

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



FACULTE DE DES SCIENCES BIOLOGIQUE ET AGRONOMIQUE  
DEPARTEMENT DES SCIENCES DE LA TERRE ET L'UNIVERS



Mémoire présenté pour l'obtention du diplôme de Master en science de la  
Terre et de l'Univers.

Option : Ressources Minérales et Environnement.

**Thème :**

**Contribution à l'étude géologique et gîtologique des albitophyres associés  
au socle kabyle de la série de Djebel Aissa Mimoun**

**(La région de Tizi-Ouzou)**

**Encadré par:**

**M<sup>me</sup> : IZRI.D**

**réalisé par :**

**M<sup>elle</sup> : BENDIF Drifa**

**M<sup>elle</sup> : BELDJILALI Hassina**

**Soutenu publiquement le : (03/07/2018) devant le jury composé de :**

**M<sup>er</sup> A. MAKHLOUF    Maître de conférences à UMMTO    Président**

**M<sup>er</sup> A. HAMIS    Maître assistant à UMMTO    Examineur**

**M<sup>me</sup> D. IZRI    Maître assistant à UMMTO    Promotrice**

**Promotion 2017/2018**

# **REMERCIEMENT**

## **Remerciements**

*Au terme de ce travail nous 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.*

*En premier lien nous tenons à remercier M<sup>me</sup> IZRI.D qui nous a permis de bénéficier de son encadrement et de sa patience durant tout le long de ce travail.*

*Nous tenons également à remercier très chaleureusement M<sup>r</sup> HAMIS.A de son précieux aide et de ses conseils, nous tenons également à remercier M<sup>me</sup> ABD AL RAHMANE, Monia, Mr ABIZAR pour leurs aides et leur patience avec nous.*

*Nos remerciements s'étendent également à tous nos enseignants durant tout le cursus.*

*Nos remerciements vont également aux membres du jury qui ont accepté d'examiner et d'évaluer notre travail.*

*Nos remerciements vont à tous nos camarades de 2<sup>eme</sup> année Master et tous les étudiants des sciences de la Terre, nous vous souhaitons à tous une bonne continuation.*

**MERCI**

## *Dédicace*

*Ce travail, et bien au-delà, je le dois à mes très chers parents qui m'ont fourni au quotidien un soutien et une confiance sans faille et de ce fait, je ne saurais exprimer ma gratitude seulement par des mots. Que dieu vous protège et vous garde.*

*A mes précieuses sœurs Safia et Malika les mots ne peuvent résumer ma reconnaissance et mon amour à votre égard.*

*A mes chers frères Boujamaa, Mohamad, Sofiane et Hacene que j'aime bien.*

*A mon beau-frère oncle Rabah.*

*A mes adorables nièces Amilia et Melyne.*

*A Drifa avec laquelle j'ai partagé ce travail.*

*Que toute personne m'ayant aidé de près ou de loin, trouve ici l'expression de ma reconnaissance.*

***BELDJILALI HASSINA***

## *Dédicace*

*Je dédie ce travail*

*A mon père qui n'a jamais cessé de m'encourager  
et me pousser à être toujours la meilleure.*

*A ma chère maman toutes mes joies et mes  
reconnaisances*

*A mes frères Hamza, Aghiles et Amar*

*A mes sœurs Yasmina et Nadia*

*A ma grand-mère et à toute ma grande famille*

*A Hassina avec qui j'ai partagé ce travail et à  
toutes mes amies*

***BENDIF Drifa***

# **LISTE DES FIGURES**

## Chapitre I : Généralité

<b>Figure .I.1</b>	<b>Localisation géographique de la wilaya de Tizi-Ouzou</b>	<b>2</b>
<b>Figure .I.2</b>	<b>Le schéma du réseau hydrographique de la wilaya de Tizi-Ouzou (source A.N.R.H.).</b>	<b>3</b>

## Chapitre II : Géologie Régionale

<b>Figure .II.1</b>	<b>Schéma structural de l'édifice alpin dans le cadre méditerranéen, d'après (Durand Delga, 1980), modifiée démontrant la position d'une coupe schématique en Algérie du nord. (A) : la grande Kabylie ; coupe A/atlas saharienne</b>	<b>5</b>
<b>Figure .II.2</b>	<b>L'orogène alpin péri-méditerranéen (d'après Durand-Delga, 1969)</b>	<b>6</b>
<b>Figure .II.3</b>	<b>Position des nappes de flysch par rapport aux unités de la chaîne des Maghrébides (Durand-Delga, 1969).</b>	<b>8</b>
<b>Figure .II.4</b>	<b>Hypothèse sur l'origine des flyschs kabyles</b>	<b>9</b>
<b>Figure .II.5</b>	<b>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)</b>	<b>11</b>
<b>Figure .II.6</b>	<b>Reconstitution paléogéographique des différents domaines des Maghrébides au Crétacé inférieur (d'après Bouillin, 1986)</b>	<b>12</b>
<b>Figure .II.7</b>	<b>Scénario dévolution de la Méditerranée Occidentale sur un transect NNO-SSE allant des Baléares à la plate-forme Saharienne (d'après Frizon de Lamotte et al, 2000)</b>	<b>13</b>

## Chapitre III : Géologie Locale

<b>Figure.III.1</b>	<b>Carte des unités géologiques de la Kabylie (Durand-Delga 1980)</b>	<b>17</b>
<b>Figure.III .2</b>	<b>Colonne synthétique des unités tectono-métamorphiques: (a) dans la région de Larbaa Nath Irathen (Gani, 1998), (b) dans la région d'Oued Ksari (Benkerrou, 1989).</b>	<b>19</b>
<b>Figure .III.3</b>	<b>Carte structurale Dellys-Tizi-Ouzou (Raymond Daniel, 1972)</b>	<b>21</b>
<b>Figure .III.4</b>	<b>Coupes tectoniques Dellys-Tizi-Ouzou 1/50000 (Raymond Daniel, 1972)</b>	<b>21</b>
<b>Figure .III.5</b>	<b>Carte schématique localisant l'activité magmatique cénozoïque en Grande Kabylie (El Azzouzi et al ,2014).</b>	<b>22</b>
<b>Figure .III.6</b>	<b>Coupe schématique de la Grande Kabylie et indication des principaux âges isotopiques (d'après Saadallah et al, 1996 modifié par Michard et al, 2006)</b>	<b>23</b>

## Chapitre IV : Géologie de secteur d'étude

<b>Figure .IV.1</b>	<b>Situation géographique de la zone étudiée ZE ; extrait Carte topographie de Tizi-Ouzou-31-NJ-IV-Ouest 1/25000</b>	<b>25</b>
<b>Figure .IV.2</b>	<b>Photographie d'un échantillon de micaschiste à biotite</b>	<b>27</b>
<b>Figure .IV.3</b>	<b>Photographie d'un affleurement de micaschiste à lentille de quartz d'exsudation</b>	<b>28</b>
<b>Figure .IV.4</b>	<b>Photographie des bancs de calcaire marbré</b>	<b>28</b>
<b>Figure .IV.5</b>	<b>Photographie d'un affleurement de pegmatite injectée par la</b>	<b>29</b>

	tourmaline	
<b>Figure. IV.5</b>	Photographie d'une pegmatite recoupe la schistosité	<b>30</b>
<b>Figure .IV.6</b>	Photographie montre l'affleurement des albitophyres dans le Paléozoïque	<b>31</b>
<b>Figure .IV.7</b>	Photographie montrant une discordance socle /couverture Et une autre discordance couverture/oligocène	<b>31</b>
<b>Figure .IV.8</b>	Levé géologique de la zone étudiée ZE ; sur Carte topographie de Tizi-Ouzou31-NJ-IV-Ouest Echelle : 1/25000	<b>32</b>
<b>Figure .IV.9</b>	Coupe schématique géologique du secteur d'étude (Agrandissement du levé géologique sur la carte topographie de Tizi-Ouzou-31-NJ-IV-Ouest 1/25000 31Ouest Echelle : (1/25000).	<b>33</b>
<b>Figure. IV.10</b>	Photographie montant un plan de schistosité N80° S	<b>35</b>
<b>Figure. IV.11</b>	Photographie d'un pli synclinal de N70° NNE-SSW	<b>35</b>
<b>Figure. IV.12</b>	Photographie montrant un pli synclinal de N70°	<b>36</b>
<b>Figure. IV.13</b>	Photographie d'une faille décrochante senestre Photographie d'une faille inverse	<b>37</b> <b>37</b>
<b>Figure .IV.14</b>	Photographie montrant une faille recoupant les pegmatites de direction N-S	<b>38</b>
<b>Figure .IV.15</b>	Schéma montrant une faille à composante senestre dans la formation des micaschistes	<b>38</b>
<b>Figure .IV.16</b>	Photographie de contact tectonique et une discordance socle ancien/couverture paléozoïque de direction N70°	<b>39</b>
<b>Figure .IV.17</b>	Photographie montrant le contact micaschiste/pegmatite dans le socle ancien de direction N55°	<b>39</b>
<b>Figure .IV.18</b>	Photographie montrant des diaclases de direction N-S dans les micaschistes	<b>40</b>
<b>Figure .IV.19</b>	Log lithostratigraphie du secteur d'étude	<b>41</b>
<b>Chapitre V : étude pétrographique</b>		
<b>Figure .V.1</b>	Photographie d'un échantillon de calcaire cristallin	<b>43</b>
<b>Figure .V.2</b>	Photographie des schiste montrant une lentille de quartz d'exsudation	<b>43</b>
<b>Figure .V.3</b>	Photographie d'un échantillon de schiste mantrant la minéralisation	<b>44</b>
<b>Figure .V.4</b>	Photographie d'un micaschiste minéralisé	<b>44</b>
<b>Figure .V.5</b>	Photographie d'un échantillon de pegmatite	<b>45</b>
<b>Figure .V.6</b>	Photographie d'un échantillon d'amphibolite	<b>45</b>
<b>Figure .V.7</b>	photographie d'un échantillon d'albitophyre	<b>46</b>
<b>Figure .V.8</b>	Microphotographie d'un marbre montrant la calcite et la phlogopite(en LPA× 10)	<b>47</b>
<b>Figure .V.9</b>	Microphotographie d'un marbre avec la présence de la sphalérite en remplissage de fracture(en LPA× 10)	<b>48</b>
<b>Figure .V.10</b>	Microphotographie d'un marbre avec un filon minéralisé(en LPA× 10)	<b>48</b>
<b>Figure .V.11</b>	Microphotographie d'un marbre à minéralisation Pb-Zn(en LPA× 10)	<b>48</b>
<b>Figure .V.12</b>	Microphotographie d'un marbre à sphalérite en remplacement	<b>48</b>

	suivant les limites des cristaux de la calcite(en LPA× 10)	
<b>Figure .V.12</b>	Microphotographie d'une pegmatite à tourmaline et à sphalérite en remplissage de fracture(en LPA× 10)	<b>49</b>
<b>Figure .V.13</b>	Microphotographie d'une pegmatite à minéraux opaques bien caractérisés par le système cubique (en LPA G×40).	<b>50</b>
<b>Figure .V.14</b>	Microphotographie d'une séricito-schiste (en LPA× 10)	<b>51</b>
<b>Figure .V.15</b>	Microphotographie d'un micaschiste (en LPA× 10)	<b>52</b>
<b>Figure .V.16</b>	Microphotographie montrant la composition minéralogique des amphibolites(en LPA G× 10)	<b>53</b>
<b>Figure .V.17</b>	Mesure de l'angle d'extinction des plagioclases des Albitophyres	<b>54</b>
<b>Figure V.18</b>	Mesure de l'angle d'extinction des plagioclases des Albitophyres	<b>56</b>
<b>Figure .V.19</b>	Microphotographie montrant les minéraux orientés suivant un plan de schistosité dans les albitophyres (en LPA G×10)	<b>57</b>
<b>Figure .V.20</b>	Microphotographie montrant les oxydes de fer, disséminés et de remplissage de fracture dans les albitophyres (en LPA G× 10)	<b>57</b>
<b>Figure .V.21</b>	Microphotographie montrant deux calcites qui se recoupent dans les albitophyre (en LPA G×10)	<b>58</b>

#### Chapitre VI: étude gîtologique

<b>Figure .VI.1</b>	Photographie d'une section polie d'un échantillon de marbre minéralisé en galène	<b>59</b>
<b>Figure .VI.2</b>	Photographie d'une section polie d'un calcaire cristallin (marbre) minéralisé en blende (sphalérite)	<b>60</b>
<b>Figure .VI.3</b>	Photographie d'une section polie montrant la sphalérite disséminée	<b>60</b>
<b>Figure .VI.4</b>	Photographie d'une section polie montrant la sphalérite disséminée	<b>60</b>
<b>Figure .VI.5</b>	Microphotographie montrant l'association de la galène et la sphalérite dans les marbres	<b>61</b>
<b>Figure .VI.6</b>	Microphotographie montrant les arrachements triangulaires de la galène dans les marbres	<b>61</b>
<b>Figure .VI.7</b>	Microphotographie montrant la pyrite automorphe dans les marbres	<b>62</b>
<b>Figure .VI.8</b>	Microphotographie montrant l'association de la galène, la sphalérite et la pyrite dans les marbres	<b>62</b>
<b>Figure .VI.9</b>	Tableau paragénetique de la succession de la minéralisation à Pb/Zn	<b>63</b>
<b>Figure .VI.10</b>	Photographie d'un micaschiste montrant la minéralisation en chalcopryrite et cuivre gris	<b>64</b>
<b>Figure .VI.11</b>	Photographie d'une amphibolite montrant la minéralisation en chalcopryrite et pyrite.	<b>65</b>
<b>Figure .VI.12</b>	Macrophotographie d'un albitophyre montrant la minéralisation en chalcopryrite	<b>65</b>
<b>Figure .VI.13</b>	Microphotographie montrant une plage de pyrite dans (LPA G10) (Dans les amphibolites)	<b>66</b>
<b>Figure .VI.14</b>	Microphotographie montrant l'association minérale suivante :	<b>66</b>

	pyrite, chalcopyrite, marcassite dans (LPAG10) (Dans les amphibolites)	
<b>Figure .VI.15</b>	Microphotographie montrant la pyrite en remplissage (LPAG10) (Dans les amphibolites)	<b>67</b>
<b>Figure .VI.16</b>	Microphotographie montrant l'association de la pyrite, chalcopyrite et marcassite (LPAG10) (Dans les amphibolites)	<b>67</b>
<b>Figure .VI.17</b>	Microphotographie montrant la chalcopyrite associée à la marcassite (LPAG10) (Dans les amphibolites)	<b>67</b>
<b>Figure .VI.18</b>	Microphotographie montrant une chalcopyrite fissurale et la marcassite associée à la pyrite(LPAG10) (Dans les amphibolites)	<b>67</b>
<b>Figure .VI.19</b>	Microphotographie montrant l'association pyrite/chalcopyrite (LPA G10) (Dans les amphibolites)	<b>68</b>
<b>Figure .VI.20</b>	Microphotographie montrant la chalcopyrite en cas d'exsolution (LPAG50) (Dans les amphibolites)	<b>68</b>
<b>Figure .VI.21</b>	Microphotographie montrant la chalcopyrite en cas d'inclusion solide (LPAG50) (Dans les amphibolites)	<b>69</b>
<b>Figure .VI.22</b>	Microphotographie d'un micaschiste montrant l'association minérale ( chalcopyrite,cu gris, malachite et azurite)(LPA G*10) (Dans les micaschistes)	<b>70</b>
<b>Figure .VI.23</b>	Microphotographie montrant la pyrite et la chalcopyrite disséminées dans les albitophyres (LPAG10)	<b>70</b>
<b>Figure .VI.24</b>	Microphotographie montrant la pyrite fissurale dans les albitophyres (LPAG10)	<b>70</b>
<b>Figure .VI.25</b>	Photographie montrant une veinule de molybdénite encaissée dans les pegmatites	<b>71</b>
<b>Figure .VI.26</b>	Microphotographie montrant des cristaux xénomorphes de molybdène (LPAG 10)	<b>71</b>
<b>Figure .VI.27</b>	microphotographie montrant une veinule de molybdène (LPAG 10)	<b>71</b>
<b>Figure .VI.28</b>	Tableau paragénetique de succession de la minéralisation à cuivre	<b>72</b>

## La liste des Abréviations

N : Nord

S: Sud

E: Est

W: West

NE-SW : Nord Est- Sud Ouest

SAB N : Sidi Ali Bou Nab

OMK : Oligo-Miocène-Kabyle

ZN : Zone d'étude

° : degré

Mix Opq : minéraux opaques

Cal: Calcite

Sph: Sphalérite

Qtz: Quartz

Pla : plagioclase

Orth : orthose

Tour : Tourmaline

Mus : Muscovite

Bt : Biotite

Amph :Amphibolite

Py :Pyrite

Chp : Chalcopyrite

Gal : Galène

Cu : Cuivre

Mal : Malachite

Azu : Azurite

Mo : molybdène

Mar : marcassite

LPA: Lumière polarise analysée

LPNA: lumière polarise non analysée

S<sub>1</sub> S<sub>2</sub> : schistosité

G : grossissement

LNI : Larbaa Nath Irathen

## TABLE DES MATIERES

Remerciements .....	
Dédicace.....	
Listes de figures.....	
Abréviations.....	
Résumé.....	

### CHAPITRE I : GENERALITES

I.1	Introduction.....	1
I.2	But du travail .....	1
I.3	Méthodologie .....	1
I.4	Situation géographique de la région .....	2
I.5	Climat et végétation.....	2
I.6	Hydrogéologie et Hydrologie.....	3
I.7	Historique des travaux. ....	4
	➤ Travaux anciens .....	4
	➤ Travaux géologiques relativement récents.....	4
	➤ Travaux miniers .....	4

### CHAPITRE II : GEOLOGIE REGIONALE

II.1	Introduction... ..	5
II.2	Cadre lithostratigraphique.....	6
II.2.A	Domaine interne.....	6
	1. Socle kabyle.....	6
	2. La dorsale kabyle (la chaîne calcaire).....	7
	❖ Dorsale interne.....	7
	❖ Dorsale médiane.....	7
	❖ Dorsale externe .....	7
II.2.B	Le domaine des flyschs.....	7
	1. Le flysch mauritanien .....	8
	2. Le flysch massylien .....	8
	3. Le flysch numidien .....	8
II.2.C	Domaine externe.....	9
	1. Les séries Telliennes.....	9
	2. Les séries de l'avant pays.....	10

<b>II.3</b>	<b>Evolution géodynamique des Maghrébides.....</b>	<b>11</b>
II.3.1	Tectonique.....	11
II.3.2	Tectonique récente.....	12
II.3.3	Magmatisme.....	13
II.3.4	Le métamorphisme.....	15
II.3.5	L'âge du métamorphisme.....	15

### **CHAPITRE III : GEOLOGIE LOCALE**

<b>III.1</b>	<b>Introduction.....</b>	<b>16</b>
<b>III.2</b>	<b>Les unités tectono-métamorphiques de socle cristallin de la grande Kabylie.....</b>	<b>17</b>
a.	Les gneiss œillets inférieurs.....	17
b.	Les marbres à minéraux.....	17
c.	Les paragneiss.....	18
d.	Les intrusions alpo-pégmatitiques et granitiques.....	18
e.	Les unités de SABN.....	18
f.	Les gneiss œillets supérieurs.....	18
g.	Les micaschistes.....	18
h.	Les schistes satinés.....	18
i.	Le paléozoïque.....	18
<b>III.3</b>	<b>Tectonique.....</b>	<b>20</b>
<b>III.4</b>	<b>Le magmatisme.....</b>	<b>21</b>
<b>III.5</b>	<b>Métamorphisme.....</b>	<b>22</b>
A.	Métamorphisme général.....	22
B.	Métamorphisme de contact.....	23
C.	Métamorphisme blastomylonitique.....	23
D.	L'âge de métamorphisme.....	23

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

<b>IV.1</b>	<b>Introduction .....</b>	<b>24</b>
<b>IV.2</b>	<b>Situation géographique.....</b>	<b>25</b>
<b>IV.3</b>	<b>Lithologie du secteur d'étude.....</b>	<b>27</b>
<b>IV.3.1</b>	<b>Le socle ancien.....</b>	<b>27</b>
A.	Les formations métamorphiques.....	27
❖	Les schistes satinés.....	27
❖	Les micaschistes.....	27
❖	Les marbres.....	28
❖	Les amphibolites.....	29
B.	Les formations magmatiques.....	29

❖ Les pegmatites.....	29
VI.3.2 Paléozoïque du secteur d'étude.....	30
❖ Les albitophyres.....	30
VI.4 Tectonique.....	32
VI.4.1 Introduction.....	32
➤ La phase hercynienne.....	32
➤ La phase tardi-hercynienne.....	32
➤ La phase alpine.....	32
VI.4.2 Tectonique souple.....	32
A. Déformation D <sub>1</sub> (à l'échelle de l'affleurement).....	32
➤ La schistosité.....	33
➤ Plissement.....	33
B. Déformation D <sub>2</sub> .....	34
VI.4.3 Tectonique cassante.....	35
VI.5 Conclusion.....	42

## CHAPITRE V : ETUDE PETROGRAPHIQUE

V.1 Description macroscopique des facies .....	43
a. Les calcaires cristallins (marbre).....	43
b. Les schistes.....	43
c. Les micaschistes.....	44
d. Les pegmatites.....	44
e. Les amphibolites.....	45
f. Les albitophyres.....	46
V.2 Etude microscopique.....	47
a. Les marbres.....	47
b. Les pegmatites.....	49
c. Les schistes.....	51
d. Les micaschistes.....	52
e. Les amphibolites.....	53
f. Albitophyres.....	54
1. Introduction .....	54
2. Définition .....	54
3. Les modes de formation des Albitophyres .....	54
4. La classification des albitophyres .....	55

## CHAPITRE VI : ETUDE GITOLOGIQUE

<b>VI.1 Introduction.....</b>	<b>59</b>
<b>VI.2 Présentation des minéralisations.....</b>	<b>59</b>
<b>VI.2.1 La minéralisation à Pb-Zn encaissée dans les calcaires     cristallins (les marbres).....</b>	<b>60</b>
A. Etude texturale.....	60
B. Description microscopique.....	61
C. Succession para-génétique de l'indice de Pb-Zn.....	62
<b>VI.2.2 La minéralisation à cuivre (Cu) .....</b>	<b>64</b>
+ La minéralisation encaissée dans les micaschistes.....	64
+ La minéralisation encaissée dans les pegmatites.....	64
+ La minéralisation encaissée dans les amphibolites.....	65
+ La minéralisation encaissée dans les albitophyres.....	65
<b>VI.3 Description microscopique.....</b>	<b>66</b>
<b>VI.4 Minéralisation à molybdénite.....</b>	<b>71</b>
<b>VI.5 La succession para génétique.....</b>	<b>72</b>
<b>VI.6 Conclusion .....</b>	<b>.73</b>
<b>Conclusion générale.....</b>	<b>.74</b>

## Résumé

Le massif de grande Kabylie fait partie du domaine interne de la chaîne alpine nord-africaine. Il est structuré durant deux grandes phases orogéniques :

- La phase hercynienne
- La phase alpine

Ce massif est constitué de deux grands ensembles tectono-métamorphiques :

- Un ensemble métamorphique ancien antécambrien
- Un ensemble peu ou pas métamorphique d'âge Paléozoïque.

Ces deux ensembles sont traversés par des corps magmatiques distincts, dont le premier est traversé par des pegmatites et le deuxième par des albitophyres qui sont l'objet de cette étude.

Les roches métamorphiques qui constituent le secteur d'étude sont : des micaschistes, schistes satinés, amphibolites, et des marbres quant aux roches magmatiques on note les pegmatites et les albitophyres qui ont aussi subi un métamorphisme.

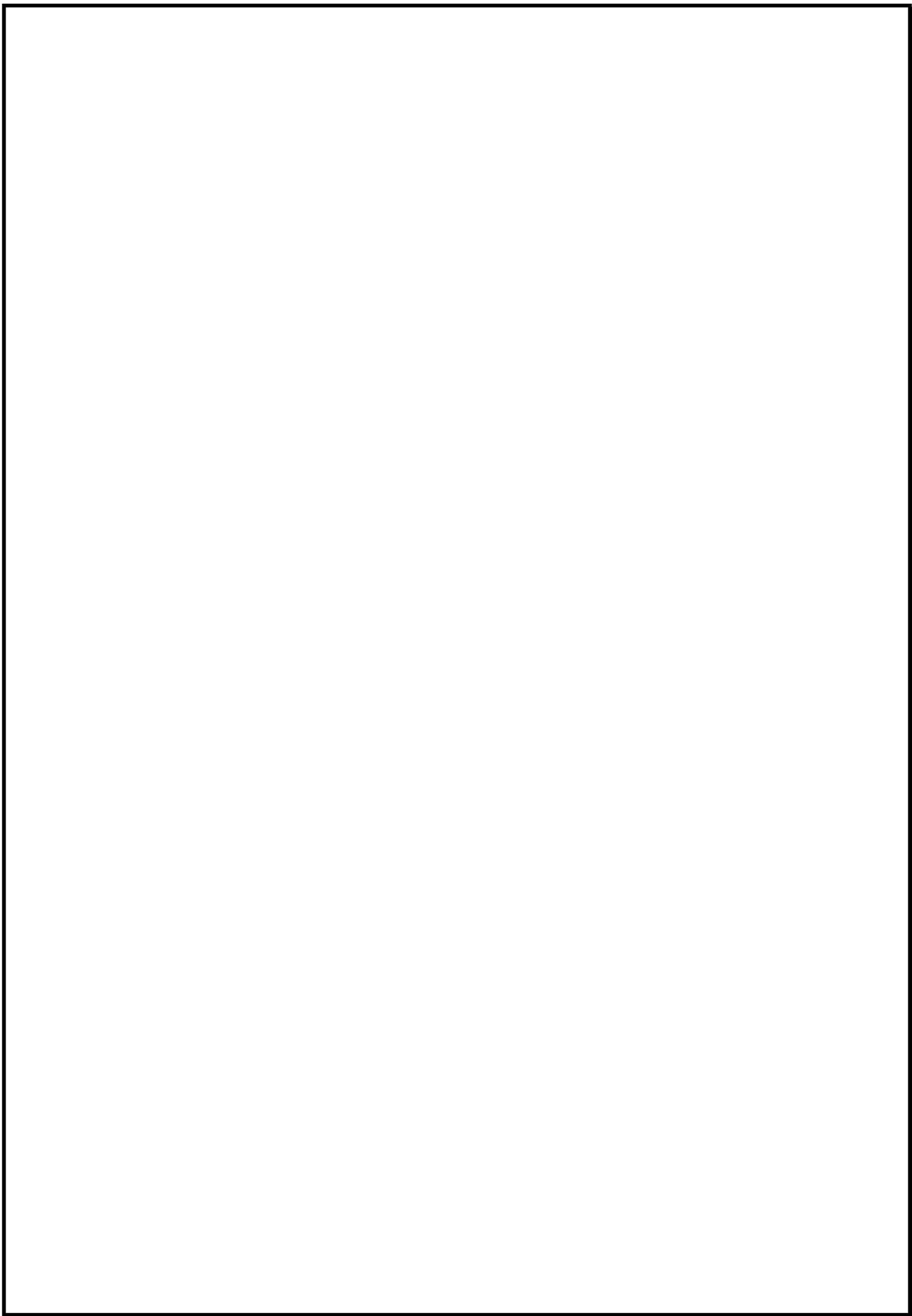
L'analyse structurale montre l'existence d'une tectonique cassante matérialisée par des failles orientées d'une direction générale ENE-WSW, et une tectonique souple matérialisée par des plis à axe N55 à N74.

Dans le secteur d'étude on note la présence des minéralisations suivantes :

- Une minéralisation plombo-zincifère encaissée dans les calcaires cristallins (marbres).
- Une minéralisation à cuivre encaissée dans les pegmatites, amphibolites ; micaschistes et dans les albitophyres.

La minéralisation dans les albitophyres se présente sous forme de disséminations ou dans les fractures ; elle s'exprime par pyrite et chalcopyrite.

- Une minéralisation à molybdénite encaissée dans les pegmatites



# CHAPITRE I

# GENERALITE

**I.1 Introduction :**

Le massif montagneux du djebel Aissa Mimoun fait partie de l'ensemble géologique de la Grande Kabylie, il est constitué d'un socle cristallophyllien. Il est caractérisé par deux unités géologiques distinctes : un socle métamorphique et une couverture. Et aussi il est marqué par la présence des manifestations du magmatisme qui résultent la formation des albitophyres. Ce mémoire consiste à étudier les minéralisations liées aux albitophyres associées au socle kabyle

**I.2 But de travail :**

Ce mémoire consiste à étudier les minéralisations liées aux albitophyres associées au socle kabyle dans le massif de djebel Aissa Mimoun dans la région de TIZI-OUZOU.

**I.3 Méthodologie :**

La méthodologie à suivre consiste à :

Une recherche bibliographique : consultation des documents et acquisition des données

Des travaux de terrain : prendre des coordonnées géographiques, mesurer les directions, pendages des couches, des failles et des plis et schistosité.

Un échantillonnage.

Des travaux de laboratoire : description macroscopiques des échantillons, réalisations des lames minces et des sections polie afin de réaliser une étude pétrographique et gîtologique.

Ce mémoire sera structuré en six chapitres : chapitre I : généralités, chapitre II : Géologie régionale, chapitre III : géologie locale, chapitre IV : géologie du secteur d'étude, chapitre V : étude pétrographique, chapitre VI: étude gîtologique et chapitre VII : conclusion générale

#### I.4 Situation géographique de la région :

La wilaya de Tizi-Ouzou se situe à environ 100 km à l'Est d'Alger. Elle est limitée au Nord par la mer Méditerranée, à l'Est par la wilaya de Bejaia, à l'Ouest par Boumerdes et au Sud par la wilaya de Bouira. La géomorphologie de la région est représentée par un ensemble de montagnes plus ou moins érodées et aux sommets dentelés. Vers le nord, les montagnes ont une altitude moyennes, tels que le Djebel Aïssa Mimoun (800 m) ; le djebel Tamgout (1278 m) ; djebel Azzoura (1084 m) et le djebel Toukra (1465 m). Vers le sud les montagnes sont caractérisées par des altitudes très élevées, LallaKhedidja (2308m).

