



**MEMOIRE**

Présenté pour l'obtention du diplôme de  
**MASTER EN SCIENCES DE LA TERRE ET DE L'UNIVERS**  
Option : Ressources Minérales, Géomatériaux et Environnement

Par : **Kaced Leiticia**  
et  
**Hadjebar Massilia**

**Thème :**

Synthèse sur les minéralisations polymétalliques liées au socle  
cristallophyllien de la Grande Kabylie.

**Soutenu publiquement le 12/09/2023, Devant le jury composé de :**

M.SAMIL	Professeur à l'UMMTO	Président
M.HAMIS.A	M.C.B à l'UMMTO	Encadrant
M.ZEGHOUANE.H	M.C.B à l'UMMTO	Examinateur

## **REMERCIEMENTS**

*A l'issue de ce travail conséquent, et considérable, nous venons exprimer nos reconnaissances à tous ceux qui ont participé de loin ou de près à la réalisation de ce mémoire.*

*A tous les enseignants du Département des Sciences Géologiques de l'université Mouloud Mammeri de Tizi Ouzou qui ont participé à notre formation tout au long de notre cursus.*

*Nous tenons à remercier Monsieur Hamis Ahmed qui a proposé ce thème et qui nous a encadré.*

*Nos remerciements forts vont également aux membres de jury Monsieur Sami.L et Zeghouane.H qui ont accepté d'évaluer et d'examiner notre travail.*

*A tous les étudiants en Sciences de la Terre et de l'Univers, nous vous souhaitons tous une bonne continuation dans votre cursus.*

## **DEDICACES**

*À mes chers parents (mon père et ma mère), à mes frères (Aghiles, Ouahcene, Nazim, Adem), à mes grands-mères (maternelle et paternelle), et mon grand-père (maternel), à mes chers tantes (Nassima , Hayet, Fariza), à ma meilleure amie Fatma, vous êtes les piliers de ma vie et le soutien inconditionnel qui m'a permis d'atteindre ce moment important, je vous dédie ce mémoire avec tout mon amour et ma gratitude éternelle. Votre soutien et votre encouragement ont été essentiels, merci d'avoir cru en moi, je vous aime tous énormément.*

*Spéciale dédicace : à ma chère tante Baya qui a toujours été une source d'inspiration et de soutien, cette dédicace spéciale t'es dédiée avec amour, vous êtes une tante extraordinaire.*

*Mais aussi une dédicace à Nna Djamila et son fils Yanis qui ont été toujours là pour moi.*

*Et à tous nos camarades avec qui on a passé des moments inoubliables qui vont être gravés dans notre mémoire.*

***Leiticia***

## **DEDICACES**

*Je dédie ce travail tout d'abord à mes très chers parents, pour leurs assistance, conseils, patience, soutien et sacrifices.*

*A mes frères Saïd et Younes, et ma sœur : Sihem, ma grand-mère : Ouardia, et aussi à ma tante Ouardia et sa petite fille Anyal.*

*Je dédie également ce travail à tous mes amies de l'université : Lilia, Houria, Samira, Sonia, Nabila, kiki, à tous ceux qui sont proches de mon cœur : Massinissa et qui m'encouragent à donner le meilleur de moi-même.*

*Et pour finir, j'adresse ma reconnaissance tout particulièrement à ma douce amie, camarade et binôme Leiticia avec qui j'ai eu le plaisir de travailler.*

***Massilia***

# RESUME

Le massif de Grande Kabylie anciennement désigné par socle de Grande Kabylie fait partie du domaine interne de la chaîne Alpine Nord-Africaine, structuré essentiellement par des événements géologiques du Crétacé au Miocène inférieur, durant les deux phases Hercyniennes et Alpines. Ce massif est constitué de formations métamorphiques essentiellement des orthogneiss, paragneiss, marbres, amphibolites et schistes, et d'un ensemble sédimentaire paléozoïque (Ordovicien au Carbonifère) peu métamorphique.

Ces formations renferment une variété de minéralisations polymétalliques synthétisées comme suit :

- Minéralisations barytiques : Dix (10) indices à savoir : Bou Mahni, Affensou Oued Ksari, Mezeguene, Ait Khelifa et cinq autres petits indices .
- Minéralisations ferrifères : avec trois (03) indices bien étudiés, on cite l'indice de Béni Amrane, Ain El Hammam et Tighzert.
- Minéralisations à Pb-Zn-Cu : Neuf (09) indices les plus importants sont : Aissa Mimoune, Thenia, Bou Arous .
- Minéralisations mercurifères : sont celles d'Ennza et d'Akhelindja.
- Minéralisations aurifères : Gisement de Boudouaou, et les indices notamment : Akhelindja, Bou Mahni, Bou Arous, Tifilcut-Koukou, Belloua, Iferhounene, Larbaatache.

Ce travail est accompagné par une carte résumant les différentes minéralisations sur un fond géologique récent à 1/100 000 du socle de Grande Kabylie, réalisé sous forme d'un S.I.G.

# Sommaire

SOMMAIRE.....	2
I. GENERALITES .....	2
1 INTRODUCTION GENERALE .....	2
1.1 But de travail .....	2
1.2 Méthodologie de travail .....	2
1.3 Historique des travaux.....	2
I. CHAPITRE 01 : GEOLOGIE REGIONALE.....	5
1. INTRODUCTION.....	5
2. Socle kabyle .....	6
1. La couverture paléozoïque .....	6
2. La couverture mésozoïque (Dorsale calcaire ou chaîne calcaire).....	7
3. Domaine des Flyschs .....	8
4. Domaine externe : (ou zones telliennes).....	9
1. LES UNITES ALLOCHTONES TELLIENNES .....	9
1.3.1 Les nappes ultra- telliennes.....	10
1.3.2 Les nappes telliennes sensu-stricto (Mésos).....	10
1.3.3 Les nappes péni-telliennes (Infra).....	10
2. SERIES DE L'AVANT-PAYS ALLOCHTONE (TELLIENS) .....	10
3. L'ENSEMBLE ALLOCHTONE SUD-SETIFIEN .....	10
4. LA NAPPE NERITIQUE CONSTANTINOISE.....	10
5. L'UNITE DES « ECAILLES DES SELLAOUA » .....	10
6. LES FORMATIONS POST NAPPES .....	10
II. CHAPITRE 02 : GEOLOGIE DU SOCLE KABYLE.....	12

1.	SITUATION GEOGRAPHIQUE DU SOCLE KABYLE.....	12
2	LES CONNAISSANCES ACTUELLES SUR LE SOCLE.....	12
<b>2.1</b>	<b>Lithologie.....</b>	<b>13</b>
2.1.1	Les quartzites à biotites.....	13
2.1.2	Les gneiss œillés .....	13
2.1.3	Les gneiss fins.....	13
2.1.4	La zone à chlorite.....	14
2.1.5	La zone à biotite et marbres .....	14
2.1.6	Les schistes ordoviciens du Djebel Aissa Mimoune.....	14
2.1.7	Les roches acides .....	14
2.1.8	Les roches basiques.....	15
2.1.9	La bande blastomylonitique .....	15
<b>2.2</b>	<b>Métamorphisme.....</b>	<b>15</b>
<b>2.3</b>	<b>Magmatisme.....</b>	<b>16</b>
<b>2.4</b>	<b>Tectonique .....</b>	<b>17</b>
III.	CHAPITRE 03 : LES MINERALISATIONS POLYMETALLIQUES.....	19
1	MINERALISATIONS BARYTIQUES.....	19
<b>1.1</b>	<b>Introduction .....</b>	<b>19</b>
<b>1.2</b>	<b>Gisement de Bou Mahni .....</b>	<b>19</b>
1.2.1	Situation géographique .....	19
1.2.2	Historique des travaux .....	20
1.2.3	Géologie du gisement .....	20
1.2.4	Gîtologie .....	22
1.2.5	Association paragénétique .....	22
1.2.6	Origine et mise en place de la minéralisation .....	23
<b>1.3</b>	<b>Secteur de Hadjirat Amellal .....</b>	<b>23</b>
<b>1.4</b>	<b>Le secteur d'Issendou - Naguel .....</b>	<b>24</b>
<b>1.5</b>	<b>Le secteur de Chabert .....</b>	<b>25</b>
<b>1.6</b>	<b>Gisement d'Affensou.....</b>	<b>25</b>
1.6.1	Situation géographique .....	25
1.6.2	Historique.....	25
1.6.3	Géologie du gisement .....	26
1.6.4	Gîtologie .....	28
1.6.5	Association paragénétique .....	28
1.6.6	Origine et mise en place de la minéralisation .....	28

<b>1.7</b>	<b>Le secteur de Tighilt Hadj Ali .....</b>	<b>29</b>
<b>1.8</b>	<b>Le secteur d'Ibahlal.....</b>	<b>29</b>
<b>1.9</b>	<b>Le gisement d'Oued Ksari.....</b>	<b>29</b>
1.9.1	Situation géographique .....	29
1.9.2	Historique.....	30
1.9.3	Géologie du gisement .....	30
1.9.4	Gîtologie et association paragenétique .....	32
1.9.5	Origine et mise en place de la minéralisation .....	33
<b>1.10</b>	<b>Indice de Mezeguene .....</b>	<b>33</b>
1.10.1	Situation géographique .....	33
1.10.2	Historique.....	34
1.10.3	Géologie du gisement .....	34
1.10.4	Gîtologie .....	35
1.10.5	Association paragenétique .....	36
1.10.6	Origine et mise en place de la minéralisation .....	37
<b>1.11</b>	<b>Indice d'Ait Khelifa.....</b>	<b>39</b>
1.11.1	Situation géographique .....	39
1.11.2	Historique.....	39
1.11.3	Géologie locale .....	39
1.11.4	La <i>tectonique ductile</i> .....	41
1.11.5	Gîtologie .....	43
1.11.6	Association paragenétique .....	43
1.11.7	Origine et mise en place de la minéralisation .....	44
<b>1.12</b>	<b>Conclusion.....</b>	<b>45</b>
<b>2</b>	<b>MINERALISATIONS FERRIFERES A MAGNETITE ET BARYTINE .....</b>	<b>46</b>
<b>2.1</b>	<b>Introduction .....</b>	<b>46</b>
<b>2.2</b>	<b>La région Nord de Beni Amrane .....</b>	<b>46</b>
2.2.1	Situation géographique .....	46
2.2.2	Historique des travaux .....	46
2.2.3	Géologie régionale .....	47
2.2.4	Relation minéralisation encaissant.....	47
<b>2.3</b>	<b>Dans les secteurs Ain-El-Hammam et Tighzert.....</b>	<b>48</b>
2.3.1	Situation géographique .....	48
2.3.2	La géologie régionale des deux secteurs.....	49
2.3.3	Relation minéralisation encaissant.....	49
<b>2.4</b>	<b>Conclusion.....</b>	<b>50</b>
<b>3</b>	<b>MINERALISATIONS A PB-ZN-CU .....</b>	<b>50</b>

<b>3.1</b>	<b>Introduction .....</b>	<b>50</b>
<b>3.2</b>	<b>L'indice de Djebel Aïssa Mimoune.....</b>	<b>51</b>
3.2.1	Situation géographique .....	51
3.2.2	Historique.....	52
3.2.3	Géologie de l'indice .....	52
3.2.4	Gitologie .....	57
3.2.5	Association paragenétique .....	60
3.2.6	Origine et mise en place de la minéralisation .....	61
<b>3.3</b>	<b>L'indice de Taka Ouest.....</b>	<b>63</b>
<b>3.4</b>	<b>L'indice de Taka Ouest.....</b>	<b>63</b>
<b>3.5</b>	<b>L'indice de Tifilcut.....</b>	<b>64</b>
<b>3.6</b>	<b>Indice de Tirourda.....</b>	<b>65</b>
<b>3.7</b>	<b>Indice d'Ait Ouabane .....</b>	<b>65</b>
<b>3.8</b>	<b>Gite plombo-zincifère de Tizi Bouali .....</b>	<b>67</b>
<b>3.9</b>	<b>L'indice de Larbatache .....</b>	<b>67</b>
<b>3.10</b>	<b>Le groupe de Thenia.....</b>	<b>68</b>
3.10.1	Situation géographique (voir le tableau ci-dessous(Tableau 2)).....	68
3.10.2	Historique.....	70
3.10.3	Géologie régionale .....	71
3.10.4	Gitologie .....	71
3.10.5	Conclusion .....	74
<b>4</b>	<b>MINERALISATIONS A MERCURE (HG).....</b>	<b>74</b>
<b>4.1</b>	<b>Introduction .....</b>	<b>74</b>
<b>4.2</b>	<b>L'indice d' Ennza : .....</b>	<b>74</b>
4.2.1	Situation géographique : .....	74
4.2.2	Gitologie .....	74
<b>4.3</b>	<b>Indice d'Akhelindja.....</b>	<b>75</b>
4.3.1	Situation géographique .....	75
4.3.2	Historique.....	75
4.3.3	Géologie de l'indice .....	75
4.3.4	Gitologie .....	77
<b>4.4</b>	<b>Conclusion.....</b>	<b>79</b>
<b>5</b>	<b>MINERALISATIONS AURIFERES (AU).....</b>	<b>79</b>

<b>5.1</b>	<b>Introduction .....</b>	<b>79</b>
<b>5.2</b>	<b>Indice de Koukou .....</b>	<b>80</b>
5.2.1	Situation géographique .....	80
5.2.2	Historique des travaux .....	80
5.2.3	Géologie régionale .....	81
5.2.4	Gitologie de l'indice .....	81
5.2.5	Association minéralogique.....	82
<b>5.3</b>	<b>Indice de Tifilcut.....</b>	<b>82</b>
5.3.1	Situation géographique .....	82
5.3.2	Gitologie .....	82
<b>5.4</b>	<b>Indice d'Afir - Akelindja et Bou-Mahni .....</b>	<b>83</b>
5.4.1	Situation géographique .....	83
5.4.2	Historique des travaux .....	84
5.4.3	Gitologie .....	84
<b>5.5</b>	<b>Gisement aurifère de Boudouaou .....</b>	<b>85</b>
5.5.1	Situation géographique : .....	85
5.5.2	Historique des travaux .....	85
5.5.3	Géologie régionale .....	85
5.5.4	Relation minéralisation encaissant.....	86
<b>5.6</b>	<b>Indice de Belloua .....</b>	<b>86</b>
<b>5.7</b>	<b>Indice d'Iferhounene.....</b>	<b>88</b>
<b>5.8</b>	<b>Indice de Bou Arous .....</b>	<b>89</b>
5.8.1	Situation géographique .....	89
<b>5.9</b>	<b>L'indice de Larbatache .....</b>	<b>91</b>
5.9.1	Situation géographique .....	91
5.9.2	Géologie.....	92
<b>5.10</b>	<b>Conclusion.....</b>	<b>92</b>
	<b>SIG DU SOCLE DE GRANDE KABYLIE .....</b>	<b>94</b>
<b>1</b>	<b>DEFINITION D'UN SIG (SYSTEME D'INFORMATION GEOGRAPHIQUE).....</b>	<b>94</b>
<b>2</b>	<b>LES COMPOSANTS D'UN SIG .....</b>	<b>94</b>
<b>2.1</b>	<b>Logiciels : .....</b>	<b>94</b>
<b>2.2</b>	<b>Matériel :.....</b>	<b>95</b>
<b>2.3</b>	<b>Données .....</b>	<b>95</b>

<b>2.4</b>	<b>Les utilisateurs.....</b>	<b>95</b>
<b>2.5</b>	<b>Méthodes .....</b>	<b>96</b>
<b>3</b>	<b>DEFINITION DU LOGICIEL ARC GIS .....</b>	<b>96</b>
<b>4</b>	<b>PRESENTATION DU LOGICIEL ARCGIS10.....</b>	<b>97</b>
<b>5</b>	<b>ÉTAPES SUIVIES POUR LA REALISATION DU TRAVAIL.....</b>	<b>97</b>
<b>5.1</b>	<b>Choix d'un système de projection .....</b>	<b>98</b>
<b>5.2</b>	<b>Géoréférencement de la carte.....</b>	<b>98</b>
<b>5.3</b>	<b>Ajustement de la carte .....</b>	<b>99</b>
<b>5.4</b>	<b>Vectorisation de l'information surfacique (Polygone) .....</b>	<b>99</b>
<b>5.5</b>	<b>Vectorisation de l'information linéaire (Poly ligne) .....</b>	<b>101</b>
<b>5.6</b>	<b>Vectorisation de l'information Ponctuelle (Point) .....</b>	<b>102</b>
<b>5.7</b>	<b>Mise en page et exportation de la carte .....</b>	<b>103</b>
<b>7.</b>	<b>CONCLUSION .....</b>	<b>104</b>
<b>IV.</b>	<b>CONCLUSION GENERALE .....</b>	<b>106</b>
<b>V.</b>	<b>REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....</b>	<b>109</b>

# LISTE DES FIGURES

## Chapitre 01:

- Figure 1 : Les principaux ensembles du Nord de l'Algérie et du pourtour de la méditerranée occidentale (Bracène ; 2002). ..... 5*
- Figure 2: Coupe générale synthétique des Maghrébides de l'Est Algérien, région du Constantinois (Durand-Delga, 1969). ..... 5*
- Figure 3: les unités constituant la Grande Kabylie [Saadallah, 2015]. ..... 7*
- Figure 4: Colonne stratigraphique synthétique du Numidien de Grande Kabylie [Arab, 2016]. ..... 9*

## Chapitre 02:

- Figure 5: Illustration de la situation géographique du socle de Grande Kabylie, Google Earth 2023. .... 12*

## Chapitre 03:

- Figure 6: Situation géographique des indices de barytine Bou Mahni, Secteur Hadjirat Amellal et Issendou Naguel, Chabert (Carte géologique Draa El Mizane 1 /50000 par Ficheur 1889). ..... 19*
- Figure 7: situation géographique des indices de barytine Affensou, Tighilt Hadj Ali, et Ibahlal (Carte géologique Fort National,1/50000,Ficheur 1889). ..... 25*
- Figure 8: situation géographique des périmètres du gisement de barytine Oued Ksari(Carte Draa El Mizane 1 /50000,Ficheur 1889). ..... 30*
- Figure 9 : Coupe géologique schématique entre Marghana Sud et Mezeguene Sud, M. Ait Ben Youcef et D. Ait Menguellet (2015). ..... 34*
- Figure 10: Colonne stratigraphique synthétique des différentes formations de l'indice de Mezeguene, Ait Ben Youcef M. et Ait Menguellet D. (2015) ..... 36*
- Figure 11: (a) Association pyrite, chalcopyrite et magnétite dans la barytine et (b) Oligiste en bâtonnets dans la barytine (L. NGx10) (Ait Ben Youcef M. et Ait Menguellet D. 2015). ..... 37*
- Figure 12: Planche 1 ;a :alternance de grés et de pélites ,b :grés micacés à grains moyens ,c :Schistes satinés gris-bleuâtres, d :Affleurement de porphyroïdes, e :Dolérite à grains fins, f :Schiste limonitisé renfermant la barytine suivant la foliation, g :Filon de barytine présentant un pendage relativement faible et parallèle à la schistosité, h :Echantillon de barytine massive ,i :Echantillon de barytine rubanée [in M. Ait Ben Youcef et D. Ait Menguellet (2015)] ..... 38*
- Figure 13 : Localisation de l'indice d'Ait Khelifa (photo satellite Google Earth 2023). .... 39*
- Figure 14: Une planche montrant le plissement des schistes à barytine ; a : un pli au sein d'un schiste satiné (S1 et S2) et b : des schistes plissés à barytine (Ait Aldjat. Y 2018).41*
- Figure 15 : Affleurement d'un niveau métrique de schiste satiné à barytine (Boudali.F.2018). ..... 41*
- Figure 16 : Photo représentant la formation des schistes (Y. Batatache2021) ..... 41*
- Figure 17: Dolomie brunâtre recoupé par du quartz blanc laiteux (Boudali.F.2018) ..... 42*
- Figure 18 : Aspect d'un méta-microconglomérat à dragées de quartz (Boudali.F.2018) .... 42*
- Figure 19: Log lithologique montrant les différentes formations du secteur d'Ait khelifa . 42*
- Figure 20: Barytine à macle mécanique (L.M.LPA.Gx4) (Boudali.F.2018). ..... 44*

<b>Figure 21: Affleurement d'un niveau de la barytine porcelanée gris (Boudali.F.2018).</b>	<b>44</b>
<b>Figure 22: Vue microscopique montrant des fissures remplies de sulfure dans la barytine (G×4) (Boudali.F.2018).</b>	<b>45</b>
<b>Figure 23: Vue microscopique montrant le recoupement de la barytine par la silice (G×10) (Boudali.F.2018).</b>	<b>45</b>
<b>Figure 24: : Echantillon de barytine montrant une texture massive(Boudali.F.2018).</b>	<b>45</b>
<b>Figure 25: alternances de lits de barytine et de schistes (Boudali.F.2018).</b>	<b>45</b>
<b>Figure 26 : Localisation de l'indice à magnétite barytine de Béni Amrane</b>	<b>46</b>
<b>Figure 27: Hématite en baguettes et agrégats de magnétite en voie de maritimisation SP LN *10 (Meddah &amp; Saib, 2020).</b>	<b>48</b>
<b>Figure 28: Chloritoschistes montrant la minéralisation suivant la schistosité, l'ensemble est recoupé par une fissure tardive de calcite. LPax10 (Meddah &amp; Saib, 2020).</b>	<b>48</b>
<b>Figure 29: Indice de Ain El Hammam (Carte Fort National 1 /50000, Ficheur 1889).</b>	<b>48</b>
<b>Figure 30: Indice de Tighzert (Carte Draa el Mizane 1/50000, Ficheur 1889).</b>	<b>49</b>
<b>Figure 31: (a) situation de la grande Kabylie dans la chaîne alpine algéro-tunisienne. (b) : Schéma structural simplifié d'une partie de la grande Kabylie (d'après D. Raymond. 1976, j.P. Gélard. et A. Coutelle, 1979 ).</b>	<b>52</b>
<b>Figure 32: Carte géologique simplifiée du Djebel Aissa Mimoun (In Daniel Reymand.1979, Dellys-Tizi Ouzou 1/50 000).</b>	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
<b>Figure 33 : Carte géologique schématique représentant les formations du socle ancien de la région d'étude (Lateb et Bourzama. 2009).</b>	<b>54</b>
<b>Figure 34: Log litho-stratigraphique montrant les formations qui affleurent dans le terrain d'Aissa Mimoune (Dermoune et Laterache, 2016).</b>	<b>56</b>
<b>Figure 35: Relations minéralisation cuivreuse et roches encaissantes : (a, c) amphibolites, (b, d, e) micaschistes, (f) pegmatites (Dermoune et Latreche, 2016).</b>	<b>58</b>
<b>Figure 36: la minéralisation à Pb Zn encaissée dans les marbres (Dermoune et Latreche, 2016).</b>	<b>59</b>
<b>Figure 37: les textures de la minéralisation barytique (Dermoune, Latreche2016).</b>	<b>60</b>
<b>Figure 38: Microphotographie montrant l'association pyrite-cuivre gris, et pyrite-chalcopyrite - marcassite (LPA Gx5) (Dermoune et Latreche, 2016).</b>	<b>61</b>
<b>Figure 39: Microphotographies montrant la pyrite entourée par la galène, et la sphalérite qui cimente la calcite (LPA Gr x 5) (Dermoune et Latreche, 2016).</b>	<b>62</b>
<b>Figure 40: Localisation du gîte de Thinzar Laghbar (carte Tizi-Ouzou 1/50000, Raymond 1966-1972).</b>	<b>63</b>
<b>Figure 41: Localisation de l'indice de Taka (Carte géologique Fort National 1/50000, Ficheur, 1889).</b>	<b>64</b>
<b>Figure 42: Situation géographique des indices de Tirourda et Tifilcut (Carte géologique Fort National 1/50000, Ficheur, 1889).</b>	<b>65</b>
<b>Figure 43: Situation géographique des indices Ait Ouabane et Tizi Bouali (Carte géologique Tazmalt 1/50000, Ficheur, 1889).</b>	<b>66</b>
<b>Figure 44: Situation géographique de l'indice de plomb, Larbatache (Carte géologique "Arba", feuille N° 42 ; 1/50 000, Glangeaud et Aymé, 1925-1933).</b>	<b>68</b>
<b>Figure 45 : Localisation des implantations réalisés au niveau de la région de Thenia(Pb Zn Cu Sn), carte géologique de Minérville, feuille N°22 1/50 000 (Ficheur, 1885-1886).</b>	<b>70</b>
<b>Figure 46: Positionnement des anomalies (Cu)et é (Sn) appartenant à l'indice de Bou Arous, carte géologique de Minérville 1/50 000, (Ficheur, 1885-1886).</b>	<b>73</b>

<i>Figure 47: Situation géographique de l'indice d'Akhelindja, carte géologique de Draa El Mizane 1/50 000, (Ficheur, 1889).</i>	75
<i>Figure 48: Indice aurifère de Koukou, carte de Fort National à 1/50 000 (Ficheur, 1889).</i>	80
<i>Figure 49: Indice aurifère de Tifilcut, carte fort national 1/50 000, Ficheur (1889).</i>	82
<i>Figure 50: Indices aurifères d'Akhelindja et de Bou Mahni , carte Draa El Mizane 1/50 000, Ficheur (1889).</i>	83
<i>Figure 51: Situation géographique du gisement aurifère de Boudouaou, carte de Minérville à 1/50 000, Ficheur (1885-1886)</i>	85
<i>Figure 52: indice aurifère de Belloua, carte de Tizi Ouzou – Dellys à 1/50 000, Raymond. D (1966 - 1972).</i>	88
<i>Figure 53: Indice aurifère d'Iferhounene, carte de Fort National à 1/50 000, Ficheur (1898).</i>	89
<i>Figure 54:Indice aurifère de Bou Arous (Carte Minérville 1/50000, Ficheur 1986).</i>	90
<b><u>Chapitre 04:</u></b>	
<i>Figure 55: Indice aurifère Larbaatache (Arba 1/50000, Glangeaud et Aymé 1925-1933).</i>	91
<i>Figure 56 :Base de données géographiques(Aboud.D ,2019)</i>	94
<i>Figure 57 :Taille ,dimensions de la représentation des données(Aboud.D ,2019).</i>	95
<i>Figure 58 :Exemple de données Raster(Aboud.D,2019)</i>	96
<i>Figure 59 :Exemple de données vecteur(Aboud.D,2019)</i>	97
<i>Figure 60 :Importation de la carte sur Arc Map(Carte du socle cristallophyllien de Grande Kabylie Saadallah.A 1992).</i>	97
<i>Figure 61 :Système de projection approprié à la carte</i>	98
<i>Figure 62 :Géoréférencement de la carte (Format JPEG).</i>	98
<i>Figure 63 :Ajustement de la carte (Format Raster).</i>	99
<i>Figure 64 :Vectorisation des formations et ensembles géologiques du contexte immédiat.</i>	100
<i>Figure 65 :Vectorisation de la nappe des micaschistes.</i>	100
<i>Figure 66 :Nappe de Sidi Ali Bou Nab ( SABN) vectorisée.</i>	100
<i>Figure 67 :Vectorisation de la nappe des schistes satinés.</i>	100
<i>Figure 68 :Nappe des paragneiss vectorisée.</i>	101
<i>Figure 69 :Vectorisation de l'information surfacique.(formations géologiques).</i>	101
<i>Figure 70 :Vectorisation de l'information structurale(Objets structuraux, nature des contacts géologiques, vergence).</i>	101
<i>Figure 71 :Importation du fichier Excel contenant les coordonnées xy des indices à minéralisations polymétalliques.</i>	102
<i>Figure 72 :Vectorisation de l'information ponctuelle(les indices minéralisés appartenant au socle cristallophyllien de Grande Kabylie).</i>	103
<i>Figure 73 :Mise en page de la carte géologique du socle de Grande Kabylie 1 /100 000 ,Saadallah.A 1992.</i>	104

## **LISTE DES TABLEAUX**

### **Chapitre 03 :**

<i>Tableau 1: Production annuelle du minerai de fer dans la région étudiée (N. Meddah et F. Saib, 2020).</i> .....	47
<i>Tableau 2 :Coordonnées des implantations réalisées au niveau de Thenia.</i> .....	69
<i>Tableau 3: Résultats d'analyses auro- spectrométriques des schlichs d'Or (Boltenkov. G ; 1971).</i> .....	81
<i>Tableau 4 :Travaux miniers réalisés sur le gisement de Boudouaou.</i> .....	86
<i>Tableau 5 :Travaux géophysiques réalisés sur le gisement de Boudouaou.</i> .....	87
<i>Tableau 6 :Travaux Topo-géodésiques réalisées sur le gisement de Boudouaou.</i> .....	87
<i>Tableau 7 :Travaux de laboratoire réalisés sur le gisement de Boudouaou.</i> .....	87

## ***LISTE DES ABREVIATIONS :***

Cu : Cuivre

Pb : Plomb

Zn : Zinc

Ag : Argent

Ar : Argon

Fe : Fer

Ba : Barytine

Mg : Magnétite

Sn : Etain

Au : Or

W : Tungstène

Mo : Molybdène

Bi : Bismuth

As : Arsenic

Hg : Mercure

Pbs : Galène

FeS<sub>2</sub> : Pyrite

OMK : Oligo-Miocène-Kabyle

SONAREM : Société Nationale de Recherches et d'Exploitations Minières

ORGM : Office National de la Recherche Géologique et Minière

BRMA : Bureau de la Recherche Minière Algérien

EREM : Entreprise de Recherche et d'Exploitation Minière

CRD : Centre de Recherche et de Développement

UTM : Universal Transverse Mercator

X : Coordonnées horizontales Easting

Y : Coordonnées verticales Northing

SABN : Sid Ali Bounab

SIG : Système d'Information Géographique

# Généralités

## **I. GENERALITES**

### **1 Introduction générale**

#### **1.1 But de travail**

Après une étude bibliographique riche (Thèses, mémoires, articles, bulletins du S.G.A, rapports A.S.G.A) sur de nombreuses régions du socle de la grande Kabylie renfermant différentes minéralisations métallifères, l'objectif premier de ce travail est de réaliser une synthèse qui recense, vérifie et précise le contexte géologique et gîtologique de ces minéralisations et de réaliser en second lieu un SIG.

#### **Ce mémoire s'organise comme suit:**

Les généralités comprenant l'introduction, la méthodologie, et l'historique des travaux ;

Le premier chapitre s'occupe de la géologie régionale de la chaîne des Maghrébides et ces domaines ;

Le deuxième chapitre résume la géologie du socle Kabyle ;

Le troisième chapitre : les minéralisations polymétalliques appartenant au socle de la grande Kabylie ;

Finalement, une conclusion récapitulative : travaux bibliographiques, la valeur des minéralisations polymétalliques sur le plan géologique et économique, la carte SIG.

#### **1.2 Méthodologie de travail**

Pour réaliser cette étude, la démarche suivante a été suivie:

- Etablissement d'une synthèse bibliographique sur l'évolution géodynamique et sédimentaire des domaines Alpin-méditerranéen, de la chaîne des Maghrébides et de la géologie du socle cristallophyllien de la grande Kabylie.
- Réalisation d'une carte générale des minéralisations polymétalliques liées au socle cristallophyllien de la grande Kabylie(SIG).

#### **1.3 Historique des travaux**

Après l'occupation définitive de la Grande Kabylie par l'armée Française au début de la 2ème moitié du XIXème siècle, l'histoire de l'étude géologique de cette région commence plus précisément à partir des années 30. Au commencement, les études initiales eurent un caractère d'explorations volontés.

Suite à l'intervention de **Nikense** dès l'année **1870**, elles deviennent plus détaillées, en l'occurrence, il s'intéressa aux questions d'ordre stratigraphique, pétrographique et en partie tectonique.

Les investigations les plus approfondies dans ces domaines furent réalisées par **E. Ficheur (1884- 1912)**, **J. Thiebault (1939-1944)** et **F. Hermmam (1921-1926)**.

Pour la cartographie, les travaux menés par L. Ville qui a dressé la première carte géographique partielle de la Kabylie (**1867**). C'est ainsi qu'en (**1884-1912**) **E. Ficheur** détailla la cartographie à l'échelle (1/50 000) des feuilles N° (8-23, 9-24, 44 et 66) englobant la plupart du territoire de la Grande Kabylie et du Djurdjura.

D'autres chercheurs ont étudié le massif du Djurdjura à savoir : (**J. Flandrin, 1925-1936**), il a exécuté le levé géographique à 1/25 000 sur le territoire du Djurdjura.

En **1951**, **J. Thiebault** étudia les roches métamorphiques de la Grande Kabylie et signala que cette série métamorphique est continue allant des schistes ordoviciens encore fossilifères à un substrat de migmatite, l'ensemble est traversé par des granites tardifs.

Dès **1939** jusqu'à **1944**, une série de cartes géologiques et des monographies régionales ont été réalisées, ces dernières résument les idées de tous les investigateurs.

Au cours de diverses années, la géologie de la Grande Kabylie et du Djurdjura fut étudiée par **L. Dupart (1912)**, **L. Glangeaud (1932-1938)**, **A. Lambert (1932)**, **L. Royer (1936-1937)** **P. Muraour (1950)**, **A. Barbier (1950)**, **A. Cailleux (1950)**, **J. Colomb (1958)** ... etc.

Plus récemment des géologues Algériens et Français à savoir : **D. Raymand (1976)**, **J.P. Gélard (1979)**, **J. Bossière (1980)**, **A. Saadallah (1992)**, **O. Kolli (1977)** et **F. Naak (2010)**, ont réalisés des études sur cette région dans le cadre de la préparation de leurs thèses de doctorat, notamment : des études géologiques, pétrographiques et gîtologiques, ainsi que la publication de plusieurs articles concernant des études de datation et de tectonique.

Concernant les travaux géophysiques, des travaux combinés de prospection électriques radiométriques et magnétiques sur le territoire de la Grande Kabylie ont été réalisés par **B. Khan en 1971-1972**. Également, il faut noter les levés aéro-magnétiques et aéro-radiométriques réalisés sur tout le territoire Algérien par la firme «**Aéroservice corporation de 1969 à 1974**».

***Chapitre 01 :***  
***Géologie régionale***

I. Chapitre 01 : GEOLOGIE REGIONALE

1. Introduction

En méditerranée occidentale, l'orogénèse Alpin comporte une branche septentrionale représentée par les cordières bétiques et une branche méridionale regroupant les chaînes rifaines, telliennes et l'arc siculo-calabrais (Figure 1).

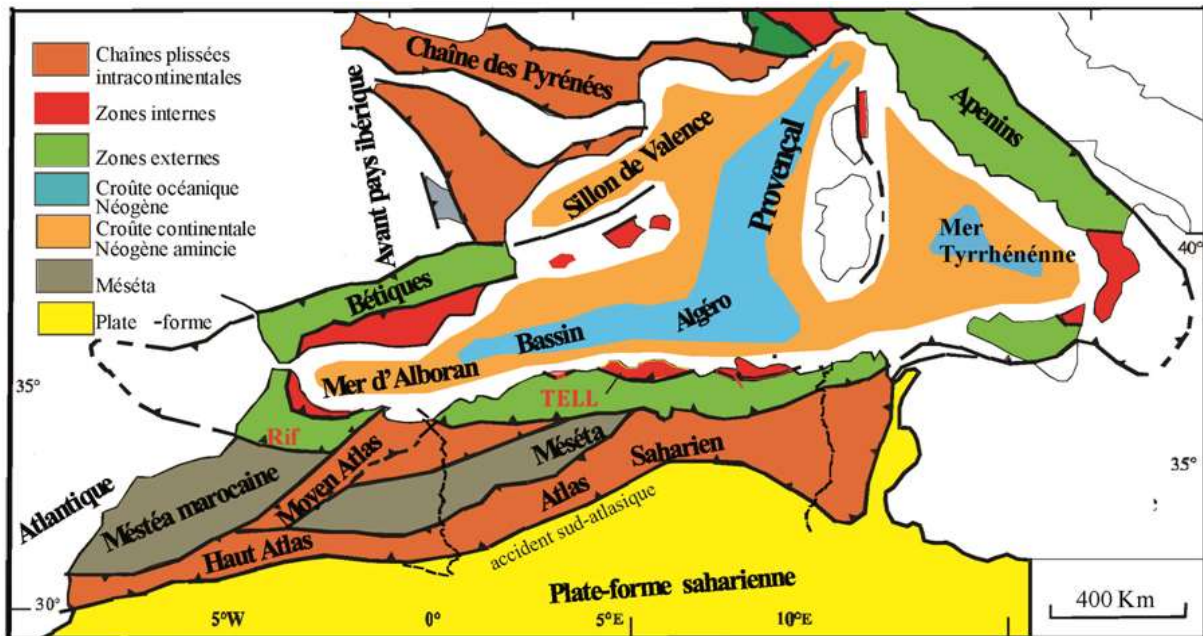


Figure 1 : Les principaux ensembles du Nord de l'Algérie et du pourtour de la méditerranée occidentale (Bracène ; 2002).

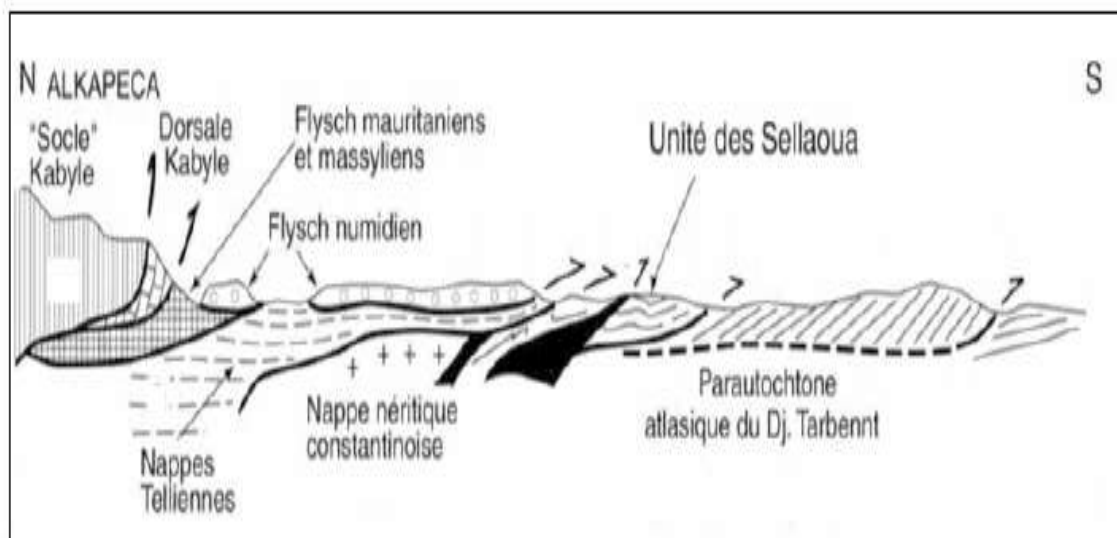


Figure 2: Coupe générale synthétique des Maghrébides de l'Est Algérien, région du Constantinois (Durand-Delga, 1969).

Les Maghrébides (**Figure 2**) (Durand-Delga, 1969), appelées aussi la branche méridionale représentent la notion géologique africaine de la chaîne alpine qui fait partie de l'orogénie alpin périméditerranéen, d'âge Tertiaire, allongée de l'Ouest à l'Est sur environ 2000 km du Rif à la Calabre. Cette chaîne en forme d'anneau très aplati résulte de la structuration du bassin maghrébin et de ses marges [Kolli ; 1997 et Abbassene. X ; 2016].

En Algérie, cet orogène peut être séparée en différentes parties (**Figure 3**) : au Nord le Tell, composé des Kabyliques, des flyschs et des nappes telliennes, et au Sud, le système de l'Atlas intracontinental [Domzig ; 2007]. L'orogène alpin y est subdivisé du Nord au Sud en deux grands systèmes tectoniques [Bracène ; 2002] :

Le système tellien occupant la partie septentrionale de l'Algérie. Il correspond à un ensemble charrié sur l'avant-pays.

Le système atlasique représentant l'avant-pays, supportant l'avant-fosse du système tellien et correspondant aux hautes plaines et l'Atlas Saharien.

## **2. Socle kabyle**

Les formations métamorphiques de Grande Kabylie (**Figure 3**), peuvent être regroupées en trois massifs formés d'une ou plusieurs unités structurales : [Raymond, 1976 ; Bossière, 1980 ; Saadallah et Caby, 1996] :

Le massif du Belloua constitué essentiellement de deux unités : les paragneiss et les schistes.

Le massif d'Ait Aïssa Mimoun, constitué de formations cambro-ordoviciennes épi-métamorphiques.

Le massif de Sidi Ali Bounab, constitué de granite orienté, de son encaissant et de sa semelle blastomylonitique.

Le massif de Grande Kabylie (**Fig 2**) au sens strict, composé de formations métamorphiques avec des granites syntectoniques, recoupés par endroit par des granites et des aplopegmatites post tectoniques d'âge hercynien et alpin.

## **1. La couverture paléozoïque**

Des terrains sédimentaires anchimétamorphiques d'âge paléozoïque affleurent dans les massifs du Chenoua, Grande Kabylie et de Petite Kabylie. Cet ensemble serait discordant sur le socle métamorphique.

