragénétique ;**

Ce tableau est constitué de trois phases, métamorphisme, hydrothermalisme, Altération supergène ;dans la phase métamorphisme on a le quartz au départ, la sericite ,chlorite ,la magnétite qui est le minerai le plus abondant et l'hématite, et dans la phase hydrothermalisme qui est marquée par 2 types de fracturations dont laquelle le quartz et l'hématite apparait après les 2 fracturations ,et la tourmaline après la 1 et la dolomite apparait après la 2, la pyrite apparait après la 2 fracturation mais dans le cas très rare elle peut exister après la 1 fracturation et les minéraux d'altération supergène sont la limonite goethite et martite

Minéraux	Métamorphisme	Hydrothermalisme		Altération supergène			
Quartz	—	Fracturation 01	—	Fracturation 02	—		
Tourmaline			—				
Sericite	—						
Chlorite	—						
Dolomite						—	
Magnétite	—					—	
Hématite	—		—			—	
Martite							—
Pyrite			—			—	
Limonite							—
Goethite				—			

### **5-3-Conclusion :**

La minéralisation du secteur d'étude est encaissée essentiellement dans les quartzites et les schistes à chlorites d'âge paléozoïque probable. Elle se présente sous forme d'alternances de bancs centimétriques à décimétriques. La majorité des affleurements minéralisés présentent une texture massive ou rubanée (très dur, dense et magnétique), et sont parfois plissés. En surface, la minéralisation s'exprime sous forme de magnétite massive souvent altérée en limonite.

L'observation microscopique de l'encaissant montre qu'il s'agit d'anciennes roches sédimentaires (grès, microconglomérats et silts) qui auraient subies un métamorphisme général dans le faciès des schistes verts et ont été transformées en quartzites et différents schistes. On note l'apparition de deux schistosités que l'on attribue aux orogènes hercynienne et alpine.

Les observations microscopiques montrent une paragenèse simple à magnétite (minéral principal), Hématite, martite, pyrite et des minéraux supergènes hydroxydes de fer. La magnétite est le minéral primaire qui se pseudomorphose en martite suivant les clivages et fissures. On note trois générations d'hématite, la première génération est disséminée dans la roche ou souligne la schistosité et peut être synchrone à la magnétite. Les deux autres sont tardives. La pyrite recoupe nettement la magnétite, elle est également tardive.

On attribue l'origine des minerais à magnétite et hématite se présentant en couches dans les séries sédimentaires métamorphisées à l'action du métamorphisme régional, la magnétite résulte de même que l'hématite, de la déshydratation des hydroxydes de fer antérieurement formés dans les roches sédimentaires au cours des processus exogènes, mais en milieu réducteur (à l'abri de l'oxygène).

### Conclusion générale

La synthèse géologique réalisée sur la région de beni Amrane montre qu'elle est constituée de trois unités :

1. Unité des granitogneiss a la base de la série et des orthogneiss très fracturés, ces granitogneiss présentent une composition minéralogique banale : orthose, microcline, plagioclase, quartz, et tourmalines.
2. Unité des schistes cristallin bien minéralisée qui comprend des schistes, des chloritoschistes, et des quartzites qui surmontent directement les granitogneiss. Cette formation métamorphique montre une composition minéralogique essentiellement a quartz, chlorite et sericite
3. Unité des séricitoschistes vers le sommet qui présente quelques niveaux de calcaires cristallins (ancienne dolomie métamorphisée) terminent la série

Les schistes enregistrent deux schistosités (S1) et (S2) qui témoignent de deux orogènes hercynienne et alpine. Les niveaux quartzitiques et de chloritoschistes sont minéralisés en fer (magnétite –hématite).

Sur le plan tectonique, on note un fort plissement des schistes et deux familles de failles de directions N-S et NW-SE.

La minéralisation du secteur d'étude est encaissée essentiellement dans les quartzites et les schistes à chlorites d'âge paléozoïque probable. Elle se présente sous forme d'alternances de bancs centimétriques à décimétriques. La majorité des affleurements minéralisés présentent une texture massive ou rubanée (très dur, dense et magnétique), et sont parfois plissés. En surface, la minéralisation s'exprime sous forme de magnétite massive souvent altérée en limonite.

Les observations microscopiques montrent une paragenèse simple à magnétite (minéral principal), Hématite, martite, pyrite et des minéraux supergènes hydroxydes de fer. La magnétite est le minéral primaire qui se pseudomorphose en martite suivant les clivages et fissures.

On note trois générations d'hématite, la première génération est disséminée dans la roche ou souligne la schistosité et peut être synchrone à la magnétite. Les deux autres sont tardives. La pyrite recoupe nettement la magnétite, elle est également tardive.

