

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Mouloud Mammeri TIZI OUZOU
Faculté des Sciences Biologiques et Agronomiques
Domaine des Sciences de la Terre et de l'Univers



Mémoire du projet de fin d'études
Pour l'obtention du diplôme
de Master

Spécialité : Géologie.
Option : Ressources Minérales et Environnement.

Sujet :

Système d'information géographique appliqué à la géologie et la
géologie de la feuille à 1/200 000 de Tizi Ouzou
(Région de la Grande Kabylie)

Encadré par:

ZEGHOUANE Hocine

Etudié par :

TELDJA Yasmine

Soutenu : Le 08/02 /2017, devant le jury composé de :

Mr. AMROUCHE. F	(MAA)/ (UMMTO)	Président
Mme. IZRI. D	(MAA)/ (UMMTO)	Examinatrice
Mme. YAHIAOUI. S	(MAA)/ (UMMTO)	Examinatrice
Mr. ZEGHOUANE. H	DOCTEUR (MC)/ (UMMTO)	Encadreur

2015/2016

Remerciements

« La demande est chaude, le merci est froid », si on en croit un célèbre proverbe allemand. Pour autant, Je tenterais tant que bien que mal de déroger à la règle, en exprimant une vive gratitude à toutes les Personnes qui ont permis à ce travail de se concrétiser et bien évidemment, à Dieu sans qui la présente réalisation n'aurait su voir le jour.

Ce travail est le fruit de sacrifices, de volonté et de patience. Il n'aura pu être réalisé sans l'intervention de nombreuses personnes à qui je tiens à exprimer ma reconnaissance.

*Mes remerciements s'adressent en premier lieu à Monsieur **ZEGHOUANE HOCINE** qui a proposé le thème de ce mémoire, je le remercie vivement pour les connaissances qui ma transmises, pour toutes les discussions et suggestions abordées dans les différentes étapes de ce mémoire, qui m'ont été d'un intérêt appréciable.*

*Il m'est agréable aussi de remercier profondément monsieur **AMROUCHE Farid** qui m'a fait l'honneur de présider le jury.*

*À madame **IZRI.D** je fais une révérence par laquelle je manifeste mes sentiments les plus chaleureux de gratitude pour avoir accepté de juger mon travail.*

*À madame **YAHYAOUI.S** je formule mes sentiments les plus sincères pour le temps consacré à me lire et examiner mon travail.*

Mes remerciements vont également à tous mes chers professeurs par qui j'ai été entourée durant tout ce cursus, de m'avoir fait profiter de leur expérience scientifique et pour les précieux enseignements et conseils qu'ils nous ont prodigués tout au long de notre scolarité.

*Il m'est également très agréable de remercier mes amies pour l'aide et leur soutien qu'elles m'ont apportés : **LILIA** et **MANEL**.*

À toutes ces bonnes gens je fais une révérence pour leur exprimer ma gratitude et mon dévouement.

Merci !

Dédicace

*Avec un énorme plaisir, un cœur ouvert et une immense joie, que je dédie
ce mémoire à:*

*Mon cher père qui fut depuis toujours le guide de souveraineté, de
l'éducation et l'affection paternelle dans laquelle j'ai baigné dans toute
sécurité.*

*Ma gentille mère qui en complément de sa moitié a toujours existé dans
mes pensées, mon cœur par les petits soins et conseils infinis qui m'ont
sans cesse accompagné et ont éclairé le chemin que j'ai parcouru jusqu'à ce
jour.*

*À mes adorables frères : Fatah, Hakim, Moussa et à mes bonnes
conseillères sœurs Hayat et Khadîdja.*

À mes beaux-frères : Kamel et Djamel.

À ma belle-sœur Atika pour tous ses encouragements.

À mes nièces : Aya, Douaa, Bouchra, Anfele, Rîmes et Besma.

À toute ma grande famille.

À tous mes amis.

À tous ceux et celles dont les noms n'ont pu être cités

Yasmine

Résumé :

Depuis l'avènement de l'outil informatique, les Systèmes d'Informations Géographiques (SIG) sont devenus de nos jours un outil puissant et incontournable d'analyse.

Dans le présent mémoire, on se propose de réaliser un SIG géologique et minier de la feuille au 1/200 000 de Tizi Ouzou. Le travail consiste à extraire et mettre sous forme de couches d'informations vectorielles l'ensemble des entités géologiques et géologiques (lithologie, magmatisme, tectonique et minéralisations) afin de mieux appréhender et comprendre la répartition des minéralisations de la région étudiée.

Le SIG obtenue représente une nouvelle forme de données numériques, susceptibles d'être mises à jour, améliorées et enrichies, ce qui permettra une meilleure gestion de ses richesses géologiques de la région d'étude.

Mots Clés : systèmes d'information géographique (SIG), géologie, géologie, grande Kabylie, Tizi Ouzou.

Summary:

Since the advent of the informatics tool, The Geographic Information Systems (GIS) have become today a powerful and unavoidable tool for analysis.

This Graduation Note proposed to realizing a geological and mining SIG applied to the sheet 1/200 000 of Tizi Ouzou this work consists in extracting and Put in form of vector information layers all of geological and geological entities (lithology, magmatism, tectonic and mineralization) in order to better comprehend and understanding the distribution of mineralization of the study area.

The resulting GIS represent a new form of digital data, apt to be updated improved and enriched, which will permit better management of its geological richness's of the study area.

Key words: Geographical Information System (GIS), geology, Géology, Great Kabylia, Tizi Ouzou.

Sommaire

<i>Remerciements</i>	<i>í</i>
<i>Dédicace</i>	<i>íí</i>
<i>Résumé</i>	<i>ííí</i>
<i>Sommaire</i>	<i>ív</i>
<i>Liste des figures</i>	<i>νííí</i>
<i>Liste des tableaux</i>	<i>íx</i>

INTRODUCTION GENERALE

1.	Introduction générale.....	1
2.	Situation géographique de la région d'étude.....	2
3.	Objectifs du travail et méthodologie.....	2

CHAPITRE I : CONTEXTE GEOLOGIQUE REGIONALE

1.	Introduction.....	6
2.	Les domaines structuraux du nord de l'Algérie.....	8
2.1.	Les zones internes.....	8
2.1.1.	Le socle Kabyle.....	8
2.1.2.	La dorsale kabyle ou chaîne calcaire.....	8
2.1.2.1.	La dorsale interne.....	9
2.1.2.2.	La Dorsale médiane.....	9
2.1.2.3.	La Dorsale externe.....	9
2.2.	Les zones des flysch.....	11
2.2.1.	Les flyschs maurétaniennes.....	11

2.2.2.	Les flysch massyliennes.....	12
2.2.3.	Les flyschs Numidiennes.....	12
2.3.	Domaine externe.....	13
2.3.1.	Les nappes ultra-telliennes.....	13
2.3.2.	Les nappes telliennes.....	13
2.3.3.	Les nappes péni-telliennes.....	13
3.	Evolution géotectonique des Maghrebides.....	14

CHAPITRE II : GEOLOGIE DE LA REGION D'ETUDE

1.	Introduction.....	18
2.	Géologie de la région d'étude.....	18
2.1.	Domaine interne.....	19
2.2.	Domaine des flysch.....	19
2.3.	Parautochtone des Babors.....	19
2.4.	Domaine tellien.....	19
3.	Stratigraphie.....	22
4.	Magmatisme.....	26
4.1.	Complexe effusif.....	26
4.2.	Complexe intrusif.....	28
4.2.1.	Le complexe magmatique paléozoïque.....	28
4.1.2.	Le complexe magmatique tertiaire.....	29
5.	Tectonique.....	30
6.	Métamorphisme.....	34
6.1.	Le métamorphisme général.....	34
6.1.1.	Le métamorphisme cata zonal.....	34
6.1.2.	Le métamorphisme meso-zonal.....	35
6.1.3.	Le métamorphisme épizonal.....	35

6.2. Le métamorphisme de contact.....	35
6.3. Le métamorphisme blasto-mylonitique.....	35
6.4. L'Age du métamorphisme.....	36
6.4.1. Les arguments sédimentaires.....	36
6.4.2. Les arguments radio métriques.....	36
7. Minéralisation.....	37
7.1. Introduction.....	37
7.2. Minéralisations utiles.....	37
7.3. Substances utiles.....	40
7.3.1. Pierres de construction.....	41
7.3.2. Matériaux de construction.....	41
7.3.3. Matière à usage industriel.....	41

CHAPITRE III : ELABORATION DU SIG TIZI OUZOU

1. Notions générales sur le SIG.....	44
1.1. Introduction	44
1.2. Definition	44
1.3. Les composants principaux d'un SIG	45
1.4. Fonctionnalités des SIG.....	46
1.5. L'information géographique.....	47
1.5.1. Le mode VECTEUR	48
1.5.2. Le mode RASTER	49
1.6. La construction des SIG.....	50
1.7. SIG sous Arcgis.....	51
1.7.1 Définition du logiciel ArcGis.....	51
1.7.2. Présentation du logiciel ArcGis10.....	51

2.	Elaboration du SIG Tizi Ouzou.....	53
2.1.	Introduction	53
2.2.	Les outils	53
2.3.	Système de projection	54
2.4.	Les étapes.....	54
2.5.	Application à la feuille de Tizi Ouzou	54
2.5.1	Le géoréférencement.....	54
2.5.2.	Digitalisation.....	58
2.5.2.1.	Le recueil des données.....	59
2.5.2.2.	La saisie des informations	59
3.	Définition des différents thèmes (couches)	63
3.1.	Information surfacique (polygone)	64
3.2.	Information linéaire (polyligne)	68
3.3.	Information ponctuelle :	68
3.3.1.	Minéraux utiles	69
3.3.2.	substances utiles.....	70
4.	Conclusion	72

CONCLUSIONS GENERALES ET RECOMMANDATIONS

Conclusions générales et recommandations.....	73
Références bibliographiques.....	75
Annexe	81

Liste des figures :

Figure.1 : Localisation géographique de la feuille de Tizi Ouzou à 1/200 000.....	3
Figure.2 : Principaux éléments structuraux du Nord de l'Algérie (R. BRACENE, 2002.....	7
Figure.3 : Position des différents domaines de la chaîne des Maghrébides.....	10
Figure.4 : Position des nappes de flysch par rapport aux unités de la chaîne des Maghrébides (d'après Bouillin, 1986).....	11
Figure.5: Coupe géologique schématisant les relations structurales et sédimentaires entre le Nérétique et les Sellaoua (Chadi et al. 1999).....	14
Figure.6: Schéma structural simplifié de la feuille de Tizi Ouzou à 1/500 000 (A.Seba.2006. Rapport finale sur les résultats des travaux de cartographie géologique du socle Kabyle et sa couverture sédimentaire, feuille de Tizi Ouzou à l'échelle 1/200 000).....	21
Figure.7 : Colonne litho-stratigraphique générale de la feuille de Tizi Ouzou à 1/200 000(A.Seba.2006. Rapport finale sur les résultats des travaux de cartographie géologique du socle Kabyle et sa couverture sédimentaire, feuille de Tizi Ouzou à l'échelle 1/200 000).....	25
Figure.8 : Données et réalités – les SIG.....	45
Figure.9 : Taille et dimension de la représentation de la donnée.....	46
Figure.10 Types de données géographiques : Vecteur versus Raster.....	48
Figure.11 : Un exemple de données vectorielles extraites du SIG.....	49
Figure.12 : Exemple de quelques données Raster (a : image satellitaire, b : image scannée, c : ortho photo aérienne).....	50
Figure.13 : Présentation de l'application : ArcMap.....	52
Figure.14: Présentation de l'application : ArcCatalog.....	52
Figure.15 : Présentation de l'application : ArcToolbox.....	53
Figure.16 : Indications sur les projections de la carte JPG.....	55

Figure.17 : Ajouter les données XY et choix de la projection.....	56
Figure.18 : Géoréférencement de la carte géologique.....	58
Figure.19 : De la carte vers l'image vecteur.....	59
Figure.20 : Vectorisation.....	60
Figure.21 : Création d'une couche dans ArcMap.....	61
Figure.22 : Ajouter un champ attributaire dans ArcMap.....	62
Figure.23 : Quaternaire vectorisé.....	64
Figure.24 : Les nappes de flyschs vectorisées.....	65
Figure.25 : La dorsale Kabyle vectorisé.....	65
Figure.26 : Le socle Kabyle vectorisé.....	66
Figure.27 : Les formations post-nappes vectorisées.....	66
Figure.28 : Vectorisation de l'information « Magmatisme ».....	67
Figure.29 : Vectorisation de l'information surfacique.....	67
Figure.30 : Vectorisation de l'information structurale	68
Figure.31 : Les minéralisations de la feuille de Tizi Ouzou à 1/200 000.....	70
Figure.32 : Substances utiles de la feuille de Tizi Ouzou à 1/200 000.....	71

Liste des tableaux :

Tableau.1 : Les principaux évènements géodynamiques dans le nord de l'Algérie (extrait de Bracene et al, sous presse).....	16
Tableau.2 : Tableau récapitulatif des gîtes des minéraux utiles.....	40
Tableau.3 : Tableau récapitulatif des gîtes des substances utiles.....	42
Tableau.4 : les coordonnées UTM des points utilisées pour le calage de la carte géologique.....	55

1. Introduction générale :

L'inventaire minéral d'une région donnée est devenu une nécessité absolue pour le développement du pays. La grande Kabylie par sa localisation géographique constitue un foyer important des minéraux utiles, mais la vérité frappante pour ceux qui s'intéressent à ce domaine est le manque de cartes décrivant les richesses minières qui permettent une gestion efficace de ce patrimoine.

Le présent mémoire propose de contribuer à la mise en valeur des sites du patrimoine géologique de la grande Kabylie, et l'objectif final visé dans cette étude, est la réalisation d'un SIG appliqué à la géologie et la géologie de la région qui servira dans la production et l'actualisation des cartes géologiques des substances utiles, la chose qui permettra de mettre le point sur l'importance et la richesse des substances, ainsi qu'elle fournit un outil précieux de surveillance et de gestion.

En effet, cette étude constitue un guide sur les potentialités régionales en minéraux utiles et d'autre part comme une documentation de base pour le lancement de nouveaux projets. Elle constitue un facteur déterminant au développement durable.

Comme on est dans un monde numérique, où l'information doit être rapidement et facilement disponible, la mise en place d'une application informatique qui répond à ces critères est indispensable, ce qui constitue l'objectif de notre travail sur l'application du système d'information géographique à la géologie et la géologie de la feuille de Tizi Ouzou à 1/200 000, on a conçu une collecte d'informations géologiques qu'on a ensuite transposé sur un support informatique.

La tâche devait répondre à deux impératifs :

- Fournir un cadre uniforme d'étude des substances minérales.
- Détailler les observations géologiques de manière telle qu'elles soient facilement manipulables par l'informatique.

Le présent mémoire est constitué principalement de cinq chapitres essentiels:

- Le premier chapitre est réservé à des généralités sur la région d'étude (situation géographique)
- Dans le deuxième chapitre on a exposé le contexte géologique régional.
- Le chapitre III a été réservé à la description géologique ainsi que les occurrences minérales de la feuille au 1/200.000 de Tizi Ouzou.

- Dans le quatrième chapitre qui est destiné exclusivement aux SIG, nous avons tout d'abord exposé la partie théorique puis à l'élaboration du SIG Tizi Ouzou.
- La dernière partie est consacrée aux résultats et conclusions.

2. Situation géographique de la région d'étude :

La région d'étude, est délimitée au Nord par la mer Méditerranée, comptant trois petites agglomérations portuaires : Dellys, Tigzirt et Azzefoun, à l'Ouest par la dépression formée par l'oued Sahel, et au Sud/Sud-Est par la chaîne du Djurdjura, culminant à 2 308 m, au sommet de Lalla Khedidja. La « capitale » régionale étant Tizi-Ouzou.

Les coordonnées géographiques de la commune au point central de son chef-lieu sont de l'ordre de 36° 43' 00" Nord et 4° 03' 00" Est, respectivement (**Fig.1**).

3. Objectifs du travail et méthodologie :

Objectifs du travail :

L'objectif de ce travail consiste à réaliser un SIG géologique et minière appliqué à la feuille 1/200 000 de Tizi Ouzou, à fin de localiser et caractériser les informations géologiques et gîtologique de la région d'étude, et les insérer dans un système qui permettra une représentation d'une façon objectif et rapide qui est le SIG. Ce dernier est pour une connaissance continuellement mise à jour des ressources minérales.

C'est dans le cadre de cette nouvelle «SIG» que la représentation des informations géologiques et gîtologique de la feuille de Tizi Ouzou à 1/200 000 (grande Kabylie) a fait l'objet d'application de méthodes d'analyse des données. Ces techniques qu'on utilise dans cette étude permettent le passage d'une information ponctuelle et brute à une information traitée et numérisée.

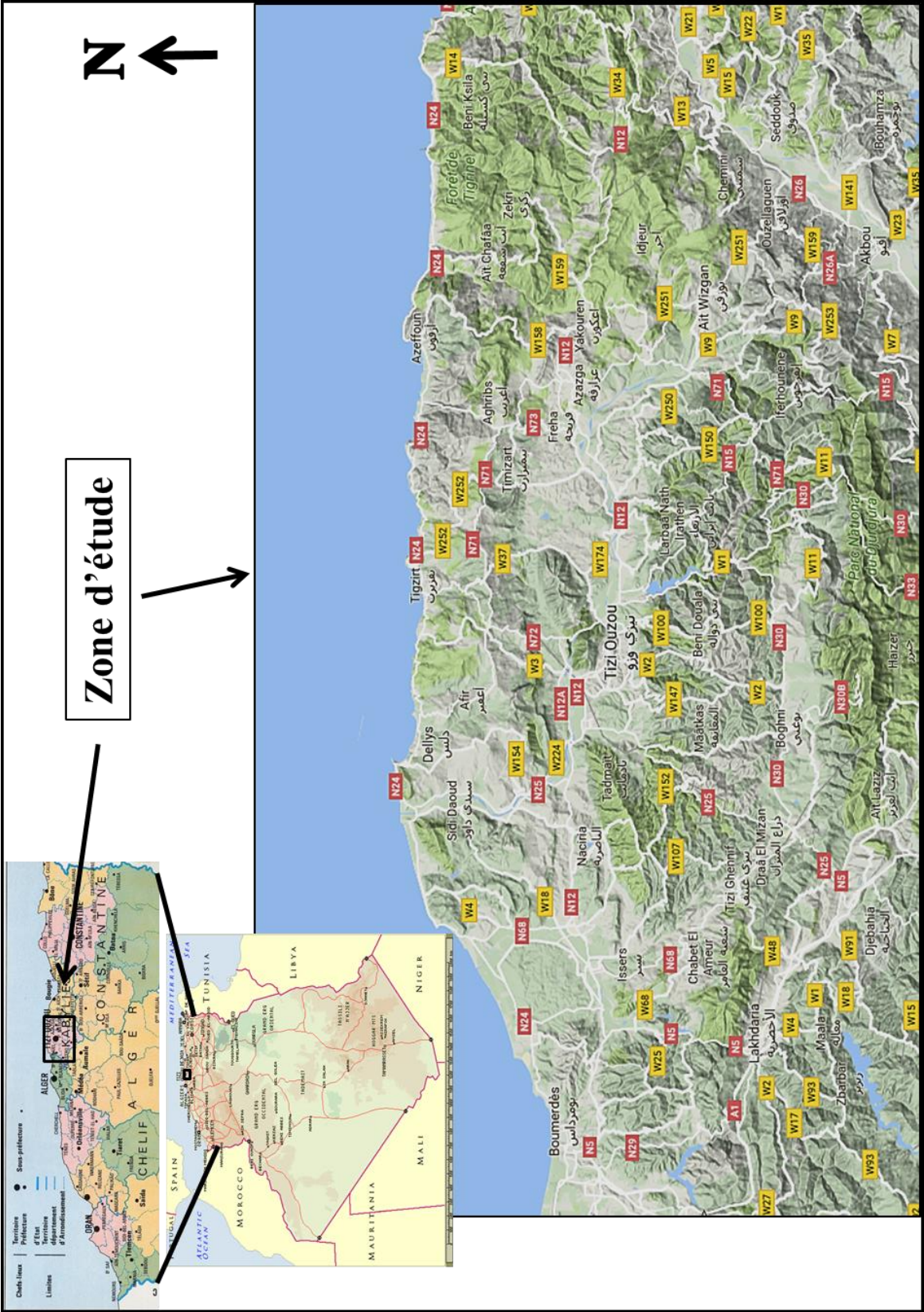


Fig.1 : Localisation géographique de la feuille de Tizi Ouzou à 1/200 000.

Méthodologie :

Cette étude consiste en une approche et une compréhension de la distribution spatiale et l'application de SIG à la géologie et les ressources minérales de la feuille 1/200 000 de Tizi Ouzou.

Cette approche a été réalisée par l'intégration de différentes méthodes permettant de comprendre et de reconnaître les caractéristiques de la géologie et de la gîtologie de la feuille de Tizi Ouzou à 1/200 000 (grande Kabylie) en passant par deux étapes :

Collecte et consultation de la documentation en utilisant les données suivantes :

- Livres publié sur internet.
- Des rapports inventaire des minéraux utiles sur la région de Tizi Ouzou (archives de l'ORGM « Office National de Recherche Géologique et Minière »).
- Des mémoires de master.
- Des thèses de doctorat.
- Des revues publiées sur internet.
- Carte géologique à 1/200 000 de la feuille de Tizi Ouzou.

La réalisation des cartes géologique, tectoniques, et de la minéralisation à travers le logiciel ArcGis.

*CHAPITRE I :
CONTEXTE
GÉOLOGIQUE
REGIONAL*

1. Introduction:

Le Nord de l'Algérie est constitué de reliefs jeunes, modelés au cours du Tertiaire par les mouvements alpins. Il est délimité au sud, par l'Atlas saharien (chaîne alpine) et au centre, par des plates-formes (Meseta oranaise à l'Ouest et môle d'Aïn Regada à l'Est). Dans cette partie septentrionale, l'Atlas tellien (Jurassique à Miocène) est une zone complexe constituée de nappes mises en place au Miocène inférieur. Des bassins néogènes tardifs, comme le Chélif et le Hodna, se sont installés sur ces nappes. Le plateau continental est réduit ; les dépôts tertiaires et quaternaires (1 000 à 3 500m) reposant sur un socle métamorphique.

La chaîne des Maghrébides fait partie de l'orogène alpin péri-méditerranéen (Durand-Delga, 1969) d'âge Tertiaire qui s'étend de l'Ouest à l'Est sur 2000 km depuis l'Espagne du Sud à l'arc calabro-sicilien. Dans ce domaine en forme d'anneau très aplati, on distingue clairement les zones internes, situées à l'intérieur de l'anneau et représentées aujourd'hui par différents massifs, dispersés le long de la côte méditerranéenne et les zones externes situées à sa périphérie. Le domaine de la chaîne des Maghrébides a connu des phases de déformations méso-cénozoïques aboutissant à la mise en place de nappes de charriages. C'est le domaine des nappes ou domaine allochtone (**Fig.2**).

L'étude Géologique qui fait l'objet de ce travail portant la région de la Grande Kabylie située dans le nord de l'Algérie et à l'est d'Alger. Elle est entourée de plaines littorales à l'ouest et à l'est, au nord par la Méditerranée et au sud par les Hauts Plateaux. Bordée par la mer entre Boudouaou à l'ouest et Cap Sigli à l'est. Elle comprend la Haute Kabylie, la Basse Kabylie et la Kabylie maritime.

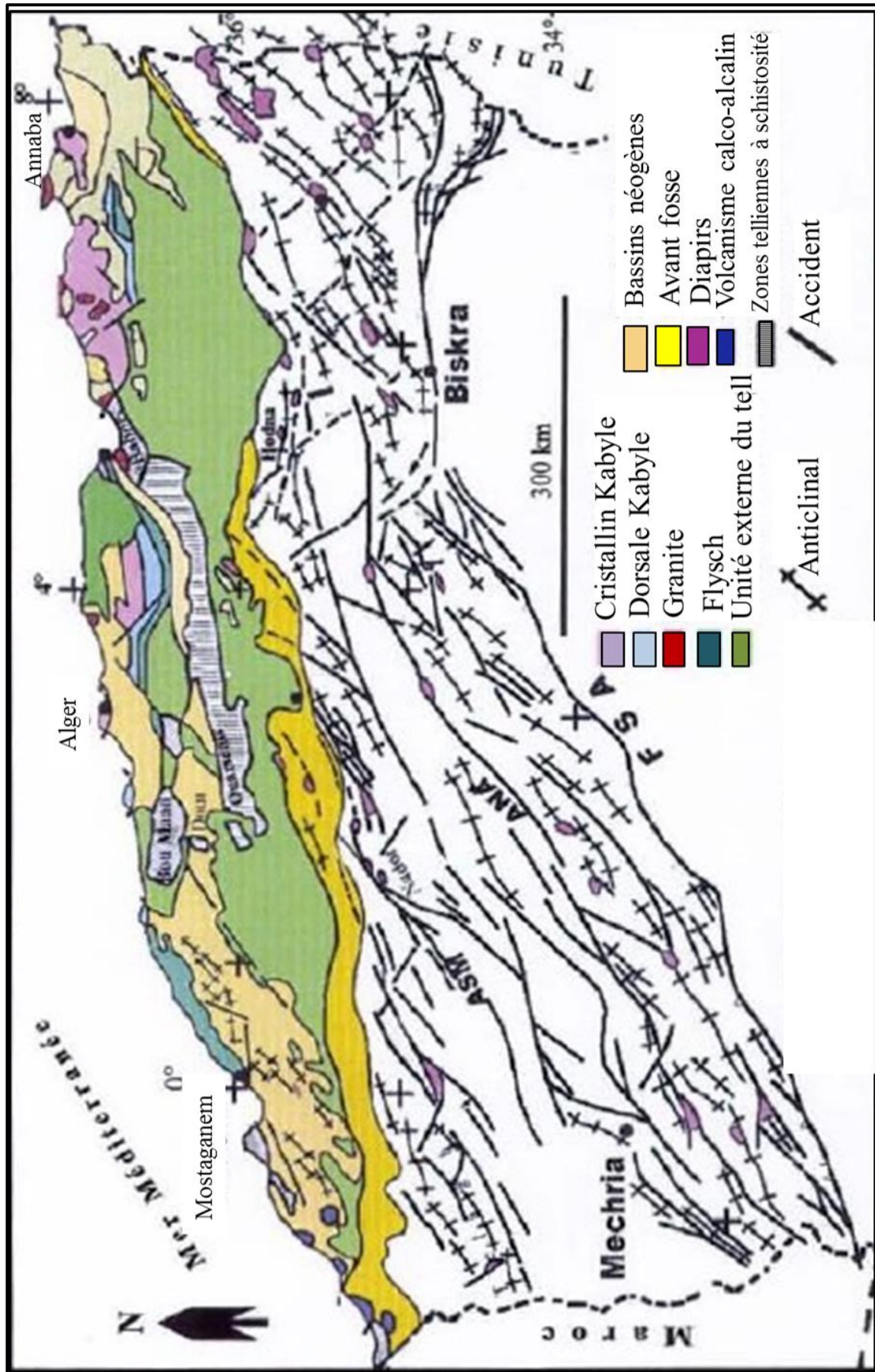


Fig.2 : Principaux éléments structuraux du Nord de l'Algérie (R. BRACENE, 2002).