Le terrain d'étude se localise à 4 km de NE de la ville de Tizi-Ouzou en Algérie, il s'étend sur une quinzaine de kilomètres de longueur et quatre kilomètres de largeur, suivant un axe SSW-ENE de Bou Khalfa à Tikoubaine avec un climat méditerranéen et une pluviométrie très importante, riche en couverture végétale. Il est séparé suivant une ligne NW-SE par l'oued Sebaou du massif forestière de Belloua. Le massif montagneux du djebel Aïssa Mimoun a comme coordonnées géographique ( $4^{\circ}04'55,44''$ ) de longitude Est et ( $36^{\circ}44'10,25$ ) de latitude Nord (**Figure .I.1**)

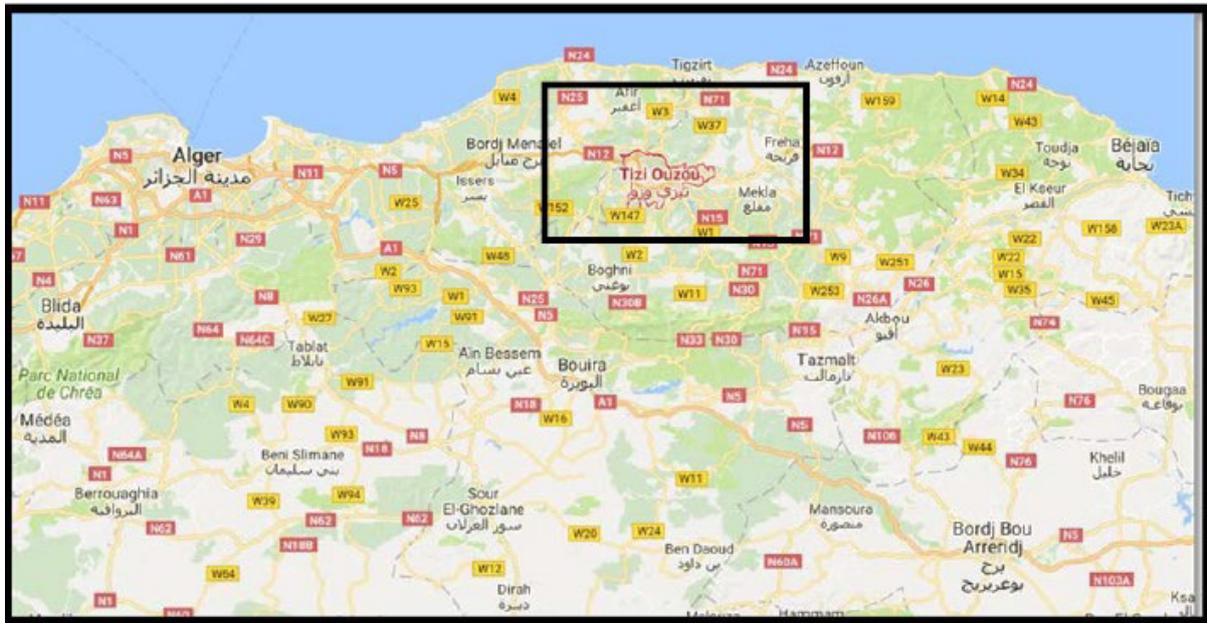


Figure .I.1 : Localisation géographique de la wilaya de Tizi-Ouzou

#### I.5 Climat et végétation :

Le climat de la région de Tizi-Ouzou relève du climat méditerranéen, donc caractérisé par une saison froide à pluviométrie importante et une saison chaude et sèche. La région est marquée par des précipitations, qui se présentent surtout sous forme d'averses avec une moyenne annuelle de 735.89 mm. Le maximum est enregistré au mois de janvier (142 mm) et le minimum en juillet (2.28mm). Sur le littoral les pluies sont moyennement abondantes alors que dans le sud, la pluviométrie est plus intense à cause de l'influence de l'orographie. La saison des pluies s'étend d'Octobre à Mai. Les températures montrent que le mois le plus chaud est le mois de juillet où l'on enregistre une moyenne mensuelle de  $32.02\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Les minimales sont enregistrées pour le mois de janvier et février respectivement  $10\text{ }^{\circ}\text{C}$  et  $11.74\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Les vents dominants viennent de l'Ouest et du Nord-Ouest ; les vents du matin



**I.7 Historique des travaux :****➤ Travaux anciens :**

Les études géologiques dans la Kabylie ont débuté au 19<sup>ème</sup> siècle :

- Constitution géologiques des montagnes Kabyles, Apéron 1867.
- Etudes géologiques réalisées dans la Kabylie, L. Ville, 1868.
- Description géologiques dans la Kabylie du Djurdjura, E. Ficheur, 1890
- En 1956, P. Murarour présente une étude stratigraphique et sédimentologique de la basse Kabylie.
- De 1925 à 1948, J. Flandrin s'occupe du levé géologique au 1/25 000 sur le territoire du Djurdjura (Feuille 66 et 67).

**➤ Travaux géologiques relativement récents :**

Parmi les travaux géophysiques réalisés, il faut noter les levés aéro-magnétiques et aéro-radiométriques réalisés sur tout le territoire algérien par la firme « AEROSERVICE CORPORATION » de 1971 à 1974.

- J.P Gelard élabore, en 1979, une étude sur la géologie du nord-est de la grande Kabylie.
- Les études géologiques, pétrographiques et géologiques ont été réalisés par Raymond D. (1976), Bossière.J (1980),
- Touahri Belkacem (1987) : Géochimie et métallogénie, minéralisation à plomb et zinc du nord de l'Algérie.
- Saadallah.A (1992), Kolli.O (1997) et Naak.F (2010) dans le cadre de présentation de leurs thèses de doctorats ainsi que la publication de plusieurs articles concernant des études de datation et tectoniques.

**➤ Travaux miniers :**

Travaux de recherche et prospection des substances utiles, (ERM ORGM.UREG/ENDMC).

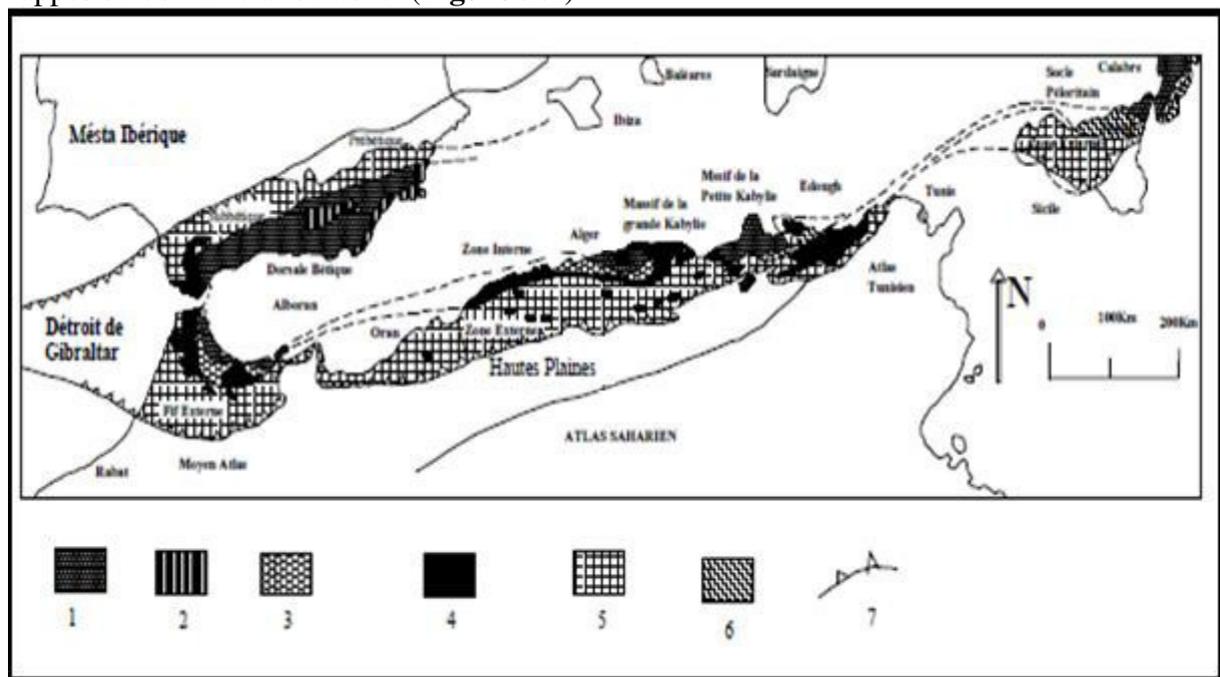
**CHAPITRE II**  
**GEOLOGIE**  
**REGIONALE**

## II.1 Introduction :

La chaîne alpine d'Afrique du Nord ou chaîne des Maghrébides fait partie de l'orogène alpin périméditerranéen (Durand-Delga, 1969) d'âge Tertiaire qui s'étend de l'Ouest à l'Est sur 2000 km depuis l'Espagne du Sud à l'arc calabro-sicilien (figure 1).

Dans ce domaine en forme d'anneau très aplati, on distingue classiquement les zones internes, situées à l'intérieur de l'anneau et représentées aujourd'hui par différents massifs, dispersés le long de la côte méditerranéenne et les zones externes situées à sa périphérie.

Le domaine de la chaîne des Maghrébides a connu des phases de déformations méso-cénozoïques aboutissant à la mise en place de nappes de charriages. C'est le domaine des nappes ou domaine allochtone. (**Figure .I.1**)



**Figure .I.1 :** Schéma structural de l'édifice alpin dans le cadre méditerranéen, d'après (Durand Delga, 1980), modifiée démontrant la position d'une coupe schématique en Algérie du nord.

### Légende:

1. massifs Anciens bético\_rifain, Kabylie, Péloritain et Calabrais.
2. Nevado- filabrides (Andalousie) : Paléozoïque et Permo-Trias soumis au métamorphisme alpin.
3. Dorsale calcaire (bétique, rifaine Kabyle à matériel mésozoïque, écaillé.
4. Flyschs (Crétacé et Paléocène) allochtones.
5. Rif externe, Tell algérien (Mésozoïque et Tertiaire).
6. Massif ancien externe (Edough).
7. Front des ensembles charriés

## II.2 Cadre lithostratigraphique :

En Algérie du Nord, l'orogène maghrébin est structuré en trois grands domaines : le domaine interne au Nord, le domaine des flyschs, le domaine externe au Sud, (Durand Delga et Frontboté, 1980). (**Figure. II.2**)

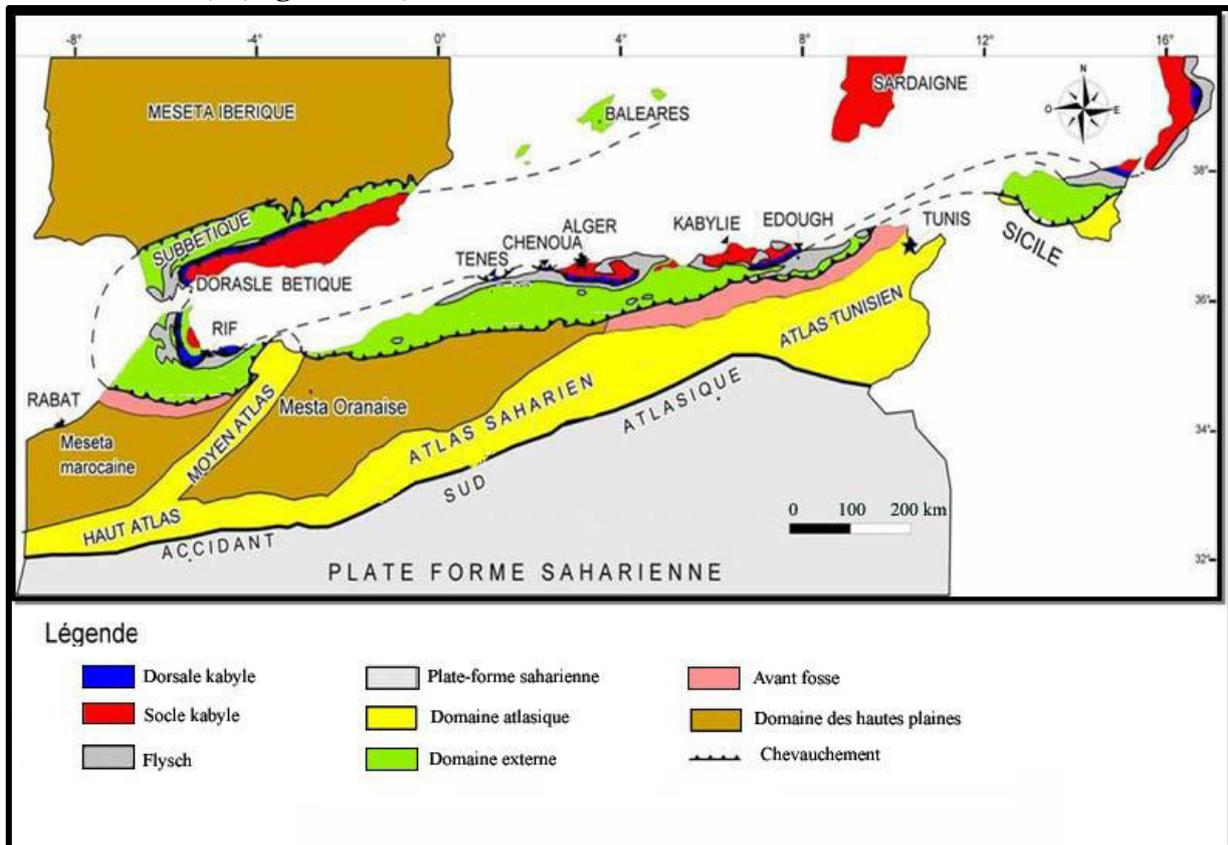


Figure. II.2 : L'orogène alpin péri-méditerranéen (d'après Durand-Delga, 1969)

**II.2.A Domaine interne :** il regroupe les massifs à matériel antécambrien et paléozoïque, c'est le socle kabyle et une couverture calcaire (L. Glangeaud 1932) appelé par la suite <dorsale kabyle> par G.F. Raoult (1974).

1. **Socle kabyle :** on le rencontre dans deux séries d'affleurements : au Nord, les massifs de la grande et la petite Kabylie, plus au Sud, le substratum de la dorsale. Il comprendrait les termes suivants :
  - Un ensemble cristallin profond composé de quartzites, granulites (Bouillin et al 1976).
  - Des gneiss présentent des intercalations de quartzites, d'amphibolites et de marbre.
  - Des phyllades ayant subi un métamorphisme de basse pression avec une zone inférieure à biotite et une zone supérieure à chlorite.
  - Une ensemble essentiellement sédimentaire paléozoïque débutant au Cambrien (Baudélot et Géry ; 1979) et atteignant le Carbonifère.

Il est aussi attribué par trois ensembles lithologiques (benabbas C ; 2006) :

- ✓ Un ensemble cristallophyllien inférieur formé de gneiss à intercalations par fois puissantes de marbre et d'amphibolites.
- ✓ Un ensemble pou métamorphique supérieur comporte < des schistes satinés ou phyllades, des méta grés et des porphyroïdes ouillés>.

- ✓ La couverture sédimentaire paléozoïque du socle cristallin, peu ou pas métamorphique dont les séries des termes de l'Ordovicien, du Silurien, du Dévonien, aussi que du carbonifère inférieur.

Le socle est par endroit recouvert en discordance par des dépôts détritiques (principalement des molasses conglomératiques) d'âge Oligocène supérieur Miocène inférieur appelé Oligo-Miocène Kabyle. Il est bordé au Sud par les unités méso-cénozoïques de la dorsale Kabyle autrement dites la chaîne calcaire à cause de l'importance du Jurassique calcaire.

Les massifs du domaine interne ont donc constitué une zone haute de la fin du Paléozoïque à l'Oligocène supérieur.

2. **La dorsale kabyle (la chaîne calcaire) :** la dorsale kabyle ou la chaîne calcaire est située au Sud du socle, elle est étudiée en détail dans sa partie orientale par J.F.Raoult(1969) ; J.M.Vila (1980) ; Durand-Delga M(1969). C'est une zone étroite discontinue qui caractérise l'axe interne de l'orogène nord-algérienne, elle est subdivisée en trois unités :
  - ❖ **Dorsale interne :** sur un substratum continue de phyllades et de rares affleurements paléozoïques existent :
    - Un Périmo-Trias gréseux rouge
    - Un Lias carbonaté
    - Un Jurassique et supérieur et un Crétacé carbonatés noduleux comportant d'importantes lacunes et d'épaisseur réduite.
    - Un Tertiaire transgressif d'abord néritique jusqu'au Lutétien.
    - Un Oligo-Miocène gréseux et micacé.
  - ❖ **Dorsale médiane :** elle correspond à une série condensée continue du Crétacé inférieur à l'Eocène avec des facies marneux et calcaire-marneux pélagiques. Son substratum est analogue à celui de la dorsale interne.
  - ❖ **Dorsale externe :** définie par :
    - Un lias particulier souvent à Ammonites et Rhynchonelles.
    - Une série conglomératique du Dogger-Malm, qui se termine par des Radiolarites gréseuse du Crétacé inférieur et conglomératique du Sénonien au Lutétien.

La dorsale correspond à un ensemble de lame et d'écaillés empilées qui sont chevauchées au nord par le socle Kabyle.

**II.2.B Le domaine des flyschs :** la complexité structurale de la zone des flyschs ainsi que la pauvreté de celle-ci en fossiles, ils ont été pendant longtemps mal connus. (D'après Durand-Delga, 1969) (Figure. II.3)

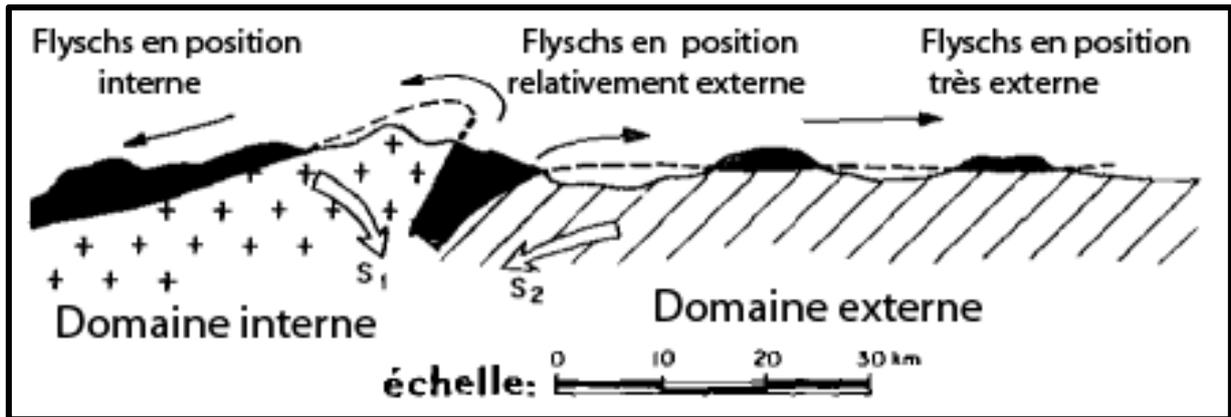


Figure. II.3: Position des nappes de flysch par rapport aux unités de la chaîne des Maghrébides (Durand-Delga, 1969).

1. **Le flysch mauritanien** : comporte :
  - Un flysch calcaire Néocomien à radiolarites attribuées au Jurassique terminal
  - Un flysch à gros bancs des grés (schisto-gréseux) d'âge Crétacé inférieur (Néocomien à Albien) c'est le flysch de type Guerrouch.
  - Un flysch cénomanien conglomératique à bande silicifiées blanches très caractéristique suivie d'une série d'âge Sénonien à Lutétien supérieur plus ou moins conglomératique.
  - Au-dessus se dépose durant l'Oligocène une série grés-micacée puissante débutant par un flysch à micro-brèche et atteignant le passage Stampien-Aquitainien.
2. **Le flysch massylien** : (Bouillin 1977 ; Lahandère 1987) le flysch massylien comporte de bas en haut :
  - ✓ Un Néocomien de calcaire sableux et des argiles sur 10 m d'épaisseur.
  - ✓ Un Albo-Aptien (300 m) pélito-quartzeux où dominent les couleurs vertes ; surmonté par un Vraconien épais de quelque mètres de calcaire fins jaunâtre.
  - ✓ Un Cénomanien et un Turonien sur 20 m d'épaisseur à phanites noirs et blancs localement remplacées par des brèches polychromes (J.F.Raoult 1974).
  - ✓ Un ensemble flyschoidemarno-microbrèche où l'on date tous les étages du Sénonien et qui peut dépasser 200 m d'épaisseur.

Des formations tertiaire aujourd'hui décalées et repoussées où sud comprennent des argiles vertes et des niveaux de silixite. Cet ensemble atteint l'Oligocène inférieur.

3. **Le flysch numidien** : ce terme a été proposé par E.Ficheur (1890) pour désigner la trilogie suivante :
  - ✓ Des argiles versicolores à tubotomaculum dite argiles sous-numidiennes.
  - ✓ Des bancs de grés épais à grains hétérogènes.
  - ✓ Des argiles, marnes et silixites appelé supra-numidiennes.

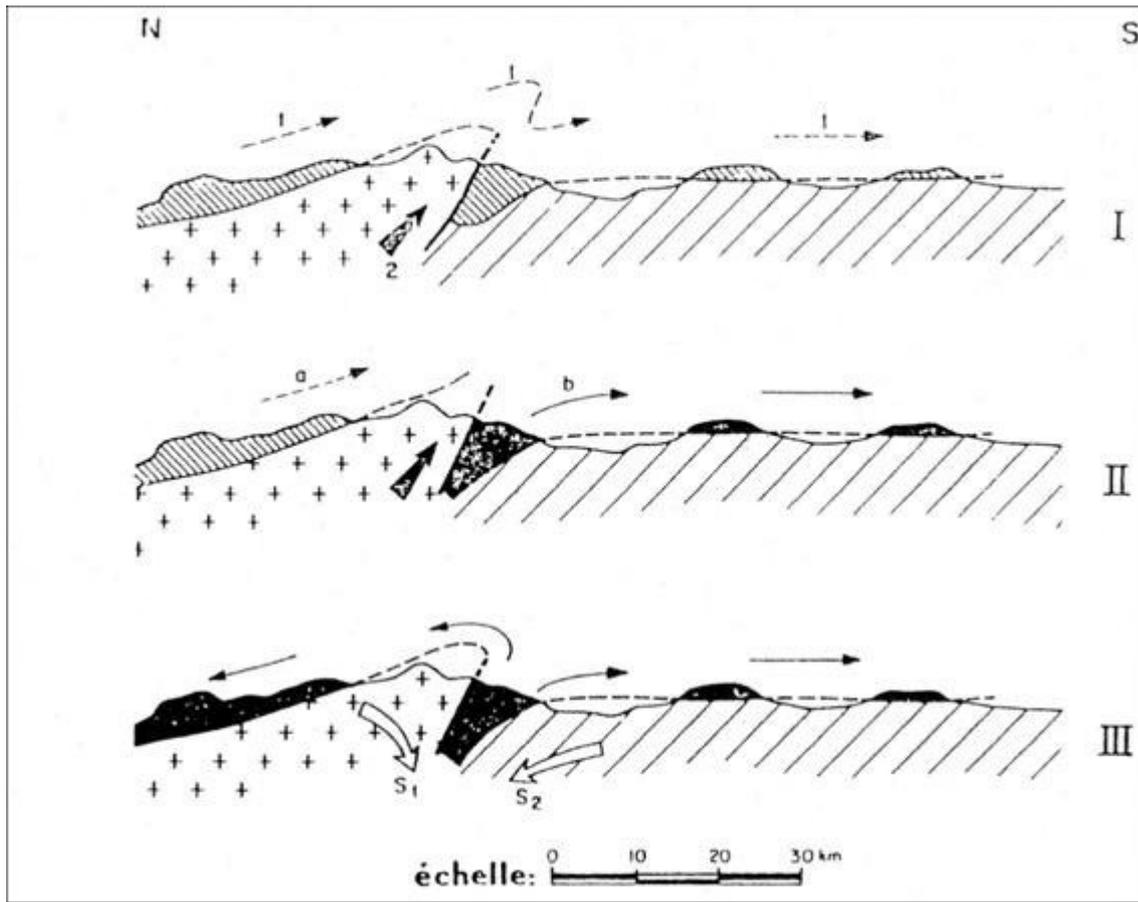


Figure. II.4 : Hypothèse sur l'origine des flysch kabyle

Hypothèses sur l'origine des flyschs kabyles.  
 I, origine ultra-kabyle (1, glissement des flyschs ; 2, cisaillement ultérieur du bâti kabyle).  
 II, origine mixte (a, flyschs d'origine nord-kabyle ; b, flyschs d'origine sud-kabyle).  
 III, origine infra-kabyle (S 1, sous-charriage du socle kabyle ; S 2, sous-charriage du socle africain ; flèches, extravasion des flyschs vers le Nord et vers le Sud).

**II.2.C Domaine externe :** Ce domaine correspond à la marge de la Téthys du côté de la plaque africaine. En Algérie, ce dernier représente les zones telliennes. Il rassemble plusieurs séries à matériel marneux largement chevauchantes sur la plate-forme Africaine. Ce domaine peut se subdiviser en deux grands types de séries :

- Les séries telliennes
- Les séries de l'avant pays

1. **Les séries Telliennes :** Ce sont des séries très épaisses à dominante marneuse issue du sillon Tellien (Vila J.M., 1980), ces séries ont été découpées par les phases tectoniques tertiaires en trois grandes entités, dont les limites suivent à peu près les lignes

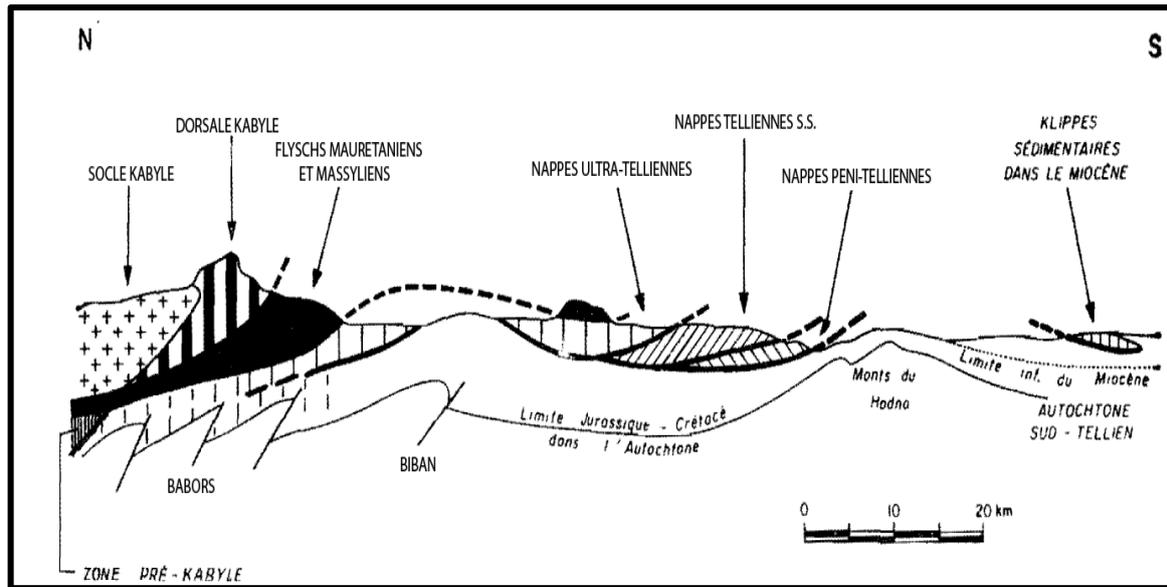
paléogéographiques du Crétacé, du Paléocène et de l'Eocène (Benabbas C., 2006). Selon (Vila J.M., 1980) ces séries sont subdivisées du nord au sud en trois unités:

- Unités ultra telliennes
- Unités telliennes sensu stricto
- Unités pénitelliennes et les unités méridionales à nummulites
  - a. **Les unités ultra-telliennes:** la dénomination d'ultra-telliennes a été proposée par (Durand Degla M. 1969). Ces unités sont caractérisées par des marnes et quelques bancs de calcaires au Crétacé et par des calcaires à silex et des marnes sombres à l'Eocène (Vila J.M., 1980).
  - b. **Les unités telliennes sensu stricto:** affleurent surtout dans la région de Sétif où elles couvrent l'espace qui va des chaînons côtiers des Babors aux premières pentes des monts du Hodna, caractérisées par des formations marneuses et marno-calcaires Crétacé et Paléogène (Vila J.M., 1980).
  - c. **Les unités pénitelliennes et les unités méridionales à nummulites:** le terme pénitellien a été créé pour désigner une série allochtone du versant nord du djebel Zouaoui, dans le massif du Chataba, près de Constantine, caractérisé par une séquence de carbonate et de vase allant du Lias au Maestrichtien (Vila J.M., 1980)

Les unités méridionales à nummulites apparaissent sous forme de lambeaux au sud des unités pénitelliennes. Sont caractérisées par un Sénonien associé à des formations éocènes riches en nummulites, qui sont disposées irrégulièrement au front des unités telliennes (Vila J.M., 1980).

## 2. Les séries de l'avant pays

- a. **Unité néritique Constantinoise :** appelée aussi mole néritique Constantinoise, elle forme des massifs isolés de tailles variables.
- b. **Unités des écailles des Sellaoua:** ces unités situées dans la partie la plus externe de la chaîne des Maghrébides, issues d'un large sillon à valeur Océanique.
- c. **Unités sud-sétifiennes:** ces unités considérées allochtones pour (Vila J.M., 1980), sont caractérisées par des séries d'âge jurassique Crétacé de base marno-calcaire à Ammonites
- d. **Le para autochtone Nord-aurésien:** Il constitue le bord septentrional de l'autochtone atlasique.
- e. **L'autochtone Nord-aurésien:** Il s'agit là du domaine atlasique, caractérisé par un ensemble secondaire, plissé à la fin de l'Eocène selon des directions atlasiques, et par un Trias diapirique d'âge aptien. (**Figure. II.5**)



**Figure. II.5 :** 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)

## II.3 Evolution géodynamique des Maghrébides :

### II.3.1 Tectonique :

La chaîne alpine de l'Afrique du Nord a subi une histoire liée à celle de la Méditerranée occidentale. La structuration actuelle des Maghrébides est héritée des mouvements relatifs entre l'Afrique et l'Europe qui ont débuté au Crétacé supérieur avec l'ouverture de l'Atlantique sud. A l'Oligocène, les blocs Al-Ka-Pe-Ca (Bouillin, 1986) migrent vers le Sud accompagnant la fermeture de la Téthys maghrébine suivant le front de subduction Appeno-Maghrébin avec l'ouverture simultanée de la Méditerranée occidentale (Bassin Algéro-provençal) (Lamotte et al, 2006). Au miocène supérieur (17-15 Ma), la collision des zones internes (ZI) avec le domaine africain provoque le charriage des nappes telliennes et les flyschs vers le sud, puis un rétrocharriage vers le nord et la structuration de la Chaîne Calcaire (CC) limitant ainsi les zones internes (ZI) et les zones externes (ZE) (Ait et Cattaneo, 1997).