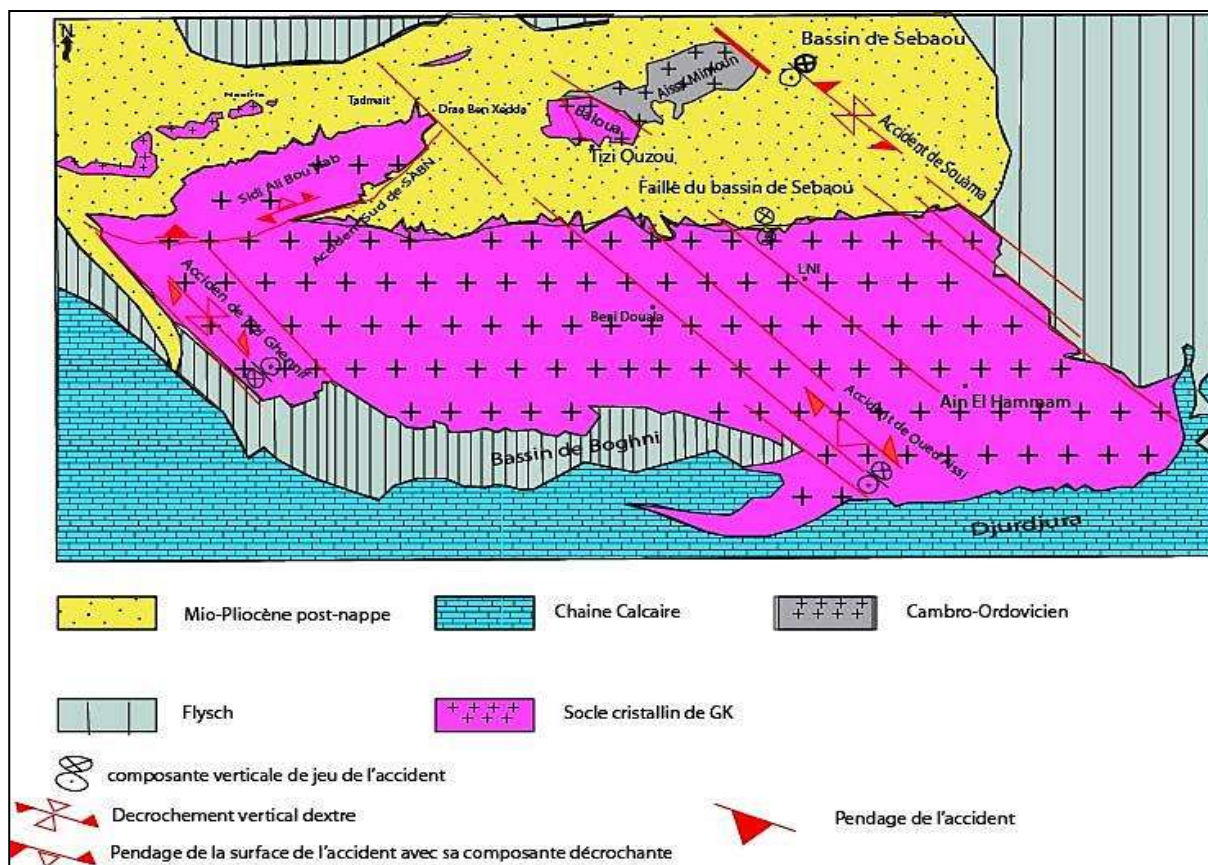


Figure 3: les unités constituant la Grande Kabylie [Saadallah, 2015].

La série définie par **Durand Delga** [1955] en Petite Kabylie comprend de bas en haut :

- Des schistes noirâtres, localement les schistes débutent par un conglomérat.
- Des psammites rouges et vertes à graptolites.
- Des grès calcaires à tentaculites.
- Des calcaires à orthocères.

En grande Kabylie (Djebel Aïssa Mimoune), **Géry** (1979) propose un âge cambrien suite à la découverte d'Acritarches.

Dans le Chenoua, le Dévonien a été daté dans une série de flyschs ou **Bourouileh** [1976] fait des corrélations avec les Ghomarides et les Minorques pour en faire un seul bassin au cours du Dévonien.

## 2. La couverture mésozoïque (Dorsale calcaire ou chaîne calcaire)

Elle s'étend d'Ouest en est sur environ 50 km de long et une largeur qui n'excède pas 10 km selon une direction orographique ENE-OSO. Elle est formée par le massif du Djurdjura [Coutelle, 1979] à l'ouest et le massif de Chellata [Gélard, 1979] à l'Est.

Appelée également « Chaîne calcaire » [Glangeaud, 1932], elle comprend pour le Djurdjura trois unités dénommées du Sud au Nord : externe, médiane et interne [Bouillin et Al., 1989 ; Cattaneo et al., 1999]. Les terrains composant ces unités s'étagent du Paléozoïque (Dévonien) au Lutétien supérieur, et la dorsale externe est la plus méridionale de l'édifice. Elle présente des affinités de faciès avec la dorsale médiane au nord et les flyschs qu'elle chevauche au sud [Raoult, 1969 ; Gélard, 1979 ; Durand Delga et Al., 1980 ; Wildi, 1983 ; Bouillin, 1986 ; Gélard et Al., 1989 ; Cattaneo et Al., 1999].

Elle est essentiellement carbonatée (Jurassique), écaillée et chevauchant vers le sud les nappes de flyschs Mauritanien et Massylien [Coutelle, 1979].

### **3. Domaine des Flyschs**

Comme dans l'Apennin, les premiers flyschs, internes, se sont déposés à partir du Crétacé basal. Ce sont des dépôts de mer profonde, généralement mis en place sous la lysocline par des courants de turbidité. Il semble s'agir surtout de formations de plaines sous-marines [Bouillin, 1986]. Deux grands groupes de flyschs crétacés-paléogènes sont caractérisés chacun par leur position primitive et par leur alimentation à l'une des deux marges du sillon qu'ils occupaient.

#### **▪ Le flysch Maurétanien**

Il s'est déposé près de la marge africaine (Bouillin, 1986), les sédiments sont pélitico-quartziques au Crétacé inférieur et pélitico-microbréchiques au Cénomaniens. La série du flysch maurétanien est bien représentée dans tout le pourtour périméditerranéen depuis la Cordillère bétique jusqu'à la Calabre.

#### **▪ Le flysch Massylien**

Le Massylien est constitué par une série d'épaisseur modeste (< 500 m de l'Albo-Aptien au Maestrichtien). Il est caractérisé par une sédimentation pratiquement sans carbonates, si l'on excepte les bancs très minces et très réguliers. Le soubassement jurassique de ce flysch n'est pas connu pour étayer les rapports paléogéographiques entre le bassin du flysch Massylien et les provinces adjacentes.

#### **▪ Le Flysch Numidien**

Dans tout l'orogène côtier de l'Afrique du Nord, la nappe numidienne occupe la position structurale la plus élevée (Figure 4). Elle n'est jamais impliquée dans les contacts chevauchants majeurs antérieurs au Miocène supérieur [Wildi, 1983].

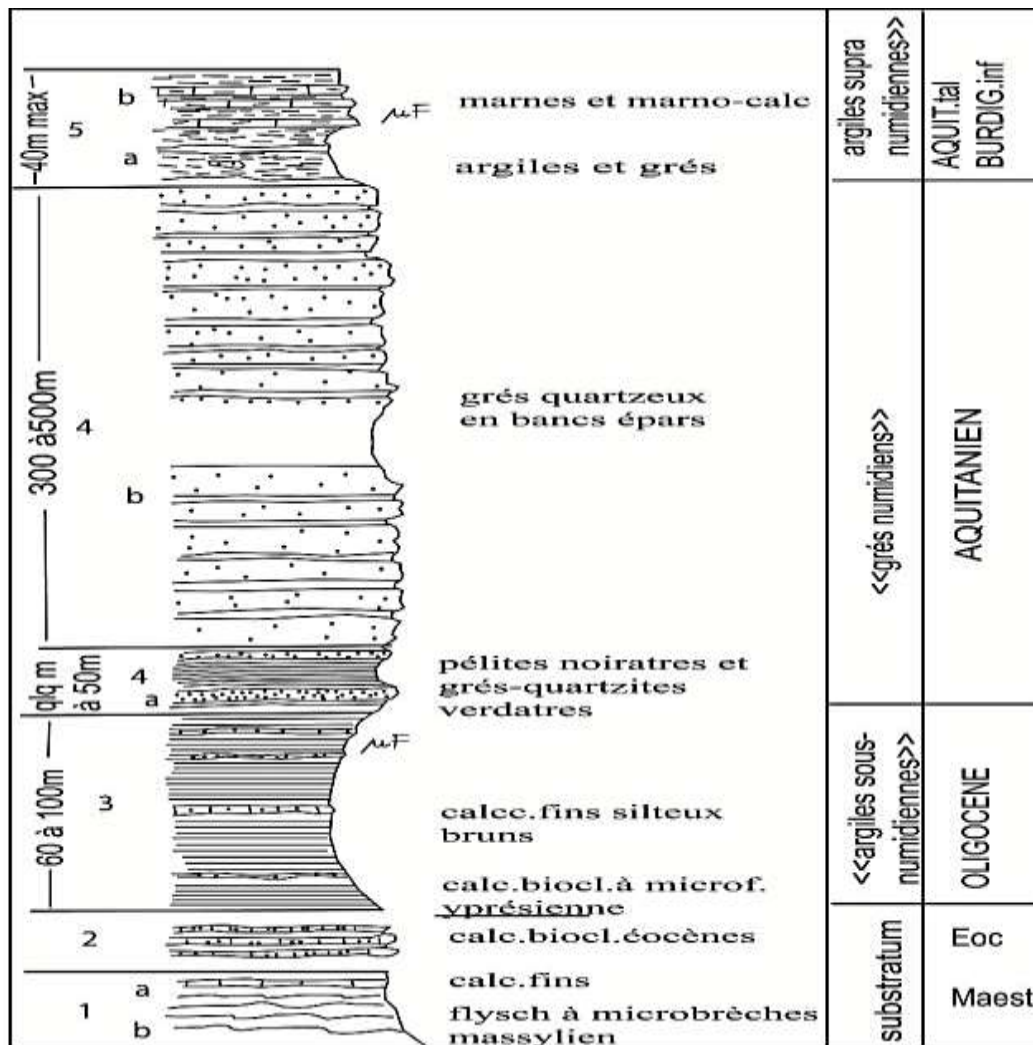


Figure 4: Colonne stratigraphique synthétique du Numidien de Grande Kabylie [in Arab, 2016].

Selon **Gélard (1979)**, le style tectonique de l'unité numidienne est avant tout le reflet de sa composition lithologique : une puissante masse gréseuse reposant sur une masse plastique d'argiles sous-numidiennes [**Gélard, 1979**].

#### 4. Domaine externe : (ou zones telliennes)

Il est constitué par un ensemble de nappes pelliculaires caractérisés par leur faciès marno-calcaire d'âge Crétacé-paléogène et qui ont été charriées sur un para-autochtone formé de séries paléozoïques-mésozoïques. [**Kolli. O ; 1997**].

### 1. Les unités allochtones telliennes

Il s'agit des nappes telliennes pour lesquelles une terminologie simplifiée est adoptée, du Nord au Sud on distingue :

**1.3.1 Les nappes ultra- telliennes**

Formations bathyales du Crétacé supérieur et de l'Eocène, et une série plus détritique, à leur marge septentrionale du Sénonien à l'Eocène, ne sont connues que dans l'Est algérien et en Tunisie. Elles sont caractérisées par des marnes et calcaires clairs, avec des caractères proches à ceux du Flysch massylien.

**1.3.2 Les nappes telliennes sensu-stricto (Méso)**

Formées de Lias de plate-forme surmonté de Jurassique plus marneux, puis par le Crétacé qui, détritique, devient marneux à argilo-calcaire et enfin l'Eocène aux marnes épaisses.

**1.3.3 Les nappes péni-telliennes (Infra)**

Elles sont représentées par des séries néritiques, carbonatées et marneuses d'âge Crétacé à Oligocène. Elles sont définies dans l'Est algérien et présentent des caractères proches de ceux du néritique constantinois.

**2. Séries de l'avant-pays allochtone (telliens)**

Ce sont des unités encore plus externes dans le domaine externe, structurées au Miocène moyen et se placent entre les nappes telliennes au Nord et l'autochtone (para-autochtone) atlasique au Sud. On distingue d'Ouest en Est :

**3. L'ensemble allochtone sud-sétifien**

Caractérisé par un matériel carbonaté et marneux du Jurassique au Miocène et qui apparaît plus dans la région des Bibans.

**4. La nappe néritique constantinoise**

A matériel carbonaté épais et massif du Jurassique – Crétacé.

**5. L'unité des « écailles des Sellaoua »**

Qui se trouve plus au Sud de la précédente, dont le Crétacé possède des faciès de bassin.

**6. Les formations post nappes**

Ces formations sédimentaires "post-nappes" comportent deux cycles : un faciès marneux à la base et un faciès gréseux au sommet et sont datées Miocène supérieur-Quaternaire. Elles recouvrent en discordance les différentes unités précédentes.

***Chapitre 02 :***  
***Géologie du socle métamorphique de***  
***la Grande Kabylie***

## II. CHAPITRE 02 : GEOLOGIE DU SOCLE KABYLE

### 1. Situation géographique du socle kabyle

Le massif cristallophyllien de Grande Kabylie est situé à 100 km à l'Est d'Alger. Il couvre une superficie d'environ 1400Km<sup>2</sup>, sur 70 Km de long et 20 Km de large. Les affleurements du socle dominent la partie centrale de la région sud de Tizi-Ouzou.

Le massif Kabyle est limité au Nord par l'oued Sébaou (Tizi Ouzou), au Sud-Est par la chaîne du Djurdjura et en fin au Sud-Ouest par la dépression de Boghni (**Figure 5**).



*Figure 5: Illustration de la situation géographique du socle de Grande Kabylie, Google Earth. 2023.*

### 2 Les connaissances actuelles sur le socle

**G. Brossière** : a conclu dans ses résultats de préparation de sa thèse de doctorat d'état en 1980 que le massif cristallophyllien de la Grande Kabylie est un vieux socle qui est constitué d'un noyau gneissique d'âge Cadomien recouvert par une série schisteuse au cours de l'événement Hercynien.

**A. Saadallah** : Les résultats de ses études structurales (1992) montrent que le massif de la Grande Kabylie est composé d'un empilement d'unités tectono-métamorphiques ou nappes, structurées durant l'orogénèse alpine.

## **2.1 Lithologie**

Le massif de Grande Kabylie est principalement composé d'un noyau gneissique surmonté d'une série schisteuse qui serait sa couverture. Le passage entre ces deux séries est marqué par un contact tectonique. Le paléozoïque peu-métamorphique à structures sédimentaires fossilifères (**Bossière ; 1980 et Monié et al ; 1988**) repose en discordance sur la série schisteuse sous-jacente. De la base au sommet, on distingue :

- **La série gneissique**

### **2.1.1 Les quartzites à biotites**

Selon sa composition minéralogique, cette roche dérive du grés de type psammite et contient aussi un peu d'apatite et zircon.

### **2.1.2 Les gneiss œillés**

La foliation de la roche est très visible et nette, on distingue sur les lits une formation d'alternance de lamelles de micas, de cristaux de quartz et de feldspaths.

Les yeux sont formés de feldspaths avec une couleur blanche ou rose pâle avec une forme plutôt ovoïde, leurs dimensions n'excèdent pas les 2 cm, allongés dans le sens de la schistosité.

Le fond grano-lépidoblastique contient du quartz, de l'albite, des micas, de l'apatite, du zircon, du sphène et de l'hématite [**J. Thiebault ; 1951**].

### **2.1.3 Les gneiss fins**

Sont principalement plagio-clastiques et occupent une surface inférieure à celle des gneiss œillés et ils sont situés dans la partie inférieure du socle gneissique et elles sont divisés en trois catégories :

- Gneiss fins intacts non déformés ni mobilisés : la roche est relativement dense avec un aspect poivre et sel, de couleur grise et la disposition des biotites lui confère une orientation.
- Gneiss fins mobilisés : avec deux foliations soulignées par la biotite.
- Gneiss fins déformés : contrairement aux gneiss mobilisés ce type a subi une déformation moins souple.

- **La série schisteuse**

A l'intérieur de cet ensemble, sont interstratifiés des niveaux d'amphibolite et de marbre, alors que la série schisteuse surmonte la série des gneiss (métamorphisme du granite tardi-hercynien) sans qu'il soit possible d'en observer nettement le contact.

La série schisteuse présente deux zones :

- Une zone à chlorite (chloritoschistes, séricitoschistes) (schiste satiné) au sommet.
- Une zone à biotite (micaschistes et schistes à biotite) à la base.

La zone monotone à chlorite est localement rompue par la présence de schiste amphibolique, de tufs plagioclasiques et de porphyroïdes.

La zone à biotite est reconnue par la cristallisation de biotite post-cinématique à proximité des gneiss sous-jacents rappelant en cela un effet de socle (**Fontelle et Guitard ; 1964-1968, Guitard ; 1970**).

#### **2.1.4 La zone à chlorite**

Elle est de couleur bleu-fumé et formée de petits grains de quartz isodiamétriques de taille variable.

#### **2.1.5 La zone à biotite et marbres**

**La zone à biotite :** Elle est caractérisée par l'apparition de la biotite post-cinématique ainsi que la présence d'une triade composée de micaschistes alumineux, marbres et quartzites.

**Les marbres :** Ils sont souvent en contact anormal avec la zone à biotite, de couleur blanc bleuté. L'épaisseur des marbres est environ 5 cm à 15 m (**G. Bossière, 1980**).

#### **2.1.6 Les schistes ordoviciens du Djebel Aissa Mimoune**

C'est des schistes moins fossilisés que les autres, la datation de la base indique qu'ils datent du Cambrien supérieur [**Baudelot et Gery ; 1970**], néanmoins les gisements fossilifères qu'ils contiennent indiquent une datation de l'Ordovicien [**Barbier et Termier, 1948**]. Cet ensemble de schistes qui constitue une unité appartient à des schistes verdâtres, d'aspect siliceux ainsi que des quartzites.

#### **2.1.7 Les roches acides**

Dans le socle de Grande Kabylie, on compte trois types de roches acides :

**Les granites** généralement intrusifs dans la série gneissique ;

**Les aplites** rares, sous forme de filons recoupant les gneiss ;

**Les pegmatites** affleurant généralement au contact « gneiss-schistes », sont subdivisées en deux générations :

- Une première génération à plagioclase, biotite et quartz.
- Une deuxième génération à microcline, muscovite, tourmaline, quartz et grenat.

**2.1.8 Les roches basiques**

Elles affleurent sous forme de filons-couches interstratifiés dans les gneiss et les micaschistes.

**J. Thiebault** (1951) distingue trois types de roches basiques très abondantes : Les épi-diorites, les diallagites et les amphibolites.

Ces roches à texture grano-nématoblastique, montrent une foliation mal exprimée. **J. Bossière** (1980) distingue deux faciès à amphibolites : les amphibolo-schistes et les amphibolites à magnétite.

**2.1.9 La bande blastomylonitique**

Des roches déformées et recristallisées s'étalant sur 8 km de long et 4 km de large au Nord-Ouest du massif de la Grande Kabylie (Sid-Ali-Bounab), ces dernières dérivent des deux séries schisteuse et gneissique avec une apparence de micaschistes.

**Propositions de A. Saadallah**

Saadallah. A (1992) dans ses travaux avec son équipe sur le socle de Grande Kabylie ont considéré ce dernier sur le plan structural comme étant un empilement de plusieurs unités tectono-métamorphiques. Ils distinguent de bas en haut :

- Les gneiss œillés inférieurs ;
- L'unité des paragneiss constituée de marbre à la base et de paragneiss à sillimanite au sommet ;
- La nappe de Sidi Ali Bounab ;
- L'unité des gneiss œillés supérieurs de nature similaire aux précédents, comprenant des granites orientés ;
- L'unité des micaschistes ;
- L'unité des schistes satinés ;
- Les granites et aplo-pegmatites post-tectoniques.

**2.2 Métamorphisme**

Le métamorphisme du socle Kabyle est caractérisé par des conditions de basse pression et haute température dont les effets sont observés dans la série schisteuse, et dans les gneiss sous-jacents.

Les datations relatives basées sur les arguments sédimentaires réalisées par un grand nombre d'auteurs [**D. Delga, 1955 ; Bossière et Raymond, 1972 ; Baudelot et Gery, 1979 ; Peucat, 1983 ; Bouillin et al, 1984**], l'âge du métamorphisme du socle kabyle serait Hercynien.

**La série gneissique :** L'âge radiométrique de la mise en place des granito-gneiss est estimé 510 +4Ma.

**La série schisteuse :** les résultats géochronologiques ont donné relativement des âges à 314 Ma et 295Ma [**Monié et al, 1984**].

Trois types de métamorphisme sont observés dans le socle Kabyle :

➤ **Métamorphisme général :** A son tour, il est subdivisé en trois types selon la profondeur :

- Un métamorphisme cata-zonal : il donne naissance à des granites et amphibolites sous les conditions élevées de température et pression.

- Un métamorphisme méso-zonal : responsable de la formation des gneiss, paragneiss, micaschistes et calcaires cristallins dans les zones à température assez élevée et à basse pression.

- Un métamorphisme épi-zonal : il caractérise les zones à faible pression et température, à la limite de la série des phyllites avec couverture paléozoïque.

➤ **Métamorphisme de contact :** suite à la mise en place du granite de Sid Ali Bounab, il est caractérisé par la paragenèse à andalousite, sillimanite, biotite et cordiérite.

➤ **Métamorphisme blastomylonitique :** observé dans les zones à haute température et pression [**Bossière, 1980**]. Les températures sont d'ordre de 700°C d'après les analyses effectuées dans les zones à disthène-sillimanite.

### **2.3 Magmatisme**

La présence des roches volcaniques et plutoniques dans la plupart des régions de la Grande Kabylie telle que les pegmatites, les alpo-pegmatites et les granites, marque une grande activité magmatique dont celle des granites monzonitique de Sid Ali Bou Nab est la plus importante [**Bossière, 1986**]. L'encaissant du granite de SABN est constitué de schistes à biotite, avec des cornéennes au contact du granite. Les cornéennes, en auréole autour du granite de SABN, à micas et andalousites, résultent de l'effet thermique du granite [**Saadallah, 1992**].

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 13-15Km de profondeur [**Bossière, 1980**].

La période du Miocène moyen a connu un magmatisme intense marqué sur le littoral à l'Ouest de Dellys.

Ce dernier s'étend sur une extension d'une quarantaine de kilomètres, avec des coulées et des intrusions basaltiques, andésitiques (Dellys et Cap Djinet) et l'installation du pluton granodioritiques de Thénia.

Ce magmatisme miocène daté de  $16 \pm 0.4$ Ma à  $11, 8 \pm 0.4$ Ma par la méthode K/Ar [Bellon et Al, 1977 ; Belanteur, 1995] présente des caractéristiques géochimiques de roches calco-alcalines à calco-alcalines potassiques.

En 2010, F. Naak a signalé d'autres granites d'âge Hercynien à tardi-Hercynien, ils sont rosâtres à sombres avec une texture grenue peu ou pas foliés et cataclastiques, en contact fragile avec leurs encaissants gneissiques ou schisteux ; Ces granites ont été localisés dans les massifs granitoïdes d'Ait Agad, Tiguemounine, Bouadnane.

## 2.4 Tectonique

Les différents travaux réalisés par de nombreux auteurs sur le socle cristallophyllien de Grande Kabylie, concluent que ce dernier a été structuré par des évènements tectoniques et tectono-métamorphiques variés :

**G. Bossière (1980)** a mis en évidence plusieurs phases de plissement dans les gneiss et dans les schistes. Les gneiss présentent des plis dont les axes sont de direction Est-Ouest qui n'existe pas dans les schistes. Ces plis sont repris par le plissement des schistes sous-jacents.

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

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

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

- 1) Des chevauchements froids cataclastiques.
- 2) Des chevauchements ductiles froids avec un métamorphisme rétrograde des mylonites à chlorite.
- 3) Des accidents (chevauchements pour certains) ductiles de haute pression et haute température syn-métamorphiques plus ou moins associés à des blastomylonites.
- 4) Une phase plicative syn-métamorphique ancienne.
- 5) Une phase Miocène qui a engendré une grande faille d'effondrement Est-Ouest qui met en contact le Miocène du bassin de Tizi Ouzou avec le socle ; cette faille normale d'échelle plurikilométrique est décalée par de nombreuses failles de directions NE-SO ; NO-SE et N-S.

***Chapitre 03 :***  
***Les Minéralisations***  
***polymétalliques***

### III. CHAPITRE 03 : LES MINÉRALISATIONS POLYMETALLIQUES

#### 1 Minéralisations barytiques

##### 1.1 Introduction

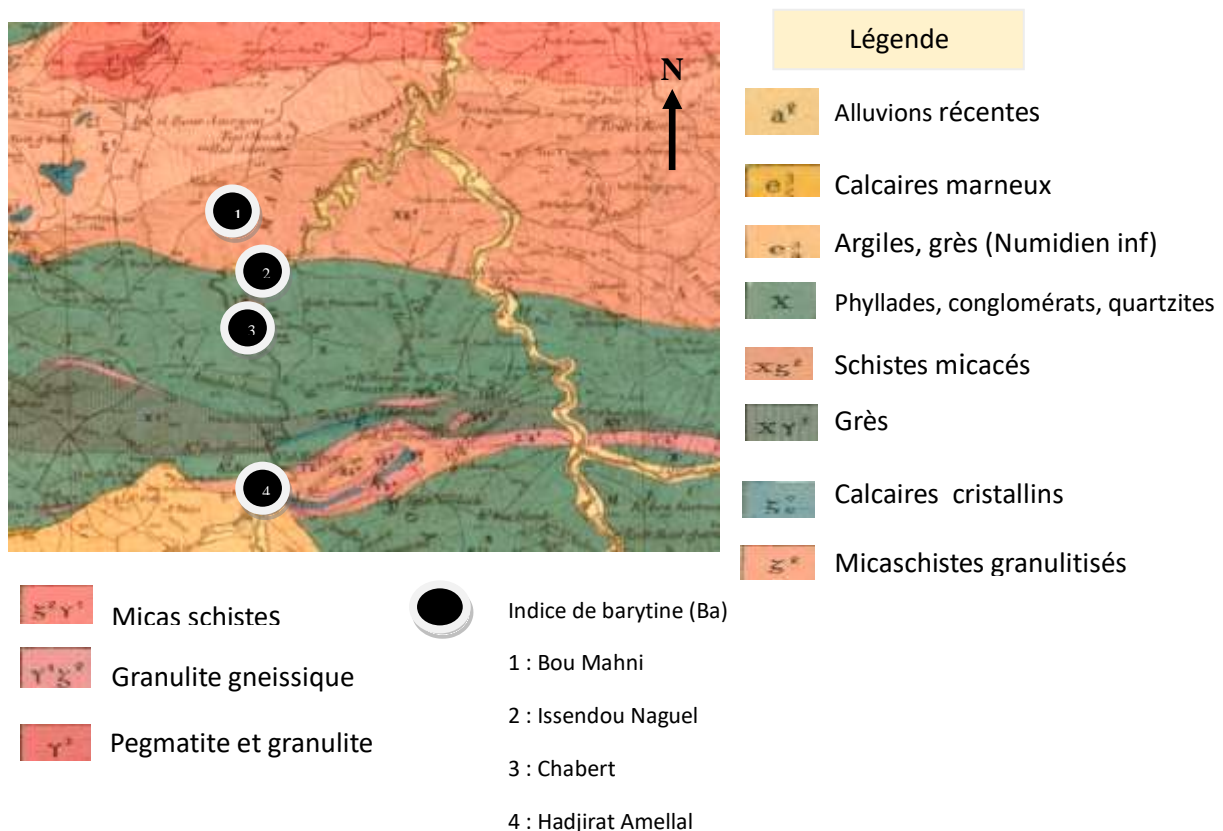
De nombreuses études et travaux miniers ont été réalisés par la SONAREM et plusieurs chercheurs et géologues miniers notamment **Kolli, Ficheur, Gélard...** sur les différents gisements barytiques du socle de la grande Kabylie à savoir :

- Bou Mahni (Hadjirat Amellal), Affensou, Tighilt Hadj Ali, Ibahlal, qui sont encaissés dans les formations ortho gneissiques ;
- Bou Mahni (Chabert) et Issendou Naguel, Ait Khelifa (Béni Amrane) ou les schistes constituent l'encaissant de la minéralisation barytique ;
- Le gisement d'Oued Ksari qui est divisé en cinq périmètres : les quatre premiers sont encaissés dans les schistes à chlorite, et le dernier périmètre dans les gneiss à biotites ;
- Et enfin l'indice de Mezeguene dans les séricitoschistes.

##### 1.2 Gisement de Bou Mahni

###### 1.2.1 Situation géographique

La carrière de Bou Mahni qui comprend quatre chantiers : BouKourai, Belkaroub, Chabert, Hadjirat Amellal est située à Tizi Ouzou, Daïra de Draa EL Mizan, avec les coordonnées géographiques suivantes : 36°34'31''Nord et 3°55'00''Est (**Figure 6**).



**Figure 6: Situation géographique des indices de barytine Bou Mahni, Secteur Hadjirat Amellal et Issendou Naguel, Chabert (Carte géologique Draa El Mizane 1/50000 par Ficheur 1889).**

### **1.2.2 Historique des travaux**

Le gisement de barytine de Bou Mahni qui est considérée comme gîte de ségrégation dû au métamorphisme a fait l'objet d'une étude détaillée dans les années 70 par la **SONAREM** afin d'estimer le tonnage et d'identifier la valeur économique du minerai. Dans certains chantiers les oxydes de fer et la galène qui sont associées à la barytine firent l'objet d'une exploitation auparavant dans les années **1950-1960**.

**O. Kolli** a également fait une étude structurale, et chimico-minéralogique sur la carrière de barytine de Bou Mahni dans sa thèse de doctorat (**1997**).

Les quatre chantiers : BouKourai, Belkaroub, Chabert, Hadjirat Amellal exploitants respectivement : 3, 4, 1 et 2 lentilles de barytine.

La carrière de Bou Mahni représente :

- 70.000T de réserves certaines
- 210.000T de réserves probables
- 500.000T de réserves possibles.

### **1.2.3 Géologie du gisement**

D'après les travaux géologiques sur ce gisement, **SONAREM (1970)** et **O. Kolli (1997)**, quatre principaux termes lithologiques affleurent sur le terrain :

- La formation des orthogneiss à deux micas.
- La formation des alternances.
- La formation des orthogneiss à micas blancs.
- La formation des schistes satinés.

#### **a. Les orthogneiss à deux micas**

Ce sont des gneiss plus ou moins écrasés ou les lits micacés à biotite-muscovite sont généralement flexueux ou ondulés. Ils séparent des lits quartzo-feldspathiques irréguliers formés par une succession de petites amandes allongées dans le plan de foliation.

#### **b. Les alternances**

Cette formation est caractérisée par l'association de micaschistes à andalousite, de calcschistes à biotite, de quartzites, de cipolins et d'amphibolites. Elle est également recoupée par les pegmatites.

**1) Les micaschistes**

Ils sont présentés par une roche légèrement satinée, dure à la cassure, de couleur gris-verdâtre parfois sombre ou marron et de texture massive, elle présente un aspect de cornéenne et elle est souvent parcourue par des lentilles de quartz conforme à la schistosité, les cristaux d'andalousite sont parfois visibles à l'œil nu.

**2) Les cipolins**

Le cipolin rencontré à Bou Mahni montre que la calcite est microcristalline et non visible à l'œil nu, le quartz y apparait sous forme de lentilles étirées parallèles.

**3) Les quartzites**

Ce sont des roches gris sombre, de faible étendue et puissance, qui se rencontrent en concordance avec la schistosité de la roche encaissante.

La pâte est aphanitique, et le quartz blanc sous forme de petites amandes étirées souligne la foliation. Parfois la barytine se rencontre dans les mêmes conditions.

Ces termes ne constituent pas de véritables horizons mais plutôt des taches dans la roche qui les contient.

**4) Les amphibolites**

Affleurent en bancs décimétriques à métriques au sein des micaschistes et apparaissent aussi à la limite orthogneiss micaschistes. Elles sont souvent riches en magnétite. Macroscopiquement, la roche présente une texture nématoblastique à grano-nématoblastique.

**5) Les calcschistes à biotite**

A l'affleurement la roche présente un l'aspect d'un séricitoschistes à biotite à texture pulvérulente. La biotite de couleur brun –rougeâtre apparait très altérée, accompagnée d'une muscovite également altérée. L'andalousite et la tourmaline sont aussi présentes.

**6) Les pegmatites**

Elles offrent un grand nombre de variétés suivant les minéraux caractéristiques qu'elles contiennent.

- Le quartz est enveloppé par le feldspath (texture pégmaticographique).
- Les feldspaths sont souvent altérés en Kaolinite, et le quartz est translucide grisâtre.
- Les micas (biotite et muscovite) peuvent présenter des dimensions atteignant 10cm

- Les grenats sont altérés mais reconnaissables à leurs formes caractéristiques, peuvent parfois être classifiés ; c'est le cas d'une pegmatite hololeucocrate à grenats roses (5%) et rares paillettes des deux micas rencontrés à Affensou.
- Mais le terme le plus fréquent de ces roches est la pegmatite leucocrate à deux micas.

#### 7) Les marbres

Ils sont intercalés dans les calcschistes et les micaschistes. Ce sont des marbres blancs saccharoïdes à gros cristaux de calcite, contenant des cristaux de pyrite et de grosses paillettes de muscovite. La texture de la roche est grano-lépidoblastique, et la foliation est marquée par quelques micas et de nombreux minéraux opaques.

#### c. Les orthogneiss à micas blancs

La texture de ces gneiss est grano- lépidoblastique . L'association minéralogique rencontrée est à quartz, feldspaths potassiques, plagioclases, biotite, tourmaline, sphène et opaques plus ou moins : fluorine, apatite. Le quartz et les feldspaths et micas en sont les constituants principaux.

#### d. Les schistes

Ils occupent plus de 60% du terrain ; à l'affleurement, ils présentent un éclat gris acier très brillant au soleil. Ces schistes surmontent indifféremment la formation des orthogneiss ou la formation des alternances et elle se perd vers le sud sous les dépôts transgressifs de l'OMK.

#### 1.2.4 Gîtologie

Du point de vue gîtologiques, la minéralisation barytique est encaissée dans les orthogneiss, elle est de couleur beige clair, elle est microcristalline massive, parfois contaminée de silice et de galène.

La barytine peut être rubanée, c'est souvent le cas des variétés cryptocristallines qui présentent des horizons colorés très variés allant du blanc au marron et même au noir grâce à certaines inclusions de galène.

#### 1.2.5 Association paragenétique

**La galène :** y est en association avec la barytine, les chantiers les plus riches en sont : Chabert, Tranchée Fernande, Plateau, et la zone de l'ancienne mine de Bou Mahni.

On rencontre également (SONAREM, 1970) des cubes de **pyrites FeS<sub>2</sub>** au milieu de la galène. Le minerai se représente sous forme de nuages gris très diffus dans la barytine et dans ces plages deux genres de galène sont visibles : en petits parallélépipèdes brillants ou sous

forme cryptocristalline. Elle a très fréquemment des reflets bleutés caractéristiques des galènes argentifères.

**Le quartz :** est un élément nuisible pour le minerai, il est malheureusement très fréquent. Dans le chantier de Hadjirat Amellal, on note la présence de grosses lentilles de quartzites grise dans la barytine. Fréquemment, ces lentilles ne se distinguent pas du reste du minerai.

### **1.2.6 Origine et mise en place de la minéralisation**

Avant l'orogénèse Alpine, la minéralisation est barytique et plombifère. Le métamorphisme opérant, la barytine est recristallisée et est soumise à une ségrégation, elle se rassemble dans certaines zones, entraînant la galène, mais ce transport à l'état solide n'est pas complet et les terrains sous-jacents sont contaminés par cette barytine.

## **1.3 Secteur de Hadjirat Amellal**

Il est constitué d'une série de petites collines qui forment la partie méridionale du massif de Bou Mahni (*Figure 6*) (O. Kolti, 1997). La cartographie montre que ce secteur est formé d'un terrain métamorphique sur lequel reposent en discordance des terrains sédimentaires miocènes. Sur la colline de Hadjirat Amellal, se succèdent les formations suivantes :

- La formation des schistes satinés
- La formation des orthogneiss
- La formation des alternances à amphibolites, quartzites, granite, pegmatites.

### **a. Les schistes satinés**

C'est une formation très développée dans la région d'étude, ou elle affleure dans les parties septentrionales et méridionales. Elle surmonte indifféremment la formation des orthogneiss ou la formation des alternances et elle se perd vers le Sud sous les dépôts transgressifs de l'OMK de la région d'Ain Zaouïa.

Cette formation est composée essentiellement de schistes épi métamorphiques, elle montre des passées à caractère franchement détritique de puissance millimétrique.

Sur le plan lithologique, elle renferme plusieurs types de schistes qui se différencient par leur aspect et leur couleur. Les minéraux qui y sont associés : le quartz, la chlorite, la tourmaline, les micas blancs, le plagioclase et les amphiboloschistes.

**b. Les orthogneiss**

Ils constituent l'encaissant de la minéralisation barytique. Ces gneiss montrent une texture grano- lépidoblastique. L'association minéralogique rencontrée est à : quartz, feldspath, plagioclase, biotite, tourmaline, saphène, fluorine et apatite.

**c. La formation des alternances****1. Les amphibolites**

Roches massives de couleur vert foncé, elles affleurent principalement au Sud des filons de barytine en plusieurs petits niveau.

**2. Les quartzites**

Ces roches présentent une texture granoblastique à grano-lépidoblastique. Lorsque les biotites sont importantes. L'association minéralogique est principalement : quartz, muscovite, magnétite, plagioclase.

**3. Le granite**

C'est une roche finement grenue, leucocrate, très riche en micas blancs constitué par du quartz, feldspaths, et quelques biotites et des lamelles de muscovite.

**4. La pegmatite**

Elle se présente en masses sécantes sur la foliation des gneiss et semble recouper le granite auquel elle peut être associée spatialement.

La roche est composée de quartz, feldspath, grenat, et muscovite.

**1.4 Le secteur d'Issendou - Naguel**

Ce secteur est situé plus au Nord, à environ 1000 m de Bou Mahni (**Figure 6**). On observe des filons encaissés dans les schistes, qui ont été reconnu par des travaux miniers en amont- pendage (**O. Kolli.1997**).

Ces filons de barytine sont caractérisés par :

- Une forme lenticulaire ;
- Un remplissage filonien à barytine massive ;
- Une paragenèse simple à barytine-quartz ;
- La présence de brèches intra-filoniennes.

### 1.5 Le secteur de Chabert

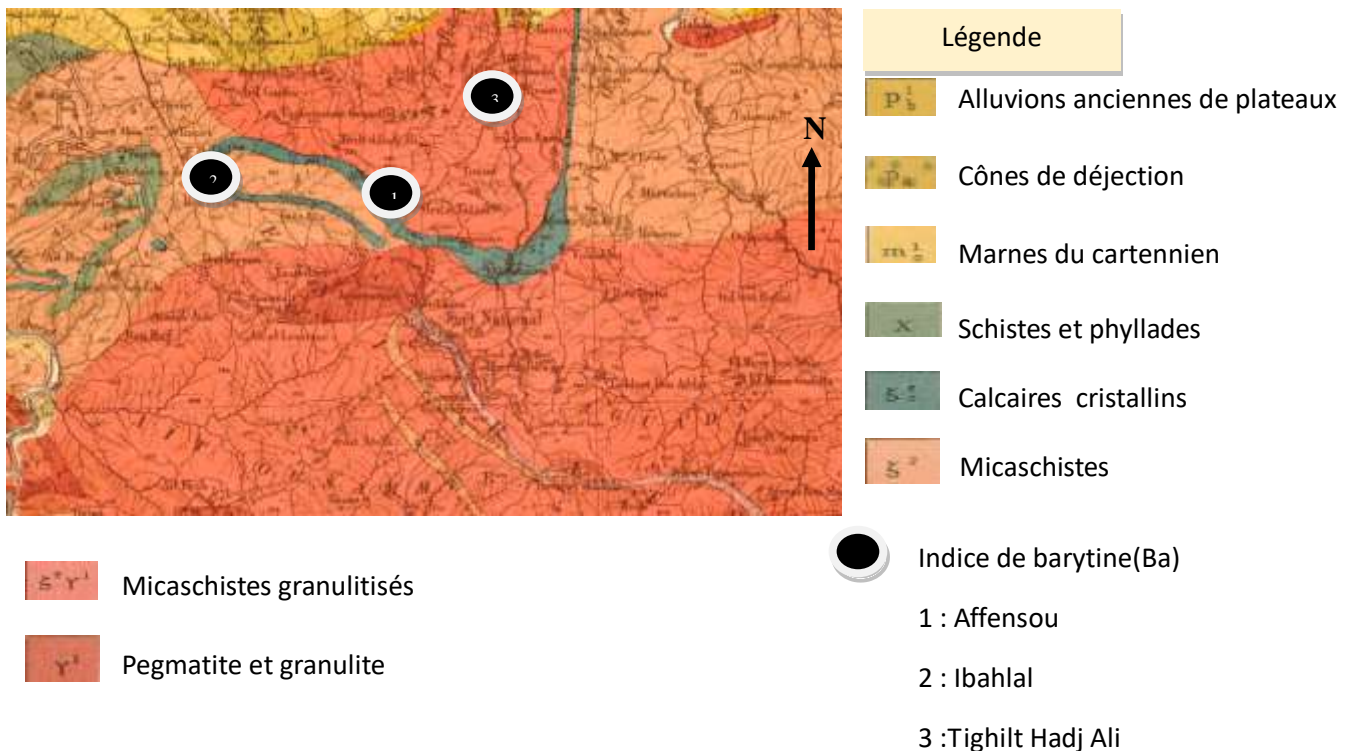
Il réunit les anciennes mines de Bou Mahni et leur prolongement vers le Nord qui est constitué par la partie Sud – Ouest du village d’Issendou - Naguel (**Figure 6**). Dans ce secteur, on rencontre un ensemble de filons et de lentilles à barytine et sulfures subordonnés encaissés dans les schistes chloriteux (**O. Kolli, 1997**).