2. Les domaines structuraux du nord de l'Algérie :

Notre zone d'étude fait partie de la chaîne des Maghrébides de l'Algérie qui montre du Nord au Sud les domaines suivants: domaine interne, domaine des flyschs, et domaine externe.

2.1. Les zones internes:

Elle est représentée par les massifs anciens ou cristallins d'âge paléozoïque appelé socle Kabyle ou Kabylie, formés principalement de roches métamorphiques (gneiss, marbres, phyllades et amphibolites) bordés à leurs partie méridionale par les formations de couverture en écailles appelée chaîne calcaire ou la Dorsale Kabyle d'âge secondaire tertiaire (Durant Delga, M, 1967)

2.1.1. *Le socle Kabyle:*

On le rencontre dans deux séries d'affleurement : au Nord, les massifs de grandes et petites Kabylie et plus au Sud, le substratum de la Dorsale. Il comprendrait les termes suivants :

- Un ensemble crustal profond appartenant de quartzites, granulites (Bouillin et al ; 1976).
- Des gneiss présentant des intercalations de quartzites, d'amphibolites et des marbres.
- Des phyllades ayant subi un métamorphisme de basse pression avec une zone inférieure à Biotite et une zone supérieure à chlorite.
- Un ensemble essentiellement sédimentaire paléozoïque débutant au Cambrien (Baudelot et Géry ; 1979) et atteignant le Carbonifère.

2.1.2. *La dorsale kabyle ou chaîne calcaire :*

Elle a été étudiée en détail dans sa partie orientale par (J. F. Raoult 1974) et (J.M. Vila 1980). C'est une zone étroite et discontinue qui caractérise l'axe interne de l'orogène nord algérien subdivisée en trois unités. Du nord au sud, on distingue:

2.1.2.1. La dorsale interne:

La dorsale interne occupe une place importante dans l'évolution tectono-sédimentaire, elle est considérée comme une paléo-plateforme littorale kabyle. Elle est très souvent condensée et montre nettement du sud au nord un amincissement de ces séries ou lacunes.

Cette dorsale est caractérisée par une série transgressive sur le substratum paléozoïque :

- Elle débute par des microconglomérats du Permo-Trias;
- Un Trias supérieur et un lias basal à calcaire néritiques ;
- Des calcaires Néocomiens suivi par une lacune jusqu'au Sénonien supérieur ;
- Un Paléocène –Yprésien caractérisé formé de calcaires du Nummulitique.

2.1.2.2. La Dorsale médiane :

C'est la plus développée de la dorsale kabyle (Flandrin. J; 1952) et occupe une position centrale dans le dispositif structural du Djurdjura. Elle est particulièrement déformée et limitée au nord par le socle cristallin et les terrains primaires de la dorsale interne par l'intermédiaire d'une zone tectonique importante .Au sud elle chevauche les formations de la dorsale externe. Elle est caractérisée par les dépôts marneux à microfaunes d'âge turonien au lutétien inférieur et par une lacune de termes du crétacé moyen.

2.1.2.3. La Dorsale externe :

Elle est chevauchée par les formations de la dorsale médiane. Elle se caractérise par une série, du Crétacé à l'Eocène, détritique et lacuneuse avec un facies intermédiaire entre la dorsale interne et médiane.

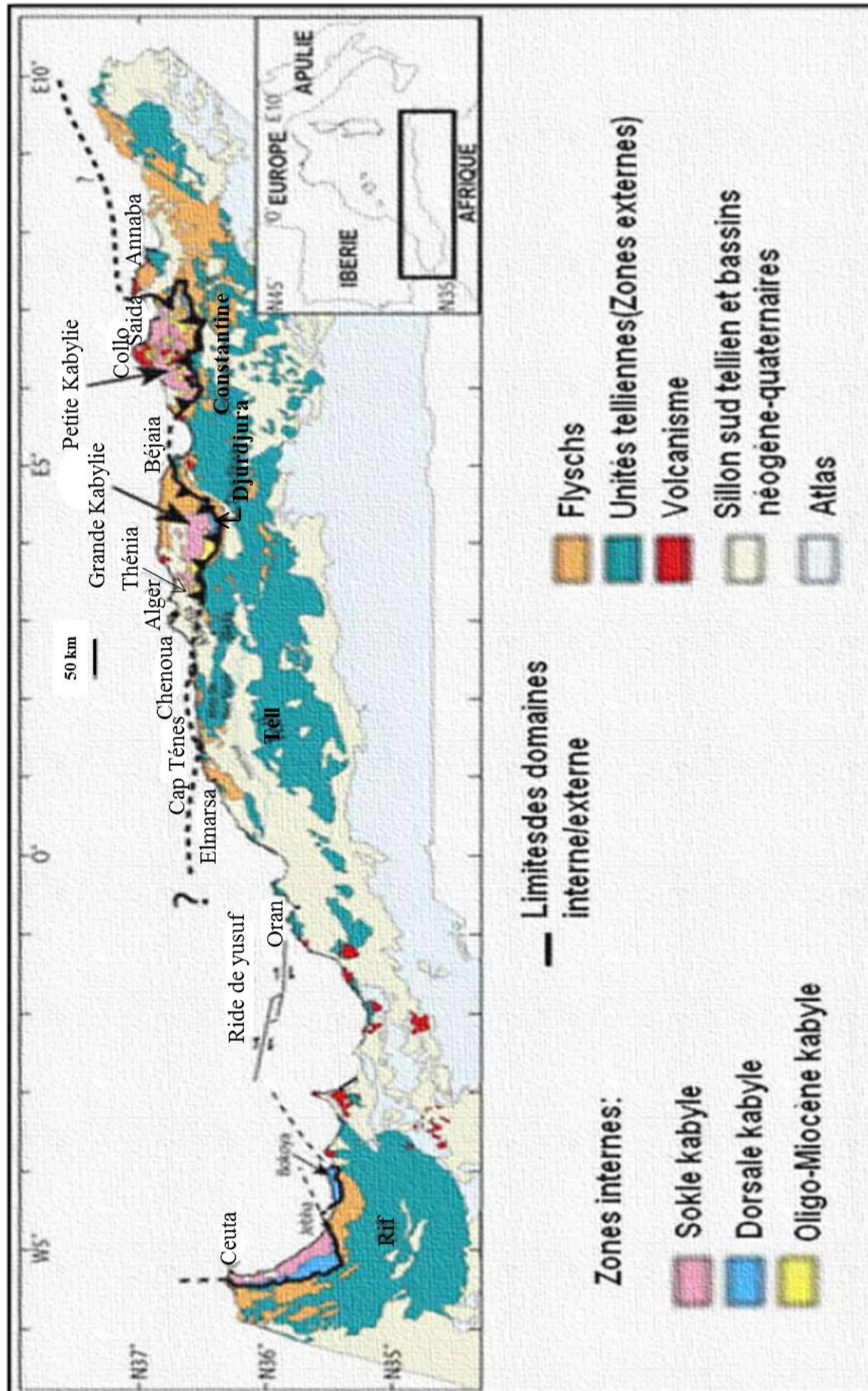


Fig.3 : Position des différentes unités géologiques des Maghrébides. (D'après Domzig, 2006)

2.2. Les zones des flysch :

La complexité structurale de la zone des flysch ainsi que la pauvreté de celle-ci en fossiles ont été pendant longtemps mal connus. J .F. Raoult (1969). Il correspond à un secteur marin profond de terme du jurassique moyen au Burdigalien. Wildi (1983).du nord au sud on distingue :

- Les flysch de type « Guerrouch » (Tithonique- Crétacé inférieur), ou flysch Maurétaniens.
- Les flysch «schisto-quartzeux », (flysch Albo-aptiens de Glangeaud, 1932), ou flysch Massylien.
- La nappe numidienne.

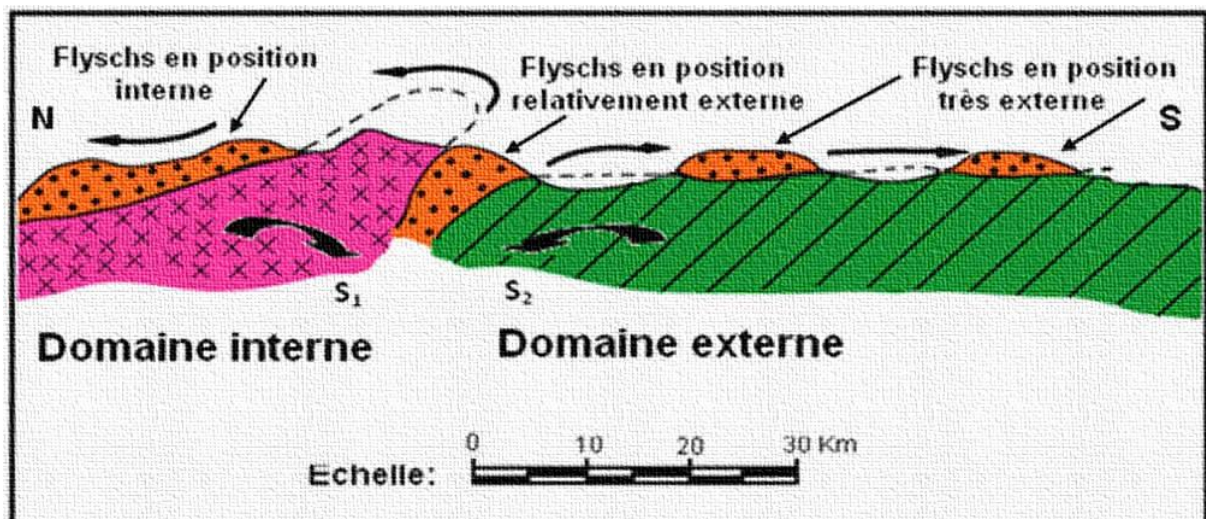


Fig.4 : Position des nappes de flysch par rapport aux unités de la chaîne des Maghrébides (d'après Bouillin, 1986).

2.2.1. Les flysch Maurétaniens :

Certaines séries sont affectées à un métamorphisme synschisteux. Dans ses séries médianes les plus typiques, de bas en haut, on peut apercevoir:

- Un complexe de base flyschoides à petits bancs de micrites du Tithonique - Néocomien.
- Un flysch argilo- gréseux qui atteint l'Albien moyen.
- Un Vracono-Cénomano-Turonien calcaire conglomératique ou micro conglomératique à bandes silicifiées blanches.

- Un Sénonien et un Paléocène- Eocène moyen argilo- conglomératiques avec, à l'Eocène et notamment au Lutétien, des niveaux bioclastiques à grands Foraminifères.

2.2.2. Les flysch Massyliennes :

Ce sont des formations allant du Crétacé inférieur au Lutétien.

- Débute par un flysch Crétacé inférieur argilo- quartzitique dont les bancs sont d'épaisseur décimétrique.
- Le Cénomaniens est constitué par des phthanites blanches et noires tout à fait typiques.
- Le Crétacé supérieur est caractérisé par des argiles alternant avec des microbrèches tendres en petits bancs. Les ensembles les plus méridionaux de ce flysch aient été associés à une série comportant du Néocomien calcaire à Ammonites (Vila, 1971 ; Bouillin, 1977).
- Paléocène marneux, Yprésien- Lutétien inférieur marno-calcaire clair ou blanc à bancs de silex et à petites intercalations bio- détritiques ou à petits galets, Lutétien a tendance siliceuse.

2.2.3. Les flysch Numidiennes :

La nappe Numidienne occupe la position structurale la plus élevée ; elle est charriée sur plusieurs unités telliennes. Elle est appliquée à une formation détritique montrant une alternance de puissantes masses gréseuses et d'assises pelitiques et argileuses. Elle constitue une nappe indépendante d'âge Oligocène supérieur à Miocène inférieur et recouvre indifféremment toutes les unités de cet édifice et comprend (Coiffait P.E. 1992) :

- Argiles « sous- numidiennes » vertes, rouges ou violacées, à rares bancs gréseux et à Tubotomaculum. (D'âge Oligocène moyen- supérieur).
- Grés numidiens (jusqu'à 2000m à l'Est) en bancs épais, à quartz roulés hétérogènes (Aquitaniens -Burdigaliens inférieurs).
- Des argiles et des marnes claires à silexite « supra-numidienne » (Burdigaliens inférieurs).

2.3. Domaine externe :

Le domaine externe ou domaine tellien (Duran-Delga, 1969 ; Vila, 1980 ; Bouillin, 1986) constitué par un ensemble de nappes allochtones pelliculaires constituées principalement de marnes d'âge Crétacé moyen à Néogène et qui ont été charriées sur une centaine de km vers le Sud. On distingue du Nord au Sud :

2.3.1. *Les nappes ultra-telliennes :*

Aux formations bathyales du Crétacé et de l'Eocène et une série plus détritique au Sénonien et à l'Eocène, ne sont connues que dans l'Est algérien et en Tunisie. Elles présentent des caractères proches de ceux du flysch massylien.

2.3.2. *Les nappes telliennes :*

Sensu-stricto 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.

2.3.3. *Les nappes péni-telliennes :*

Dont les séries néritiques du Crétacé à l'Oligocène sont carbonatées et marneuses. Les nappes péni-telliennes, définies dans l'Est algérien, présentent des caractères proches de ceux du néritique constantinois.

Dans le domaine externe existe des unités encore plus externes et d'allochtonie notable, mais moindre, structurées au Miocène moyen qu'on appelle séries de l'avant-pays allochtone ou tellien et se placent entre les nappes telliens au Nord et l'autochtone ou para-autochtone atlasique au Sud. On distingue ainsi d'ouest en est :

a. **L'ensemble allochtone sud-sétifien :**

(séries des Djebels Guergour, Anini, Zdimm, Youssef, Braou, Tnoutit, Sékirine, Tafourer, Agmérrouel, Zana, Azraouat, Hammam, Ain el Ahdjar, Koudiat Tella et série supérieure du Jebel Kalaoun) à matériel carbonaté et marneux du Jurassique au Miocène, et qui apparaît plus à l'Ouest dans la fenêtre des Azerou dans la région des Biban. Il se présente sous la forme d'un vaste empilement d'écailles limité par des accidents cisailant.

b. La « nappe néritique constantinoise », à matériel carbonaté épais et massif du Jurassique Crétacé.

c. plus au Sud, l'unité des « **écaïlles des Sellaoua** », dont le Crétacé possède des faciès de bassin.

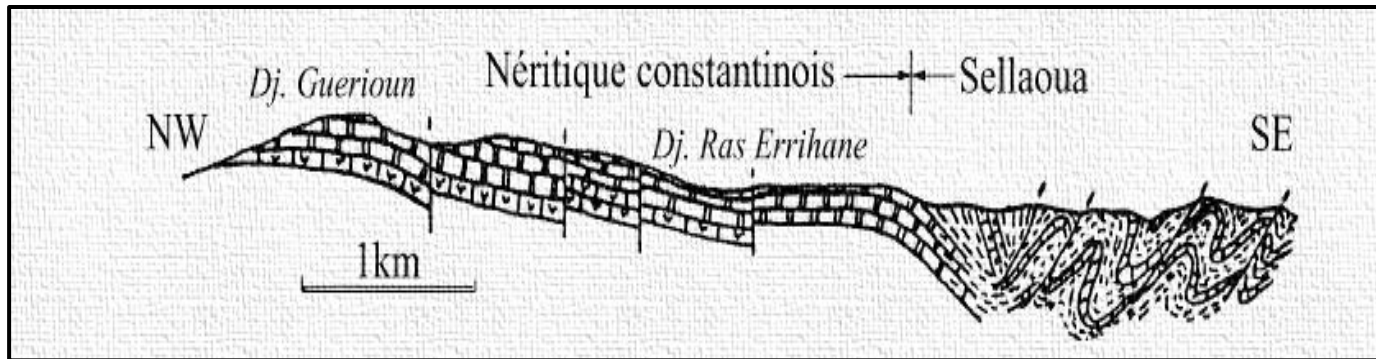


Fig.5: Coupe géologique schématique expliquant les relations structurales et sédimentaires entre le Néritique et les Sellaoua (Chadi et al. 1999).

3. Evolution géotectonique des maghrebides :

La formation des chaînes alpines méditerranéennes est liée à la rotation de l'Afrique par rapport à l'Eurasie. Cette rotation est une lente dérive des deux continents l'un vers l'autre.

Les stades initiaux de cette convergence, décelés dès le Jurassique inférieur, ne se sont clairement manifestés qu'à partir du Jurassique supérieur (150 Ma.) (Tapponier, 1977).

La tectonique est celle de la collision entre les deux plaques Africaine et Européenne.

La chaîne alpine algérienne, qui demeure adossée à la frange nord du bloc méridional, est née de cette collision. Il faut noter qu'au Tithonien-Néocomien, il y a eu individualisation du sillon des flyschs (Maurétanien et Massylien) entre la microplaque d'Alboran et la marge Nord-Africaine. (Durand Delga, 1981 et Fontboté, 1980).

Un deuxième stade qui est divisé en deux phases tectoniques successives, a détruit le dispositif paléogéographique mésozoïque mis en place par le premier stade, pour arriver à la structure actuelle.

La phase fini-lutétienne est une phase tectonique majeure qui marque le chevauchement de l'ensemble socle et couverture sur les flyschs maurétaniens et le début du chevauchement de cet ensemble vers les zones externes (Raoult, 1974). Elle correspond aussi à un début de collision entre les microcontinents des zones internes avec les masses continentales africaines et européennes « sous plaque Ibérique) et la formation de l'arc de Gibraltar embryonnaire.

La phase Oligo-Miocène est une importante phase de compression entraînant des chevauchements dans le domaine atlasique. A cette époque se mettent en place les nappes numidiennes ainsi que les Olistostromes kabyles avec des morceaux de flyschs et de nappes telliennes qui ont glissé vers le Nord par gravité.

(Durand Delga 1981) attribue ces événements à l'enfoncement de la bordure africaine sous les zones internes ; ce qui provoque la désarticulation de ces zones qui viennent chevaucher les zones externes.

Enfin, une tectonique plio-quaternaire avec des plissements à grand rayon de courbure, suivie de fracturation de direction E-W et NE-SW. Cette phase a un rôle très important dans l'apparition des intrusions magmatiques comme le cas des îles Habiba en Algérie et les îles de Galite en Tunisie.

Tab.1 : Les principaux évènements géodynamiques dans le nord de l'Algérie (extrait de Bracene et al, sous presse)

Age	Geodynamic events		Areas
		Phases	
Villafranchian	Convergence	Compression	South atlasic front (East)
Pliocene		Distension	Aures mountains
Tortonian		Compression	1-Chellif 2-Aures mountains and Tell
Early Miocene		Distension	Aures mountains
Oligocene			
Late Eocene		Compression	Saharan Atlas
Late Cretaceous Early Palaeocene			
Late Cretaceous	Post rifting (1)		
Middle Cretaceous		Distension	Aures mountains
Lower Cretaceous		Distension(2)	(1) -Saharan Atlas (2) Tell and Aures mountains
Malm		Diapiric events	(1)Western Saharan Atlas
Dogger			
Liassic	Rifting Pre-Rifting	Distension	Saharan Atlas Telagh, Aurès mountains
Triassic		Distension	

CHAPITRE II :
GEOLOGIE DE LA
REGION D'ETUDE

1. Introduction :

La feuille 1/200 000 de Tizi Ouzou possède des potentialités minières importantes, et très riche du point de vue métallogénies; L'Office de Recherche Géologique et Minière (**ORG**M) a révélé grâce à une étude élaborée en **2006**, l'existence d'indices et gites découverts, Certaines de ces substances utiles forment des prospects bien connus, après avoir été évalués sur le plan économique. Afin de valoriser cette richesse plusieurs carrières ont été créées et ont été identifiées sur toute l'étendue du territoire, au cours de différentes campagnes de prospection minière en phases stratégique et tactique, et de levés géologiques. Ces travaux ont été effectués par l'**ORG**M, les Partenaires au développement et les investisseurs privés.

2. géologie de la région d'étude :

La feuille au 1/200.000 de Tizi Ouzou constitue un des éléments des zones internes de la chaîne des Maghrébides (D.Delga 1980), est connue pour sa diversité géologique et très complexe; elle est limitée au sud par les formations métamorphiques de Grande Kabylie qui forment trois grands ensembles : le massif de Beloua et Aissa Mimoun, le massif de Sidi Ali BouNab et le massif de grande Kabylie. Au Nord par les terrains sédimentaires constitués par le miocène inférieur, oligomiocène marin suivi du crétacé inférieur et crétacé supérieur marin. A l'Est et au Nord-est, par les grès quartzitiques du Numidien. Au centre, une vaste zone déprimée correspond au synclinal de Tizi-Ouzou où sont venus s'empiler les séries tendre de l'Eocène « post-nappe ». La mise en place de tout cet édifice a été conditionnée par une tectonique très complexe dont l'orogénèse alpine a joué un rôle important dans son achèvement. Tout cet ensemble paraît comme une micro plaque tectonique dite de « grande Kabylie », dont le contact Sud est matérialisé par un contact tectonique anormal chevauchant situé juste après la chaîne calcaire qui poinçonne les zones externes (NAAK.M).

Sur le plan structural, le territoire de la feuille de Tizi-Ouzou au 1/200 000 comprend trois (03) domaines distincts (**Fig.6**) :

2.1. Domaine interne : Celui-ci englobe :

- Le socle kabyle cristallophyllien avec sa couverture paléozoïque.
- La dorsale kabyle (D.Delga, 1969) ou la chaîne calcaire (Glangeaud 1932) avec sa couverture molassique cénozoïque.

2.2. Domaine des flyschs : Celui-ci comprend les formations suivantes:

- Les flyschs massyliens (Raoult 1969) d'âge crétacé (albo-aptien puis cénomanien- turonien).
- Les flyschs maurétaniens (Gelard 1969) d'âge allant du crétacé (Bériasien- aptien) à l'Eocène-oligocène.
- Les flyschs numidiens d'âge oligocène-aquitain. Ces derniers constituent, structuralement la nappe la plus élevée de l'édifice alpin. Il s'agit de formations sédimentaires allochtones constituées à la base, essentiellement d'une alternance argilo-gréseuse surmontée de bancs métriques de grès quartzeux caractéristiques.

Les séries mixtes, sont intermédiaires entre les séries types massyliennes et maurétaniennes, correspondant à la partie axiale d'un sillon de flysch en position externe. Sur le territoire de la feuille de Tizi-Ouzou, il a été établi l'existence des flysch mixtes d'Ahfir-Azzefoun d'âge cénomanien-sénonien et lutétien-stampien et du Haut Sebaou-Azazga.

2.3. Parautochtone des babor :

Les formations de cette unité apparaissent très timidement dans la partie Est de la feuille. Elles constituent la partie terminale Ouest de la structure du break Djebel Aghbalou - Gouraya. Structuralement, ces formations sont attribuées au para-autochtone des Babor en position septentrionale, représentées essentiellement par les dépôts carbonatés du jurassique.

2.4. Domaine tellien :

Les formations du domaine tellien constituent l'un des éléments de la zone externe qui est représenté par les terrains du secondaire et tertiaire découpés en grandes unités allochtones (D.Delga 1969). Ces dernières sont définies en nappes epi-

telliennes, méso-telliennes et infra-telliennes correspondant aux dépôts telliens mio-géosynclinaux ; transgressifs au front méridional sur les séries carbonatées des hauts plateaux.