Les séries métamorphiques du socle sont formées par un système de plis représentant un anticlinorium. Ce dernier est débité en gros compartiments tectoniques bordés par des pilles dont les directions dominantes sont sublatitudinales et Nord -Ouest. Dans le massif de fort National, la direction des axes structuraux est, en gros, Nord -Ouest. Dans les massifs de Sidi-Ali-Bounab et de Djebel Aissa Mimoun ces axes sont orientés vers le Nord Est. Les angles de pendage de pli varient de 35° à 88°.

La tectonique cassante est présentée par des failles recoupant les séries du socle, de l'oligocène et du miocène, est essentiellement sub-latitudinale et Nord-Ouest.

Dans la zone de la chaîne calcaire on distingue trois étages structuro-faciaux: paléozoïque inférieur ; mésozoïque moyen et le cénozoïque supérieur dont les roches qui forment ces étages sont intensément serrées en plis linéaires. Ces derniers sont les plus accusés dans le Djurdjura et un peu moins dans le secteur d'Ababou -Gourara (aux environs de la ville de Bejaia).

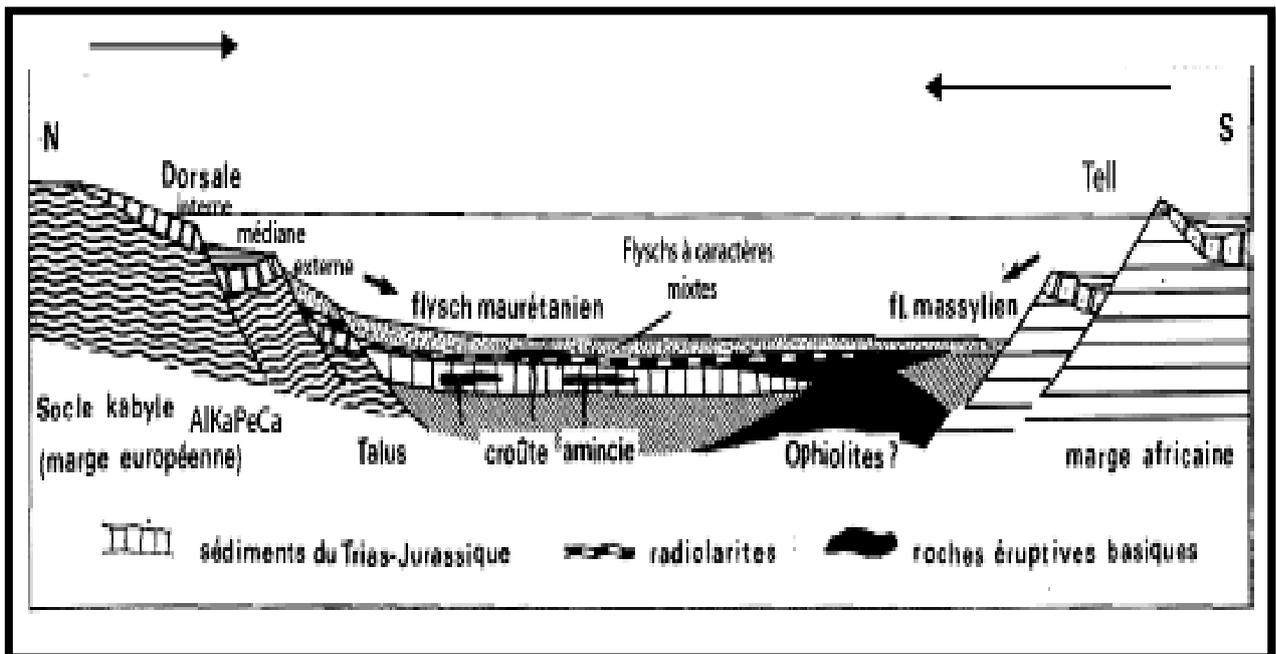
C'est dans le Djurdjura, que J. Flandrin distingue quatre grands compartiments tectoniques :

- 1) Septentrional ;
- 2) d' Arzer- Akkaoukert;
- 3) de Tikdjda et d'Ait Ouabane;
- 4) de T amgout et d' Azrou N'thor.

Ces compartiments sont bordés par de grandes failles sublatitudinales suivant lesquelles, ils sont soulevés et déplacés vers le sud. Par conséquent, les roches du socle métamorphique ont un contact avec les sédiments plus récents de la chaîne calcaire, tandis que ces dernières chevauchent à leur tour, les séries de la zone de flysch. A l'intérieur de chaque compartiment, les séries des roches sédimentaires et métamorphiques présentent des plis asymétriques et isoclinaux, très serrés, de direction sub-latitudinale. Ce système de plis est compliqué par un réseau de failles d'orientation sub-méridionale Nord-est et Nord-Ouest.

Les plus importantes structures disjonctives sont bien visibles à Tizi Bou El Ma, Tizi Nikanad, dans la vallée d'acif el Hammam, près de la banlieue Est d' Azrou Tidjer et à l'Est D'AzrouAïher.

A l'extrémité Est de Djurdjura, on observe un intense jeu de failles d'orientation Nord Ouest. Dans la zone de flysch, les sédiments Aptiens et Albiens forment leur propre étage structural. (**Figure. II .6**)



**Figure. II .6 : Reconstitution paléogéographique des différents domaines des Maghrébides au Crétacé inférieur (d'après Bouillin, 1986)**

### II.3.2 Tectonique récente :

Cette phase tectonique post-nappes (Guellal S. et al.) est responsable de l'orographie actuelle. Elle a induit le comblement des bassins mio-pliocènes, alimentés par la destruction des reliefs environnants. (**Figure .II .7**)

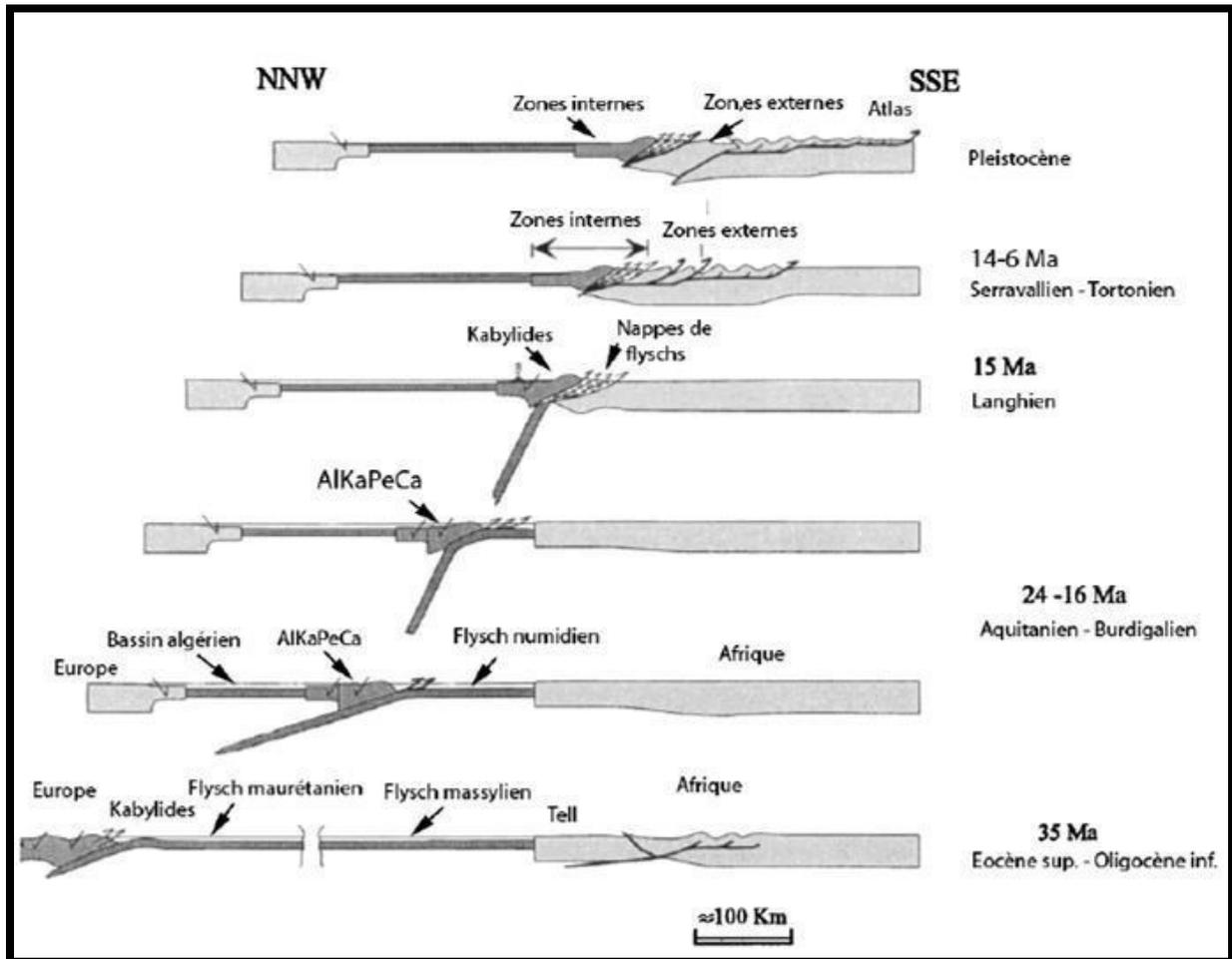


Figure .II .7 : Scénario dévolution de la Méditerranée Occidentale sur un transect NNO-SSE allant des Baléares à la plate-forme Saharienne (d'après Frizon de Lamotte et al, 2000)

### II.3.3 Magmatisme :

De l'Oligocène la chaîne septentrionale des Maghrébides est marquée par un magmatisme alpin, formant une chaîne magmatique de plus de 1200 km. En Grande Kabylie, ce volcanisme néogène est visible dans la région de Dellys, Cap Djinet avec un volcanisme basaltique et andésitique et à Zemmouri et Thenia avec des granitoïdes et rhyolites. Ce volcanisme est daté à 19 - 11 Ma (El Azzouzi et al, 2014).

Dans la région de socle kabyle on connaît deux complexes chronologiques des roches éruptives granitoïdes: Paléozoïque et tertiaire (A. DUPLAN, L. GLANGEAUD). J. THIEBAUT, attribut au complexe paléozoïque, les granites d'origine profonde qui sont répandus entre Ait Ateli et Ait Frah. Macroscopiquement, ils sont pareils aux gneiss de la série métamorphique et ne diffèrent de ces derniers que par leur aspect gneissique moins accusé.

On notera, dans ces granites, le quartz, l'Albite, le microcline, la biotite, la muscovite, l'apatite, la sphène, le zircon et l'oligiste.

Les roches éruptives tertiaires ont une extension relativement large et sont mieux développées. Leurs amas intrusifs se rencontrent dans les régions de Menerville et Fort National- Mekla, Sidi Ali Bou Nab et de Dellys c'est à dire au niveau du Haut font Berbère. Dans la zone tellienne, ces roches sont répandues dans le secteur de Oued Amizour (vers le

Sud de la ville de Bejaïa). Elles sont représentées généralement par de petites intrusions granodioritiques (de microdiorites quartzieuses) et granitiques, aussi bien que par les nappes de tufs, Rhyolites, dacites et, moins souvent de dolérites, Trachyandésites et spilites. Les niveaux de brèches volcanogènes sont intercalés dans ces roches.

Les roches intrusives sont suivies de dykes aplitiques, pegmatitiques et des filons à quartz - tourmaline. De rares dykes aplitiques sont signalés dans les Babors, relativement les grandes masses intrusives de cette composition affleurent dans la région de Ménerville et d'Am Small. Macroscopiquement, les granodiorites sont des roches à grains fins, grises et gris verdâtres. On y trouve du quartz, de la biotite, de l'amphibolite, du chlorite et la séricite.

Au sein de l'endocontact des massifs granodioritiques, on rencontre les granites aplitoïdes dont les bandes atteignent de 50 à 100m de largeur, plus ou moins greisénisés. Ils sont traversés par des filons quartzieux à tourmaline, ilménite et très rarement à cassitérite. Dans l'exocontact, les modifications s'expriment par la transformation des schistes en cornéennes. L'épaisseur de la zone de métamorphisme est de 5 à 800m. Les cornéennes sont recoupées par de nombreux filons de quartz à tourmaline. Les brèches des granodiorites sont cimentées par la matière rhyolitique près de leur contact avec les rhyolites post-burdigaliennes, considérées d'âge crétacé ou éocène.

**Les Granita :** Sont répandus dans la partie Nord-Ouest de l'ancien massif central de Grande Kabylie, près Sidi Ali Bounab et dans la région Fort National et Mekla où ils sont encastrés dans les roches métamorphiques du Paléozoïque inférieur. Macroscopiquement, les granites sont formés de grains moyens isométriques et ont une couleur grise rosâtre, ils sont constitués de quartz, microcline, albite - orthose, myrmékite, biotite, muscovites, oligiste, apatite, Zircon et sphène. La roche a la structure granitique.

Les granites renferment les xénolites des schistes à feldspaths et à mica, ainsi que celles (xénolites) de granitoïdes. Le contact des granites avec les roches encaissantes est net. Les intrusions granitiques sont d'âge post-burdigalien (D'après L. Glangeaud et J. Thiebaud).

**Roches Volcaniques :** On distingue deux secteurs où ces roches sont répandues:

Occidental et oriental. De nombreux affleurements de roches effusives sont constatés dans le secteur occidental au NE, E et S de Ménerville, dans le Djebel Bou Borak, au cap blanc, dans le Djebel Liban, à Sidi Tounsi et dans l'oued El Arba.

Les roches effusives appartenant au secteur oriental se situent entre la vallée d'Oued Amizour et la ville de Bejaïa. Les roches volcanogènes les plus répandues sont les rhyolites et les dacites (alcalines et calcoalcalines); les andésites à Labrador et à Augite, les Trachy-andésites et une quantité de spilités, sont moins fréquentes. Leurs affleurements ont été rencontrés dans l'Oued Arba au nord de Douar Kara, dans le secteur occidental, ainsi qu'à Aztb Abou Dez (à l'Est de la région).

Parmi les roches d'épanchement, on rencontre les brèches qui constituent la base du complexe volcanogènes. Les dites roches sont d'âge miocène.

**Roches Filoniennes :** Les pegmatites et les aplites sont les plus fréquentes dans le massif de Fort National (entre les villes de Fort National et Michelet) ainsi que dans le massif de Mimoun où ces roches coupent les anciennes roches métamorphiques. Ces roches forment de grands et petits corps filoniens d'une épaisseur de 25m au maximum. Ce sont des roches de couleur claire constituées de quartz, albite (rare), microcline, muscovite (rare) et tourmaline.

Les pegmatites ont une texture zonée, passant de celles à gros cristaux (dans le centre) à celles apliques (dans les épontes). Elles sont composées principalement de quartz, microcline et muscovite, rarement d'albite et de fluorine.

Dans certains filons pegmatitiques, le microcline est albitisé. Les amas pegmatitiques sont souvent recoupés de filons de quartz renfermant la tourmaline.

Les ophites et les Kersantites ne sont rencontrés que dans la zone tellienne. Elles forment des dykes peu puissants qui coupent les dépôts mésozoïques. Les roches des dykes ont une

couleur verte grisâtre ou verte claire et une texture à grains fins et moyens. Elles sont constituées de plagioclases basiques en hornblende, ainsi que d'une petite quantité de plagioclases acides et d'ilménite. Concernant les minéraux d'origine secondaire, on notera la sericitité, les minéraux du groupe d'épidote-Zéolite et un peu de carbonate.

Dans les endocontacts des dykes, gangue (d'une composition essentiellement carbonatée) est souvent skarnée (c'est à dire modifiée sous l'action hydrothermale dans la zone de contact avec les roches encaissantes). On trouve la minéralisation en sulfures dans les skarns et les dykes, représentée par la pyrite, le mispickel, le cuivre gris et par d'autres minéraux.

### **II.3.4 Le métamorphisme :**

Le métamorphisme affectant le socle de Grande Kabylie est de haute température et haute pression dans les gneiss œillés et au niveau de la nappe de SABN avec les blastomylonites (Saadallah ; 1996). Deux unités métamorphiques sont distinguées : - L'unité supérieure à faible métamorphisme constituée par la série schisteuse et sa couverture paléozoïque. - L'unité inférieure à haut grade métamorphique comportant le complexe gneissique, la zone mylonitique et l'unité de SABN.

### **II.3.5 L'âge du métamorphisme :**

Les résultats obtenus sur les roches des massifs d'Alger et de la grande Kabylie ont été interprétés comme étant d'âge alpin (Monié et al. 1982 et 1984). Alors qu'en (Monié, 1985) a estimé l'âge de SABN par la méthode Rb/Sr sur les micas  $271 \pm 12$  Ma, âge contemporain du fonctionnement d'une zone blastomylonitique de haute pression.

Le métamorphisme Eo-Varisque affecte l'unité supérieure suivi par un magmatisme granitique avec ses conséquences métamorphiques associées (Saadallah, 1996, Michard et al, 2006). Les datations Ar-Ar sur la muscovite et la biotite de la série schisteuse ont donné respectivement des âges à 314 Ma et 295 Ma (Monié et al, 1984). Au niveau de l'unité inférieure, ce couple a donné des âges plus récents, ces âges sont interprétés en l'absence du Permo-Mésozoïque dans l'évolution alpine et préalpine de la croûte profonde de Grande Kabylie (Michard et al, 2006).

La datation U-Pb sur zircon dans les orthogneiss a donné un âge à 510-514 Ma (Bossière et al, 1985) mettant en évidence un âge Panafricain, ainsi qu'un âge Varisque à  $271 \pm 3$  Ma et  $284 \pm 3$  dans le granite de SABN (Saadallah et al, 1996 et Michard et al, 2006) et la bande mylonitique  $273 \pm 3$  Ma (Peucat et al, 1996).

**CHAPITRE III**

**GEOLOGIE**

**LOCALE**

### III.1 Introduction :

Selon le plan géologique, la région de Tizi-Ouzou s'inscrit dans l'orogène Alpine périméditerranéenne de la chaîne littorale de l'Afrique de Nord. Elle constitue un des éléments des zones internes de la chaîne des Maghrébides (Durand-Delga 1980). Dans la région affleurent plusieurs formations : le socle kabyle et sa couverture paléozoïque ; la dorsale kabyle ; l'Oligo-Miocène ; les nappes de flyschs ; le Miocène post-nappe et le Quaternaire.

Le socle kabyle affleure dans la partie centrale au Sud de Tizi-Ouzou, il forme un massif montagneux bien caractérisé, composé des formations métamorphiques, une couverture Paléozoïque (flyschs et chaîne calcaire), et un Miocène détritique dans les bassins post tectoniques (Saadallah et al, 1992 et Cheilletz et al, 1999).

Le socle cristallin de la grande Kabylie est constitué d'un ensemble d'unité litho-tectono-métamorphiques, superposées et séparées par des accidents ductiles et cataclastiques (A. Saadallah et al ; 1992). Ces unités tectono-métamorphiques sont constituées d'un complexe gneissique très métamorphisé qui comprend :

- Les orthogneiss
- Les marbres
- Les paragneiss
- Les micaschistes

Ce complexe gneissique est surmonté par une série schisteuse peu-métamorphique (A.Saadallah et al ; 1992) et le passage entre ces deux unités est marqué par un contact tectonique (Thiébaud ; 1951, Bossière ; 1980). **(Figure.III.1)**

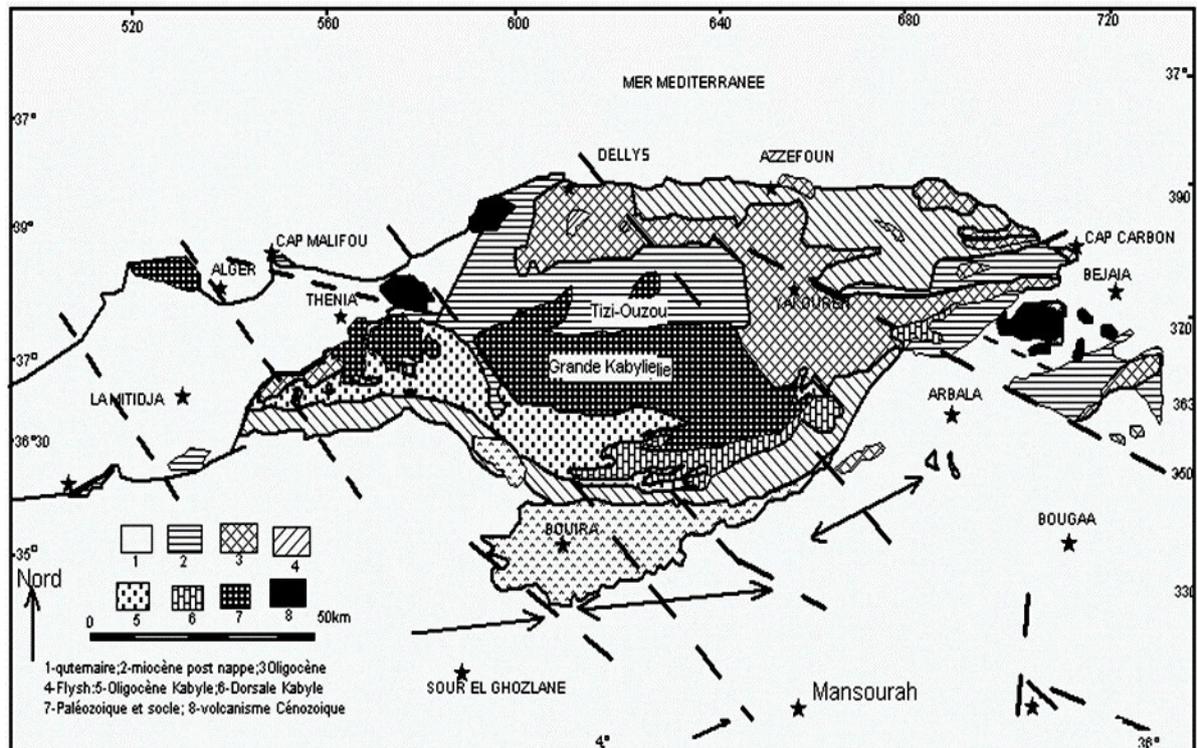


Figure.III.1 : Carte des unités géologiques de la Kabylie (Durand-Delga 1980)

### III.2 Les unités tectono-métamorphiques de socle cristallin de la grande Kabylie :

Saadalah en 1992 a regroupé les formations cristallines du socle de la grande Kabylie en (08) unités, on distingue de la base au sommet (**Figure.III.2**) :

#### a. Les gneiss œillets inférieur :

Localisés dans les orthogénies d'Oued Ksari à l'Ouest et les orthogneiss des Djemaa Saharidj à l'Est, qui sont séparés par l'accident d'Oued Aissi. Ces orthogneiss sont surmontés par :

- Les marbres à minéraux au Nord de LNI et à Djemaa Saharidj dans la grande Kabylie de l'Est.
- Les paragneiss à sillimanite dans la grande Kabylie occidentale.
- Les schistes satinés.

#### b. Les marbres à minéraux :

Ils se présentent en bancs dont l'épaisseur se diffère d'un banc à l'autre, constitué principalement de la calcite avec quelque cristal de micas, graphite et pyrite. La limite gneiss œillets inférieurs /marbre se présente par un :

- Contact marbre/gneiss avec une concordance à foliation bien visible
- Passage marqué par une bande mylonitique au nord de LNI
- Une bande cataclasique à plusieurs endroits au nord de LNI

**c. Les paragneiss :**

C'est une formation homogène comportant des mobilisât quartzo-feldspathiques, qui présente une concordance net sur les gneiss œillets, passent progressivement aux marbres à minéraux sous-jacents.

**d. Les intrusions alpo-pégmatitiques et granitiques :**

Les formations de marbres à minéraux et paragneiss sont intrudées par des intrusions magmatiques que se présentes par :

- Les granites de Naciria, Sidi Maaroufeet de Tboundrist.
- Les leucogranites de Tizi N'tergua
- Les pégmatites qui forment deux générations distinctes.

**e. Les unités de SABN :**

Les unités des Sidi Ali Bou Nab sont prises en « sandwich » par les paragneiss affleurant sur le versant Nord de ce massif, avec une tendance à se refermer à l'extrémité Est de massif. Ces unités regroupent :

- Les granites de SABN
- Les schistes à biotite
- Les cornéennes provenant de la transformation des schistes au contact des granites
- Les blasto-mylonites
- Les micaschistes à biotite et à grenat avec des marbres

**f. Les gneiss œillets supérieurs :**

Ils reposent sur les paragneiss, ils sont recouverts par les formations des schistes satinées et les micaschistes. Le passage paragneiss/gneiss œillets supérieurs est marqué par une zone d'alternance, le contact avec les micaschistes est de nature magmatique.

**g. Les micaschistes :**

Cette formation constitue des niveaux de marbre et des lentilles de quartzites et d'amphibolites. Au contact des gneiss œillets supérieurs se développent des cornéennes schisteuses et des micaschistes à andalousite.

**h. Les schistes satinés :**

Cette formation couvre toute la partie Sud de la grande Kabylie. Ces schistes satinés sont toujours en contact avec presque toutes les formations déjà citées.

**Le Paléozoïque :**

Le Paléozoïque est composé d'une partie inférieure schisto-gréseuse et d'une partie supérieure volcno-sédimentaire, carbonatée à la base et détritique au sommet.

Ce paléozoïque peu ou pas métamorphique débute au Cambrien supérieur et se termine au carbonifère ; il repose sur une série schisteuse au niveau de djebel Aissa Mimoun. Et au Djurdjura constitue le substratum de la chaîne calcaire (Raymond, 1971 et Gelard, 1976).

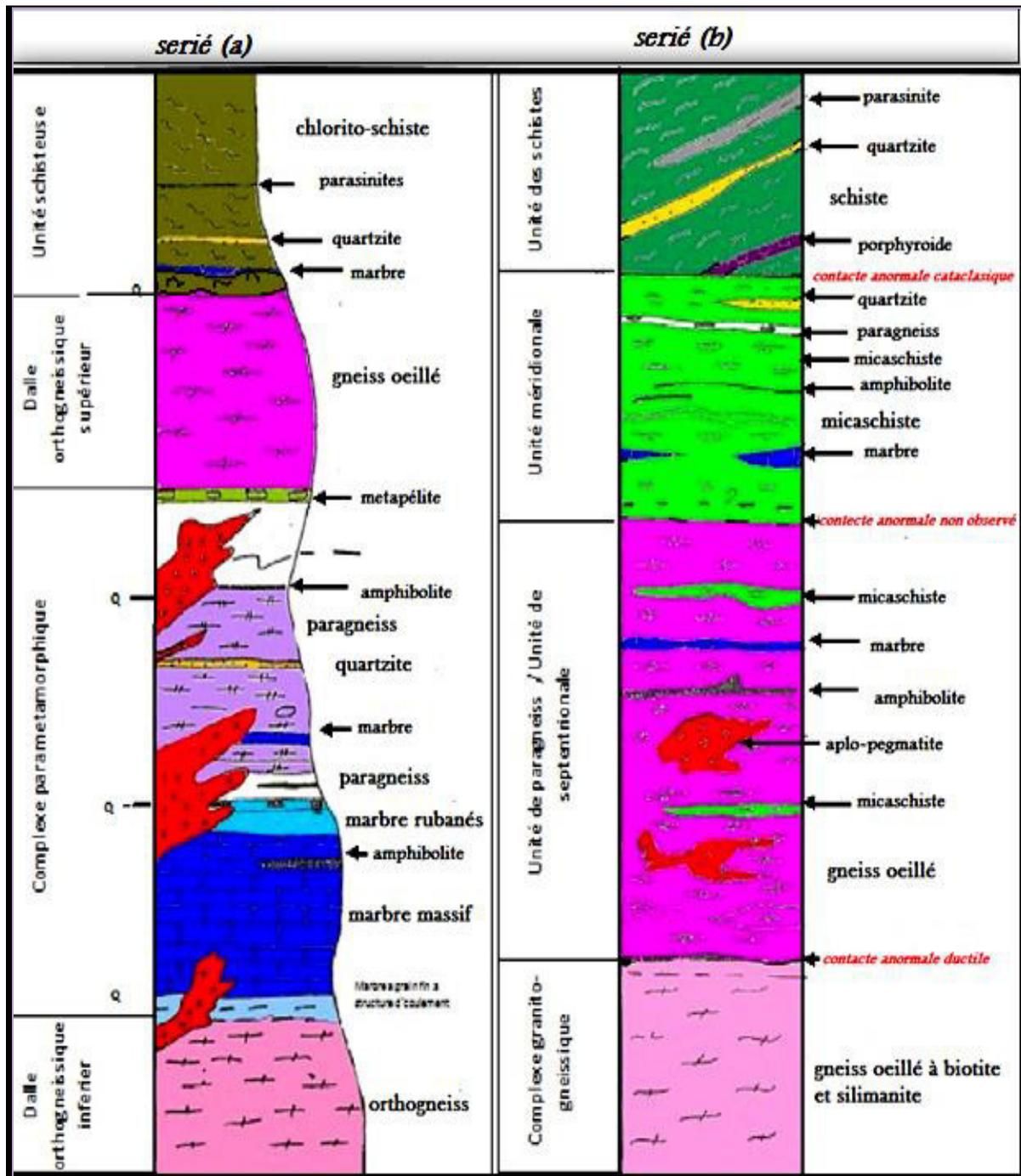


Figure.III.2 : Colonne synthétique des unités tectono-métamorphiques: (a)dans la région de Larbaa Nath Irathen (Gani, 1998), (b) dans la région d'Oued Ksari (Benkerrou, 1989).

### III.3 Tectonique :

Le socle kabyle est structuré essentiellement par des évènements géologiques du Crétacé au Miocène inférieur (de -80 à -20 Ma), les évènements hercyniens caractérisés par une déformation visible avec un métamorphisme dans la série schisteuse au Carbonifère supérieur et aussi par des évènements géologiques liés à l'extension méditerranéenne (de -20 à -10 Ma) (Saadallah 1992).

Après la phase tectogénèse majeure qui se termine par la mise en place des Nappes, à la fin du Miocène inférieur, l'orogène Alpine Maghrébine est soumise à plusieurs déformations.

Des champs de paléo-contraintes correspondant à différents épisodes cassants ont été identifiés par l'analyse des micro-fracturations, et traités à l'aide des méthodes permettant de calculer des tenseurs de contrainte.

Le premier épisode est le plus intense. C'est un épisode compressif majeur de direction NNW-SSE, postérieur au Miocène moyen (Langhien-Serravallien), il est suivi par des épisodes de direction NW-SE qui pourraient être responsable de l'ouverture de petits fossés à remplissage Pliocène inférieur dans la région de Dellys.