### 1.6 Gisement d’Affensou

#### 1.6.1 Situation géographique

Le gisement de barytine d’Affensou ayant les coordonnées géographiques suivantes :

X=633 750 Y=373 600, est situé dans la partie Est de la Grande Kabylie, à 16Km au Sud-Est de Tizi Ouzou, et à 3Km au Nord de Larbaa Nath Irathen (Fort National) près de la route nationale n°12 (Tizi Ouzou, LNI, Tizi Rached) (**Figure 7**).



**Figure 7: situation géographique des indices de barytine Affensou, Tighilt Hadj Ali, et Ibahlal (Carte géologique Fort National, 1/50000,Ficheur 1889).**

#### 1.6.2 Historique

Les minéralisations de barytine de ce secteur sont connues depuis le début des années 60. Il semble que les premières descriptions soient l’œuvre de **Roche et Thiebault (1962)** dans leur inventaire et étude des gisements de barytine du département d’Alger.

Le gisement fut exploité de **1971** à **1979** inclusivement comme base d'approvisionnement pour la production de barytine alourdissant utilisable dans l'industrie pétrolière et du gaz ; Jusqu'à **1978**, les minerais de barytine ont été traités par la laverie d'Oued Smar, et à partir de **1979** par la nouvelle usine de Mekla construite spécialement pour valoriser les minerais du gisement d'Affensou.

Afin d'éclaircir la question de l'existence des minerais barytiques aux niveaux plus profonds et sur les flancs du gisement, la **SONAREM** a pris la décision (**1979**) de revoir les réserves du gisement. La carrière d'Affensou ne comprend qu'un seul chantier exploitant deux (2) lentilles de barytine sur les sept (7) de la région. Elle représente : 100.000T de réserves certaines 300.00T probables, et 400.000T possibles.

Il a été mentionné également dans les travaux d'**O. Kolli (1997)** que la région comprenant le secteur d'Affensou a fait l'objet d'une étude petro-structurale par **R. Gani (1988)** sous la direction de **A. Saadallah** et ont reconnu quatre unités tecto-métamorphiques :

- La dalle ortho gneissique inférieure ;
- Le complexe para-métamorphique ;
- La dalle ortho gneissique supérieure ;
- L'unité des schistes satinés.
- 

### **1.6.3 Géologie du gisement**

En tenant compte des rapports, résultats de travaux exécutés par **la SONAREM (1970)** et des travaux d'**O. Kolli (1997)**, la série d'Affensou est le produit d'une ancienne migmatisation des micaschistes, schistes satinés et calcaire.

Les formations qui affleurent dans cette région sont des orthogneiss, amphibolites, calcschistes, cipolins, de petits lits de quartzites noires et aplites blanches, pegmatites, et marbres.

#### **a. Les orthogneiss**

Les orthogneiss montrent généralement une platine noir-bleuté et parfois ocre à cause de l'altération des micas. Ils sont affectés par une déformation hétérogène qui ménage des zones non ou faiblement déformées, séparées par des zones très déformées. Ces orthogneiss sont caractérisés par une structure œillée bien exprimée. Les yeux sont constitués de feldspaths et plus rarement de quartz. Ils peuvent atteindre la taille du centimètre et parfois plus.

**b. Les amphibolites**

Elles sont peu répondues dans le périmètre du gisement, on les trouve dans le talweg et sur les versants d'oued. Ces amphibolites sont également recoupées par plusieurs sondages d'évaluation et dans la galerie. Les sondages montrent qu'elles sont séparées des gneiss par des zones faillées ou l'on rencontre parfois des pegmatites.

La composition minéralogique des amphibolites est comme suit : amphibole, biotite, muscovite, quartz, feldspath et pyrite. Elles ont une texture nématoblastique.

**c. Les calcschistes**

Les calcschistes représentent une couleur blanchâtre. Ils renferment de nombreux boudins et bancs métriques de calcaires cristallins rubanés. Ces derniers sont formés de niveaux clairs et sombres dans lesquels, on peut observer de la pyrite en cristaux et en petites veinules.

**d. Les cipolins**

La roche est blanche ou grisâtre, massive, à cristaux de calcite automorphes ; fréquemment cette roche contient quelques paillettes de micas (la biotite sous forme de nuages à bords informes et estompés et la muscovite de 3 à 4 cm).

**e. Les quartzites**

Apparaissent au Nord de la carrière, sous forme d'intercalations décimétriques, de couleur noir, au sein des gneiss œillés et des schistes satinés.

**f. Les roches quartzo-feldspathiques**

De type aplitique, de couleur noir, elles sont répondues, et forment des couches blanches plus épaisses (métriques) dans l'assise de gneiss œillés.

**g. La pegmatite**

Elle est localisée sur le contour du gisement. La texture de la pegmatite est cata clastique, se présente en poches, nids, lentilles et amas de forme souvent irrégulière, et contient souvent des cristaux de tourmaline (jusqu'à 10 à 15cm). On la rencontre fréquemment dans les roches encaissant des filons de barytine. Dans cette pegmatite, on observe des phénomènes de barytisation, de chloritisation avec apparition de la magnétite – pyrite, et d'autres transformations hydrothermales.

**h. Les marbres**

Ils sont en contact avec les quartzites et les calcschistes par l'intermédiaire d'un contact ductile. Ils forment une grande masse carbonatée. La partie sud de cette masse est constituée par des marbres blancs massifs à muscovite, biotite, pyrite. La partie nord est constituée par des marbres massifs et rubanés.

**1.6.4 Gîtologie**

Les corps de barytine sont développés dans les orthogneiss, et dans les failles perpendiculaires et diagonales auxquelles s'associent également des corps de pegmatites. Dans les corps barytiques, il existe des inclusions parfois considérables, de roches encaissantes : inter lits de gneiss œillés.

Tous les corps de barytine mis en évidence ont été groupés en trois zones : (1 et 2) dans la partie sud et (3) dans la partie nord du gisement :

**La première zone (1) :** comporte le territoire où les corps de barytine affleurent en grande partie, la zone renferme cinq filons.

**La deuxième zone (2) :** se trouve à 30-60m en contre bas de la zone (1) et comprend deux filons.

**La troisième zone (3) :** est logée dans la partie nord du gisement et séparée de la zone (1) par une puissante faille, cette zone comporte quatre filons.

La longueur de ces corps dans le périmètre du gisement atteint 150 - 200m pour une largeur de 100m environ.

La barytine en filons est blanche, parfois jaunâtre, ou rosâtre, à structure microcristalline, rarement arrondie, de texture massive. Les filons de barytine qui présentent 4m d'épaisseur se distinguent clairement dans l'assise des roches encaissantes par leurs salbandes prononcées, une couleur claire, une structure nette et une densité élevée du minerai.

**1.6.5 Association paragenétique**

Les minéraux associés à la barytine sont : Quartz, microcline, albite, biotite, muscovite, tourmaline, apatite, zircon, magnétite et pyrite.

**1.6.6 Origine et mise en place de la minéralisation**

Avant l'orogénèse Alpine, la minéralisation était barytique et plombifère. Le métamorphisme opérant, la barytine est recristallisée et est soumise à une ségrégation, la barytine se rassemble dans certaines zones, entraînant la galène, mais ce transport à l'état solide n'est pas complet et les terrains sous-jacents sont contaminés par cette barytine.

### **1.7 Le secteur de Tighilt Hadj Ali**

Situé à 2Km environ à l'Ouest d'Affensou (*Figure 7*), cette zone renferme cinq (5) filons de barytine dont l'épaisseur varie de 1 à 3m avec un intervalle de 10 à 15 m. Ils seraient les prolongements des filons du gisement d'Affensou (**SONAREM 1970**), (**O. Kolli, 1997**). Ces filons ont été reconnus par quelques tranchées et découvertures de faible profondeur. La plupart d'entre eux affleurent au cœur du village de même nom, et de ce fait ils n'ont pas été étudiés.

### **1.8 Le secteur d'Ibahlal**

Ce secteur est situé à l'extrême Ouest du district Larbaa Nat Irathen, sur la rive est de l'Oued Bou Smahel. Les géologues de la **SONAREM** y ont dénombré trois (3) zones minéralisées :

**Zone N°1 :** Ibahlal nord située entre le village du même nom et celui de Tala Mabriz ;

**Zone N°2 :** Ibahlal école située près de l'école communale au S-E d'Ibahlal nord ;

**Zone N°3 :** Ibahlal ravin située dans le ravin Lardjane à l'Est d'Ibahlal école.

Parmi toutes ces zones encaissées dans la formation des orthogneiss, seule la première zone présente actuellement un intérêt en raison de la qualité de ses affleurements.

### **1.9 Le gisement d'Oued Ksari**

#### **1.9.1 Situation géographique**

Ce gisement est réparti en Cinq périmètres (*Figure 8*) :

**Ferme Maamar :** située à 3km au Sud du village Maamar, les coordonnées géographiques :  
 $x = 601.800 - 603.000$  et  $Y = 364.800 - 365.300$

**Tighilt Bou Afir :** situé à 1km environ à l'ouest du périmètre Ferme Maamar, compris entre les coordonnées suivantes :  $x = 601.400-601.900$  et  $Y = 365.200-366.000$

**Ichoukrene :** situé à 3km du périmètre Ferme Maamar à proximité du village Ichoukrene, il est compris entre les coordonnées suivantes :  $x = 602.400-602.900$  et  $Y = 376.300 - 376.600$

**Tazrout :** ce périmètre est situé approximativement à 30km au Sud-Est de Tizi Ouzou par la route Draa Ben Khedda - Draa El Mizan et à 10km au Nord du dernier. Il est compris entre les coordonnées suivantes :  $x = 603.000 - 604.200$  et  $Y = 368.000 - 368.400$

**Takhribt :** Situé à 2 km au sud de Tizi Ouzou au voisinage de la route goudronnée Tizi Ouzou Mechrass sur le territoire du village Ait Moussa Ouziane, , entre les coordonnées géographiques :  $x = 612.600 - 614.000$ , et  $Y = 371.200 - 371.800$ .

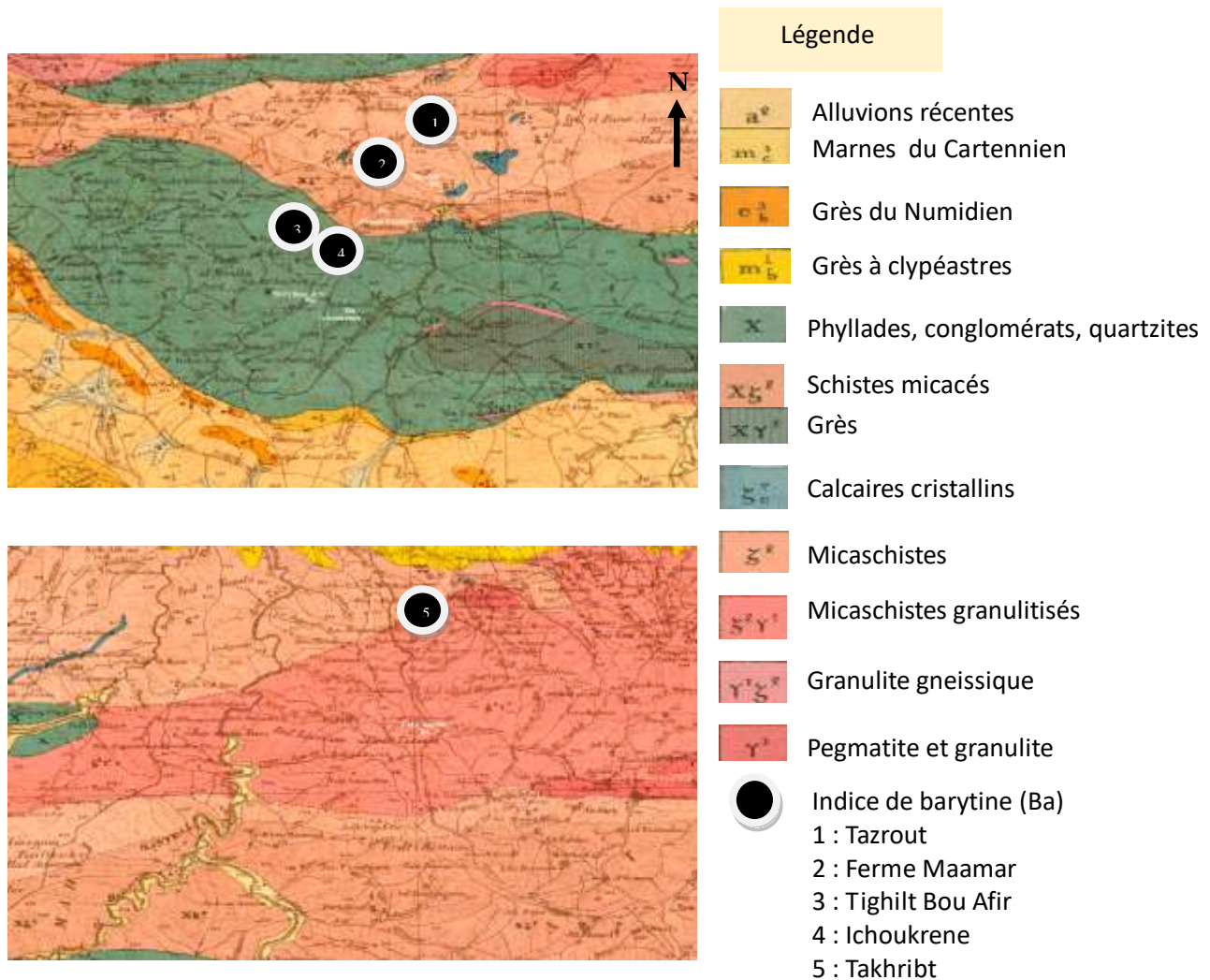


Figure 8: Situation géographique des périmètres du gisement de barytine Oued Ksari (Carte Draa El Mizane 1/50000, Ficheur 1889).

### 1.9.2 Historique

Les travaux de reconnaissances et de prospections détaillées réalisées par la SONAREM (1973, 1974-78) et la mission Roumaine (1974-1976) ont permis d'identifier des zones à barytine dans les périmètres des fermes Maamar et Ichoukrene dans la région d'Oued Ksari. Les réserves estimées sont de 740 000 tonnes de barytine.

### 1.9.3 Géologie du gisement

Dans les périmètres recherchés (Mission Roumaine, 1974), les formations cristallophylliennes sont présentées presque par tous les termes pétrographiques de la région. Les termes qui affleurent en général sont : les migmatites, les gneiss, les micaschistes, les amphibolites, les quartzites et les pegmatites.

**a. Migmatites**

Sont des roches d'aspect gneissique représentant un terme de passage de roches métamorphiques aux roches granitiques. Ces roches sont formées à la fois de matériaux magmatiques (ou pseudo-magmatiques) et des matériaux métamorphiques.

Ces migmatites sont représentées par des lits clairs formés par : le quartz, le feldspath, le plagioclase, la biotite, la muscovite, le saphène, et la tourmaline.

Le quartz est le plus abondant de taille variable, la biotite se présente en lamelles et cristaux tabulaires assez associés avec la muscovite. Le feldspath est transformé en Kaolin et souvent se contourne des zones qui pourraient intéresser du point de vue économique (pour le Kaolin).

Cette zone de migmatite kaolinisée ressemble à celle de Sidi Ali Bounab.

**b. Les gneiss**

Les plus répandus sont les gneiss à biotites qui apparaissent d'une structure grossière prophyroblastique jusqu'à la structure la plus fine. Ils sont constitués de biotite, muscovite, feldspath, silimanite, chlorite, des oxydes de Fer et de Titane.

Dans les gneiss à biotites chloritisées, dans la zone de Takhribt se trouve la minéralisation de barytine. Ces gneiss apparaissent dans une zone périclinale de l'anticlinal dans l'axe de cet anticlinal apparaissent les schistes micacées séricitiques retromorphisés.

**c. Micaschistes**

D'une allure séricitique quartzeux parfois avec un aspect filiteux avec composants minéralogiques : biotite, muscovite, quartz, séricite, chlorite, feldspath-tourmaline, et oxyde de fer. Le fond de la roche révèle une alternance de lits quartzitiques finement granulo-blastiques et des lits micacés d'un feutrage finement lithoblastiques de séricite, biotite chloritisée et chlorites secondaires. On distingue aussi des lamelles et plages de micas irrégulières de biotite brune-olive non altérées.

La tourmaline apparaît dans une petite quantité des fois en variété ferrifère (schartite). Et des feldspaths.

Une partie de minéralisations de la barytine est mise en place dans les micaschistes séricitiques (ferme Maamar, Tighilt Bou Afir, Ichoukrène, Tazrout).

Parfois dans les zones fortement tectonisées, les micaschistes sont transformés en mylonites catalysés.

**d. Amphibolites**

Elles ont un développement réduit avec des épaisseurs métriques qui se trouvent d'habitude dans les paquets de micaschistes avec amphiboles.

Les minéraux qui rentrent dans la composition des amphibolites sont : hornblende, feldspath, plagioclases, quartz et comme accessoires des hydro micas, sphène, oxydes de fer et de carbonates.

- La hornblende est répandue en cristaux prismatiques orientée et sans plans terminal, à cause du processus de catalase la hornblende est fissurée.
- Les plagioclases basiques se présentent également en cristaux avec des contours xénomorphes, des macles d'albite rarement d'albite péricline.

**e. Les quartzites**

Les quartzites apparaissent en intercalations métriques d'habitude avec de la biotite. L'épaisseur de ces roches varie de quelques centimètres jusqu'à un mètre environ. Plus largement répandu sont les schistes quartzitiques blancs qui se trouvent en base des calcaires cristallins de la zone Oued Ksari. Au voisinage de ces schistes quartzitiques, parfois se trouve des filons de quartz hydrothermal avec des extensions et épaisseurs réduites sans une importance économique.

**f. Pegmatites**

Sont des roches injectées et peu répandues dans les périmètres recherchés.

On les trouve injectés dans les gneiss et dans les micaschistes biotitiques.

Ces pegmatites ont une structure graphique, les constituants minéralogiques sont : quartz, feldspath, muscovite, biotite, et quelques fois tourmaline.

Les micas sont de petite dimension, rarement on trouve des cristaux de 5-6cm<sup>2</sup>, et sont généralement fissurés.

**1.9.4 Gîtologie et association paragenétique**

La minéralisation à barytine dans les quatre premiers périmètres est encaissée dans les schistes micacés à chlorite, contrairement à celle du dernier périmètre qui est encaissée dans les gneiss biotitiques.

**Périmètre Ferme Maamar :** Le minerai de barytine est généralement compact de couleur blanche, à l'aspect saccharoïde et il est formé de 90 à 95% de barytine et 5% sont représentés

par des minéraux accessoires : quartz et accidentellement biotite et hydroxyde de fer.

**Périmètre Tighilt Bou Afir :** La minéralisation barytique est compacte, de couleur blanche, avec une cristallisation fine saccharoïde ; elle est associée à la muscovite.

**Périmètre Ichoukrene :** La barytine a été suivie sur 400m environ, les épaisseurs de minéralisation sont comprises entre 0,2 à 2,2m, cette barytine appartient à deux niveaux de minéralisation, elle ressemble à celle de Ferme Maamar et Tighilt Bou Afir.

**Périmètre Tazrout :** Deux types de minéralisations sont identifiées :

La première dans les schistes micacés séricitiques est plus intéressante avec une extension de 150m environ et avec des épaisseurs qui varient de 0,6 à 1,5m. Au pied de la minéralisation, on rencontre souvent du quartz hydrothermale barytisé sur 0,2 à 0,3m, ainsi que des silicifications.

Le deuxième type qui est tectoniquement dans les calcaires cristallins paraît être seulement un reste. Les minéralisations barytiques dans les calcaires cristallins dolomités ne sont pas développées. Elles se trouvent accidentellement sous forme de nids avec de petites teneurs en BaSo<sub>4</sub> (22% jusqu'à 56%).

**Périmètre Takhribt :** La barytine du périmètre Takhribt est de couleur blanche à faiblement marron. Elle est finement cristalline, compacte et se présente parfois en plaques. Elle est associée à de la biotite ayant un aspect verdâtre tachetée par le chlorite provenu par la transformation de la biotite. Son épaisseur varie de 0,8 à 1,5m.

### **1.9.5 Origine et mise en place de la minéralisation**

En ce qui concerne la genèse et l'âge des minéralisations de barytine, ce sont des arguments tantôt en faveur d'une genèse volcanogène sédimentaire ultérieurement métamorphisée, tantôt en faveur d'une genèse hydrothermale avec de processus de méthasomatose.

## **1.10 Indice de Mezeguene**

### **1.10.1 Situation géographique**

Mezeguene est une petite localité située à environ 7 km du chef-lieu communal d'Illoula Oumallou, daïra de Bouzeguene, elle-même située à environ 67km au Sud- Est de la ville de Tizi Ouzou. Les coordonnées géographiques sont : 2°49'49''E et 40°6'8''N (Fig.1).

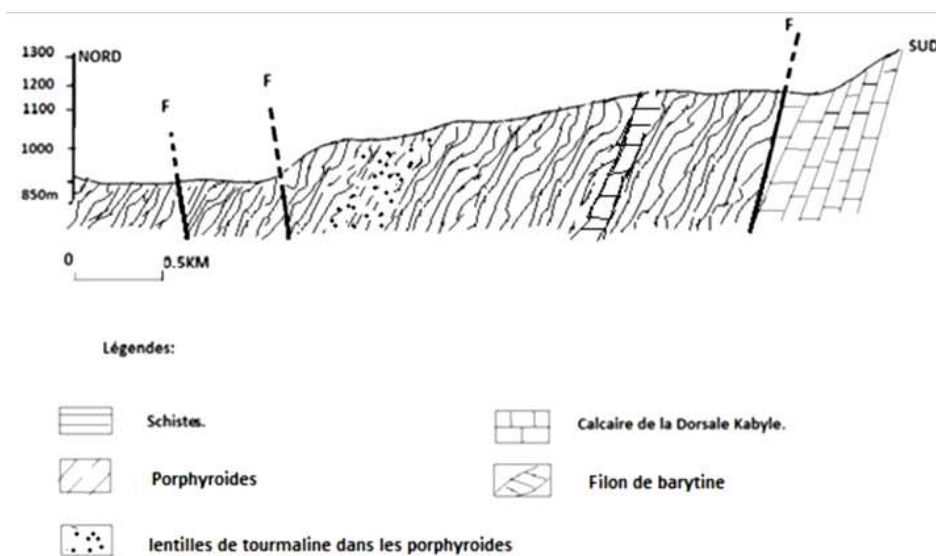
La topographie de la région est caractérisée par un relief montagneux, très accidenté. Les altitudes varient de 1000m à 1300m environ.

### 1.10.2 Historique

Cet indice a été signalé pour la première fois lors des travaux de cartographie menés par Gélard JP. en 1979, puis par les nombreux travaux de recherches systématiques réalisés par la SONAREM, l'EREM et l'ORGM. Cet indice a fait l'objet également de nombreux travaux de chercheurs universitaires: Kolli O. (1997), Oukara N. et Mahouche M. (2014), et en fin Ait Ben Youcef M. et Ait Menguellet D. (2015).

### 1.10.3 Géologie du gisement

Les différents travaux de terrain réalisés dans leur mémoire de fin d'étude par **M. Ait Ben Youssef** et **D. Ait Menguellet (2015)** (Figure 9,10 et 12) ont permis de distinguer les ensembles lithologiques suivants :



**Figure 9 : Coupe géologique schématique entre Marghana Sud et Mezeguene Sud, M. Ait Ben Youcef et D. Ait Menguellet (2015).**

- un ensemble sédimentaire grés- pélitique (Oligo Miocène Kabyle) ;
- un ensemble de phyllades constitué de chloritoschistes et séricitoschistes ;
- un niveau de porphyroïdes encaissé dans les phyllades ;
- un ensemble intrusif représenté par les dolérites.

Le contact entre l'unité schisteuse et l'ensemble sédimentaire grés-pélitique et un contact mécanique.

#### a. Le facies grés-pélitique

Il est représenté par des intercalations de bancs de grés et de pélites (**Pl. Ia**), marquées par un passage conglomératique, d'une direction Nord 100 avec un plongement de 60-75° vers le

Nord- Est. Ce faciès montre également des passés micacés de couleur noirâtre qui résultent d'un effet de socle.

Les pélites se présentent sous forme de bancs épais qui se réduisent par fois en bancs minces, de couleur marron foncé avec des filaments de couleur noir, sont friables à débit en frites.

Les grès d'épaisseur décimétrique, présentent des bancs durs de couleur marron clair et sont souvent micacés (**Pl. Ib**).

#### **b. Les schistes satinés (phyllades)**

C'est le faciès dominant, il est représenté par des schistes gris-bleuâtres ou bleu vif (séricitoschistes) à gros quartz d'exsudation. Ils couvrent de très grandes surfaces depuis le Sud d'Agoussim jusqu'à Mezeguene. Des intercalations de schistes verdâtres (chloritoschistes), souvent chargés de niveaux carbonatés à altération poudreuse sont observés dans ces schistes satinés (**Pl. Ic**).

#### **c. Les porphyroïdes**

Un large affleurement de porphyroïdes d'épaisseur estimée à plusieurs dizaines de mètres est inter stratifié dans les phyllades. Ils présentent un aspect de gneiss ocellés, de couleur grise à gris-verdâtre, à moucheture blanche. Ils sont constitués par des lits blanchâtres à composante de feldspaths et quartz, ce dernier est plus abondant alternant avec des lits verdâtres chloriteux (**Pl. Id**).

#### **d. L'ensemble intrusif**

Ce sont des dolérites massives d'âge triasique (**Gélard, 1979**). Ce sont des roches de teinte sombre, le plus souvent verdâtre et se présentent sous forme de filons recoupant les schistes encaissants. Ces formations volcaniques dures à aspect dioritique de couleur verte à cristaux blancs, présentent deux textures à éléments grossiers (**Pl. Ie**).

#### **1.10.4 Gîtologie**

La minéralisation de la région de Mezeguene est essentiellement barytique, encaissée dans les séricitoschistes de l'unité des schistes satinés (**Figure 12**). Elle est représentée par un grand filon de direction NW-SE conformément à la schistosité. Ce filon de barytine développe deux textures bien distinctes :

- une texture massive à couleur blanche laiteuse au centre du filon (**Pl. Ih**) ;
- une texture rubanée à couleur blanche grisâtre sur les parois (**Pl. Ii**).

Les rubans de barytine sont soulignés par la chalcopryrite ( $\text{CuFeS}_2$ ), des minéraux oxydés de fer représentés par la magnétite ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ), la pyrite automorphe ( $\text{FeS}_2$ ) souvent altérée, l'oligiste ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) et des fragments de schistes sériciteux.

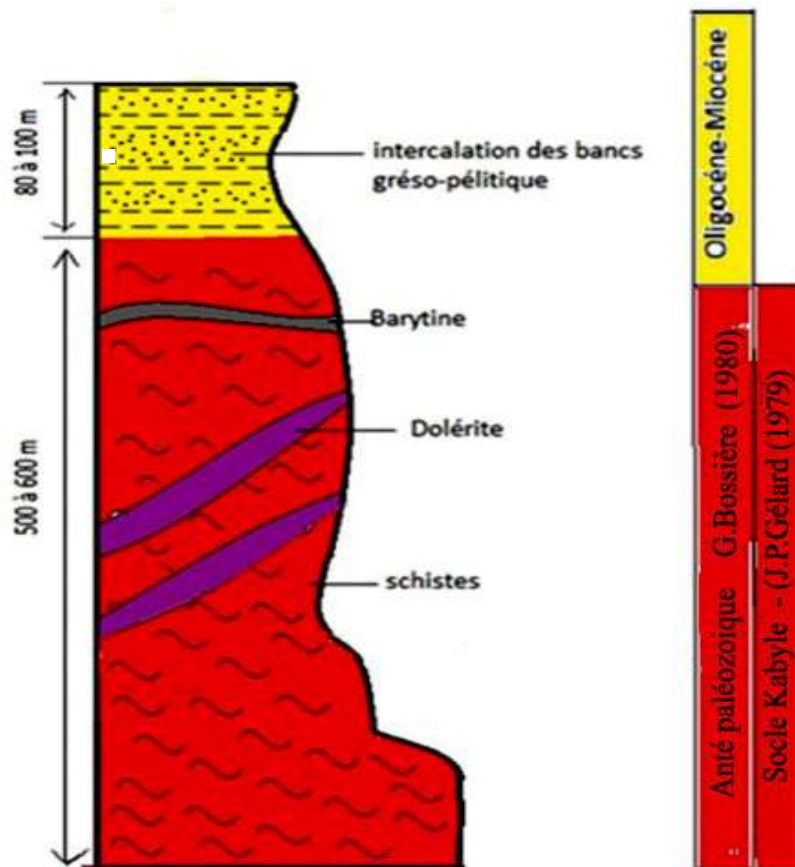


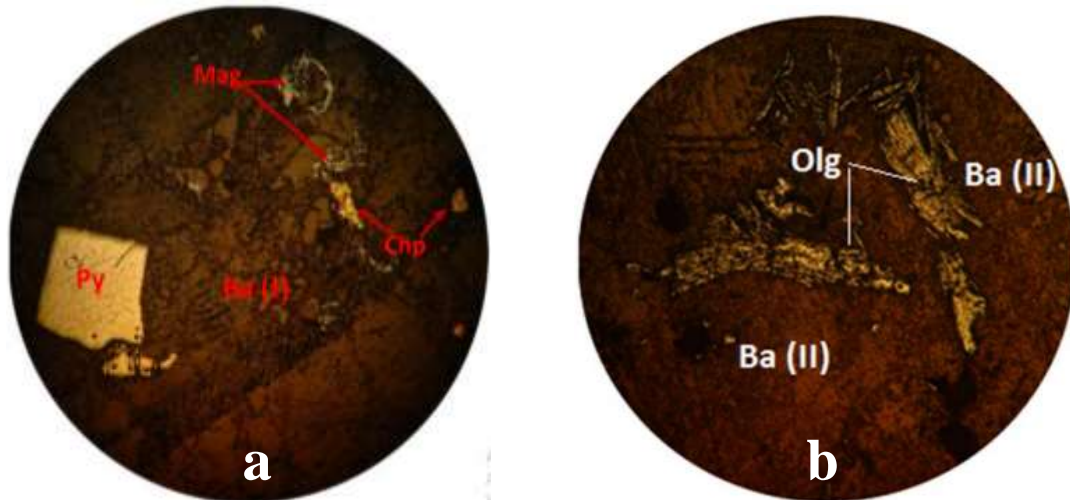
Figure 10: Colonne stratigraphique synthétique des différentes formations de l'indice de Mezeguene, Ait Ben Youcef M. et Ait Menguellet D. (2015)

### 1.10.5 Association paragenétique

Les minéraux métalliques associés à la barytine sont essentiellement de la chalcopryrite, des oxydes de fer représentés par la pyrite, la magnétite et l'oligiste :

- La pyrite se présente en cristaux automorphes disséminés dans la barytine, ou sub-automorphes soulignant le rubanement. Les cristaux de pyrite sont souvent altérés en hématite (figure 4a).
- La magnétite (**Figure 11**) est moins abondante, souvent associée à la chalcopryrite. Elle apparaît sous forme de cristaux xénomorphes soulignant le rubanement de la barytine. (Figure 4a)

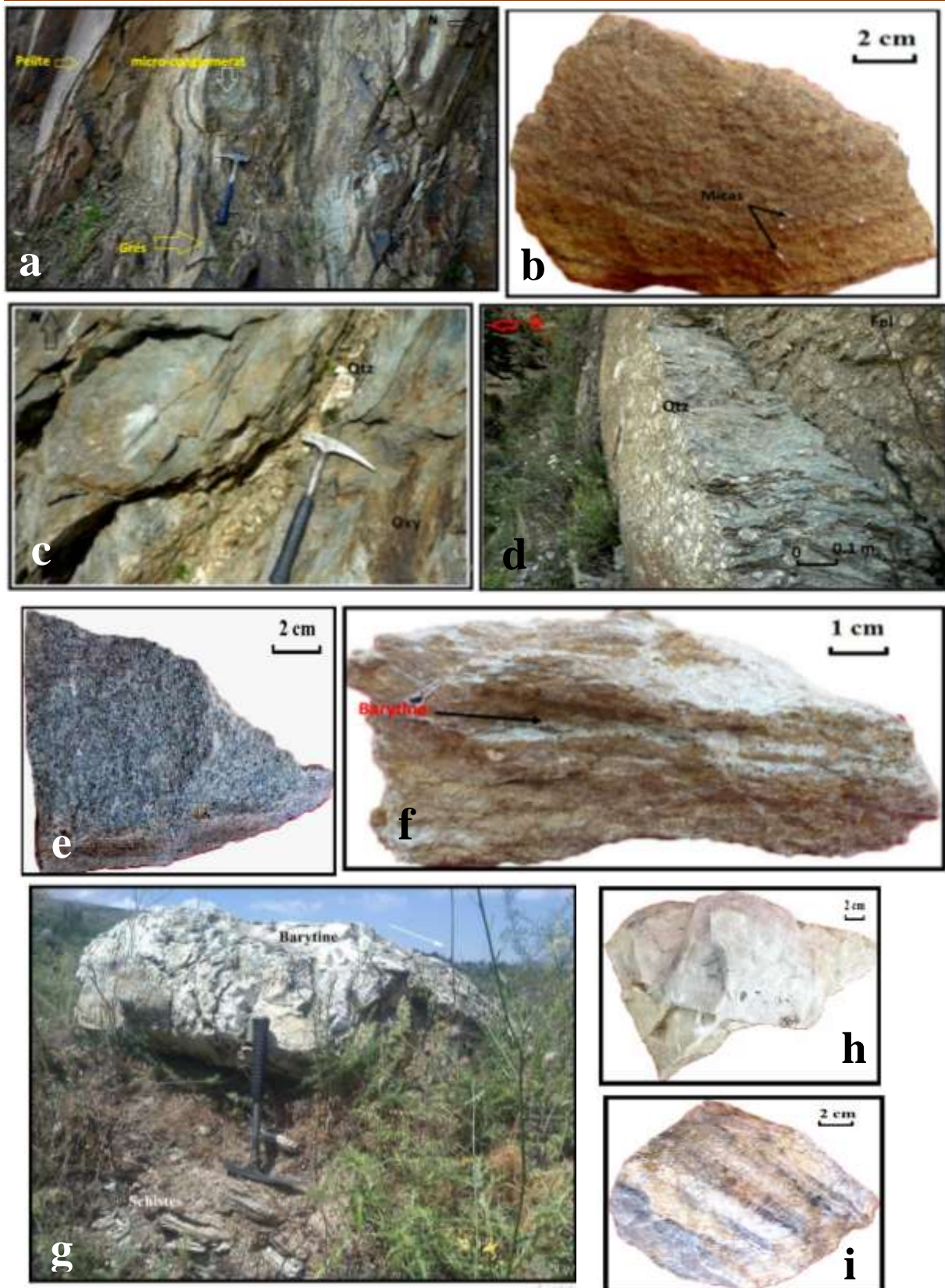
- L'oligiste (**Figure 11**) apparaît en petits cristaux disséminés sous forme de bâtonnets en plaquage dans les vides résiduels de la barytine.
- La chalcopryrite (**Figure 11**) se présente en plages xénomorphes souvent en inclusions dans la barytine et parfois, colmate la pyrite.



*Figure 11: (a) Association pyrite, chalcopryrite et magnétite dans la barytine et (b) Oligiste en bâtonnets dans la barytine (L. NGx10) (M.Ait Ben Youcef et D. Ait Menguellet , 2015).*

#### 1.10.6 Origine et mise en place de la minéralisation

La minéralisation de Mezeguene peut s'inscrire dans le cadre de la mise en place de la province barytique commune aux massifs Hercyniens Maghrébins et Européens formés durant la transition Permo-Triasique. Quelques minéralisations de barytine sont connues au début de l'Oxfordien (155 Ma) dans les Alpes externes (Cheilletz et al, 1999).



**Figure 12: Planche 1 ; a :alternance de grés et de pélites, b: grés micacés à grains moyens, c: Schistes satinés gris-bleuâtres, d: Affleurement de porphyroïdes, e: Dolérite à grains fins, f: Schiste limonitisé renfermant la barytine suivant la foliation, g: Filon de barytine présentant un pendage relativement faible et parallèle à la schistosité, h: Echantillon de barytine massive, i :Echantillon de barytine rubanée [in M. Ait Ben Youcef et D. Ait Menguellet (2015)]**

## 1.11 Indice d'Ait Khelifa

### 1.11.1 Situation géographique

La zone d'étude est située à environ 2km au Nord-Ouest du village de Beni Amrane (**Figure 13**) au voisinage de la région d'Ait Khelifa, elle est définie par les coordonnées géologiques 36 ° 40 '07' Nord ; Longitude : 3° 35' 32' Est ; Altitude moyenne : 300m.



*Figure 13 : Localisation de l'indice d'Ait Khelifa (photo satellite Google Earth 2023).*

### 1.11.2 Historique

Les études géologiques approfondies sur cette zone sont rares, à l'exception de celle de **M. Ficheur**, qui a esquissé la géologie de la région en **1885**, ou il s'est basé sur les grandes orientations cartographiques, premièrement dans le cadre de l'établissement de la carte géologique de Palestro au 1/50 000 puis, dans le cadre de son travail de thèse. Beaucoup plus tard, la **SONAREM** a revisité en **1970** superficiellement la région dans le cadre d'une prospection systématique.

### 1.11.3 Géologie locale

Les travaux de terrain réalisés par **Y. Batatache (2021)** dans son mémoire de fin d'étude montrent que les formations lithologiques dans ce secteur sont principalement des schistes à intercalations de quartzites et de rares niveaux carbonatés.

La succession lithologique de ces formations est la suivante (**Figure 19**) :

- La formation basale des schistes et quartzites

- Une formation médiane minéralisée
- Une formation sommitale des schistes carbonatés

Ces formations indiquent des structures plissées à grande et à petite échelle dans la plupart des cas expriment des plis d'entraînant.

**a. La formation basale des schistes et quartzites**

Cette formation peut atteindre une épaisseur de 50m environ. Elle est formée de schistes satinés à la base, alternant avec des niveaux des quartzites qui représentent des méta-grès fins (silts) et des méta microconglomérats. Ils montrent une structure iso-granulaire (la taille des grains est autour de 20µm). Généralement, ces niveaux sont millimétriques à centimétriques et rarement métriques.

Les schistes et les quartzites renferment des disséminations de sulfures (pyrite et chalcopryrite) lorsque dans les zones minéralisées.

**b. Une formation médiane minéralisée**

Mesure environ 40m d'épaisseur, composée de séricitoschistes qui renferment deux niveaux principaux de barytine plissée d'environ trois mètres pour chacune, entre ces niveaux, Il existe une alternance millimétrique à centimétrique, et parfois décimétrique entre les schistes satinés et la barytine.

Les sommets de ces formations minéralisées sont coiffés par des bancs de méta-grès fins et des microconglomérats à dragées de quartz.

La pyrite et la chalcopryrite sont représentées sous forme des disséminations et des remplissages de micro fractures dans les niveaux méta détritique.

**c. Une formation sommitale des schistes carbonatés**

Les schistes de couleur brunâtre représentent une pile de 100 m d'épaisseur, ils ont un aspect monotone, ils sont recoupés par des lentilles de quartz bien visibles (Le second indice étudié (**Y. Batatache 2021**) de barytine occupe la partie sommitale de cette formation schisteuse (**Fig 11**). La formation schisteuse est composée par de petits grains de quartz (**Fig13**) dont la granulométrie est comprise entre 30 à 120 microns environ. Ces cristaux de quartz sont conformes à la schistosité qui est entourée par de petites paillettes de séricite et des enduits ferrugineux.

Le premier niveau discontinu de dolomie (**Fig13**) avec une patine brunâtre et gros cristaux qui mesurent environ 2 à 3 m d'épaisseur, ce niveau est recoupé par des veinules de quartz blanc laiteux.

Le deuxième niveau affleure vers le sommet de la formation et est représenté par des calcaires cristallins de couleur grisâtre.