Dans les limites du territoire de la feuille de Tizi-Ouzou au 1/200 000, ces formations apparaissent dans l'angle Sud-Est en un empilement de nappes pelliculaires constituées de terrains argilo-gypsifères du trias, de terrains carbonatés du jurassique et de formations du crétacé-éocène de nature argilo-marneuse à passées carbonatées. L'ensemble est attribué au complexe Baborien charrié sur le para-autochtone des Bibans dans sa position méridionale. Par ailleurs, les formations telliennes affleurent dans la région de Lakhdaria en position occidentale dans la zone de leur poinçonnement par la micro plaque de grande Kabylie.

Dans la région de Dellys, les formations telliennes sont observées sous forme de nappes écaillées d'âge coniacien-maëstrichtien et lutétien constituées de marnes schisteuses noires et de calcaires jaunes. En dehors des formations sus-citées et ayant un attribut structural bien défini, le schéma cartographique se complète par la présence d'autres formations géologiques qui sont peu ou non touchées par la tectonique alpine telles que:

- Les formations de l'oligo-miocène kabyle gisant en discordance angulaire sur le socle.
- Les formations resédimentées et olistostromes résultant de la resédimentation d'un matériel plus ou moins homogène, provenant de la désagrégation des roches génératrices et dans lesquelles se trouvent emballées des olistolites, généralement de même nature.

Sur le territoire de la feuille de Tizi-Ouzou, on distingue deux (02) formations de ce type affleurant dans la zone septentrionale ; il s'agit des formations dites à argiles à blocs:

- De l'Oligocène : Elles sont constituées de grès et d'argiles ;
- Du Turonien - Sénonien : Elles sont caractérisées par un matériel argilo-calcaire microlitique.

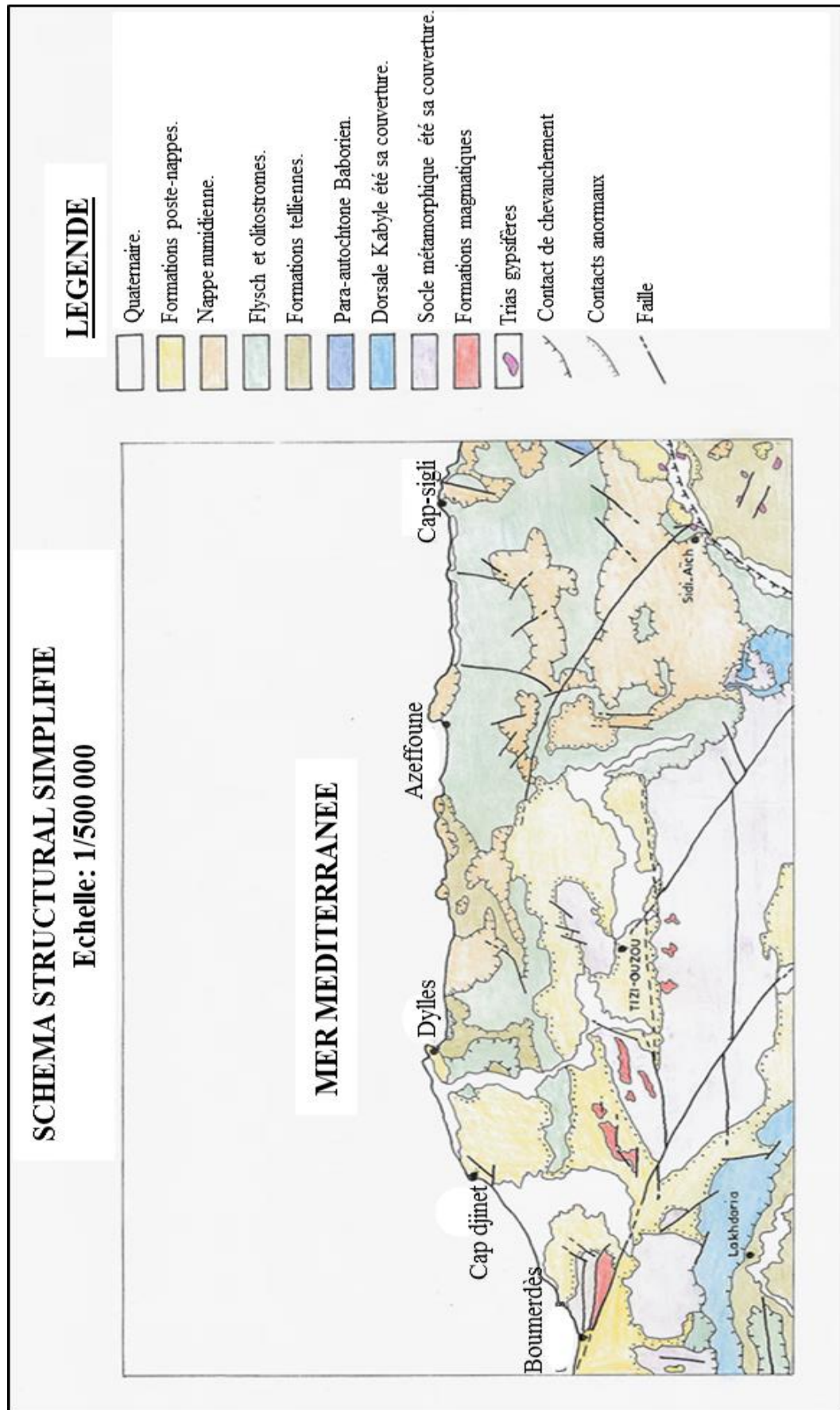


Fig.6 : Schéma structural simplifié de la feuille de Tizi Ouzou à 1/500 000 (A.Seba.2006. Rapport final sur les résultats des travaux de cartographie géologique du socle Kabyle et sa couverture sédimentaire, feuille de Tizi Ouzou à l'échelle 1/200 000).

3. Stratigraphie :

- *Quaternaire*

Sur le territoire de la feuille de Tizi-Ouzou au 1/200 000, les formations du quaternaires sont assez répandues. Ils sont subdivisés en :

- **Quaternaire récent (q_2) :**

Il est représenté par les sables et graviers des plages actuelles, les alluvions des lits d'oueds contemporains, les dépôts limoneux des vallées et des loupes de glissements ainsi que les éboulis de pentes.

- **Quaternaire ancien (q_1) :**

Il est représenté par un matériel détritique alluvionnaire des anciennes terrasses fluviales et du cordon littoral et est constitué de galets, cailloux et sables limoneux consolidés et du matériel des cônes de déjection anciens à éléments peu roulés, mélangés à des limons et des produits diluviaux et colluviaux des dépôts de pente anciens.

- *Formations post-nappes*

Les formations post-nappes constituent les sédiments du cénozoïque de nature terrigène argilo-carbonatée et les faciès volcanogènes inter-stratifiés. Elles sont caractérisées par des coulées de laves, tufs et tuffites. Du point de vue lithologique, on distingue les sédiments miocènes (Burdigalien à Serravalien) qui sont représentés par des faciès néritiques et continentaux (dépôts grossiers laguno-continentaux), des marnes et marno-calcaires, des grès à grains grossiers et des conglomérats à éléments resédimentés du socle.

- *Formations Olistostromes resédimentées*

Ce type de roches correspondrait probablement aux formations synchro-nappes résultant d'une accumulation d'un matériel détritique au cours même du mouvement des nappes, ces formations sont constituées d'une matrice argileuse et d'olistolites resédimentées dont, on distingue deux types, et ce, en rapport avec leurs formations génératrices respectives à savoir; les produits olistostromiques d'âge oligocène, provenant des flyschs numériseurs, et ceux d'âge turonien-sénonien provenant des flyschs mixtes.

- *L'oligo-miocène kabyle (OMK) :*

Sur le territoire de la feuille de Tizi-Ouzou, l'OMK est de nature conglomératique, est composé d'éléments remaniés du socle tels que des galets de schiste, de marbre (cipolin) et en proportions plus abondantes de gneiss oeilé, des quartzites, et par des calcaires récifaux.

- *Le domaine des flyschs*

Il est caractérisé par des formations allochtones édifiées en un empilement de nappes pelliculaires reposant en discordance très accusée sur leur substratum. Dans la région de la grande Kabylie, elles sont classiquement subdivisées en trois principaux types (Maurétaniens, Massylien et Numidien).

- *Domaine tellien*

Les terrains du domaine tellien sont édifiés en une structure allochtone, constituée d'un empilement de nappes attribué au complexe Baborien, dans sa partie la plus septentrionale.

Les formations géologiques de ce domaine occupent, plus particulièrement, l'angle Sud-Est du territoire de la feuille de Tizi-Ouzou au 1/200 000.

Par ailleurs, les formations telliennes apparaissent sous forme de nappes pelliculaires, représentées à la base par des dépôts triasiques. Puis, viennent les formations carbonatées du jurassique et celles du crétacé. Enfin, et au sommet, on trouve les dépôts de l'éocène (Lutétien) en discordance caractérisée des dépôts argileux-marneux.

- *Parautochtone des Babors*

Cette unité constitue la partie terminale Ouest du Djebel Aghbalou (Toudja) apparaissant à la limite Est de la feuille. Elle est représentée par des formations jurassiques où on distingue de bas en haut :

- **Jurassique supérieur (J_3^B)** : représenté par une alternance de couche de calcaires et des marno-calcaires.
- **Jurassique inférieur (J_1^B)** : représenté par des calcaires et des dolomies.

- *La dorsale kabyle et sa couverture molassique*

Les formations de la dorsale kabyle (D.Delga, 1969) ou chaîne calcaire (Glangeaud, 1932) sont constituées de terrains allant du Permo-Trias au Jurassique transgressifs et discordants sur le paléozoïque. Les unités de la dorsale montrent une liaison

stratigraphique certaine avec la molasse post à syn-orogénique (Flandrin 1952), phase précoce pyrénéo provençale ou finie lutétienne (Raoult 1974 in NAAK 1988). Ce complexe molassique détritique est souvent représenté par des faciès très grossiers en bancs décimétriques à métriques (voire plus) et des brèches ou conglomérats à éléments provenant du substratum immédiat (le socle, la dorsale, le paléozoïque...) constituant la couverture de la dorsale kabyle.

- **Le socle métamorphique**

Il est composé de matériel cristallophyllien et de terrains paléozoïques ; (Bossière, 1980) l'interpréta comme socle gneissique ancien avec une série schisteuse épi métamorphique comme couverture, alors que (Gani, 1988) avança l'idée d'une structure écaillée ou nappes cristallines. Notons que la série gneissique représente le 1/5ème de la surface qu'occupe la série schisteuse (Bossière 1980).

Les roches métamorphiques du socle cristallophyllien forment les édifices des massifs de Larbaâ N'Aït Irathen, Djemaa N'Saharidj, Béni Douala, Oued Ksari et Timezrit (Draa El Mizan) caractérisés, partiellement par des noyaux gneissiques. A la périphérie de ces derniers apparaissent les terrains schisteux comme dans la région de Béni-Yenni de même qu'au djebel Belloua, AïssaMimoun, Bouarous et à Larbaatache où ces formations constituent des îlots isolés.

Sur le plan stratigraphique, le socle métamorphique se subdivise en deux (02) séries :

- **La série supérieure d'âge méso à néoprotérozoïque (M-N) P :** Deux formations peuvent y être distinguées : Schistes et phyllades, Schistes micacés, Les calcaires cristallins (cipolins),
- **La série inférieure d'âge paléo protérozoïque (PP):** Cette série comprend de haut en bas : Calcaires cristallins, Amphibolites, Micaschistes, Gneiss oeillés, Granulites.

- **Le complexe magmatique**

Sur le territoire de la feuille de Tizi-Ouzou au 1/200 000, on connaît deux (02) complexes magmatiques chronologiquement distincts ; Il s'agit du complexe ancien attribué à l'hercynien et celui du tertiaire lié à la phase orogénique alpine (A.Duplan, L.Glangeaud). Les variétés de roches attribuées au magmatisme ancien sont les granites hercyniens et les corps de pegmatites ayant une affinité très exprimée avec les roches congénères.

Chapitre II : Géologie de la région d'étude

COLONNES LITHO-STRATIGRAPHIQUES

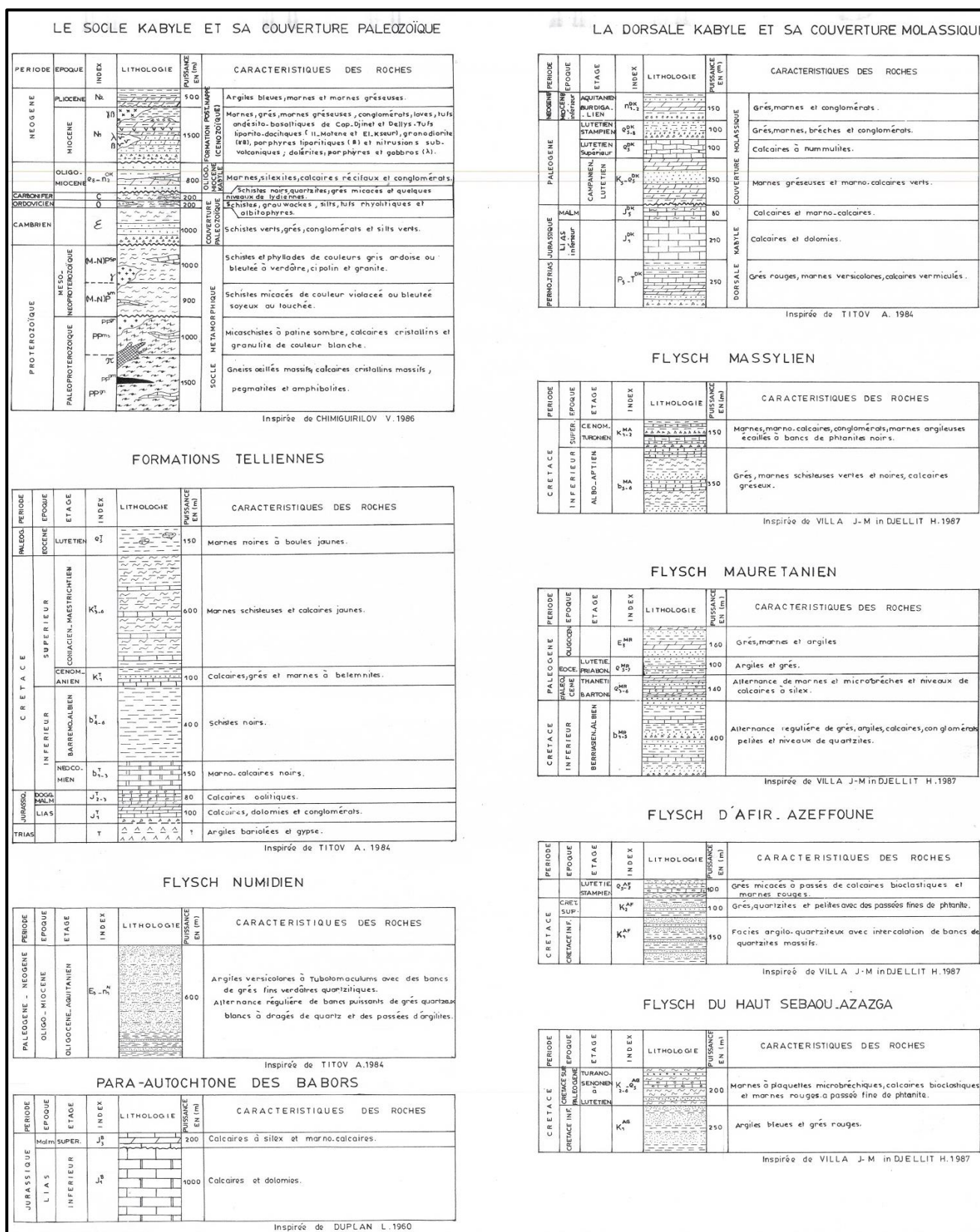


Fig.7 : Colonne litho-stratigraphique générale de la feuille de Tizi Ouzou à 1/200 000 (A.Seba.2006.

Rapport finale sur les résultats des travaux de cartographie géologique du socle Kabyle et sa couverture sédimentaire, feuille de Tizi Ouzou à l'échelle 1/200 000).

4. Magmatisme :

L'activité magmatique survenue entre le Miocène inférieur (Burdigalien) et le Miocène moyen (au Langhien), avec mise en place des complexes volcano-plutoniques à tendance calco-alcaline (Cap de fer Edough, Cap Bougaroun, El Aouana, Oued Amizour, M'Sirda, etc.) représentés par au moins 14 boutonnières le long du littoral Méditerranéen.

Pendant longtemps, les phases majeures alpines ayant été placées dans l'Eocène, ce magmatisme a été considéré comme franchement post-tectonique. Les travaux modernes ont confirmé que le magmatisme littoral est effectivement lié aux distensions post-phases tectoniques, mais, dans la mesure où il y a plusieurs phases tectoniques, la question n'est plus aussi simple et il est apparu nécessaire, en préalable à sa réinterprétation dynamique, de resituer ce magmatisme dans un cadre chronologique, tectonique et paléogéographique alpin à jour et assuré.

4.1. Complexe effusif :

Sur le territoire de la feuille de Tizi-Ouzou au 1/200 000, l'activité volcanique s'est manifestement exprimée dans deux secteurs différents; le secteur occidental et oriental qui se rattachent respectivement, au complexe volcanique de Cap Djinet et, en partie, au complexe volcanique de Oued Amizour (Bejaia).

Dans l'ensemble, les formations volcaniques qui se sont mises en place s'attribuent à l'activité volcanique miocène qu'a connu le littoral algérien au cours de l'orogénèse alpine, et dans la période allant du burdigalien jusqu'à l'helvétien supérieur-serravalien. Les formations volcaniques de Cap Djinet se sont mises en place dans un bassin sédimentaire en discordance sur les unités septentrionales telliennes durant la période allant du burdigalien au Serravalien. Ces formations se caractérisent par des volcanites qui se distribuent en deux ensembles distincts :

- Une série supérieure andésitique se présentant en lambeaux de coulées associés à des brèches mono-géniques.
- Une série inférieure basaltique compacte, associée à des produits pyroclastiques, des coulées et des intrusions de basaltes.

La majorité de ces roches possèdent des caractères minéralogiques typiquement calco-alcalins (riche en phénocristaux, forte basicité et zonage accusé des plagioclases

et présence d'olivine associée au clino-pyroxène dont la variation de la teneur en fer est faible).

La série inférieure est composée de basaltes fins (plagioclase basique, olivine magnésienne, clino-pyroxène de type augite, magnétite), de basaltes porphyriques à augite calcique d'affinité alcaline, de basaltes doléritiques à augite sub-calcique et pigeonite.

La série supérieure est constituée d'andésites basiques (plagioclase, augite, olivine, magnétite et biotite). Ces laves sont chimiquement représentées par des basaltes alumineux (sous saturés) et par des andésites basiques. Elles appartiennent à une calco-alcaline de type marge continentale et s'inscrivent dans l'évolution de la province « kabyle » du littoral Est algérien.

La répartition des éléments en traces (Ba, Sr, Ni, Co, Cr, V) confirme le caractère calco-alcalin mais révèle des affinités Tholéitiques. L'étude du fractionnement de ces éléments démontre que les relations pétrographiques sont sous l'influence d'une ségrégation des minéraux ferromagnésiens et, probablement, du plagioclase.

L'étude géochimique apporte une contribution au problème de la genèse de ces roches :

- Les basaltes alumineux sous saturés seraient engendrés par une fusion fractionnée de la péridotite en présence d'eau et de CO₂, suivie d'un fractionnement par séparation de spinelle et d'olivine.
- Les basaltes alumineux saturés et les andésites basiques proviendraient de la fusion partielle des roches du manteau supérieur sous-jacent à une zone de subduction.

Le mode d'évolution et les conditions de cristallisation régissent le caractère calco-alcalin ou tholéitiques de ces roches. Dans le premier cas, la fusion, suivie d'un fractionnement de minéraux ferromagnésiens sous des conditions de pressions hydriques plus faibles, rend compte des affinités tholéitiques.

Les unités volcaniques de Cap Djinet sont abondamment zéolitisées. Les espèces inventoriées sont l'analcite, la natrolite, la scolésite, la stilbite et la thomsonite. La séquence de précipitation de ces minéraux dans les géodes implique une nucléation marginale de bulles de gaz, de patrimoine ionique potentialisé et une variation

saccadée de la teneur en eau en relation avec les propriétés physico-mécaniques de ces minéraux.

Les paras genèses zéolitiques relevées dans le massif de cap Djinet signalent une zonation alimétrique. Cette distribution, traduisant une évolution à l'échelle du massif, peut être considérée comme l'expression d'un métamorphisme progressif dans le faciès zéolite.

Dans le secteur oriental, les formations volcaniques se présentent sous forme de couches lenticulaires en tuffites et tufs dacito-andésitiques à tendance alcaline. Il en résulte que ces formations sont issues d'une accumulation de produits pyroclastiques projetés par le volcanisme de Oued Amizour qui se trouve à proximité des bassins sédimentaires.

Les volcanites mises en place gisent en concordance synchrone parmi les terrains du miocène à nature argilo-marneuse. Leurs affleurements sont visibles en amont de la rive gauche de l'oued Soummam ; situés plus précisément au lieu-dit Remila (Il-maten) et à El-Kseur.

4.2. Complexe intrusif :

En rapport avec la nature pétrographique des roches magmatiques mises en place sur le territoire de la feuille de Tizi-Ouzou à l'échelle 1/200 000, le magmatisme qui fût à l'origine de ces formations, se distingue chronologiquement en deux (02) complexes :

- Le complexe magmatique paléozoïque.
- Le complexe magmatique tertiaire.

4.2.1. *Le complexe magmatique paléozoïque :*

À ce complexe sont attribuées les roches intrusives d'origine profonde (S. Thiebault) et sont représentées par les massifs granitiques de Sidi Ali Bounab, Béni-Douala et Larbaâ N'Aït Irathen.

Généralement, il s'agit de granites leucocrates, parfois monzonitiques, assez répandus sous forme de massifs sub-isométriques, ou de forme circulaire, ou encore allongée en direction (Nord-Sud) dans les couloirs des accidents tectoniques. Ces intrusions sont encadrées dans les roches métamorphiques de la série gneissique ou se trouvent au contact entre les unités tectono-métamorphiques.

La composition minéralogique de ces roches se présente, généralement de la manière suivante : quartz, feldspath (orthose+microcline), plagioclase, muscovite, biotite et accessoirement de la calcite et du zircon et quelques minéraux opaques. L'âge absolu des granites paléozoïques de Sidi Ali Bounab, déterminé par la méthode radio métrique est estimé à 279 ± 8 Ma (Bossière).

4.1.2. Le complexe magmatique tertiaire :

Se trouve entièrement lié à la phase orogénique alpine qui a également favorisé la mise en place des faciès sub-intrusifs et intrusifs ainsi que les roches d'épanchement (éruptives) du complexe volcanique de cap Djinet.

Les faciès intrusifs sont localisés dans la structure de Bouarous (Thénia) et, à moindre degré, dans la région de Zrarka (Cap Djinet). Ils sont représentés, à Thénia par des massifs importants de granodiorites ayant une texture crypto cristalline moyennement grenue et de structure massive. Les roches de teinte grise à gris-verdâtre, sont constituées de quartz, plagioclase, biotite, amphibole, pyroxène et le chlorite.

A Zrarka (Cap Djinet), le faciès intrusif n'est exprimé que par des pointements de granodiorites similaires à celles de Thénia. Les termes sub-intrusifs sont exprimés par des gisements de roches d'origine semi-profonde (sub-volcaniques) sous forme de dykes, de necks, de sils et de petits massifs avec leurs apophyses.

Ce type de roches affleurent, notamment dans la structure volcanique de cap Djinet et dans la région de Thénia recoupant les formations sédimentaires ; elles sont représentées, respectivement par des gabbro-diabases et dolérites avec leurs termes effusifs (coulées de laves andésito-basaltiques) et/ou par des sils et dykes de porphyres liparitiques et liparito-dacitiques.

On connaît dans la région les indices de Bouarous, Sidi Harout (Au dans les pyroclastites métamorphisées autour du granite de Thénia), comprennent les minéralisations de : Cu, Zn, Sn, Pyrite, (As, W, Mo, Bi, Au, Hg). De type Filoniens et imprégnations des dykes. Encaissés dans des laves et pyroclastites andésitiques et Rhyo-Dacitiques.

5. Tectonique :

Le cadre tectonique de la région s'intègre dans la partie occidentale de la ceinture alpine méditerranéenne située sur le continent africain. Dans l'optique de la tectonique des plaques, la structure de la méditerranée occidentale est interprétée comme la structure limite entre les deux (02) plaques ; africaine et européenne.

La formation des chaînes ceinturant le méditerrané est due à l'ouverture de Téthys au cours du cénozoïque. Ainsi, il a été admis que les plaques en question se fendent et s'éloignent l'une de l'autre en donnant naissance à des fosses profondes de la mer actuelle d'Alboran dont le fond est à trois (03) kilomètres. A la place de cette mer, il y avait un micro-continent ou le bloc d'Alboran avec la croûte de type continental.

Du chevauchement de ce bloc du Nord vers le Sud, il en résulta, dans les limites de l'Algérie, la mise en place des anciens massifs magmatiques, métamorphiques et sédimentaires espacés. Ceux-ci (massifs de grande et petite Kabylie y compris la région d'Alger et le cap Chenoua, la saillie de Bouhatem, cap Bougaroun et le massif de l'Edough) sont interprétés comme étant des parties du bloc d'Alboran.

D'autre part, le chevauchement de ce bloc a engendré le chevauchement par les formations des nappes de flyschs de la partie septentrionale de l'Afrique en prenant l'allure allochtone avec une série de nappes complexes qui, dans la plupart des cas, cheminaient vers le Sud. Cependant, quelques retro-charriages ont eu lieu par le sous-chevauchement du craton en dessous du micro-continent (bloc Alboran) avec le glissement des nappes vers le Nord.