Deux autres grands épisodes compressifs sont notés l'un de direction NNE-SSW et l'autre de direction NW-SE, et ces deux derniers se manifeste à ce jour (Gelard et Aite, 1991) au Sud du massif de SABN avec le chevauchement de la nappe de SABN sur les formations Mio-pliocène. Comme il est aussi visible au Sud de la chaîne calcaire où les flyschs chevauchent sur les formations post nappe du bassin de Soummam (Bossière, 1980 et Saadallah, 1992).

La grande Kabylie centrale est limitée par l'accident de Souama à l'Est et celui de l'Oued Aissi à l'Ouest. Et la grande Kabylie occidentale se situe entre l'accident de l'Oued Aissi et le chevauchement sud de SABN (Saadallah, 1992).

Les grands ensembles structuraux de la grande Kabylie séparés par les accidents majeurs sont :

- ❖ La grande Kabylie orientale
- ❖ La grande Kabylie centrale et occidentale
- ❖ Le massif de SABN

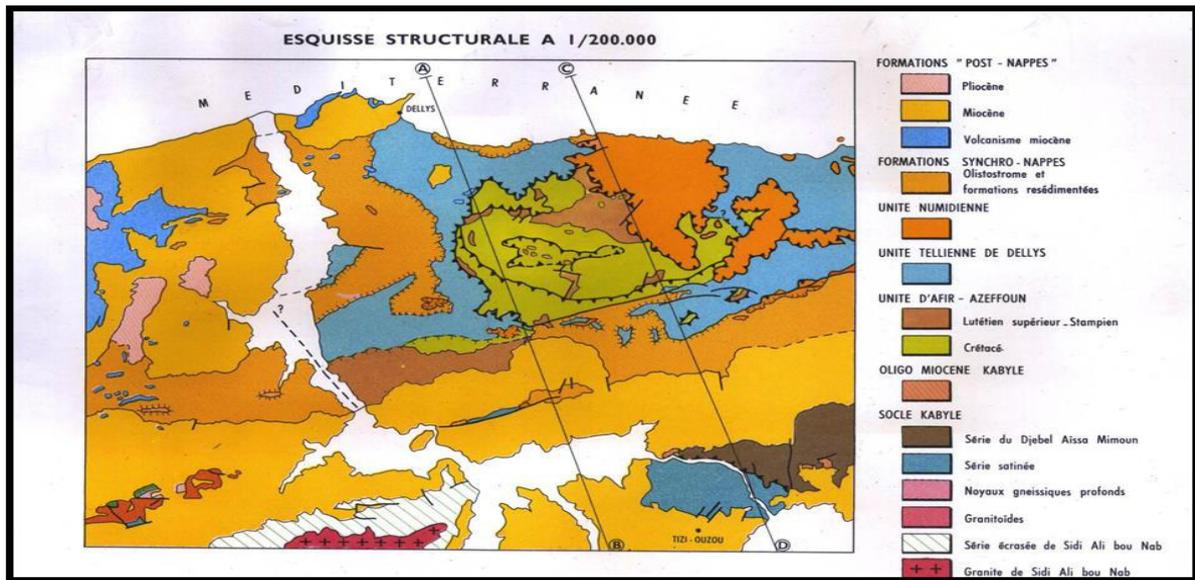


Figure III.3 : Carte structurale Dellys-Tizi-Ouzou (Raymond Daniel, 1972)

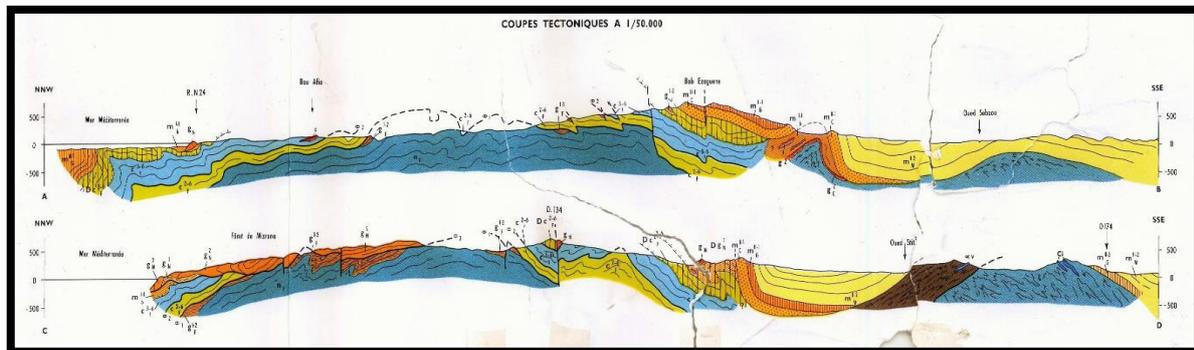


Figure III.4 : Coupes tectoniques Dellys-Tizi-Ouzou 1/50000 (Raymond Daniel, 1972)

### III.4 Le magmatisme :

La présence des roches volcaniques et plutoniques qu'on rencontre dans les différentes régions de la grande Kabylie comme les pegmatites et les granites témoignent l'activité volcanique dans la région, et les granites de type monzonitique de SABN (Bossière, 1986) font le témoin le plus important sur cette activité.

L'origine des granites de SABN est le résultat d'une fusion qui a eu lieu à 15-25 Km de profondeur et qui a cristallisé à 13-15 Km de profondeur (Bossière, 1980).

La partie supérieure de la période dispersive au Miocène moyen s'accompagne d'un magmatisme important lié à la distension. Il se développe sur le littoral à l'Ouest de Dellys qui s'étend sur une quarantaine de kilomètres, avec des collées et intrusions basaltiques et andésitiques (Dellys et Cap Djinet), l'installation du pluton granodioritique de Thénia.

Ce magmatisme s'est mise en place en plusieurs épisodes datés de  $16 \pm 0,4$  Ma à  $11,8 \pm 0,4$  Ma (Bellon et al 1977 ; Belanteur 1995). (Figure.III.5)

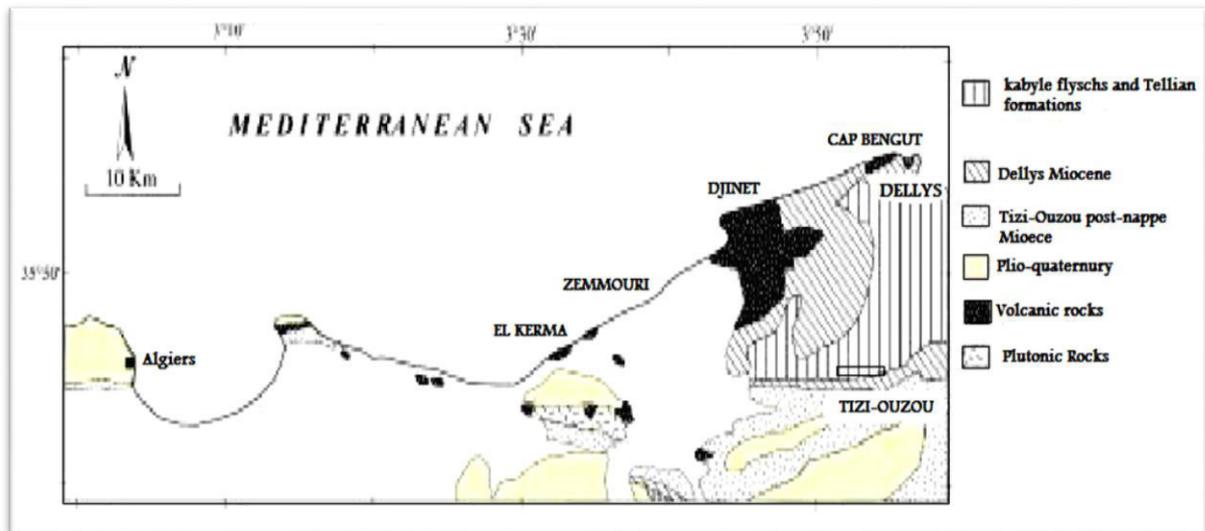


Figure.III.5 : carte schématique localisant l'activité magmatique cénozoïque en Grande Kabylie (El Azzouzi et al ,2014).

### III.5 Métamorphisme :

Les différentes unités du socle cristallophyllien de la grande Kabylie présentent indiquent la présence d'un métamorphisme de bas / moyen à de haut degrés. Le socle de la grande Kabylie est marqué par trois types de métamorphismes :

#### A. Métamorphisme général :

Selon la profondeur on distingue :

- ✓ **Le métamorphisme catazonal** : Un métamorphisme de haute température et de hautes pressions formant les granulites
- ✓ **Le métamorphisme mésozonal** : les amphibolites.

### B. Métamorphisme de contact :

Parvient suite à la mise en place du granite de SABN, caractérisé par la paragenèse suivante : andalousite, cordiérite, sillimanite et biotite.

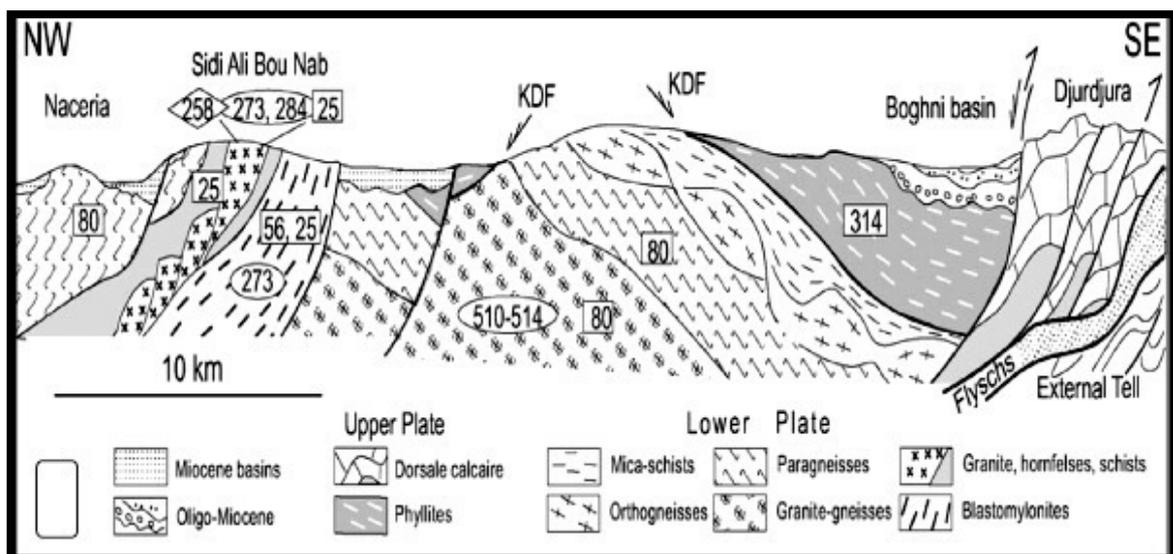
### C. Métamorphisme blasto-mylonitique :

Un métamorphisme de haute température et de haute pression (Bossière, 1980). Les analyses effectuées dans la zone à disthène-sillimanite ont donné des températures de l'ordre de 700°C à Ait Si Slimane.

### D. L'âge de métamorphisme :

Selon de nombreux auteurs (Durand Delga, 1995 ; Bossière et Raymond, 1972 ; Baudelot et Gery, 1979 ; Peucat, 1983 ; Bouillin et al, 1984) l'âge du métamorphisme dans le socle Kabyle peut être daté hercynien et même plus ancien.

- ❖ **L'unité gneissique** : l'âge de la mise en place des granites-gneiss est estimé à 510+4 Ma par de nombreux auteurs en se basant sur une étude radiométrique sur le zircon.
- ❖ **L'unité schisteuse** : les résultats géochronologiques obtenus par une étude radiométrique sur la série schisteuse mené par (Monié et al, 1984) ont donné respectivement des âges à 314 Ma et à 295 Ma. (**Figure.III.6**)



**Figure.III.6** : Coupe schématique de la Grande Kabylie et indication des principaux âges isotopiques (d'après Saadallah et al, 1996 modifié par Michard et al, 2006)



CHAPITRE IV  
GEOLOGIE  
DE SECTEUR  
D'ETUDE

**IV.1 Introduction :**

Le Djebel Aissa Mimoun du point de vue géologique fait partie du domaine interne de la chaîne alpine. De nombreux auteurs ont travaillé dans la région (Géry, 1979) (Baudelot, 1979) ; (Bossière, 1972 ; ( Raymond, 1972), l'ont subdivisé en cinq ensembles géologiques distincts, du plus ancien au plus récent on distingue: le massif qui constitue le sommet du socle métamorphique ancien qui affleure au SSE, dans lequel la base est composée des micaschistes ; schistes satinées, des calcaires métamorphisés ; des amphibolites ; des pegmatites surmonté en discordance par une couverture des schistes du paléozoïque ; Oligo-miocène-kabyle OMK ; Miocène post-nappes et du quaternaire.

Du point de vue structural cette série repose anormalement sur celle de Belloua qui comprend des micaschistes, des quartzites et des schistes satinés à des intercalations de porphyroïdes. Le contact entre les deux séries est souligné par une zone de broyage plus ou moins développée (région d'Akaoudj).

Ce contact est interprété par Bossière et Raymond (1974) comme étant une ancienne discordance suivie d'un décollement généralisé entre les deux séries, et par Gani et Saadallah comme un contact tectonique.

## IV.2 Situation géographique :

Le massif d'Aissa Mimoun a comme coordonnées géographiques ( $4^{\circ}04'55,44''$ ) de longitude Est et ( $36^{\circ}44'10,25''$ ) latitude Nord. Il constitue au NE de Tizi-Ouzou un petit massif qui s'étend sur une quinzaine de kilomètre de longueur et trois à quatre kilomètre de large, de Boukhalfa jusqu'à Tikoubaine suivant un axe SSW-ENE.

Le massif est séparé en deux par une gorge étroite et profonde creusée par l'Oued Sebaou. (Figure. IV .1)

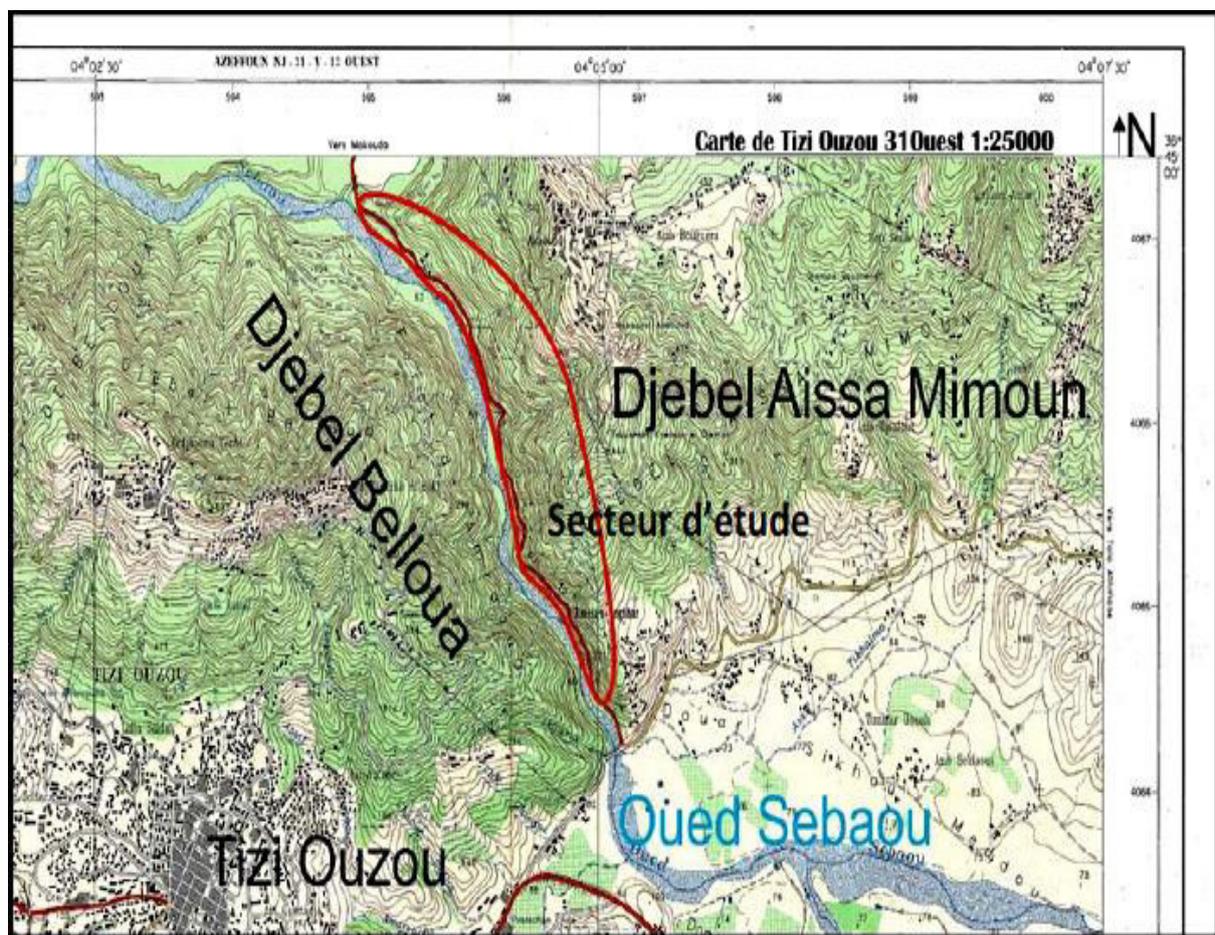


Figure. IV .1 : Situation géographique de la zone étudiée ZE ; extrait de la carte topographie de Tizi-Ouzou-31-NJ-IV-Ouest 1/25000

### IV.3 Lithologie du secteur d'étude :

Le massif d'Aïssa Mimoun est constitué dans son ensemble par des formations détritiques d'âge Llanvirn, il est caractérisé par un très faible métamorphisme. Ces formations reposent par un contact anormal sur le socle ancien très métamorphisé.

De nombreux auteurs (Géry, 1979) ; (Baudelot, 1979) ; (Bossière, 1972) ; (Raymond, 1972) ont subdivisé le massif d'Aïssa Mimoun en cinq ensembles géologiques distincts, du plus ancien au plus récent on distingue :

- Le Socle ancien
- Le Paléozoïque
- L'OMK
- Le Miocène post nappe
- Le quaternaire

L'étude de terrain nous a permis de distinguer deux grands ensembles tectono-métamorphiques : le socle ancien et le Paléozoïque.

Le socle ancien affleure sur la route de Tizi-Ouzou/Tigzirt et continue sur la rive gauche de l'Oued Sebaou (Djebel Belloua). Il est constitué par :

- Les marbres
- Les schistes satinés
- Les micaschistes
- Les amphibolites
- Les pegmatites

Le Paléozoïque affleure dans la région d'Akaoudj et à environ 1 Km au SSE d'Oued Stita. Il est caractérisé par des schistes peu métamorphiques d'âge paléozoïque intrudés par des roches volcaniques (les albitophyres). Ces roches volcaniques n'affleurent pas en surface, elles ont été mises en surface après les travaux routiers, après l'élargissement. Ces roches contiennent des minéralisations de cuivre.

### IV.3.1 Le socle ancien :

Le socle ancien dans le Djebel Aissa Mimoun est représenté dans le secteur d'étude par les formations métamorphiques et magmatiques comprenant les schistes satinés, les micaschistes, les amphibolites, les marbres et les pegmatites.

#### A/ Les formations métamorphiques :

##### ❖ Les schistes :

L'unité des schistes est très développée dans le massif d'Aissa Mimoun. D'après leurs aspects et leurs couleurs, on peut distinguer deux types de schistes : les chlorito-schistes et les séricito-schistes.

##### ❖ Les micaschistes :

Très développés, se trouvant en intercalation avec les amphibolites et les marbres. Ils sont durs de texture massive et d'une couleur variée entre marron sombre à gris verdâtre en fonction de leur teneur en biotite et muscovite.

Ces micaschistes sont intercalés par des lentilles de quartz d'exsudation suivant le plan de schistosité et sécant, de l'ordre centimétrique à décimétrique. Ils sont aussi injectés par des lentilles pegmatitiques par fois d'ordre métrique. (**Figure. IV.2**)



**Figure. IV.2 : photographie d'un échantillon de micaschiste à biotite**



**Figure. IV.3 : photographie d'un affleurement de micaschiste à lentille de quartz d'exsudation**

❖ **Les marbres :**

Ces marbres correspondent à des calcaires ayant subi un métamorphisme, ils sont très durs fissurés, massifs à grains moyens à fins de couleur bleu-gris. Ils présentent un aspect saccharoïde à structure homogène équi-granulaire (**Figure. IV.4**)



**Figure. IV.4 : photographie des bancs de calcaire marbré**

**❖ Les amphibolites :**

Ces amphibolites affleurent sous forme de lentilles en intercalation dans les micaschistes. Elles sont massives de couleur gris verdâtre constituées des cristaux visibles de biotite et d'amphibole. Elles sont généralement compactes et homogènes ; présentant des plans de foliations.

**B/ Les formations magmatiques :****❖ Les pegmatites :**

Les pegmatites sont des corps magmatiques qui s'injectent dans les complexes métamorphiques. Dans notre terrain d'étude, elles se présentent sous deux formes : une sous forme des lentilles recoupant les schistes, les micaschistes et l'autre s'injecte dans les schistes suivant les plans de schistosité. Elles sont caractérisées par des injections de tourmaline sous forme de taches et de petits filons. (**Figure. IV.5**)



**Figure. IV.5 : photographie d'un affleurement de pegmatite injectée par de la tourmalinite**

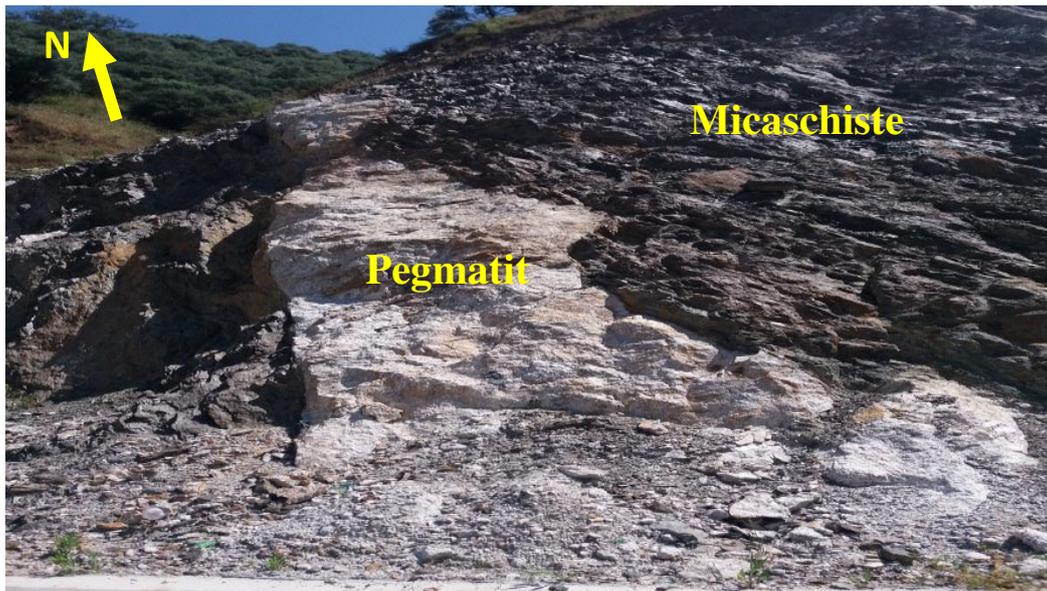


Figure. IV.6 : photographie d'une pegmatite recoupant la schistosité

### VI.3.2 Le Paléozoïque du secteur d'étude

Le paléozoïque du secteur d'étude est constitué par des schistes peu métamorphiques reposant sur les schistes satinés du socle par un contact anormal. Il est intrudé par une formation magmatique (albitophyre) minéralisée en cuivre.

- ❖ **Les albitophyres** : ce sont des injections magmatiques volcaniques qui intrudent le Paléozoïque, ils sont caractérisés par la présence des cristaux d'albites, ils sont massifs et ont subi un léger métamorphisme (une schistosité visible à l'œil nu et au microscope). (Figure. IV.7)

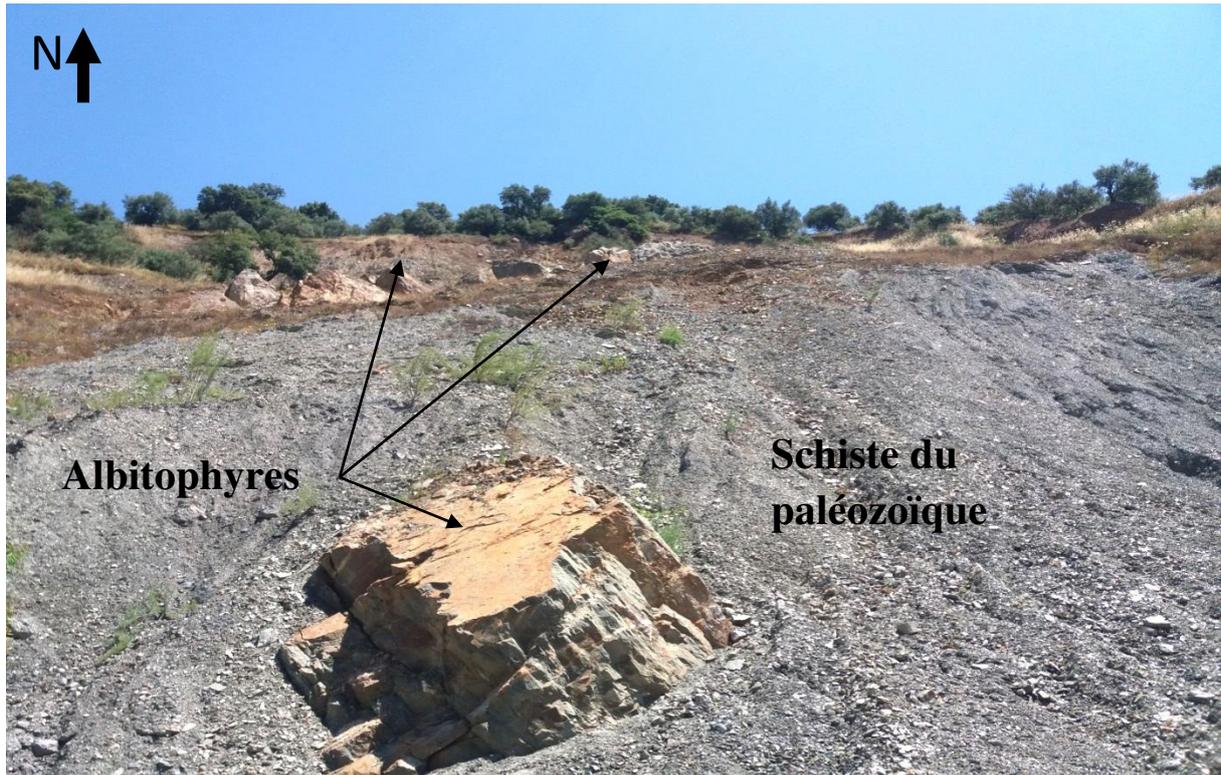


Figure. IV.7 : photographie montre l’affleurement des albitophyres dans le Paléozoïque

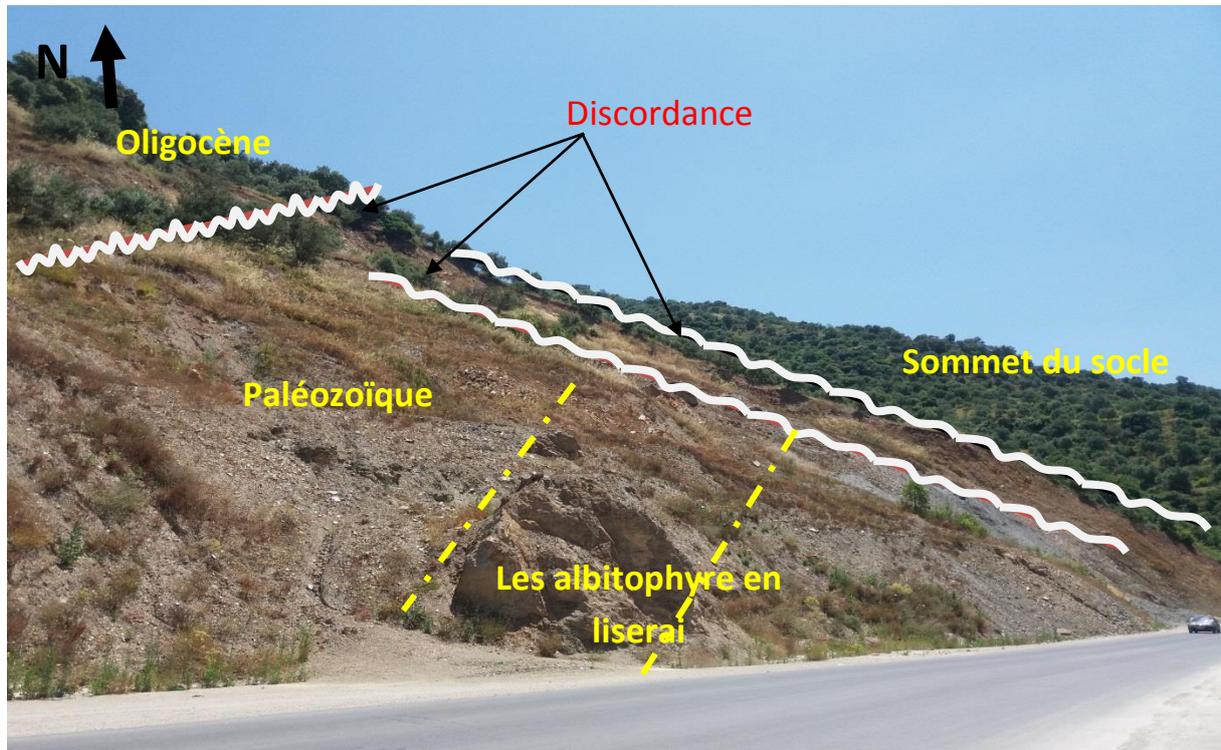


Figure IV.8 : photographie montrant une discordance socle /couverture Paléozoïque et une autre discordance couverture/oligocène