Les minéraux carbonatés sont remplacés par de la barytine granulaire (**Fig12**). Cette dernière apparaît en plages et en remplissage de petites fentes. Avec l'existence d'autres fentes plus tardives à calcite et enduits ferrugineux.

#### 1.11.4 La tectonique ductile

La tectonique ductile est exprimée le plus dans les schistes minéralisés et les schistes satinés en relation avec le quartz, et aussi la barytine ( ).



**Figure 14:** Une planche montrant le plissement des schistes à barytine ; a : un pli au sein d'un schiste satiné (S1 et S2) et b : des schistes plissés à barytine (Y.Ait Aldjat 2018).



**Figure 16 :** Affleurement d'un niveau métrique de schiste satiné à barytine (F. Boudali , 2018)



**Figure 15 :** Photo représentant la formation des schistes (Y. Batatache, 2021)



Figure 18 : Aspect d'un méta-microconglomérat à dragées de quartz (F. Boudali , 2018)



Figure 17: Dolomie brunâtre recoupé par du quartz blanc laiteux (F. Boudali , 2018)

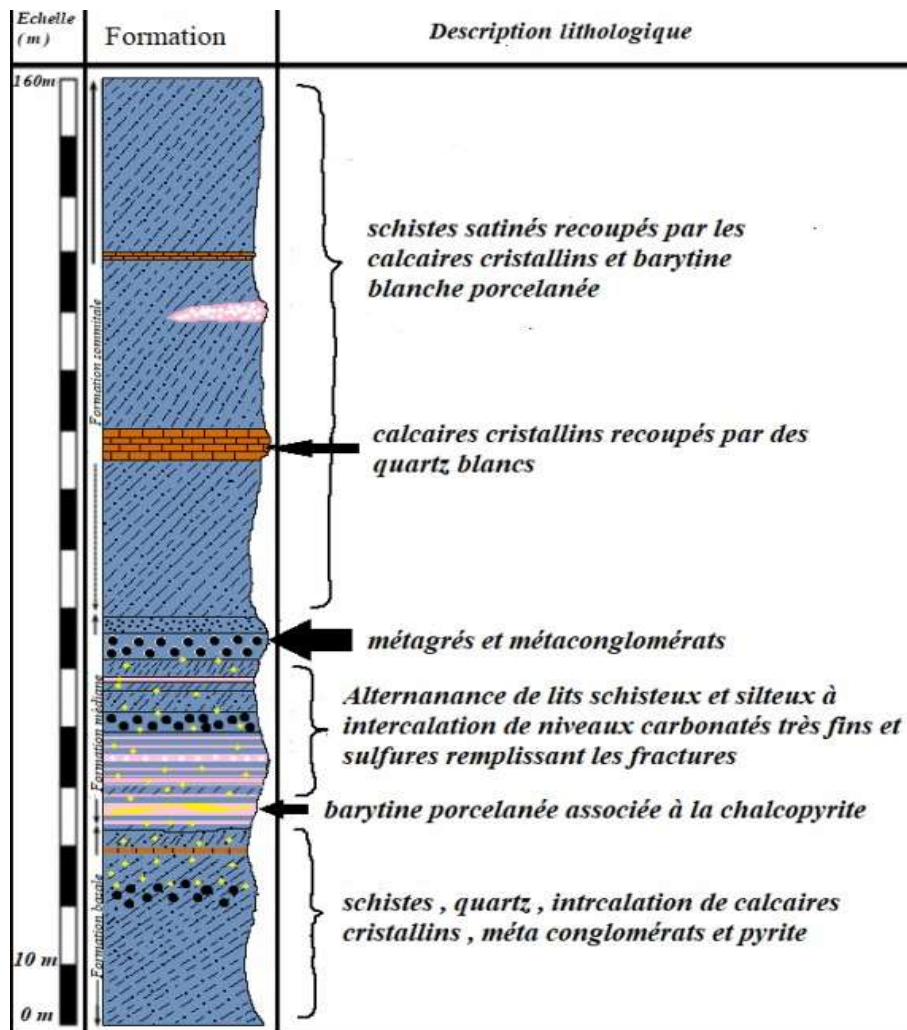


Figure 19: Log lithologique montrant les différentes formations du secteur d'Ait khelifa (Y. Batatache, 2021)

**1.11.5 Géologie**

Du point de vue géologique, la région d'Ait Khelifa est caractérisée par une minéralisation à cuivre-barytine encaissée dans les schistes. La minéralisation à barytine apparaît en deux types :

La première porcelanée marquée au niveau des schistes sommitaux qui présente des textures massives (**Figure 25**) avec une belle couleur.

La deuxième, saccharoïde associée à la minéralisation de chalcopirite et caractérisée par des structures rubanées.

**La barytine porcelanée :** affleure en extension réduite de 3 à 4m environ, elle est observée au sommet de la formation schisteuse sous forme de petits blocs le long de la piste menant aux anciennes galeries d'exploitation ; Cette barytine n'a pas une relation très nette avec l'encaissant schisteux. Elle présente une belle couleur blanche avec une texture massive.

**La barytine Saccharoïde :** ce type de barytine est intimement lié à la minéralisation de chalcopirite ; l'observation de terrain (Y. Batatache, 2021) montre l'existence de deux principaux niveaux minéralisés, de 3 m d'épaisseur, séparés par des intercalations millimétriques décimétriques de niveaux schisteux .Lorsqu'elle n'est pas touchée par l'altération des oxydes montre une belle couleur blanchâtre.

Cette dernière est bien granulaire, saccharoïde et montre des texture massives et rubanées, ce rubanement est marqué par la présence de chalcopirite et une certaine schistosité.

Les minéralisations à chalcopirite ( $CuFeS_2$ ) : apparaissent en veinules recoupant la barytine.

**1.11.6 Association paragenétique**

La paragenèse des filons à barytine suggère qu'il s'agit originellement de minerai à (quartz – barytine - dolomite - pyrite - smectite) similaire à celui des filons de barytine du Massif Central Français dont l'âge mésozoïque est reconnu.

**La barytine porcelanée :** (**Figure 21**) de nombreux clastes de taille différente qui apparaissent, les plus gros sont souvent fracturés. Dans certains cas déchiquetés et marqués par des macles mécaniques disloquées. Ces clastes sont pris dans une matrice à barytine composée de très fins cristaux équants de types farineux.

**La barytine saccharoïde :** Elle est représentée sous forme de grandes plages xénomorphes recoupées par des petites plages de même nature, ces dernières sont alignées suivant certaine schistosité (**Figure 24**). Par fois ces plages sont recoupées par des remplissages de silice de couleur blanche (**Figure 22**).

La chalcopryrite ( $\text{CuFeS}_2$ ) : La minéralisation sulfurée (**Figure 23**) à chalcopryrite montre la présence de grandes plages jaunâtres de chalcopryrite renfermant en inclusion de la pyrite et de nombreux minéraux d'altération supergène tel que : la digénite, bornite, malachite, covellite ( $\text{CuS}$ ) et rarement de l'azurite  $\text{Cu}(\text{CO}_3)_2(\text{OH})_2$ .

La pyrite ( $\text{FeS}_2$ ) qui est représentée sous forme de plages bréchifiées xénomorphes de couleurs brun foncé.

L'existence de petites plages soit de bornite ( $\text{Cu}_5\text{FeS}_4$ ) soit de digénite ( $\text{Cu}_9\text{S}_5$ ) qui remplace la chalcopryrite ( $\text{CuFeS}_2$ ).

La covellite qui remplace la chalcopryrite résultante de l'altération supergène de la chalcopryrite ( $\text{CuFeS}_2$ ). Des alignements de petit grain de malachite.

#### 1.11.7 Origine et mise en place de la minéralisation

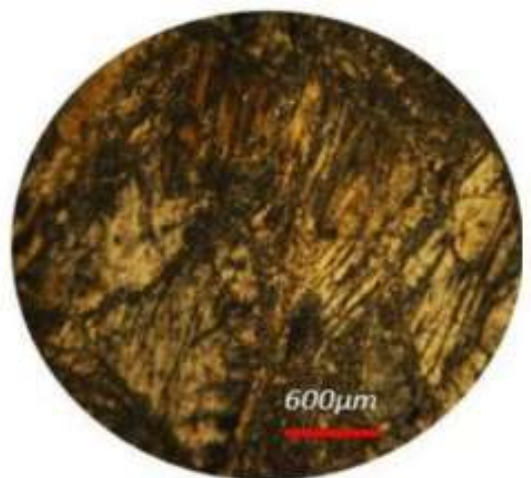
Les minéralisations à Ba et Cu ont été classées par **Kolli (1997)** en :

- Stratiformes à sphalérite-galène-pyrite-chalcopryrite, encaissées dans les niveaux carbonatés du sommet de la série schisteuse
- Filonien et en lentilles à barytine-galène dans les séries schisteuses.

Ces minéralisations stratiformes sont tardi-hercyniennes à probablement post-hercyniennes. Celle à sphalérite présente de grandes analogies avec les minéralisations karstiques sous-inconformité de la bordure Cévenole (**Macquar et al., 1990**) dont l'âge mésozoïque est prouvé (**Marignac et al., 1992 ; Bossière, 1980 ; Bouillin et al., 1984, in : Boutaleb et al., 2000**).



**Figure 21: Affleurement d'un niveau de la barytine porcelanée gris (F. Boudali , 2018).**



**Figure 20: Barytine à macle mécanique (L.M.LPA.G×4) (F. Boudali , 2018).**

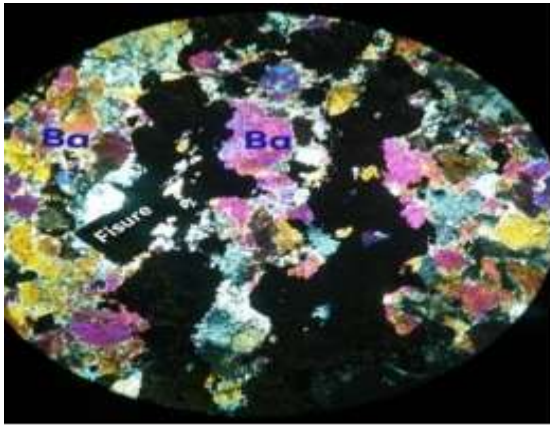


Figure 22: Vue microscopique montrant le recouvrement de la barytine par la silice (G×10) (F. Boudali , 2018).

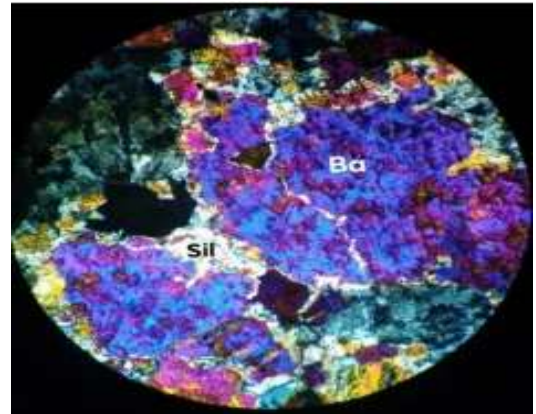


Figure 23: Vue microscopique montrant des fissures remplies de sulfure dans la barytine (G×4) (F. Boudali , 2018).



Figure 25: Echantillon de barytine montrant une texture massive (F. Boudali , 2018).

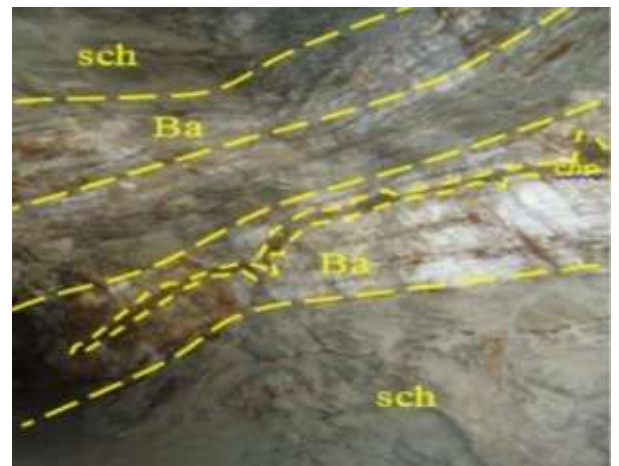


Figure 24: alternances de lits de barytine et de schistes (F. Boudali , 2018).

### 1.12 Conclusion

En tenant compte des travaux géologiques exécutés sur les gisements de barytine on peut tirer les conclusions suivantes :

Toutes les questions de rentabilité et d'avenir des carrières de Bou Mahni et Affensou reposent sur la teneur du minerai.

Les teneurs du gisement de barytine d'Oued Ksari, présentent un volume qui peut devenir intéressant du point de vue économique. Il existera des nappes phréatiques avec un débit plus grand en profondeur sous le niveau de base de la région d'Oued Ksari, on suppose que cette nappe ne créera pas des difficultés sur les travaux miniers dans l'éventualité d'une exploitation.

Du point de vue économique la barytine de la région de Mezeguene peut faire l'objet d'une exploitation artisanale pour le moment vue sa taille superficielle, mais peut devenir une exploitation industrielle si d'éventuels travaux de sondages concluent à une présence d'un gisement important.

Cette région fut exploitée à petite échelle, « la minéralisation sulfurée à chalcopryrite dans une gangue à barytine dans le secteur d'Ait Khelifa » sans que l'on puisse préciser à quelle date cela s'est fait en raison de manque d'archives. Sur le terrain, on peut encore observer l'existence de quelques petites galeries d'exploitation de la chalcopryrite et d'un petit tas de minerai encore visible, dans un endroit au-dessus des galeries.



Année	Production (tonne)
1904	21.750
1906	14.848
1907	36.908
1908	43.954
1909	36.075
1910	20.200
1911	7.910
Total	181.000

**Tableau 1: Production annuelle du minerai de fer dans la région étudiée**  
(N. Meddah et F. Saïb, 2020).

### 2.2.3 Géologie régionale

La zone minéralisée est constituée principalement de trois unités :

- Les granito-gneiss : ils affleurent le long de la route qui relie Beni - Amrane à Ait - Khelifa, les études pétrographiques des lames minces, montrent l'aspect d'un granite très déformé et folié (foliation fruste vers les niveaux supérieurs), avec des plagioclases souvent altérés en séricite. La majorité des plages de quartz ont recristallisées en cristaux fins, présentant une texture roulante et une texture de recuit.
- Une formation de schistes cristallins minéralisée, qui comprend des schistes à chloritoides (**Figure 28**), quartzites et des schistes à andalousite qui reposent sur les granito-gneiss.
- Et enfin une formation sommitale de séricitoschistes qui admettent quelques niveaux de calcaires cristallins (dolomies) et de méta - volcanites.

### 2.2.4 Relation minéralisation encaissant

La minéralisation est de nature ferrifère à magnétite - hématite (**Figure 27**). Elle apparaît en deux bancs principaux qui font 6 à 8 mètres d'épaisseur, elle est exclusivement encaissée dans les schistes cristallins et s'exprime sous forme de lentilles métriques dont la direction moyenne est (N110-N125) et de pendage général (20-25ENE).

Le minerai présente une texture rubanée et parfois massive très dur et dense. Au microscope la magnétite est souvent en cristaux automorphes syn-cinématiques. Les minéraux rencontrés sont dits, minéraux « supergènes », dont les plus répandus sont : la limonite, la goethite, et la martite. La barytine est tardive, elle présente une foliation et elle recoupe la minéralisation à magnétite au niveau de Bordj El Hadi ou elle est saccharoïde et montre une couleur blanche et apparaît en gros grains en structure allongée, présentant des macles mécaniques. À Ain Oudrer, l'affleurement de la barytine apparaît en petites lentilles concordantes sur les schistes.

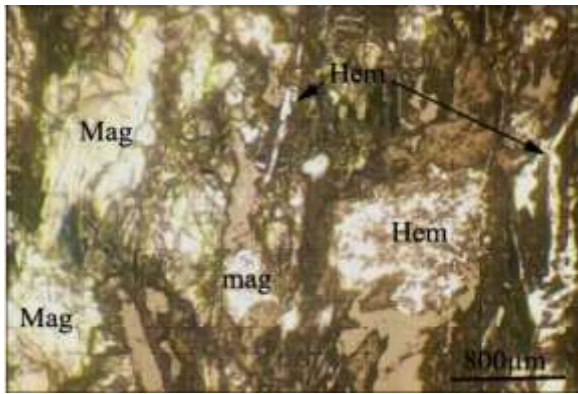


Figure 27: Hématite en baguettes et agrégats de magnétite en voie de maritimisation SP LN \*10 (N. Meddah & F. Saib, 2020).

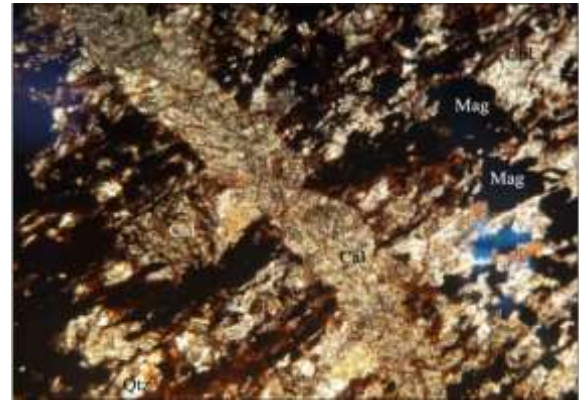


Figure 28: Chloritoschistes montrant la minéralisation suivant la schistosité, l'ensemble est recoupé par une fissure tardive de calcite. LPAx10 N. Meddah & F. Saib, 2020).

### 2.3 Dans les secteurs Ain-El-Hammam et Tighzert

#### 2.3.1 Situation géographique

##### a. Ain-El-Hammam

Le terrain étudié est traversé longitudinalement par la route nationale N° 15, depuis le village d'Azrou Kellal jusqu'à la ville de Ain-El-Hammam (Figure 29).

Les coordonnées Lambert sont : X1= 641,75 ; X2=645 , Y1= 363,50 ; Y2= 367,50 .

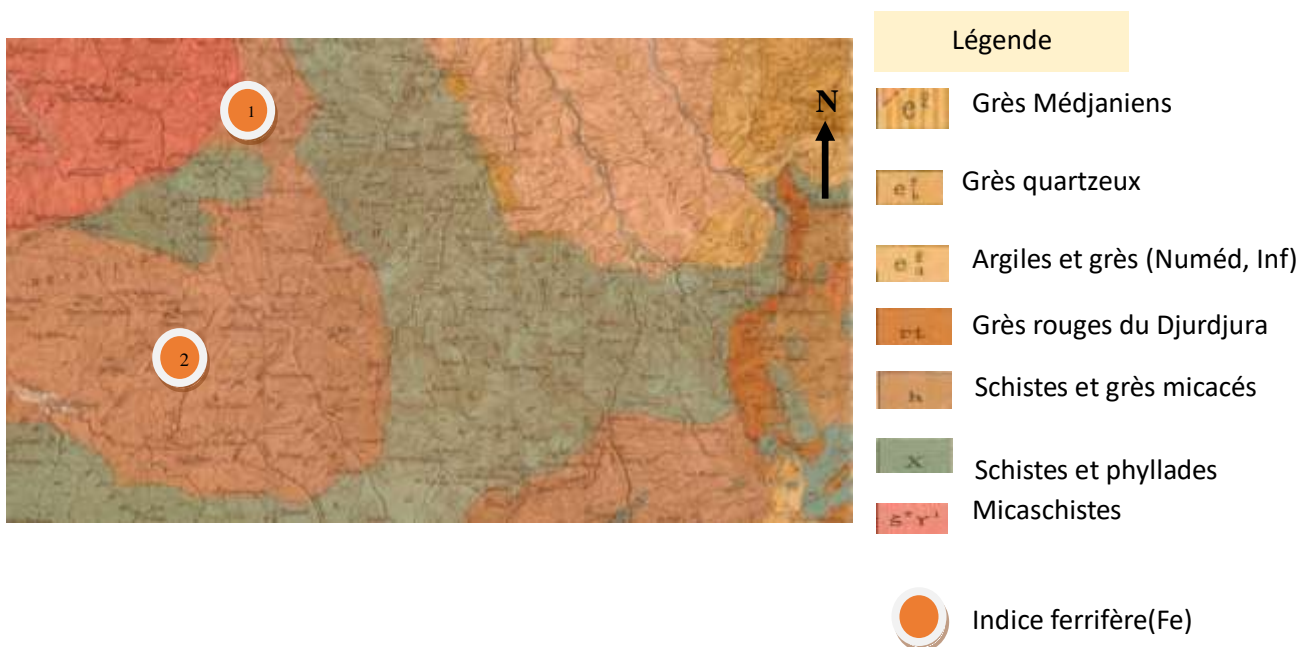
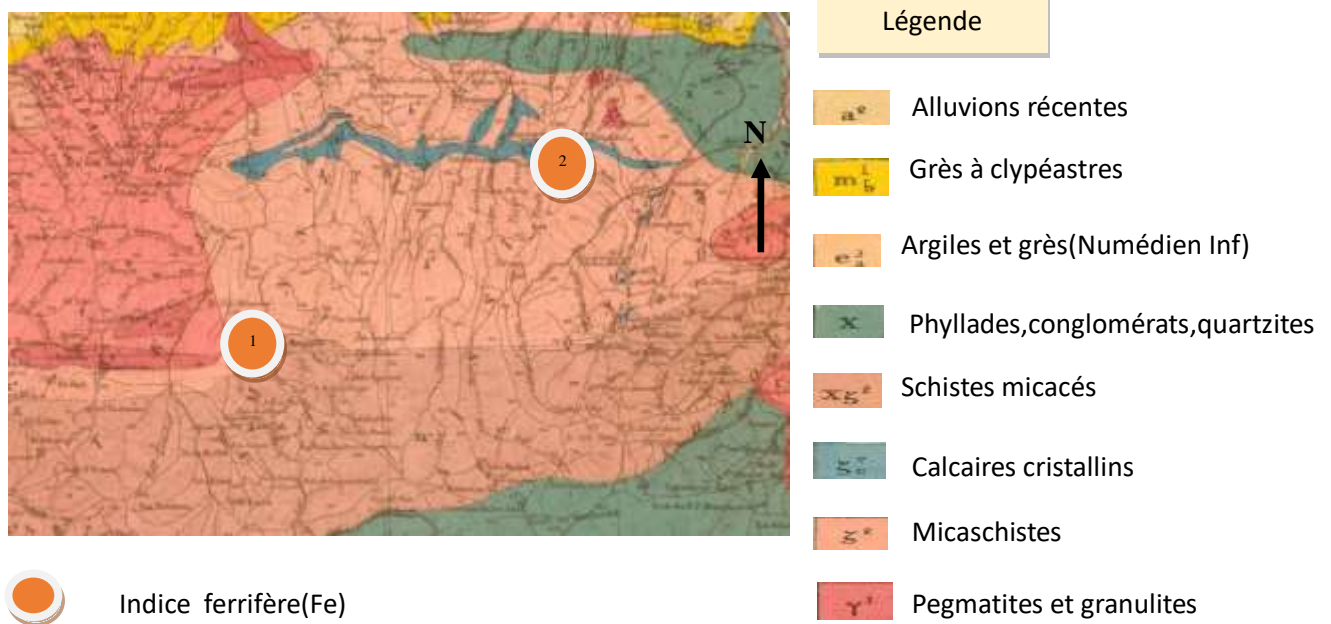


Figure 29: Indice de Ain El Hammam (Carte Fort National 1 /5000., Ficheur, 1889).

**b. Tighzert**

Le secteur étudié est localisé sur la feuille N°44 de Draa El Mizan (**Figure 30**) et délimité par les coordonnées Lambert :X= 621\_625.25, Y= 371.25\_373.75.



*Figure 30: Indice de Tighzert (Carte Draa el Mizane 1/5000. Ficheur, 1889).*

**2.3.2 La géologie régionale des deux secteurs**

Les deux régions situées dans le massif de la Grande-Kabylie, sont constituées de deux ensembles lithologiques recoupés par des roches acides et des roches basiques :

- Un ensemble schisteux, composé de micaschistes surmontés par des schistes satinés.
- Un ensemble gneissique qui affleure dans la région d'Ain-El -Hammam et qui est constitué de gneiss fins et de gneiss œillés. Cet ensemble est représenté à Tighzert par un granite plus ou moins gneissifié.
- Les roches acides sont représentées par trois types de roches : granites, pegmatites et aplites qui sont mises en place dans l'ensemble gneissique ou au contact granito-gneissique.
- Les roches basiques sont mises en place essentiellement dans les micaschistes, sous forme de filon-couches d'allure lenticulaire. Ces roches seraient d'anciennes dolérites totalement transformées, lors du métamorphisme en amphibolites riches en magnétite.

**2.3.3 Relation minéralisation encaissant**

Dans chacune des régions étudiées, on a mis en évidence une minéralisation à magnétite et une minéralisation à barytine :

**Minéralisation à magnétite**

Elle est portée exclusivement par des amphibolites. Macroscopiquement, la minéralisation montre que la texture disséminée est la plus fréquente ; la magnétite est cristallisée en grain plus en moins automorphes, disséminés dans une amphibolite altérée.

Au microscope, deux paragenèses ont été observées dans la région de Tighzert :

\*une paragenèse à magnétite, pyrite et pyrrhotite.

\*une paragenèse sulfurée à pyrite, chalcopyrite et blende, cette paragenèse est absente dans la région d'Ai-El-Hammam.

D'après les travaux d'analyses chimiques de J. Thiebault (1951), les teneurs en minerai sont :  
Fer : 61.47%, Mn : 0.28%, S : 0.35% et TiO<sub>2</sub> en trace.

**Minéralisation à barytine**

La barytine est sous forme de filons en relation très étroite avec les accidents cassants sub-méridiens et sub-latitudinaux (d'origine hydrothermale).

Dans les deux secteurs, la minéralisation à barytine est encaissée dans les micaschistes, elle est généralement bien cristallisée et montre plusieurs textures (massives et rubanées).

L'étude microscopique a révélée deux générations de barytine : la première (Ba 1) est très déformée et schistosée, ce qui fait penser qu'elle a subi à la fois une phase métamorphique et une autre tectonique intense qui l'a bréchifié et a permis des recristallisations sous forme d'une deuxième barytine (Ba 2).

**2.4 Conclusion**

La minéralisation de Beni-Amrane est à magnétite-hématite encaissée dans les schistes à chloritoides et quartzites. Le minerai est très dur, il présente des teneurs de 49% à 51% de fer, 18% à 20% de silice et 0.03% de soufre. Pour les deux autres indices "Ain El Hammam et Tighzert", la minéralisation est à magnétite - barytine, cette dernière est généralement bien cristallisée et montre plusieurs textures.

**3 Minéralisations à Pb-Zn-Cu****3.1 Introduction**

Les différents travaux de recherches systématiques (tranchées, galeries, échantillonnage, études géologiques et minéralogiques) réalisés par le BRMA, l'ORGM (SONAREM), ainsi que les travaux des nombreux chercheurs (Ficheur, Thiebault, Bossière, Kolli, Raymond, etc.) ont mis en évidence plusieurs gîtes et indices de minéralisations

polymétalliques à Pb-Zn-Cu dans les formations cristallophylliennes du socle de grande Kabylie, dont les plus importants sont :

- L'indice de Djebel Aïssa Mimoune qui renferme deux types de minéralisations : une minéralisation à cuivre encaissée dans les pegmatites, les micaschistes et les amphibolites ; une autre minéralisation à Pb- Zn liée aux calcaires cristallins.
- Le gîte de Tinzar dont trois zones carbonatées à Pb-Zn sont localisées, et les épaisseurs et les teneurs des niveaux minéralisés ont été déterminées.
- Taka Ouest est un indice à Pb-Zn représenté par un bloc tectonique de la série gneissique.
- L'indice de Tifilcut est constitué d'antimoine et de plomb bleuâtre au sein des dolomies fissurés.
- Tirourda est une zone d'altération hydrothermale fissurée qui renferme des petites teneurs en Pb-Zn-Cu.
- L'indice plombo-zincifère d'Ait Ouabane encaissé dans les schistes, est divisé en quatre zones d'altération hydrothermale.
- Le gîte de Tizi Bouali (Pb-Zn) est constitué de trois amas encaissés dans les calcaires dolomités.
- La minéralisation de plomb-zinc de Larbatache est représentée par des filons à galène, blende, et calcite.
- Le groupe de Thenia à minéralisations Pb-Zn, ce groupe renferme l'indice de Bou Arous avec une minéralisation à Cu-Sn développée dans les filons de quartz-tourmaline-chlorite, dans les cornéennes quartzeux à chlorite, ou plutôt dans les dykes de gabbros-diorites.

### **3.2 L'indice de Djebel Aïssa Mimoune**

#### **3.2.1 Situation géographique**

Le massif d'Aïssa Mimoune, a pour coordonnées géographiques 4° 04' 55,44'' de longitude Est et 36° 44' 10,25'' de latitude Nord. Il constitue au NE de Tizi-Ouzou, un petit massif qui s'étend suivant un axe SSW-ENE de Bou Khalfa jusqu'à Tikoubaine, sur une quinzaine de Kilomètre de long et 3 à 4Km de large.

Le massif est séparé en deux par une gorge étroite et profonde creusée par l'Oued Sebaou : à l'ouest le Djebel Belloua et à l'Est Djebel Aïssa Mimoun. . Ces reliefs ne dépassent pas 800m d'altitude (**Figure 31**).

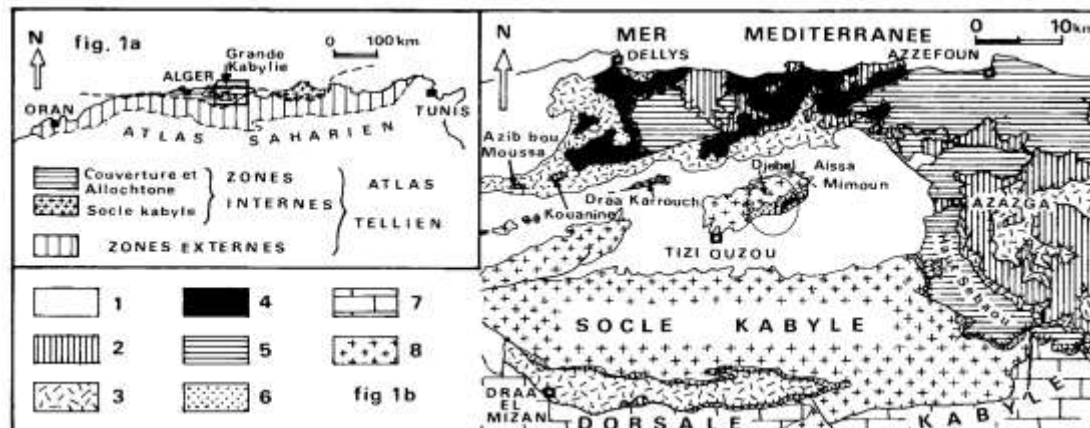


Figure 31: (a) situation de la grande Kabylie dans la chaîne alpine algéro-tunisienne. (b) : Schéma structural simplifié d'une partie de la grande Kabylie (d'après D. Raymond. 1976, j.P. Gélard. et A. Coutelle, 1979 ).

### 3.2.2 Historique

Thiebault J. (1951), dans ces travaux sur la métallogénie, signale pour la première fois la présence d'une concentration métallique dans le massif de Aissa Mimoune – Belloua. Par la suite, plusieurs travaux ont été réalisés dans la région : missions de prospection menées par le BRMA et la SANAREM - ORGM et des chercheurs nationaux qu'étrangers dans le cadre de leurs thèses et mémoires d'ingénieur et de masters.

### 3.2.3 Géologie de l'indice

L'indice du Djebel Aissa Mimoune ( , 33 et Figure 34), a fait l'objet de nombreuses études géologiques et gîtologiques : Bossière (1972) ; Raymond (1972), Géry (1979) ; Baudelot (1979) et l'ont subdivisé en cinq ensembles géologiques distincts. Il s'agit du plus récent au plus ancien : Quaternaire, Miocène post nappe, O.M.K, Paléozoïque et Socle ancien.

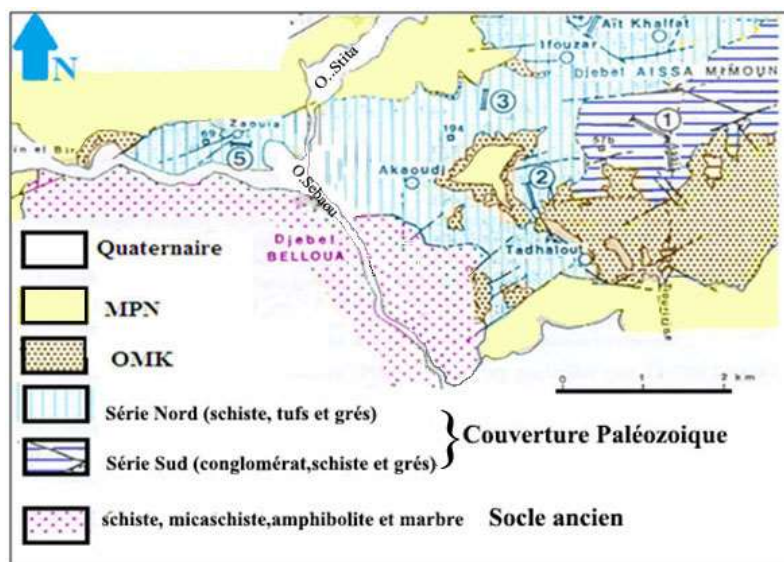


Figure 32: Carte géologique simplifiée du Djebel Aissa Mimoun (In Daniel Reymand.1979, Dellys-Tizi Ouzou 1/50 000).

**a. Quaternaire**

Il est représenté par des formations fluviatiles déposées dans les terrasses alluviales. Ce sont de fortes accumulations conglomératiques discordantes sur les marnes du Miocène.

**b. Miocène post-nappe**

Le plus souvent discordant sur les différentes formations du socle, il montre de la base vers le sommet la succession suivante :

Les conglomérats : Ils soulignent la base du Miocène, et sont à galets peu roulés de dimension variable entre 10 et 25 cm. Ces galets sont de nature variée (quartzites, micaschistes, marbres et quartz) et leurs dimensions diminuent de la base vers le sommet, jusqu'au niveau des grés.

Les grés : Ils reposent directement sur les conglomérats, leur épaisseur varie de quelques décimètres à quelques mètres, et sont composés au moins de 75% de grains de quartz de dimension variable.

Les marnes : Elles sont très répondues, leurs épaisseurs sont difficiles à estimer à cause de la couverture végétale. **Raymond (1976)** a daté ces formations du Miocène moyen.

**c. Oligo-Miocène-Kabyle**

Il est constitué essentiellement par des formations conglomératiques et de silexites d'âge Oligocène à Burdigalien inférieur. Il apparait en discordance transgressive sur les formations paléozoïques mises en évidence à la limite du lambeau paléozoïque de djebel Aissa Mimoun.

**d. Le Paléozoïque**

Le Paléozoïque affleure dans la région d'Akaoudj à environ 1km au SSE d'oued Stita ; Il est représenté par des formations peu métamorphiques plus ou moins schisteuses, bien décrites par (**Géry, 1983**); et correspondent à d'anciennes argiles métamorphiques avec des intercalations gréseuses. Ces schistes sont de couleur beige et brunâtre. Ce faciès paléozoïque contient des lentilles de quartz d'exsudation d'épaisseurs variées de quelques millimètres à quelques centimètres, il se présente sous forme des sigmoïdes, souvent en très petits grains. Les minéraux argileux : d'après la littérature ces minéraux peuvent être de la kaolinite, l'illite, et de la smectite. Les minéraux opaques se présentent sous forme de grains très fins sombres.

e. Le socle ancien

Les formations métamorphiques et magmatiques qui affleurent dans le massif du Djebel Aissa Mimoune sont représentées par des schistes métamorphiques (séricitoschistes et chloritoschistes), micaschistes, amphibolites, marbres, quartzites, porphyroïdes et pegmatites.

**Formations métamorphiques**

**Schistes :** Sont très développées dans le massif d’Aissa Mimoun. D’après leurs aspects et leurs couleurs, on peut différencier deux types de schistes (les séricitoschistes et chloritoschistes).

**Séricitoschistes :** Ils affleurent juste à l’entrée de la cluse du l’oued de Sebaou, sur les deux rives de la gorge de l’oued, sur la route à quelques mètres du pont de bougie et sur la rive gauche de l’oued Sebaou ; Ils sont de couleur gris clair et bleu avec une nuance violette, soyeux, ils se débitent facilement en feuillets. Ces schistes présentent une schistosité orientée N60° à N70°

**Chloritoschistes :** Affleurent dans la région d’Akaoudj, sur la route intercalée avec les séricitoschistes. La roche est dure, compacte de couleur gris foncé avec une nuance verdâtre. La présence de chlorite et d’oxyde lui confère une couleur verdâtre à marron.

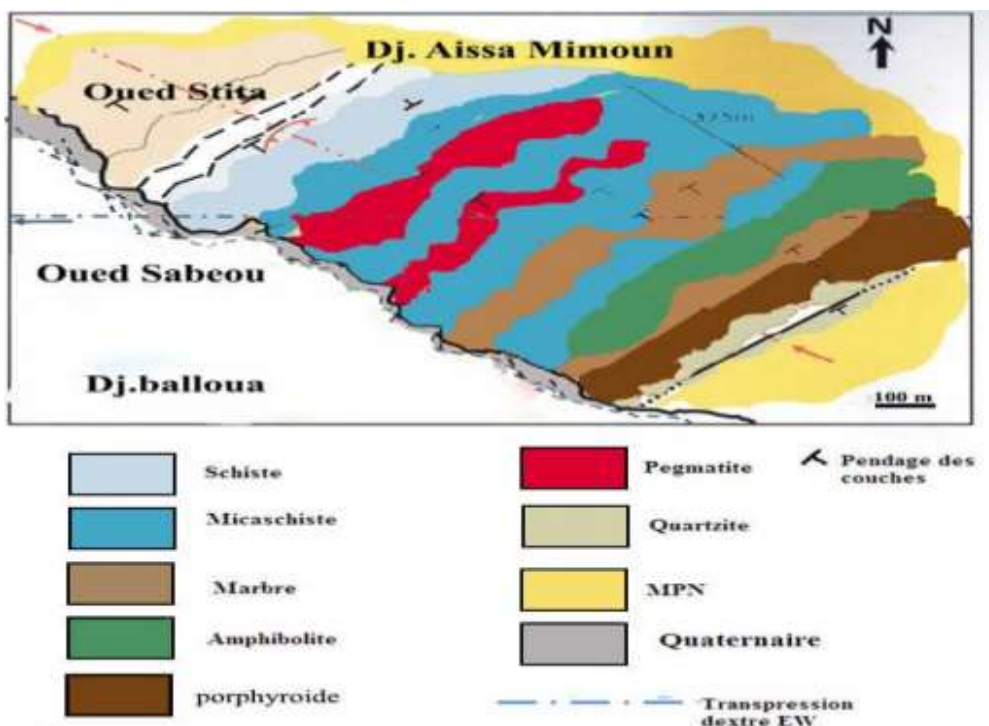


Figure 33 : Carte géologique schématique représentant les formations due socle ancien de la région d’étude (T. Lateb et C. Bourzama. 2009).

Les schistes montrent une composition minéralogique constituée essentiellement par du quartz, séricite, chlorite et des minéraux opaques.

séricitoschistes. La roche est dure, compacte de couleur gris foncé avec une nuance verdâtre. La présence de chlorite et d'oxyde lui confère une couleur verdâtre à marron.

Les schistes montrent une composition minéralogique constituée essentiellement par du quartz, séricite, chlorite et des minéraux opaques.

**Micaschistes :** Se trouvent en intercalation avec les amphibolites et les marbres, et parfois sont injectés par des corps pégmatisés métriques à centimétriques. Les micaschistes sont représentés par une roche légèrement satinée de texture massive, dure à la cassure, de couleur variée en fonction de leur teneur en biotite et muscovite (gris verdâtre et parfois marron sombre). Avec la présence des lentilles centimétriques de quartz d'exsudation suivant le plan de schistosité qui sont orientés suivant la direction N70° à pendage 40° SE environ.

La composition minéralogique des micaschistes est la suivante : micas, quartz, zircon et les minéraux opaques.

**Marbres :** Ils affleurent au sud du terrain d'étude sur une vingtaine de mètres environ. Cette formation se rencontre souvent en intercalation avec les micaschistes et les amphibolites. Ces marbres correspondent à des calcaires ayant subi un métamorphisme, ils sont massifs, à grain moyens ou fins, avec une structure homogène équi-granulaire. Ces calcaires cristallins sont bien cristallisés, ils présentent un aspect saccharoïde avec des calcites bien visibles et sont de couleur bleu grise.

La composition minéralogique de ces marbres est essentiellement de la calcite en cristaux équi-granulaires avec quelques plages de phlogopite, de quartz et des minéraux opaques.

**Quartzites :** Elles sont rares à l'échelle de tout le massif, ils affleurent le plus souvent au voisinage immédiat des marbres, en banc centimétrique à décimétrique. La roche présente une structure massive, de couleur grisâtre. Ce type de roche est caractérisé par l'abondance de quartz et de micas, elle est constituée par l'alternance de lits quartzeux et phylliteux : Quartz, Muscovite, Biotite, Zircon, et les minéraux opaques.