La tectonique du territoire de la feuille de Tizi-Ouzou à l'échelle 1/200 000 s'est édifiée en zones structuro-faciales très complexes en conformité avec les unités structurales qui la composent. Le socle du massif kabyle paraît être, nettement ressortie de la disposition en une zone elliptique sub-latitudinale. Cette zone s'étend de l'Ouest à l'Est, respectivement du massif de Sidi Ali Bounab jusqu'au flanc de la chaîne calcaire du massif de Chelatta. Par ailleurs, les roches du socle apparaissent en îlots isolés au Nord et à l'Ouest du pôle central. En l'occurrence, il s'agit du lambeau de Belloua-Aïssa Mimoun et du massif de Bouarous et Larbaâta.

Les séries métamorphiques sont formées par un système de plis représentant un anticlinorium. Ce dernier est débité en gros compartiments tectoniques bordés par des

failles de direction dominante sub-latitudinale et Nord-Ouest. Dans le massif de Larbaâ N'Aït Irathen, la direction des axes structuraux est, en gros, orientée Nord-Ouest.

Au niveau du massif de Sidi Ali Bounab, et de Belloua-Aïssa Mimoun, ces axes sont orientés vers le Nord-Est. Les angles de pendage des flancs de plis varient de 35 à 88°.

Au niveau de la chaîne calcaire, on distingue trois (03) zones structuro-faciales ; l'inférieur paléozoïque, le moyen mésozoïque et le supérieur cénozoïque. Les roches formant ces étages sont, intensément serrées en plis linéaires. Ces derniers sont plus accusés à Chelatta et dans un moindre degré au sein du massif d'Aghbalou (Toudja) au Nord-Est et dans les gorges de Lakhdaria (Ex-Palestro) à l'extrémité Ouest de la feuille.

Au niveau du Djurdjura, (S. Flandrin) a distingué quatre compartiments tectoniques;

- Septentrional.
- Aïzer.
- Tikjda-Aït-Ouabane.
- Tamgout-Azrou N'Thour.

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

L'orientation de la chaîne calcaire est, pratiquement sub-latitudinale, néanmoins au col de Chelatta, cette structure montre une torsion remarquable en direction Nord-Est pour réapparaître au Djebel Aghbalou à environ dix à douze (10-12) kilomètres après avoir été enfouie sous les dépôts des masses gréseuses numidiennes.

Les séries oligocènes et miocènes de la zone du haut fond berbère forment de larges plis, dont la forme est souvent arrondie, mais parfois, elles présentent des structures assez complexes qui s'expriment par des plis couchés dont les axes sont généralement de direction Nord-Ouest/Sud-Est avec un plongement faible Sud-Est ou sub-horizontal.

Les grès numidiens sont conservés en grande masse dans la partie Est de la feuille, alors qu'ailleurs ils ont été violemment arrachés par l'érosion ne laissant subsister que quelques îlots témoins éparpillés de manière aléatoire sur les surfaces d'argiles.

La zone des flyschs est, également édifiée en structure plissée avec des plis couchés, parfois renversés, dont les axes sont, généralement orientés Nord-Ouest/Sud-Est. En somme les structures plissées de la zone des flyschs sont déplacées par écailles vers le Sud.

La zone tellienne est représentée sur le territoire de la feuille par une série de structures en échelons formant la chaîne des Babors à l'angle Sud-Est de la feuille. Ces structures sont constituées de dépôts mésozoïques et édifiées en synclinal syn- forme de Timezrit (Sidi-Aïch). Cette zone englobe tout le système de plis et blocs qui se développent dans la série mésozoïque. Il semble que les sédiments triasiques forment l'étage structural inférieur, au sein duquel elles forment des structures en diapirs contrôlés par des failles orientées Nord-Est et moins souvent Nord-Ouest.

Les séries du jurassique et du crétacé constituent l'étage structural moyen. Les dépôts jurassiques bordent les flancs des synclinaux tandis que les dépôts crétacés occupent les coeurs des structures synclinales.

Les séries éocènes, peu fréquentes dans cette zone structuro-faciale, héritent du plan structural moyen mais leur plissement est plus modéré.

La structure tectonique de toutes ces zones structuro-faciales résulte, essentiellement de mouvements correspondants aux phases post-burdigaliennes du cycle alpin, alors que l'étape géosynclinale du développement du mio-géosynclinal fût achevée.

La tectonique disjonctive du territoire de la feuille de Tizi-Ouzou au 1/200 000 est, manifestement caractérisée par des failles profondes, voire crustales dites du premier ordre et des failles du deuxième ordre qui correspondent aux accidents récents.

Le socle cristallophyllien se présente sous forme d'un pâtre montagneux édifié en un horst délimité, au Nord et au Sud, par deux (02) failles profondes de direction sub-latitudinale. Ces accidents correspondent aux dépressions de l'oued Sebaou et l'oued Isser au Nord et à la dépression Boghni-Mechtras au sud, en constituant structuralement des demi-grabens.

Durant le miocène, ces deux (02) structures formaient, vraisemblablement des bassins sédimentaires en faveur de leurs transgressions par la mer, donnant ainsi lieu

à des estuaires peu profonds comme en témoignent la prépondérance des dépôts détritiques qui ont été accumulés.

Parmi les accidents disjonctifs les plus importants du premier ordre, on note la faille profonde de Larbaâ N'Aït Irathen de direction Nord-Ouest qui affecte l'ensemble des terrains métamorphiques et sédimentaires. Dans les zones métamorphiques, cet accident s'est exprimé, surtout par la mylonitisation des roches.

La faille, dite de Thénia, sub-parallèle à l'accident de Larbaâ N'Aït Irathen et, située plus au sud de celui-ci, délimite, surtout la structure de Bouarous au niveau de sa bordure méridionale et se prolonge en direction Sud-Est en affectant les terrains métamorphiques du massif de Timezrit pour buter, enfin, contre la structure en demi-graben de Boghni - Mechtras.

Par le jaillissement de deux (02) sources thermales, l'une au village Kiria et celle dite « Hammam Sillal » au village Tifra (wilaya de Bejaia), s'exprime toute l'ampleur de la tectonique disjonctive par le biais de la faille crustale d'orientation Nord-Ouest/Sud-Est qui a affecté les horizons profonds. En surface, cet accident est, manifestement marqué par la présence d'une bréchification intense au sein des terrains numidiens en formant des reliefs très escarpés.

Au niveau de l'angle Sud-Est de la feuille, la tectonique disjonctive profonde s'est exprimée par le sillon de la Soummam de direction Nord-Est/Sud-Ouest. Cet accident est sensiblement marqué par un rejet considérable (d'environ neuf cent mètres) et sépare le domaine des flyschs (numidiens) au Nord du domaine du Tell, au Sud, où le soulèvement de Timezrit est bien réel. Son alignement linéaire directionnel est matérialisé par des affleurements du faciès triasique.

Les failles du second ordre se manifestent, transversalement aux accidents de premier ordre de direction Nord-Ouest/Nord-Est et avaient servi à compartimenter le massif cristallophyllien et rendre les structures externes des unités structurales très complexes.

A l'extrémité Est de la chaîne calcaire, on observe un intense jeu de failles d'orientation Nord-Ouest et Nord-Est donnant au massif de Chellata une structure en fleurs, de même au niveau des gorges de Lakhdaria (Ex.Palestro) où les roches de la chaîne calcaire sont littéralement, morcelés par la tectonique cassante en définissant un relief très escarpé, compliqué par le phénomène karstique. De même, ce type de

tectonique est, ostensiblement remarquable au niveau des massifs calcaires de Timezrit et d'Aghbalou. Ceux-ci sont littéralement disloqués et compartimentés par des failles transversales dessinant des structures locales en horst-grabens.

6. Métamorphisme :

L'ensemble du massif de la grande Kabylie a été ultérieurement interprété par Thiebault, 1951 in G.Bossière, 1980 comme une série continue allant de gneiss profonds aux micaschistes supérieurs fossilifères ; le métamorphisme étant considéré hercynien.

A la suite de la découverte du silurien discordant sur les phyllades à Béni Afer par D.Delga (1955), le métamorphisme a été considéré par la plupart des auteurs comme calédonien. Quelques études géochronologiques de type Rb/Sr effectuées sur roches totales (D.Delga, 1969, 1994, et 1995) estiment l'âge à quelques trois cent quatre-vingt-dix et quatre cent quatre-vingt millions d'années (390-480 Ma) correspondant à la phase calédonienne et à trois cent millions d'années (300 Ma), âge qui correspondrait à la phase hercynienne, mettant ainsi en évidence l'existence de plusieurs stades de métamorphismes paléozoïques ayant précédé la discordance de Beni Afer.

A partir des assemblages minéralogiques, il apparaît que les différentes unités cristallophylliennes du socle de grande Kabylie présentaient trois (03) types de métamorphisme.

6.1. Le métamorphisme général :

Ce type de métamorphisme est rencontré à travers tout le socle où tous les différents ensembles de roches ont été soumis aux métamorphismes cata zonal, meso-zonal et/ou épi-zonal.

6.1.1. Le métamorphisme cata zonal :

Celui-ci s'est produit dans beaucoup de zones profondes où régnaient les conditions thermodynamiques élevées (H.P et H.T) ayant favorisé la formation des granulites dans les bandes blasto-mylonitiques, des amphibolites et, partiellement, des gneiss anatectiques.

6.1.2. Le métamorphisme meso-zonal :

Ce dernier a, particulièrement affecté les zones caractérisées par une température assez élevée et une basse pression ayant donné naissance aux gneiss, para gneiss, micaschistes et calcaires cristallins.

6.1.3. Le métamorphisme épizonal :

Celui-ci s'est produit dans les zones de faible pression température à faible gradient thermique à la limite de la série phyllitique (schistes et phyllades) avec la couverture paléozoïque, elle-même epimétamorphisée. D'après le géothermomètre de Hoinks, 1986, le métamorphisme général est caractérisé par une température de six cent quatorze plus ou moins quarante degré Celsius ($614 \pm 40^\circ\text{C}$) et une pression de $5,7 \pm 1\text{kb}$ et de $3.3 \pm 1\text{kb}$ d'après, respectivement, les géobaromètres de Ghent, 1976, Newton-Haselton, 1986 et Gani, 1988.

Ces résultats caractérisent un métamorphisme de haute température et de basse pression dans le faciès amphibolites avec une fusion partielle laquelle est suivie d'une rétro-morphose tardive et de l'apparition de l'andalousite à la suite d'une baisse des conditions de pression et de température. Cependant, la continuité entre les gneiss et les micaschistes (Loumi, 1989) d'une part, et d'autre part entre les micaschistes et les schistes satinés (Benkerrou, 1983) montre, en sus des différentes paragenèses, un métamorphisme prograde allant des schistes vert à l'amphibolite faciès.

6.2. Le métamorphisme de contact :

Celui-ci est à l'origine de la mise en place du granite de Sidi Ali Bounab et est caractérisé par une para genèse à andalousite + cordiérite + sillimanite + biotite dans la cornéenne localisée au contact granite-encaissant ou en enclave dans le granite.

6.3. Le métamorphisme blasto-mylonitique :

Il s'agit d'un métamorphisme de haute pression et haute température (Bossière, 1980) dont les différents paras genèses caractérisent la fin de l'amphibolite faciès.

Des analyses effectuées dans la zone à disthène - sillimanite sur le couple grenat-plagioclase ont donné une température de $712 \pm 50^\circ\text{C}$ et une pression de $12.88 \pm 1.17\text{kb}$ et sur le couple grenat-biotite ont donné des températures de l'ordre de 700°C (Aït

Si Slimane, 1987). L'étude du domaine de stabilité de la staurotide - quartz dans la zone à staurotide a donné une pression supérieure à 6 kb et une température de $640\pm 50^{\circ}\text{C}$ (Bossière, 1980). Ces données montrent que le métamorphisme blasto-mylonitique s'est effectué dans le faciès amphibolite à haute pression et à moyenne température.

6.4. L'Age du métamorphisme :

Sur la base d'arguments sédimentaires et radio métriques, un certain nombre d'auteurs (D.Delga, 1955 ; Bossière et Raymond, 1972 ; Baudelot et Gery, 1979 ; Peucat, 1983 ; Bouillin et al, 1984) considèrent que les âges des différents métamorphismes sont hercyniens et plus anciens (calédoniens).

6.4.1. Les arguments sédimentaires :

- Le Permo-Trias non métamorphique est discordant sur le paléozoïque (peu ou pas métamorphique) avec, à sa base, un conglomérat à éléments remaniés du socle (Bossière et Raymond, 1972 ; Tefiani, 1973 ; Raoult, 1974 ; Coutelle, 1979 ; D. Gelard, 1979 ; Bouillin et Parret, 1982).
- La présence de muscovites détritiques dans le Cambro Ordovicien de Dj.Aïssa Mimoun qui proviendraient des phyllades du socle (Bossière et al, 1979).
- Des terrains du cambrien supérieur, datés par des acritarches dans le massif de Aïssa Mimoun et reposant sur les phyllades de la série schisteuse (Baudelot et Gery, 1977). Le contact entre ces deux (02) formations est considéré par (Bossière, 1972) et Raymond (1974) comme une ancienne discordance, par contre, pour Caby et Saad Allah il serait d'origine tectonique.

6.4.2. Les arguments radio métriques :

Les résultats géochronologiques obtenus sur des roches des massifs d'Alger et de grande Kabylie ont été interprétés comme étant d'âge alpin (Monie et Al. 1982 et 1984), alors que (Bossière, 1985) a estimé l'âge des granites de Sidi Ali Bounab, par la méthode Rb/Sr sur les micas, à 271 ± 12 Ma, âge contemporain du fonctionnement d'une zone blasto-mylonitique de haute pression.

D'autre part, les datations radio- métriques sur zircon ont estimé l'âge des gneiss d'oued Ksari (Peucat, 1983) à 506 ± 3 Ma. Donc, des âges hercyniens et plus anciens

ont été révélés dans le socle de grande kabylie en fonction du faciès et de la méthode utilisée. Les âges éo-alpins et alpins révélés sur les micas (Caby, 1982 ; Monie et al. 1982 et 1984) ne représentent que des réchauffements liés à la tectonique alpine (Bossière et Peucat, 1986).

Dans l'état actuel des travaux, l'interprétation des données radio métriques et des observations sédimentaires ne permet pas d'émettre une hypothèse unique, néanmoins, on peut avancer que la structuration syn-métamorphique est soit d'âge hercynien, soit d'âge alpin, soit le résultat des deux (Bettahar, 1990).

7. Minéralisation:

7.1. Introduction :

Le caractère gîtologique du territoire de la feuille de Tizi-Ouzou à l'échelle 1/200 000 est représenté par une large gamme de substances minérales qui en fait l'un des territoires les plus perspectifs en la matière dans la région. Cette région a fait l'objet de nombreuses recherches géologiques et minières, à l'issue desquelles des gisements et indices de minéralisations de substances utiles métalliques et non métalliques ont été mis en évidence.

Ainsi les potentialités minérales de ce territoire, s'avèrent bien réelles, en rapport avec la complexité et la diversité de ses caractéristiques géo-structurales. Elle comporte un certain nombre de concentration des substances utiles non métalliques.

7.2. Minéralisations utiles :

Les massifs cristallins de la grande Kabylie affleurent le long de la côte méditerranéenne. Ils ont été le siège de lacune sédimentaires au trias et au secondaire, avec d'importantes manifestations magmatique de l'oligocène au pliocène et principalement au miocène.

Sur le territoire de la feuille de Tizi Ouzou, les minéralisations métallifères se subdivisent, généralement en métaux ferreux et non ferreux. Elles s'expriment par des gisements, indices et points de minéralisations et/ou par des anomalies géochimiques et minéralogiques de métaux ferreux et non-ferreux, dont on connaît les gisements et indices de fer, cuivre, plomb, zinc, mercure, antimoine, arsenic et baryte.

Selon l'espèce minérale du gisement ou de l'indice, on distingue les types suivants :

- 1) Ferrifères
- 2) Cuprifères
- 3) Cupro - polymétalliques
- 4) Plombo - zincifères
- 5) Plombo - barytique
- 6) Mercuriels
- 7) Antimoine
- 8) Arsenic
- 9) Barytiques

Ils sont répartis dans toutes les trois zones structuro faciales, mais la majorité des gisements sont concentrés dans la zone de la chaîne calcaire. La zone tellienne est classée en deuxième position compte tenu de son abondance en gisements et la zone de Haut fond Berbère, en troisième.

Les minéralisations polymétalliques sont identifiées avec :

- Les calcaires métamorphiques mis en place parmi les schistes cristallins (gneiss, micaschistes, marbres, pegmatites) du complexe supérieur du paléozoïque. Les minéralisations sont soit à Galène et Blende, soit à Barytine et Galène (Fe-magnétite-Ba-Pb, Sb, Au). Les corps sont dans la plupart des cas concordants avec leur encaissant. Six indices sont connus dans la région d'oued Sébaou : Oued Sébaou, Belloua, Djebel Aïssa Mimoun, Tala Bellout et Tinzar.
- Des zones de fracturation sont développées le long du chevauchement Kabyle, et dans les calcaires dolomitiques et dolomies de la plate-forme du Lias de la dorsale interne. Les minéralisations sont à Zn-Pb et sont répertoriées dans le massif du Djurdjura.

A l'intérieur des zones structuro faciales, la répartition des gisements et des indices est déterminée par de grandes failles.

Les structures contrôlant la minéralisation du Haut Fond Berbère appartiennent, topographiquement à la partie périphérique du massif central de grande Kabylie. Les structures semblables de la zone de chaîne calcaire sont les failles d'Ait Ouaban (dans le Djebel Djurdjura) et de Chorfa (près de la ville de Bejaia). Ces types de failles se retrouvent même dans la zone tellienne où elles sont très nombreuses.

Topographiquement, elles se rapportent aux anticlinaux. Les gisements et les indices se localisent, par excellence, dans les roches carbonatées et moins souvent dans les terrains silicates.

Du point de vue morphologique, les gîtes stratiformes sont propres aux roches du socle (Timizar - Bou Mahni - Bou Karaia - Ait Moussa), les gîtes stratiformes et les filons aux étages structuraux intermédiaires (Mahfouda, Trouna, Beni Segoual, Tizi Bou Ali Ighzer Ivoual) et seuls les étages supérieurs (Bou Kiama et d'autres) ne renferment que des gîtes purement filoniens.

La minéralisation métallifère correspondant aux types de gisements et indices est représentée par les associations para génétiques des principaux minéraux métallifères suivants :

- 1) Oligiste avec ou sans une faible addition de sulfures.
- 2) Chalcopyrite.
- 3) Chalcopyrite – galène- blende.
- 4) Galène- blende.
- 5) Baryte- galène- (blende moins importante).
- 6) Cinabre ou cinabre avec cuivre gris.
- 7) Antimoine.
- 8) Mispickel – pyrite - arsenic, parfois avec du cuivre gris).
- 9) Baryte.

On connaît les gisements de la dorsale calcaire à Ba, Pb, Fe (keddara) et zone des flyschs à filon de Cu-Pb-Zn

L'indice d'or de Boudouaou (veines et stockwerks) encaissés dans les formations à amphibolites, tourmaline, gneiss et schistes ; et les concentrations en magnétite encaissées dans la série à marbre- micaschiste-amphibolites de béni douala et à Ain ouder (nord de lakhdaria). Ci-après, le tableau des gîtes minéraux métalliques.

Tab.2 : Tableau récapitulatif des gîtes des minéraux utiles :

N° d'ordre	<i>Nature de la substance</i>	N° des indices et/ou points	<i>Nombre</i>
1	Fe	1, 2, 3	03
2	Cu	4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12	09
3	Pb	13, 14	02
4	Pb, Cu	15	01
5	Zn, Pb	16, 17, 19, 20, 21	05
6	Zn	18, 22	02
7	Mo, As	25	01
8	Mo	23, 24	02
9	Mo, As, Ag, Hg	26	01
10	Sn	27, 28	02
11	Hg	29	01
12	Au	30, 31, 32, 33, 34, 35, 36	07

7.3. Substances utiles :

Les gisements et indices de substances utiles non métalliques présentent une gamme assez riche et variée, dont certaines substances, en cours d'exploitation ont favorisé l'émergence et le développement de l'industrie extractive de la petite mine dans la région.

Parmi les substances les plus répandues, on connaît les gisements de calcaire, d'argiles, de grès et de grès quartzeux, de calcaires cristallins et cipolins, de pegmatites, de granodiorites, de basalto-andésites et de tufs. Ces substances trouvent un usage dans divers domaines d'utilisation tels que la production des matériaux de construction, céramique et produits rouges ainsi que le revêtement des routes.

Les agrégats sont extraits dans des carrières à ciel ouverte.

7.3.1. Pierres de construction :

Les roches pour agrégats peuvent, fournir une bonne matière première pour la production de ciment. Ils sont abondantes dans la région de la grande Kabylie, vu les massifs montagneux qui constituent une grande partie de sa surface.

Les agrégats sont abondent dans les formations Jurassiques, Crétacées et Paléogènes (Eocène) et aux formations du miocène post-nappe en position nord-Kabyle constituent le domaine des flyschs, chevauchant vers le sud le socle Kabyle qui lui appartient jusqu'aux zones internes.

Ces agrégats sont rencontrés dans des zones à structures plissées et affectées par de nombreuses failles.

7.3.2. Matériaux de construction :

La région compte les indices d'argiles aptes pour la production des produits rouges, ils sont localisés dans les terrains d'âge supérieur, Mio- Pliocène et Quaternaire. Affleurent sur le territoire des de Dellys, Tizi-Ouzou, d'Azzefoun et Azazga.

L'indice de Boussguen qui appartient à la formation du flysch numidien.

L'indice d'Azib El Kdim appartient aux formations du miocène post-nappe qui se sont déposés en bordure du bassin néogène du Sebaou. Tiachach de, Boussguen, Mekla, Azib El Kdim à Tizi-Ouzou.

7.3.3. Matière à usage industriel :

Les indices mis en évidence dans la région sont Moknéa, Tabourt Naït Degane, Aït Raouna, Tala Oulili de boughni, Djebel Azouza à azzefoune, ils sont considérés comme valables en verrerie. Ci-après, le tableau des gîtes des substances utiles non métalliques.

Chapitre II : Géologie de la région d'étude

Tab.3 : Tableau récapitulatif des gîtes des substances utiles :

N° d'ordre	Nature de la substance	N° des indices et/ou points	Domaine d'utilisation	Nombre
1	Barytine	1, 2, 3, 4, 5, 6	Industrie chimique	06
2	Calcaire jurassique	7, 10, 11	Agrégat & ciment	03
3	Calcaire dolomitique	8, 9, 12, 14, 15	Agrégat & pierre de taille	05
4	Calcaire maëstrichien	13	Agrégat	01
5	Dolomie	16	Agrégat	01
6	Calcaire cristallin (cipolin)	17,18 ,19	Poudre de marbre, pierre de taille	03
7	Grès quartzeux	20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 28, 29	Pierre de taille verrerie	09
8	Grès tendre	27, 30, 31	Production de sable	03
9	Argiles	32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40	Brique, tuile, céramique	09
10	Argile marneuse	41, 42, 43	Brique & tuile	03
11	Kaolin	44	Industrie chimique et céramique	01
12	Tuf	45, 46	Revêtement, céramique	02
13	Sable, sable gravier	47, 48, 49	Construction	03
14	Grès, gravillon conglomératique	50	Construction	01
15	Gypse	51, 52	Plâtre, agriculture	02
16	Grano-diorite	53	Agrégat, pierre de taille	01
17	Andésite-basalte	54	Agrégat, pierre de taille	01
18	Gneiss,ortho-gneiss	55, 56, 57, 58	pierre de taille	04
19	Pegmatite	59	Céramique	01
20	Zéolite	60	Domaine du froid	01

CHAPITRE III :
ELABORATION DU SIG
TIZI OUZOU

1. Notions générales sur le SIG :

1.1. Introduction :

Le SIG est un terme général qui se réfère à un certain nombre de technologies, de processus et de méthodes. Celles-ci sont étroitement liées à l'aménagement du territoire, la gestion des infrastructures et réseaux, le transport et la logistique, l'assurance, les télécommunications, l'ingénierie, la planification, l'éducation et la recherche, etc. C'est pour cette raison que les SIG sont à l'origine de nombreux services de géolocalisation basés sur l'analyse des données et leur visualisation.

Les SIG permettent également une mise en relation de données qui peuvent sur le papier sembler très éloignées.

Quelle que soit la façon d'identifier et de représenter les objets et événements qui illustrent notre environnement (coordonnées, latitude & longitude, adresse, altitude, temps, médias sociaux, etc.), les SIG permettent de réunir toutes ces dimensions autour d'un même référentiel, véritable colonne vertébrale du système d'information.

Cette caractéristique clé du SIG permet d'imaginer de nouvelles applications et de nouveaux débouchés en matière de recherche scientifique.

1.2. Définition :

Un système d'information géographique est un ensemble de logiciels intégrés, conçu pour être utilisé avec des données géographiques, qui comprennent à la fois les données spatiales et les données attributaires décrivant les caractéristiques géographiques, il effectue une gamme complète de fonction de base comprennent Le recueillement et le saisie (inputs), à partir de diverses sources, le Stockage et organisation, l'extraction, la transformation et l'affichage (Output) tous les types de données spatiales et géographiques. En plus d'une grande variété de procédés descriptifs et analytiques, de cela en peut dire que Le concept de base des SIG décrit à la fois l'emplacement, la distribution spatiale et la relation entre les deux (QihaoWeng, 2010).