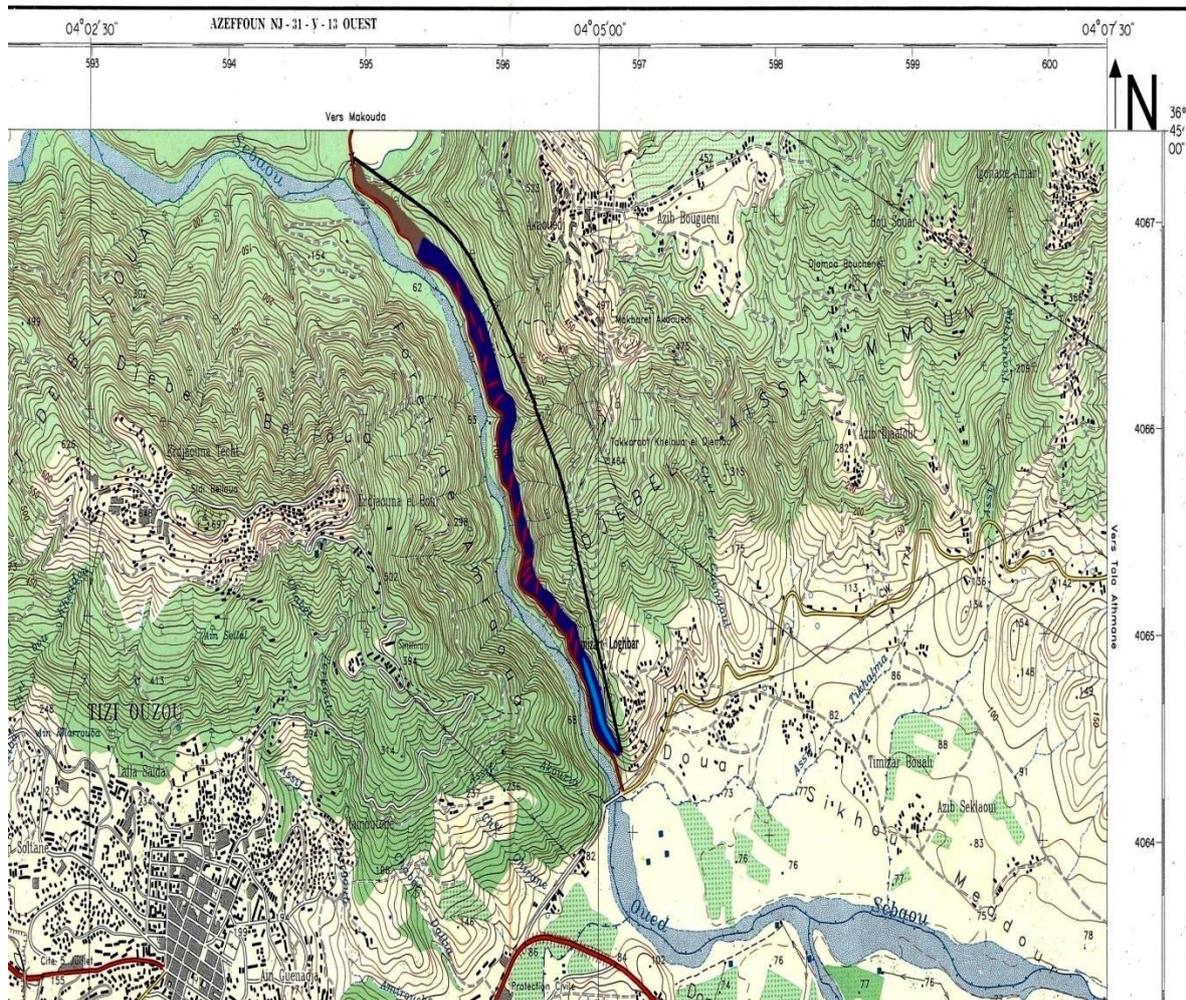


Figure IV.9 : levé géologique de la zone étudiée ZE ; sur Carte topographie de Tizi-Ouzou31-NJ-IV-Ouest Echelle : 1/25000

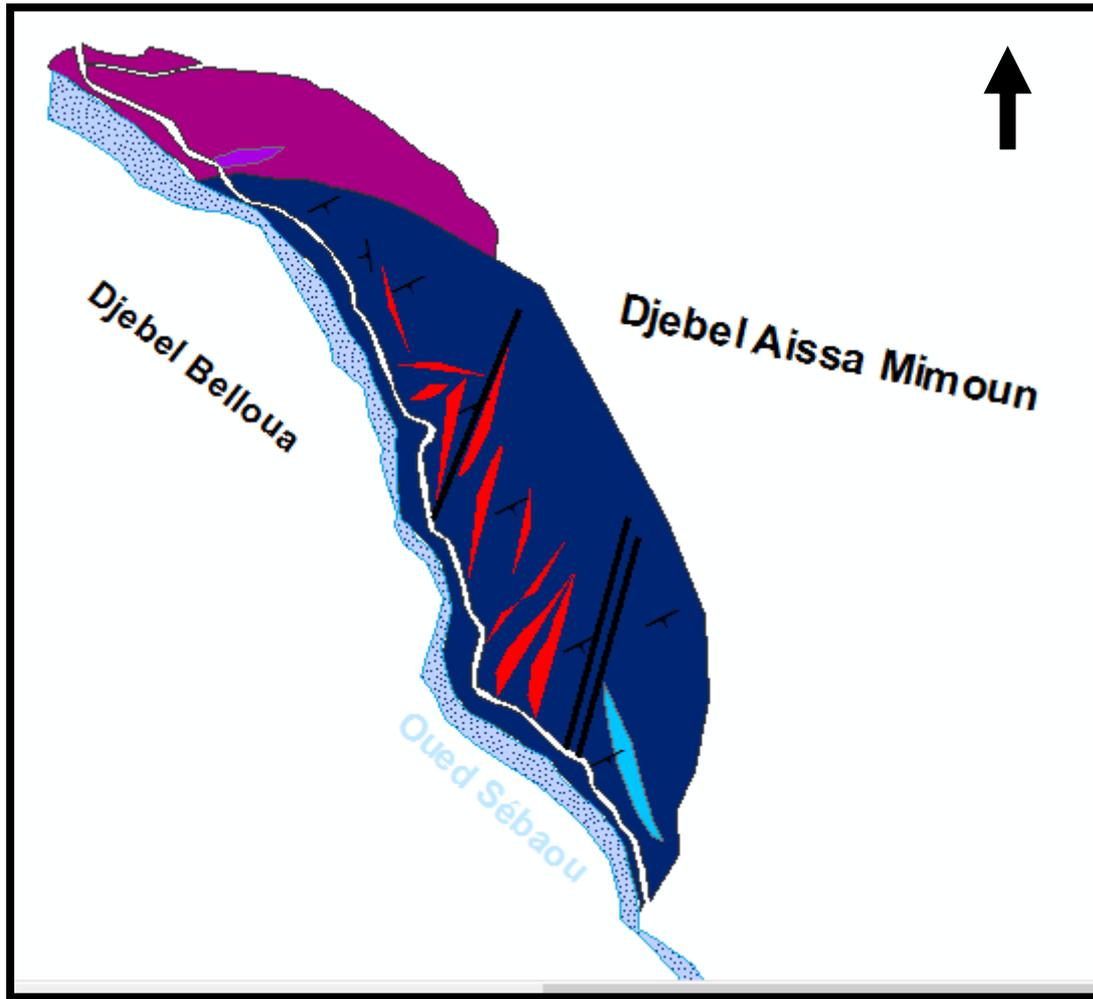
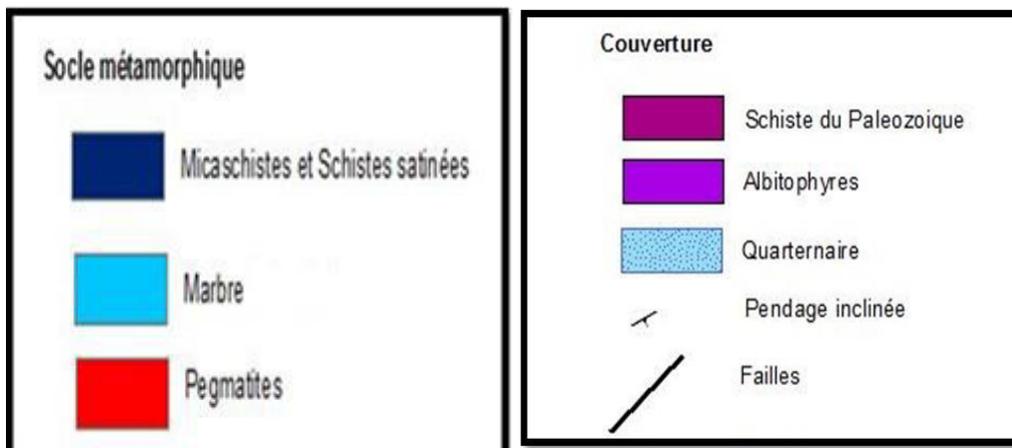


Figure IV 10 : Carte schématique géologique du secteur d'étude (Agrandissement du levé géologique sur la carte topographique de Tizi-Ouzou31-NJ-IV-Ouest 1/25000 31Ouest

Echelle : (1/25000).

Légende :



## **VI.4 Tectonique :**

### **VI.4.1 Introduction :**

La tectonique de la région d'étude suit la tectonique de la grande Kabylie. Elle est le résultat de la combinaison de plusieurs phases donnant naissance à des mouvements cassants et souples. Ces phases tectoniques :

➤ **La phase hercynienne :**

La déformation synschisteuse présentant un anticlinal orienté EW à cœur Dévonien-Carbonifère et flancs Permo-Trias (Matte, 1986) a structuré le Paléozoïque des zones internes.

➤ **La phase tardi-hercynienne :**

Cette phase est marquée par une compression majeure orientée NE à ENE qui donne naissance à les corps magmatiques.

➤ **La phase alpine :**

Elle est marquée par deux déformations :

- Une déformation d'âge Eocène supérieur met en jeu de vastes cisaillements dextres orientés EW.
- Une déformation d'âge Miocène inférieur indiquant un déplacement vers le sud de toutes les unités des maghrébides. Ces déformations présentent des décrochements conjugués orientés NW-SW et NE-SW.

Ces mouvements tectoniques sont aussi responsables de l'installation du bassin Néogène.

### **VI.4.2 Tectonique souple :**

La tectonique souple du secteur d'étude présente deux phases de déformations ( $D_1$  et  $D_2$ ) : à l'échelle de l'affleurement et à l'échelle microscopique.

**A. Déformation  $D_1$  (à l'échelle de l'affleurement) :**

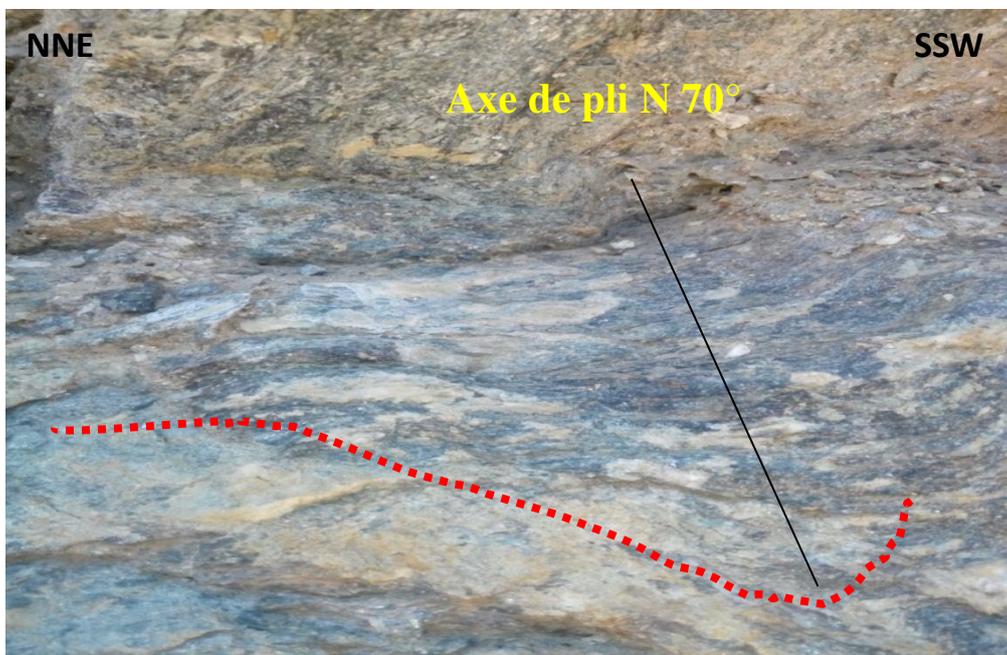
Elle est représentée par la schistosité  $S_1$  et des plissements dans les schistes et les micaschistes du socle ancien.

- **La schistosité** : la schistosité à l'échelle de l'affleurement est d'une direction globale N60° avec un pendage de 20° à 60° plongé vers le sud-est, elle est caractérisée par un changement de direction de N75° et N110° à certains endroits. (**Figure. IV.8**)



**Figure. IV.11** : photographie montrant un plan de schistosité  
N80° S

- **Plissement** : les plis synschisteux sont bien observables sur le terrain, ils sont d'ordre métrique dans le socle ancien, matérialisés par :  
Des plis orientés N60° à N70° (**Figure. IV.12**)  
Des plis orientés N74° (**Figure. IV.13**)



**Figure. IV.12** : photographie d'un pli synclinal de N70° NNE-SSW

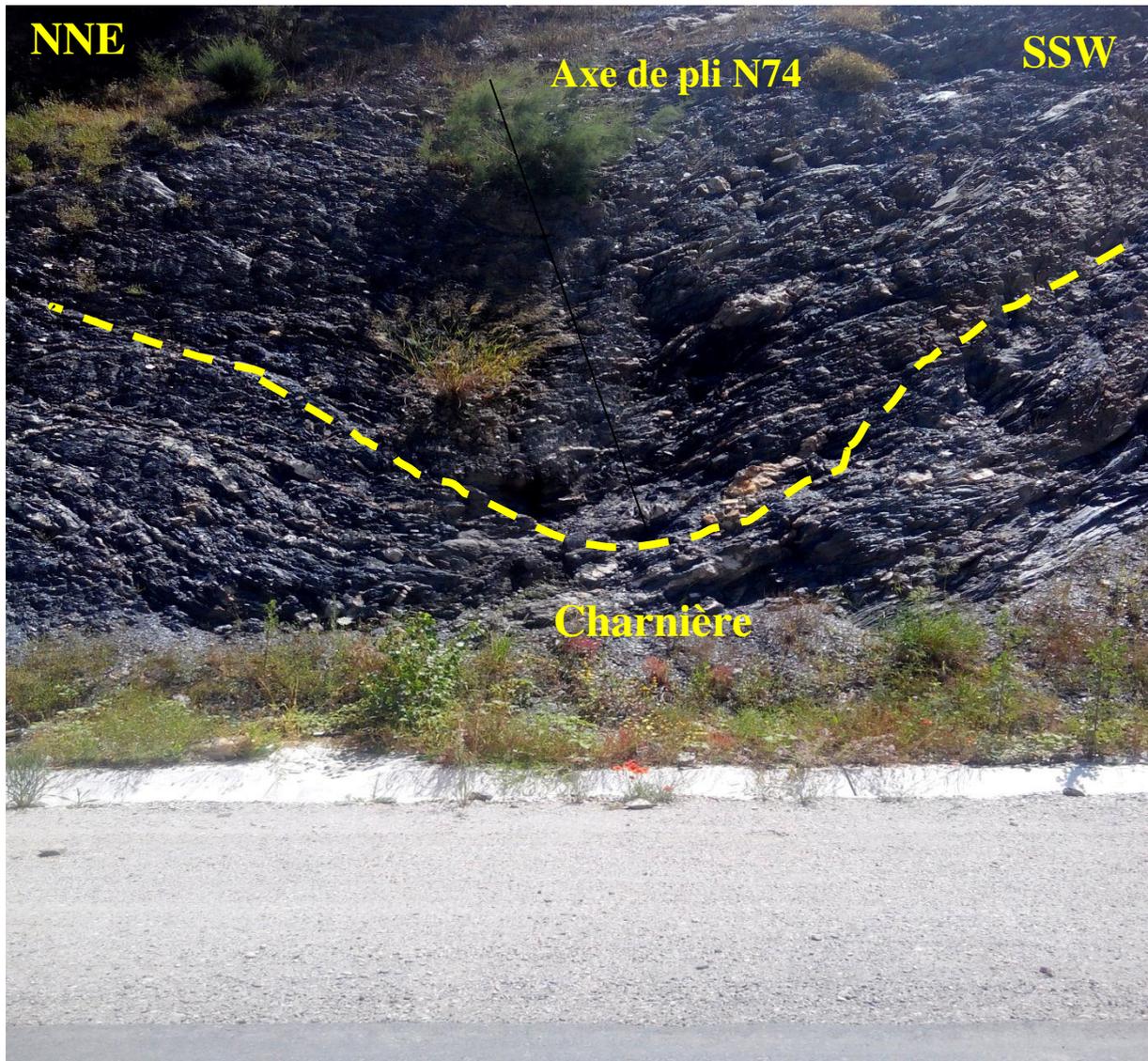


Figure.IV.13 :photographie montrant un pli synclinal de N70°

B. **Déformation D<sub>2</sub>** : cette schistosité s'exprime à l'échelle microscopique, elle est exprimée par une déformation des minéraux. On remarque aussi l'apparition d'une schistosité S<sub>2</sub> recoupant la schistosité S<sub>1</sub>.

### VI.4.3 Tectonique cassante :

La déformation cassante se manifeste par des failles normales, inverses, décrochement et des diaclases dans tous les faciès. La direction globale est de N30° à N160°

Les mesures obtenues sur le terrain sont les suivants :

- Des failles décrochantes senestres de direction N140° plonger vers le SSW dans les micaschistes.
- Des failles inverses de direction N140° dans les micaschistes.
- Des diaclases de direction N30° dans les marbres.
- Des failles de direction N160° dans les micaschistes.
- Diaclase de direction N-S dans les schistes satinés.
- Une faille qui recoupe une lentille de pegmatite de direction N-S.
- Contact socle ancien /couverture paléozoïque de direction N70°.
- Contact micaschiste/pegmatite de direction N55°.



Figure. IV.14 : photographie d'une faille décrochante senestre dans les schistes satinés



Figure. IV.15 : photographie d'une faille inverse



Figure. IV.16 : photographie montrant une faille normale de direction N-S recoupant les pegmatites

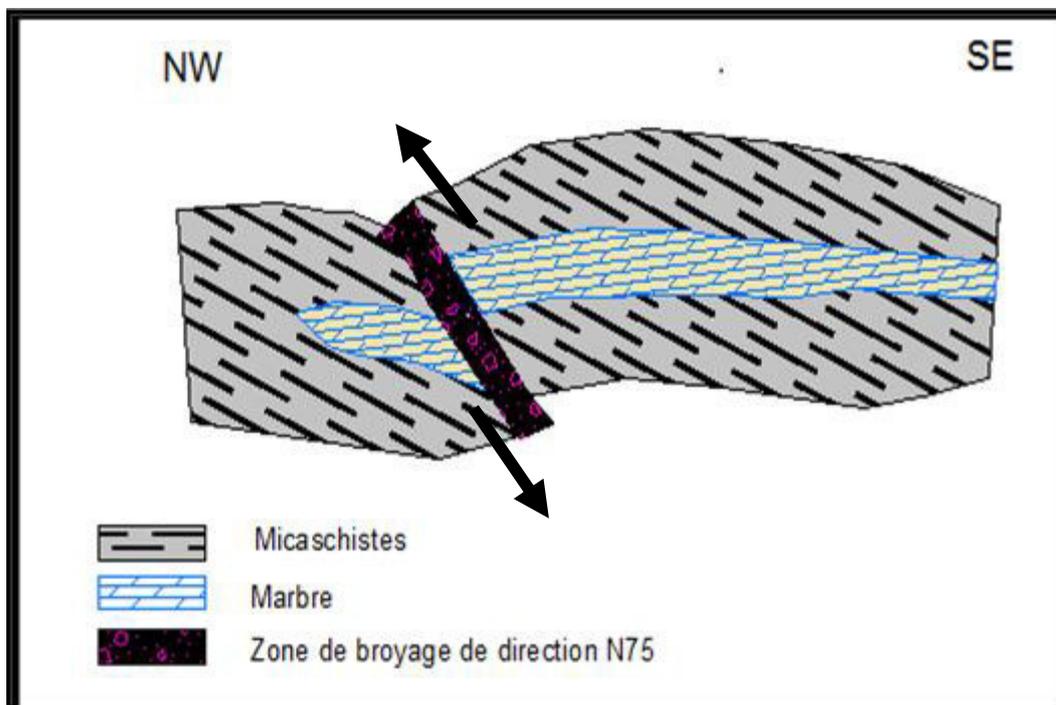


Figure. IV.17 : schéma montrant une faille inverse à composante senestre dans la formation des micaschistes



Figure. IV.18 : photographie de contact tectonique et une discordance socle ancien/couverture paléozoïque de direction N70°

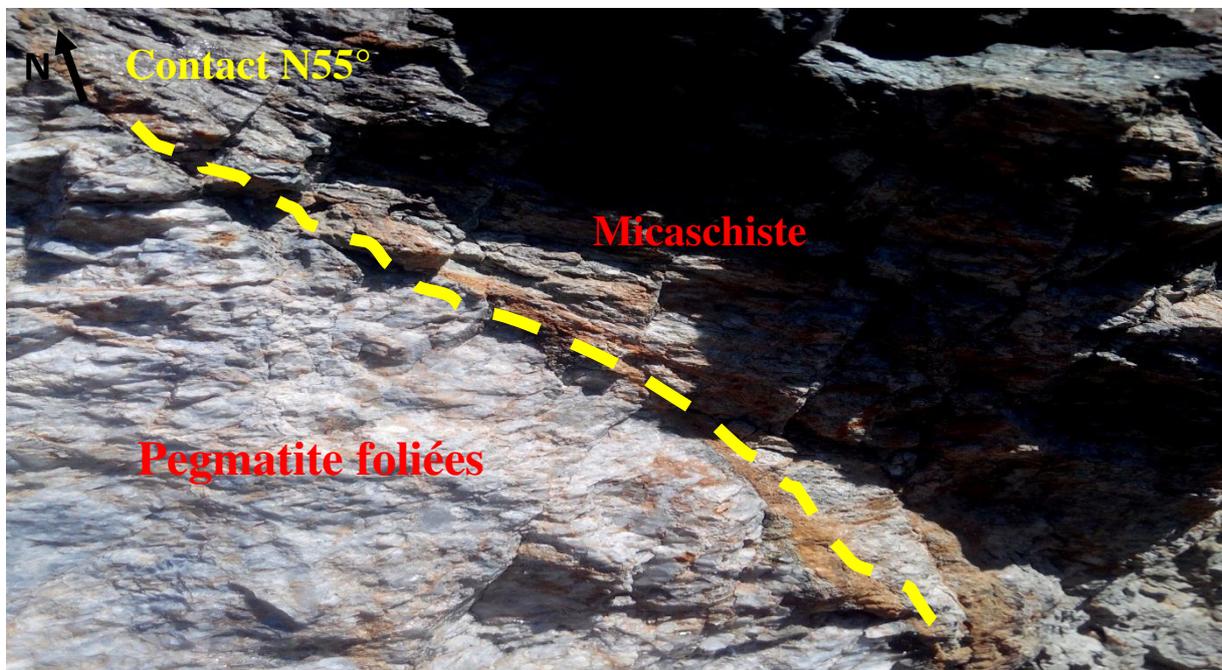


Figure. IV.19 : photographie montrant le contact micaschiste/pegmatite dans le socle ancien de direction N55°

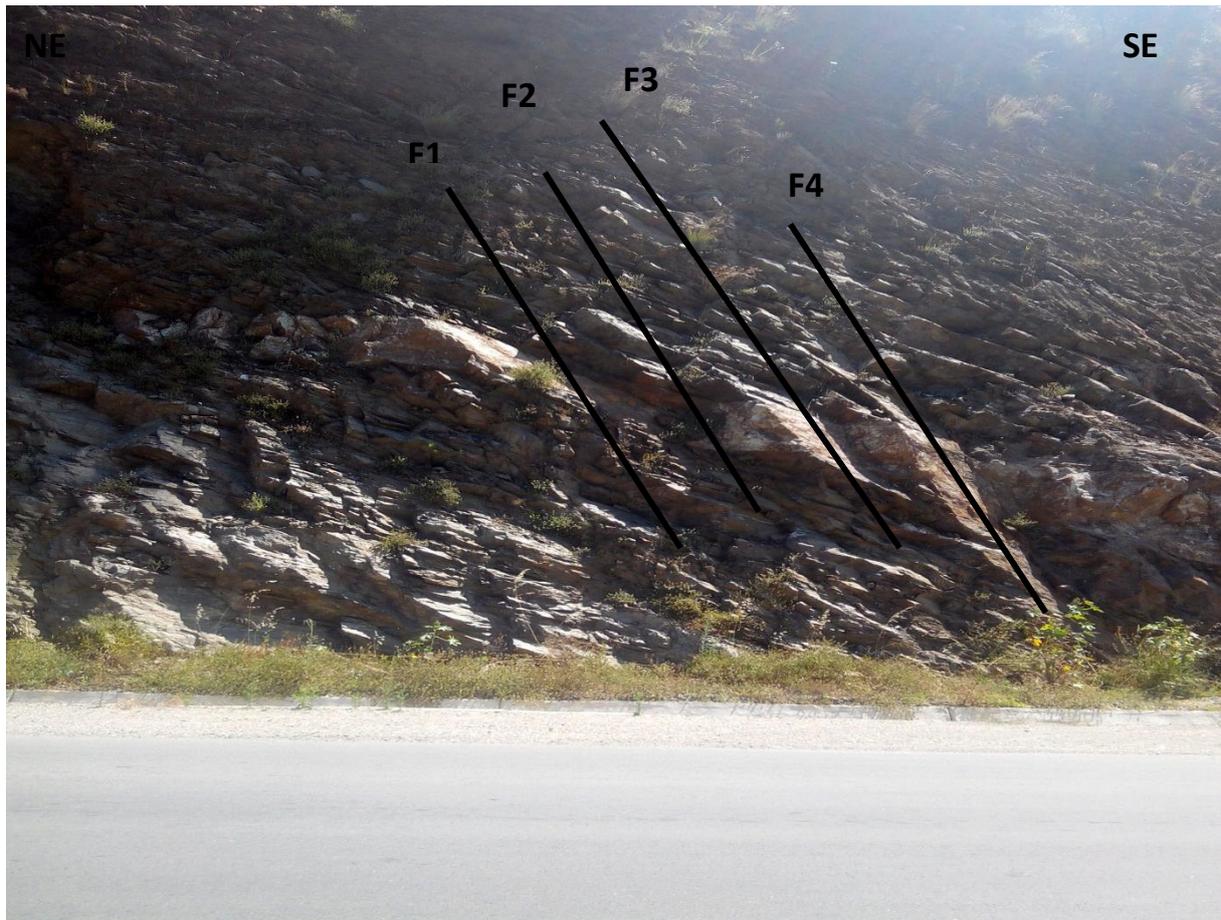


Figure. IV.20: photographie montrant des diaclases de direction N-S dans les micaschistes

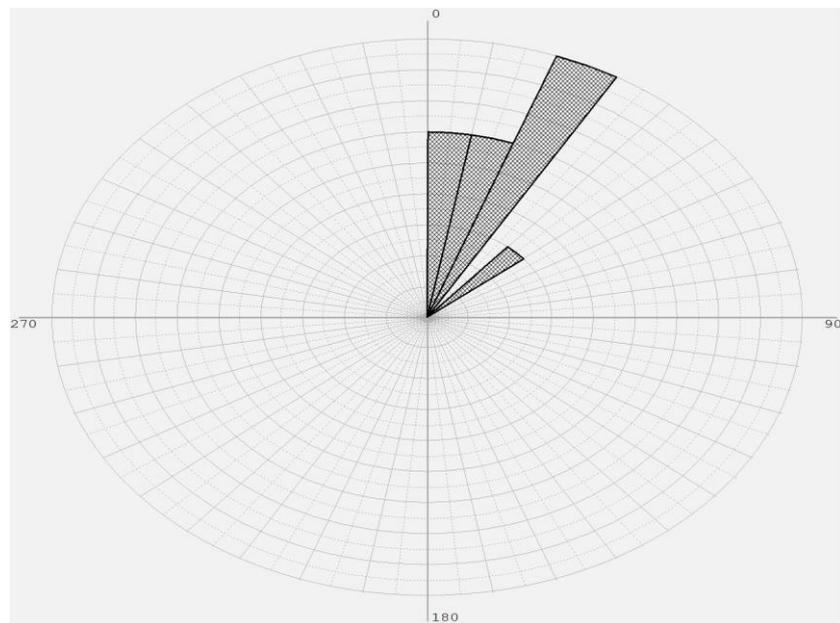


Figure. IV.21 : projection stéréographique des failles et diaclases de secteur d'étude  
(traité par le Rozeta)

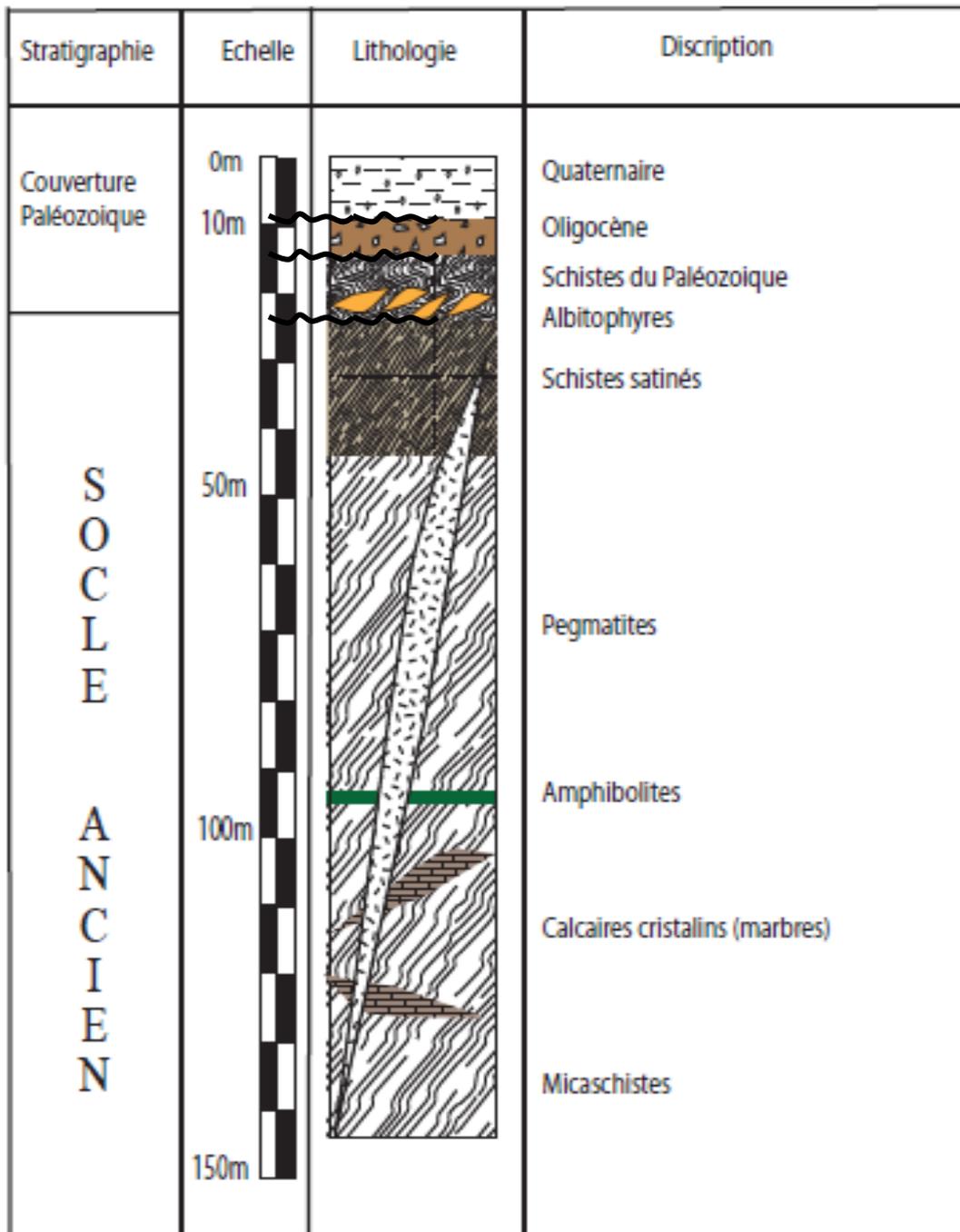


Figure. IV.22 : log lithostratigraphique du secteur d'étude

## VI.5 Conclusion

L'étude géologique du secteur d'étude nous a permis de distinguer deux ensembles géologiques :

- Un ensemble métamorphique ancien composé de plusieurs formations, selon le log stratigraphique, de bas en haut on distingue :
  - Les micaschistes
  - Les marbres (calcaires cristallins)
  - Les amphibolites
  - Les schistes satinés

Cet ensemble est traversé tardivement par des corps magmatiques (les pegmatites)

- Un deuxième ensemble peu ou pas métamorphique reposant en discordance sur le premier ensemble par un contact anormal, il est constitué par :

Les schistes du paléozoïque intrudés par des corps magmatiques (les albitophyres)

L'étude structurale nous a permis de déduire que la région a été soumise à trois phases tectoniques :

- La phase hercynienne
- La phase tardi-hercynienne
- La phase alpine

La tectonique est structurée en tectonique souple et cassante

- La tectonique souple est matérialisée par des:
  - Plis orientés N60° à N70° et des plis orientés N74°

A l'échelle de l'affleurement la schistosité  $S_1$  est d'une direction globale N60°, elle est marquée par un changement de direction N75° et N110° à certains endroits

A l'échelle microscopique on note l'apparition d'une deuxième schistosité  $S_2$  et des micro-plissements.