**Porphyroïdes :** Ce type de roche est rencontré en quelque endroit très limités d'extension réduite, ils sont de couleur rougeâtre (oxydé), et renferment des grands cristaux de quartz

sigmoïdal et de feldspaths. Ces porphyroïdes se présentent en niveaux intercalés dans des schistes, ces niveaux sont de direction N60° à N80° avec un pendage de 40° à 50° vers le Sud.

**Amphibolites** : Elles affleurent sous forme de lentilles pluri métriques en intercalation dans les micaschistes. Ce sont des roches massives de couleur gris verdâtre, et sont généralement compactes et homogènes, présentant des plans de foliation. Parfois, on observe des niveaux clairs correspondant à du quartz tardif. La composition minéralogique est principalement de l'amphibole, de la biotite, très peu de quartz et quelques rares cristaux de calcite et des minéraux opaques.

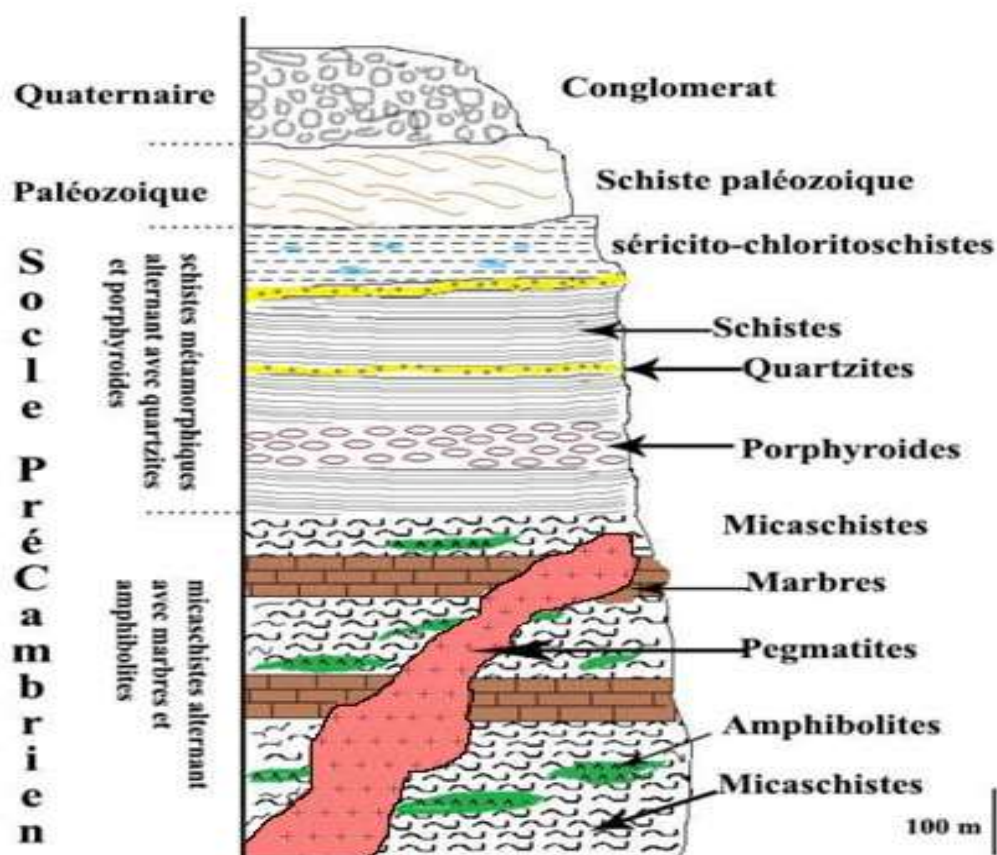


Figure 34: Log litho-stratigraphique montrant les formations qui affleurent dans le terrain d'Aissa Mimoune (N. Dermoune et S. Laterache, 2016).

### Formations magmatiques

**Pegmatite** : Elle recoupe nettement la schistosité des formations métamorphiques et engendre un métamorphisme de contact caractérisé par un net développement de micas au contact direct pegmatite – micaschistes. La pegmatite est tronçonnée par de nombreuses failles décrochantes de direction N95° 48°SE.

La texture est pégmatisique, avec une composition minéralogique à quartz, feldspath, biotite, muscovite, apatite et tourmaline.

#### **3.2.4 Géologie**

Du point de vue géologique, l'indice d'Aïssa Mimoune renferme deux types de minéralisations dans différents faciès ; la première est à cuivre, encaissée dans les pegmatites les micaschistes et les amphibolites. La deuxième minéralisation est de nature plombo-zincifère encaissée dans les calcaires cristallins (marbres)

**La minéralisation cuivreuse (Figure 35) :** Encaissée dans les amphibolites, les micaschistes, et les pegmatites qui recoupent ces formations.

**Les micaschistes :** La minéralisation affleure dans les micaschistes sous forme de pyrite et chalcopryrite disséminée ou de remplissage de veinules millimétriques à centimétriques. Parfois elle est tardive, et recoupe nettement la schistosité et la lentille de quartz d'exsudation l'ensemble micaschistes-minéralisation est décalé par une petite faille décrochante senestre.

**Les amphibolites :** Affleurent souvent sous forme de lentilles métriques intercalées dans les micaschistes ou dans les carbonates. La minéralisation recoupe les amphibolites et les micaschistes en fines veinules de pyrite et chalcopryrite. La pyrite est souvent altérée en oxydes de fer (limonite), alors que la chalcopryrite est souvent transformée en malachite et azurite.

**Les pegmatites :** La minéralisation n'est pas très développée par rapport aux précédentes, elle apparaît toujours sous forme de remplissage de très fines veinules dépassant rarement 1cm d'épaisseur ou disséminée dans la pegmatite. La pyrite est le minéral dominant contrairement à la chalcopryrite qui est rare.

#### **Succession paragenétique**

Quatre phases ont été distinguées dans la mise en place de la minéralisation cuivreuse :

**1- Phase métamorphique :** c'est la phase de fracturation et de mise en place des minéraux de gangue, elle comprend deux stades : un premier stade marqué par la cristallisation de la biotite I, feldspath potassique, quartz I, muscovite I, calcite, zircon, séricite et chlorite. Un deuxième stade où on assiste à la mise en place de la biotite II, quartz II et muscovite II.

**2- Phase magmatique :** elle correspond à l'intrusion de la pegmatite à tourmaline et apatite dans les formations métamorphiques.

**3- Phase hydrothermale :** Elle débute par une fracturation de l'encaissant métamorphique et magmatique, qui permet le dépôt de la minéralisation cuivreuse (pyrite, marcassite, chalcoppyrite et cuivre gris).

**4- Phase supergène :** C'est une phase marquée par la formation des minéraux d'altérations tels que la malachite, l'azurite et les oxydes de fer.

**La minéralisation à Pb et Zn (Figure 36) :**

Elle affleure dans le reste d'une ancienne galerie de prospection de faible profondeur creusée dans les calcaires cristallins (marbres) (Figure 30) par le B.R.M.A avant 1962 puis revisitée par la (SONAREM) durant les années 1970.

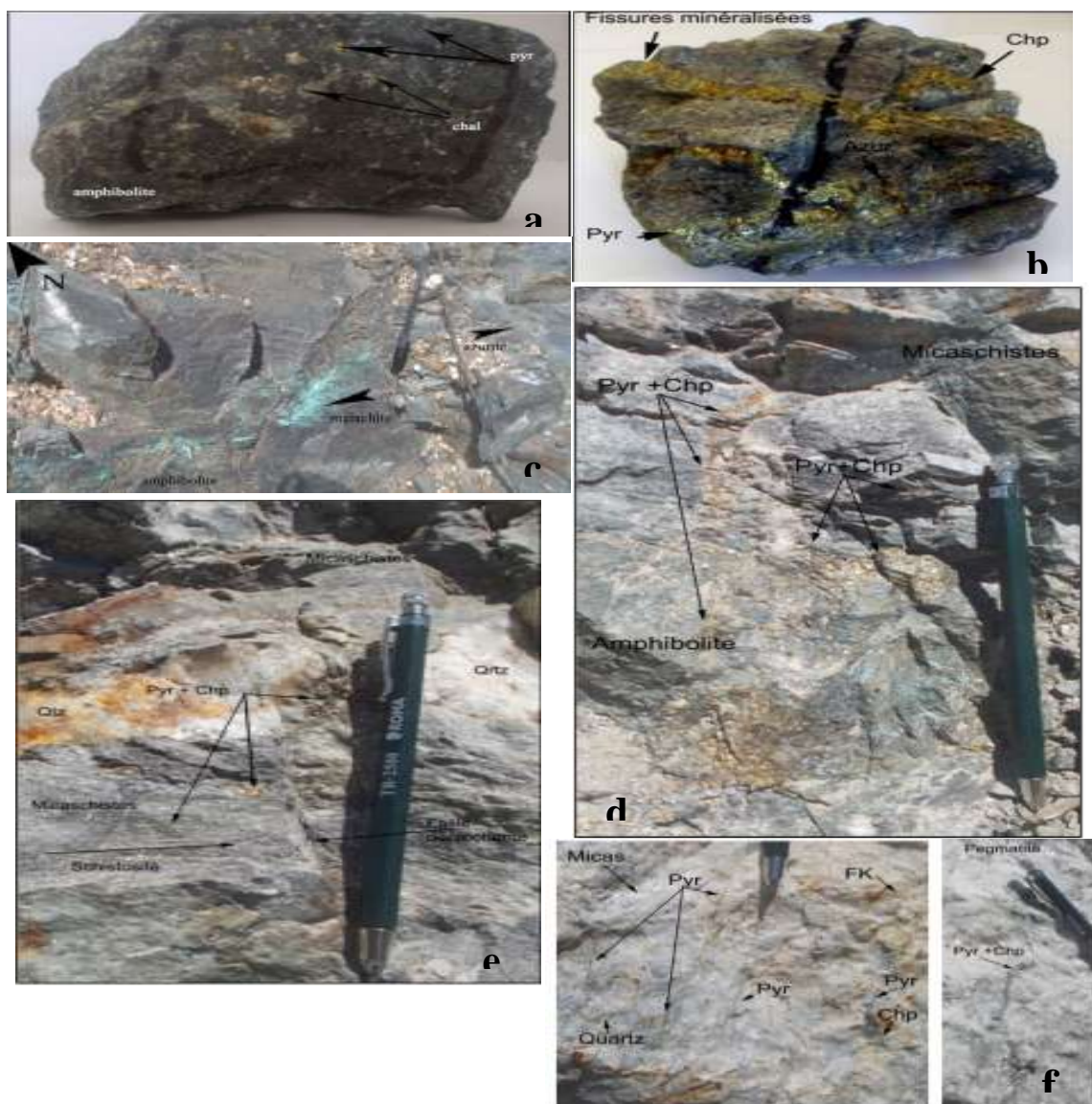


Figure 35: Relations minéralisation cuivreuse et roches encaissantes : (a, c) amphibolites, (b, d, e) micaschistes, (f) pegmatites (N. Dermoume et S. Latreche, 2016).

La minéralisation s'exprime sous forme de sphalérite, galène, pyrite et oxydes. Elle apparaît en filons couches ou rubanée de quelques centimètres d'épaisseur de direction N90° suivant un pendage de 38 à 40° vers le Sud. Leur extension est variable, elle peut aller de 15cm à environ 3m. La minéralisation est globalement parallèle à la stratification et à la surface S1, elle est du type strataband. Dans le détail, elle est discordante.



Figure 36: La minéralisation à Pb Zn encaissée dans les marbres (N. Dermoume et S. Latreche, 2016).

La minéralisation apparaît également sous forme de disséminations. Les travaux antérieurs menés par O. Koli sur cet indice, aboutissent à la reconnaissance d'une minéralisation de type karstique ultérieurement déformée. En effet, le rubanement de la minéralisation observé au sein du marbre en bancs décimétriques, sont cisailés au même titre que tout autre inter lits à savoir les niveaux centimétriques à décimétriques d'un faciès de couleur verdâtre de nature amphibolique ainsi que les niveaux minéralisés.

Les textures caractéristiques observées dans cette minéralisation sont : la texture disséminée, de remplissage de fractures et bréchique (Figure 37). Cette dernière est représentée par des

roche  
par la  
galène.

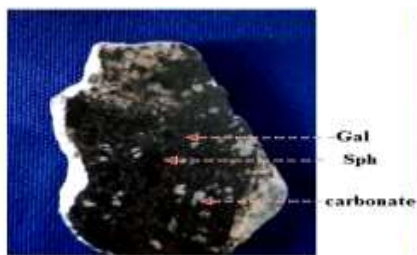


Fig. V.12: texture bréchique



Fig. V.13: texture veinulée



Fig. V.14: Texture disséminée

fragments de la  
carbonatée  
(marbre) cimentée  
sphalérite et la

*Figure 37: les textures de la minéralisation barytique (N. Dermoume et S. Latreche, 2016)*

### **3.2.5 Association paragenétique**

#### **Minéralisation à cuivre**

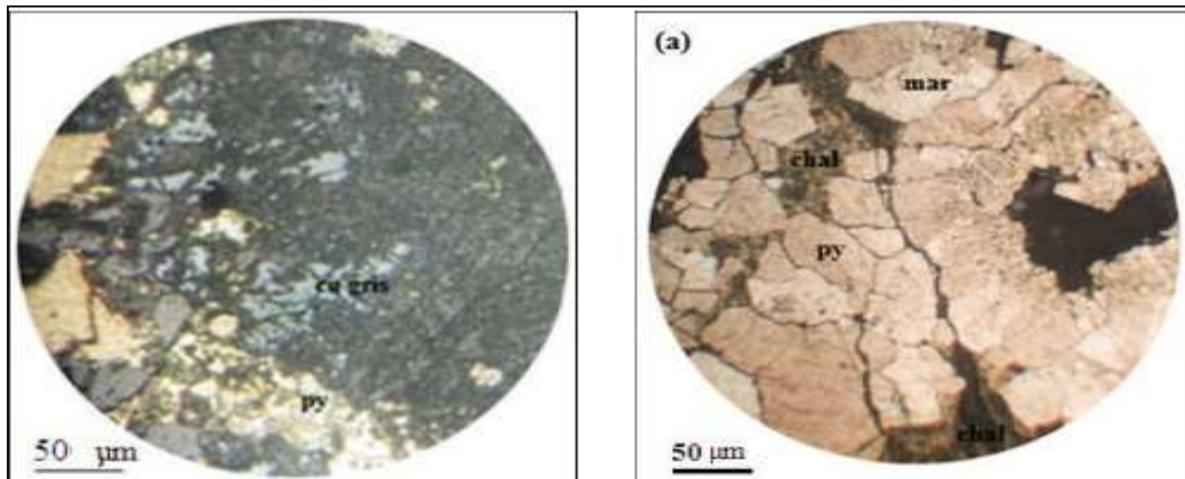
La pyrite ( $\text{FeS}_2$ ) : est plus abondante dans les micaschistes et les amphibolites et se présente sous forme d'agrégats fracturés de fort pouvoir réflecteur associée à la marcassite. Dans les pegmatites, la pyrite se présente sous forme de cristaux automorphes individuels bien cristallisés (Figure 38).

La marcassite ( $\text{FeS}_2$ ) : est toujours en association avec la pyrite dans les micaschistes et rares dans les amphibolites (Figure 38).

La chalcopryrite ( $\text{CuFeS}_2$ ) : est tardive par rapport à la pyrite et la marcassite, elle se met en place dans les fractures et parfois inclue les cristaux de pyrite (Figure 38).

Le cuivre gris (Tennantite ( $\text{Cu}_{12}\text{As}_4\text{S}_{13}$ ) et Tetraédrite ( $\text{Cu}_{12}\text{Sb}_4\text{S}_{13}$ ) : est peu abondant, il est observé uniquement dans les micaschistes en petits grains xénomorphes de couleur gris bleuté. Il se trouve en association avec la pyrite et la marcassite (Figure 32).

L'azurite ( $\text{Cu}_3(\text{CO}_3)_2(\text{OH})_2$ ) et la malachite ( $\text{Cu}_2\text{CO}_2(\text{OH})_2$ ) : proviennent de l'altération de la chalcopryrite. La malachite est caractérisée par leur texture collomorphe, et l'azurite par son couleur bleu azur (**Figure 38**).



*Figure 38: Microphotographie montrant l'association pyrite - cuivre gris et pyrite- chalcopryrite - marcassite (LPA Gx5) (N. Dermoume et S. Latreche, 2016)*

### Minéralisation à Pb-Zn

La sphalérite (ZnS) : c'est le minéral le plus abondant, elle se présente sous forme de cristaux xénomorphes qui cimentent les cristaux de calcite.

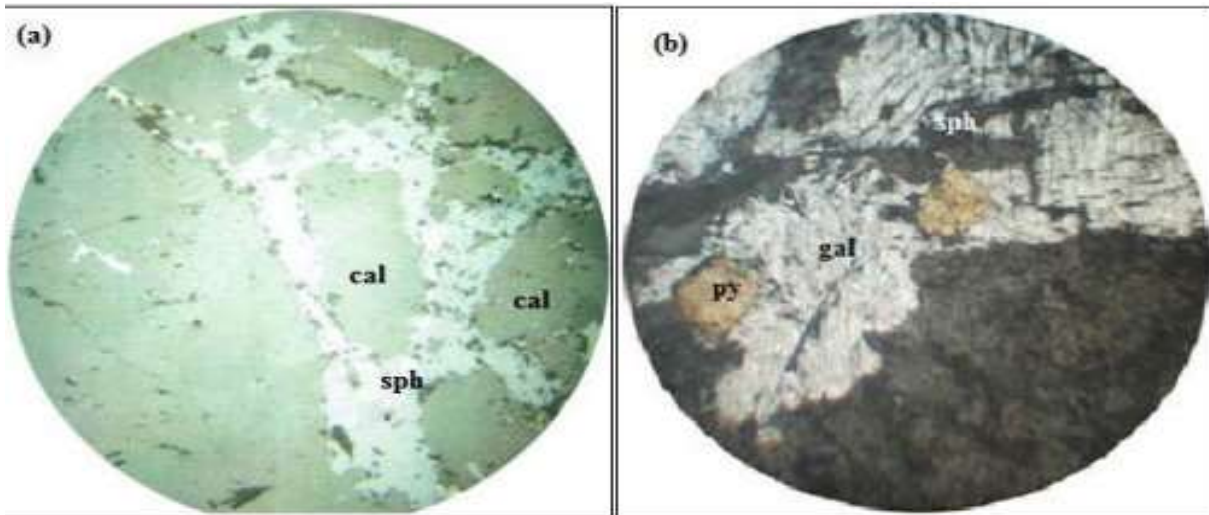
La galène (PbS) : est tardive dans la majorité des cas, elle remplace la sphalérite. Parfois on note la présence des cristaux de pyrite à l'intérieure de la galène.

La pyrite (FeS) : se présente sous forme de cristaux automorphes sub-arrondis entourés par la galène (Figure 39).

#### **3.2.6 Origine et mise en place de la minéralisation**

**La minéralisation à cuivre :** serait liée à la mise en place des corps magmatiques basiques (dont l'amphibolite en serait un témoin) ; elles auraient été accompagnées de solutions hydrothermales riches en Cu, lessivé à partir de ces roches basiques.

**La minéralisation plombo-zincifère :** Elle est intimement liée à son encaissant métamorphique. Les résultats des travaux de **O. Kolli (1990)** montrent qu'il s'agit d'une minéralisation de type Karstique métamorphisée ayant subi tardivement une remobilisation.



**Figure 39: Microphotographies montrant la pyrite entourée par la galène, et la sphalérite qui cimente la calcite (LPA Gr x 5) (N. Dermoume et S. Latreche, 2016).**

### Gîte de Tinzar

Localisé à 3Km au NE de Tizi Ouzou, sur le flanc sud de la structure anticlinale NE-SO du massif Belloua-Oued Sebaou et Djebel Aissa Mimoune (**Figure 40**).

Les travaux de recherche et prospection menés par l'ORGM en 1997 ont permis de localiser trois zones carbonatées à minéralisation polymétallique :

**Zone 1 :** Elle est composée de galène, blende, accompagnée légèrement de pyrite, marcassite et magnétite. Selon les résultats des travaux antérieurs, la teneur en Pb varie de 0,6 à 4% et celle de Zn de 0,4 à 6,8%. En 1970 ; huit 8 sondages réalisés dans cette zone ont montré que le gîte se termine en coin vers le NE (rive droite de l'Oued Sebaou) et il est bordé par une faille au NO.

**Zone 2 :** Localisé sur la rive droite de l'Oued Sebaou, ce secteur est composé de deux niveaux minéralisés :

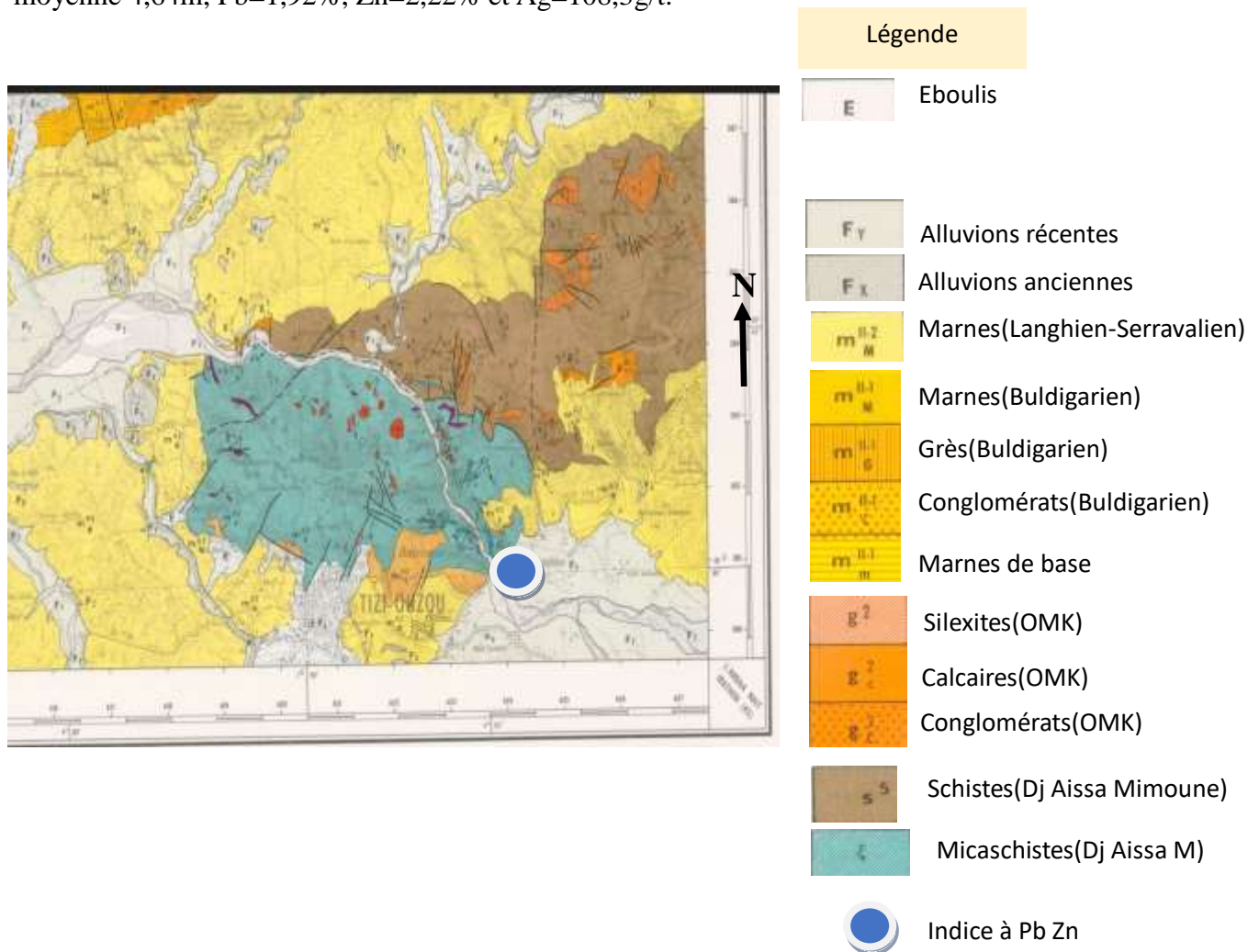
**Niveau 1 supérieur :** 200m de longueur et une épaisseur moyenne de 3,6m, avec les teneurs moyennes suivantes : Pb = 1,22%, Zn = 3,32%, Ag = 57,07g/t.

**Niveau 1 inférieur :** De même longueur que le niveau supérieur, avec une épaisseur de 4,14m, les teneurs moyennes en : Pb = 0,89%, Zn = 3,66%, Ag = 103,45g/t.

**Niveau 2 :** D'une longueur de 400m, et une épaisseur moyenne de 3,99m, avec les teneurs suivantes : Pb = 1,36%, Zn = 1,75%, Ag = 57,99g/t.

Une galerie de 30m ainsi que des tranchées ont été creusées dans cette zone où la minéralisation polymétallique a été mise en évidence.

**Zone 3 (extension Ouest) :** Le niveau minéralisé refermant des amas stratiformes est suivi sur une distance de 700m. Les résultats d'analyses chimiques des saignées sont : épaisseur moyenne 4,64m, Pb=1,92%, Zn=2,22% et Ag=108,3g/t.



**Figure 40:** Localisation du gite de Thinzar Laghbar (carte Tizi-Ouzou 1/50000, Raymond 1966-1972).

### 3.3 L'indice de Taka Ouest

C'est un indice plombo-zincifère localisé à 2Km au NE de Tizi Ghenif (**Figure 41**). Mis en évidence en **1984** par les recherches systématiques au 1 : 50 000 (**EREM, 1984**),

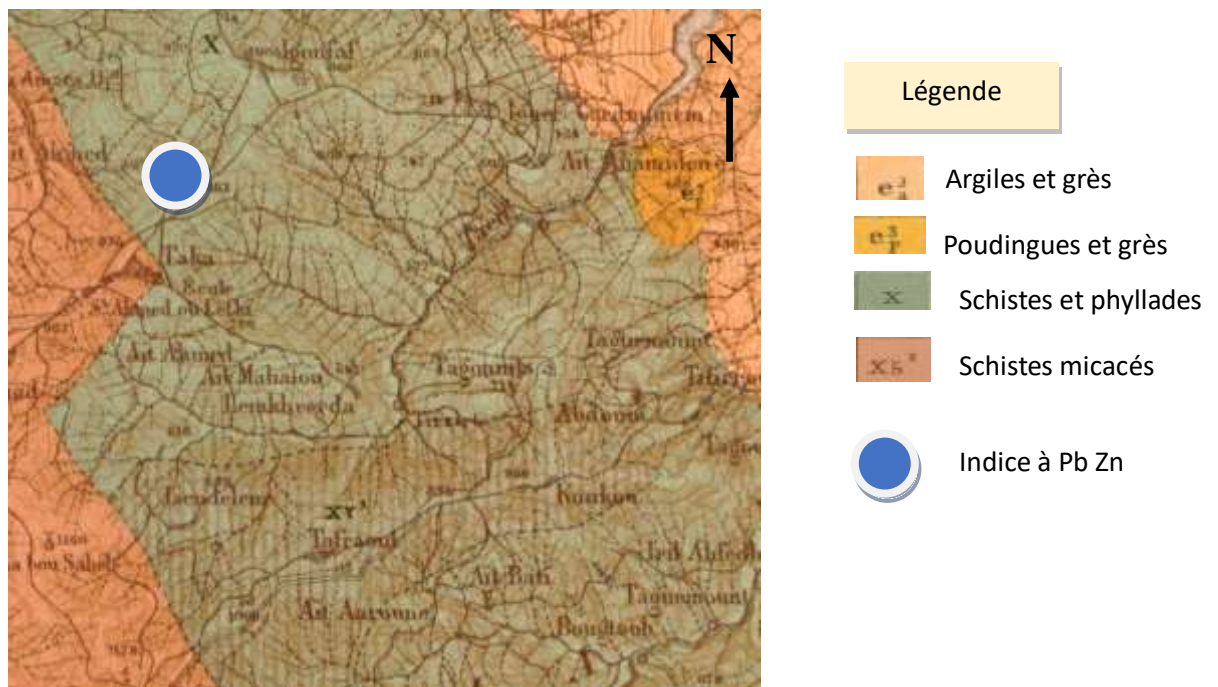
### 3.4 L'indice de Taka Ouest

C'est un indice plombo-zincifère localisé à 2Km au NE de Tizi Ghenif (**Figure 41**). Mis en évidence en **1984** par les recherches systématiques au 1 : 50 000 (**EREM, 1984**), il fut ensuite étudié plus en détail par l'ORGM (**1995-1998**) par des itinéraires au 1 :10 000, des tranchées, un échantillonnage géochimique, la magnétométrie et la prospection électrique.

La structure minéralisée est représentée par un bloc tectonique (100 × 800m) de la série gneissique, d'orientation latitudinale.

Dans ce secteur, des zones minéralisées à blende, galène, et chalcopryrite sont mises en évidence par des tranchées. Elles sont associées à des schistes quartzeux de la série inférieure et affleurent le long d'une zone de faille E-O.

Des échantillons au marteau prélevés dans les déblais de puits artisanaux montrent les teneurs suivantes : Pb = 0,01-4%, Zn = 0,01-1,95 %, Cu = 0,013-0,025%, Ag = 1-137,5g /t. Cet indice mérite d'être prospecté par forages carottés afin de vérifier la poursuite de la minéralisation polymétallique révélée par un puits artisanal profond de 20m.



*Figure 41: Localisation de l'indice de Taka (Carte géologique Fort National 1/50000, Ficheur, 1889).*

### 3.5 L'indice de Tifilcouth

Il est situé à 600m du village de Tifilcouth (*Figure 42*) sur la rive gauche d'un ruisseau en amont de l'Oued Nabil. Cet indice est constitué d'antimoine gris et de galène bleuâtre. L'antimoniate forme parfois des veines ramifiées et des petites lentilles au sein des dolomies fissurées et hydrothermalement modifiées du Jurassique inférieur.

L'étude menée par l'ORGM (1996), par des itinéraires au 1/10 000 et 1/2000 ont permis de cerner les niveaux minéralisés. La zone minéralisée est suivie par une ancienne galerie de 12 à 13m. L'échantillonnage litho-géochimique (à maille 20×100m) dans le secteur de Tifilcouth

a dévoilé des auréoles de dispersion de Pb-Sb, l'analyse des saignées (07 tranchées) a donné les teneurs suivantes : Zn = 0,12-0,23%, Pb = 0,12-3%, Ag = 37,5g/t (une saignée).

### 3.6 Indice de Tirourda

Il est localisé à 300m au SE du village Tirourda (**Figure 42**). C'est une zone d'altération hydrothermale fortement silicifiée, limonitisée et minéralisée en chalcopryrite, pyrite, limonite, azurite. De puissance de 2 à 5m. La zone minéralisée échantillonnée par saignées au pas de 100m a montré les résultats suivants : Au = 0,005-1g/t, Cu = 0,3-7,25%, Pb = 0,005-0,01%, Zn = 0,005-0,7%, Ag = 1-25g/t. Une galerie et un puits comblés furent creusés autrefois suivant la direction de la zone. Un échantillonnage par saignées prélevées près du puits a révélé les teneurs suivantes : Cu = 5,77%, Zn = 0,1%, Pb = 0,1% (**SONAREM, 1972-1973**).

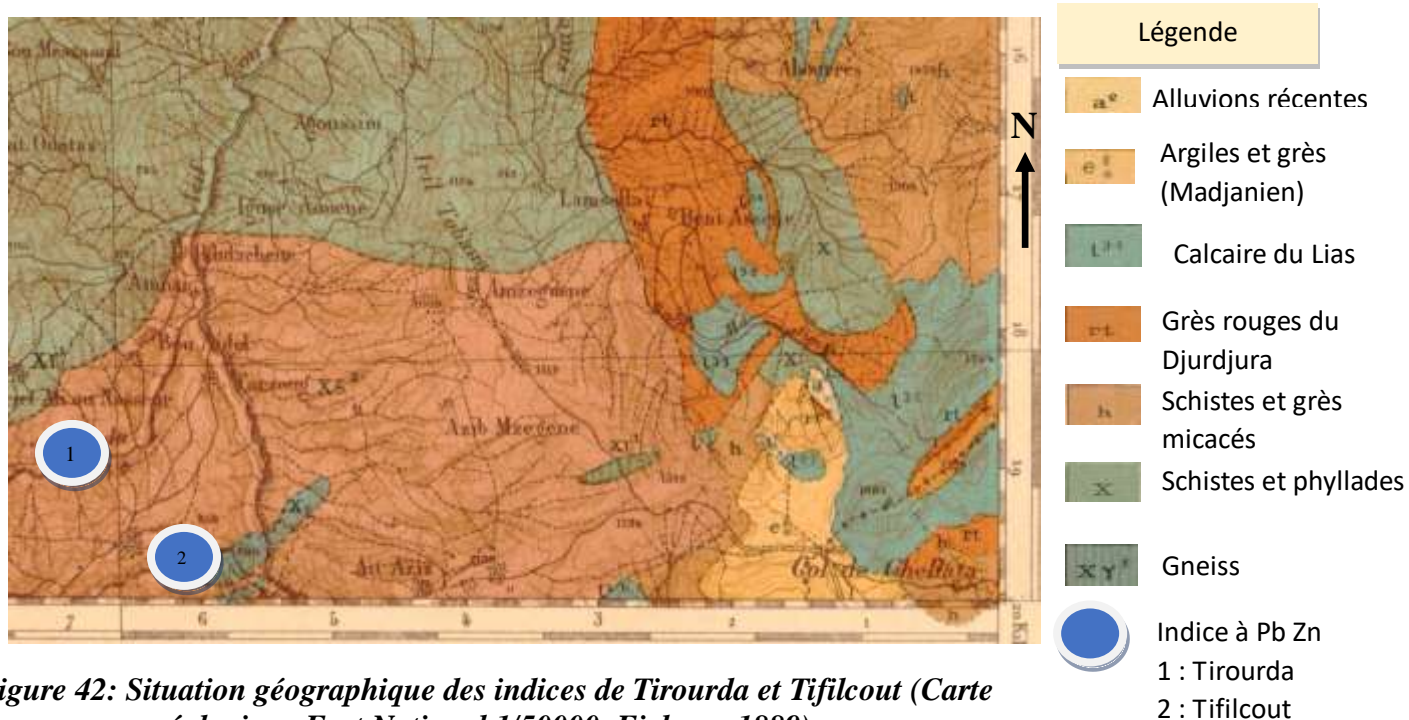
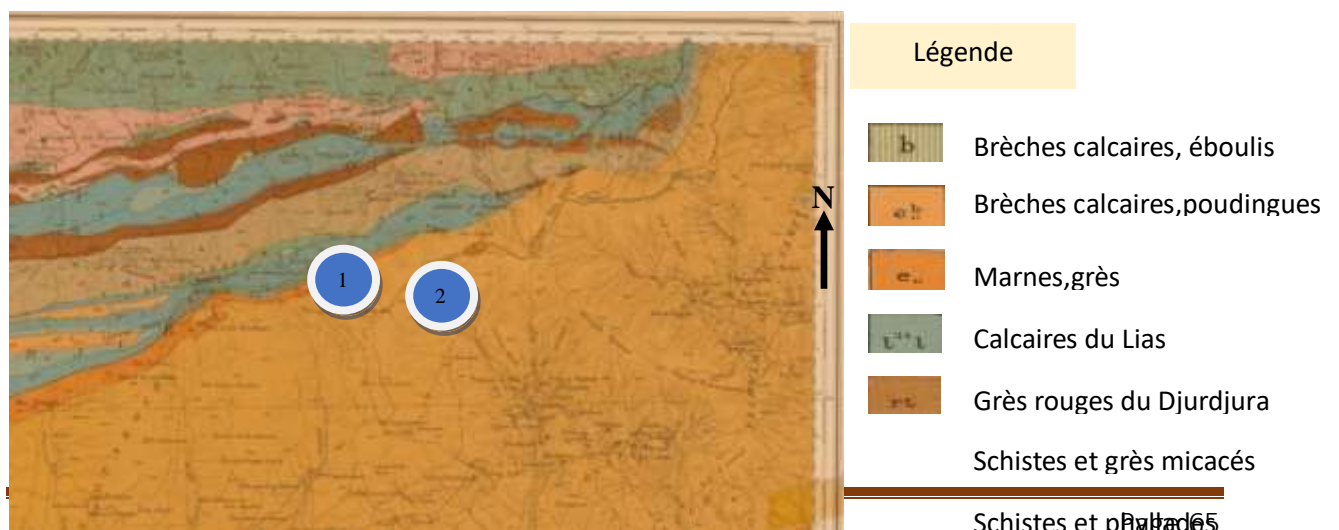


Figure 42: Situation géographique des indices de Tirourda et Tifilcut (Carte géologique Fort National 1/50000, Ficheur, 1889).

### 3.7 Indice d'Ait Ouabane





**Figure 43: Situation géographique des indices Ait Ouabane et Tizi Bouali (Carte géologique Tazmalt 1/50000, Fichev 1889).**



Schistes micacés  
Indice à Pb Zn : 1 : Ait Ouabane  
2 : Tirourda

Cet indice est situé à l'Est du village d'Ait Ouabane (**Figure 43**), de part et d'autre de l'Oued El Hammam. Il est représenté par quelques zones d'altérations hydrothermales fortement silicifiées, limonitisées, et minéralisées (chalcopryrite, malachite, azurite) au sein des schistes du carbonifère. Au cours des itinéraires au 1/10 000, quatre (4) zones d'altérations hydrothermales NE-SO ont été dégagées :

### 1- Zone polymétallique de Tizi Ivoual

Elle est caractérisée par deux types d'amas : le premier type à minéralisations cupro-polymétalliques (chalcopryrite, pyrite, malachite, galène, blende) s'étend sur 150m, en amas de 3 à 4m de puissance. Il est limité par deux failles. Les analyses (échantillons au choix) ont donné les résultats suivants : Zn = 34-46%, Pb = 0,025%. Les amas du deuxième type se trouvent en concordance avec la stratification et sont associés aux schistes silicifiés et disloqués. Ce sont des filons épais de 0,5m et longs de 10m. Les teneurs obtenues sur une puissance de 0,6 m sont : Pb = 1,21%, Zn = 6,07%, Cu = 0,1% ; notons l'existence de deux anciennes galeries comblées.

### 2- Zone polymétallique d'Imrahane

Cette zone affleure sur la rive droite de l'Oued El Hammam, et est associée aux formations schisteuses du carbonifère. L'échantillonnage par saignées suivant la puissance de la zone 3m a donné les résultats suivants : Cu = 0,21-1,75%, Zn = 0,18-24% ; Pb = 0,005-0,01%.

### 3- Zone cuprifère de Tardramine

Cette zone minéralisée en chalcopryrite, malachite, et suivie en surface sur 80m sur une épaisseur de 2m. Aux abords de cette zone existent deux anciens ouvrages miniers remblayés (puits et galerie) : Cu = 5,11-2,18%, Zn = 6,25% (d'après l'analyse de saignées).

### 4- Zone polymétallique d'Agouni Ansar

Cette zone se trouve dans la même zone hydrothermale que celle de Tizi Ivouhal dont elle est distante de 700m.

D'une puissance de 3-4 à 5m, cette zone s'étend en affleurements isolés sur plus de 1Km. La zone est fortement schistosée, limonitisée et bréchifiée. Les résultats d'analyse de l'échantillonnage au marteau sont : Cu = 0,008-1%, Zn = 0,11-46,5%, Pb = 0,018-0,05%.

### 3.8 Gîte plombo-zincifère de Tizi Bouali

Il est situé à 2Km au SO du village Ait Ouabane. Ce gîte est caractérisé par 3 amas d'épaisseur de 3-3 à 5m encaissées dans des calcaires dolomités fortement broyés et bréchifiés. L'amas méridional est suivi en surface sur 100m, tandis que les deux autres s'observent au niveau d'une ancienne galerie. La zone minéralisée au niveau de la galerie donne des teneurs significatives : Pb = 3-3,75%, Zn = 14-30%, ce site a été prospecté entre **1929 et 1942** par galeries et descenderies ou 150-200t de concentré à 40% b et 30% Zn ont été récupérés.

Les travaux menés en **1972-1973** par **SONAREM** ont permis d'identifier les zones suivantes :

Du coté septentrional de la zone méridionale ou fut creusé un puits, se trouve un filon de galène, sphalérite, épais de 0,2-1 à 25m et long de 10 à 12m, contenant 31,7% de Pb et 27,08% de Zn.

Au niveau de la galerie N°1, une zone épaisse de 0,6-2 à 5m renfermant des disséminations et fillonnets de galène et sphalérite, s'étend sur 16m dans la galerie. Elle titre : 0,61-2,81% de Pb et 2,29-60% de Zn.

La zone située au niveau du sommet de la galerie n'a pu être suivie à cause d'une puissante couverture sédimentaire, néanmoins, elle offre de très faibles teneurs : Pb = 0,1%, Zn = 0,3%, Cu = 0,6%.

### 3.9 L'indice de Larbatache

Situé à 7,5Km au Sud de Fondouk (**Figure 44**), il est représenté par des filons et zones minéralisées NW à galène, blende, et calcite. En 1928, l'un des filons fut reconnu sur quatre niveaux différents avec une galerie de 317m de long creusée sur l'un de ces niveaux. Il a été extrait 200t de minerai titrant 50% de Pb.