Les applications liées aux SIG sont des outils qui permettent aux utilisateurs de modifier et d'éditer des données à travers des cartes et d'y répondre cartographiquement.

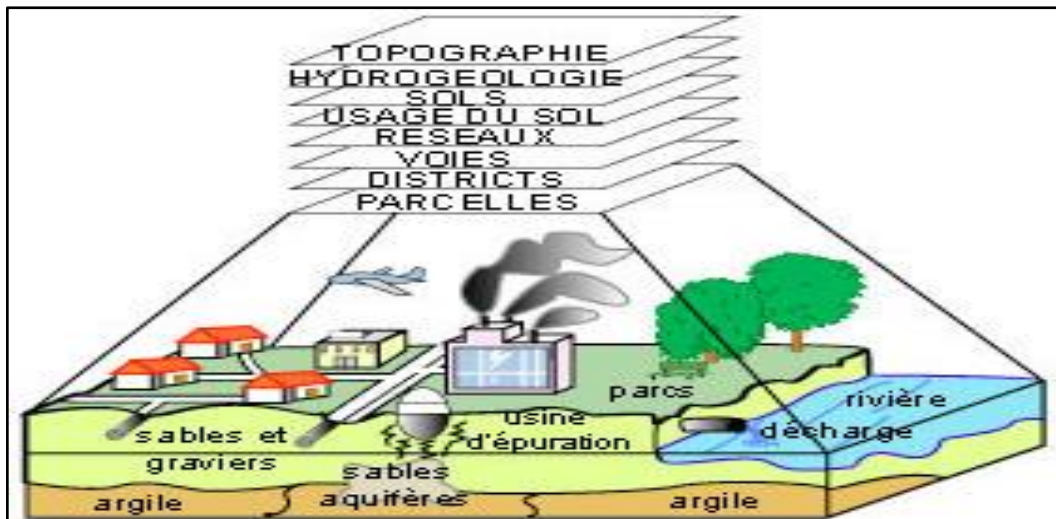


Fig.8 : Données et réalités – les SIG

1.3. Les composants principaux d'un SIG :

Un Système d'Information Géographique est constitué de 5 principaux composants :

- 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...

- Logiciels :

Les logiciels de SIG offrent les outils et les fonctions pour stocker, analyser et afficher toutes les informations (ex : ArcGIS, Map info, Idrisi, AutocadMap...).

- Données :

Les données sont les composants les plus intéressantes du SIG :

- **Données géographiques** : Peuvent être soit importées à partir de fichier soit saisies par un opérateur. Elles possèdent deux composantes :

- Les données géométriques : reviennent à la forme et à la localisation des objets ou phénomènes.
- Les données graphiques : reviennent aux paramètres d'affichage des objets (types de traits, traits, couleurs, épaisseurs,...)

- **Données attributaires** : Sont les données associées à un objet ou une localisation géographique, soit pour décrire un objet géographique, soit pour localiser des informations (non d'une route, type d'un bâtiment localisé par son adresse, nombre

d'habitants d'un quartier, débit d'une cour d'eau, la lithologie,...). Les données attributaires sont reliées à la géométrie de l'objet.

- **Métadonnées** : Sont des données associées (date d'acquisition, nom du prioritaire, méthodes d'acquisition, les limites d'utilisation... etc.).

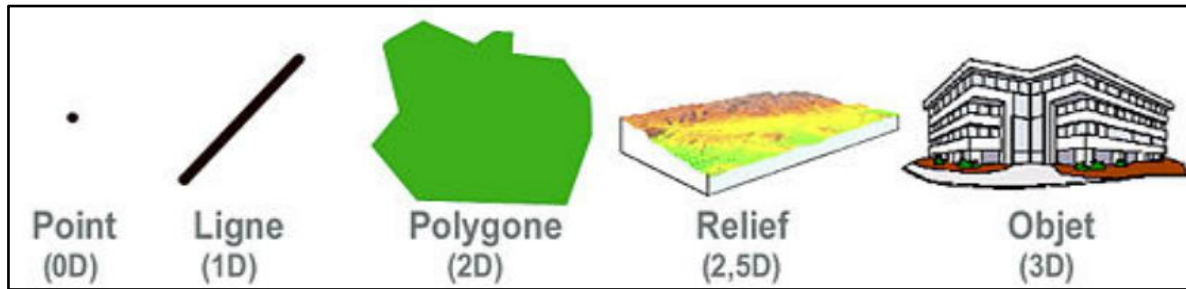


Fig.9 : Taille et dimension de la représentation de la donnée.

- Utilisateurs :

Un SIG étant avant tout un outil, c'est son utilisation grâce aux utilisateurs qualifiés, qui permet son exploitation. Comme tous les utilisateurs de systèmes d'information géographique ne sont pas forcément des spécialistes, un tel système propose une série de boîtes à outils que l'utilisateur assemble pour réaliser son projet. La mise en œuvre et l'exploitation d'un SIG doit respecter certaines règles et procédures propres à chaque discipline.

- Les méthodes :

Les méthodes de travail englobent les processus d'utilisation du SIG mais également les méthodes de mise à jour des données géographiques et alphanumériques.

1.4. Fonctionnalités des SIG:

La gamme de fonctionnalités couramment associés à des SIG en tant que technologie est:

- La saisie de données :

Les fonctions de saisie de données sont étroitement liées aux disciplines de la photogrammétrie, la télédétection.

La Télédétection, en particulier, est le domaine qui offre des photographies et des images à partir duquel on obtient des séries de données. (De By et al. 2000).

- **La Transformation:**

Cela comprend un certain nombre de processus clés parmi lesquels : la transformation

vecteurs-raster et vice versa, la transformation du système de coordonnées et de la projection des cartes, et le reclassement des attributs. (Verbyla, 2002).

- **Stockage de données :**

Un SIG stocke les informations sous la forme de couches, organisées selon les différentes catégories thématiques pouvant être relié les unes aux autres par leurs coordonnées géographiques. Par exemple : formation montagneuse, hydrologie et toponymie, faille, la superposition de ces couches doit refléter les phénomènes et leurs relations aussi proches que possible de ce qui existe dans la réalité. (De By et al, 2000).

- **L'analyse spatiale :**

Une des principales fonctions d'un système d'information géographique (SIG) est l'analyse spatiale, c'est-à-dire la description statistique ou bien l'explication soit de localisation ou des informations attributs, (Fotheringham et al, 1994)

- **Visualisation :**

Le SIG est un support technique permettant une bonne visualisation des données spatiales (Benguerai et al, 2009), Cette fonction du SIG est étroitement liée aux disciplines de la cartographie, L'imprimerie et L'édition. (Rolf A. de By et al, 2000)

I.5. L'information géographique :

L'information géographique peut être définie comme étant une représentation de la réalité localisée dans le temps et dans l'espace.

Cette information est portée sur un objet situé dans un système de coordonnées terrestre, dans lequel on repère la latitude, longitude et l'altitude de cet objet.

Elle possède deux composantes : les données spatiales représentées sur les cartes par des points, des lignes et par des polygones (liées parfois entre elles par des règles de comportement) et les données attributaires qui décrivent les propriétés particulières des objets géographiques.

Deux formats de données différents peuvent être utilisés pour stocker l'information géographique formats raster et formats vectorielles.

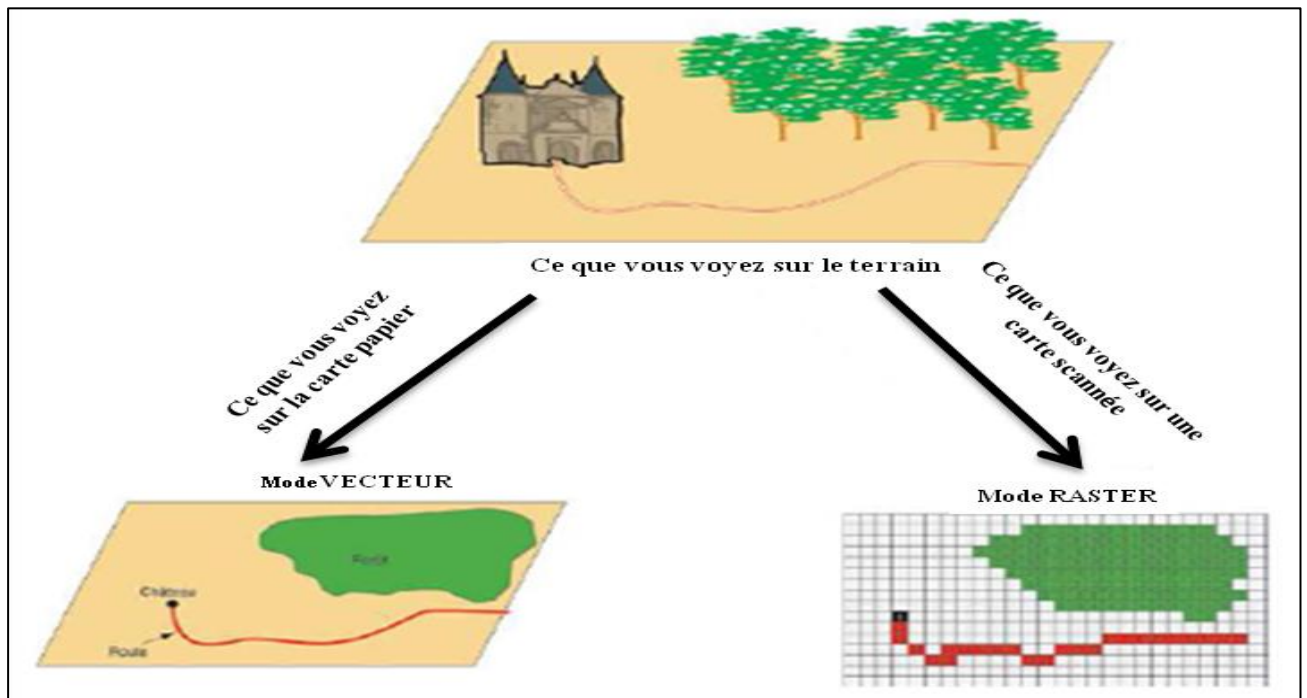


Fig.10: Types de données géographiques : Vecteur versus Raster.

1.5.1. Le mode VECTEUR :

La structure de données vecteur est une abstraction du monde réel où l'espace est représenté par des entités de type points (coordonnées X, Y), des lignes constituées de segments liant des points (X, Y) et des polygones constitués de lignes délimitant une surface.

Les points sont couramment utilisés pour représenter les enregistrements individuels, bien que les polygones sont utilisés pour représenter les distributions d'espèces la végétation et les unités environnementales. (Skidmore, 2002). (**Fig.11**).

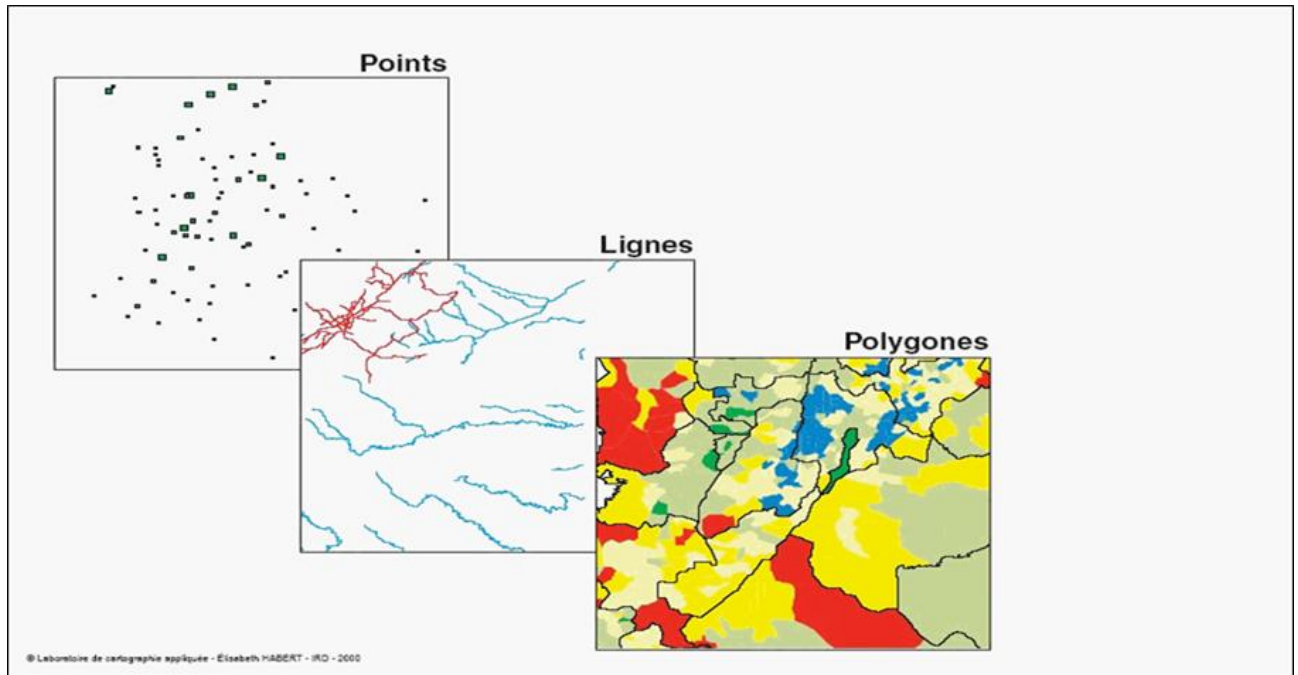


Fig.11 : Un exemple de données vectorielles extraites du SIG.

1.5.2. Le mode RASTER :

Dans le mode RASTER, l'espace est divisé de manière régulière en ligne et en colonne constituant des unités spatiales élémentaires. Cette unité spatiale élémentaire est appelée pixel (Picture élément). La taille en unités de distance de ce pixel définit la résolution spatiale de l'image. Il existe plusieurs sources de données qui fournissent l'information géographique en mode Raster telle que: photos aérienne, plan scanné ou carte scannée, image satellitaire.

La discontinuée du modèle de données raster lui a qualifié pour certains types d'opérations spatiales telle que la superposition, le calcul de superficie, ou la modélisation de simulation, (Skidmore, 2002). (**Fig.12**).

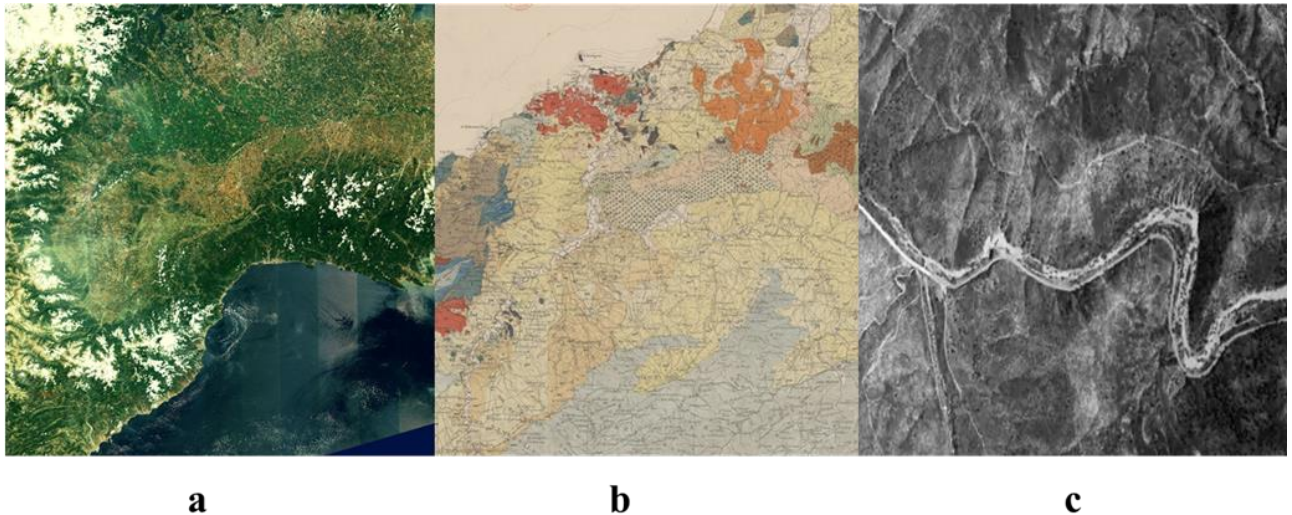


Fig.12 : Exemple de quelques données Raster (a : image satellitaire, b : image scannée, c : ortho photo aérienne).

1.6. La construction des SIG :

La construction des SIG peut avoir différents objectifs :

- Gestion de la donnée géo-référencée, c'est l'exemple de la carte géologique de la grande Kabylie.
- Croisement de données multi sources partageant le même référentiel géographique, c'est maintenant le cas de nombreuses études pluridisciplinaires.
- Valorisation et mise à disposition de connaissances multi sources, c'est notamment le cas des SIG de sauvegarde des informations.

De manière générale et quelle que soit la finalité, les étapes de construction des SIG sont les mêmes :

1. Bâtir le modèle de données et l'architecture souhaitée : définir les différents thèmes d'information qui seront traités, les attributs et les lexiques
2. Recherche exhaustive des données disponibles dans les rapports, bases de données, Internet, archives..., création d'une base de métadonnées
3. Compilation, évaluation de la qualité des données, sélection des données et élimination des doublets, homogénéisation, organisation, hiérarchisation de l'information et constitution des thèmes factuels

4. Utilisation de l'information retenue pour créer des documents synthétiques illustrant le degré de connaissance, cette étape requiert un savoir-faire reconnu et fournit la plus-value scientifique du SIG
5. Croisement des informations de chaque thème et génération de couches à haute valeur ajoutée, de tels croisements fournissent de nouvelles gammes d'information primordiales pour définir des priorités d'investissement, citons l'exemple des cartes de géologie prédictive qui permettent de poser des permis de recherche et planifier des campagnes de prospection stratégique.

1.7. SIG sous Arcgis:

1.7.1. Définition du logiciel ArcGis :

ArcGis est un logiciel permettant d'exploiter un système d'information géographique.

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

Différentes couches d'informations spatiales peuvent être manipulées offrant la possibilité d'analyser une ou plusieurs couches sous le contrôle des autres. Le seul lien entre ces différentes couches est le lien spatial, c'est-à-dire, l'appartenance au même espace géographique et ayant le même système de coordonnées.

1.7.2. Présentation du logiciel ArcGis10:

Le logiciel ArcGIS10 comprend trois applications principales : **ArcMap**, **ArcCatalog** et **ArcToolbox**.

- **ArcMap** : 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. ArcMap fournit une transition facile de regarder une carte pour l'édition de ses caractéristiques spatiales. (**Fig.13**).

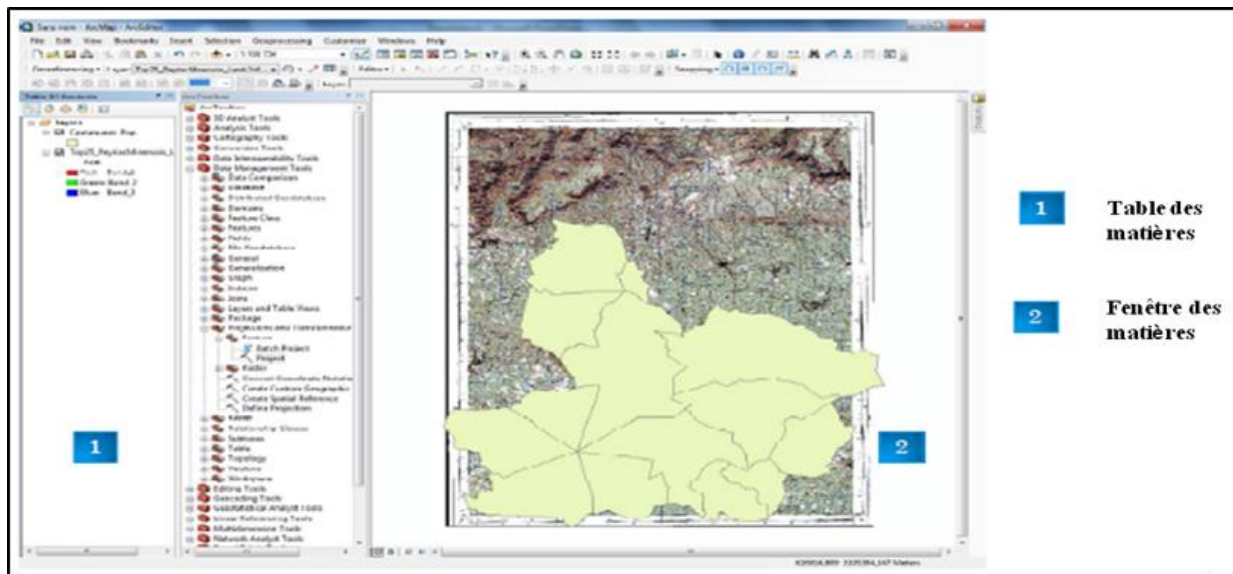


Fig.13 : Présentation de l'application : ArcMap.

- **ArCatalog** : 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. Les données peuvent être copiées, déplacé, supprimé, et rapidement consultés avant qu'il ne soit ajouté à la carte. En outre, les métadonnées peuvent être soit lu ou créés à l'aide de ArcGIS. (Fig.14).

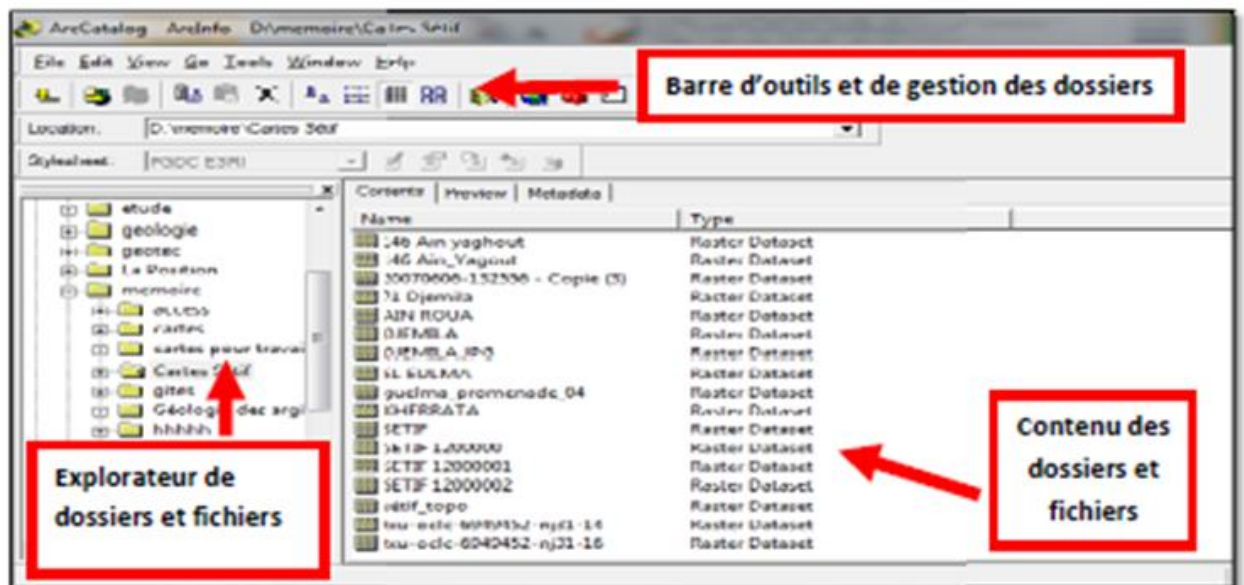


Fig.14: Présentation de l'application : ArCatalog.

- **ArcToolbox** fournit un environnement qui permet d'effectuer les opérations de geoprocessing (les opérations qui impliquent la modification ou l'extraction d'information). Outils pas l'utilisateur à travers les nombreuses tâches geoprocessing. ArcToolbox est incorporé à la fois dans ArcCatalog et ArcMap. (Fig.15).

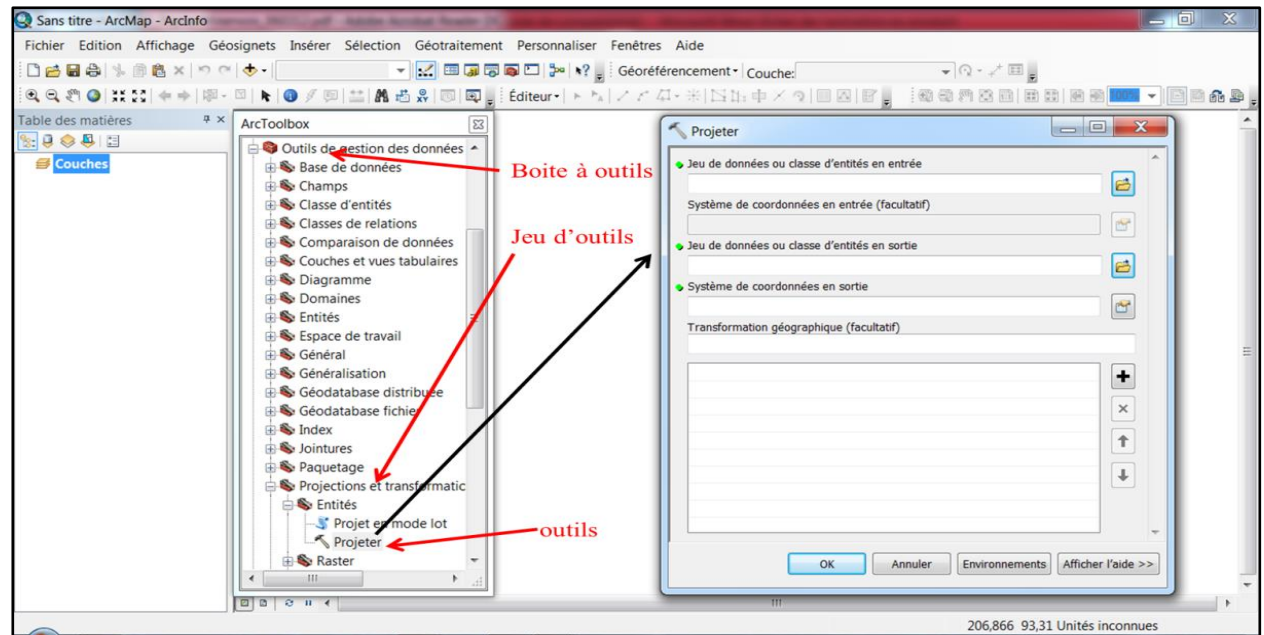


Fig.15 : Présentation de l'application : ArcToolbox.