- La tectonique cassante elle est matérialisée par des fractures majeures
  - Des failles de direction NE-SW à composantes senestre
  - Des fractures orientés NW-SE à composantes dextres.
  - Des décrochements orientés NW-SE

CHAPITRE V  
ETUDE  
PETROGRAPHIQUE

**V.1 Description macroscopique des facies :**

- a. **Les calcaires cristallins (marbre) :** ils sont de texture massives fissurés, de couleur gris-sombre. Elles sont caractérisées par la présence de la minéralisation à galène et sphalérite (la blende) ; cette minéralisation est de texture filonienne. (**Figure. V.1**)



**Figure. V.1 : photographie d'un échantillon de calcaire cristallin**

- b. **Les schistes :** Ils sont massifs, de couleur sombre constitués par des lits en feuillets remplis par des filons et des lentilles de quartz d'exsudation. (**Figure. V.2, Figure. V.3**)



**Figure.V.2 :photographie des schiste montrant une lentille de quartz d'exsudation**



Figure. V.3 : photographie d'un échantillon de schiste montrant la minéralisation en pyrite

- c. **Les micaschistes** : ils sont sombres à noirâtres constitués de cristaux de biotites et muscovites et des filonnets de quartz. Ils sont caractérisés par la présence de la minéralisation à cuivre (chalcopyrite, cuivre gris, cuivre natif, azurites malachite et parfois de la pyrite). (Figure. V.4)



Figure. V.4 : photographie d'un micaschiste minéralisé

- d. **Les pegmatites** : Elles sont de couleur claires à blanchâtres ; dures peu altérées, constituées par des phénocristaux de quartz, feldspath potassique et des micas. Elles sont caractérisées par la présence de la pyrite et de la chalcopyrite. Ces pegmatites sont injectées par des tourmalines. (Figure. V.5)



**Figure. V.5 : photographie d'un échantillon de pegmatite**

- e. **Les amphibolites :** Elles sont de couleur vert foncée ou sombre, dures à texture grenue fracturées constituées de petits filons de quartz d'exsudation ; de la pyrite ; de la chalcopryrite. (Figure. V.6)



**Figure. V.6 : photographie d'un échantillon d'amphibolite**

f. **Les albitophyres** : en général la question des albitophyres constitue un des chapitres les plus obscurs de la pétrographie. Ces albitophyres ont été cités par RAYMOND. D (1966-1972) dans la série de Djebel Aissa Mimoun, n'ont jamais fait l'objet d'étude, les descriptions qui suivent sont les premières études de ces roches volcaniques.

Sur le terrain se sont des corps de dimensions métriques, qui recoupe le Paléozoïque en liserai, elles montrent une légère schistosité. Elles ne traversent pas les formations de l'Oligocène.

Macroscopiquement les albitophyres sont de couleur verte, des roches basiques, de texture vitreuse, avec la présence de phénocristaux d'albite, recoupés par des veines de calcites qui occupent aussi bien les fissures que de fentes de dissécatations, ainsi que des oxydes de fer en remplissages de fractures, ces Albitophyres sont minéralisées en cuivre (chalcopyrite et pyrite).

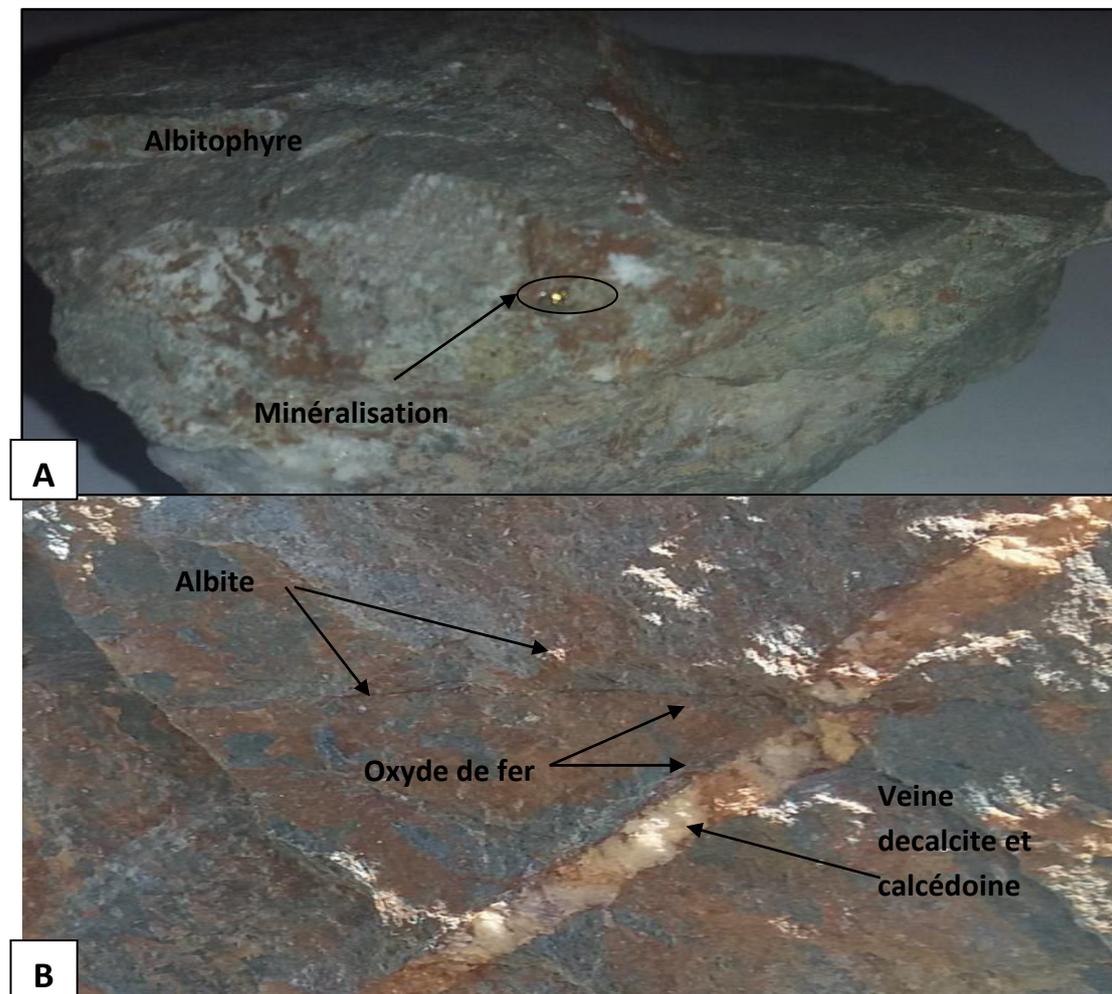


Figure. V.7 : photographie d'un échantillon d'albitophyre

## V.2 Etude microscopique :

### a. Les marbres :

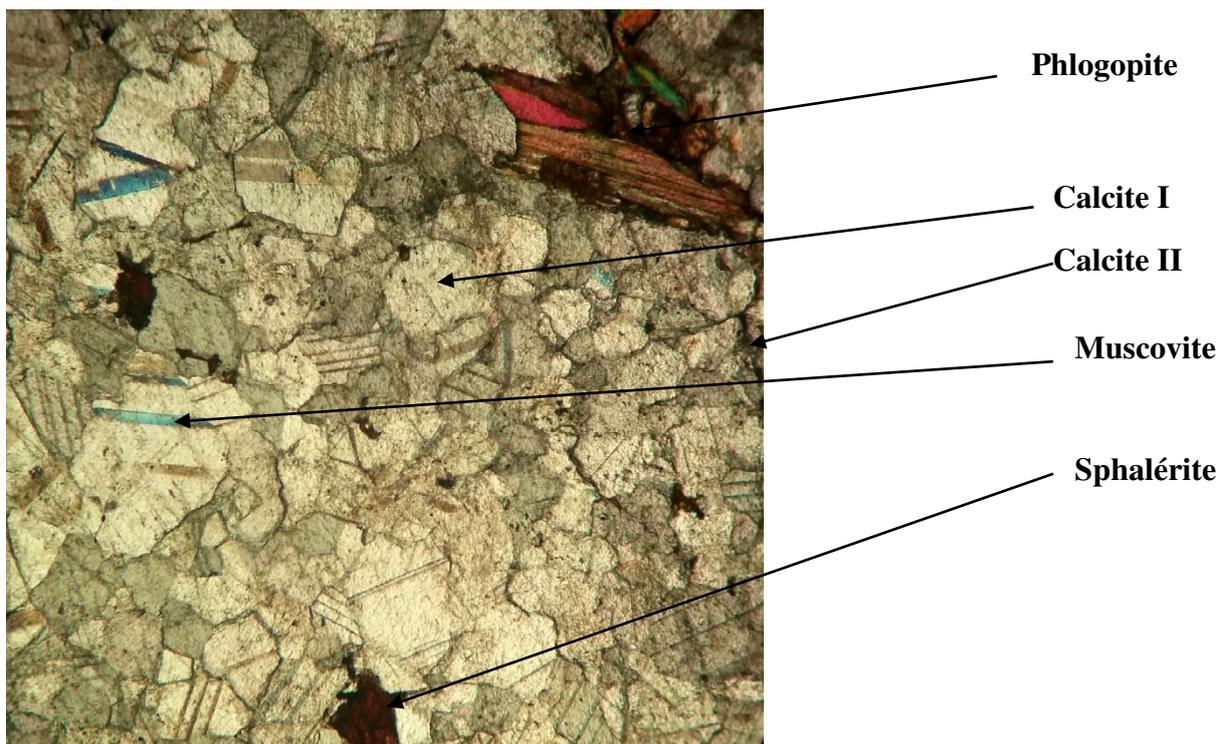
Les marbres sont des calcaires qui ont subi un métamorphisme, l'étude microscopique montre qu'ils sont constitués essentiellement de calcite en cristaux équigranulaires, de quelques cristaux de quartz et de phlogopite ainsi que des minéraux opaques et il montre aussi la minéralisation en sphalérite sous forme de remplissage de fracture. (**Figure. V.8**)

**Calcite :** Elle est le minéral le plus abondant, elle se présente en cristaux automorphes bien cristallisée, présentant des macles polysynthétiques caractéristiques et des formes rhomboédriques. On constate une deuxième génération de calcite tardive incolore limpide en grande taille surtout dans les fractures.

**Quartz :** il est moins abondant, automorphe en petits grains de tailles variables, il appartient souvent à la phase détritique, mais on note une deuxième génération de quartz tardif dans les fissures.

**Phlogopite :** Elle a un aspect allongé de couleur claire (ocre-jaunâtre) avec des clivages parallèles ; avec un habitus de la biotite.

**Minéraux opaques :** ils sont de forme et de taille variable, parmi ces minéraux opaques on note principalement la sphalérite qu'on peut reconnaître en lames minces.



**Figure. V.8 :** Microphotographie d'un marbre montrant la calcite et la phlogopite(en LPA× 10)

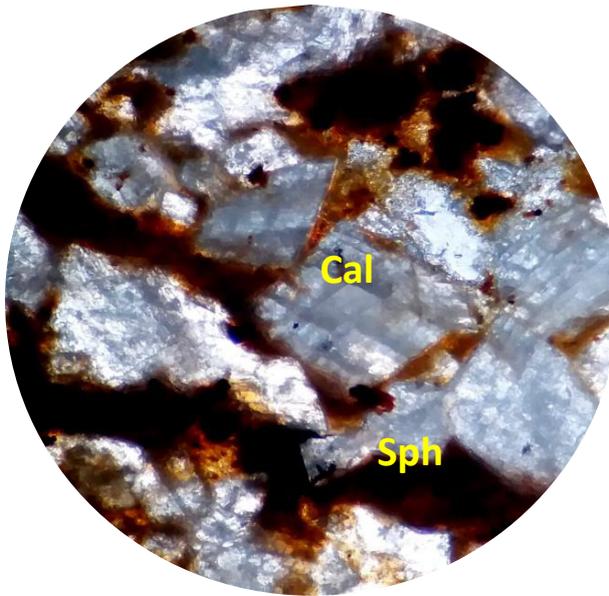


Figure. V.9 : microphotographie d'un marbre avec la présence de la sphalérite en remplissage de fracture(en LPA× 10)

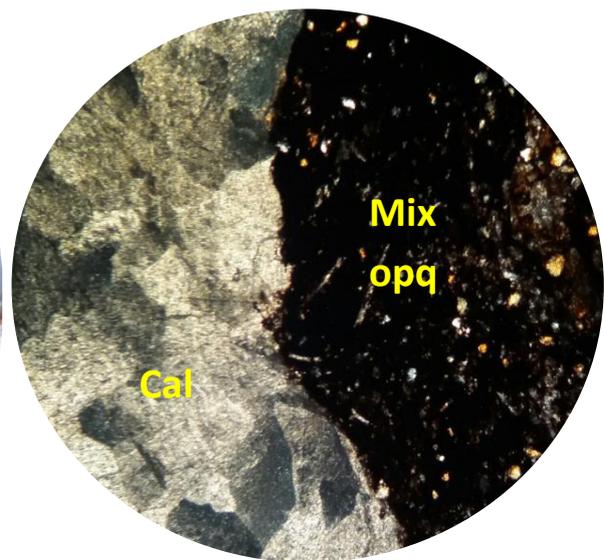


Figure. V.10 : Microphotographie d'un marbre avec un filon minéralisé(en LPA× 10)

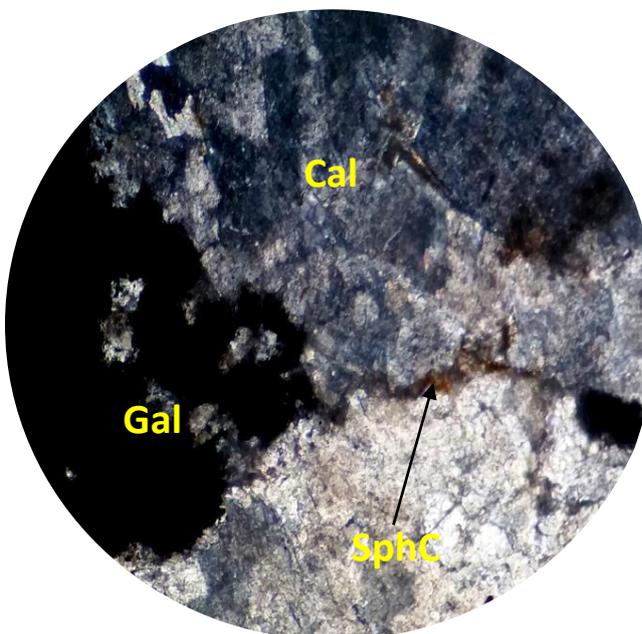


Figure. V.11 : Microphotographie d'un marbre à minéralisation Pb-Zn(en LPA× 10)

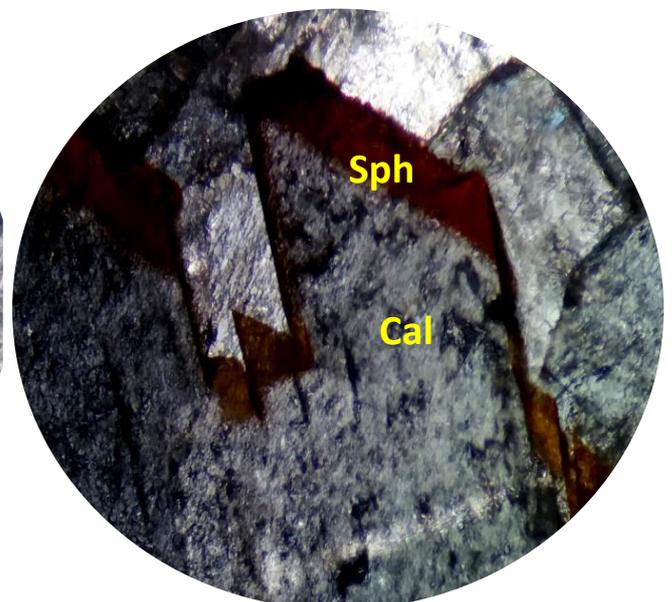


Figure. V.12 : Microphotographie d'un marbre à sphalérite en remplacement suivant les limites des cristaux de la calcite (en LPA× 10)

**b. Les pegmatites :**

Les pegmatites au microscope présentent une texture pegmatitique à grands cristaux de quartz, muscovite, biotite, feldspath potassique, tourmaline et de malachite probablement issu de l'altération de chalcopyrite et quelque inclusion de béryl (**Figure. V.13**)

**Quartz :** Il se présente en gros cristaux de forme xénomorphes à extinction roulante. Il se trouve souvent fracturé.

**Feldspath potassique :** Il est plus abondant caractérisé par des phénoplastes d'orthose à macles de Carlsbad. Rarement on les trouve associé du microcline qui est peu fréquent.

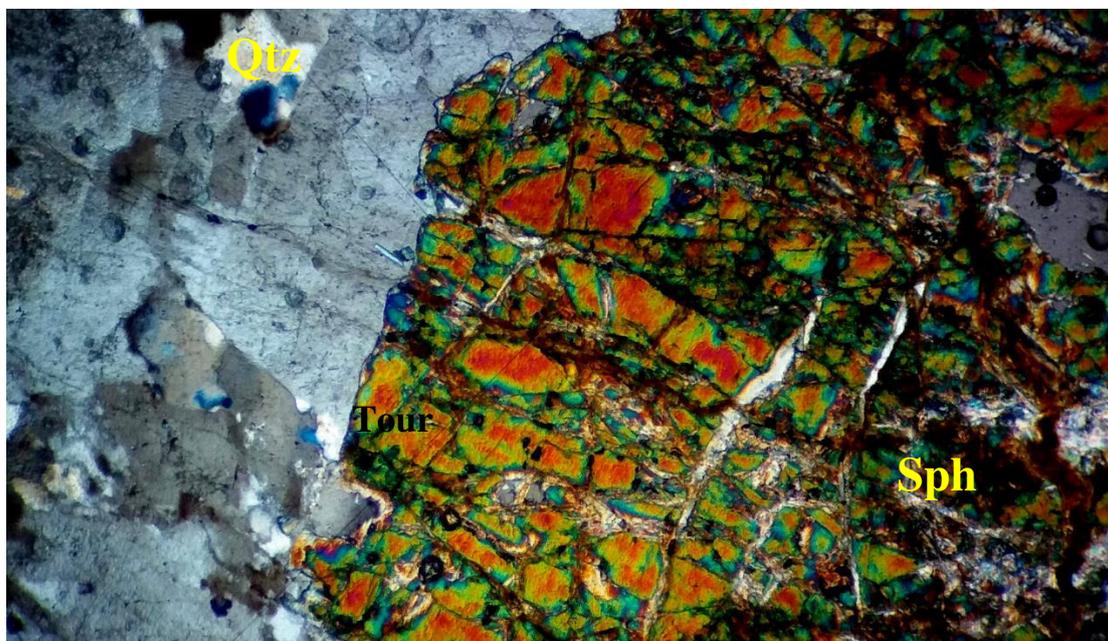
**Biotite :** Elle est moins abondante, en baguettes allongées.

**Muscovite :** Elle est très abondante, elle se présente en baguettes allongées avec des clivages parallèles, teintes de polarisation de deuxième ordre elle est déformée (plissés).

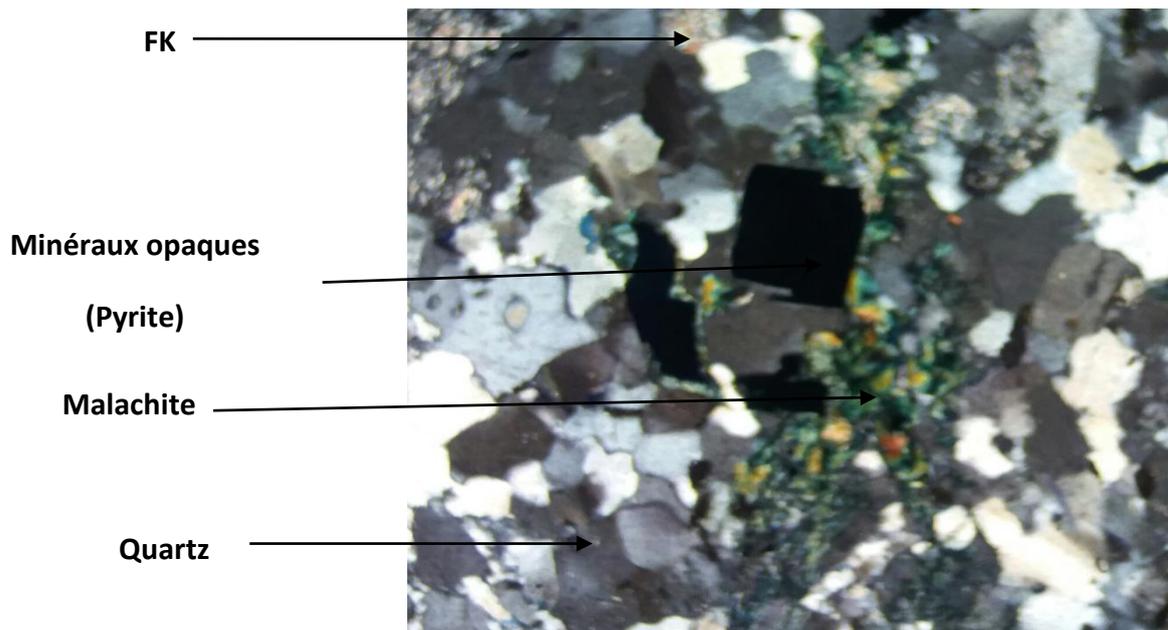
**Tourmaline :** elle se présente sous forme de prisme allongée avec un fort relief, elles sont de couleur brun, un pléochroïsme inverse net, elle est présente au niveau des zones fracturées, la teinte de polarisation est du deuxième à troisième ordre.

**Malachite :** elle est de couleur verte ; vert jaune à vert noir. Elle se présente en concrétion et masse fibreuse (**Figure. V.14**)

**Les minéraux opaques :** Ils sont associés avec le quartz ; micas ; feldspaths dans les zones fracturées. Ils sont automorphes, on note la présence de minéraux cubique et quadratique probablement, qu'il s'agit de la pyrite et de la chalcopyrite, ainsi que la sphalérite en dissémination, remplacement des rhomboèdres dolomitiques et remplissage dans les fissures.



**Figure. V.13 :** Microphotographie d'une pegmatite à tourmaline et à sphalérite en remplissage de fracture(en LPA× 10)



**Figure. V.14 : Microphotographie d'une pegmatite à minéraux opaques bien caractérisés par le système cubique (en LPA G×40).**

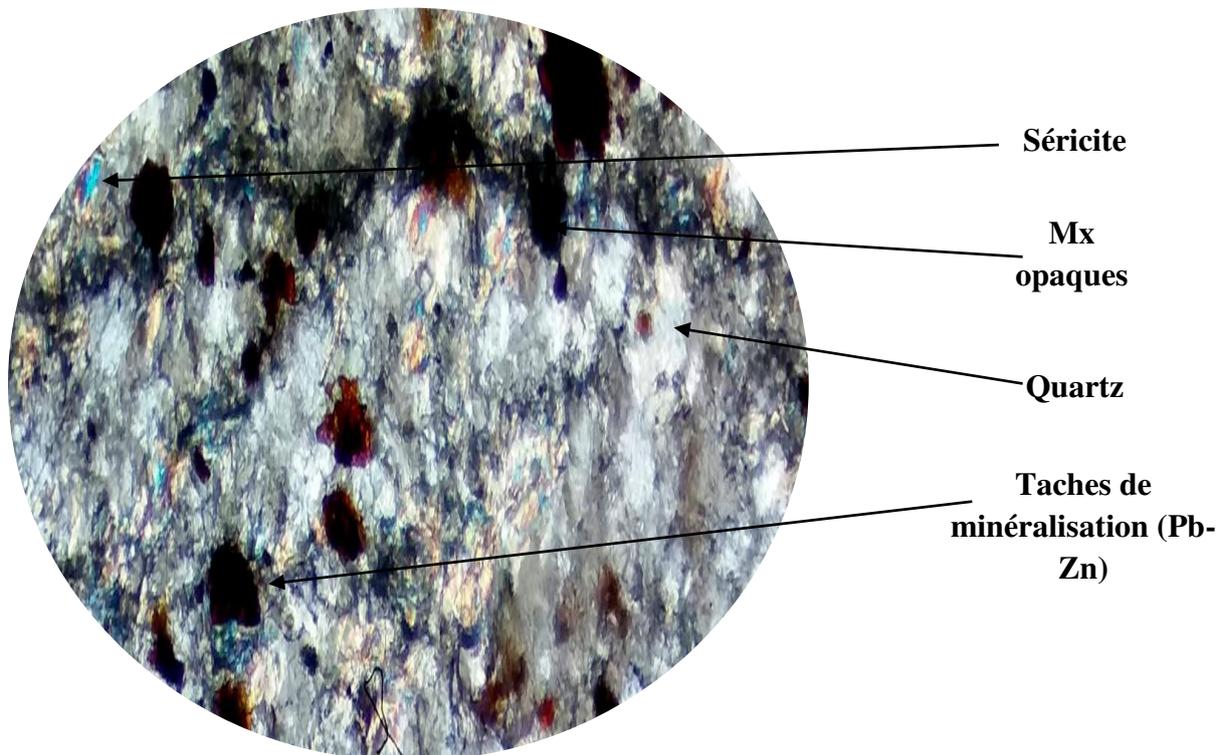
**c. Les schistes :**

Ces schistes se présentent sous deux types : séricito-schiste et chlorito-schiste. Microscopiquement ces schistes sont constitués essentiellement de quartz très abondants ; de séricite ; de chlorite et de minéraux opaques. (**Figure. V.15**)

**Quartz** : il se présente en petites plages à couleur blanche à extinction roulante.

**Séricite** : elle se présente en petits grains associés au quartz ; elle est de couleur bleu claire en LPA par fois elle remplit les fractures.

**Chlorite** : dispose parallèlement à la schistosité, en LPNA elle incolore à légèrement verdâtre et elle est d'un faible relief. En LPA elle présente une biréfringence faible avec une teinte de polarisation bleu foncé.



**Figure. V.15** : Microphotographie d'un séricito-schiste(en LPA× 10)

**d. Les micaschistes :**

Microscopiquement la composition minéralogique des micaschistes est constituée de : muscovite, biotite, quartz, des inclusions de zircon et les minéraux opaques. (**Figure. V.16**)

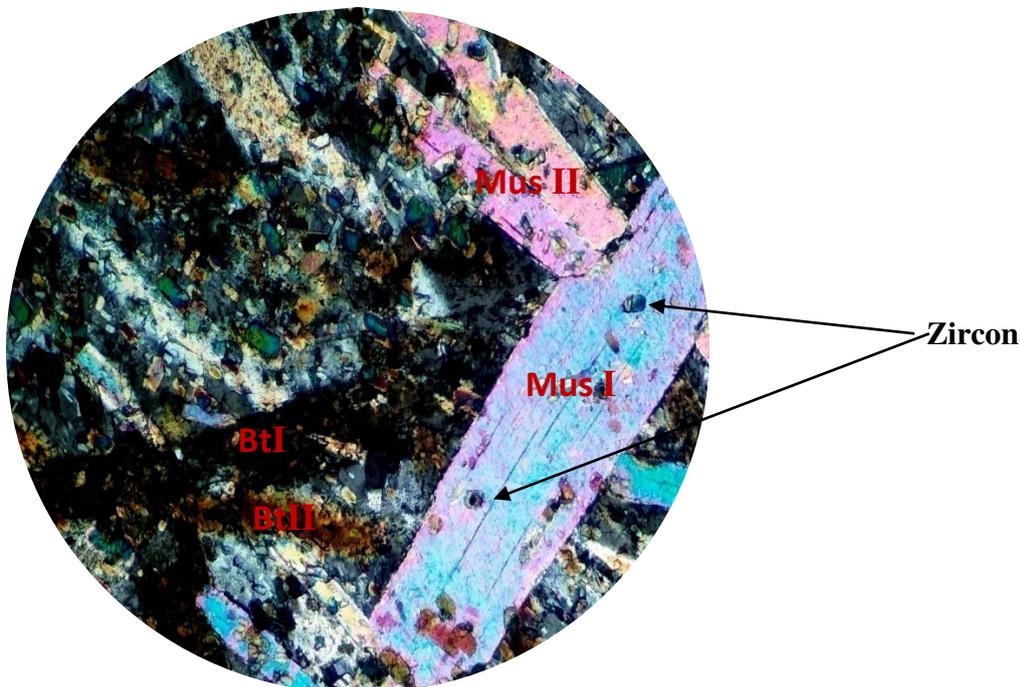
**Muscovite :** Elle se présente en lamelles allongées, incolore limpide avec clivage parallèles. Elle a une teinte de polarisation de premier ordre (rose, jaune à magenta très vives).elle souligne la schistosité  $S_1$ , on note qu'il existe une deuxième génération de muscovite qui recoupe la schistosité  $S_1$ .