#### Légende

Alluvions actuelles

Alluvions marécageuses

Alluvions limoneuses

Alluvions caillouteuses

Alluvions des basses terrasses des vallées (pléistocène)

Alluvions moyenne terrasses

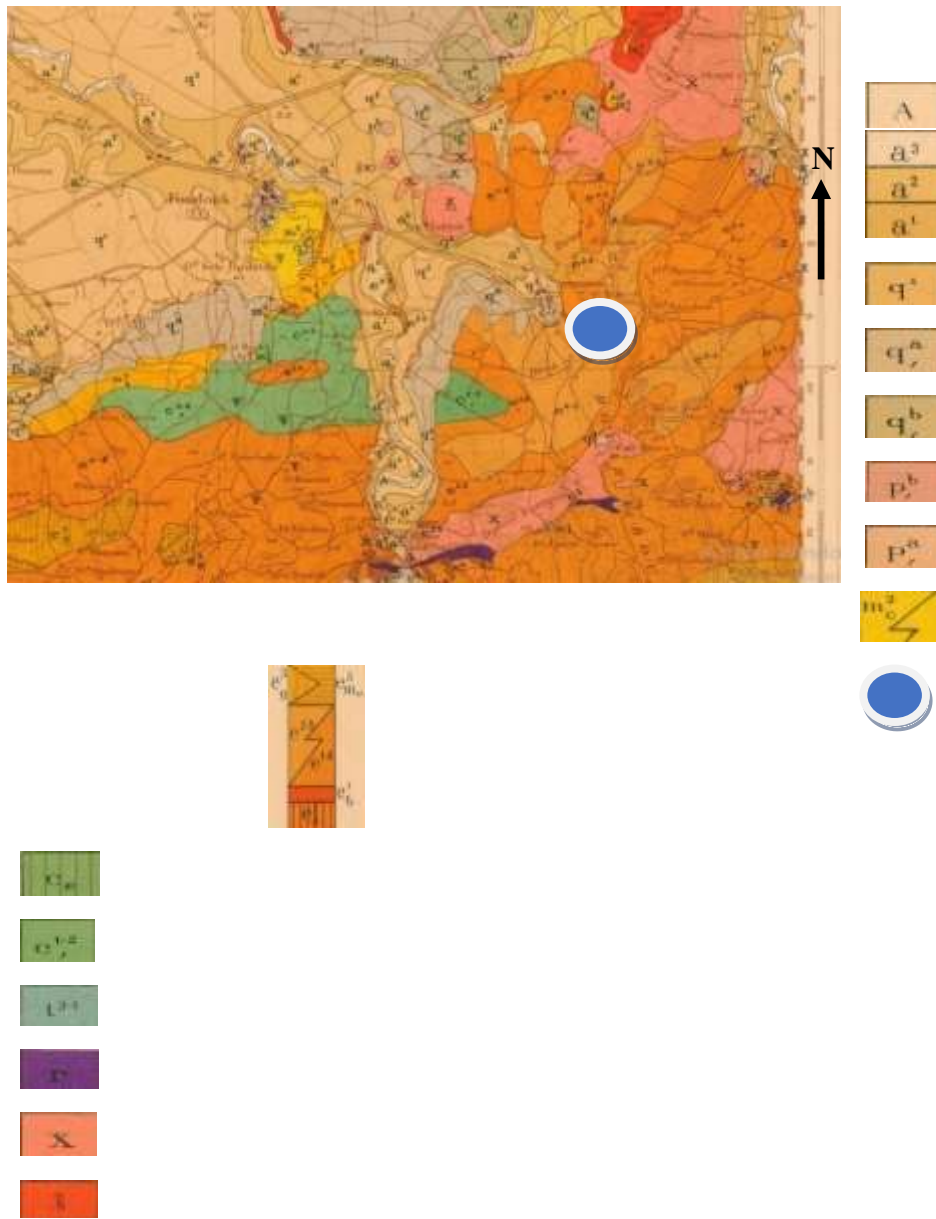


Figure 44: Situation géographique de l'indice de plomb, Larbatache (Carte géologique "Arba", feuille N° 42 ; 1/50 000, Glangeaud et Aymé, 1925-1933).

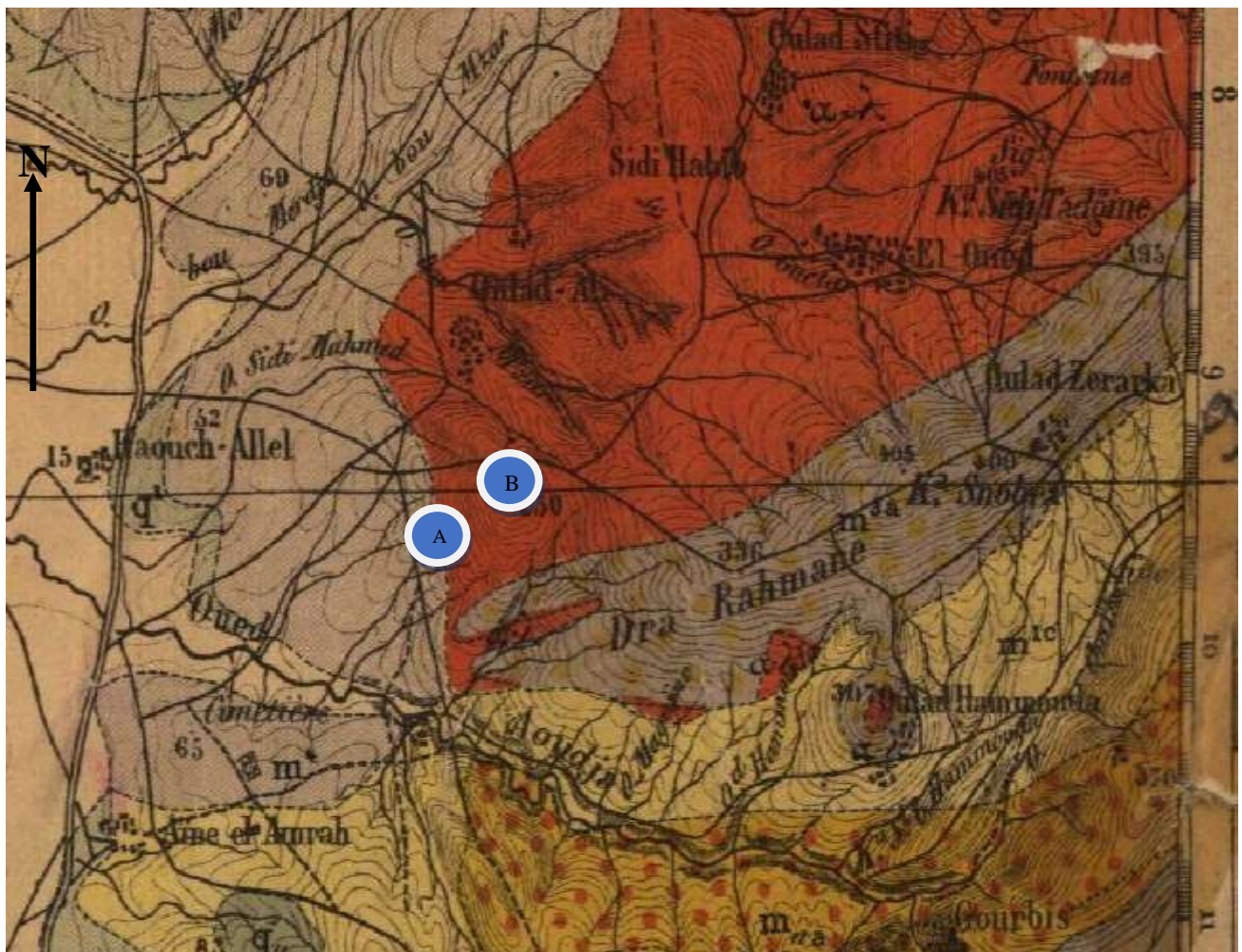
### 3.10 Le groupe de Thenia

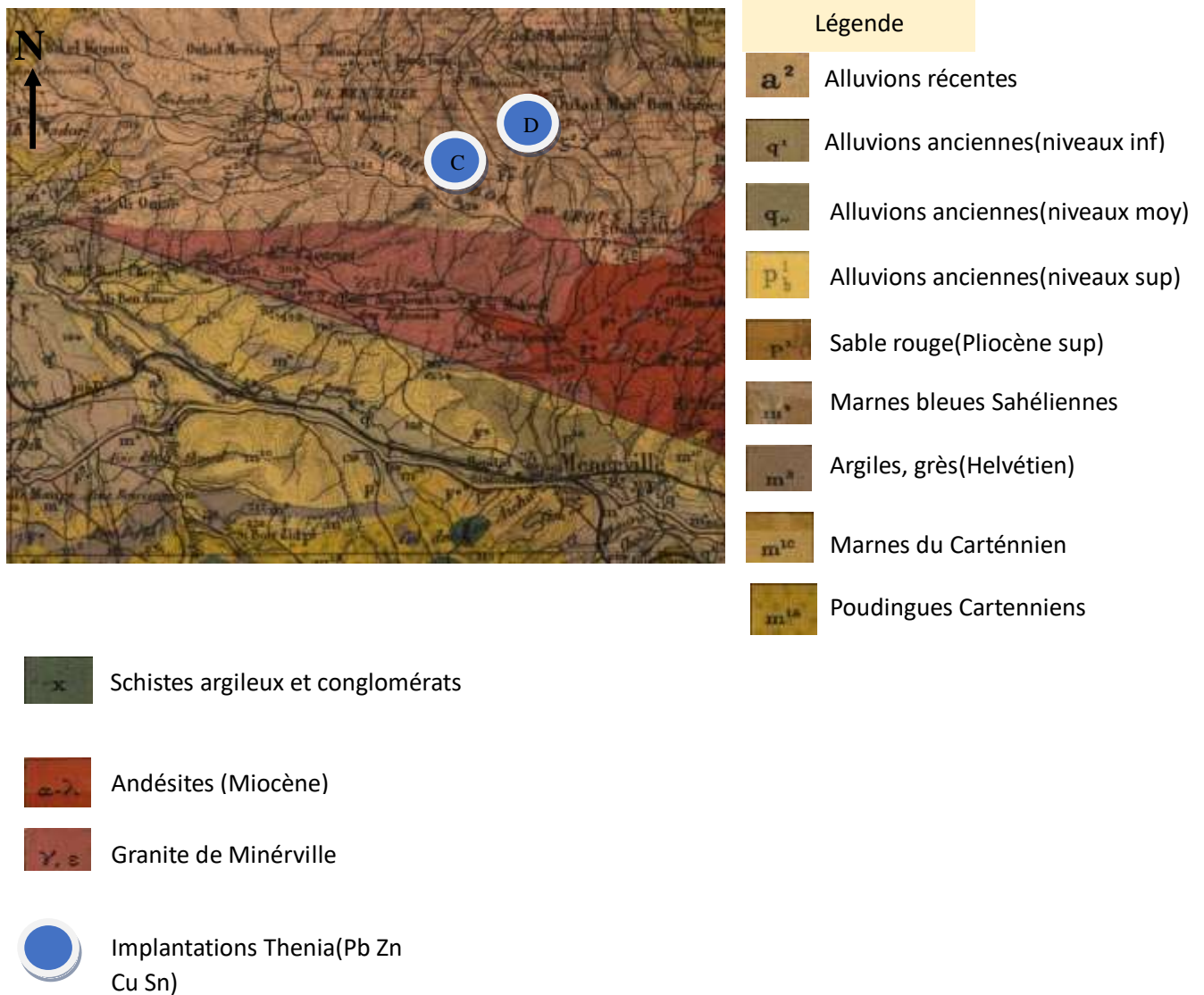
3.10.1 Situation géographique (voir le tableau ci-dessous (Tableau 2)).

Lieu d'implantation	X	Y	Objectifs
---------------------	---	---	-----------

Feuille numéro 22	A : 592.638.4	395.920.2	Etude d'une zone d'altération et de bréchification tectonique dans les roches volcaniques (Cap Djinet).
Feuille numéro 22	B : 592.653.4	395.947.0	Vérification de l'extension des fillonnets de quartz et d'argilisation bréchiforme
	C : 576.150	383.350	
	D : 576.180	383.350	

*Thenia.*





**Figure 45 : Localisation des implantations réalisés au niveau de la région de Thenia(Pb Zn Cu Sn), carte géologique de Minerville, feuille N°22 1/50 000 (Ficheur, 1885-1886).**

### 3.10.2 Historique

En **1968-1970**, ont été étudiés les indices de cuivre poly-métalliques stannifères (Pb-Zn-Cu-Sn) qui se trouvent sur la crête de Bou Arous appartenant au groupe de Thenia.

Les travaux d’inventaire minéral réalisés durant la campagne **2005** (Rapport final réalisé par l’**ORGM, 2008**) sur le territoire de la feuille de Thenia à 1 /50 000, ont eu essentiellement pour objectif une prévision et révision des perspectives minérales dans le sens d’une évolution des potentialités en matière de substances minérales métalliques et non métalliques.

En effet, il a été réalisé un volume assez conséquent de différents types de travaux à savoir :

Echantillonnage : (173) échantillons pour la géochimie au sol au niveau de la structure du socle cristallin de Bou Arous et (50) échantillons à la batée. Les résultats obtenus ont servi à circonscrire les anomalies minéralogiques ; (200) échantillons par saignée ont été effectués pour la détermination des teneurs en Pb, Zn, Cu, et Ag ainsi que des travaux miniers, par creusement de tranchées par des moyens manuels. D'une manière générale, ces ouvrages miniers ont été creusés à travers des zones de bréchification tectonique et d'oxydation ferrugineuse, susceptible de renfermer d'éventuelles minéralisations poly-métalliques. Des travaux topographiques et géophysiques (Radiométrie) ont également été réalisés.

### **3.10.3 Géologie régionale**

Le groupe de Thénia comprend dix (10) indices à Pb - Zn et Cu polymétallique stannifère, se trouve sur un territoire où affleurent les schistes cristallins, les calcaires cristallins et les phyllades d'âge précambrien. La couverture est représentée par les argiles et les calcaires du Maestrichtien ; les conglomérats, les marnes et les calcaires du Burdigalien. Les terrains volcano - sédimentaires (liparite - dacite) et les roches volcaniques (andésite - basaltique) sont datés Helvétique. On y rencontre aussi les marnes et les argiles intercalées de calcaires et de grès carbonatés d'âge Pliocène. Les terrains magmatiques et subvolcaniques sont subdivisés en trois séries :

- La série plutonique précambrienne représentée par le granite du massif de Naciria ;
- La série plutonique tardi-paléogène caractérisée par la granodiorite et son cortège de dykes neutres et basiques du massif de Thénia ;
- La série volcanique d'âge Helvétique.

A l'issue des recherches exécutées en **1968-1970**, les indices de cuivre poly-métalliques stannifères localisés sur la crête de Bou Arous, sont circonscrits dans une zone métallifère sub-latitudinale. Cette zone est constituée de cornéennes pyro-métasomatiques, localement de skarns, présentant des indices veinulés et des filons de quartz et de chlorite-tourmaline minéralisés en sulfures. Ces indices sont localisés dans la zone de contact péri-plutonique du massif de granodiorite de Thénia (longueur de 5Km, et largeur de 400m environ).

### **3.10.4 Géologie**

Concernant l'**indice de Bou Arous (Figure 46)**, la minéralisation est développée dans les filons et filonnets de quartz-tourmaline-chlorite ainsi que dans les cornéennes quartzeuses à chlorite et épidote et dans les dykes de gabbro-diorite.

Les résultats des analyses spectrales effectuées sur les échantillons géochimiques au sol dans le secteur de Bou Arous ont révélé des teneurs qui ont permis de cerner des anomalies de dispersions secondaires, notamment pour le cuivre (Cu) et l'étain (Sn).

Des teneurs élevées en métaux ont été constatées dans cinq (5) corps minéralisés (orientés NE 15-20° ; pendage 70-80° au NW ; longueur 65m ; largeur jusqu'à 100m ; épaisseur = 0,2-0,3 à 2-5m).

Les minerais titrant en général 0,1-0,4% Cu ; présentent parfois des teneurs atteignant 1%. La teneur en étain varie de 0,01- 0,03 à 0,1- 0,3%.

Outre le cuivre et l'étain, on rencontre également dans les minerais : 0,1 à 1% de As ; 0,1 à 1% de Zn ; rarement 0,03 à 0,1% de W et parfois quelques millièmes de % de Mo et de Bi.

***Le cuivre (Cu) :***

**Anomalie N°1 :** Elle est définie par les coordonnées suivantes (point central) :

X : 573.000 Y : 383.250

L'auréole est d'une longueur de 3,5Km et d'une largeur de 1,5Km. Cette anomalie d'une valeur > 0,003% se superpose sur les formations du socle et sur l'anomalie d'étain Sn.

**Anomalie N°2 :** Elle est située à l'Est de l'anomalie N°1 et définie par les coordonnées suivantes : X : 577.000 Y : 382.750

L'auréole est d'une longueur de 3,5Km et d'une largeur de 1,2Km, cette anomalie de même valeur que la précédente se trouve aussi avec les formations du socle et se superpose sur celle de l'étain.

**L'étain (Sn) :** Du point de vue intensité, on distingue deux anomalies, celle de valeur > 5ppm et celle de valeur >10ppm. Au totale quatre anomalies sont mises en évidence.

**Anomalie N°1 :** Elle est d'une valeur de >10ppm. L'auréole est d'une longueur de 2Km et d'une largeur de 0,5Km et elle est définie par les coordonnées suivantes : X : 574.000, Y : 383.250. Cette anomalie se superpose avec l'anomalie N°1 du cuivre. Les terrains de l'anomalie sont représentés par les roches du socle.

**Anomalie N°2 :** Du point de vue superficie, elle est la plus importante. Elle est définie par les coordonnées suivantes : X : 577.000, Y : 382.750. L'auréole est d'une longueur de 3,5Km et d'une largeur de 2Km. Cette anomalie se superpose avec l'anomalie N°2 du cuivre.

**Anomalie N°3 :** Elle est d'une valeur >65ppm et se trouve superposée à celle du cuivre et elle est définie par les coordonnées suivantes (Centre de l'anomalie) : X : 577.000, Y : 382.750. L'auréole est d'une longueur de 2Km et d'une largeur de 0,5Km.

**Anomalie N°4 :**

Elle est située au SE des anomalies précédentes et elle est définie par les coordonnées suivantes (ventre de l'anomalie) :X :580.500 Y :381. 750.L'auréole est d'une longueur de 1,7Km et d'une largeur de 0,7Km.



Anomalies de cuivre(Cu)



Anomalies d'étain(Sn)

Légende

-  Alluvions récentes
-  Alluvions anciennes(niveaux inf)
-  Alluvions anciennes(niveaux moy)
-  Alluvions anciennes(niveaux sup)
-  Sable rouge(Pliocène sup)
-  Marnes bleues Sahéliennes
-  Argiles, grès(Helvétien)
-  Marnes du Carténien
-  Poudingues Carténiens
-  Schistes argileux et conglomérats
-  Andésites (Miocène)
-  Granite de Minérville



Figure 46: Positionnement des anomalies (Cu)et é (Sn) appartenant à l'indice de Bou Arous, carte géologique de Minérville 1/50 000, (Ficheur, 1885-1886).

### **3.10.5 Conclusion**

En ce qui concerne les indices à minéralisations polymétalliques Pb-Zn-Cu :

On remarque que l'indice de Djebel Aissa Mimoune serait l'indice de minéralisations polymétalliques le plus étudié par les chercheurs et les géologues miniers en raison de sa richesse sur le plan géologique mais aussi sur le plan gîtologique.

Selon les géologues de la SONAREM, afin d'étudier les zones constituant le gîte de Tinzar en profondeur, et l'indice de Taka Ouest, il est nécessaire d'effectuer quelques forages

Les indices d'Ait Ouabane, Tizi Bouali, Larbatache présentent des teneurs considérables en Pb-Zn-Cu en comparaison avec ceux de Tifilcut, et Tirourda.

Les résultats analytiques du laboratoire faisant état des analyses spectrales des échantillons prélevés au niveau du gisement de Bou Arous appartenant au groupe de Thenia ne révèlent pas des teneurs significatives en Pb-Zn-Cu-Sn permettant de procéder à un traitement fiable quant à l'étude des auréoles géochimiques de dispersion secondaires.

## **4 Minéralisations à mercure (Hg)**

### **4.1 Introduction**

Les minéralisations mercurifères qui affleurent dans le socle cristallophyllien de la Grande Kabylie sont représentées par les deux gîtes d'Ennza et d'Akhelindja.

Les corps minéralisés au niveau de ces indices sont généralement encaissés dans les roches granodioritiques, granites, gneiss, granitoïdes, granito-gneiss, granites pegmatoïdes, et parfois dans les roches carbonatées. Le cinabre est associé à ces minéralisations mercurifères sous forme d'amas filoniens.

### **4.2 L'indice d'Ennza :**

#### **4.2.1 Situation géographique :**

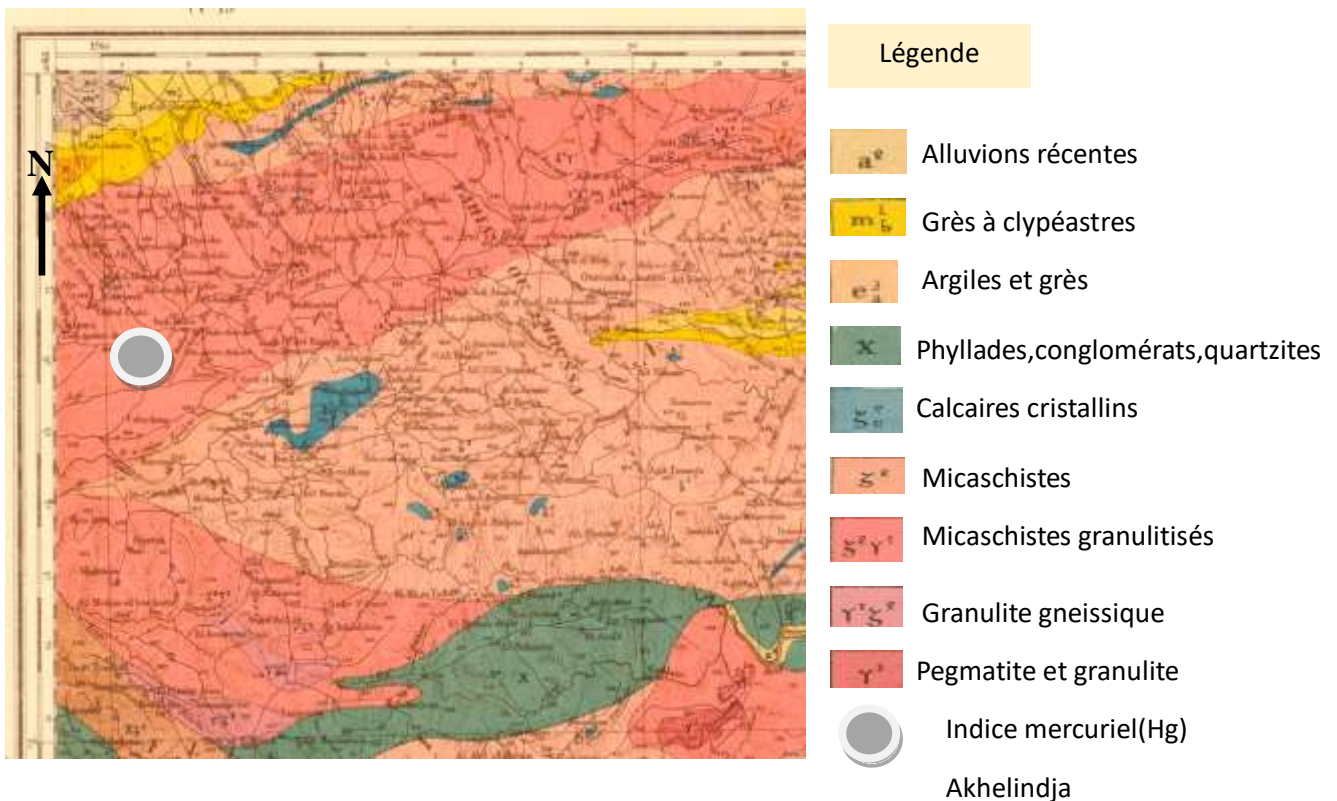
Le chantier se trouve à 0,8Km du village Ennza d'après le système de coordonnées Lambert : X = 597 700, Y = 314 100.

#### **4.2.2 Gîtologie**

Une grande partie de la minéralisation à mercure affleure dans les granites et les granitoïdes ; une petite partie affleure dans les roches carbonatées, sa présence dans les schistes est conditionnée par la quartzification ultérieure au processus de broyage préminérogène. Les gisements minérogènes sont non métalliques et leur minerai principal est représenté par le cinabre. Les minéraux secondaires sont : la pyrite, la marcasite, l'hématite, et rarement de la galène que l'on observe dans les brèches calcaires.

Une association étroite dans les fillonnets à cinabre, pyrite, et kaolin est observée, ainsi que la présence d'hydroxydes de fer dans les zones de d'altération supergène. L'association quartz, calcite et kaolin caractérise ces filons.

### 4.3 Indice d'Akhelindja



**Figure 47: Situation géographique de l'indice d'Akhelindja, carte géologique de Draa El Mizane 1/50 000, (Ficheur, 1889).**

#### 4.3.1 Situation géographique

Cet indice est situé dans la partie Sud-Ouest de la feuille N°44, sur le flanc Nord-Ouest du massif d'Akhelindja, près du village de Tamaramé. Il est relié à l'autoroute Isser - Draa El Mizan par une piste de 4Km (**Figure 47**). Le relief de l'indice est entaillé par des ravins profonds de direction N-E et latitudinal. Le point culminant atteint 463m.

#### 4.3.2 Historique

L'indice a été découvert en **1968** par la **SONAREM**, puis des travaux de recherches au 1/2000, suivis de travaux miniers (tranchées d'accès, étude des auréoles géochimiques...etc..), ont été réalisés en **1969**.

#### 4.3.3 Géologie de l'indice

Les particularités caractéristiques de la structure géologique du secteur sont marquées

par la tendance de l'indice d'Akhelindja à se placer sur une grande fracture de direction N-O développée au contact entre la saillie métamorphique et les roches méso-cénozoïques. Situé dans la zone d'un grand accident tectonique, le secteur se caractérise par une structure complexe

L'indice est constitué par des roches de différents âges, fortement disloquées et affectées par un métamorphisme dynamique et hydrothermal.

Les formations les plus anciennes occupant la bordure N-E du secteur, sont représentées par des schistes à biotite et muscovite et des granito- gneiss.

#### **a. Les schistes**

En certains points, les schistes métamorphiques sont riches en filons de quartz, dont l'épaisseur varie du centimètre au mètre. Les filons sont essentiellement orientés dans le sens de la schistosité.

En dessus des schistes paléozoïques, existent des faisceaux de conglomérats bréchiques de 0,5 à 2m de puissance, constitués par des débris de quartz et de phyllite cimentés par une masse aleuro-marneuse.

Les schistes phylliteux, le long des zones fracturées, ont été affectés par une silicification et hématitisation.

A l'extrémité N-O du secteur, les anciennes formations sont constituées par des schistes bimicacés avec un pendage de 30-90°, orientés 220-240°. Ces schistes bimicacés sont essentiellement formés d'écailles de biotite-chloritisées, de mica blanc (muscovite), de grains blastiques de quartz, de dégagements rares de plagioclase (à série albite-oligoclase), et accessoirement, tourmaline, sphène et magnétite.

#### **b. Les granito-gneiss**

Ils sont ultra-métamorphiques et se sont développés aux dépens des micaschistes. Cela est confirmé par les passages progressifs des roches granitoïdes aux micaschistes, les reliquats de micaschistes dans les granito-gneiss, la linéation concordante dans les micaschistes et les granito-gneiss, comme le montre l'uniformité de la composition minéralogique de roches métamorphiques indiquées. Les granito-gneiss se distinguent par une prédominance de composants leucocrates. Ces granito-gneiss sont fortement disloqués et formés de grains de quartz, de plagioclase et partiellement de feldspath potassique. On y trouve aussi un peu de biotite, mica blanc et accessoirement saphène, magnétite, apatite.

**c. Les dykes granitoïdes**

Ils sont broyés et silicifiés, ces dykes ont une texture blasti-granitique, au sein des accidents récents les granites sont transformés en mylonite. Ils sont formés de quartz, feldspath, et d'écaillés rares de muscovite.

**d. Les granites pegmatoides**

Ils sont constitués par de gros grains souvent sous forme d'antipertite, de quartz, d'écaillés de muscovite, et accessoirement tourmaline.

**e. Les amphibolites**

Sont formés de quartz (25%), d'amphibole (75%), de magnétite et d'apatite. L'amphibole de couleur bleu-verdâtre forme des amas prismatiques et radiaires.

**4.3.4 Géologie**

Les travaux exécutés ont permis de mettre en évidence sur ce secteur deux zones mercurifères avec de petits amas minéralisés et cinq auréoles de dispersion avec une teneur pondérale en cinabre.

**La zone N°1 :** Situé au Nord-Ouest s'étend à 300 m, sa largeur varie de 40 à 80m, la teneur du mercure dans les amas du minerai varie de 0,0001 à 0,1%.

La zone est développée dans les schistes phylliteux comprenant des blocs granitoïdes (grosses brèches tectoniques, c'est-à-dire dykes granitoïdes au sein de l'accident), les schistes micacés et les granito-gneiss.

**Le cinabre :** Forme des amas filoniens, des cristaux isométriques et des liens isolés ; au sein des granites décolorés (roche encaissante), il est fréquent sous forme de mouchetures disposées. L'épaisseur des Filonnets de cinabre n'excède guère 1cm en points de gonflement. Les filons sont formés de minéraux argileux de couleur blanche (dykkite), de carbonate et un peu de quartz.

On a mis en évidence dans la zone, neuf (9) petits corps de minerai avec une pauvre teneur en cinabre. La teneur minimum en mercure est de 0,07%, son épaisseur minimum est de 1m.

**Le corps minéralisé N°1 :** (étudié par la tranchée N°40 et sondage N°20) est localisé près de la surface dans un bloc de granites et plus bas dans les phyllithes fractionnées. Sa minéralisation est contrôlée par des failles de tension de direction N-O ; Ce corps est vertical en forme de filon et allongé dans la direction N-O (210-320°) sur 19m, sa puissance moyenne : 1,35m, et la teneur moyenne en mercure : 0,58%.

**Les corps N°2 et 3 :** Se trouvent dans un bloc granitique délimité par des accidents transversaux. Ces deux amas sont verticaux en forme de filon de direction N-O et de 2,5m de profondeur, la longueur du minerai N°2 : 21m, et celle du corps N°3 : 22m ; leurs puissances : 0,9m ; la teneur en mercure du premier corps : 1,93%, du deuxième : 0,43%.

**Le corps du minerai N°4 :** (tranchées N°51 et 64), il est subvertical en forme de filon avec un gonflement, localisé dans les granites et granito-gneiss. Il est de 40m de long en direction et de 2,5m de puissance moyenne avec une teneur moyenne de 0,21%.

**Les corps minéralisés N°5 et 6 :** (tranchée N°65) se trouvent entièrement à l'intérieur du bloc des granites. Le premier est de 2m de puissance et de 14m de long en direction avec une teneur en mercure de 0,19%. Le deuxième est de 1m de puissance et de 15m de long en direction avec une teneur en mercure de 0,08%.

**Les amas de minerai N°7, 8, 9 :** (tranchée N°17) s'étendent à N-N- O. Chaque corps est de 1m de puissance. Le premier corps est de 18m de longueur ; le deuxième de 21m ; le troisième de 31m, avec des teneurs en mercure respectivement de : 0,6%, 0,42% et 0,12%. Ces corps ont une forme filonienne. La minéralisation de cinabre est concentrée au sein des granito-gneiss décolorés (minerai N°7), mais aussi dans les phyllithes (minerai N°8 et 9).

**La zone N°2 :** Au Sud - Est, a été poursuivie sur 220m, elle plonge sous les formations du créacé, et affleure probablement dans le bloc des schistes phylliteux et des grès marneux.

La largeur de la zone mercurifère varie de 20 à 80m, son pendage moyen général est de 220° vers le S-O sous l'angle de 50 à 70°.

La zone est constituée de schistes, phyllithoïdes encaissants un horizon de schistes noirs charbonneux. Le cinabre forme des liens dans les fissures et des amas filoniens.

Dans la partie centrale de la zone, le cinabre est concentré dans les schistes charbonneux accidentés à proximité du contact avec les roches sédimentaires du créacé par une fracture inclinée vers le S-O 210° à 45-60°.

**Corps du minerai N°10 :** (tranchée N°10) lenticulaire, subvertical, de 30m de longueur en direction et de 3m de puissance, la teneur moyenne en mercure : 0,09% (teneur dans trois échantillons variant de 0,07 à 0,13%).

**Corps du minerai N°11 :** (choisi d'après les données de l'échantillonnage de la galerie N°2, avancée dans les années quarante) ayant les paramètres suivants : longueur de 9m, la

puissance 3m, la teneur en mercure : 0,12%, l'azimut de pendage 210°, l'angle de pendage 60°.

Dans la partie Sud-Est de la zone, la minéralisation mercurielle est révélée dans les schistes quartzeux et ferrières au contact avec des roches sédimentaires du crétacé. Des amas de cinabre sous forme de filons ramifiés de 0,1 cm à 2-3cm de puissance, des disséminations et des poches ont été découverts dans les phyllades quartzeux.

**Corps du minerai N°12 :** (tranchées N°44 ; 1 ;14) à la profondeur de 30,5m, la longueur du corps est de 40m, sa puissance moyenne de 1,15m, la teneur moyenne en mercure est de 0,275%. Entre les zones mercurifères décrites, on a délimité sur ce secteur 5 auréoles de dispersion avec une teneur pondérale en mercure. Les quatre auréoles 1, 2, 3 et 4 sont situées dans le bloc tectonique Nord-Ouest constitué de formations crétacées, et l'auréole N°5 se trouve sur la bordure SE du secteur à proximité du contact entre les granito-gneiss et les schistes phylliteux. Les résultats de l'étude de ces auréoles sont négatifs. Toutes les auréoles sont associées aux structures analogues à celles encaissant les deux zones décrites. En outre le creusement des tranchées dans les limites des auréoles N°1, 2, 3 et 4 a confirmé l'opinion de l'absence de concentrations économiques de cinabre.

#### **4.4 Conclusion**

En résumé, on n'a pas révélé d'amas avec une teneur économique en mercure malgré que le cinabre soit fréquent dans les deux régions.

## **5 Minéralisations aurifères (Au)**

### **5.1 Introduction**

Lors des travaux de recherche et de prospection des minéralisations polymétalliques dans la Grande Kabylie, quelques points minéralisés en or ont été mis en évidence dans le complexe métamorphique du socle :

- Le site de Koukou,
- Indice de Tifilcut
- Indice d' Afir Akelindja et Bou Mahni
- Gisement de Boudouaou
- Indice de Belloua
- Indice d'Iferhounene
- Indice de Bou Arous

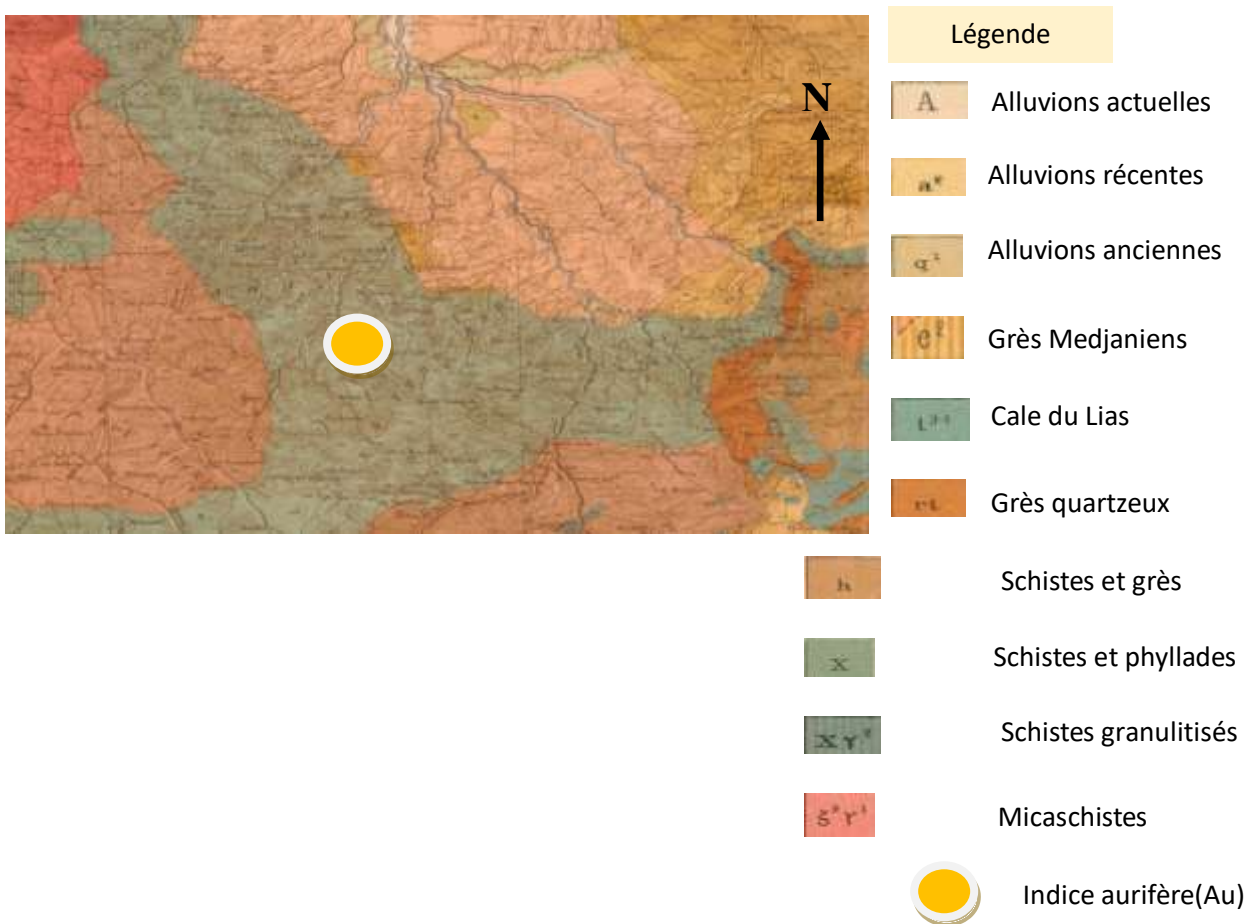
- L'indice de Larbaatache

**5.2 Indice de Koukou**

**5.2.1 Situation géographique**

L'indice est situé dans la partie Sud-Est de la feuille N° 45 (Larbaa Nait Irathen) entre les oueds Acif et Kerilili, à 2Km au Nord-Ouest du village Michelet (**Figure 48**), et délimité par les coordonnées suivantes : X = 645,200; 650,200 Y = 366,200 ; 369,200

Le relief est montagneux, accusé, à cotes variant de 400 à 1178 m.



**Figure 48: Indice aurifère de Koukou, carte de Fort National à 1/50 000 (Ficheur, 1889).**

**5.2.2 Historique des travaux**

Le site de Koukou est délimité et recommandé pour les travaux de prospection détaillée sur l'Or en **1971 par la SONAREM**. Les résultats d'échantillonnage lithochimiques des dépôts de fond ont donné quelques auréoles réduites d'Au, Cu, Pb, Zn, Bi, Sn, As, W, Y. La répartition de ces éléments est caractérisée par la succession suivante :

Auréoles superficielles à répartition régulière des éléments ; ce qui souligne la composition lithologique et la spécialisation géochimique du site (Cu ; Pb ; Zn ; Bi ; Sn ; W ; S ; Ag) ;

Auréoles à répartition discrète, due à une minéralisation irrégulièrement disséminée (Au (0.02 à 0.06gr/t max) ; Ag ; As).

L'échantillonnage géochimique à la batée n'a pas relevé d'or natif (l'étude minéralogique des schlichs) (Tableau 3), l'analyse auro spectrométrique a mis en évidence dans les schlichs d'or donne la teneur variée de 0.01 à 0.1gr/t.

Poids du schlich	Fraction lourde (g)		Analyse spectrale	
	Poids (g)	Or natif	Au (g/t)	As (%)
52.1	0.1	—	<0.01	—
67.2	0.02	—	0.1	—
47.0	0.3	—	0.01	—
68.7	0.9	—	0.03	—

**Tableau 3: Résultats d'analyses auro- spectrométriques des schlichs d'Or (Boltenkov. G ; 1971).**

### 5.2.3 Géologie régionale

Le site est lié à la bordure Est du socle métamorphique de la grande Kabylie qui est constitué de termes précambriens (gneiss de l'assise inférieure et schistes d'assise supérieure) disloqués en une structure anticlinale. Dans la partie centrale du site, le cœur anticlinal montre les granites leucocrates du précambrien intrusif avec des dykes de granites porphyres. Dans la partie Nord-Est les termes métamorphiques sont surmontés par le paléogène sédimentaire.

La tectonique disjonctive est largement exprimée dans le site.