2. Elaboration du SIG Tizi Ouzou:

2.1. Introduction :

Les données disponibles de notre région d'étude permettent leur intégration dans un SIG et de les digitalisées. Dans ce présent travail, on a pris comme support cartographique la carte topographique (1/200 000) de Tizi Ouzou effectuée par l'Office Nationale de la Géologie(**ORGM**) qui localise la ville de Tizi Ouzou et ces alentours. Cette démarche va permettre le positionnement de la région, la présentation des gisements et d'indices sur la carte géologique, les données structurale et les formations géologiques et les organisées dans un système bien définie.

2.2. Les outils :

L'outil informatique utilisé et nécessaire à la mise en place d'un SIG se compose de :

- Une station de travail (ordinateur).
- Un logiciel de SIG (ArcGis, l'interfaces ArcMap et ArcCatalog10).

En ce qui concerne les documents papier on a utilisé l'image raster sous les formes JPEG pour la calé. Ce qui signifie faire entrer les coordonnées géographiques dans une projection définie et indiquer quels points de l'image correspondent à ces coordonnées.

2.3. Système de projection :

Les cartes au **1 : 200 000** sont le produit d'un découpage géographique ayant le système de référence géodésique « **UTM, Nord Sahara 1959** », auquel est associé l'ellipsoïde **Clarke 1880**.

2.4. Les étapes:

Voici donc quelles seront les étapes :

- Un géoréférencement de l'image chargée préalable dans le logiciel arcgis (carte JPG scannée donc en format raster).
- Création et chargement des points de calages (qui s'apparente à de l'import de points GPS également).
- Création d'un fichier vectoriel (fichier de formes de type point, ligne, polygone, au format propriétaire *.shp).
- La vectorisation proprement dite dans le fichier de forme.
- Manipulations simples de la table attributaire associée au fichier vectoriel (création de champs, calcul de champs, jointure).
- Une validation du résultat.

2.5. Application à la feuille de Tizi Ouzou:

2.5.1 Géoréférencement :

C'est dans cette dernière qu'on met en place les données de base sous le même référentiel de coordonnées. On parle de projection cartographique et de système de coordonnées. Dans notre cas, on utilise la projection UTM (Universal Transverse Mercator) et le système de coordonnées Nord Sahara 1959 UTM zone 31 ;

c'est le géoréférencement des cartes de base après avoir importé le fichier dans ArcGis.

Le géoréférencement est utile pour positionner correctement dans l'espace un fichier, de type raster, non géoreferencé. Notez que cette opération s'intègre souvent dans la séquence d'opération suivante :

- La zone d'étude englobe la feuille 1/200 000 Tizi Ouzou de la carte géologique de l'Algérie. Après avoir importé la carte on délimite les coordonnées exprimées en (X, Y) des quatre pixels de chaque coin de l'image projetés en Nord Sahara 1959 UTM zone 31. (**Fig.16**).

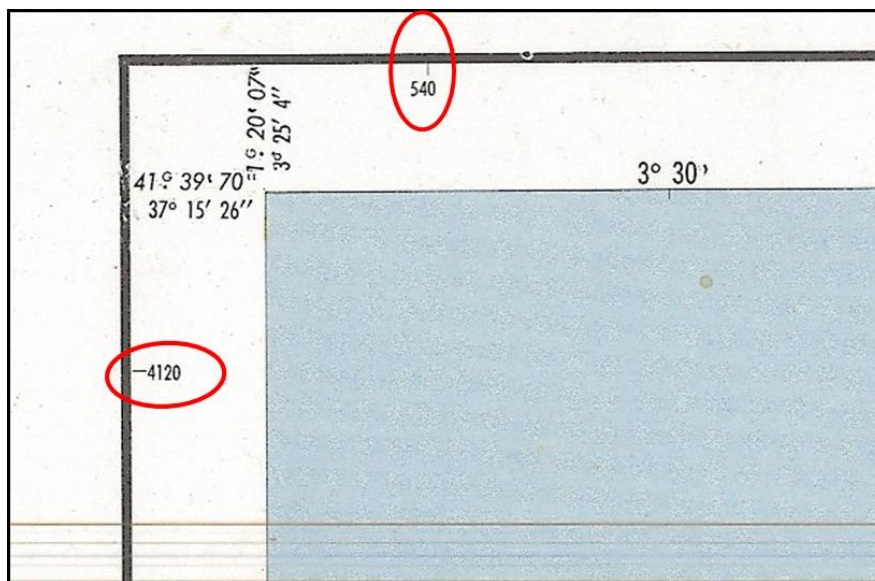


Fig.16 : Indications sur les projections de la carte JPG.

Les points choisis pour le calage de la carte géologique ont les suivants:

Tab.4 : les coordonnées en **UTM 31 Nord Sahara 1959** des points utilisées pour le calage de la carte géologique :

Point	X	Y
A	540 000	4 120 000
B	660 000	4 120 000
C	540 000	4 050 000
D	660 000	4 050000

➤ on observe que la carte et les points ne se superposent pas encore et qu'ils sont très éloignés l'un de l'autre. Pour faciliter le travail de calage, nous allons afficher la carte topographique et les points de manière à ce qu'ils se superposent ; pour cela, on fait un clic-droit sur la couche « Points_Calage » et on choisit la commande « Zoom sur la couche » ; puis, dans le menu déroulant « Géoréférencement » de la barre d'outils du même nom, on clique sur «Ajuster à l'affichage».

➤ Pour faciliter le repérage des points de calage, on a affiché le nom des points par « étiqueter » en faisant un clic droit sur la couche « Points_Calage » et en choisissant la commande « étiqueter les entités ».

➤ Pour effectuer le calage à proprement parlé, on clique sur l'option « ajouter des points de contrôle ».



➤ Puis on clique d'abord sur le point de l'image raster à caler (la carte topographique) ensuite sur le point de calage correspondant, en respectant bien cet ordre-là, et on a Procédé ainsi pour les quatre points. La carte est réajustée au fur et à mesure (si l'option «Ajustement Auto » est cochée dans le menu déroulant « Géoréférencement»).

➤ On peut maintenant procéder au Géoréférencement en choisissant la commande « Rectifier » de la barre de menu « Géoréférencement ».

➤ Une fenêtre s'ouvre dans laquelle on a renseigné le nom de la nouvelle couche qui sera créée («CG_Tizi_Calee »), le chemin d'accès à cette couche ainsi que le format de la nouvelle image (Tiff).

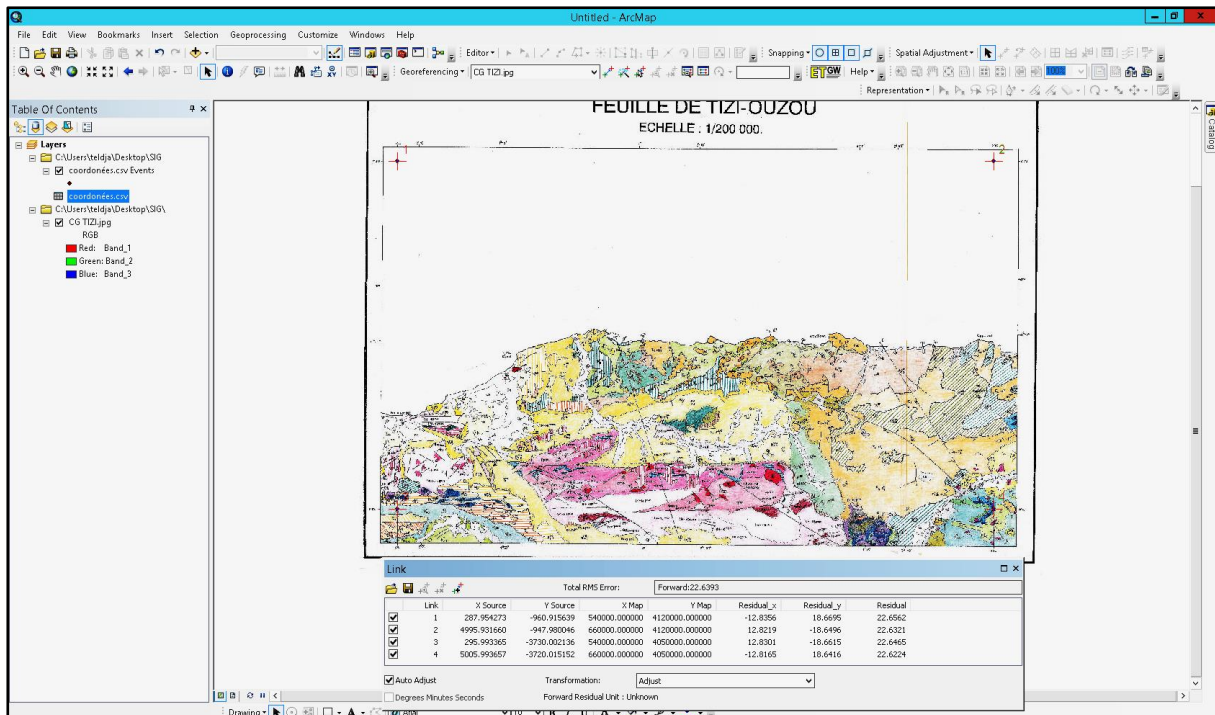


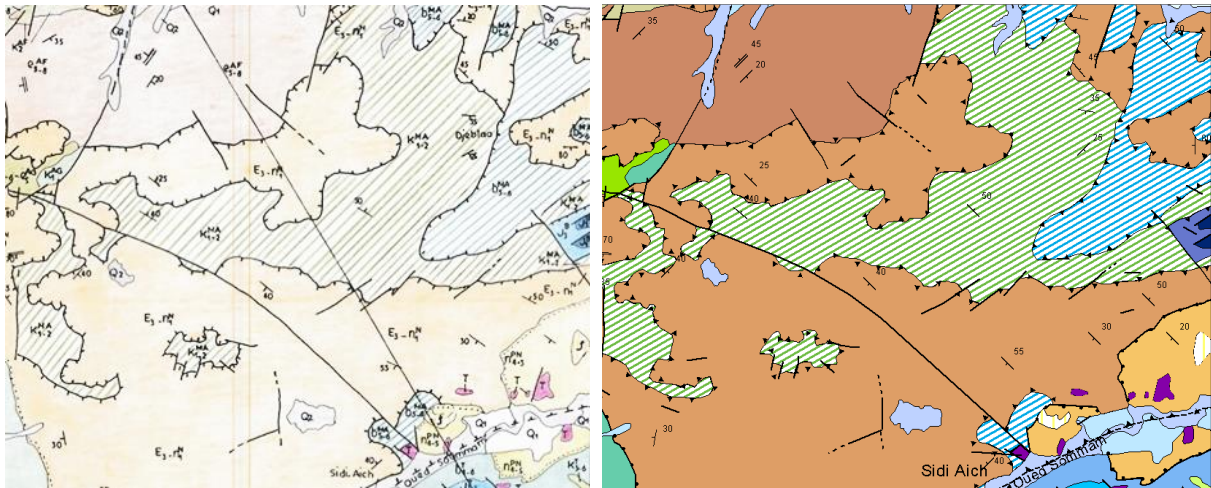
Fig.18 : Géoréférencement de la carte géologique.

2.5.2. Digitalisation:

La digitalisation est le processus qui consiste à convertir au format numérique les entités figurant sur une carte papier. Elle implique la création manuelle d'entités, assistée par la capacité à capturer les cellules raster et par l'utilisation d'outils de traçage de raster et de reconnaissance de formes. Cette étape offre une méthode de création et de mise à jour des données spatiales.

Les éléments géométriques utilisés pour la digitalisation différents selon le type d'objet à digitaliser : une formation géologique par un polygone, une faille par un trait, un indice de minéralisation par un point.

Le résultat obtenu est une image en mode vecteur représentée dans la figure N°20 ci- dessous



La carte géologique scannée

Image vecteur

Fig.19 : De la carte vers l'image vecteur.

2.5.2.1. Le recueil des données :

Le recueil des données consiste en la prise en compte de l'ensemble des informations nécessaires à l'élaboration du SIG.

Les données ainsi recueillies devraient permettre la création de base de données mais également, de répondre avec précision aux interrogations futures.

Le choix des données enregistrées dans la base est très important. L'outil informatique n'aura de valeur que s'il peut répondre précisément aux besoins de l'utilisateur.

Une analyse précise des besoins de l'étude doit être faite avant la collecte des informations.

Les cartes géologiques Tizi-Ouzou 1/200 000, les études géologiques et de la géologie et les études structurales sont utilisées comme des bases de données référentielles dans ce travail.

2.5.2.2. La saisie des informations :

Une fois les données géographiques constituées et les données terrain recueillies, le lien entre les deux peut être effectué.

La saisie des informations s'effectue dans des tableaux (tables attributaires), chaque ligne (enregistrement) représente un objet graphique et chaque colonne (champ) représente une information s'y rapportant. Dorénavant, un fichier suivi est à remplir soigneusement lors de la saisie des entités: c'est le fichier qu'on lira pour suivre l'avancement du travail effectué et connaître la qualité du rendu final.

Le choix de type d'entité est selon le type de la couche, dans notre cas un polygone pour représenter la litho-stratigraphique, une ligne pour les éléments structuraux (failles, chevauchement et contacts anormaux) et un point pour la représentation des substances utiles métalliques.

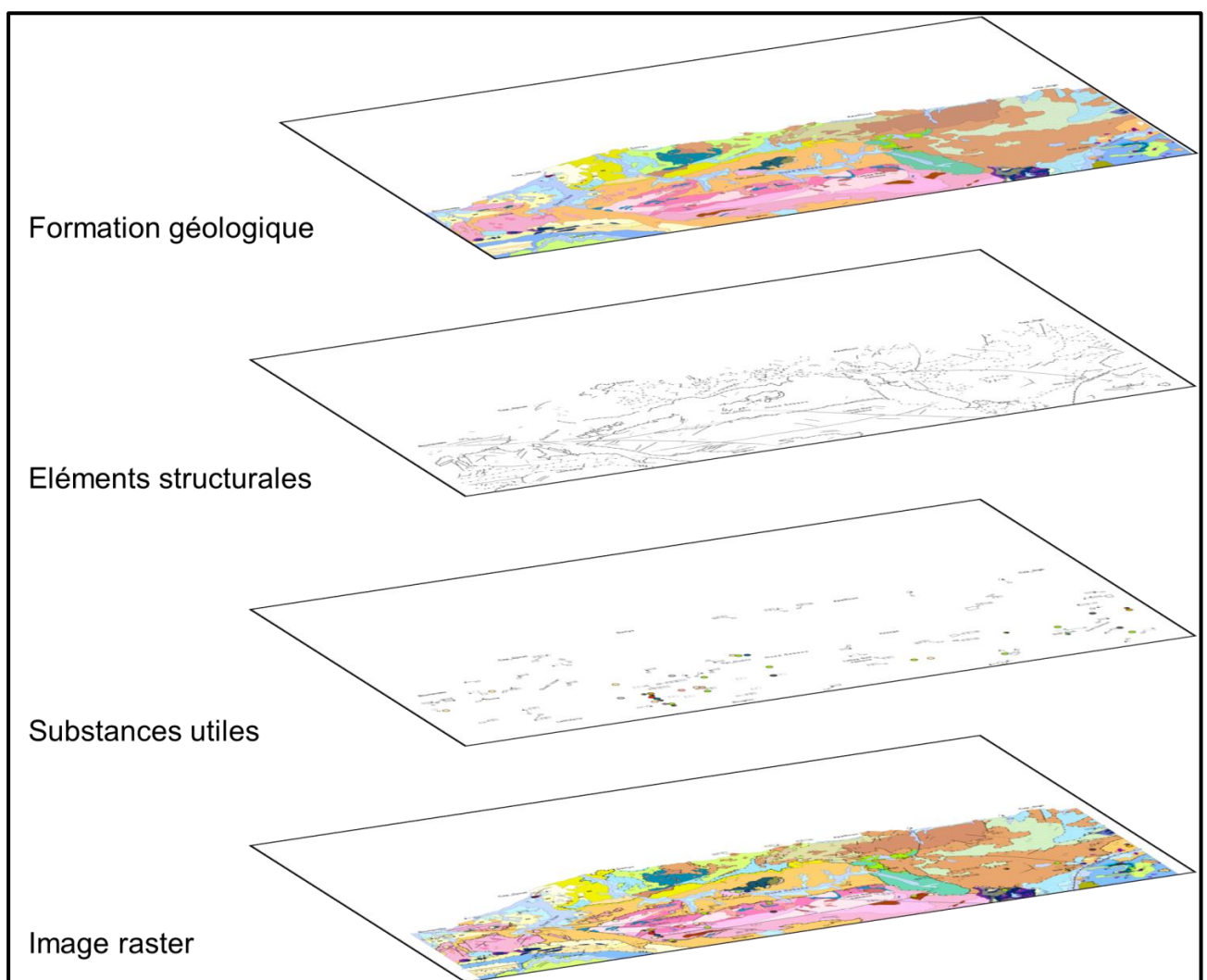


Fig.20 : Vectorisation.

Notre géoréférencement maintenant effectué, nous pouvons commencer la saisie des couches vectorielles de ce projet qui se fait en trois étapes.

Il faut d'abord créer la structure de la couche et bien réfléchir aux informations qu'elle doit contenir. Ensuite créer les entités graphiques. Et enfin, remplir la table attributaire en respectant bien le lien avec la donnée géographique.

- Les fichiers de forme (couche d'information) sont créés dans l'interface ArcCatalog.
- Lors de la création du fichier de forme, on lui donne un nom ; exemple le Quaternaire et des renseignements sur le type d'entités (Type de polygone pour la litho-stratigraphique et les indices des substances utiles non-métalliques, type de polyligne pour les formations linéaires : faille, chevauchement, éléments de gisement et le type point pour les minéralisations) ensuite lui donné une référence spatiale (système de coordonnées). Les coordonnées (x, y) des entités sont automatiquement enregistrées et stockées comme données spatiales. (**Fig.21**)

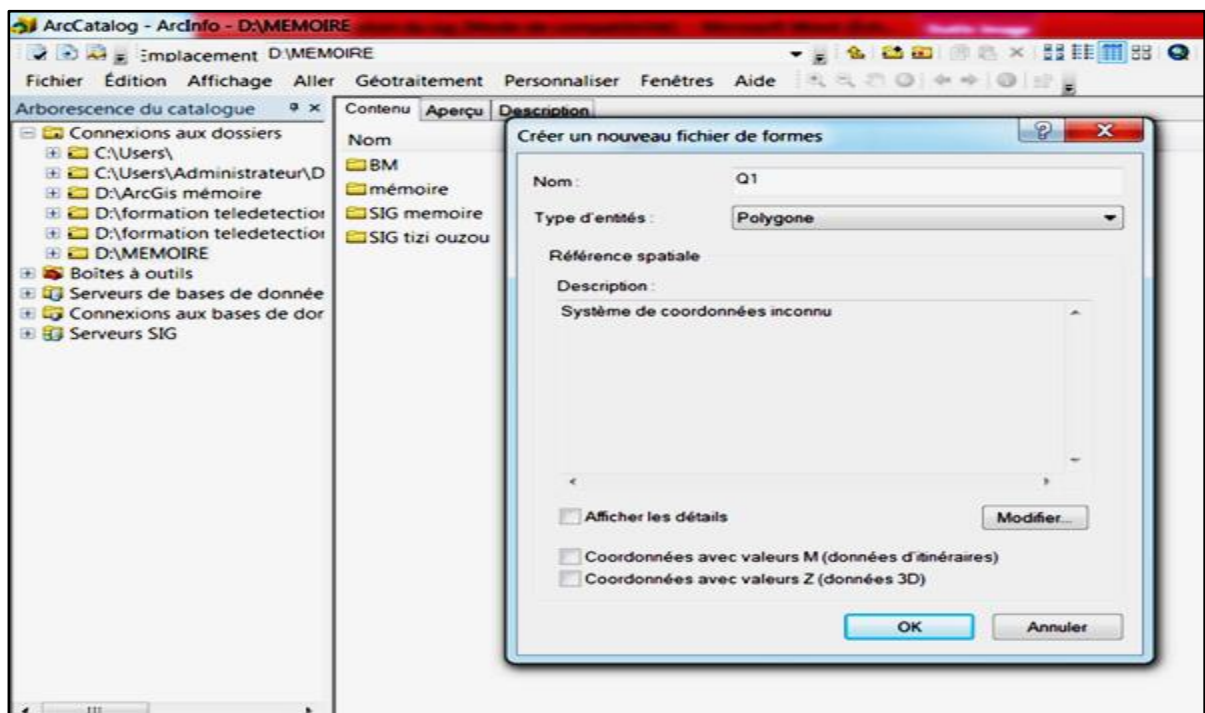


Fig.21 : Création d'une couche dans ArcMap.

Pour ajouter des propriétés aux couches créées depuis AcrMap sous le menu options dans la table champ attributaire de chaque couche et on ajoute un champ, on tape le nom, le type et les informations correspondant à la couche. Dans cette étape, il s'agit de donner à chaque objet graphique l'ensemble des informations le concernant. (Fig.22).

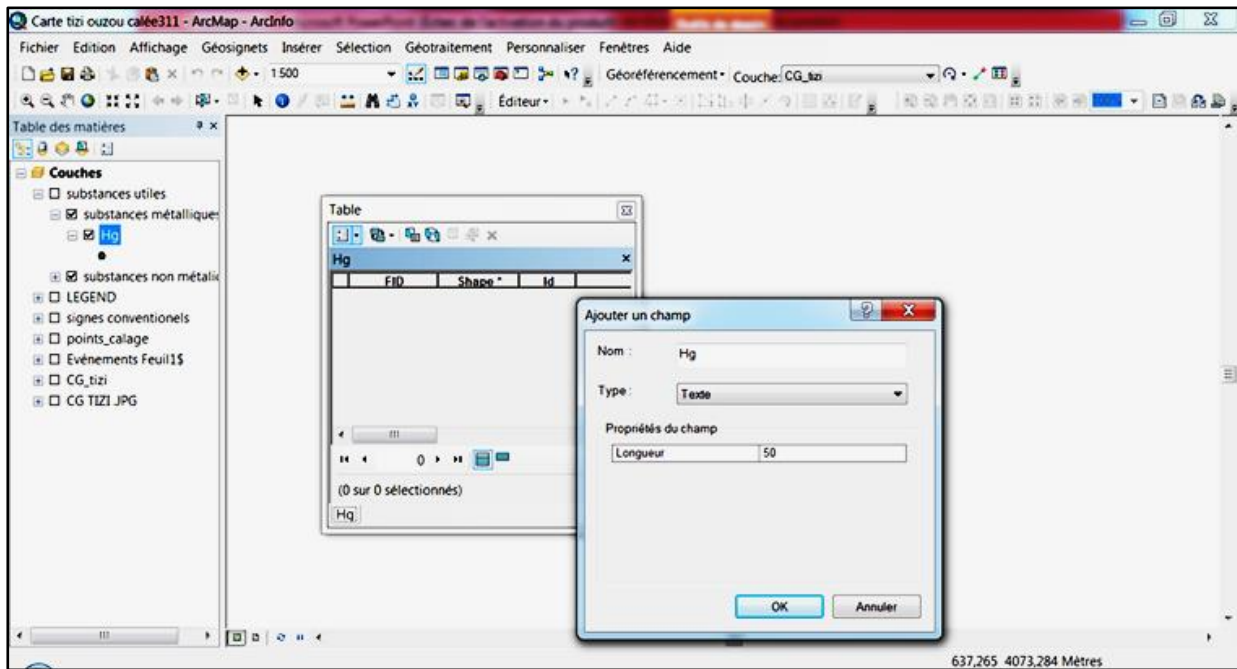


Fig.22 : Ajouter un champ attributaire dans ArcMap.

Une fois, les fichiers et les champs sont créés, on a passé à la création des entités dans le bloc de données d'ArcMap à l'aide de la barre d'éditeur qui se trouve dans le menu personnaliser/barre d'outils.



Le principe de la digitalisation est de dessiner le contour de chaque formation géologique de la région, tracer des lignes au sein d'une faille, un chevauchement, et créer une table de point à partir d'un fichier de coordonnées (fichier Excel) pour les entités ponctuelles tell que les minéralisations. Pour renforcer la précision et facilité la tâche nous devrions avoir effectué un zoom assez fortement sur la zone d'intérêt de la carte.