**Biotite :** Elle est sous forme de baguette allongée et elle est chloritisée avec des inclusions de zircon. Elle est de taille variables avec une couleur marron et pléochroïsme dans les teintes rouge-brun, suit le plan de schistosité  $S_1$  et on distingue une deuxième génération de biotite qui recoupe la schistosité  $S_1$ .

**Quartz :** Il se présente en proportion varié sous forme de cristaux xénomorphes incolore et limpide, certaines plages sont de formes globulaires soulignant la schistosité  $S_1$ . On note aussi la présence d'une deuxième génération de quartz post-schisteux.

**Zircon :** Il est inclus dans la biotite et dans la muscovite avec des auréoles d'altérations qui l'entoure.

**Les minéraux opaques :** Ils sont de différentes tailles et formes, le plus souvent ils sont sous formes cubique. Ils se concentrent surtout dans les zones fracturées, et suivant la schistosité  $S_1$ .



**Figure. V.16 :** Microphotographie d'un micaschiste (en LPA× 10)

**e. Les amphibolites :**

Microscopiquement elles sont composées essentiellement de l'amphibole, de la biotite, un peu de quartz et des minéraux opaques. (Figure. V.17)

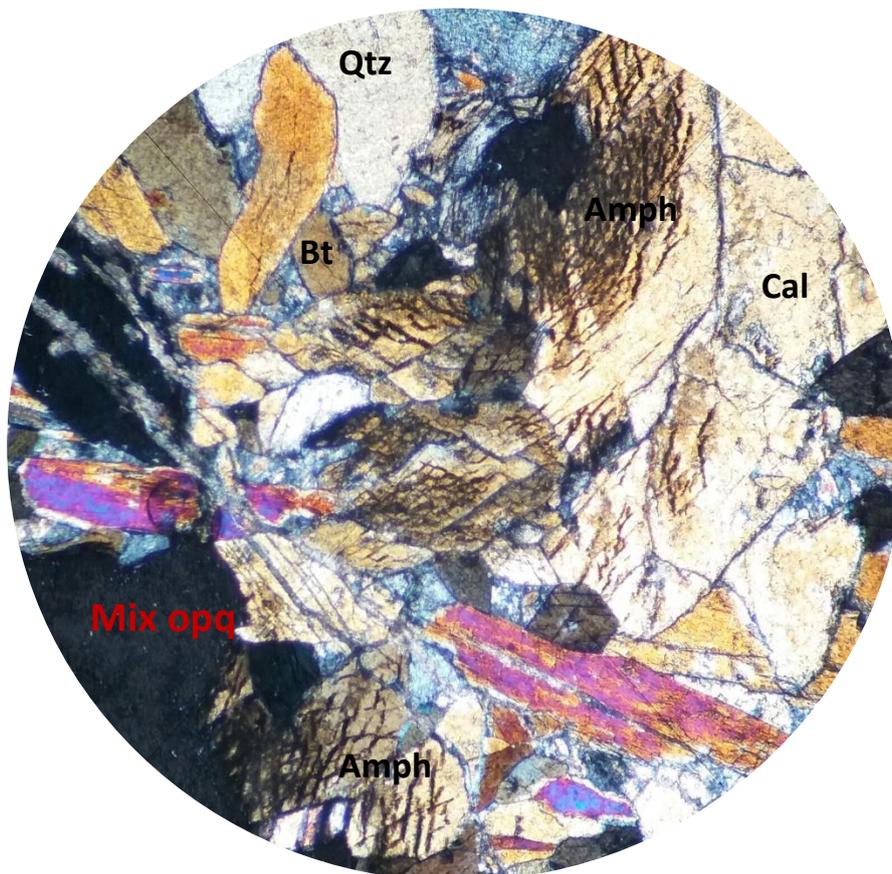
**Amphibole** : il s'agit de l'hornblende verte ; elle se présente sous forme allongée et prismatique pour les sections basales, elle présente des craquelures ; des clivages de 120°. Elle est plus abondante, constitue plus de 50% de la composition minéralogique. Elle est recoupée par des veines siliceuses.

**Quartz** : Il est automorphe, incolore et à une extinction roulante, arrangée en lit discontinus dans les fractures.

**Biotite** : Elle est peu abondante de couleur brune à pléochroïsme fort, associée à l'hornblende verte sous formes des paillettes.

**Calcite** : Elle se présente sous forme de petits cristaux xénomorphes.

**Minéraux opaque** : Fréquemment sont soit concentrés, soit disséminés dans les zones fracturés, et par fois sont associées avec les amphiboles.



**Figure. V.17 : microphotographie montrant la composition minéralogique des amphibolites (en LPA G× 10)**

**f. Albitophyres :****1. Introduction :**

La question des albitophyres constitue un des chapitres les plus obscurs de la pétrographie.

**2. Définition :**

COQUAND a créé en 1857 le terme « albitophyre », dont il a donné la définition fondamentale suivante : « roche essentiellement constituée d'une pâte de feldspath albite, empâtant ordinairement des cristaux d'albite et accidentellement des noyaux calcaires, des géodes de quartz et de la calcédoine ».

Cette définition ancienne est remarquable puisqu'elle a été proposée avant l'usage en pétrographie du microscope polarisant, mais il convient de la préciser. On classe actuellement dans les albitophyres des roches volcaniques et hypo volcaniques présentant un ensemble de caractères minéralogiques et chimiques nommés indifféremment caractères spilitiques ou albitophyriques.

**3. Les modes de formation des Albitophyres :**

Les hypothèses sur l'origine des albitophyres sont nombreuses. Cette complexité semble d'ailleurs tenir à la nature même des roches : les caractères spilitiques peuvent apparaître sous l'action de plusieurs processus pétrogénétiques (A. K. WELLS, 1922-1923). En d'autres termes, il s'agit d'un faciès de convergence (E. NIGGLI, 1944).

Les diverses hypothèses qui ont été émises sur la pétrogenèse des albitophyres peuvent être divisées en deux grands groupes : pour les uns, les caractères spilitiques sont d'origine magmatique ; pour les autres, au contraire, ils sont d'origine externe.

- H. DEWEY et J. S. FLETT ont pour la première fois parlée en 1911 d'une lignée magmatique spéciale commune à toutes les roches de la famille spilitique. Pour ces auteurs, la composition chimique particulière de certains magmas anormalement riches en éléments volatils entraînerait des conditions de cristallisation de type hydrothermal. Les caractères albitophyriques étant dans cette hypothèse directement liés au magma, ils peuvent indifféremment se rencontrer dans les coulées continentales massives ou dans les coulées sous-marines en pillows-lavas.
- Pour d'autres auteurs au contraire il y aurait eu épanchement d'un magma analogue à ceux que l'on peut observer actuellement, puis la lave aurait été transformée sous l'action de facteurs extérieurs soit au moment même de son écoulement, soit bien après sa consolidation au cours des temps géologiques. Dans le premier cas une éruption sous-marine ou tout simplement l'intrusion de la lave dans des sédiments humides auraient suffi à modifier profondément la composition minéralogique du magma en voie de cristallisation (G.C. AMSTUTZ, 1956 ; R. A. DALY, 1933 ; E. SZADÉCZKY-KARDOSS, 1958). Dans le second cas c'est le vieillissement, accompagné d'actions hydrothermales ou métasomatiques, qui aurait agi (P. TERMIER, 1897, 1898 ; J. GILLULY, 1935 ; R. PERRIN et M. Rou- BAULT, 1941).

- Les albitophyres ne forment pas un groupe homogène : selon les cas, les uns ou les autres des processus pétrogénétiques évoqués ci-dessus ont pu se produire ou même se combiner (M. H. BATTEY, 1956). Il faut étudier chaque cas isolément et aucune interprétation n'est valable pour l'ensemble des albitophyres.

#### 4. Classification des albitophyre :

**Du point de vue minéralogique :** les principaux éléments constitutifs sont des minéraux de basse température, habituellement considérés comme hydrothermaux : plagioclase sodique (souvent albite B.T.), chlorites, épidotes, calcite. Les minéraux ferromagnésiens habituels dans les laves (olivine, pyroxène) sont totalement absents ou en général profondément altérés.

**Du point de vue chimique :** ceci se traduit par une teneur relativement élevée en sodium et en eau de constitution. Des observations ont aussi montré, quoique ce ne soit pas une règle absolue, la présence de quantités assez importantes de fer ferreux et de titane et une grande pauvreté en potassium.

Les albitophyres typiques sont divisés en deux groupes :

- **Les k ratophyres :** qui sont des roches claires   albite abondante. Il faut noter que le terme d'albitophyre est parfois employé dans un sens restreint comme synonyme de k ratophyre.
- **Les spilites :** qui sont des roches sombres où les minéraux ferromagnésiens dominent. Ce sont les albitophyres les plus répandus ; aussi le mot spilite est-il parfois utilisé pour désigner l'ensemble des albitophyres.

**Macroscopiquement les albitophyres qu'on a étudiés :** elles sont composées essentiellement de cristaux de plagioclases (albite et orthose), quartz, biotite chloritisée, calcédoine et calcite, des minéraux opaques. L'étude pétrographique indique que le magmatisme est de basse température et de chimie sodi-potassique « albite/orthose ».

**Plagioclases :** il est le minéral le plus abondant, type Albite il est caractérisé par une macle polysynthétique, le minéral présente une certaine orientation. Voir le diagramme.

L'angle d'extinction du plagioclase a été déterminé selon la méthode de Michel-Levy, est un critère d'attribution du plagioclase observé à l'un des termes de la série des plagioclases (Ab {An).

**La Méthode de Michel-Levy (LPA) :** on place l'axe cristallographique du plagioclase dans la direction N-S. Le cristal doit être gris, avec la trace des plans de macle encore visible (position d'égal éclairage) {Tourne la platine de 45° en sens horaire. Le cristal devient uniformément gris (position d'éclairage commun). Au cours de la rotation, une macle sur deux passe en position d'extinction. Mesurer l'angle correspondant. Recommencer l'opération dans le sens antihoraire

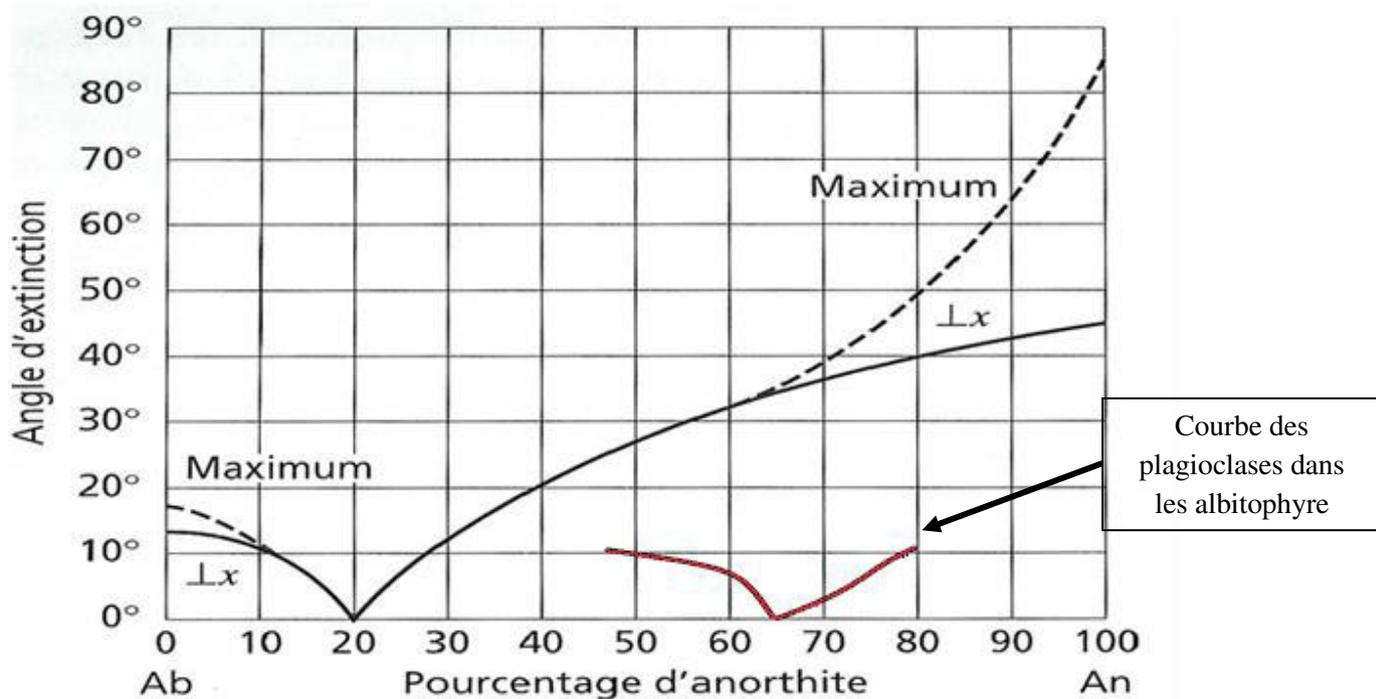


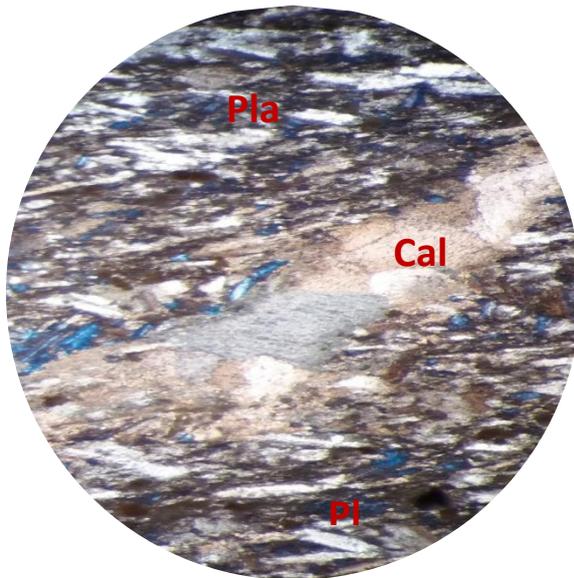
Figure V.18 : Mesure de l'angle d'extinction des plagioclases des Albitophyres

**Quartz** : il est automorphe, incolore et à une extinction roulante dispersée dans la phase magmatique, il se trouve dans les fractures avec la calcite.

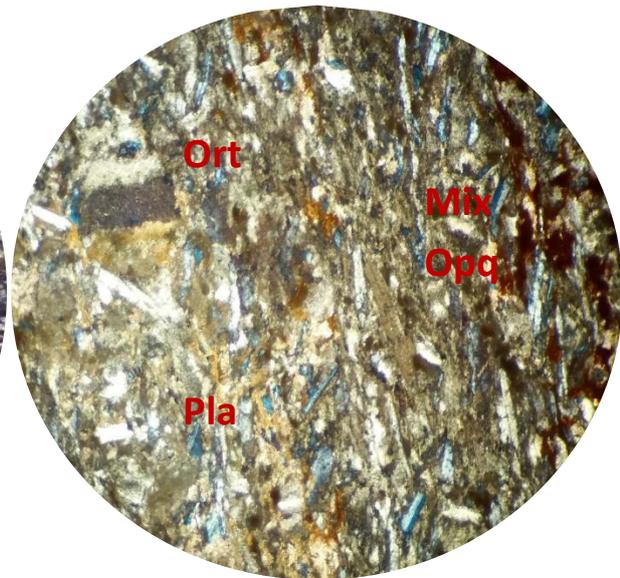
**Biotite** : elle est très peu abondante de couleur brune verdâtre (elle est chloritisée) à pléochroïsme fort, associée à l'hornblende verte sous formes de paillettes).

**Calcite** : elle se présente en cristaux automorphes incolore limpide. On constate deux calcites, une dans les albitophyres et une autre dans les fissures d'origine externe.

**Minéraux opaques** : fréquemment ils sont concentrés, soit disséminés, et dans les fissures.



**Figure V.19** : Microphotographie montrant les minéraux orientés suivant un plan de schistosité dans les albitophyres (en LPA G×10)



**Figure V.20** : Microphotographie montrant les oxydes de fer, disséminés et de remplissage de fracture dans les albitophyres (en LPA G× 10)

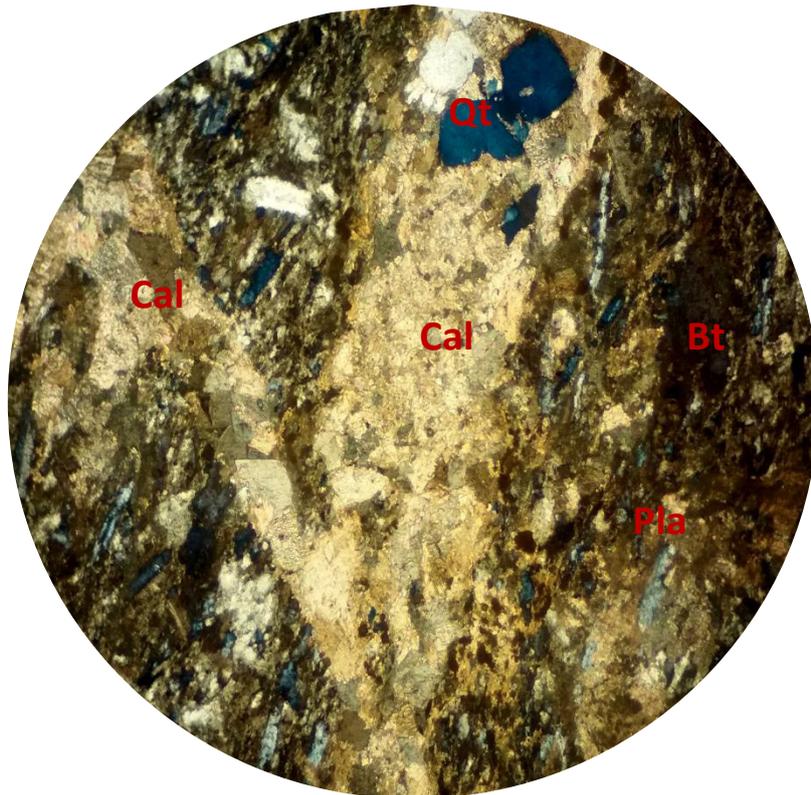


Figure V.21 : microphotographie montrant deux générations de calcites qui se recoupent dans les albitophyre(en LPA G×10)

### Conclusion

L'étude géologique et pétrographique des albitophyres du secteur d'étude montre, qu'elles intrudent le Paléozoïque. L'étude des lames minces a montré une texture vitreuse où dominent les plagioclases. Le type de plagioclase a été déterminé par la méthode Levy, elle a donné une composition minéralogique de 65% d'albite et 35% d'anorthite, cela confirme que la roche volcanique se situe est vers le pôle sodique est qu'elle est issue d'un magmatisme de basse température.

La roche en général présente une schistosité apparente, ceci confirme que les roches ont subi un métamorphisme probablement de la phase Alpine qui a affecté la région.

CHAPITRE VI  
ETUDE  
GITOLOGIQUE

## VI.1 Introduction :

Les études effectuées sur le terrain nous ont permis de déterminer trois types de minéralisations :

- ❖ Une minéralisation à Plomb et Zinc encaissée dans les calcaires métamorphisés.
- ❖ Une minéralisation à cuivre encaissée dans les micaschistes, les amphibolites, les albitophyres et la pegmatite.
- ❖ Une minéralisation à molybdénite encaissée dans les pegmatites (Ali.ALLAM, 2017)

## VI.2 Présentation des minéralisations :

### VI.2.1 La minéralisation à Pb-Zn encaissée dans les calcaires cristallins (les marbres) :

La minéralisation plomb-zincifère est encaissée aux niveaux des roches carbonatées cristallines (marbre) intercalées dans les micaschistes. La minéralisation est représentée par la galène et la sphalérite.

Cette minéralisation apparaît sous formes de petits filons concordants avec l'encaissement, ils peuvent être de dimensions métriques et une épaisseur centimétriques de direction N90° pendage 35° à 40° vers le Sud, et elles se présentent sous forme de disséminations.

Les travaux antérieurs menés par (O. Koli, 1997) sur cet indice à Pb-Zn, aboutissent à déterminer une minéralisation de type karstique ultérieurement déformée. La sphalérite est moins abondante que la galène elle se distingue par sa teinte moins vive (**figure.VI.1**)



**Figure.VI.1** : photographie d'une section polie d'un échantillon de marbre minéralisé en galène



Figure.VI.2 : photographie d'une section polie d'un calcaire cristallin (marbre) minéralisé en blende (sphalérite)

#### A / Etude texturale :

L'étude texturale des minéralisations plomb et zinc montre qu'elles se présentent sous forme disséminées et veinules.

- **Texture disséminée** : elle est caractérisée par une dispersion de petits grains de sphalérite et galène, dispersés dans le calcaire métamorphisé (**Figure.VI.3**).
- **Texture veinulée** : elle est caractérisée par des veines millimétriques et centimétriques remplies par la galène, la sphalérite et les oxydes de fer. (**Figure.VI.4**)



Figure.VI.3 : photographie d'une section polie montrant la sphalérite disséminée

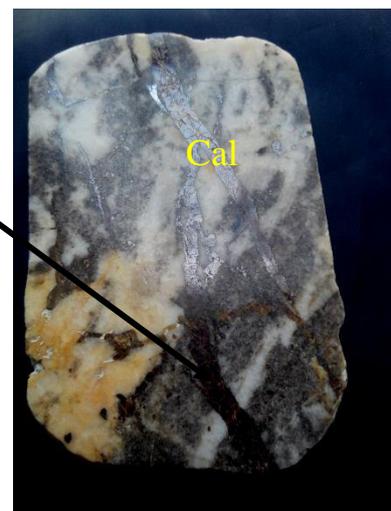


Figure.VI.4 : photographie d'une section polie montrant la sphalérite disséminée

**B/ Description microscopique :**

L'étude microscopique des sections polies de marbre (calcaires cristallins) détermine l'association minéralogique suivante : galène, sphalérite et pyrite.

**La galène :**

Elle est subautomorphe de couleur blanche ou grise avec un pouvoir réflecteur élevé, elle est isotrope et caractérisée par des clivages et des arrachements triangulaires. Elle est associée avec la pyrite et la sphalérite. (**Figure.VI.8**)

**La sphalérite**

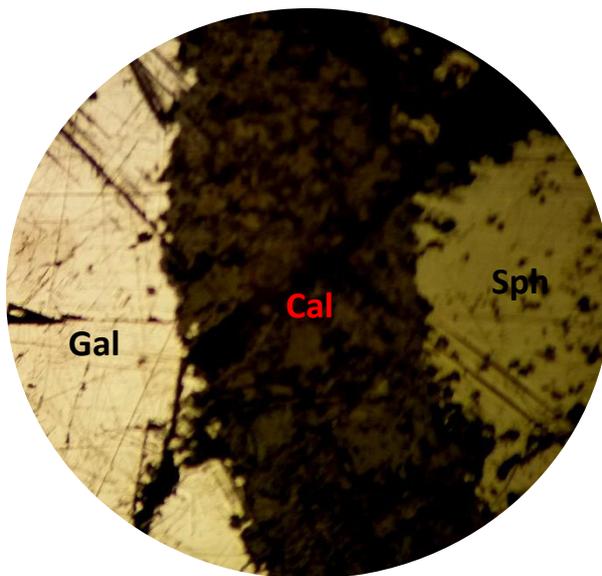
Elle est de couleur grise avec un pouvoir réflecteur faible. Elle est isotrope et elle est associée avec la galène. (**Figure.VI.5**)

**La pyrite :**

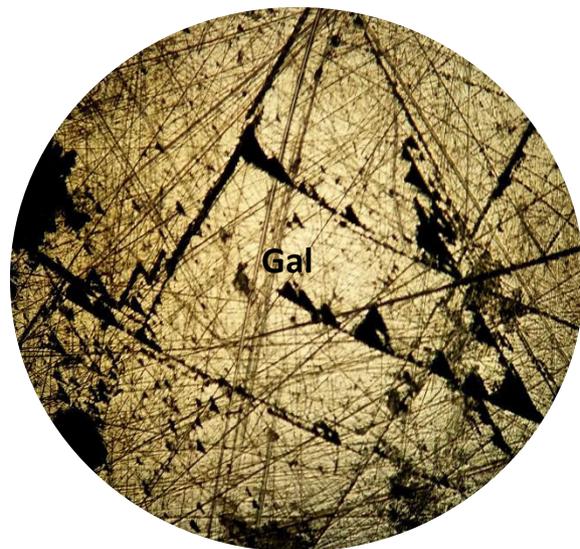
Elle est automorphe de couleur jaune claire avec un pouvoir réflecteur très élevée supérieur à celui de la galène et la chalcopryrite. Elle est généralement incluse dans la galène et associée avec la sphalérite. (**Figure.VI.7**)

**Les oxydes de fer :**

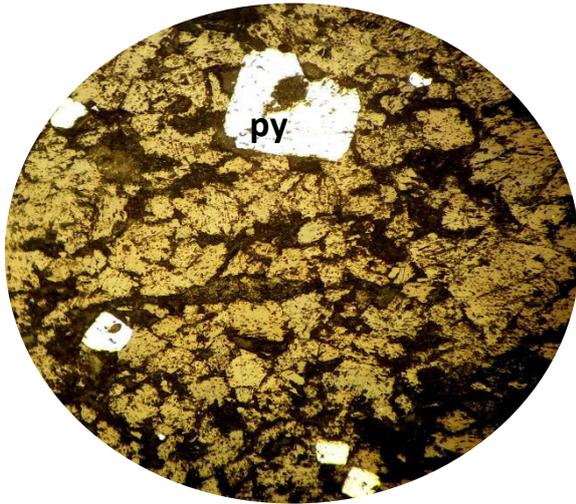
Les oxydes de fer sont remarquables dans les zones fracturées et fissurées avec un aspect jaunâtre à brun rouge. C'est une caractéristique de la circulation des eaux météoritiques.



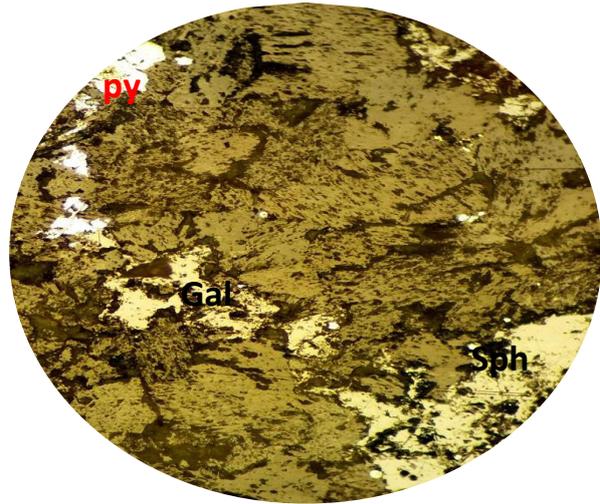
**Figure.VI.5 : microphotographie montrant l'association de la galène et la sphalérite dans les marbres (LPA G10)**



**Figure.VI.6 : microphotographie montrant les arrachements triangulaires de la galène dans les marbres (LPA G10)**



**Figure.VI.7 : microphotographie montrant la pyrite automorphe dans les marbres (LPA G10)**



**Figure.VI.8 : microphotographie montrant l'association de la galène, la sphalérite et la pyrite dans les marbres (LPA G10)**

#### **C/ Succession para-génétique de l'indice de Pb-Zn :**

L'étude pétrographique et gîtologique nous a permis de distinguer trois phases de la mise en place de la minéralisation à Pb-Zn :

- **Phase métamorphique** : caractérisée l'épisode métamorphique des calcaires en marbres dolomités (calcaires cristallins).
- **Phase hydrothermale** : la circulation de fluides hydrothermaux chauds riches en plomb et zinc, responsable de la mise en place de la minéralisation dans les zones fracturées de l'encaissant carbonaté.
- **Phase Supergène** : elle est marquée par l'influence des eaux météoritiques qui ont affecté les zones faillées donnant naissance aux altérations des oxydes de fer tel que la Limonite.

Phase Minéraux	Métamorphique		Hydrothermale	Supergène
Calcite	<u>I</u>	F <u>II</u>		
Quartz	<u>I</u>	R <u>II</u>		
Phlogopite		A		
Sphalérite	—	C	—	
Galène		T	—	
Pyrite		U	—	
Oxydes de fer		R		—
		A		
		T		
		I		
		O		
		N		

Figure.VI.9 : Tableau paragenétique de la succession de la minéralisation à Pb/Zn

### VI.2.2 La minéralisation à cuivre (Cu) encaissée dans les micaschistes, les pegmatites, les amphibolites et les albitophyres :

#### + La minéralisation encaissée dans les micaschistes :

La minéralisation encaissée dans les micaschistes apparait sous forme de pyrite et chalcopryrite disséminées, un peu massives, veinulées millimétriques à centimétriques, on note aussi la présence du cuivre gris. Cette minéralisation est très remarquable dans les zones fracturées, recoupant nettement la schistosité, associée avec les minéraux de la gangue (le quartz, micas, feldspaths). (figure.VI.10)

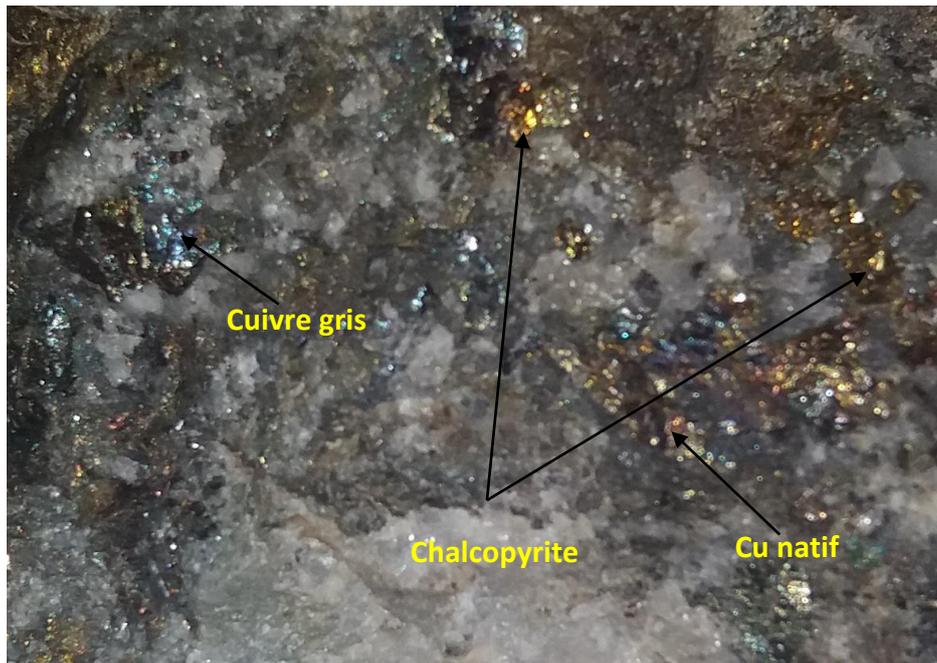


Figure.VI.10 : photographie d'un micaschiste montrant la minéralisation en chalcopryrite et cuivre gris

#### + La minéralisation encaissée dans les pegmatites :

La minéralisation encaissée dans les pegmatites n'est pas assez abondante, elle est disséminée ou sous formes de remplissage en veinule. La pyrite est le minéral dominant par rapport à la chalcopryrite.