### 5.2.4 Géologie de l'indice

Les résultats de prospection du site à minéralisation aurifère se présentent comme suit :

L'Or, probablement finement disséminé, ne se prête pas à piéger par l'échantillonnage à la batée et ne forme pas les traînées de dispersion continue

L'Or très diffusé et lié aux variétés lithologiques différentes dont la caractéristique est ci-dessous :

Fillonnets, filons de quartz à pyrite avec une teneur variée de 0.01 à 0.2 g/t ;

Schistes quartzifiés à chlorite-séricite, quartz chlorite, schistes bréchifiés à filon de quartz à moucheture et veinules de pyrite avec une teneur de 0.01 à 1.0 g/t ;

Schistes à feldspath-mica quartz moucheté de pyrite, avec le graphite, à teneur de 0.08 à 0.4g/t ;

Zones de graphitisation, broyage dans les schistes et zones de schistification et broyage dans les granites avec des teneurs de 0.03 à 0.2 g/t,

Dolomies, brèches dolomitiques métamorphisées avec 0.01 à 0.08 g/t.

**5.2.5 Association minéralogique**

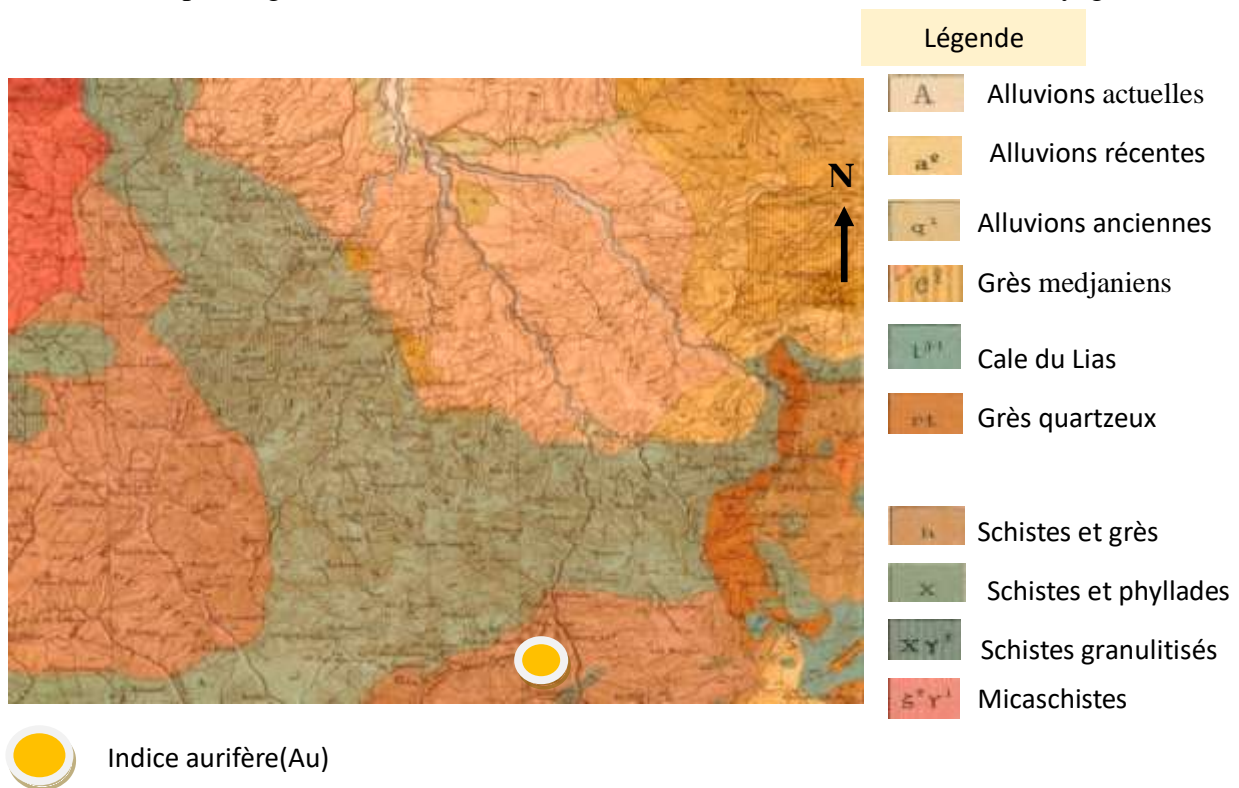
Dans le site d'étude, une association sulfurique paragénétique à Or disséminé dans les roches carbonatées métamorphisées, probablement intercalant les assises métamorphiques.

**5.3 Indice de Tifilcut**

**5.3.1 Situation géographique**

Situé à 9.5 km au Sud - Est du centre du site de Koukou (**Figure 49**), et délimité par les coordonnées suivantes : X = 653.800 Y = 359.900

L'indice de Tifilcut a été étudié dans le but d'évaluer la potentialité aurifère de la minéralisation hydrothermale d'antimoine-plomb. Les travaux de recherche effectués : (06) échantillons par saignée, (06) échantillons au marteau et (02) échantillons de broyage.



*Figure 49: Indice aurifère de Tifilcut, carte fort national 1/50 000, Ficheur (1889).*

**5.3.2 Géologie**

Le corps minéralisé lié à une structure fissurée est composé de berthièrite, antimonite, arsénopyrite, galène, pyrite avec or diffusé. Selon la présence du minéral de berthièrite

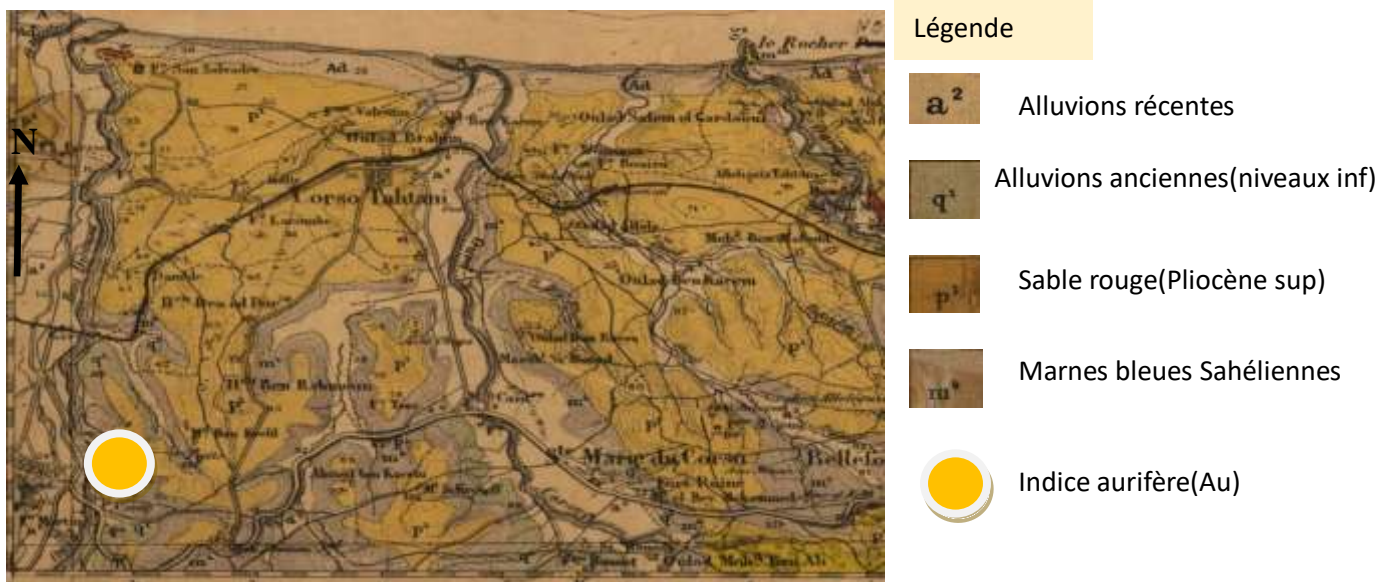




## 5.5 Gisement aurifère de Boudouaou

### 5.5.1 Situation géographique :

Le gisement aurifère de Boudouaou est situé sur le territoire de la wilaya d'Alger à environ 40Km à l'Est de la capitale (**Figure 51**). Les coordonnées UTM du gisement sont :  $X = 539\ 424,12$  ;  $Y = 4060\ 830,40$ .



**Figure 51: Situation géographique du gisement aurifère de Boudouaou, carte de Minerville à 1/50 000, Ficheur (1885-1886)**

### 5.5.2 Historique des travaux

Les travaux d'exploration ont été réalisés de **1970 à 1973** par la **SONAREM** et un groupe de géologues spécialistes soviétiques [**I. Braguine**], repris ensuite de **1988 à 1991** par l'**EREM**. Les travaux de terrain et de laboratoire ont été effectués en coopération avec les géologues de l'**ex-URSS** (Tableau 4, Tableau 5, Tableau 6, Tableau 7).

### 5.5.3 Géologie régionale

Le territoire du gisement est composé exclusivement de terrains métamorphiques du Précambrien qui se subdivisent en 02 assises :

**L'assise métamorphique inférieure schisto-gneissique** : dans le faciès des amphibolites, la plus intéressante du point de vue minéralisation aurifère.

- **L'assise métamorphique supérieure** : les roches sont métamorphosées dans le faciès de schistes verts, représentées par des phyllites, quartz, séricite chloriteuse.

Au sud, se trouvent les dépôts du Paléozoïque moyen, du Mésozoïque et du Paléogène à la limite de la Dorsale Kabyle.

**5.5.4 Relation minéralisation encaissant**

La minéralisation se présente sous forme de couches ou de lentilles. Elle est de type stratiforme. Ses dimensions sont : largeur varie de (350m, 150m à 50m), une puissance de (1m à 6m) et une profondeur de (0m à 40m).

La minéralisation est de type sulfurée/ oxydée, encaissée dans les roches métamorphiques (gneiss et schistes). Les teneurs moyennes des corps minéralisés sont entre 2.5-14.4g/ t.

**5.6 Indice de Belloua**

La minéralisation aurifère de site Belloua (**Figure 52**) est localisée dans l'assise métamorphique, constituée par des schistes silicifiés à séricite, quartz-feldspath, et pyrite, juste au contact avec les intrusions gneissiques (zone des cornéennes). Cette zone minéralisée s'étend sur environ 150m avec une épaisseur atteignant parfois 04m. les résultats d'analyse auro spectrométrie, des échantillons de saignées montrent que la teneur en or atteint 0.8 g/t.

N°	Travaux exécutés	Unité	Total
<b>Travaux géologique et miniers</b>			
01	Itinéraires se recherche à 1/10.000	Km	9.4
02	Levé géologique à 1/1000	Km2	0.93
03	Forage carottant	M	7786
04	Puits	M	503.7
05	Recoupes	M	338.6
06	Tranchées	M3	7744
07	Échantillonnage par saignée	Éch	4130
08	Échantillonnage de carotte	Éch	3416
09	Échantillonnage géochimique	Écha	700
10	Échantillonnage au marteau	Ech	47
11	Échantillonnage technologique	Écha	2

**Tableau 4 :Travaux miniers réalisés sur le gisement de Boudouaou.**

<b>Travaux géophysique</b>			
12	Prospection électrique	Pph	900
13	Prospection magnétique	Pph	180
14	Sondage électrique	SE	34

*Tableau 5 :Travaux géophysiques réalisés sur le gisement de Boudouaou.*

<b>Travaux topo-géodésiques</b>			
15	Levé à la planchette au 1/1000	Km2	0.93
16	Rattachement	Pts	323

*Tableau 6 :Travaux Topo-géodésiques réalisées sur le gisement de Boudouaou.*

<b>Travaux de laboratoire</b>			
18	Analyse auro spectrométrique	Écha	8140
19	Analyse spectrométrique 24 elem	Ech	3253
20	Analyse spectrale sur fluor	Écha	1404
21	Analyse des phases	Écha	32
22	Lames minces	l.m	131
23	Détermination masse volumique	Dét	32

*Tableau 7 :Travaux de laboratoire réalisés sur le gisement de Boudouaou.*

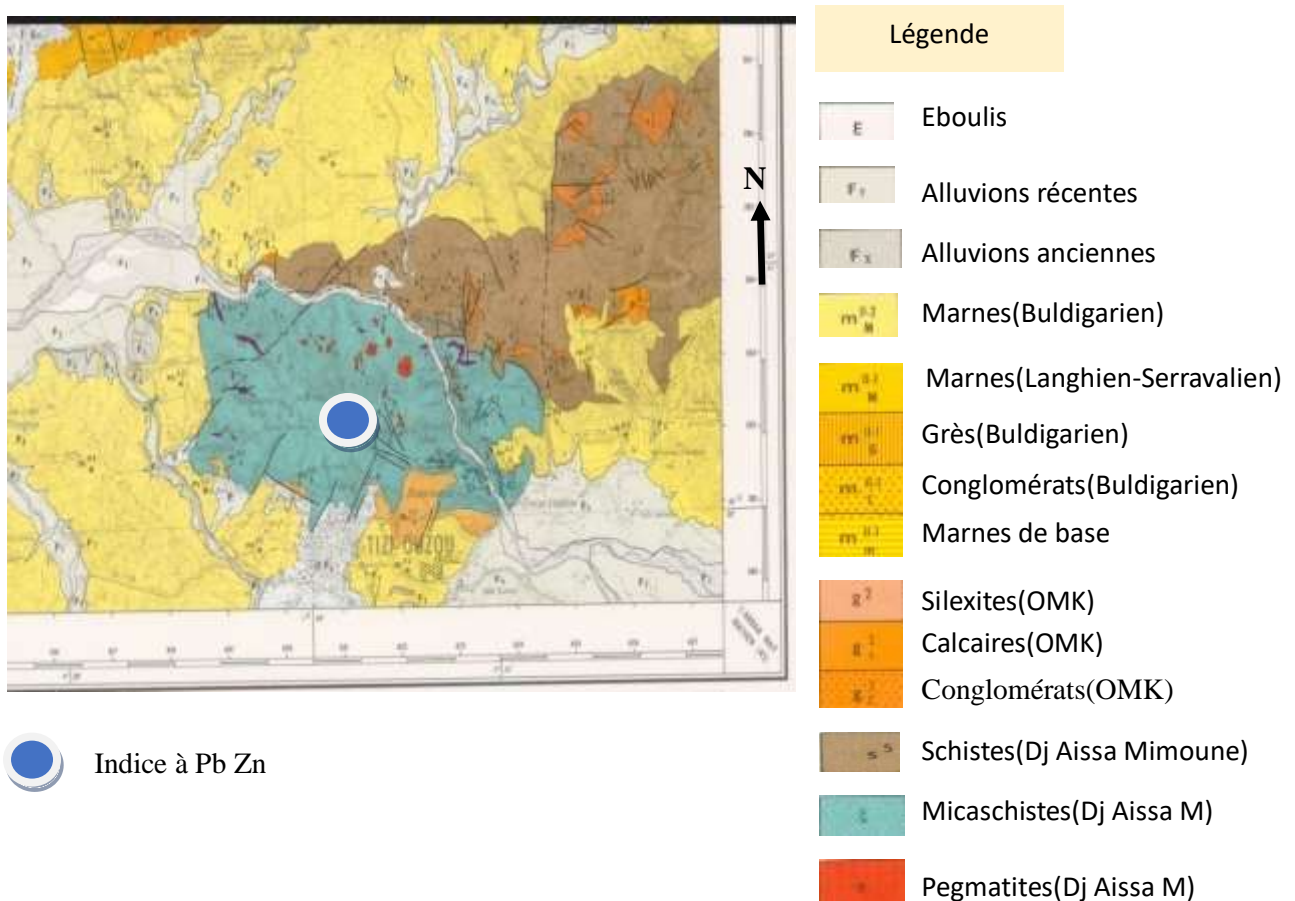
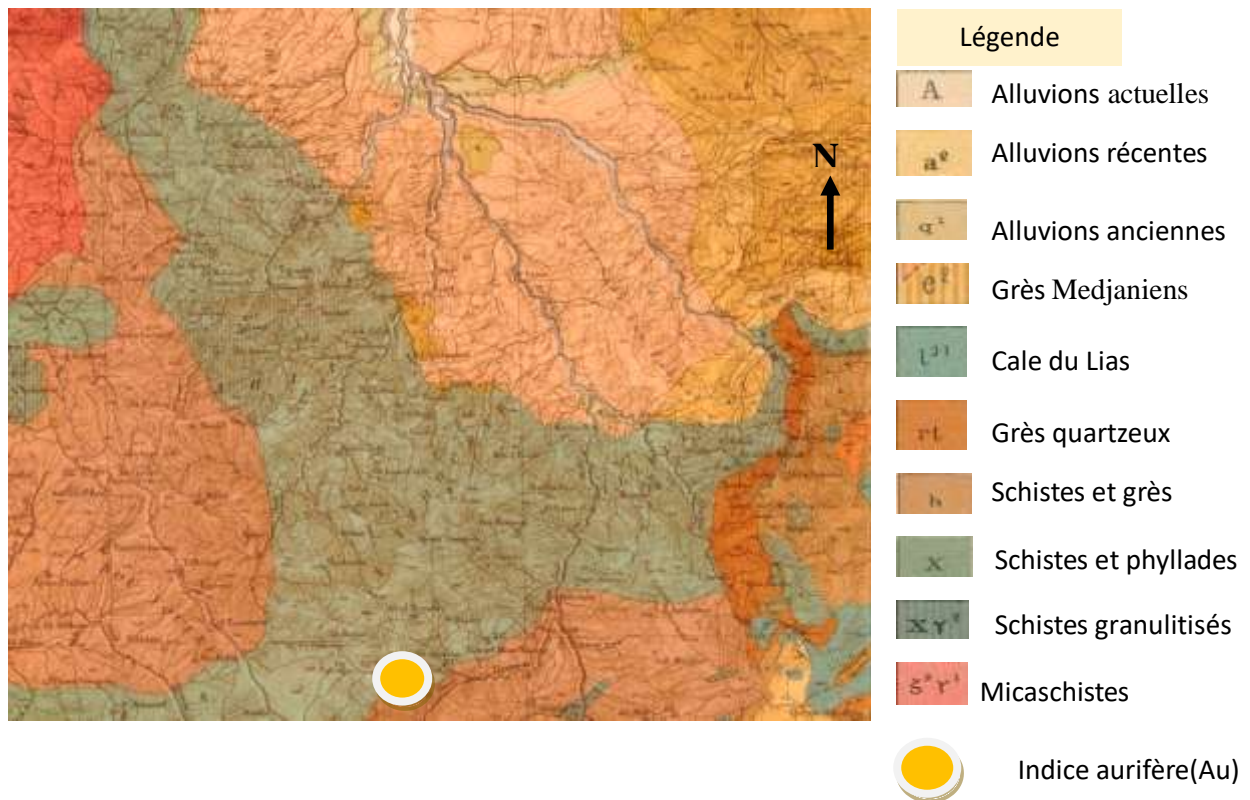


Figure 52: indice aurifère de Belloua, carte de Tizi Ouzou – Dellys à 1/50 000, Raymond. D (1966 - 1972).

### 5.7 Indice d'Iferhounene

Cet indice est localisé sur la feuille n°45 en amont du ruisseau Tirourda (Figure 53) , à gauche de l'oued Acif. Les travaux de reconnaissance ont mis en évidence un affleurement (L = 285m, ép = 2-10m) constitué de schistes métamorphiques broyés et silicifiés avec un filon de quartz plissé, il est bordé par deux failles et son échantillonnage au marteau n'a relevé qu'un seul point minéralisé à 0.1g/t (analyse auro-spectrométrique).



*Figure 53: Indice aurifère d'Iferhounene, carte de Fort National à 1/50 000, Ficheur (1898).*

## 5.8 Indice de Bou Arous

### 5.8.1 Situation géographique

Situé à 13 km au nord-est du gisement de Boudouaou et à 2 km au nord de Thenia (feuille n°22) (**Figure 54**) avec les coordonnées : X= 575 680 ; 575 430 ; 578 750 ; 579 000

Y= 380 900 ; 348 420 ; 384 870 ; 383 190

Le corps minéralisé n°01 est mis en évidence par **S. Selifonov (1986)** a été suivi en direction et en pendage. Suite à celle, la minéralisation s'étend jusqu'à 120m de la surface. L'or libre n'existe ni dans les sections polies ni dans les échantillons broyés. Il est probablement finement dispersé et étroitement associé à des sulfures. Du point de vue lithologique, l'or se localise au contact inférieur avec des corps d'amphibolites précambriens, fortement minéralisés (pyrite, chalcopryrite, pyrrhotite, arsénopyrite), cataclasés ayant subi la diaphorèse. Outre cela, les corps subvolcaniques de dacite porphyre helvétiques sont aussi aurifères. L'analyse docimastique a donné des teneurs en or allant jusqu'à 0.6 g/t. les roches aurifères se trouvent dans les limites d'une zone minéralisée large de 70-80m orientée NW.



Figure 54:Indice aurifère de Bou Arous (Carte Minérville 1/50000, Ficheur 1986).

Elle représente une série de zone rapprochées, renfermant une minéralisation sulfurée en fillonnets et disséminations (pyrite, chalcopryrite) s'accompagnants d'auréoles primaires très contrastantes en Sn, Cu, Bi, As avec peu d'Ag, Au et Pb. Le traitement statistique des données géochimiques atteste que le bismuth (Bi) est l'indicateur de la minéralisation aurifère.

### 5.9 L'indice de Larbatache

#### 5.9.1 Situation géographique

Cet indice est localisé à 4km au SW du gisement de Boudouaou, au Sud Est de la feuille Arba (N°42) et à 3km au Sud du village Larbatache (**Figure 55**).

Le territoire d'étude représente un relief montagneux, avec des cotes allant de 70 à 906 m.

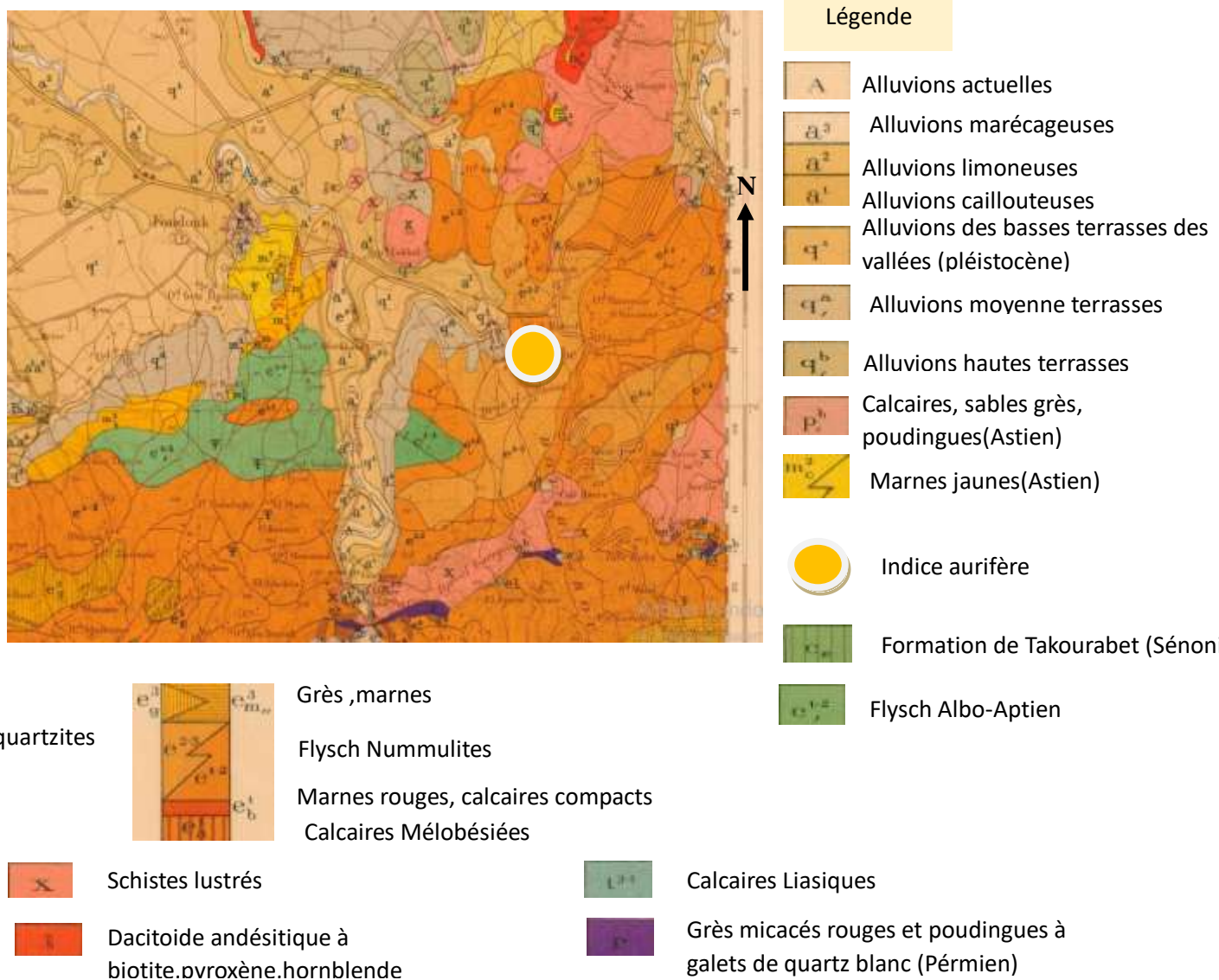


Figure 55: Indice aurifère Larbaatache (Arba 1/50000, Glangeaud et Aymé 1925-1933).

**5.9.2 Géologie**

Le terrain étudié, comprenant l'ensemble métamorphique précambrien est subdivisé en deux assises : - L'assise inférieure gneissique et - L'assise supérieure schisteuse.

**a L'assise inférieure**

C'est le plus intéressant du point de vue minéralisation aurifère, il se manifeste sous forme de fenêtres d'érosions. D'après les résultats des travaux de prospections (**Graguine. Y, 1973**), trois (03) niveaux ont été mis en évidence :

**Le niveau inférieur :** Composé de feldspaths, quartz, micas, tourmaline, gneiss gris clair à structure linéaire apparente souvent d'aspect œillé.

**Le niveau moyen :** De bas en haut, on distingue:

- Schistes quartzeux à biotite et plagioclase à grains fins ;
- Albite schisteuses ;
- schistes quartzeux, feldspaths, séricite ;
- Gneiss œillés renfermant des schistes.

Se sont des gneiss œillés renfermant des schistes, constitués par (microcline de 40 à 50%, plagioclase 5 à 10%, quartz 40 à 50%, biotite 10 à 15%, minerais accessoires tel que sphène, tourmaline).

**Le niveau supérieur :** De bas en haut :

- Schistes quartzeux à feldspath et séricite, les roches sont finement litées fissurées, à hydroxydes de fer avec une teinte brun de rouille.
- Les granito-gneiss, constituant le niveau le plus prometteur pour la recherche d'or.
- Les gneiss qui couronnent la coupe de l'assise inférieure, de composition plus ou moins analogue à celle des gneiss du niveau moyen ; Ils représentent une certaine différence qui consiste en ce que la structure œillée est moins accusée et en la présence d'un grand nombre de lits de tourmaline cristalline noire.

**b L'assise supérieure**

Les structures principales sont : lépidoblaste, granuloblaste

Les texture sont : stratifiées, schisteuse, plissotée.

**5.10 Conclusion**

Les minéralisations aurifères que l'on rencontre dans les fonds de bâté, ou dans les filons de quartz, représentent des teneurs plus ou moins importantes qui varient de 0,01 à 0,1 g / t .

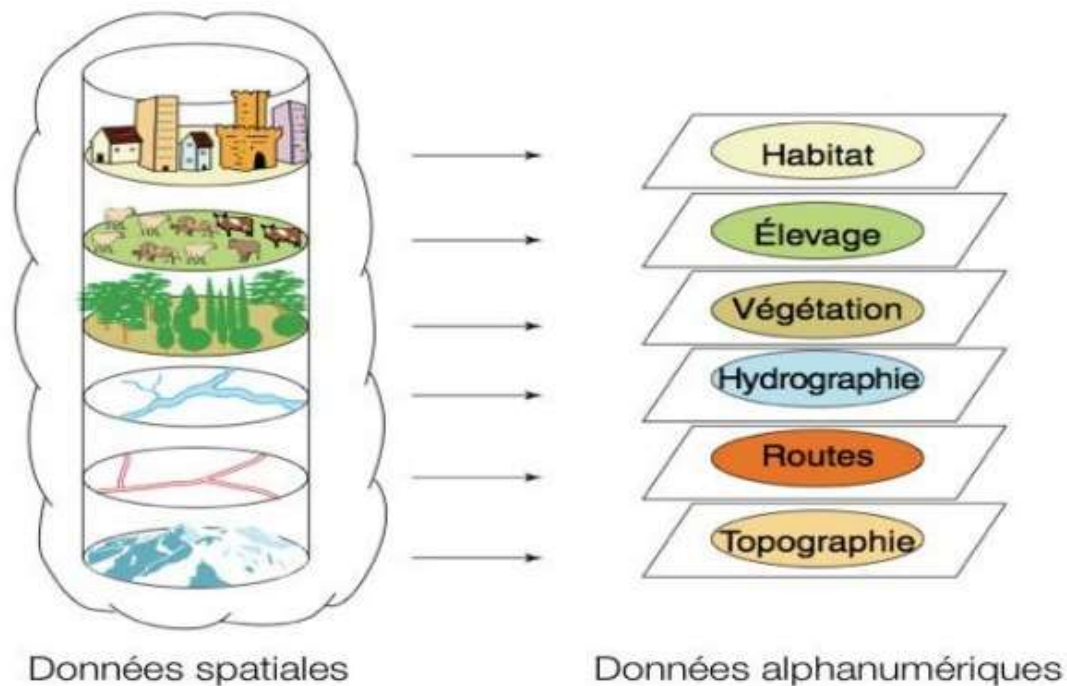
***Chapitre 04 :Cartographie  
SIG , socle de Grande  
Kabylie.***

## SIG du socle de Grande Kabylie

### 1 Définition d'un SIG (Système d'information géographique)

C'est un système qui crée, gère, analyse et cartographie tous les types de données. Il permet d'informatiser des informations localisés au sein de l'espace géographique dans le but de pouvoir les structurer ,les rassembler, les gérer, les présenter, et les analyser. Pour transformer un objet réel en une donnée à référence spatiale, on décompose le territoire en couches thématiques (lithologie, magmatisme, tectonique...) structurées dans des bases de données numériques(**Figure 56**).

Les bases de données qui alimentent les SIG doivent être géoréférencées, c'est-à-dire partager un cadre commun de repérage appelé système de projection .



*Figure 56 :Base de données géographiques (D. Aboud ,2019).*

### 2 Les composants d'un SIG

Les composants d'un système d'information géographique sont au nombre cinq(5) :Logiciels, Matériels, Données, Utilisateurs, et Méthodes

#### 2.1 Logiciels :

Ils offrent les fonctions élémentaires suivantes :

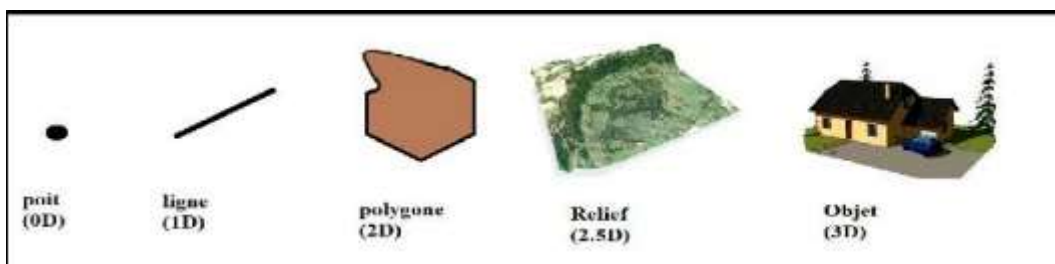
- Acquisition : saisie, intégration et échange des informations géographiques sous forme numérique.
- Archivage : structuration et stockage de l'information géographique sous forme numérique.
- Analyse : manipulation et interrogation des données géographiques (calculs liés à la géométrie des objets, croisement de données thématiques...)
- Affichage : représentation et mise en forme, notamment sous forme Cartographique avec la notion d'ergonomie et de convivialité.
- Abstraction : représentation du monde réel.

## 2.2 Matériel :

Les SIG fonctionnent aujourd'hui sur une très large gamme d'ordinateurs, des serveurs de données, aux ordinateurs de bureaux connectés en réseau ou utilisés de façon autonome.

## 2.3 Données : Les données sont les composants les plus intéressantes du SIG (Figure 57) .

- **Données géographiques:** Sont importées à partir de fichiers ou saisies par un opérateur. Une donnée est dite « géographique » lorsqu'elle fait référence à un (ou plusieurs) objet(s) localisé(s) à la surface de la Terre. Ses coordonnées sont définies par un système de référence spatiale.
- **Données attributaires :** Il s'agit de données associées à un objet ou une localisation géographique, soit pour décrire un objet géographique, ou bien pour localiser des informations : nom d'une route, type d'un bâtiment localisé par son adresse, nombre d'habitants d'un immeuble localisé par ses coordonnées Lambert... . Les données attributaires sont reliées à la géométrie de l'objet.
- **Métadonnées :** Ce sont les données associées telle que la date d'acquisition, le nom du prioritaire, la méthode d'acquisition, les limites d'utilisation.



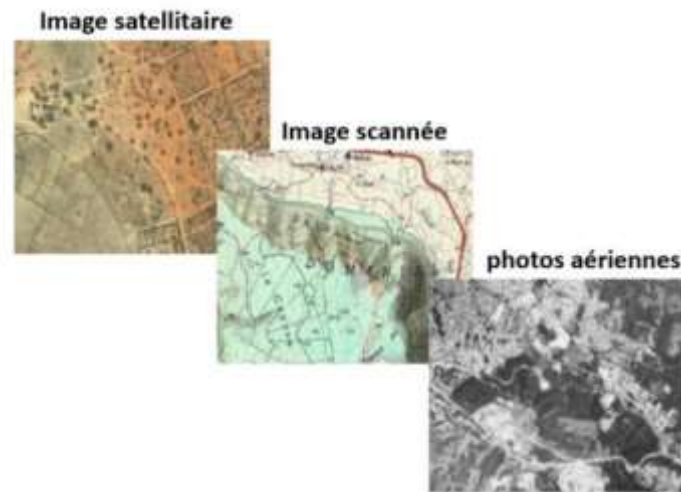
*Figure 57 : Taille ,dimensions de la représentation des données(D. Aboud ,2019).*

## 2.4 Les utilisateurs : Les utilisateurs des systèmes d'informations géographiques ne sont

pas forcément des spécialistes. Un tel système propose une série de boîtes à outils que l'utilisateur assemble pour réaliser son projet. N'importe qui peut, un jour ou l'autre, être amené à utiliser un SIG.

## 2.5 Méthodes

- **Mode Raster :** Le mode raster ou mode matriciel décrit l'image sous la forme d'une matrice de pixels. Chaque matrice représente une couche d'information. Les données raster proviennent soit d'un scannage d'une carte, soit d'une image numérique telle que les images satellites(**Figure 58**).



*Figure 58 :Exemple de données Raster (D. Aboud 2019).*

- **Mode vecteur :**
  - **Les points :** Ils définissent des localisations d'éléments séparés pour des phénomènes géographiques trop petits pour être représentés par des lignes ou des polygones, ou par des éléments qui n'ont pas de surface comme des points cotés(**Figure 59**).
  - **Les lignes :** Les lignes représentent les formes des objets géographiques trop étroits pour être décrits par des surfaces (ex : rue ou rivières) ou des objets linéaires qui n'ont qu'une longueur, comme les courbes de niveau
  - **Les polygones :** Ils représentent la forme et la localisation d'objets homogènes comme des pays, des parcelles, des types de sols...

## 3 Définition du logiciel Arc Gis

Arc GIS est un logiciel SIG qui offre de nombreuses potentialités pour la manipulation, la gestion, l'analyse et l'édition des données spatiales.

Le logiciel utilisé dans ce travail c' est Arc Gis 10.7.

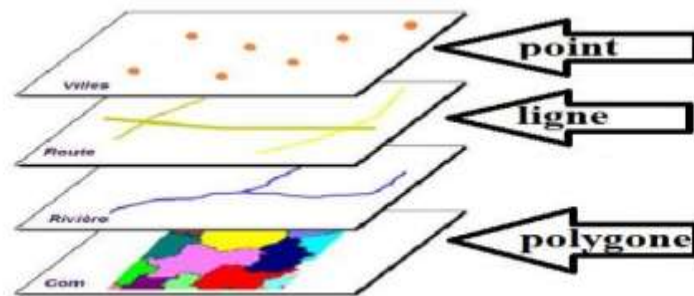


Figure 59 :Exemple de données vecteur (D.Aboud ,2019)

#### 4 Présentation du logiciel ArcGis10

**Arc Map :** Permet à l'utilisateur d'afficher des cartes et des requêtes, créer des cartes sur papier de qualité et d'effectuer de nombreuses tâches de l'analyse spatiale.

**Arc Catalog :** Permet à l'utilisateur d'accéder facilement et de gérer des données géographiques qui sont stockés dans des dossiers sur les disques locaux ou de bases de données relationnelles qui sont disponibles sur le réseau de l'utilisateur.

**Arc Toolbox :** Fournit un environnement qui permet d'effectuer les opérations de geoprocessing .

#### 5 Étapes suivies pour la réalisation du travail

Après l'importation de la carte en se connectant au dossier approprié sur Arc Catalog , faire glisser la carte sur Arc Map .

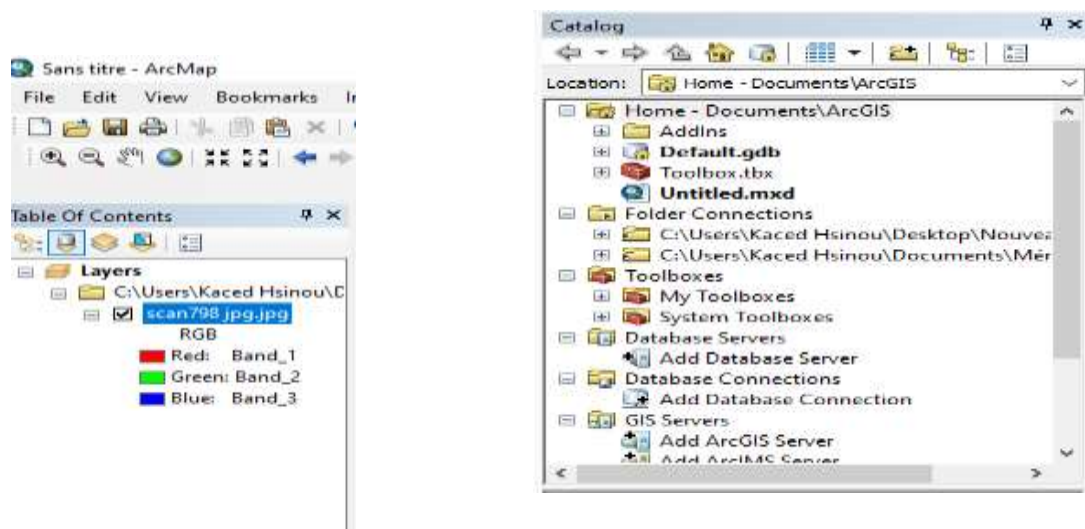


Figure 60 :Importation de la carte sur Arc Map(Carte du socle cristallophyllien de Grande Kabylie ,Saadallah.A 1992).

### 5.1 Choix d'un système de projection

Le fond géologique récent est à 1 /100 000(carte du socle de Grande Kabylie, Saadallah.A,1992) ayant un système de référence géodésique **UTM, Nord Sahara 1959 (N31)** auquel est associé l'ellipsoïde **Clarke 1880**.