On le voit, le tracé relie d'une manière générale plutôt bien les limites des formations. Il y a différents modes de tracé possibles. Parmi eux, on a utilisé le mode continu ou le mode par polygone automatique. Il s'exprime en pixels. Plus le nombre de pixels sera élevé, plus le curseur sera « attiré » vers les limites de couches. C'est ce qu'on appelle la tolérance de capture.

Les couches créées ne comportent aucun enregistrement graphique, et aucun champ attributaire mis à part les champs FID (identifiant géographique propre au logiciel) et SHAPE (indiquant la géométrie des entités de la couche). Il a été obligé de leur ajouter un champ attributaire en donnant un nom et le type d'attribut (texte, entier court, réel simple).

3. Définition des différents thèmes (couches) :

Définir les différentes couches consiste à organiser l'information géographique de manière cohérente afin de faire ressortir les informations essentielles à une analyse fructueuse.

Les couches de données seront retranscrites sans modification : la géologie, la structurale.

Dans notre cas, les couches vectorielles créées sont :

- Les formations géologiques.
- Contacts anormal, chevauchement, failles, éléments de gisements, limites géologiques.
- Les indices des gisements.

Chaque couche cartographique contient les données attributaires nécessaires pour faire une analyse spatiale telles que les superficies, les longueurs, la localisation et le nombre des indices etc...

3.1. Information surfacique (polygone) :

- Lithologie

Les terrains affleurant à la surface du sol de la région de la feuille de Tizi Ouzou sont: Le socle Kabyle, la dorsale kabyle, l'Oligo-Miocène, les nappes de flyschs, le Miocène post-nappe et le Quaternaire.

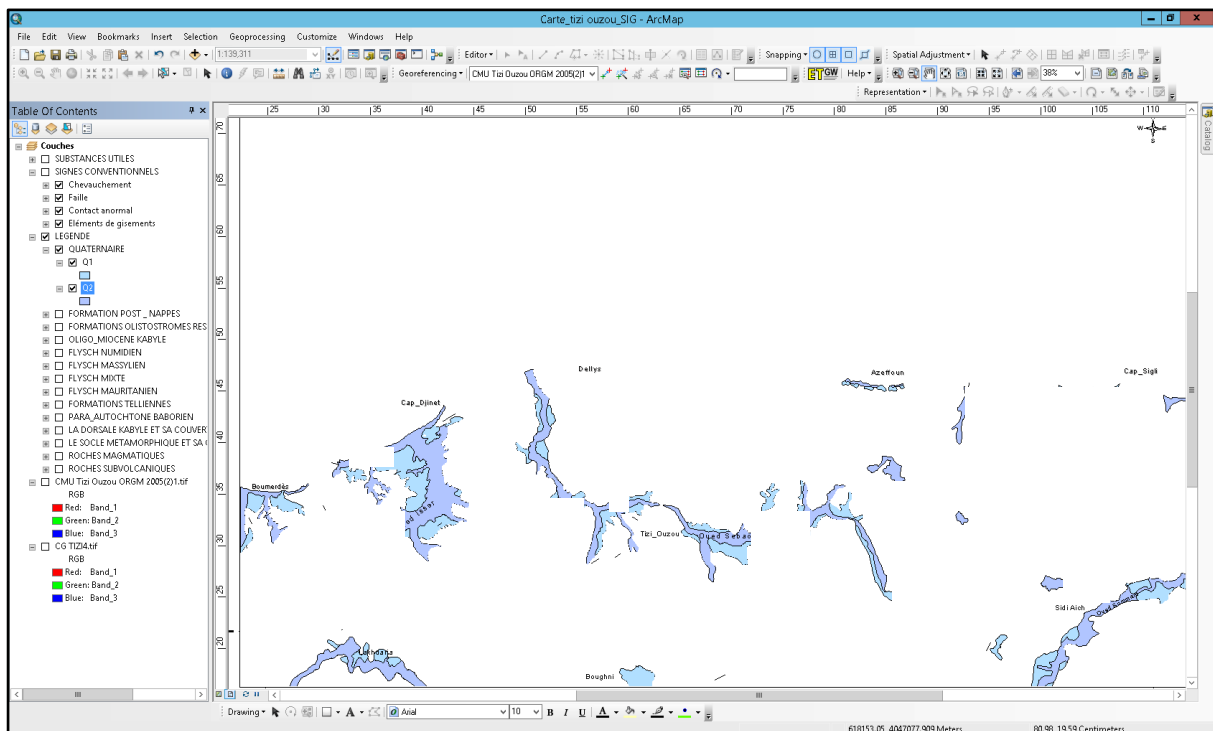


Fig. 23 : Quaternaire vectorisé.

Chapitre III : élaboration du SIG Tizi Ouzou

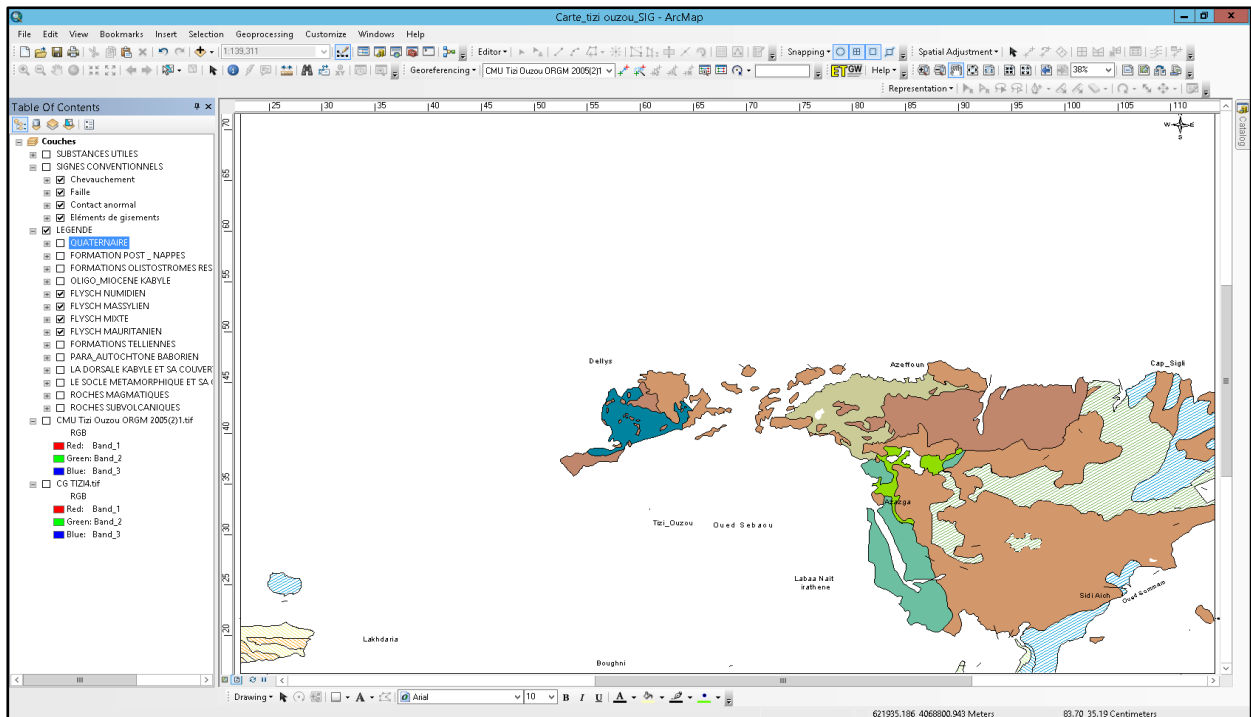


Fig. 24 : Les nappes de flyschs vectorisées.

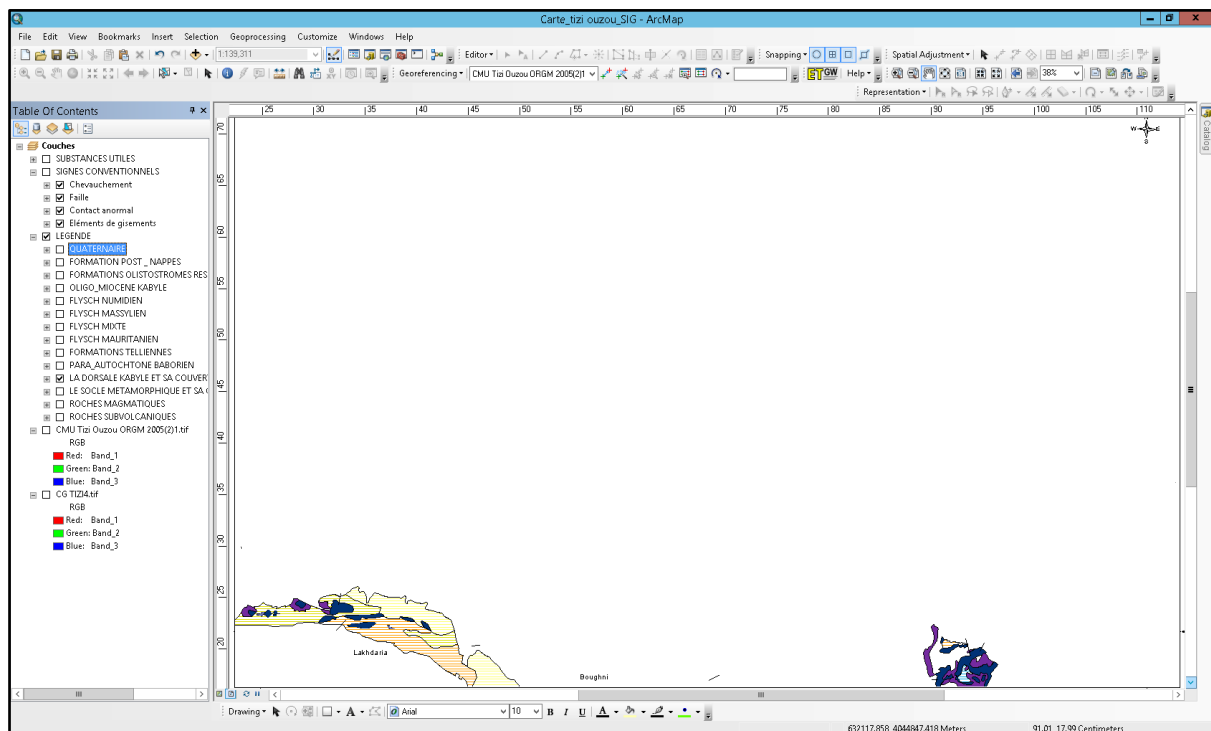


Fig. 25 : La dorsale Kabyle vectorisé.

Chapitre III : élaboration du SIG Tizi Ouzou

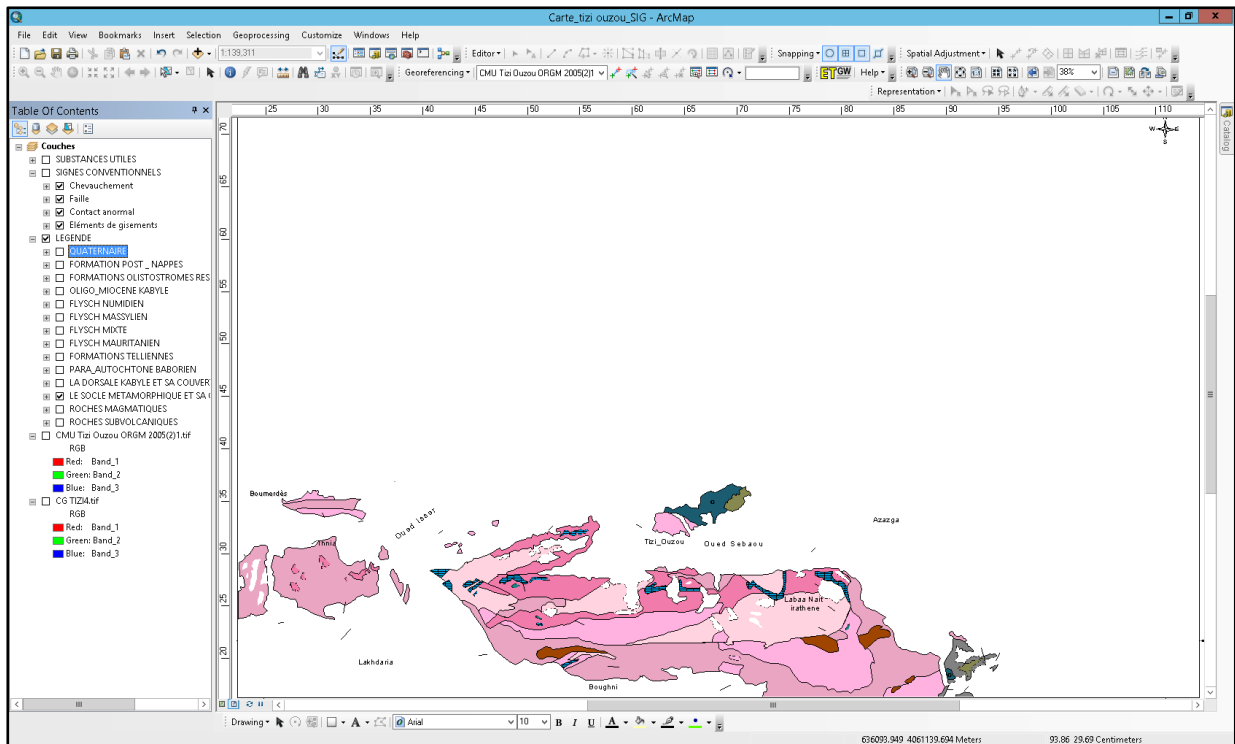


Fig. 26 : Le socle Kabyle vectorisé.

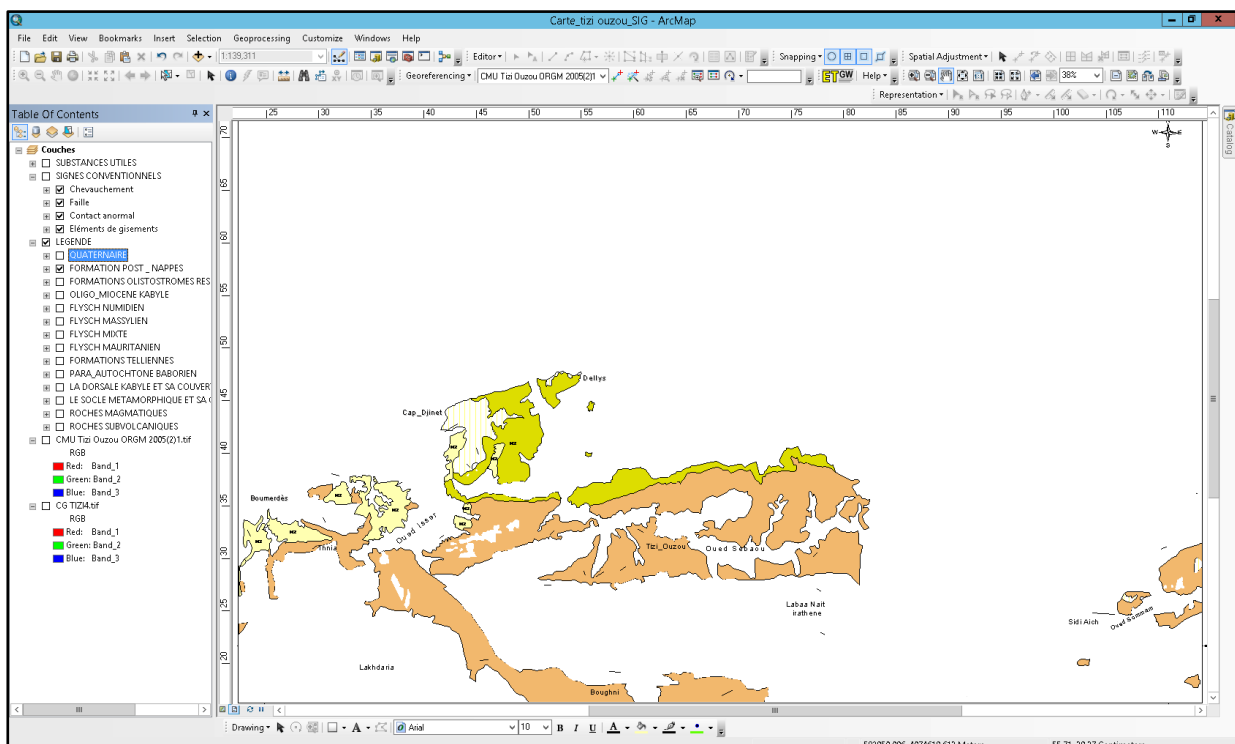


Fig. 27 : Les formations post-nappes vectorisées.

Magmatisme

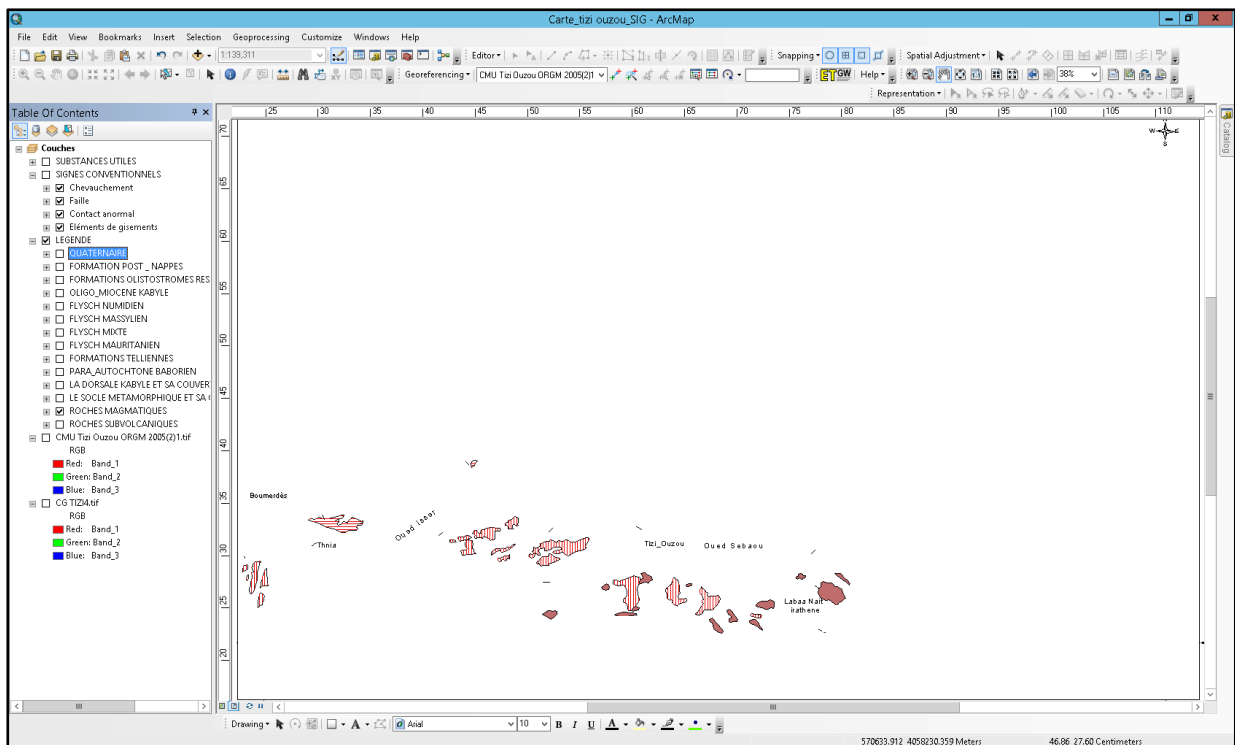


Fig. 28 : Vectorisation de l'information « Magmatisme ».

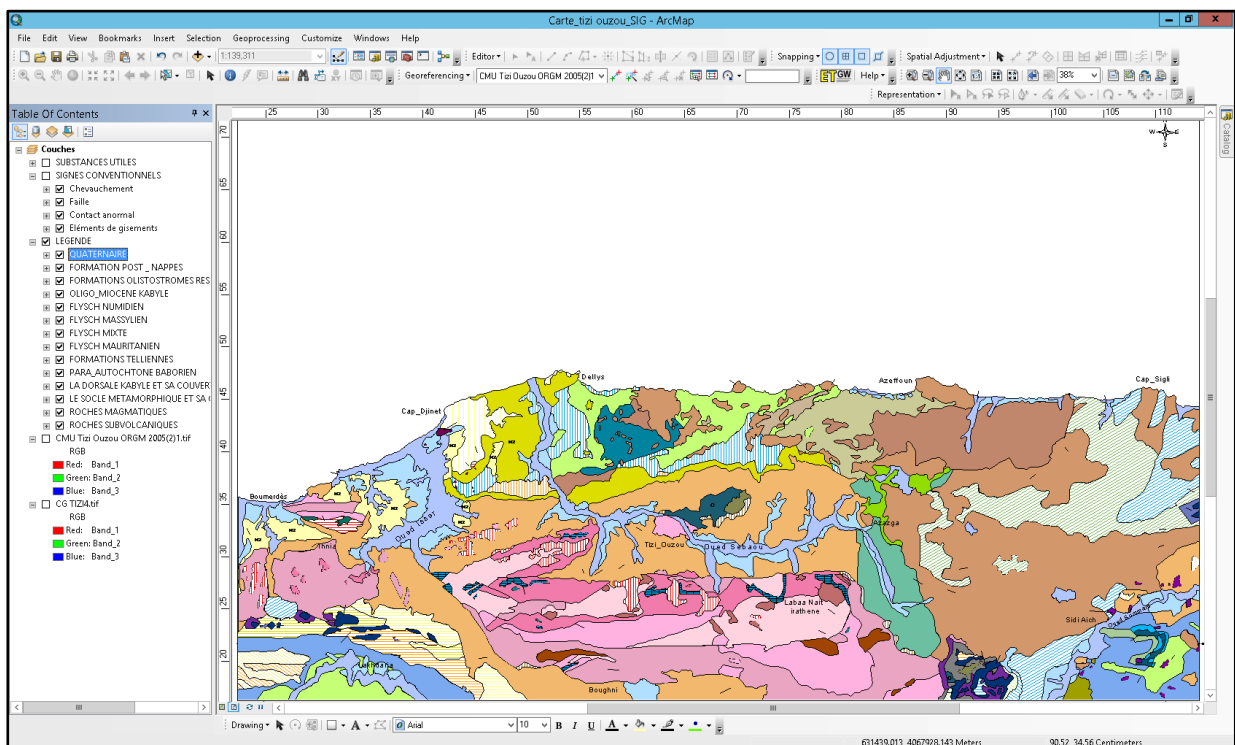


Fig.29 : Vectorisation de l'information surfacique (formations géologiques).

3.2. Information linéaire (polyligne) :

- Tectonique

C'est une carte indiquant les dispositifs tectoniques affectant les terrains (contacts, faille, chevauchement) et parfois l'allure de ces derniers en profondeur. Dans cette étude des failles, des chevauchements, des contacts anormaux et des éléments de gisements sont présentées. On peut détecter les zones de fracturation qui se sont développées le long du chevauchement Kabyle, et dans les calcaires dolomitiques et dolomies de la plate-forme du Lias de la dorsale interne.

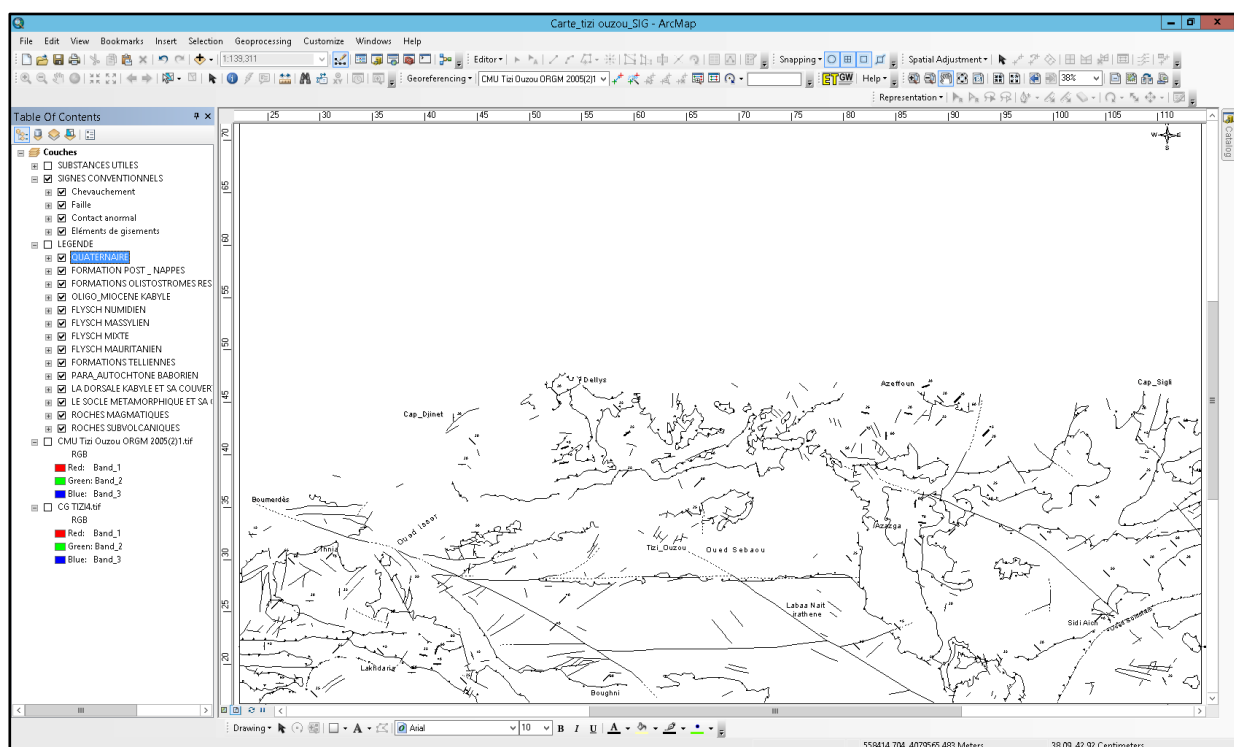


Fig.30 : Vectorisation de l'information structurale.