On attribue l'origine des minerais à magnétite et hématite se présentant en couches dans les séries sédimentaires métamorphisées à l'action du métamorphisme régional, la magnétite résulte de même que l'hématite, de la déshydratation des hydroxydes de fer antérieurement formés dans les roches sédimentaires au cours des processus exogènes, mais en milieu réducteur (à l'abris de l'oxygène).

La minéralisation a magnétite est de nature ferrière selon Duparc et Ritter en 1898, cette dernière apparaît en deux bancs principaux dont l'épaisseur est de 6 à 8 m et encaisse dans les schistes cristallins.

**REFERENCES**  
**BIBLIOGRAPHIQUES**

## **Références bibliographiques :**

**AIT ALDJET. Y et SADAT. S (2018) Minéralisations ferrifères à magnétite et barytine de la région nord de Beni-Amrane mémoire master (56 Pages).**

**AKNOUCHE. A et BELKESSA. O. (2014). Etude géologique et géologique de la minéralisation de fer de Camérata. Mémoire master (67 pages).**

**BOUDALIF (2018) Étude géologique et géologique des minéralisations à Ba, Cu, Pb d'Ait Khelifa, Beni Amrane (Nord d'Algérie) mémoire master (48 pages)**

**BOSSIER G. et VAUCHEZ A. (1978). Déformation naturelle par cisaillement ductile d'un granite de grande Kabylie occidentale. Tectonophysiques 51 57-81.**

**BOSSIERE G. (1980 ,1971, 1974). Un complexe métamorphique polycyclique et sa blastomylonitisation, étude pétrologiques de la partie occidentale du massif de Grande Kabylie (Algérie). Thèse Univ., Nantes, 302 p.**

**DUPARC L. et RITTER E. (1898). Archives des sciences physique et naturelle : le minéral de fer d'Ain Oudrer (Algérie).**

**FICHEUR M. (1890). Les terrains éocènes de la Kabylie du Djurdjura.**

**GANI R. (1988). Etude pétro-structurale des massifs cristallins de Larbaa Nath Irathen et de Djemaa Saharidj (Grand Kabylie). Thèse Magister, Alger (139 pages).**

**HAMIS. A. (2001) Les gisements de fer sédimentaires un exemple : gisement de fer oolithique de Mecheri Abdelaziz.**

**HADDADEN. O et TALBLI.(1988). Géologie et minéralisation à magnétite-barytine dans les secteurs de Ain El-Hammam et tighzert, (grande Kabylie). Mémoire d'ingénieur d'état en géologie, (101 pages).**

**KOLLI O. (1997). Géologie et géologie des minéralisations à Ba-Pb-Zn-(Cu-Fe) du socle cristallin de Grande Kabylie évolution métallogénique au cours du cycle alpin. Thèse de doctorat d'état (205 pages).**

**KOLLI O. (2017). Geology and multistage mineralization in the Beni-Amrane's metamorphic massif (Algeria). 7th Asia Africa mineral resources conference, YANGON & MANDALAY. (Nov20-24), P40-45.**

**LOUNI.K.(1989). Etude structurale de la région de beni douala (socle cristallophyllien de grande Kabylie Algérie) mise en évidence de mouvements vers le NW. Thèse doctorat (147 pages).**

**OBAMA. E et Nnandong.N.(2012). Etude des minéralisations a barytine –fer du secteur Est de beni Akil (Sud de Beni Haoua, Dahra occidental algérois. Mémoire master (47 pages)**

**POPOV.A : les gisements de fer en Algérie (direction des mines et la géologie, Alger)**

**RAYMOND D. (1976). Evolution sédimentaire et tectonique du nord-ouest de la Grande Kabylie (Algérie) au cours du cycle alpin. Thèse de doctorat.**

**RAYMOND D. (1977). Structure et évolution alpine d'un segment interne de l'orogène maghrébin : Le Nord-Ouest de la Grande Kabylie (Algérie).**

**RAYMOND D. (1977). Structure et évolution alpine d'un segment interne de l'orogène maghrébin : le Nord-Ouest de la Grande Kabylie (Algérie) : Bull. Soc. Géol. France, (7), t. XIX, NO 4, p. 797-804.**

**Rapport d'ensemble inédit (1963). Gisement de fer de gara Djebilet. S.E.R.M.I, paros (64 pages)**

**Rapport BRMA inédit (1965). Minéralisation du Hoggar.**

**ROYER L. (1937). Les terrains cristallophylliens des massifs d'Alger et de la Grande Kabyle**

**SAADALLAH (1984) les terrains cristallophylliens de massifs d'Alger et de la grand Kabylie**

**THIEBAUT. J.** Etude géologique des terrains métamorphiques de la grandes Kabylie