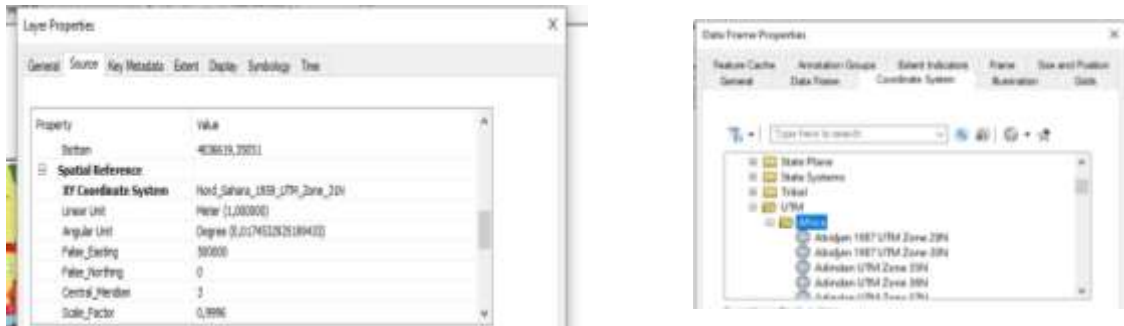


Figure 61 :Système de projection approprié à la carte

### 5.2 Géoréférencement de la carte

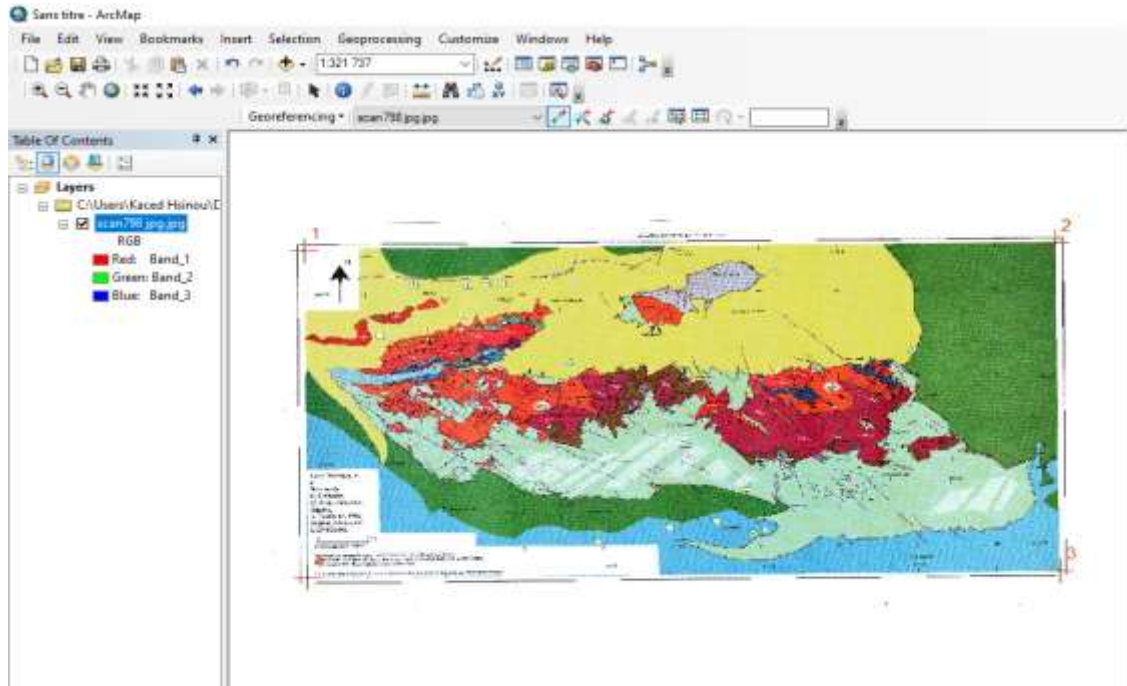


Figure 62 :Géoréférencement de la carte (Format JPEG).

### 5.3 Ajustement de la carte

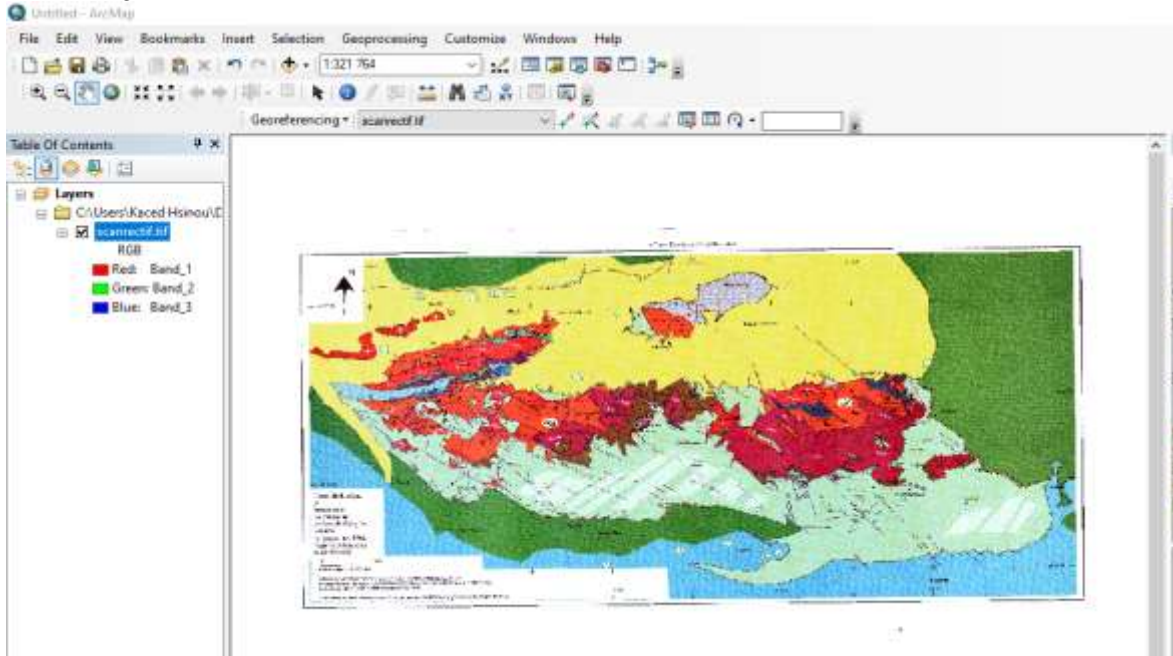


Figure 63 :Ajustement de la carte (Format Raster).

### 5.4 Vectorisation de l'information surfacique (Polygone)

Cette étape nécessite la création d'un fichier de forme (shapefile) , lui attribuer un nom et un système de projection dans notre cas «Nord Sahara 31 » ,ensuite se servir de l'outil « Editeur » pour vectoriser l'information surfacique (Figure 64Figure 65Figure 66Figure 67Figure 68Figure 69).

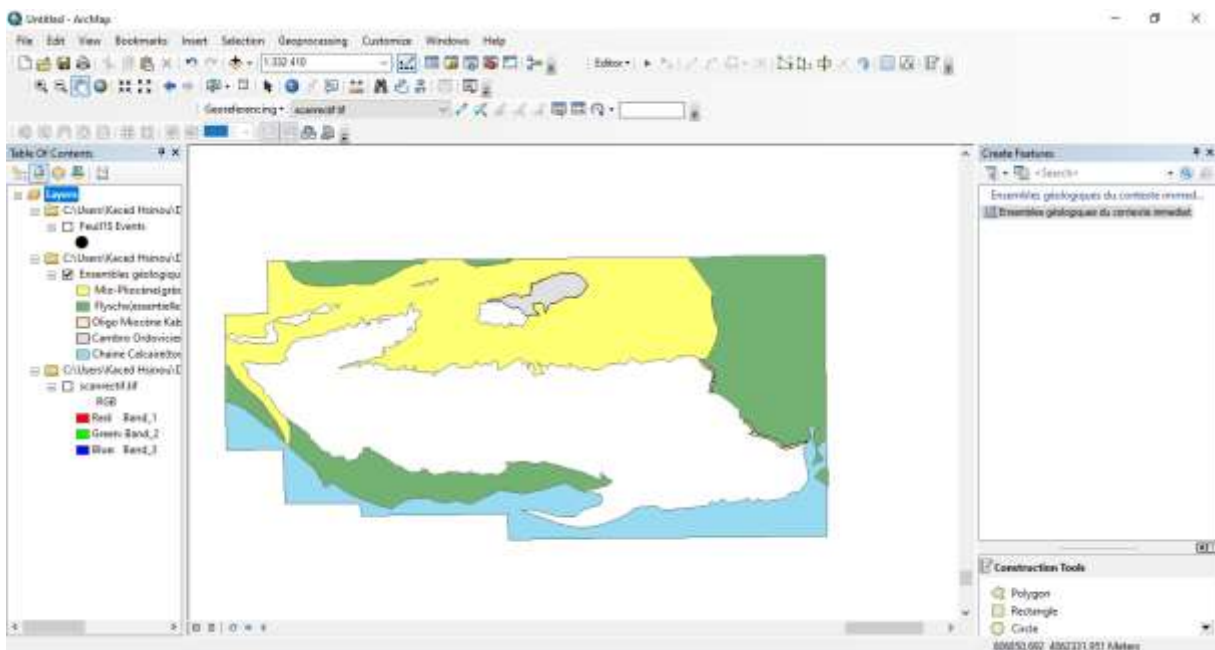


Figure 64 : Vectorisation des formations et ensembles géologiques du contexte immédiat.



Figure 65 : Vectorisation de la nappe des micaschistes.

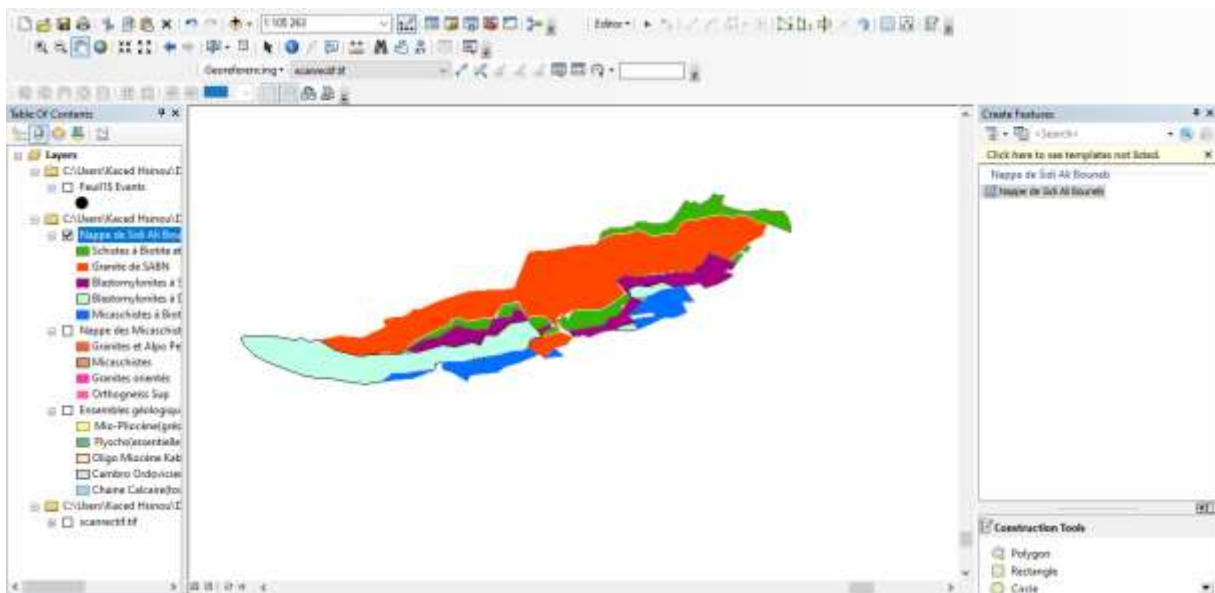


Figure 66 : Nappe de Sidi Ali Bou Nab ( SABN) vectorisée.



Figure 67 : Vectorisation de la nappe des schistes satinés.

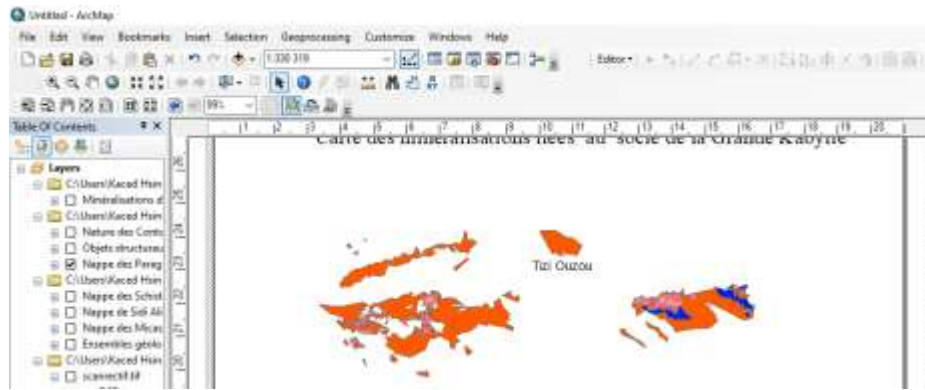


Figure 68 :Nappe des paragneiss vectorisée.

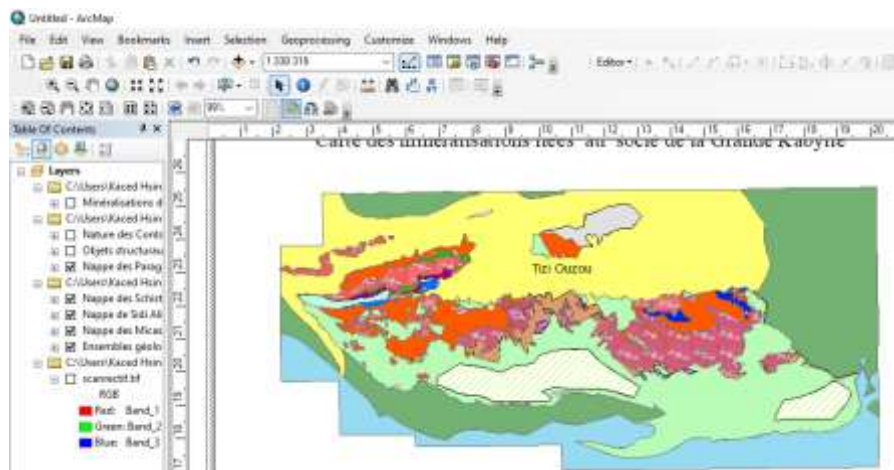


Figure 69 :Vectorisation de l'information surfacique.(formations géologiques).

### 5.5 Vectorisation de l'information linéaire (Poly ligne)

Cette étape nécessite la création d'un fichier de forme (shapefile) ,lui attribuer un nom et un système de projection dans notre cas «Nord Sahara 31 », ensuite se servir de l'outil « Editeur » pour vectoriser l'information linéaire(**Figure 70**).

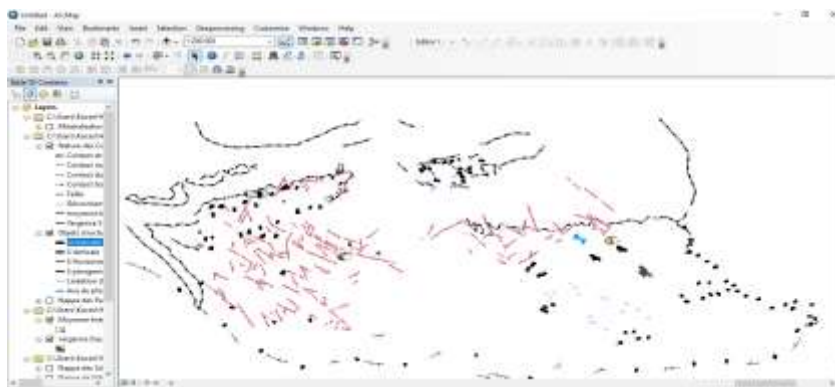


Figure 70 :Vectorisation de l'information structurale(Objets structuraux, nature des contacts géologiques, vergence).

5.6 Vectorisation de l'information Ponctuelle (Point)

Indice	Minéralisation	X	Y
1	Indice		
2	Bou Madou	Ba,Al	36°34'31" N 3°55'00" E
3	Afrouou	Ba	633 750 373 600
4	Fenne Maamar(Oued Ksar)	Ba	601 800 - 603 000 384 800 - 365 300
5	Tahâ Bou Afr(Oued Ksar)	Ba	601 400-601 900 365 200-366 000
6	Irhekoune (Oued Ksar)	Ba	602 400-602 900 376 300-367 600
7	Tanzout (Oued Ksar)	Ba	603 000-604 200 368 000-368 400
8	Tahâkâ (Oued Ksar)	Ba	622 600-624 000 371 200-371 800
9	Mzougane	Ba	2°49'49" E 40°6'9" N
10	Ait Khâla	Ca,Ba	36° 40' 07" N 3° 25' 32" E
11	Beni Amrane	Fe,Ba	36°40'07" N 3°35'12" E
12	Ain El Hamman	Fe,Ba	641,75 363,5
13	Tighzert	Fe,Ba	621 625 25 371 25 373 75
14	Assa Mousane	Pb,Zn,Cu	4° 04' 38,44" E 36° 44' 10,25" N
15	Thania	Pb,Zn,Cu	592 638,4 592 673,4
16	Bou Aouss	Cu	573 000 383 250
17	Bou Aouss	Sn	574 000 383 250
18	Koukoue	As	645,2 366,2
19	Tanzout	Pb,Al	651 800 359 800
20	Boudouane	As	539 424,12 4 060 830,80
21	Bou Aouss	As	575 680 380 900,00
22			

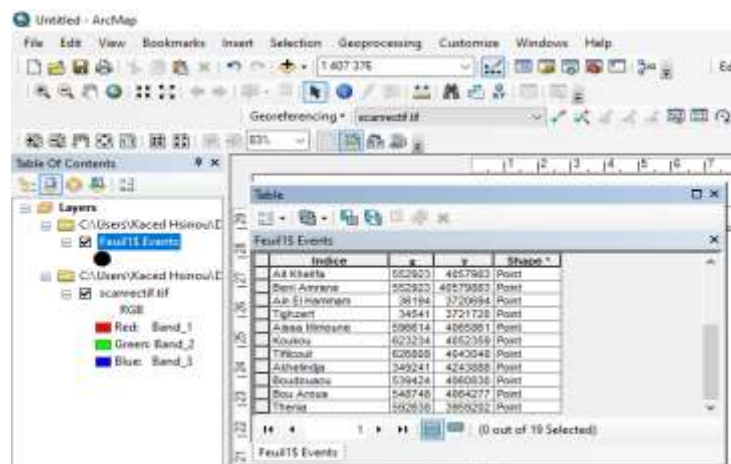
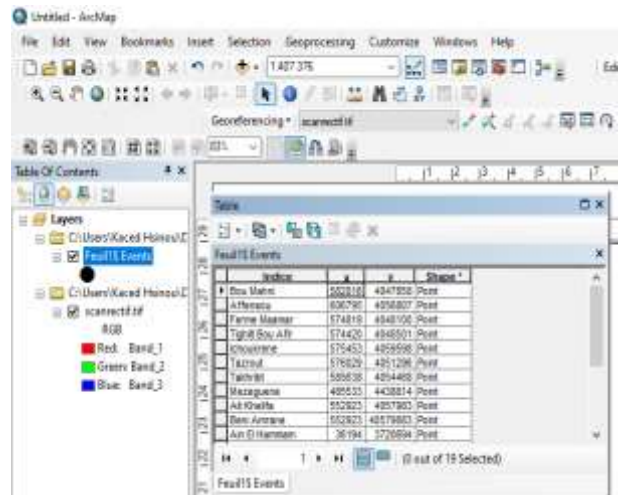
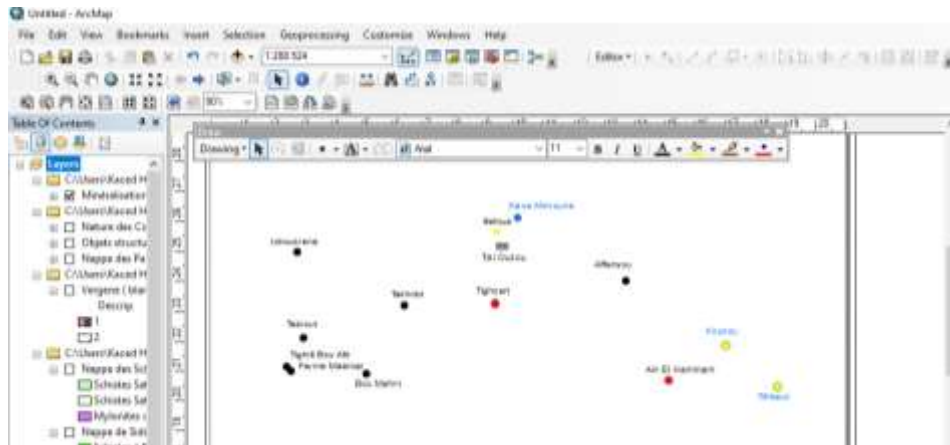


Figure 71 :Importation du fichier Excel contenant les coordonnées xy des indices à minéralisations polymétalliques.

La vectorisation de l'information ponctuelle est la partie cruciale de ce travail, elle permet d'organiser et de positionner les indices comprenant les minéralisations polymétalliques appartenant au socle cristallogylien de Grande Kabylie, on a trois (03) types de coordonnées : Lambert, géographiques, et UTM, pour la vectorisation de l'information ponctuelle sur Arc Gis une conversion des coordonnées géographiques et Lambert en UTM est nécessaire.



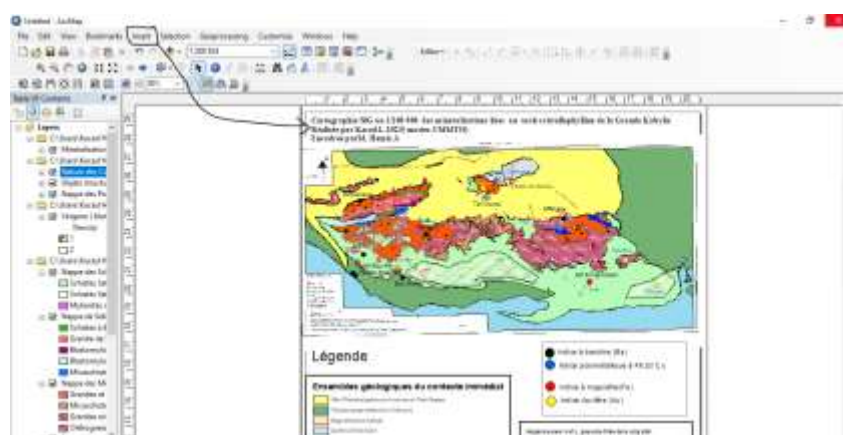
**Figure 72 : Vectorisation de l'information ponctuelle (les indices minéralisés appartenant au socle cristallophyllien de Grande Kabylie).**

### 5.7 Mise en page et exportation de la carte

Arc Gis 10 nous permet de créer des mises en page qui peuvent être présentées à d'autres utilisateurs via une image imprimée ou un document PDF.

La mise en page d'une carte est une combinaison de plusieurs éléments nécessaires dans une carte, à savoir :

- Un titre
- Une légende
- Une flèche d'orientation Nord
- Une échelle graphique et/ou numérique
- Des cartes de localisation ou des grilles de coordonnées géographiques et/ou cartographiques
- Une source : auteur(s), année



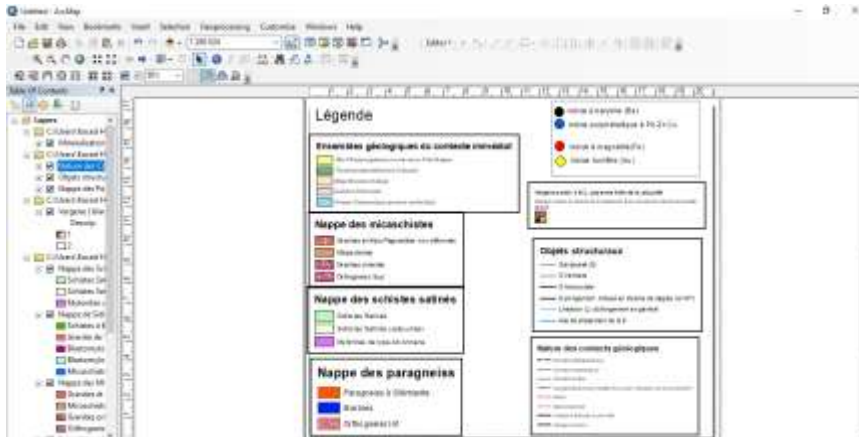


Figure 73 : Mise en page de la carte géologique du socle de Grande Kabylie à 1/100 000, (Saadallah.A 1992).

## 7. Conclusion

Le deuxième objectif de ce travail était la réalisation d'un SIG « système d'information géographique » appliqué à la géologie et la géologie de la carte à 1/100 000 du socle de Grande Kabylie, Saadallah.A 1992 ; qui nous a permis d'organiser, de gérer, d'analyser, et de combiner à la fois l'information géologique, structurale, et ponctuelle.

Le logiciel utilisé pour la réalisation de ce SIG est Arc Gis 10.7.

Le fond géologique utilisé est constitué de divers formations et ensembles géologiques notamment :

- L'ensemble géologique du contexte immédiat
- Nappe des micaschistes
- Nappe de Sidi Ali Bou Nab
- Nappe des schistes satinés
- Nappe des paragneiss

Les objets structuraux et les contacts géologiques, qui indiquent la direction des couches, et également les relations entre elles (stratigraphique, magmatique, ductilité, pendage, vergence...etc.).

La partie fondamentale de ce SIG est la vectorisation de l'information ponctuelle qui a pour but d'attribuer une base de données numériques qui indique le positionnement de la majorité des indices et gîtes minéralisés (Ba, Pb Zn, Cu, Fe, Au) liés au socle cristallophyllien de Grande Kabylie à savoir (Affensou, Bou Mahni, Ferme Maamar, Takhribt, Tighilt Bou Afir, Ichoukrene, Aissa Mimoune, Koukou, Tifilcut). On constate que la minéralisation barytique est dominante.

# ***CONCLUSION GENERALE***

#### IV. Conclusion générale

De nombreux travaux géologiques, gîtologiques, métallogéniques et géophysiques ont été réalisés sur le territoire du socle cristallophyllien de la Grande Kabylie par de nombreux auteurs et organismes (BRMA, BRGM, SONAREM, EREM, ORGM, etc.) avant et après l'indépendance. Ce travail, se veut une synthèse qui a essayé de résumer et de recenser la géologie et les nombreuses minéralisations polymétalliques et leurs associations paragénetiques affleurant sur ce territoire.

Sur le plan géologique, le socle cristallophyllien de la Grande Kabylie serait constitué (Bossière, 1980), d'un noyau gneissique ancien panafricain, surmonté d'une série schisteuse qui serait sa couverture. Le passage entre ces deux séries est marqué par un contact tectonique. Les formations du Paléozoïque (Cambro-ordoviciennes) reposent en discordance sur la série schisteuse. L'ensemble a été structuré durant les orogénèses hercynienne et alpine. Saadallah (1992), subdivise le socle cristallophyllien de G.K en plusieurs unités tectono-métamorphiques structurées durant l'orogénèse alpine et réfute l'idée d'un socle ancien recouvert en discordance par une couverture schisteuse.

Ces différentes formations cristallophylliennes renferment de nombreuses minéralisations plus ou moins importantes sur le plan économique, une trentaine d'indices sont recensés :

Dix (10) indices et gisements de barytine (Ba) dont certains ont fait l'objet d'une exploitation, trois (3) gisements ferrifères ayant fait l'objet d'une exploitation avant l'indépendance, neuf (9) indices de Pb-Zn-Cu-Sn d'une valeur économique certaine qui peuvent faire l'objet de travaux détaillés pour une éventuelle exploitation. En ce moment, ils font l'objet d'une attention particulière par de nombreux chercheurs et des passionnés de la géologie. Quelques indices à mercure (Hg) et or (Au) sont également recensés. Le gisement d'or de Boudouaou peut être exploité dans un avenir proche.

##### ***Les minéralisations barytiques(Ba) :***

Encaissées essentiellement dans les orthogneiss et schistes (séricitoschistes et schistes chloriteux), la barytine a fait l'objet d'une exploitation industrielle, gisements d'Affensou et de Bou Mahni. Les teneurs du gisement de barytine d'Oued Ksari, présentent un volume qui peut devenir intéressant du point de vue économique. Les autres indices sont moins

importants et peuvent être exploités d'une manière artisanale.

***Les minéralisations ferrifères(Fe) :***

La minéralisation de Beni Amrane est à magnétite-hématite encaissée dans les schistes chloriteux et quartzites. Le minerai est très dur, et présente des teneurs de 49% à 51% de fer, 18% à 20% de silice et 0.03% de soufre. Ce gisement a fait l'objet d'une exploitation de 1895 à 1912. Pour les deux autres indices "Ain El Hammam et Tighzert", ils sont à magnétite, cette dernière est généralement bien cristallisée et montre plusieurs textures.

***Les minéralisations polymétalliques à Pb-Zn-Cu-Sn :*** Encaissées dans les micaschistes , amphibolites, pegmatites, calcaires cristallins, calcaires dolomités :

L'indice de Aissa Mimoune serait l'indice le plus étudié en raison de sa richesse sur le plan géologique mais aussi sur le plan gîtologique.

D'après les géologues de la SONAREM, afin d'étudier les zones constituant le gîte de Tinzar en profondeur, et l'indice de Taka Ouest, il est nécessaire d'effectuer quelques forages.

Les indices d' Ait Ouabane, Tizi Bouali ,Larbatache présentent des teneurs considérables en Pb-Zn en comparaison avec ceux de Tifilcut, et Tirourda.

Les résultats analytiques du laboratoire faisant état des analyses spectrales des échantillons prélevés au niveau du gisement de Bou Arous appartenant au groupe de Thenia ne révèlent pas des teneurs significatives en Pb-Zn-Cu-Sn permettant de procéder à un traitement fiable quant à l'étude des auréoles géochimiques de dispersion secondaires.

***Les minéralisations à mercure (Hg) :*** (Ennza et Akhelindja) qui sont encaissées dans les roches granitiques, et granodioritiques montrent des teneurs faibles, donc elles ne peuvent pas être exploitées à long terme.

***Les minéralisations aurifères (Au) :*** Que l'on rencontre dans les fonds de bâté ,ou dans les filons de quartz , elles représentent des teneurs plus ou moins importantes qui varient de 0,01 à 0,1 g /t ,on peut citer :le gisement de Boudouaou qui est le plus étudié , et les petits indices :Bou Arous, Iferhounene, Belloua, Akhelindja et Bou Mahni, et Larbaatache .

La partie indispensable de ce mémoire ,au de la de la partie théorique c'est bien la réalisation d' une carte SIG qui a pour but de localiser les indices, et les gisements qui renferment les minéralisations polymétalliques (Pb, Zn, Cu , Ba, Fe, Au) liées au socle cristallophyllien de la Grande Kabylie.

# *Références bibliographiques*

## V. Références bibliographiques

- Aboud.D (2019)** : Cartographie SIG au 1 /200 000 de la bordure externe nord du massif du Hoggar ;précision cartographique de la jonction socle-couverture par traitement des données imagées et minéralisation associée ,mémoire Master, UMMTO ,p127.
- 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 magistère, U.S.T.H.B, Alger p103.
- Ainouz.F et Benali.H (1990)** : Géologie et minéralisation à barytine - magnétite de Larbaa Nath Irathen (Grande Kabylie). Mem. Ingén, U.S.T.H.B, Alger,p51.
- Aite.MO et Gelard.JP (1997)** : Post collisional paleostresses in the central Magrèbides (Great Kabylia), Bulletin de la société géologique de France,p168(4),423-436,61.
- Ait aldjet.Y et Sadat.S (2018)** : Minéralisations ferrifères à magnétite et barytine de la région nord de Beni-Amrane. Mem. Master, U.S.T.H.B, Alger p56.
- Ait ben youcef.M et Ait menguellet.D (2015)** : Contribution à l'étude géologique et gîtologique de l'indice de minéralisation à Barytine dans la région de Mezeguene. Mémoire master. UMMTO p80.
- Batatache.Y (2021)**: Etude des minéralisations de barytine et cuivre de la région de Béni Amrane. mémoire Master. UMMTO p49.
- Berner. F (1971)** :Principles of chemical sedimentology.Mc Graw Hill,New York ,p240. Cosmochim .Acta,62,1501-1507.
- Ben kerrou.N (1989)** : Etude petro-métamorphique et structurale du massif cristallin d'Oued Ksari (Grande Kabylie), Algérie. Thèse de Magister (3<sup>ème</sup> Cycle), pp.143 Univ. USTHB (Alger).
- Boltenkov.G, Braguine.K, Viesnine.V, Chmirguiriov.M (1971)** : Travaux de recherche et de prospection au 1 /50000 basés sur les recommandations des auteurs(Viesnine. V-feuille 22 ,Boltenkov. C-feuille 45,Chmirguiriov. M,feuille 44,travaux de prospection sur l'or exécutés par Braguine. K-Boudouaou-2), feuilles n°22,44,45)Rap.Trav.prosp .p170.
- Boudali.F (2018)** : Étude géologique et gitologique des minéralisations à Ba, Cu, Pb d'Ait Khelifa, Beni Amrane (Nord d'Algérie). Mémoire master. U.S.T.H.B, Alger p48.

**Bouhadad.Y (1989) :** Etude géologique et gîtologique de quelques filons à barytine magnétite dans le secteur de Zémouchène, la région de Bou Mahni (S.W. Grande Kabylie, Algérie). Mém. Ingén p 282., U.S.T.H.B, Alger.

**Bouillin.JP, Durand.D, Gélard.JP, Raoult.JF, Raymond.D, Villa.JM (1973) :**Les olistostromes d'âge Miocène inférieur liées aux flyschs Allochtones Kabyle de l'orogène Alpine d'Algérie,B.S.G.F.(7),XV,n°3-4.

**Bouillin.J.P (1977) :**Le bassin Maghrébides, une ancienne limite entre l'Europe et l'Afrique à l'Ouest des Alpes .Bull. Géol. France, p547-558.

**Bossier.G et Vauchez.A (1978).** Déformation naturelle par cisaillement ductile d'un granite de grande Kabylie occidentale. Tectonophysiques p51 57-81.

**Bossière.G , Peucat.J.J (1985) :**New geochronological information by Rb-Sr and U-Pb investigations from the pre-Alpine basement of Grande Kabylie (Algérie) .Can .J.Earth; Sci.p22,675,685.

**Bossière.G (1980) :** Un complexe métamorphique polycyclique et sa blastomylonitisation. Etude pétrologique de la partie occidentale du massif de Grande Kabylie (Algérie). Thèse ès Sciences. Pp.276. Univ. Nantes.

**Bracène.R (2002) :** Géodynamique du Nord de l'Algérie : Impact sur l'exploration pétrolière. Thèse de doctorat, p217.Univ.Cergy Pontoise (France).

**Coutelle.A (1968) :**Tectonique des extrémités de la chaîne des Babors,Algérie B.S.G.F,p658-678,Paris.

**Cataneo.G, Aite.M , Gelard.JP (1999) :**La marge septentrionale ,Bull.Serv.Carte Géol. Algérie,39,89-131.49.

**Dermoum.N et Latreche.S (2016) :** Contribution à l'étude géologique et gîtologique de l'indice de Pb Zn Cu de Djebel Aissa Mimoune. Mémoire master p80. (UMMTO).

**Domzig.A (2006) :** Déformation active et récente ,et structuration tecto-sédimentaire de la marge Algérienne ,thèse de doctorat,Université de Bretagne Occidentale,p343.

**Duparc.L et Ritter .E (1898).** : Archives des sciences physique et naturelle : le minerai de fer d'Ain Oudrer (Algérie),p145.

**Durand-Delga.M (1969)** : Mise au point sur la structure de Nord-Est de la Berbérie. Bull. Serv. Carte géol. Algérie, 39 : 89-131.

**Ficheur .M (1890)**. Les terrains éocènes de la Kabylie du Djurdjura, catalogue, p479.

**Gani.R (1988)** : Etude pétro-structurale des massifs cristallins de Larbaa Naith Irathen et de Djemaa Saharidj (Grand Kabylie, Algérie). Thèse de Magister (3<sup>ème</sup>) Cycle) 147pp, USTHB. Alger.

**Gelard.J.P (1979)** : Géologie du Nord-Est de la Grande Kabylie. Thèse de Doctorat d'Etat, Mém. Géol. Univ. Dijon,5 : 335p.

**Gery.B (1983)** : Situation et âge des formations allochtones du Nord de la Grande Kabylie :Exemple de Djebel Aissa Mimoune C ;R.Aca.Sc.Paris.t,p297.

**Glangeaud.L et Aymé (1932)** : Etude géologique de la région littorale de la province d'Algérie,Bulletin du service de la carte géologique de l'Algérie, 2<sup>ème</sup> série Descriptions régionales, p11-32.

**Haddadene.O et Talbi.M (1988)** : Géologie et minéralisation à magnétite- barytine dans les secteurs de Ain-El-Hammam et Tighzert, (Grande Kabylie). Mémoire d'ingénieur d'état en géologie (USTHB), Alger p102.

**Kolli.O (1997)** : Géologie et géologie des minéralisations à Ba-Pb-Zn-(Cu-Fe) du socle cristallin de Grande Kabylie évolution métallogénique au cours du cycle alpin. Thèse de doctorat d'état. (USTHB), Alger p205.

**Kolli.O (2017)**: Geology and multistage mineralization in the Beni-Amrane's metamorphic massif (Algeria). 7th Asia Africa mineral resources conference. Yangon Mandalay.Nov20-24,p40-45.

**Kolli.O; Cheiletz.A; Gasquet.D ; Marignac.C (1995)** :Synthèse sur les gisements de Pb Zn de la chaîne tellienne de l'Algérie,p191.

**Lateb.T et Bourzama.C (2009)** : Etude géologique et métallogénique des minéralisations à Pb Zn Cu ±(Fe et Ba) liées au socle métamorphique de Djebel Belloua Aissa Mimoune en grande Kabylie. Mémoire master. U.S.T.H.B, Alger p103.

**Louni.K (1989)** : Etude structurale de la région de Béni Douala (socle cristallophyllien de la Grande Kabylie) mise en évidence de mouvements vers le NW Thèse doctorat p147.

**Meddah.N et Saib.F (2021) :** Etude géologique et gîtologique de la minéralisation à magnétite de la région de Beni Amrane. Mémoire master p 76 (UMMTO).

**Monie.P, Saadallah.A , Caby.R(1988) :**New <sup>39</sup>Ar-<sup>40</sup>Ar ages of Hercynian and Alpine thermotectonique events in Grand Kabylie(Algeria),Tectonophysics,p152,53,69.

**Muraour.P,Cailleux.A,Lambert.A(1950),Glangeaud.L,COLOMB.J(1958),Raoult.JF (1969),Khan.B(1971-1972) ,Bouillin.J.P(1986) Glangeaud.L:** .Etudes géologiques de la Grande Kabylie et du Djurdjura ,Bull serv géol,p157.

**Naak.F (2010) :** Etude pétrologique des granitoïdes Hercyniens à tardi-Hercyniens des Kabylies,,Thèse de Doctorat,Univ. USTHB Alger ,p244.

**Kolli.O (1997) :** Géologie et gitologie des minéralisations à Ba-Pb-Zn-(Cu-Fe) du socle cristallin de grande Kabylie, évolution métallogénique au cours du cycle alpin. Thèse Doctorat d'état. U.S.T.H.B, Alger p205.

**Raymond.D (1977) :**Structure et évolution Alpine d'un segment interne de l'orogène Magrébin,Nord-Ouest de la Grande Kabylie (Algérie):Bull.Soc.Géol.France, (7), t.XIX,No4 p797-804.

**Royer.L (1937).** : Les terrains cristallophylliens des massifs d'Alger et de la Grande Kabylie,catalogue,p231 .

**Saadallah.A (1992) :** Le cristallin de la Grande Kabylie (Algérie) : sa place dans la chaîne des Maghrébides. Thèse ès Sciences. p260.USTHB (Alger).

**Saadalla.A, Caby.R (1996) :**Alpine zxtensional detachment tectonics in the Grande Kabylie metamorphic core complex of the Maghrebides (northern Algeria).Tectonophysics 267,257-273.

**Teldja.Y (2016) :** Système d'information géologique appliqué à la géologie et la gitologie de la feuille à 1/200 000 de Tizi ouzou (Région de la Grande Kabylie) Mémoire master. UMMTO, p 91 .

**Thiebault.J (1951) :** Etude géologique des terrains métamorphiques de la grandes Kabylie. Bull.Ser.Geol.Algérie .5ème ,Ser.Numero 6.172p(Faculté des sciences de Toulouse).

**Wildi.W (1983) :** La chaîne cello-rifaine (Algérie-Maroc –Tunisie) structure stratigraphie et évolution de Trias au miocène.Rev de Géol ;Dynam Et Géogra ;Physique ;Vol ;p201,297.

**Rapport SONAREM (1968/1970) :** Travaux de recherches et de prospection géologiques effectués dans la grande Kabylie et région Adjacentes, p124.

**Rapport SONAREM (1986-1988) :** Travaux de recherche au 1/25 000 et 1/100 000 sur les gites aurifères de la Grande Kabylie (Larbaatache,Koukou,Tifilcout,Akhelindja,Bou Mahni,Boudouaou),p 170.

**Rapport Informatif SONAREM (1974/1976) :** Travaux de prospections géologiques de la barytine réalisé en dans la grande Kabylie région d'Oued Ksari, p46 .

**Rapport SONAREM (1980):** Sur les résultats des travaux d'évaluation exécutés sur le gisement de barytine d'Affensou, p28.

**Rapport SONAREM(1980) :** Etude géologique des gisements de barytine de grande Kabylie : carrière d'Affensou et carrière nationale de Bou Mahni, p23.

**Rapport final ORGM (2008) :** Sur l'inventaire minéral du socle Kabyle et de sa couverture sédimentaire. Feuilles de Thénia et de Djebblaa-Cap Sigli à 1/50.000. \_ programme d'infrastructure géologique 2005. ANGCM, p35 .

**Rapport de Sarl HYDROMINE (2011) :** Gisement aurifère de Boudouaou (travaux d'exploration effectués (résultats)),p82.

**EREM, Hamid. M (1990) :** Rapport sur l'estimation des réserves de la partie centrale du gisement d'or de Boudouaou à l'aide de méthodes géostatistiques,p90.

**ORGM (Boumerdes, 2000) :** Livret des substances utiles non métalliques de l'Algérie p60.