3.3. Information ponctuelle:

- Minéralisation

Après la compilation de nombreuses données géologiques sur, le territoire de la feuille de Tizi Ouzou à 1/200 000, on a abouti à les ordonnées selon leur type a des catégories dans les fichiers Excel. Les gites et les indices de minéralisation sont répertoriés dans les tables attributaires. Chaque indice numéroté et localisé sur la carte, l'utilisateur peut donc, lorsqu'il étudie la carte des gisements, obtenir les infor-

mations complémentaires stockées dans les tables attributaires sur la substance utile qui le consulte.

La localisation précise du gîte ou d'indice est donnée par un symbole dont lequel avec un simple clic on aura les données correspondantes qui sont stockés sous forme des tables (couches) dans notre système d'information ; et ceci à fin d'éviter d'encombrer la carte. On obtient ainsi une vision générale de la répartition des principales ressources minérales de la région d'étude et une sélection approximative des zones favorables à la prospection de nouvelles concentrations minérale. On distingue :

3.3.1. Minéraux utiles :

La représentation des indices de minéralisation du territoire de la région d'étude montre une large gamme de substances minérales.

On compte 36 indices répartir irrégulièrement dans la région dont la plupart sont liées au socle métamorphique.

Parmi ces indices on trouve sept (7) indices de l'or localisés dans la partie Ouest de la région sur le socle métamorphique.

Les minéraux polymétalliques (Pb-Cu, Pb-Zn, Pb-Hg, Mo-Ag-As-Hg) se manifestent sur le socle cristallin dans la partie centre de la région de la grande Kabylie.

Les autres minéraux (Fe, Cu, Hg, Zn, Mo, Pb, Sn...) sont répartir en dispersion sur la partie centre et Est de la région.

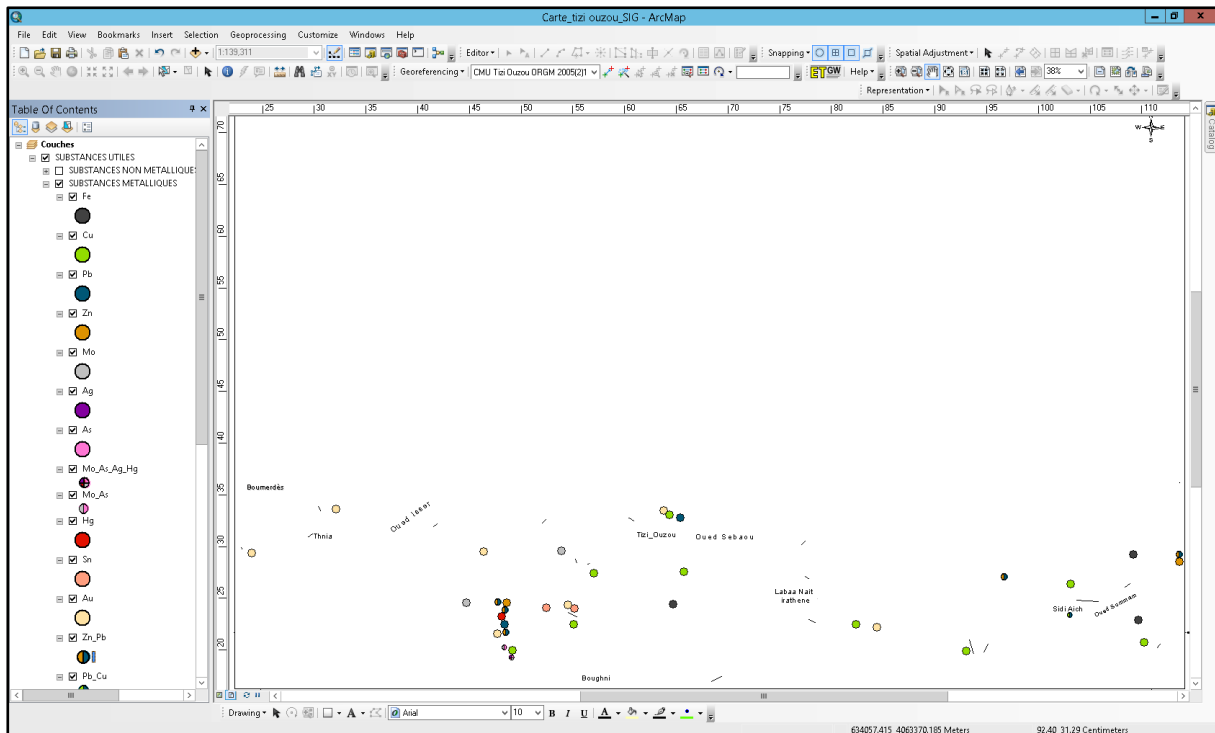


Fig.31 : Les minéralisations de la feuille de Tizi Ouzou à 1/200 000.

3.3.2. Substances utiles (Information surfacique ou ponctuelle) :

On utilise l'information surfacique pour la représentation des gîtes et l'information ponctuelle pour les indices.

La région renferme de nombreux indices de substances utiles non métalliques (calcaires, dolomies, argiles, grés, marbres, orthogneiss, barytine ...).

32 gîtes ont été vectorisés de la même manière que les couches géologiques après la classification des substances utiles en trois groupes :

▪ Pierres de construction :

Les roches pour agrégats sont les plus abondantes dans la région d'étude. Ils sont désignés par les matières premières d'origine minérale issues de l'activité extractive des carrières, sablières et que sont les sables, les gravillons et les pierres concassées (calcaires et dolomies) etc....

▪ Matériaux de construction :

La région d'étude compte 03 gîtes d'argile aptes pour la production des produits rouges, ils sont localisés dans les terrains du l'éocène et Mio- Pliocène.

D'autres indices utilisés pour la production d'agréats peuvent, constituer une bonne matière première pour la production de ciment et de céramique.

▪ Matériaux à usage industriel :

Dans la région, 06 indices de barytine ont été mis en évidence, utilisé pour la boue de forage.

Les indices de la barytine recensée dans la région sont abondants dans le socle métamorphique.

On trouve aussi huit indices de sables et grès quartzeux, qui sont considérés comme apte pour la production des verreries. Elles se trouvent dans les flyschs d'âge Oligocène-Aquitaniien et du Crétacé inférieure.

On citant aussi le gîte de Cap Djinet (zéolite comme désodorisant dans le froid) et le gîte de Boudouaou (kaolin pour peinture).

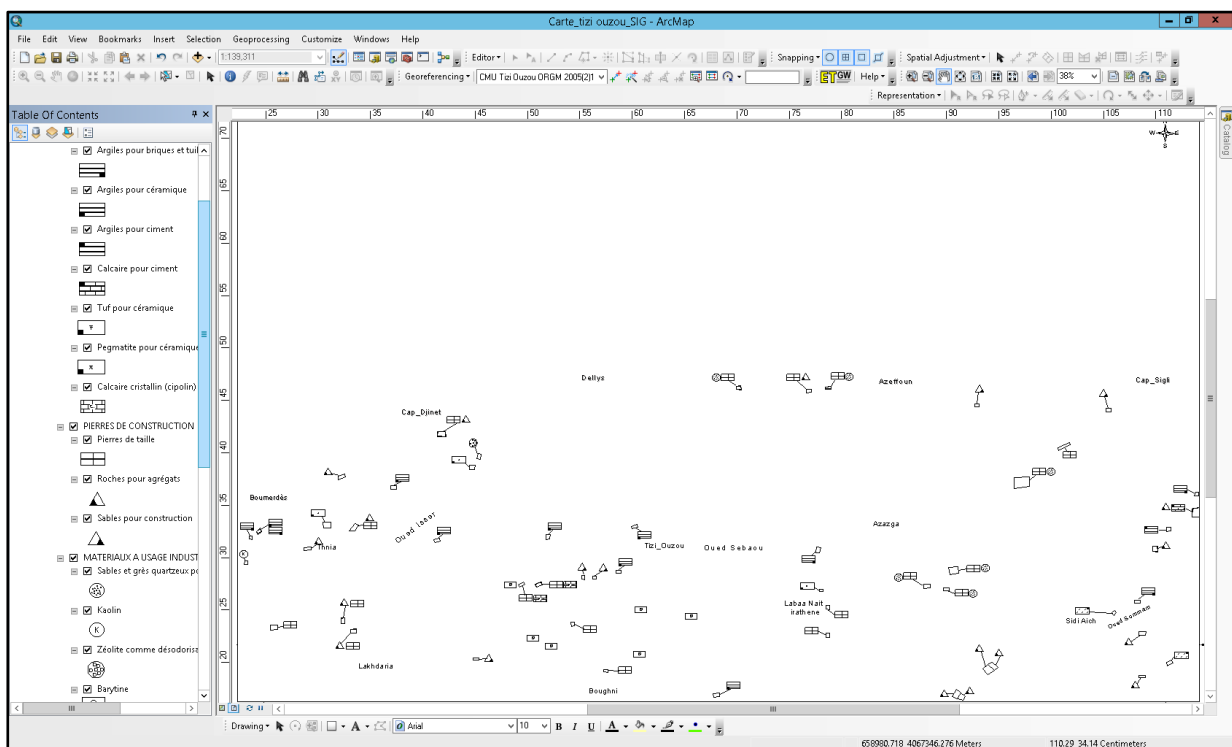


Fig.32: Substances utiles de la feuille de Tizi Ouzou à 1/200 000.

4. Conclusion :

Les concentrations minérales de la région sont encaissées dans les schistes du socle métamorphique d'âge Méso-Néoprotérozoïque et Paléoprotérozoïque et dans les grès d'âge Miocène moyen-supérieur et Oligocène-Aquitainien.

Les minéralisations à Cu sont les plus abondantes et, dispersées au centre et dans la partie orientale de la région. Vient ensuite les minéralisations aurifères ayant une dispersion du centre jusqu'à la partie occidentale de la région. Les autres minéralisations Fe, Pb, Zn, Mo, Hg, Sn, et Pb-Zn, Pb-Cu, Pb-Hg, Mo-Ag-As-Hg ont une dispersion réduite au centre de la région et à la partie orientale.

Le domaine minier de la région est riche en gisements de substances utiles non métalliques : calcaire (au sud de la région), grès (bande littorale et partie orientale), argiles (centre) et marbres (au centre et partie occidentale).

Aussi, les potentialités de la région en substances utiles non métalliques sont assez intéressantes. Elles consistent en première classe des pierres de constructions (roches pour agrégats et pierres de taille) qui est la plus développée et la plus abondante sur le tout de la région, la deuxième classe des matériaux à usage industrielle est moins développée et moins abondante (partie orientale), les gîtes des matériaux de construction sont un peu plus abondants mais elles présentent des extensions superficielles plus réduites.

Conclusions et recommandations :

Dans ce travail, mené dans le cadre du thème de recherche intitulé «système d'information géographique appliqué à la géologie et la géologie de la feuille à 1/200 000 de Tizi Ouzou, région de la grande Kabylie» on s'est intéressé à la géologie et minéralisation appartient à la feuille 1/200 000 de Tizi Ouzou. Le travail qui consistait à l'élaboration d'un SIG de cette feuille a permis d'avoir un résultat double; transformer la carte géologique existante en une nouvelle forme de données numériques qui permet de rendre les informations géologiques facilement manipulables et leur meilleure gestion et organisation.

L'objectif principal de ce travail a été largement atteint ; Le SIG géologique et minier complet de la feuille de Tizi Ouzou a été édifié à partir des données existantes.

Cela ma permet de comprendre la géologie de la feuille de Tizi Ouzou. Elle est édifié en zones structuro-faciales avec des faciès très controversés, correspondant au moins à trois domaines géologo-stucturaux bien distincts ; il s'agit de :

- Le domaine interne qui englobe les formations métamorphiques du socle proprement dit avec sa couverture paléozoïque et la dorsale kabyle carbonatée avec sa couverture molassique.
- Le domaine des flysch dont il y a lieu de distinguer les flysch Mauritanien et Massylien avec leurs termes intermédiaires (flysch mixtes) et les flysch numidiens.
- Le domaine externe qui est représenté par les formations telliennes nappées d'affinités argilo-carbonatées.

Le SIG de Tizi Ouzou m'a permis aussi de comprendre la distribution des minéralisations de cette région qui sont essentiellement concentrées dans le socle métamorphique.

Le domaine minier de cette région est riche en gîtes de substances utiles : calcaire, grès, argiles et marbres, ces substances sont en potentialités assez intéressantes.

Au terme de ce travail, le SIG géologique et minier réalisé sur la feuille 1/200 000 de Tizi Ouzou a fait ressortir l'intérêt particulier et primordial des systèmes d'information géologiques appliqués à la géologie et gîtologie.

- Ce SIG a joué un rôle déterminant en facilitant l'accès aux différentes couches qui représentent les formations géologiques, il a permis également un stockage des informations dans une base de données archivée qu'on pourrait utiliser ultérieurement pour d'autres études.
- Le support utilisé pour le stockage de cette dernière est un support numérique ce qui représente un avantage pour une pérennisation et un accès plus simple et plus pudique.
- La mise à jour des données géographiques nécessite des méthodes et des processus de travail clairement définis dès la mise en place du SIG.
- De bien apprendre l'intérêt particulier de SIG dans le domaine de sciences de la terre et de l'univers.

BIBLIOGRAPHIE :

Ait Si Slimane, Burg J-P. et Caby R. (1992) – Contrastes métamorphiques sur et sous le pluton syntectonique de Sidi Ali Bounab (Kabylie, Algérie). Soc. Geol. Fr. édit. Paris.

Baudelot S. et Géry B. (1979) – Découverte d'Acritarches du Cambrien supérieur et du Trémadoc dans le massif ancien de Grande Kabylie (Algérie). C. R. Acad. Sc. Paris, t.288, série .D.

Benguerai. (2009) – Contribution à l'élaboration d'un SIG pour une région steppique: wilaya de Na  ma (Algérie) Universite de Alicante page 25.

Benkerrou N. (1983) – Etude P-Métamorphique et Structurale du Massif Cristallin d'Oued Ksari (Grande Kabylie – Algérie). Thèse de Magister en Pétrologie-Structurologie. 145 pages.

Bettahar A. (1990) – Massif de Sidi Ali Bounab (Grande Kabylie) Mise en place d'un granite au cours d'un cisaillement tangentiel à vergence NW    W.

Boss  re G. (1980) – Un complexe métamorphique polycyclique et sa blastomylonitisation. Thèse d'Etat, Université de Nantes.

Boss  re G. (1985) – Pétrologie d'un granite génétiquement lié au fonctionnement d'une zone blastomylonitique de haute pression : le granite de Sidi Ali bou Nab (Grande Kabylie, Algérie). Bull. Soc. Géol. France, t. I, n   2, p. 239-247.

Bouillin J.P., Raoult J.F., et Kornprobst J. (1977) – Données préliminaires sur le complexe volcano-sédimentaire de Rekkada Mettine (ex-texanna) en petite Kabylie (Algérie). Bull. Soc. Géol. France (7), t.XIX.

Bouillin J.P. et Perret M.F. (1982) – Datation par Conodontes du Carbonifère inférieur et mise en évidence d'une tectonique bretonne en Petite Kabylie (Algérie). C. R. Acad. Paris, t.295, série.II, p. 47-50.

Bouillin J.P. et al (1984) – Mise au point sur sur l'âge des socles métamorphiques kabyles (Algérie). C. R. Acad. Sc. Paris, t.298, série.II, n  15, p. 655-659.

Bouillin J.P. (1986) – Le « bassin maghrébin » : une ancienne limite entre l'Europe et l'Afrique à l'ouest des Alpes. Bull. Soc. Géol. France, 8(2) 547-558.

Bracene R. (2002) – Géodynamique du nord de l'Algérie (impact sur l'exploration pétrolière) Volume 1 -, Thèse de doctorat, l'université de CERGY PONTOISE, 217 p.

Caby R. (1982) – Idées nouvelles sur la tectonique tangentielle profonde d'âge alpin en grande kabylie. 9 ème réunion ann. Sciences de la Terre, Paris 17/19 mars 1982, p. 105.

Coiffait P.E. (1992) – Un bassin post- nappes dans son cadre structural : l'exemple du bassin de Constantine (Algérie Nord- Orientale). Thèse doctorat. Univ.Nancy. 505p.

Coutelle A. (1979) – Géologie du Sud-Est de la Grande Kabylie et des Babors d'Akbou. Thèse Doctorat ès Sciences, Université Pierre et Marie Curie, Paris.

De By A. et De By R. et al. (2000) – Principles Of Geographic Information Systems, The International Institute for Aerospace Survey and Earth Sciences (ITC), Hengelosestraat 99, P.O. Box 6, 7500 AA Enschede, The Netherlands, 28-117 P.

DOMZIG A. (2006) – Déformation active récente et structuration tectono-sédimentaire de la marge sous-marine algérienne. Thèse de Doctorat-Université de Bretagne Occidentale France, 343 p.

Duplan L. – Cartes géologiques et notices explicatives des feuilles au 1/50 000 N° 46 (Sidi Aïch) et N° 26 (Bejaia).

Durand D. M. (1955) – Etude géologique de l'ouest de la chaîne numidique. Publ. Serv. Carte géol. France, XV, n°2.

Durand D. M. et Foucault A. (1967) – La Dorsale bétique, nouvel élément paléogéographique et structural des cordillères bétiques, au bord sud de la Sierra Arana (province de Grenade, Espagne). C.R. somm. Géol. Fr., p. 242

Durand D. M. (1969) – Mise au point sur la structure du Nord-Est de la Berbérie. Bull. Serv. Carte Géol. Algérie, N.S., n° 39.

Durand D. M. (1980) – La Méditerranée occidentale, étape de sa genèse et problèmes structuraux. Mem.H. Ser.Soc.Geol. France.

Flandrin J. (1952) – La chaîne du Djurdjura. XIX ème Congrès Géologique International. Monographies régionales, 1 ère série : Algérie – N° 19.

Fotheringham S. et Rogerson P. (1994) – Spatial analysis and GIS, Edited by CRC Press (ISBN- 10: 0748401040), p 80

Gani R. (1988) – Etude pétro-structurale des massifs cristallins de l'Arbâa Nath Irathen et de Djemâa Saharidj (Grande Kabylie, Algérie). Thèse de Magister, Alger.

Gélard J.P. (1969) – Le flysch à base schisto-gréseuse de la bordure méridionale et orientale du massif Chellata : Le flysch maurétanien (Grande Kabylie). Bull. Soc. géol. France.

Gelard J.P. (1979) – Géologie du Nord Est de la Grande Kabylie. Thèse Doctorat ès Sciences, Mémoire géologique de l'Université de Dijon.

Glangeaud. (1932) – Etude géologique de la région littorale de la province d'Alger. (Thèse, Parie). Bulletin, services des cartes géologiques de l'Algérie, (2), no8, 590 p, Alger.

Hamou D. (1987) – Évolution tectono-métamorphique du socle Kabyle et polarité de mise en place des nappes de flysch en Petite Kabylie occidentale (Algérie).

Kacimi M., Kolli O. /ICG. (2015) – First Record on the Mineralization of the Contact Zone in the Great Kabylia Massif (Northern Algeria).

Loumi K. (1989) – Etude structurale de la région de Béni-Douala (Grande Kabylie, Algérie). Mise en évidence de mouvements à vergence NW. Thèse de Magister, Alger.

Milena P. (2012) – Formation au logiciel arcgis 10 : Pôle Image-Université Paris Diderot-Paris7.

MONIE P., MONTIGNY R. et MALUSKI H. (1992) – Age burdigalien de la tectonique ductile extensive dans le massif de l'Edough (Kabylie, Algérie). Données radiométriques ³⁹Ar-⁴⁰Ar. *Bulletin de la Société Géologique de France*, 163 571-584.

Naak M. (1988) – Etude géologique de la Dorsale interne du Djurdjura ; nouvelle interprétation généralisée à l'ensemble de la chaîne. Thèse de Magister, USTHB, Alger.

Naak M. (1996) – Du rifting thétysien au cadre alpino-méditerranéen de la dorsale kabyle du Djurdjura. Cadre tardi-orogénique de l'ouverture de la méditerranée occidentale. Thèse de Doctorat d'Etat, U.S.T.H.B., Alger.

Naak M. (2010) – Contexte transformant de la collision tello-kabyle d'après la transversale du Djurdjura, Grande Kabylie ; cadre tardi-orogénique de l'ouverture de la méditerranée occidentale.

Naak B. F. (2010) – Etude poétologique des granitoïdes hercyniens a tardi-hercyniens des Kabylie : université des sciences et de la technologie Houari Boumediene.

NEWTON R. C. & HASELTON H. T. (1981) – Thermodynamics of the garnet–plagioclase– Al_2SiO_5 –quartz geobarometer. In: NEWTON, R. C., NAVROTSKY, A. & WOOD, B. J. (eds) Thermodynamics of Minerals and Melts. Springer-Verlag, New York, 131–147.

NEWTON R. C. & PERKINS D. I. (1982) – Thermodynamic calibration of geobarometers based on assemblage garnet–plagioclase–orthopyroxene (clinopyroxene) – quartz. American Mineralogist, 67, 203–222.

ORGM (BOUMERDES 2000) – Livret des substances utiles non métalliques de l'Algérie.

Peucat J.J. (1983) – Géochronologie des roches métamorphiques (Rb-Sr et U-Pb). Exemples choisis au Groëland, en Laponie, dans le massif Armoricaïn et en Grande Kabylie. Mémoire de la Société Géologique et Minéralogique de Bretagne, **28**, 158.

Raoult J.F (1969) – données nouvelles sur les flyschs au nord du Kef Sidi Driss et dans la zone du col des oliviers (nord du Constantine) B.S.G.F, (7), t. 9, 516-522. relations entre la dorsale kabyle et les flyschs sur la transversale du Djebel Rhed – phases tangentielles éocènes paléogéographie B.S.G.F, (7) , t 9 , p 523-543.

Raoult J.F. (1974) – Géologie de la chaîne numidique (Nord du Constantinois, Algérie). Thèse, Paris. Mém. Soc. Géol. Fr., N.S, LIII, mém. N°121.

Rolf A. De By. et al. (2000) – principles of geographic information systems, the international institute of aerospace survey and earth sciences ITC-hengelosestraat 99, P.O.box 6, 7500 AA eschede, the Netherlands, p 79.

Saadallah A. (1992) – Le cristallin de Grande Kabylie (Algérie) : Sa place dans la chaîne des Maghrébides. Thèse d'Etat, USTHB, Alger, 260 P.

Seba A. et all. (2006) – Rapport finale sur les résultats des travaux de cartographie géologique du socle Kabyle et sa couverture sédimentaire, feuille de Tizi Ouzou à l'échelle 1/200 000).

Skidmore A. (2002) – Environmental Modelling with GIS and Remote Sensing, First published 2002 by Taylor & Francis 11 New Fetter Lane, London EC4P 4EE, 55-173 p

Thiébaud J. (1951) – Etude géologique des terrains métamorphiques de la Grande Kabylie. Ibidium. (5), n° 6, p 1-175, 25 pl, photo., 1 pl. ht., Alger.

Verbyla. (2002) – Practical GIS Analysis, First published 2002 by Taylor & Francis 11 New Fetter Lane, London EC4P 4EE (ISBN-10: 0415286093), 125 p

Vila J.M (1971) – Essais d'interprétations structurale d'un profil transversal du NE de la Berbère entre les régions d'Annaba et de Guelma B.S.G.F., (7), XII n° 1-2, p 85-99. - Paléogéographie crétacé et technique des unités allochtone de types Tellier et type flysch à microbrèches dans le NE du Constantinois C.R. Acad , Sc Paris , t 27, d, pp 1047-1050.

Vila J.M. (1980) – La chaîne alpine d'Algérie orientale et des confins algéro-tunisiens. Thèse Doct. ès-sciences, Univ. P et M. Curie, Paris VI.

WILDI W. (1983) – La chaîne tello-rifaine (Algérie – Maroc - Tunisie): Structure, stratigraphie et évolution du Trias au Miocène. Rev. de géol. dynam. et de géogra. physique, Vol. 24, Numéro spécial, pp. 201-297.

Sites Web:

<http://sig-pour-tous.forumactif.com>.

[http : //www. Pug. Fr](http://www.Pug.Fr) et [http : //www.izbook. Pug .fr](http://www.izbook.Pug.fr).

[http : //www.ulb.ac.be/soco/matsch/info-d-203](http://www.ulb.ac.be/soco/matsch/info-d-203).

[http : // www. Coursdinfo.fr](http://www.Coursdinfo.fr).

[http : //www.anam.gov.dz](http://www.anam.gov.dz).

LISTE DES ANNEXES :

- **Annexe I :**

Carte Géologique, feuille de Tizi Ouzou à l'échelle 1/200 000.

- **Annexe II :**

Carte des Gîtes Minéraux, feuille de Tizi Ouzou à l'échelle 1/200 000.

- **Annexe III :**

Carte Géologique et des Gites Minéraux, feuille de Tizi Ouzou à l'échelle 1/200 000.