✚ **La minéralisation encaissée dans les amphibolites :**

La minéralisation recoupant les amphibolites en petites veinules de pyrite et chalcoppyrite. La pyrite est souvent altérée en oxydes de fer, alors que la chalcoppyrite est souvent s'altère en malachite et azurite.

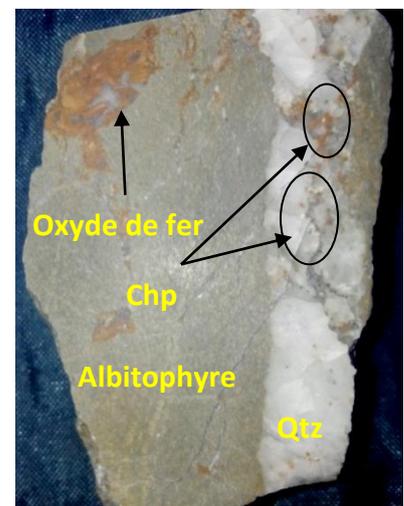
(Figure.VI.11)



**Figure.VI.11 : photographie d'une amphibolite montrant la minéralisation en chalcoppyrite et pyrite.**

✚ **La minéralisation encaissée dans les albitophyres :**

Dans les albitophyres la minéralisation en pyrite et chalcoppyrite apparaît disséminée juste au contact socle / couverture.



**Figure.VI.12 : macrophotographie d'un albitophyre montrant la minéralisation en chalcoppyrite**

### VI.3 Description microscopique :

L'étude microscopique des sections polies des différentes formations (micaschiste, pegmatite, amphibolite et albitophyre) minéralisé en sulfure de cuivre montre l'association minéralogique suivante : pyrite, chalcopyrite, sphalérite, marcassite, cuivre gris, et les deux minéraux d'altération la malachite et l'azurite plus la limonite.

#### ❖ Pyrite :

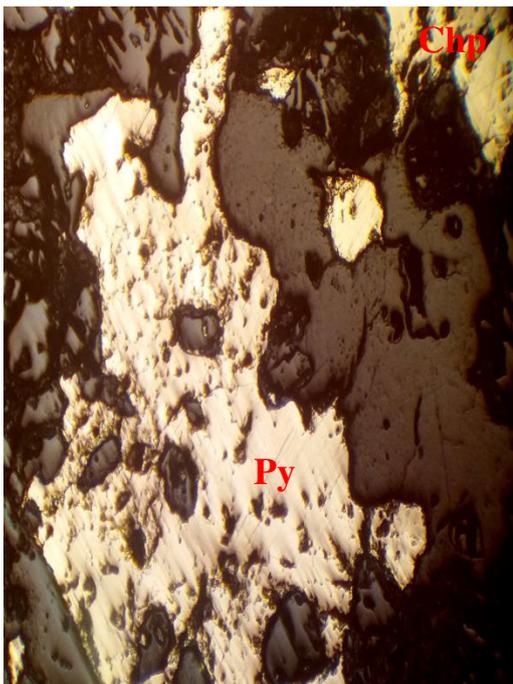
elle se présente sous forme des cristaux cubiques sub-automorphes à automorphes de couleur jaune laiteux à blanc, elle est isotrope avec un pouvoir réflecteur fort supérieur à celui de la chalcopyrite. (Figure.VI.13)

#### ❖ Chalcopyrite :

Elle se mit en place dans les fractures, elle est sous forme des plages, de couleur jaune franche avec une anisotropie faible associée avec la pyrite. (Figure.VI.14)

#### ❖ Marcassite :

Caracterisée par son pléochroïsme net et son pouvoir reflecteur élevé, elle est de couleur blan-jaunâtre et elle est généralement associée à la pyrite. (Figure.VI.16)



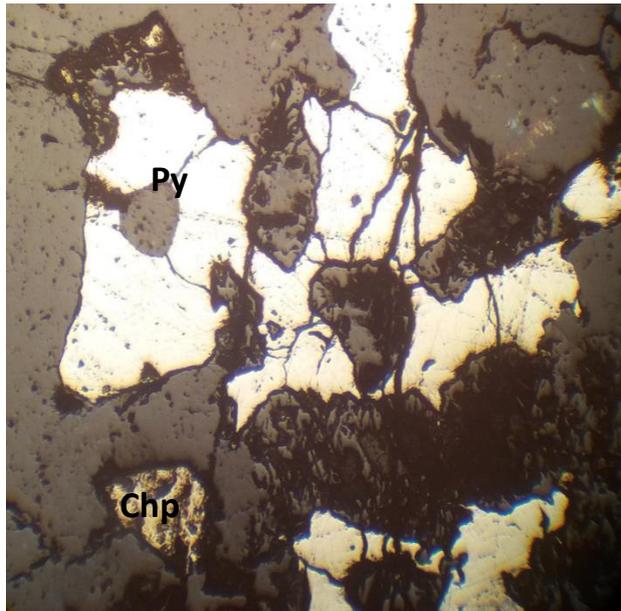
**Figure.VI.13 : microphotographie montrant une plage de pyrite dans (LPA G10)**

**(Dans les amphibolites)**

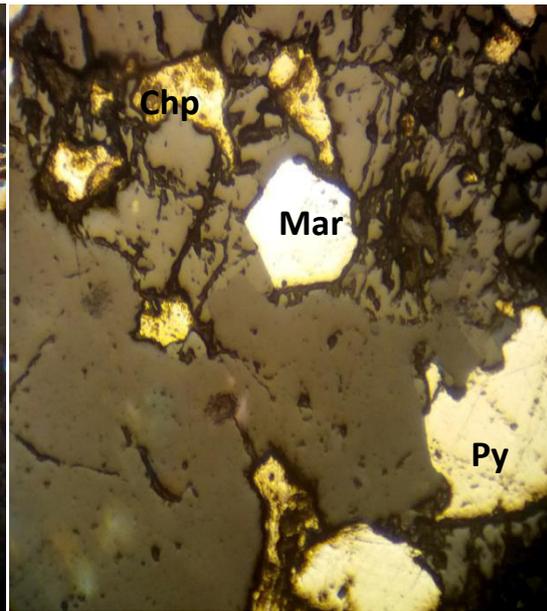


**Figure.VI.14 : Microphotographie montrant l'association minérale suivante : pyrite, chalcopyrite, marcassite dans (LPA G10)**

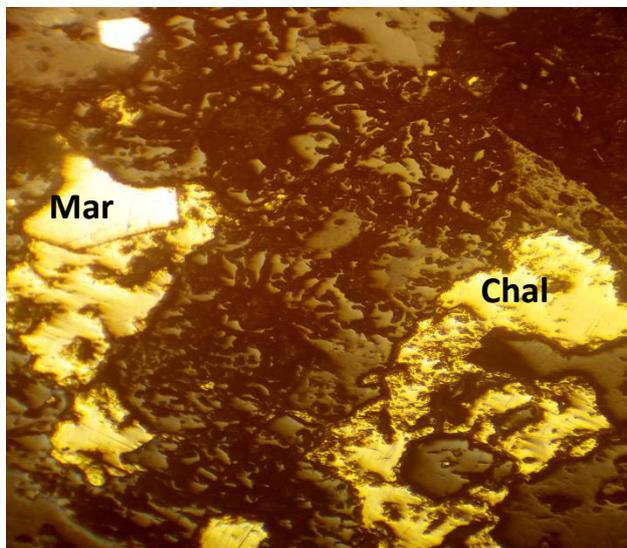
**(Dans les amphibolites)**



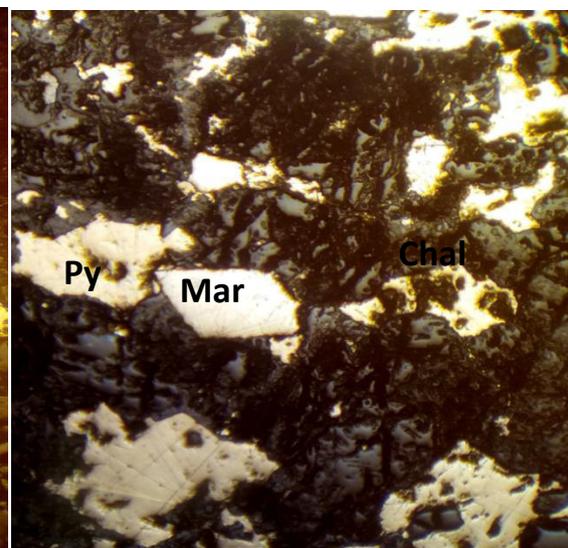
**Figure.VI.15 : Microphotographie montrant la pyrite en remplissage (LPAG10)**  
(Dans les amphibolites)



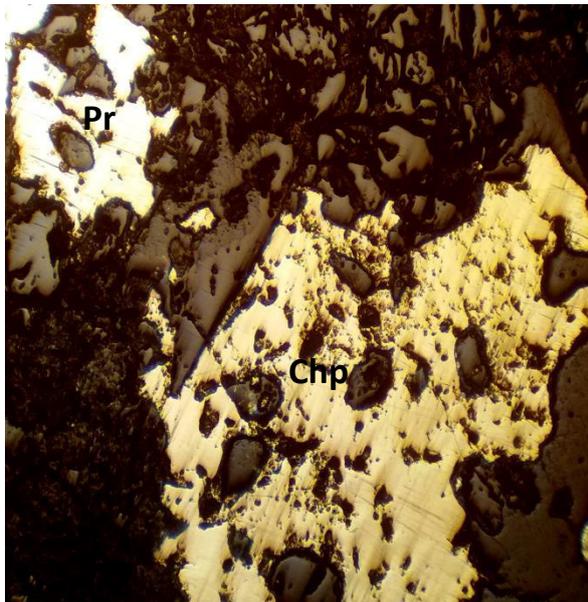
**Figure.VI.16 : microphotographie montrant l'association de la pyrite, chalcopryrite et marcassite (LPAG10)**  
(Dans les amphibolites)



**Figure.VI.17 : microphotographie montrant la chalcopryrite associée à la marcassite (LPAG10)**  
(Dans les amphibolites)

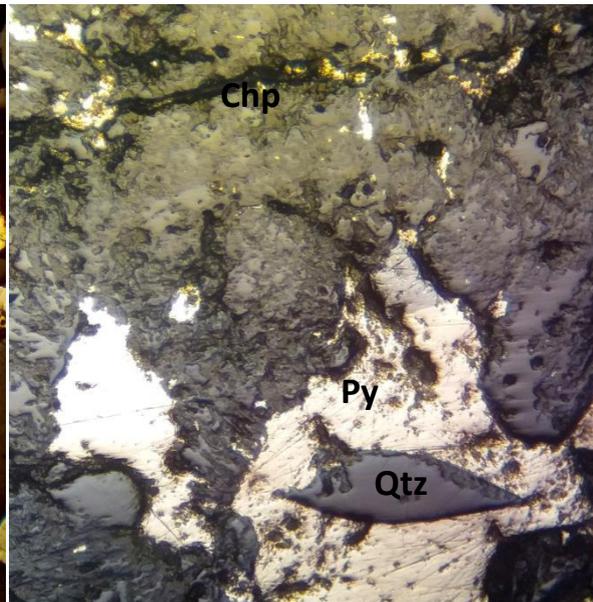


**Figure.VI.18 : microphotographie montrant une chalcopryrite fissurale et la marcassite associée à la pyrite (LPAG10)**  
(Dans les amphibolites)



**Figure.VI.19 : microphotographie montrant l'association pyrite/chalcopryrite (LPA G10)**

**(Dans les amphibolites)**



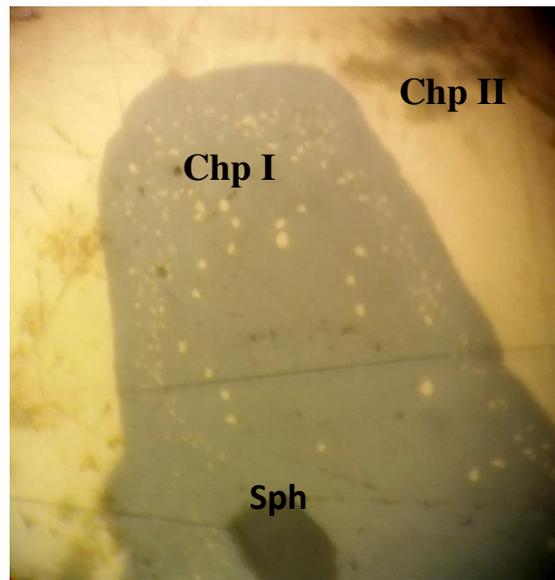
**Figure.VI.20 : microphotographie montrant l'association pyrite et chalcopryrite fissurale (LPA G10)**

**(Dans les amphibolites)**

#### ❖ La sphalérite :

Ce minéral n'a jamais été cité dans le faciès des amphibolites, cette sphalérite est de couleur grise avec un pouvoir réflecteur faible. Elle est isotrope, Elle est associée à deux générations de chalcopryrite, une première en inclusion et la deuxième qui inclut la sphalérite, on peut expliquer cela selon les hypothèses suivantes :

- **1<sup>ère</sup> hypothèse :** la chalcopryrite présente en d'exsolution : s'explique par une contemporanéité de la chalcopryrite (Chal I) et la sphalérite « synchrone », elles se seraient mises en place au même temps, s'ensuit la chalcopryrite II. (**Figure.VI.21**)
- **2<sup>ème</sup> hypothèse :** la chalcopryrite en cas d'inclusion solide : la chalcopryrite I serait antérieure à la mise en place de la sphalérite, suivie par la mise en place de la chalcopryrite II en dernier. (**Figure.VI.22**)



**Figure.VI.21 : microphotographie montrant la chalcopirite en cas d'exsolution (LPAG50)**

**(Dans les amphibolites)**

❖ **cuivre gris :**

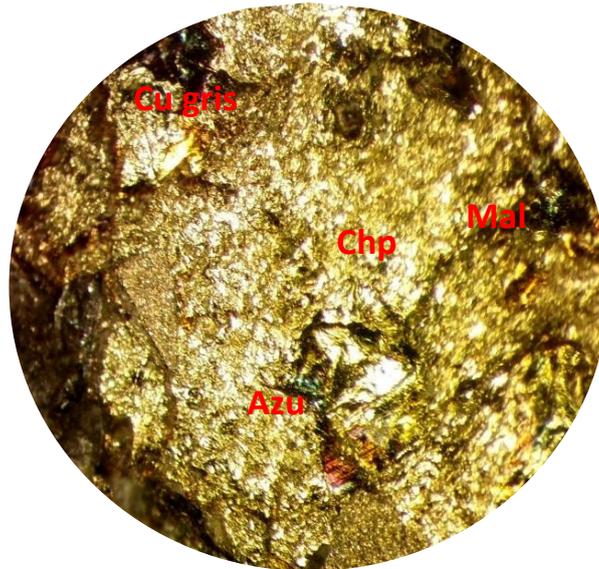
il se présente en petits grains xénomorphes de couleur gris bleuté avec un pouvoir réflecteur moyen. Il est très peu abondant.

❖ **malachite  $\text{Cu}_2\text{CO}_3(\text{OH})_2$  :**

est un minéral d'altération caractérisé par sa couleur verte.

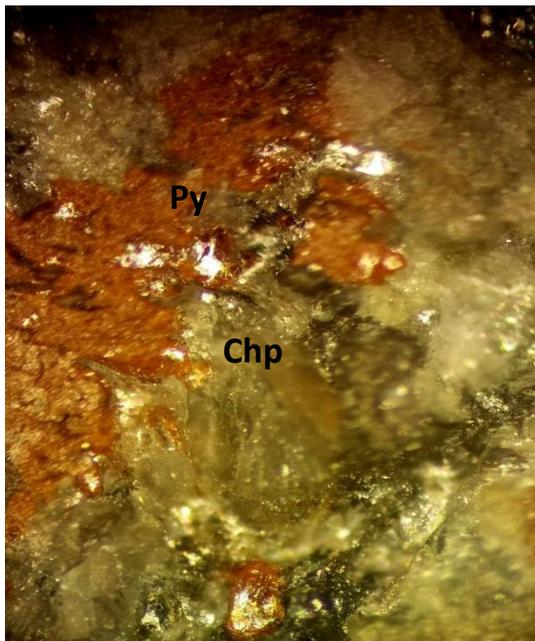
❖ **azurite  $\text{Cu}_3(\text{CO}_3)_2(\text{OH})_2$  :**

est un minéral d'altération caractérisé par sa couleur bleue et par la texture mammeloné ( collomorphe).

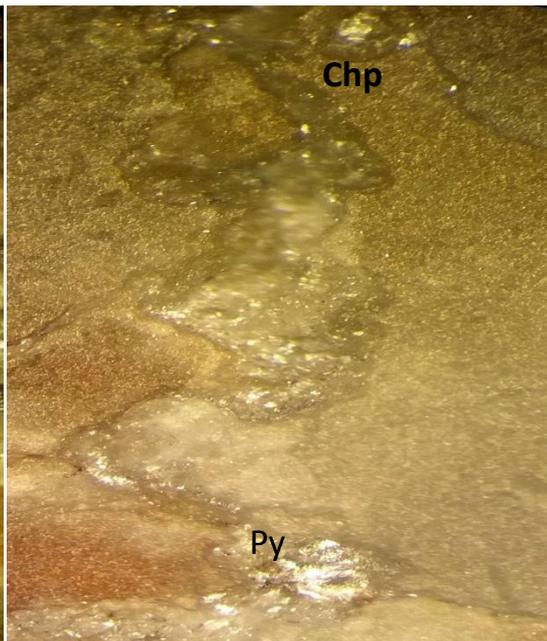


**Figure.VI.22 : microphotographie d'un micaschiste montrant l'association minérale (chalcopryrite, cu gris, malachite et azurite) (LPA G\*10)**

(Dans les micaschistes)



**Figure.VI.23 : microphotographie montrant la pyrite et la chalcopryrite disséminées dans les albitophyres (LPAG10)**



**Figure.VI.24 : microphotographie montrant la pyrite fissurale dans les albitophyres (LPAG10)**

L'étude gîtologique des albitophyres nous a permis de distinguer l'association minérale suivante :

Pyrite, chalcopryrite et des oxydes de fer, d'après la littérature les oxydes de fer qui accompagnent les albitophyres sont des ilménites.

- ❖ **La pyrite** : elle se présente sous forme d'agrégats de fort pouvoir, elle se présente sous forme de dissémination ou dans les fissures
- ❖ **Chalcopryrite** : elle est de couleur jaunes avec un pouvoir réflecteur mois élevé à celui de pyrite, elle se présente sous forme de dissémination et dans les fissures.
- ❖ **Oxydes de fer** : ils se présentent sous forme de dissémination ou dans les fissures.

#### VI.4 Minéralisation à molybdénite :

Macroscopiquement la molybdénite se présente sous forme de veinule millimétrique et centimétrique, elle est encaissée dans les pegmatites. (ALLAM, Ali. 2017) (Figure.VI.26)



**Figure.VI.25: Photographie montrant une veinule de molybdénite encaissée dans les pegmatites.**

Microscopiquement la molybdénite se présente sous forme de cristaux xénomorphes ou sous forme de veinules qui recoupent le quartz. (Figure.VI.27, Figure. VI.28)

Sa structure suggère qu'elle est tardive aux minéraux qui l'entourent, et parfois elle se présente sous forme de remplacement.



**Figure.VI.26 : microphotographie montrant des cristaux xénomorphes de molybdène (LPAG 10)**



**Figure.VI.27 : microphotographie montrant une veinule de molybdène (LPAG 10)**

**VI.5 La succession para génétique de l'indice de cuivre :**

L'étude géologique, pétrographique et gîtologique nous a permis de distinguer quatre phase de mise en place de la minéralisation à cuivre.

- **La phase métamorphique :** caractérisée par la mise en place des micaschistes et les amphibolites.
- **La phase magmatique :** caractérisée par la mise en place des pegmatites et des albitophyres.
- **La phase hydrothermale :** caractérisée par la mise en place de la minéralisation à cuivre après une fracturation qui affecte les formations métamorphiques.
- **La phase supergène :** cette phase est marquée par la formation des minéraux d'altérations supergène tels que l'azurite et la malachite et les oxydes de fer.

Phase / Minéraux	Métamorphique		magmatique	Hydrothermale	Supergène
Quartz	I _____	F II _____	III _____		
Biotite	I _____	R II _____			
F.K	I _____	A C _____	III _____		
Plagioclase	I _____	T _____	III _____		
Muscovite	I _____	U II _____	III _____		
Zircon	_____				
Calcite	_____				
Séricite	_____				
Chlorite	_____	R			
Tourmaline			_____		
Byril		A	_____		
Pyrite				_____	
Marcassite		T		_____	
Chalcopyrite				_____	
Sphalérite				_____	
Molybdinite		I		_____	
Cuivre gris					
Azurite		O			_____
Malachite					_____
Oxyde de fer		N			_____

Figure.VI.28: tableau paragenétique de succession de la minéralisation à cuivre

**VI.6 Conclusion**

L'étude gîtologique des facies de djebel Aissa Mimoun nous a permis de distinguer deux types de minéralisations :

- Pb-Zn
- Cu-MO
- **Minéralisation à Pb-Zn** : encaissée dans les calcaires cristallins karstiques métamorphisés sous forme de disséminations, ou sous forme de remplissage de fracture, elle est essentiellement de la sphalérite et de la galène.

Microscopiquement elle présente l'association minéralogique suivante : sphalérite, galène et pyrite suivi par les minéraux d'altération supergène tel que les oxydes de fer.

- **Minéralisation à Cu-Mo**: encaissée dans les micaschistes, les amphibolites, les pegmatites et les albitophyre. On peut avoir plus ou moins Mo et Sph. Elle se présente sous forme disséminée, rubans, massive ou sous forme de remplissage.

Microscopiquement elle présente l'association minéralogique suivante : pyrite, chalcoppyrite, marcassite ; cuivre gris suivi par les minéraux d'altération supergène de cuivre la malachite et l'azurite.

**La minéralisation associée aux albitophyres** : l'étude gîtologique des albitophyre indique qu'ils sont minéralisation en cuivre (pyrite, chalcoppyrite). cette minéralisation se présente sous forme de dissémination et dans les fissures.

# CONCLUSION GENERALE

### Conclusion générale

Le massif de djebel Aissa Mimoun fait partie de socle cristallophyllien de la grande Kabylie, il situe environ de 3 Km au N-E de la ville de Tizi-Ouzou, et s'étend sur 15 Km de longueur environ.

Ce massif est caractérisé par des formations métamorphiques sue lequel repose en discordance les formations de l'OMK et du miocène poste nappe.

lesecteur d'étude est caractérisé :

#### ❖ Sur le plan géologique

Le massif étudié est formé par deux grands ensembles géologiques :

- Un ensemble métamorphique ancien
- Un ensemble peu ou pas métamorphique d'âge paléozoïque

Le premier ensemble est formé par les facies suivants :

- ✓ La formation des schistes satinés
- ✓ La formation des carbonatée (les calcaires cristallins ou marbres)
- ✓ La formation des micaschistes
- ✓ La formation des amphibolites
- ✓ La formation des pegmatites qui recoupe tout l'ensemble

Le deuxième ensemble est constitué d'une formation de schiste peu métamorphique d'âge paléozoïque intrudées par des formations d'origine volcaniques qui se sont les albitophyres.

#### ❖ Sur le plan structural

Le secteur d'étude a subi deux types de déformations, on note la présence d'une déformation souple et une autre cassante

La tectonique souple est principalement matérialisée par :

- ✓ Des plis orientés généralement de direction N60° à N 70°
- ✓ Une schistosité S<sub>1</sub> orientée d'une direction globale N60° et elle est marquée par un changement de direction N75° et N110° à certains endroits. On note une deuxième schistosité S<sub>2</sub> à l'échelle microscopique.

La tectonique cassante est matérialisée par :

Des fractures majeures de direction NW-SE à composante décrochante dextre et des fractures orientées NE-SW à composantes décrochantes senestres.

### ❖ Sur le plan pétrographique gîtologique

L'étude gîtologique nous a permis de distinguer trois (03) types de minéralisations :

- Une minéralisation plombo-zincifère encaissée dans le calcaires cristallins représentées essentiellement par la pyrite, sphalérite et la galène sous forme de remplissage de fracture, veinulée et disséminée.

Microscopiquement elle présente l'association minéralogique suivante : galène sphalérite, pyrite et oxydes de fer.

- Une minéralisation à cuivre encaissée dans les micaschistes, pegmatites, amphibolites, elle est sous forme de remplissage de fracture, dissimulée ou veinulée.

Microscopiquement elle présente l'association minérale suivante : pyrite, chalcopyrite, marcassite et cuivre gris, associés souvent aux minéraux d'altération supergène de cuivre l'azurite , la malachite et la sphalérite .

- Une minéralisation à molybdène encaissé dans les pegmatites
- Les albitophyre sont minéralisés en cuivre (chalcopyrite).cette minéralisation se présente sous forme de dissémination et dans les fissures.
- L'étude pétrographique montre que ces albitophyres en général présente une schistosité apparente, ceci confirme que les roches ont subit un métamorphisme .On peut conclure aussi que ces albitophyres sont post-Paléozoïque.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

**ALLAM. Ali (2017)** : Etude des minéralisations à Cu, Pb-Zn de l'unité schisteuse du massif Aissa Mimoun (Grande Kabylie) (Mémoire Master).

**ALSAG. Claude:** Contribution à l'étude des albitophyres du dôme Remollon (Hautes-Alpes).

**AITE.MO et JEAN PIERRE GELARD (1997)** : distension néogène poste-collisionnelle sur le transect de Grande Kabylie (Algérie).

**ALAIN VAUCHEZ (1974):** Ribbon texture and deformation mechanism of quartz in a mylonitized granite of Great Kabylia (Algeria).

**ABDMEZIEN AKLI (1995-1998)** : prospection des polymétaux dans le socle de la grande Kabylie.

**Afalfiz. A, (1990)** : Etude comparative paragénetique et géochimique des indices minéralisés à (Pb-Zn-Cu-Ba) de la partie occidentale du massif cristallophyllien de la petite Kabylie. Thèse de magister (USTHB).

**BOUEDJA. F (2010)** : Tectonique actuelle et récente et risque sismique de la région de constantine, thèse de Magister.

**Bouillin et al (1973)** : les olistostomes dextre entre les zones internes et externes des magrébides, et structuration de la dorsale calcaire du Djurdjura (Algérie).

**Bossière. G, (1980)** : Un complexe métamorphique polycyclique et sa blastomylonitisation. Etude pétrographique de la partie occidentale du massif de Grande-Kabylie (Algérie). Univ Nantes

**Biardau. V, Bouillin. J.P, Géry. B et Tefiani. M, (1983) :** structure et paléogéographie des unités meridionales du dorsale calcaire dans le Djurdjura (Grande Kabylie, Algérie) ; Bult.Soc.géol.France.

**Benkerou. N, (1989):** etude petro-métamorphique et structural du massif cristallin d'oued Ksari. Thèse de magister (USTHB).

**Bouillin J.P, (1986) :** Le bassin maaghrebien : une ancienne limite entre l'Europe et l'Afrique à l'ouest des Alpes.

**Durand-Delga. M (1969) :** mise en point sur la structure du Nord-Est de le Berberie (Algerie).

**Damou.M et Samah.S, (2015) :** Etude géologique et gîtologique des minéralisations Ba-Pb-Zn (Cu-Fe) de la région de Bou Mahani (Draa El Mizan). Mémoire de Master UMMTO.

**Durand-Delga. M (1969) :** mise en point sur la structure du Nord-Est de le Berberie (Algerie).

**Damou.M et Samah.S, (2015) :** Etude géologique et gîtologique des minéralisations Ba-Pb-Zn (Cu-Fe) de la région de Bou Mahani (Draa El Mizan). Mémoire de Master UMMTO.

**Géry.B, (1983) :** Géologie-Situation et âge des formations allochtones du nord de la Grande Kabylie. Exemple de Djebel Aissa Mimoun. C.R.Aca. Paris, t. 297.

**Gélard. J.P, (1979) :** Géologie du Nord-Est de Grange Kabylie (un segment des zones internes de l'orogène lithoral maghrébin), Thèse d'Etat, Univ.Dijon.

**Kolli.O, (1983) :** Géologie et gîtologie des minéralisations à Ba-Pb-Zn-(Cu-Fe) du socle cristallin de la grande Kabylie, évolution métallogéniques au cours de cycle Alpin. ; thèse de doctorat (USTHB).

**LATRECHE. S, DERMOUM. N (2016) :** Contribution à l'étude géologique et gîtologique de l'indice de Cu, Pb-Zn de Djebel Aissa Mimoun. Mémoire master UMMTO.

**Michel Durand-Delga (2011) :** Recherche géologique française en algérie du Nord après 1962.

**RABAHI.Noureddine (2008) :** la série néritique de constantinois central <massif du chahabah Djebel Felen>, lithostratigraphie, sédimentologie et caractérisation hydrogéographique <Region de constantine> thèse de Magister.

**Saadallah.A (1992) :** la cristallisation de la Grande Kabylie (Algérie). Sa place dans la chaîne des maghrébides. Thèse du doctorat (USTHB).

**Villa. J.M (1980) :** La chaîne alpine d'Algerie orientale et des confins algero-Tunisiens. Thèse doctorat. Science.

**WILDI .Walter (1983) :** la chaîne tello-rifaine (Algérie, Maroc et Tunisie) : structure, stratigraphie et évolution du Trias au Miocène.